

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΜΕ ΗΛΙΑΚΑ**  
**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

**Πτυχιακή Εργασία του**  
Αρτεμάκη Ευστράτιου (ΑΜ. 4347)

Επιβλέπων: Παπαδάκης Νικόλαος

**Ηράκλειο, Μάρτιος 2014**

## Abstract

### Purpose of the thesis

For 30 years applied underfloor heating and of those, the last 20 years there is a rapid evolution of these systems because of the parallel evolution of plastic water pipes we use in these systems , thermal insulation materials but also by the need to find better ways of heating the conditioning of a question in terms of hygiene .

In this aim of this paper is to inform students , teachers and technicians a way to establish the construction and operation of an underfloor heating with solar thermal , the costs of the benefits , but also to remind us of the benefits of this energy the place we live and is called Greece , because something is missing from the Greek literature .

**Υπεύθυνη Δήλωση :**

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Μηχανολογίας του Τ. Ε.Ι. Κρήτης.

## Περιεχόμενα

1	Εισαγωγή .....	9
1.1	Σκοπός της πτυχιακής.....	9
1.2	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.....	10
1.2.1	i) Ηλιακή Ενέργεια.....	11
1.2.2	ii) Αιολική Ενέργεια.....	13
1.2.3	iii) Υδροηλεκτρική Ενέργεια.....	15
1.2.4	iv) Γεωθερμική Ενέργεια.....	16
1.2.5	v) Ενέργεια από Βιομάζα.....	17
2	Ενδοδαπέδια θέρμανση.....	21
2.1	Γενικά.....	21
2.2	Ιστορική αναδρομή .....	23
2.3	Αρχή λειτουργίας.....	25
2.4	Ειδή συστημάτων .....	27
2.4.1	Ενδοδαπέδιο σύστημα με διάστρωση σωλήνων νερού στο δάπεδο.....	27
2.4.2	Ενδοδαπέδιο σύστημα με διάστρωση ηλεκτρικών αντιστάσεων στο δάπεδο.....	28
2.4.3	Σύγκριση των δυο συστημάτων .....	29
2.5	Συμπληρωματικά Στοιχεία .....	30
3	Οι ηλιακοί συλλέκτες .....	31
3.1	Γενικά.....	31
3.2	Επίπεδοι Ηλιακοί Συλλέκτες.....	32
3.2.1	Γενικά.....	32
3.2.2	Δομή συλλέκτη .....	32
3.2.3	Βασικές Αρχές.....	34
3.3	Οπτικές Απώλειες.....	35
3.3.1	Γενικά.....	35
3.4	Θερμικές απώλειες.....	37

3.5	Βαθμός Απόδοσης ηλιακού συλλέκτη .....	39
4	Μελέτες.....	41
4.1	Μελέτη θερμομόνωσης .....	41
4.1.1	Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών.....	41
4.2	Μελέτη Θερμικών απωλειών.....	45
4.2.1	Παραδοχές.....	45
4.2.2	Συνολικές απώλειες κτιρίου δυσμενέστερων συνθηκών.....	48
4.2.3	Συνολικές απώλειες ανά μηνά σύμφωνα με την μέση εξωτερική θερμοκρασία.....	49
4.3	Μελέτη ενδοδαπέδιας θέρμανσης .....	49
4.3.1	Παραδοχές υπολογισμών.....	49
4.3.2	Παροχή νερού ανά ώρα για κάθε μήνα ξεχωριστά.....	52
4.3.3	Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου.....	52
4.3.4	Πραγματική θερμογόνος δύναμη πετρελαίο ανά λίτρο.....	52
4.3.5	Κάλυψη αναγκών ενδοδαπέδιας ανά μηνά σε λίτρα με λειτουργία 8 ωρών	52
4.3.6	Ετήσιο κόστος πετρελαίου ενδοδαπέδιας θέρμανσης.....	54
4.3.7	Ετήσια ζήτηση αναγκών ενδοδαπέδιας θέρμανσης σε kwh.....	54
4.4	Μελέτη συμβατικής θέρμανσης .....	55
4.4.1	Συνολικές απώλειες κτιρίου δυσμενέστερων συνθηκών.....	55
4.4.2	Συνολικές απώλειες ανά μηνά σύμφωνα με την μέση εξωτερική θερμοκρασία.....	57
4.4.3	Κάλυψη αναγκών σε πετρέλαιο συμβατικής θέρμανσης σε λίτρα με λειτουργία 8 ωρών.....	57
4.4.4	Ετήσιο κόστος πετρελαίου συμβατικής θέρμανσης.....	58
4.5	Μελέτη ηλιακού θερμικού.....	59
4.5.1	Ευρωπαϊκή πιστοποίηση Sollar Keymark.....	59
4.5.2	Διαστασιολόγηση ηλιακού θερμικού.....	59
4.5.3	Πραγματική απόδοση ηλιακού θερμικού.....	61

4.5.4	Υπολογισμός παροχής.....	63
5	Εξοικονόμηση ενέργειας.....	64
5.1	Πρόλογος.....	64
5.2	Σύστημα Combi – Συνδυασμός συμβατικής ενέργειας με Α.Π.Ε.....	64
5.2.1	Αρχή λειτουργίας.....	65
5.2.2	Συνδεσμολογία.....	66
5.3	Απολαβές ηλιακής ενέργειας.....	67
5.3.1	Νέο λειτουργικό κόστος ανά έτος μετά την εγκατάσταση του ηλιακού θερμικού στο σύστημα μας.....	69
5.4	Τεχνοοικονομική ανάλυση.....	70
5.4.1	Συγκριτικοί οικονομικοί πίνακες ενδοδαπέδιου με συμβατική θέρμανση....	70
5.4.2	Συγκριτικός οικονομικός πίνακας ενδοδαπέδιου συστήματος με ενδοδαπέδιου και ηλιακό θερμικό.....	73
5.4.3	Συγκριτικός οικονομικός πίνακας ενδοδαπέδιου συστήματος με ηλιακό θερμικό σε σχέση με την συμβατική θέρμανση.....	75
6	Επίλογος.....	76
7	Βιβλιογραφία.....	77
8	Παραρτήματα.....	78
8.1	Μελέτη θερμομόνωσης.....	78
8.2	Τεύχος υπολογισμών θερμομόνωσης.....	78
9	Παράρτημα..... <b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b>	
9.1	Μελέτη Θερμικών απωλειών.....	98
9.2	Τεύχος απωλειών.....	98
9.2.1	Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών.....	99
9.2.2	Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	104
9.2.3	Στοιχεία Κτιρίου.....	105
9.2.4	Τυπικά Στοιχεία.....	106
9.2.5	Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών.....	107

9.2.6	Συνολικές απώλειες χώρων (Kcal/h) .....	118
10	Παράρτημα.....	119
10.1	Μελέτη ενδοδαπέδιας θέρμανσης για τον δυσμενέστερο μήνα που είναι ο Ιανουάριος .....	119
10.1.1	Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών.....	119
10.1.2	Παρουσίαση αποτελεσμάτων .....	125
10.1.3	Στοιχεία Δικτύου.....	127
10.1.4	Υπολογισμοί σωληνώσεων ισογείου. ....	128
10.1.5	Υπολογισμοί σωληνώσεων Α' ορόφου. ....	128
10.1.6	Υπολογισμοί Μεγεθών Κυκλωμάτων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης ισογείου	129
10.1.7	Υπολογισμοί Μεγεθών Κυκλωμάτων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης Α ορόφου	129
11	Παράρτημα.....	130
11.1	Μελέτη συμβατικής θέρμανσης για τον δυσμενέστερο μήνα. ....	130
11.1.1	Τυπικά Στοιχεία .....	130
11.1.2	Υπολογισμοί θερμικών απωλειών .....	131
11.1.3	Συνολικές απώλειες χώρων.....	142
11.1.4	Επιλογή σωμάτων και υπολογισμός νέων απωλειών.....	143

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Παπαδάκη Νίκο για την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της παρούσης πτυχιακής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου σε όλους όσους με στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας αυτής.



# 1 Εισαγωγή

Εδώ και 30 χρόνια εφαρμόζονται συστήματα ενδοδαπέδιας θέρμανσης και από αυτά, τα τελευταία 20 χρόνια υπάρχει μια ραγδαία εξέλιξη των συστημάτων αυτών λόγω της παράλληλης εξέλιξης των πλαστικών σωλήνων μεταφοράς νερού που χρησιμοποιούμε στα συστήματα αυτά, των θερμομονωτικών υλικών αλλά και από την ανάγκη εύρεσης καλύτερων τρόπων θέρμανσης η κλιματισμού μιας οικείας από άποψη υγιεινής.

## 1.1 Σκοπός της πτυχιακής

Στο πλαίσιο αυτό στόχος της εργασίας αυτής είναι να ενημερώσει τους σπουδαστές, τους καθηγητές και τους τεχνικούς για ένα τρόπο εκπόνησης της κατασκευής και της λειτουργίας μιας ενδοδαπέδιας θέρμανσης με ηλιακό θερμικό, τα κόστη της, τα οφέλη της αλλά και να μας υπενθυμίσει τα ενεργειακά οφέλη αυτού του τόπου που κατοικούμε και λέγετε Ελλάδα, μιας και κάτι τέτοιο λείπει απ' την ελληνική βιβλιογραφία.

## 1.2 Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται ολοένα πιο επιτακτική η ανάγκη αξιοποίησης εναλλακτικών μορφών ενέργειας. Η συνεχώς αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση, σε συνδυασμό με τη μείωση των αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων και τις δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον από την εκτεταμένη χρήση τους, έχουν στρέψει το παγκόσμιο ενδιαφέρον στην ανάπτυξη τεχνολογιών προς εκμετάλλευση ήπιων και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Το ενδιαφέρον αυτό ενισχύεται από το γεγονός ότι σε πολλές περιπτώσεις η τεχνολογία των Α.Π.Ε. όχι μόνο είναι οικονομικά εφικτή αλλά και αρκετά αποδοτική.

Από την άλλη πλευρά, το κύριο μειονέκτημά τους είναι η ανικανότητά τους να εκμεταλλευτούν το μεγαλύτερο μέρος της διαθέσιμης ενέργειας, φαινόμενο που ισορροπείται από το γεγονός ότι οι Α.Π.Ε. είναι ανεξάντλητες.

Όσον αφορά στην Ελλάδα, αποτελεί μία χώρα με πλούσιο ηλιακό δυναμικό, ενώ τα πολυάριθμα νησιά της, όπως και οι ακτές της, υποστηρίζουν την εγκατάσταση ανεμογεννητριών λόγω της υψηλής έντασης του ανέμου στις περιοχές αυτές. Τέλος, υπάρχουν και μερικές γεωθερμικές πηγές, που δυστυχώς παραμένουν ανεκμετάλλευτες.

Χρησιμοποιώντας τις παραπάνω πηγές ενέργειας η Ελλάδα θα μπορέσει να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ενεργειακών της αναγκών, ελαττώνοντας σημαντικά την εξάρτησή της από τα συμβατικά καύσιμα.

### 1.2.1 i) Ηλιακή Ενέργεια.



Εικόνα 1: Φωτοβολταϊκό πάνελ

Οι θερμοκρασίες μερικών εκατομμυρίων °C που επικρατούν στην επιφάνεια και το εσωτερικό του ήλιου, προκαλούν τη συσσωμάτωση των ταχύτατα κινούμενων πυρήνων υδρογόνου (H) δημιουργώντας πυρήνες του στοιχείου ηλίου (He).

Η πυρηνική αυτή αντίδραση -σύντηξη πυρήνων- είναι εξώθερμη και χαρακτηρίζεται από την έκλυση τεράστιων ποσοτήτων ενέργειας που ακτινοβολούνται προς όλες τις κατευθύνσεις στο διάστημα.

Αν και το φαινόμενο αυτό λαμβάνει χώρα εδώ και πέντε δισεκατομμύρια χρόνια περίπου, ο ήλιος διαθέτει τεράστιες ποσότητες υδρογόνου και δεν αναμένεται να υπάρξει μείωση της ενέργειας που ακτινοβολείται από αυτόν.

Ο ήλιος αποτελεί λοιπόν, τη βασική πηγή ενέργειας του πλανήτη μας. Κάθε χρόνο μεταφέρει στην επιφάνεια της γης ενέργεια της τάξεως των 174 [PWh] , ποσό που υπερκαλύπτει τις σημερινές παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες.



Εικόνα 2: Ηλιακός Συλλέκτης

Όσον αφορά στην Ελλάδα, προσπίπτουν ημερησίως, κατά μέσο όρο 4,3[KWh] ηλιακής ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο οριζόντιας επιφάνειάς της, κατατάσσοντας τη χώρα μας στις πλέον ευνοημένες περιοχές του πλανήτη.

Στο μεγαλύτερο τμήμα της Ελλάδας η ηλιοφάνεια διαρκεί περισσότερες από 2.700 ώρες το χρόνο (στη δυτική Μακεδονία και την Ήπειρο εμφανίζει τις μικρότερες τιμές της, κυμαινόμενη από 2.200 ως 2.300 ώρες, ενώ στη Ρόδο και τη νότια Κρήτη ξεπερνά τις 3.100 ώρες ετησίως).

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να είναι δυνατή, σε όλη την ελληνική επικράτεια, η οικονομικά επωφελής εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας για θερμικές εφαρμογές με χρήση Θ.Η.Σ., αλλά και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση φωτοβολταϊκών στοιχείων.

Θα ήταν ουτοπία, ωστόσο, να φανταστεί κανείς ότι η άμεση εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας (θέρμανση ή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας) θα μπορούσε να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες στο σύνολό τους, χωρίς τη συμβολή της έμμεσης (ορυκτά καύσιμα, φωτοσύνθεση κ.α.).

Αυτό που μπορούμε να ισχυρισθούμε με βεβαιότητα είναι πως ο ρόλος της ηλιακής ενέργειας, τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο, θα αυξάνεται διαρκώς στο ενεργειακό ισοζύγιο έναντι των συμβατικών καυσίμων και σε λίγα χρόνια θα καλύπτει ένα σημαντικό ποσοστό της ενεργειακής κατανάλωσης στις διάφορες μορφές της.

### 1.2.2 ii) Αιολική Ενέργεια.



Εικόνα 3: Ανεμογεννήτρια σύγχρονου τύπου.

Η ανομοιόμορφη θέρμανση της ατμόσφαιρας της γης από τον ήλιο προκαλεί τη μετακίνηση τεράστιων αερίων μαζών με στόχο την ανακατανομή της απορροφηθείσης θερμότητας.

Αποτέλεσμα της μετακίνησης αυτής είναι η δημιουργία των γνωστών, σε όλους, ανέμων ( υπολογίζεται ότι το 2% της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στη γη, μετατρέπεται σε αιολική ενέργεια ).

Η εκμετάλλευση του ανέμου από τον άνθρωπο ξεκίνησε πριν από χιλιάδες χρόνια (ανεμόμυλοι, ιστιοφόρα κ.α.). Το 1940 άρχισαν οι πρώτες προσπάθειες για την αξιοποίησή του στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ πρωταρχικό σκοπό στον τομέα αυτό αποτελεί η εξέλιξη των ανεμογεννητριών ως προς τη σχεδίαση, την κατασκευή και τα χρησιμοποιούμενα υλικά (βλ.Εικόνα 3).

Σήμερα λειτουργούν παγκοσμίως, είτε αυτόνομα είτε συνδεδεμένες σε ένα ευρύτερο ηλεκτρικό δίκτυο, περίπου 30.000 ανεμογεννήτριες συνολικής εγκατεστημένης ισχύος περίπου 10[GW] .

Αξίζει να σημειωθεί ότι η αιολική ενέργεια είναι από τις πλέον ελκυστικές ήπιες μορφές ενέργειας, ενώ αναμένεται να αξιοποιηθεί ακόμα περισσότερο με την κατασκευή νέων ανεμογεννητριών, που θα μειώσουν το κόστος και θα κάνουν την αιολική ενέργεια ανταγωνιστική σε ακόμα περισσότερα μέρη.

### 1.2.3 iii) Υδροηλεκτρική Ενέργεια.



Εικόνα 4: Παράδειγμα υδροηλεκτρικής γεννήτριας

Η δυναμική ενέργεια των υδάτων είναι από τις παλαιότερες μορφές ενέργειας που μετατράπηκαν σε άλλες μορφές ενέργειας για να αξιοποιηθούν, ενώ σήμερα χρησιμοποιείται στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Στην Εικόνα 4 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα υδροηλεκτρικής γεννήτριας.

Για την αποδοτικότερη εκμετάλλευση της ενέργειας των υδάτων χτίζονται φράγματα, που δημιουργούν τεχνικές λίμνες, στις οποίες το νερό συγκεντρώνεται σε μεγάλο ύψος.

Εν συνεχεία, το νερό κατέρχεται μέσω αγωγών και προσπίπτει σε πτερύγια υδροστροβίλων που αναγκάζονται να περιστραφούν.

Γεννήτριες μηχανικά συζευγμένες στον ίδιο άξονα παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

Οι υψηλοί βαθμοί απόδοσης των υδροστροβίλων (μερικές φορές υπερβαίνουν το 90%) σε συνδυασμό με τη μεγάλη διάρκεια ζωής των μικροϋδροηλεκτρικών έργων (μπορεί να υπερβαίνει τα εκατό έτη) αποτελούν δύο χαρακτηριστικούς δείκτες ενεργειακής αποτελεσματικότητας και τεχνολογικής ωριμότητας των μικρών υδροηλεκτρικών σταθμών.

Στην Ελλάδα υπάρχουν πολλά υδροηλεκτρικά εργοστάσια, που παράγουν το 10% περίπου της ενέργειας που καταναλίσκεται στη χώρα

#### 1.2.4 iv) Γεωθερμική Ενέργεια.



Εικόνα 5: Πηγές ατμού στην Ρωσία

Η γεωθερμική ενέργεια είναι η ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης, οφειλόμενη σε δύο πηγές στη θερμότητα του αρχικού σχηματισμού της και στη ραδιενεργό διάσπαση ασταθών στοιχείων που υπάρχουν στον φλοιό, όπως το ουράνιο, το θόριο και το πλουτώνιο.

Η εκμετάλλευσή της είναι γενικά αντικοινωνική. Υπάρχουν όμως περιοχές της γης, τα γεωθερμικά πεδία, όπου η ενέργεια αυτή εμφανίζεται επιφανειακά υπό μορφή ζεστού νερού (  $60 - 100[^\circ\text{C}]$  ), υγρού ατμού (νερό με πίεση υψηλότερη της ατμοσφαιρικής και θερμοκρασία μεγαλύτερη των  $100[^\circ\text{C}]$  ) ή κεκορεσμένου ξηρού ατμού και μπορεί να αξιοποιηθεί σε βιομηχανικές – αγροτικές εφαρμογές, θέρμανση - ψύξη κατοικιών και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στην Ελλάδα απολήψιμο γεωθερμικό δυναμικό έχει εντοπισθεί στα νησιά: Μήλος ( $100 - 120[\text{MW}]$  ), Νίσυρος και Λέσβος ( $50 - 60[\text{MW}]$ ) για 25 χρόνια.



### 1.2.5 ν) Ενέργεια από Βιομάζα.



Εικόνα 6: Καλλιέργεια σιταριού όπου από αυτό παράγεται βιοντίζελ.

Βιομάζα καλείται γενικά η οργανική ύλη που μπορεί να μετατραπεί σε ενέργεια. Εκτός από τα ξύλα, συγκαταλέγονται τα αγροτικά υπολείμματα (κλαδιά δέντρων, υπολείμματα ξυλείας, υπολείμματα σιτηρών, το πυρηνόξυλο της ελιάς, κ.τ.λ.) και τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά για την παραγωγή ενέργειας (βλ.Εικόνα 6).

Επίσης, είναι δυνατόν να παράγουμε χρήσιμα καύσιμα (βιοαέριο) από την μετατροπή των στερεών αποβλήτων, των αποβλήτων των ζώων και από τα υγρά απόβλητα.

Η βιομάζα αποτελείται κυρίως από ενώσεις, που βασικά στοιχεία έχουν τον άνθρακα και το υδρογόνο. Στη χώρα μας 10 εκατομμύρια στρέμματα γης έχουν ήδη ή προβλέπεται να περιθωριοποιηθούν και να εγκαταλειφθούν.

Εάν η έκταση αυτή αξιοποιηθεί για την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών, η καθαρή ωφέλεια σε ενέργεια που μπορεί να αναμένεται, είναι περίπου στο 50 –60% της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου.

vi) Ενέργεια από Κύματα.



Εικόνα 7: Γεννήτρια που εκμεταλλεύεστε την ορμή των κυμάτων.

Η ενέργεια που περικλείουν τα κύματα, η οποία ακόμα αποτελεί αντικείμενο έρευνας και πειραματισμού για τον ικανοποιητικό τρόπο αξιοποίησης της, αποτελεί μια άλλη μορφή ενέργειας, που έμμεσα οφείλεται στον ήλιο.

Όσο μεγαλύτερο είναι το ύψος και το μήκος ενός κύματος, τόσο μεγαλύτερα ποσά ενέργειας μεταφέρει.

vii) Ενέργεια των παλίρροιών.

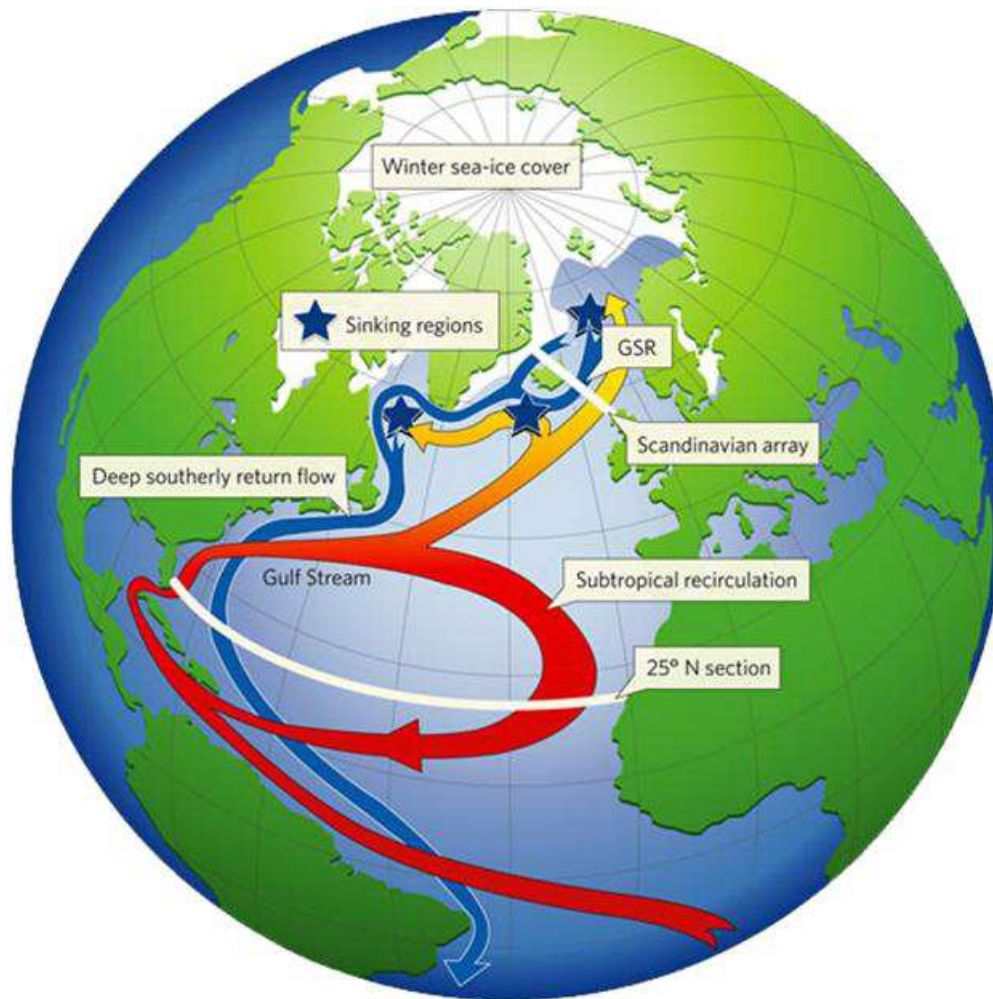


Η παλίρροια, δηλαδή το φαινόμενο υποχώρησης της θάλασσας (άμπωτη) και η, μετά από ορισμένες ώρες, επιστροφή της (πλημμυρίδα), αποτελεί μορφή έμμεσης ηλιακής ενέργειας.

Οι παλίρροιες οφείλονται σε δυνάμεις που δημιουργούνται στις υδάτινες μάζες από το πεδίο βαρύτητας, καθώς και από την περιστροφή της γης. Διαρκούν για συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα και έχουν συγκεκριμένη κατεύθυνση.

Σήμερα, αν και το ενδιαφέρον γι' αυτή τη μορφή ενέργειας είναι ιδιαίτερα έντονο, το κόστος των εγκαταστάσεων παραμένει αρκετά υψηλό. Εντούτοις, μακροπρόθεσμα θεωρείται μια ενδιαφέρουσα επένδυση λόγω του χαμηλού κόστους λειτουργίας και συντήρησης τέτοιων εγκαταστάσεων.

viii) Ενέργεια των θαλάσσιων ρευμάτων.



Εικόνα 8: Το φαινόμενο που δίνει ζωή στον πλανήτη - Gulf stream

Τα θαλάσσια ρεύματα αποτελούν ένα τεράστιο ενεργειακό δυναμικό, το οποίο όμως για να αξιοποιηθεί απαιτεί εξελιγμένη τεχνολογία, έρευνα και μελέτη.

Προς το παρόν έχουν εκπονηθεί πειραματικά σχέδια για την εκμετάλλευση αυτής της ενέργειας με την τοποθέτηση γιγαντιαίων, χαμηλής ταχύτητας τουρμπίνων, σε διάφορες περιοχές των Η.Π.Α. αξιοποιώντας το θαλάσσιο ρεύμα του Γκολφ-Στρημ.

## 2 Ενδοδαπέδια θέρμανση



Εικόνα 9: Διώροφη κατοικία με ενδοδαπέδια θέρμανση

### 2.1 Γενικά

Όπως καταλαβαίνουμε λοιπόν η ενδοδαπέδια θέρμανση (βλ.Εικόνα 9) στηρίζεται στην προσπάθεια να δημιουργήσουμε θερμοσυσσώρευση στα δομικά στοιχεία της οικοδομής (δάπεδο, τοίχοι , οροφή) και στην συνέχεια αυτά να μας ακτινοβολήσουν μέσα στο χώρο τη θερμότητα αυτή δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο όσο το δυνατόν καλύτερη ισοκατανομή θερμότητας στους χώρους που ζούμε – εργαζόμαστε με ένα σχεδόν φυσικό τρόπο.

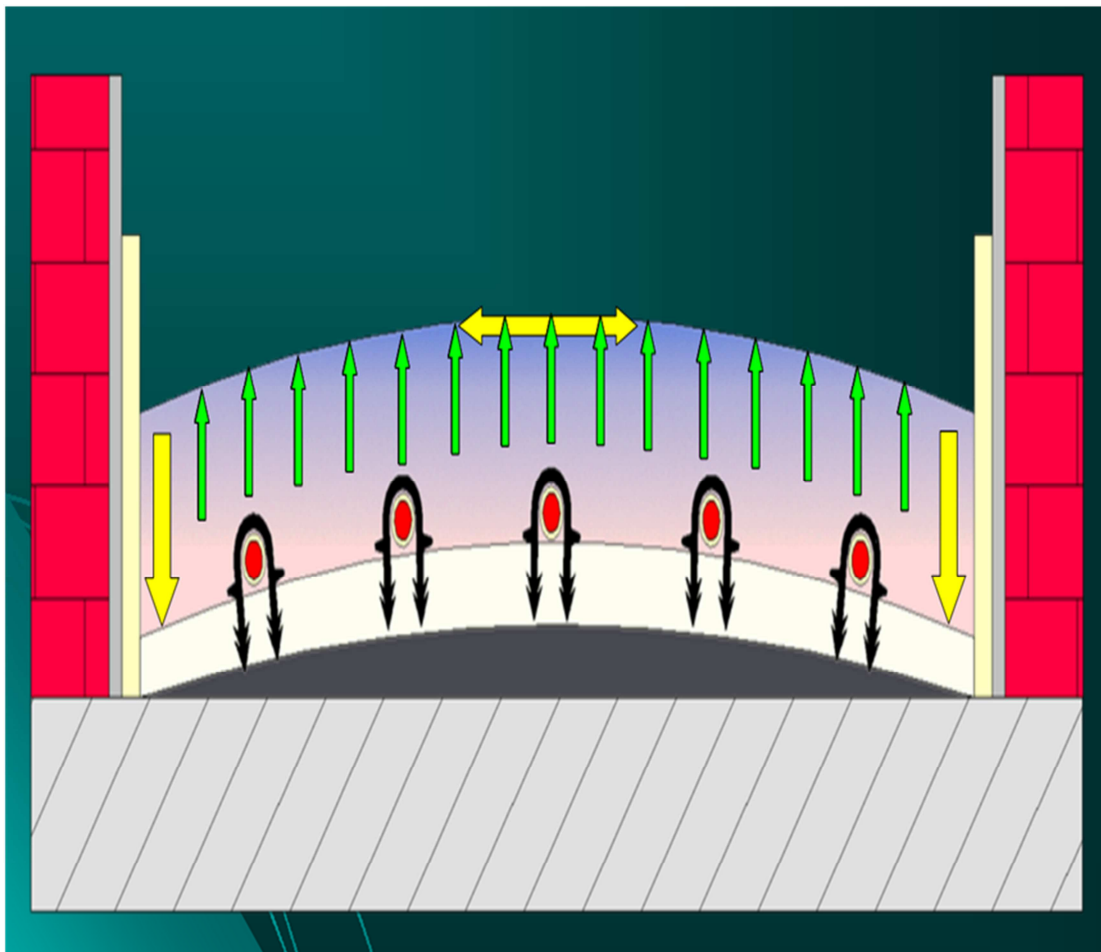
Τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης δαπέδου θερμαίνουν και ψύχουν, εκμεταλλευόμενα τις χαμηλές θερμοκρασίες της επιφάνειας του δαπέδου και την ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας, με ήπια ακτινοβολία ενέργειας εξασφαλίζοντας έτσι τη θερμική θαλπωρή σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης.

Χάρη στο υψηλό ποσοστό ακτινοβολίας ενέργειας των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης δαπέδου της, η αίσθηση της θαλπωρής, στην περίπτωση της θέρμανσης, γίνεται αντιληπτή σε αισθητά χαμηλότερες θερμοκρασίες χώρου.

Η θερμοκρασία χώρου μπορεί να μειωθεί κατά [1 °C] με [2°C].

Το γεγονός αυτό επιτρέπει μία ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας από 3 έως 6%.

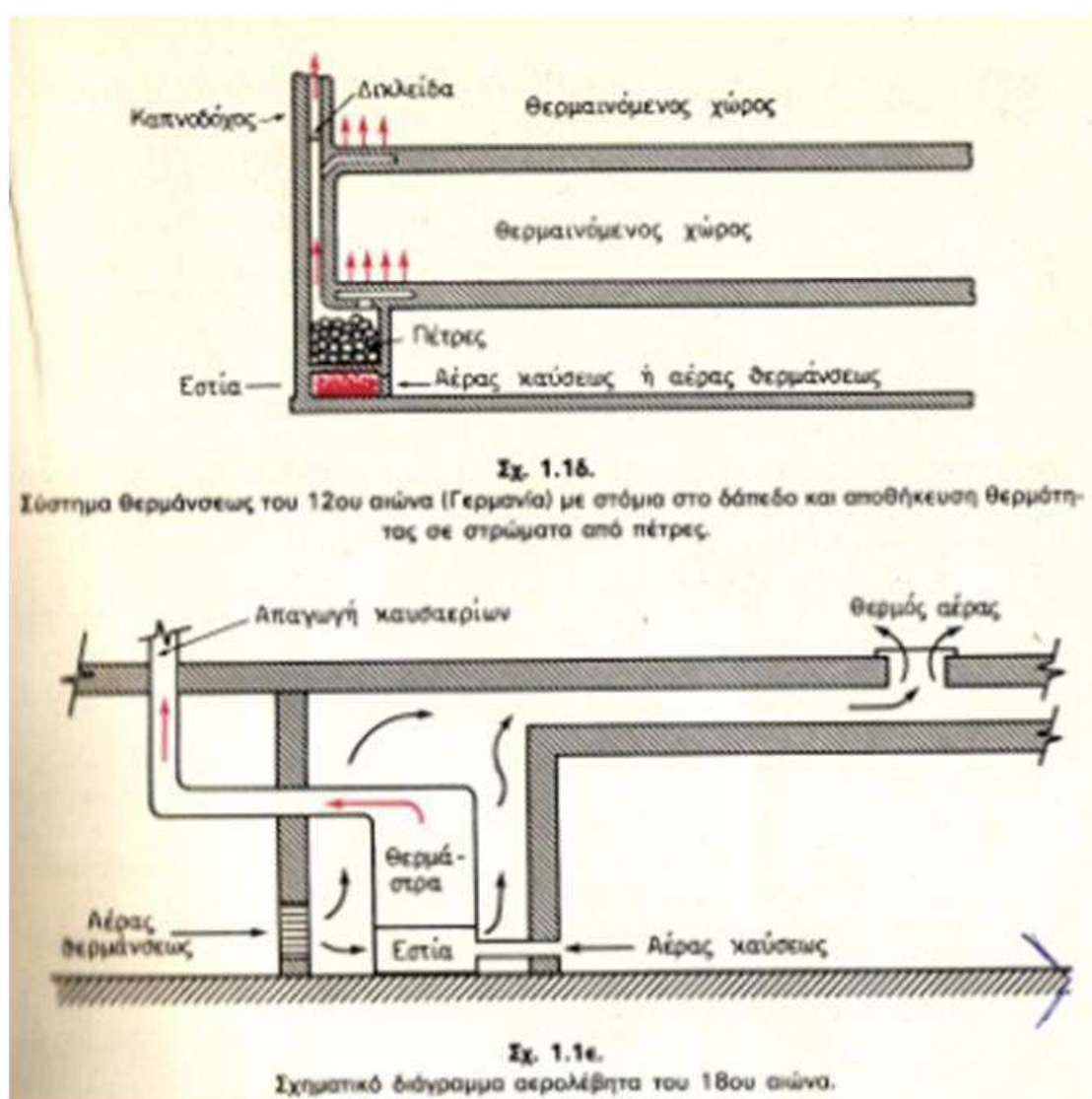
Λόγω της αυξημένης απόδοσης θέρμανσης σε σχετικά μικρές θερμοκρασίες προσαγωγής . .



Εικόνα10 Αναπαράσταση διαστολής του δαπέδου

## 2.2 Ιστορική αναδρομή

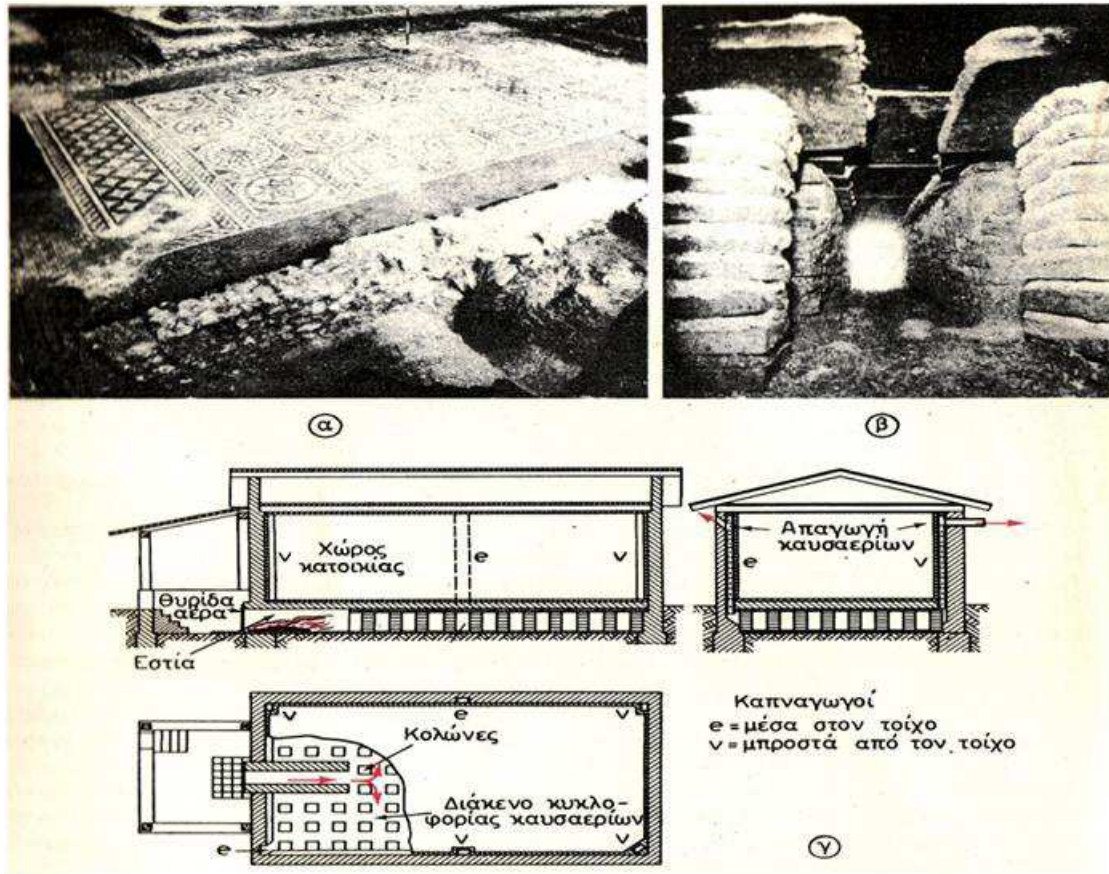
Αν και η ενδοδαπέδια θέρμανση θεωρείται από πολλούς μια σύγχρονη κατασκευαστική καινοτομία, στην πραγματικότητα πρόκειται για μια θερμαντική μέθοδο που ήταν γνωστή ήδη από την αρχαιότητα (βλ.Εικόνα 11).



Εικόνα 11 Συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούσαν τον 12 και 13 αιώνα.

Συγκεκριμένα, η αρχαιολογική σκαπάνη έχει φέρει στην επιφάνεια αρχαίες κατοικίες που διέθεταν υπόγειο χώρο όπου σε αυτόν έκαιγαν καύσιμη υλη, δηλαδή ξύλα(βλ.Εικόνα 12).

Στη συνέχεια διοχέτευαν το καυσαέριο σε κανάλια είτε μέσα στο δάπεδο, είτε σε διπλούς τοίχους βγάζοντας το σε καμινάδα. Με αυτόν τον τρόπο θέρμαιναν τα δομικά στοιχεία του σπιτιού όπου ακτινοβολούσαν θερμότητα μέσα στο χώρο.



Εικόνα 12 Κάτοψη και πλάγια όψη σε τομή σε σύστημα θέρμανσης του 13ου αιώνα.

Όπως καταλαβαίνουμε λοιπόν η ενδοδαπέδια θέρμανση στηρίζεται στην προσπάθεια να δημιουργήσουμε θερμοσυσσώρευση στα δομικά στοιχεία της οικοδομής (δάπεδο, τοίχοι, οροφή) και στην συνέχεια αυτά να μας ακτινοβολήσουν μέσα στο χώρο τη θερμότητα αυτή δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο όσο το δυνατόν καλύτερη ισοκατανομή θερμότητας στους χώρους που ζούμε – εργαζόμαστε με ένα σχεδόν φυσικό τρόπο.



## 2.3 Αρχή λειτουργίας

Η αρχή λειτουργίας του ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης βασίζεται στην ικανότητα που έχει το δάπεδο, ως ένα τεράστιο θερμαντικό σώμα με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, να ακτινοβολεί ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου.

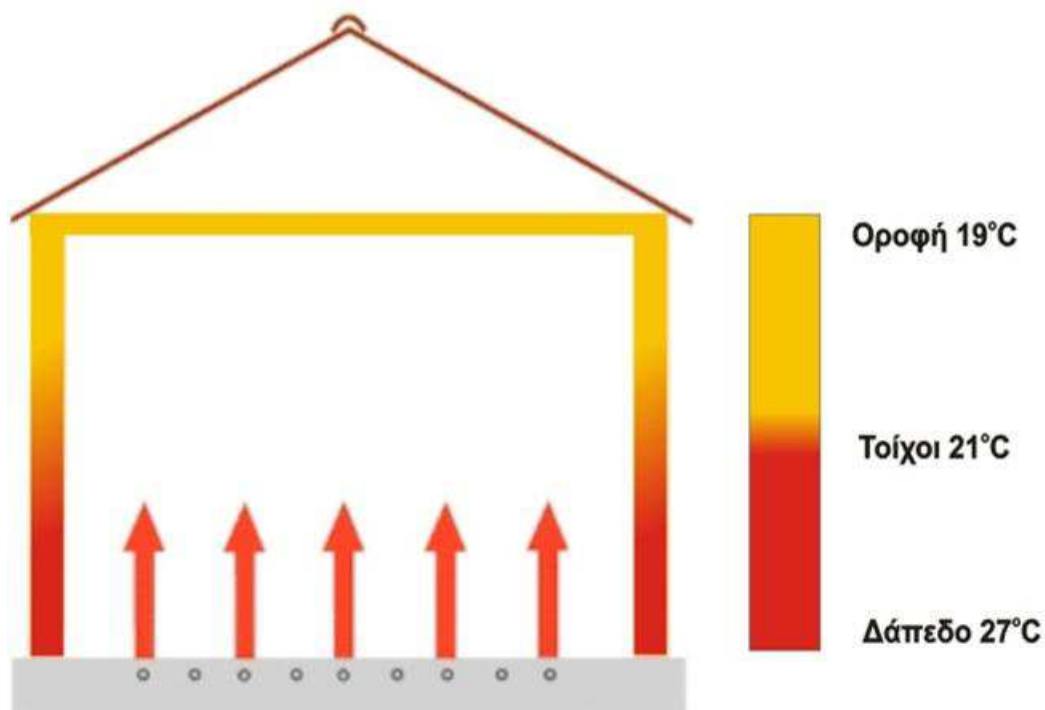
Αυτή η αρχή λειτουργίας διαφέρει σημαντικά από τον τρόπο που λειτουργούν τα συμβατικά θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ), τα οποία όταν λειτουργούν θερμαίνουν τον αέρα που τα περιβάλλει περίπου στους [50° C].

Το πρόβλημα στη συγκεκριμένη περίπτωση, δηλαδή στον συνήθη τρόπο θέρμανσης των ελληνικών νοικοκυριών, είναι ότι καθώς ο καυτός αέρας αυξάνεται, συσσωρεύεται στο ανώτερο μέρος του εσωτερικού.

Για παράδειγμα, αν η θερμοκρασία του δωματίου σε απόσταση [1.6 μ] από το έδαφος είναι 24° C, στο δάπεδο την ίδια στιγμή η θερμοκρασία είναι [17° C]! Η κατανομή της θερμότητας είναι αντίστροφη στην περίπτωση της ενδοδαπέδιας θέρμανσης. για το ανθρώπινο σώμα (ζεστά πόδια - κρύο κεφάλι)(βλ.Εικόνα 13).

Καθώς το ζεστό νερό ρέει κάτω από το πάτωμα, και μάλιστα σε όχι ιδιαίτερα υψηλή θερμοκρασία (40-45° C), η θερμοκρασία στο δάπεδο φτάνει τους [25-28°C], ενώ σε ύψος [1.6μ] από την επιφάνεια του εδάφους φτάνει τους [19 °C]. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η προαναφερθείσα ιδανική κατανομή θερμοκρασίας

Επιπλέον, η αποτροπή ρευμάτων αέρα που δημιουργούνται από τις συμβατικές μεθόδους θέρμανσης του αέρα και κατά συνέπεια η έλλειψη σκόνης και η διατήρηση υγρασίας στον χώρο δημιουργούν ακόμα πιο υγιεινές συνθήκες διαβίωσης, ειδικά για άτομα με χρόνια προβλήματα αλλεργίας και άσθματος.

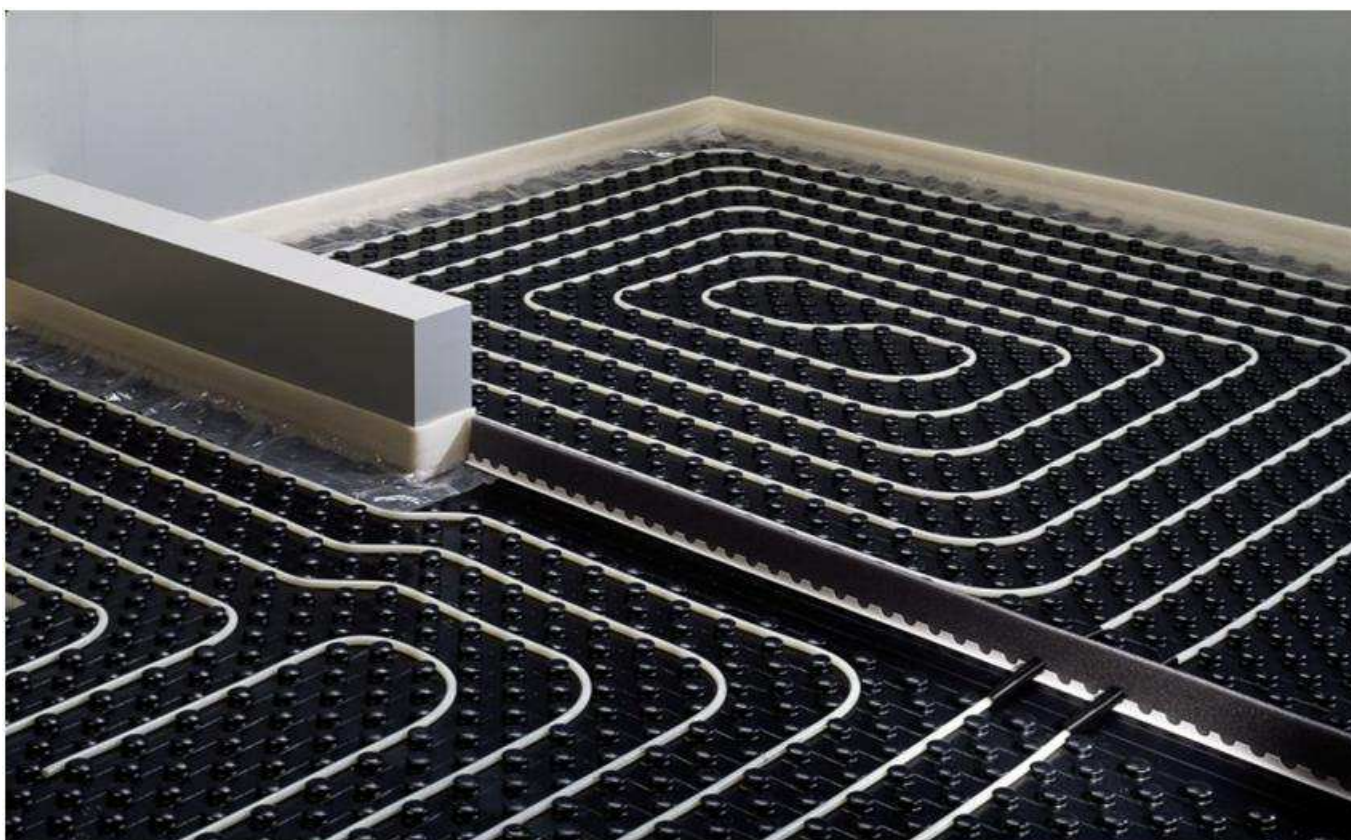


Εικόνα 13 Ομοιόμορφη κατανομή θερμότητας μιας ενδοδαπέδιας θέρμανσης

## 2.4 Ειδή συστημάτων

Οι τρόποι για να κατασκευάσουμε ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης είναι δύο όπου περιγράφονται παρακάτω.

### 2.4.1 Ενδοδαπέδιο σύστημα με διάστρωση σωλήνων νερού στο δάπεδο.

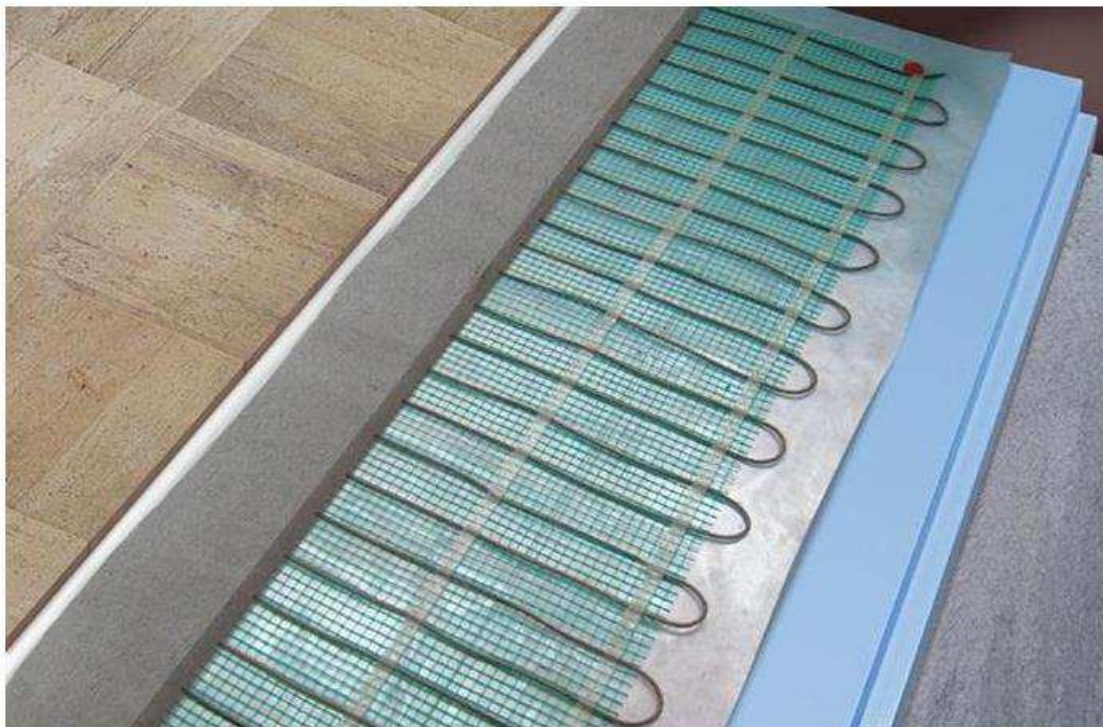


Εικόνα 14 Στρώση ενδοδαπέδιας πριν ρίξουμε το τελικό δάπεδο.

Το σύστημα αυτό στηρίζεται στην μεταφορά θερμοκρασίας με ρέων μέσω το νερό, μέσω πλαστικών σωλήνων που έχουμε διαστρώσει εντός του δαπέδου της κατοικίας (βλ.Εικόνα 14).

Δηλαδή όπως και σε μια συμβατική θέρμανση ζεσταίνουμε το νερό στο λέβητα μας και από εκεί το διοχετεύουμε μέσα στο πάτωμα του σπιτιού ώστε να μας αποδώσει την θερμοκρασία που επιθυμούμε στον χώρο.

#### 2.4.2 Ενδοδαπέδιο σύστημα με διάστρωση ηλεκτρικών αντιστάσεων στο δάπεδο.



Εικόνα 15 Ενδοδαπέδιο σύστημα με ηλεκτρικές αντιστάσεις

Το δεύτερο σύστημα είναι της ίδιας φιλοσοφίας αλλά διαφέρει ως προς το ρέον μέσο. Δηλαδή αντί να χρησιμοποιήσουμε το νερό για την θέρμανση του χώρου, χρησιμοποιούμε ηλεκτρικές αντιστάσεις όπου κι αυτές διαστρώνουμε εντός του δαπέδου της οικοδομής (βλ.Εικόνα 15). Μετά την τοποθέτηση τους μέσα στο δάπεδο και αφού ρίξουμε και το τελικό μας δάπεδο τους δίνουμε ρεύμα με σκοπό την απόδοση θερμότητας στο χώρο όπως πχ (ένα ηλεκτρικό σίδερο).

### 2.4.3 Σύγκριση των δυο συστημάτων

Επιγραμματικά θα αναφερθούμε στις βασικές διαφορές που παρουσιάζουν τα δύο αυτά συστήματα και στα πλεονεκτήματα –μειονεκτήματα τους.

Τα συστήματα με ηλεκτρικές αντιστάσεις έχουν σαν πλεονέκτημα έναντι του νερού το χαμηλό ύψος κατασκευής του δαπέδου όπως επίσης την ευελιξία της κατασκευής λόγω του ότι δεν προϋποθέτει την ύπαρξη μηχανοστασίου, γραμμών μεταφοράς και διαφόρων εξαρτημάτων που χρειάζονται τα συστήματα θέρμανσης νερού.

Βασικό μειονέκτημα όμως από διάφορες μελέτες που κατά καιρούς έχουν εκπονηθεί ως προς την υγιεινή των συστημάτων αυτών, η θέρμανση δαπέδου με αντιστάσεις ενοχοποιείται (χωρίς να έχει αποδειχτεί ποτέ) για αγγειακά προβλήματα ατόμων με κυκλοφορικά προβλήματα στα πόδια λόγω ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας όπως επίσης και για συγκέντρωση σκόνης στην επιφάνεια του δαπέδου λόγω στατικού φορτίου συνέπεια της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που παρουσιάζουν οι αντιστάσεις.

Η θέρμανση δαπέδου με νερό πλεονεκτεί ως προς τις δυνατότητες των πηγών θέρμανσης του νερού μεταφοράς και κατά συνέπεια την εξοικονόμηση ενέργειας (λέβητας πετρελαίου, λέβητας αερίου, αντλία θερμότητας, γεωθερμικά συστήματα, ηλιακή θέρμανση).

## 2.5 Συμπληρωματικά Στοιχεία

### Σημεία τοποθέτησης

Τα ενδοδαπέδια συστήματα μπορούν να τοποθετηθούν οπουδήποτε υπάρχουν απαιτήσεις για σωστή και ιδανική κατανομή της θέρμανσης, ακόμα και σε μέρη όπου εκ των πραγμάτων δεν υπάρχει χώρος ή περιθώριο για εγκατάσταση θερμαντικών σωμάτων.

Εκτός από τα σπίτια και τα διαμερίσματα, η συγκεκριμένη τεχνική βρίσκει εφαρμογή και σε επαγγελματικούς χώρους, σχολεία, εκκλησίες, νηπιαγωγεία, γυμναστήρια, επιστημονικά εργαστήρια, αναπαλαιωμένες κατοικίες κ.α. Εξάλλου, είναι μία από τις ελάχιστες μορφές θέρμανσης που μπορεί να εφαρμοστεί και σε ανοικτούς χώρους (π.χ. σε ημιυπαίθριους χώρους, πεζοδρόμια, γήπεδα κ.λπ.), καθώς και για προστασία από παγετό (βλ Εικόνα 16).



Εικόνα 16 Τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο με σκοπό την αποφυγή δημιουργίας πάγου.

### 3 Οι ηλιακοί συλλέκτες.

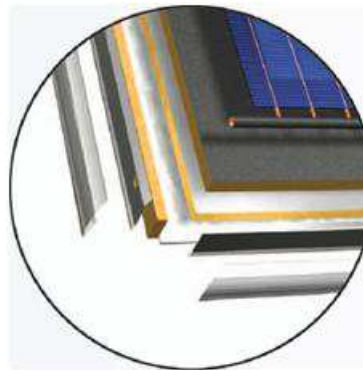
#### 3.1 Γενικά.

Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι «συσκευές» που μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε χρήσιμη θερμική. Έτσι, η ενέργεια μεταφέρεται από μία μακρινή ακτινοβολούσα πηγή (ήλιος) σε ένα ρευστό για την άμεση εκμετάλλευσή της.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτών, με πιο διαδεδομένους τους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες (βλ.Εικόνα 17 και Εικόνα 18 ).



Εικόνα 17 Τυπικό ηλιακό θερμικό



Εικόνα 18 Τομή ηλιακού συλλέκτη

Οι επίπεδοι συλλέκτες χρησιμοποιούνται ευρύτατα διότι δεν παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατασκευή τους και είναι σχετικά χαμηλού κόστους.

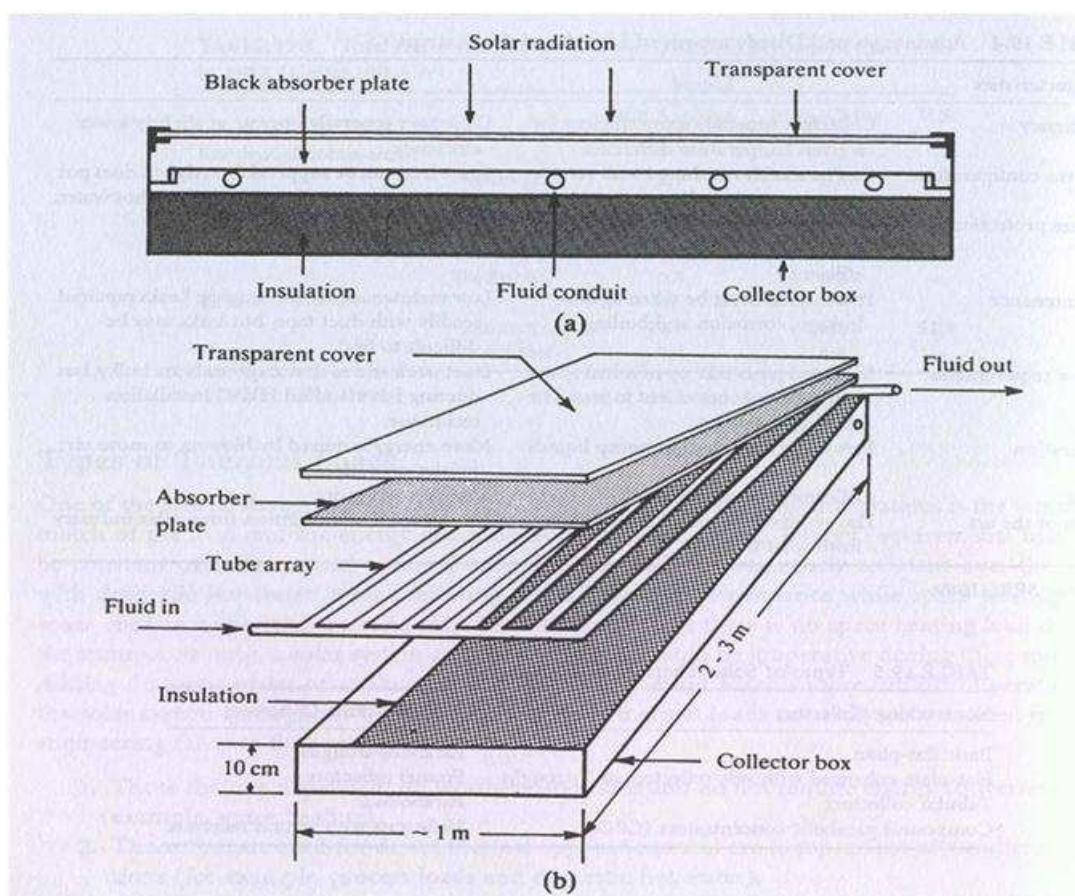
## 3.2 Επίπεδοι Ηλιακοί Συλλέκτες

### 3.2.1 Γενικά

Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται κυρίως για θέρμανση νερού χρήσεως σε μικρής αλλά και μεγάλης κλίμακας συστήματα.

### 3.2.2 Δομή συλλέκτη

Η γεωμετρία ενός τυπικού επίπεδου συλλέκτη για θέρμανση νερού παρουσιάζεται στο κάτωθι σχήμα (βλ.Εικόνα 19).



Εικόνα 19 Αναλυτική περιγραφή δόμησης ηλιακού συλλέκτη.



στο οποίο διακρίνουμε τα σημαντικότερα τμήματα του συλλέκτη, που είναι :

α) Η μαύρη «ματ» απορροφητική επιφάνεια (Black absorber plate), η οποία καλείται απορροφητής και μεταφέρει την απορροφηθείσα ηλιακή ενέργεια, που μετετράπη σε θερμότητα, στο ρευστό.

β) Το εμπρόσθιο γυάλινο ή πλαστικό κάλυμμα, πάχους 2 - 3 mm, που είναι διαφανές στην ηλιακή ακτινοβολία (Transparent cover) και απέχει 3 - 5 cm από τον απορροφητή.

γ) Οι σωλήνες (tube array) ή οι αεραγωγοί, συνήθως από χαλκό, οι οποίοι βρίσκονται στην άνω ή στην κάτω πλευρά της απορροφητικής επιφάνειας, σε θερμική επαφή μαζί της.

δ) Η οπίσθια και πλάγια μόνωση (Insulation) που ελαττώνει τις απώλειες θερμικής ενέργειας στο ελάχιστο.

ε) Το πλαστικό ή μεταλλικό περίβλημα (Collector Box), το οποίο ενοποιεί την κατασκευή και προστατεύει το συλλέκτη από τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

### 3.2.3 Βασικές Αρχές

Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο συλλέκτη απορροφάται από την απορροφητική πλάκα, μεταφέρεται μέσω κάποιου ρευστού που κυκλοφορεί μέσα στους σωλήνες και αποθηκεύεται σε μία δεξαμενή υπό μορφή αισθητής ή λανθάνουσας θερμότητας.

Η θερμότητα που μεταφέρεται στο ρευστό, είναι το ωφέλιμο ενεργειακό κέρδος, ενώ το υπόλοιπο ποσό ενέργειας χάνεται στο περιβάλλον με τις διαδικασίες της αγωγής, μεταφοράς και ακτινοβολίας, ως θερμικές απώλειες.

Η δέσμευση της ακτινοβολίας από τον απορροφητή έχει ως συνέπεια την αύξηση της θερμοκρασίας του και σύμφωνα με το νόμο των Stefan – Boltzmann, την εκπομπή (emission) ακτινοβολίας στο υπέρυθρο,  $Q_{rad} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot T^4$ .

Μόνο όμως ένα μικρό κλάσμα της εκπεμπόμενης από τη μαύρη επιφάνεια ακτινοβολίας διαφεύγει στο περιβάλλον, καθώς αυτή η μορφή ακτινοβολίας (μεγάλου μήκους κύματος) δε μπορεί να διαπεράσει το γυάλινο κάλυμμα του συλλέκτη λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου (μείωση απωλειών ακτινοβολίας).

Φαινόμενο του θερμοκηπίου ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο η διάβαση της ακτινοβολίας κατά τη μία φορά είναι υψηλή, ενώ κατά την αντίστροφη φορά ελαττώνεται κατά πολύ, επιτρέποντας τον εγκλωβισμό της ακτινοβολίας – θερμότητας στο σύστημα (εδώ ηλιακό συλλέκτη).

Επίσης, το ίδιο αυτό κάλυμμα στην εμπρόσθια επιφάνεια του απορροφητή παρέχει προστασία έναντι των καιρικών συνθηκών (αέρας, βροχή, χιόνι κ.τ.λ.), μειώνοντας έτσι τις απώλειες με μεταφορά.

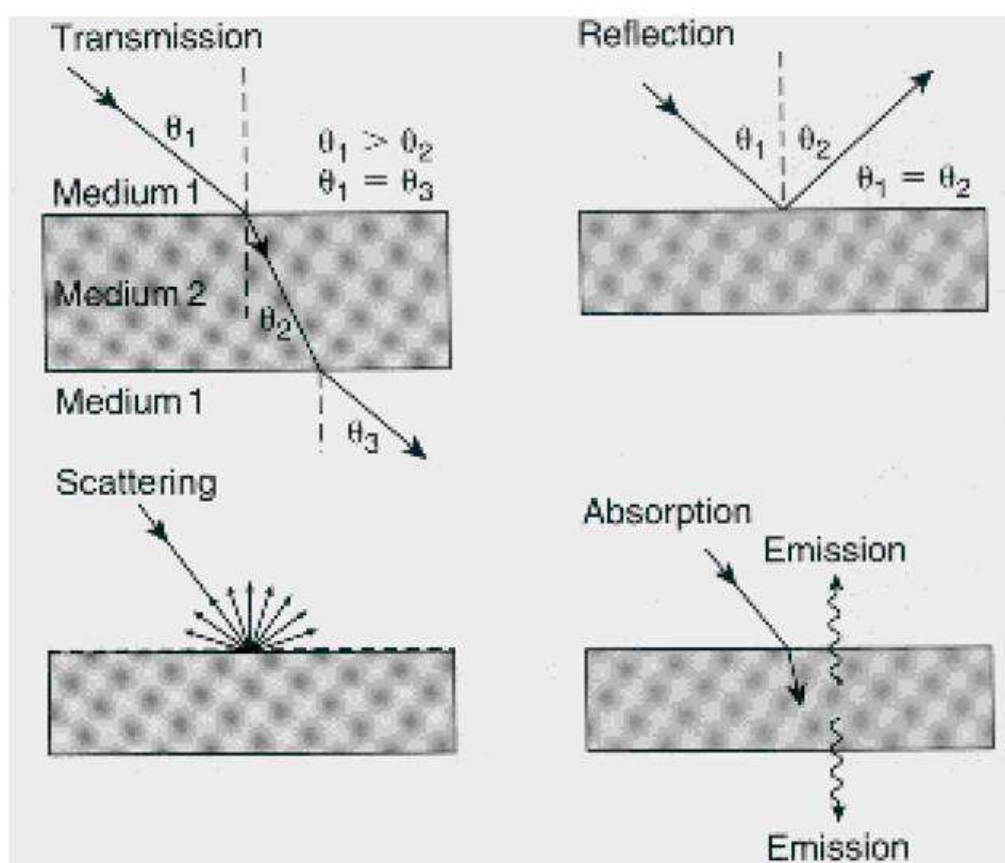
Τέλος, το μονωτικό υλικό στην οπίσθια και τις παράπλευρες επιφάνειες του απορροφητή μειώνει τις θερμικές απώλειες με αγωγή.

### 3.3 Οπτικές Απώλειες

#### 3.3.1 Γενικά

Η θερμική ενέργεια, που τελικά δεσμεύεται από τον απορροφητή, διαφέρει (είναι μικρότερη) από την ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει στη συλλεκτική επιφάνεια κατά ένα ποσό, το οποίο καλούμε οπτικές απώλειες.

Αυτές οι απώλειες ενέργειας οφείλονται σε ανάκλαση και απορρόφηση από το διαφανές κάλυμμα του συλλέκτη και σε ανάκλαση στον απορροφητή (βλ. Εικόνα 20).



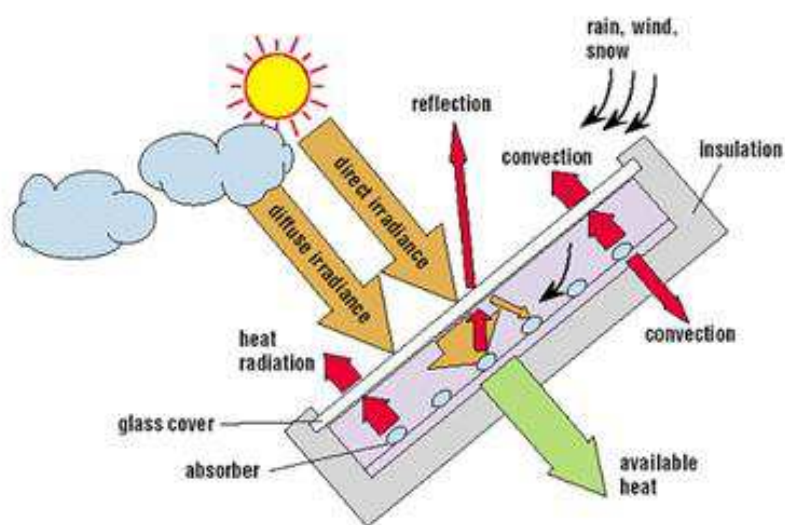
Εικόνα 20: Ανάκλαση και απορρόφηση του ηλιακού συλλέκτη.

Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια ενός επίπεδου συλλέκτη είναι το άθροισμα της άμεσης, έμμεσης και της ανακλώμενης από το έδαφος συνιστώσας της ακτινοβολίας.

Ωστόσο, ένα μέρος της ολικής ακτινοβολίας ανακλάται (reflection) στο διαφανές κάλυμμα του συλλέκτη και χάνεται στο περιβάλλον, ένα άλλο μέρος απορροφάται (absorption) από το κάλυμμα, ενώ το υπόλοιπο μέρος το διαπερνά (transmission) και προσπίπτει στη μαύρη απορροφητική επιφάνεια.

Μέρος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας επί του απορροφητή δεσμεύεται (absorption), ενώ το υπόλοιπο μέρος ανακλάται – διαχέεται (reflection - scattering) προς το διαφανές κάλυμμα.

Στη συνέχεια, μέρος της ανακλώμενης – διαχεόμενης ή και εκπεμπόμενης (emission) από τον απορροφητή ακτινοβολίας διαπερνά (transmission) το γυάλινο κάλυμμα και εξέρχεται στο περιβάλλον, ενώ το υπόλοιπο μέρος ανακλάται (reflection) στη μέσα επιφάνεια του γυάλινου καλύμματος και επιστρέφει πάλι στον απορροφητή, όπου απορροφάται (absorption), ανακλάται (reflection), διαχέεται (scattering) (βλ. Εικόνα 21).



Εικόνα 21: Αναπαράσταση ανάκλασης και απορρόφησης του συλλέκτη.

Κατ' αυτόν τον τρόπο, ένας επίπεδος ηλιακός συλλέκτης, όπως αυτός που είδαμε παραπάνω, έχει την ιδιότητα να αποτρέπει τη διαφυγή της ακτινοβολίας στο περιβάλλον και βρίσκεται λοιπόν σε θέση να απορροφά περισσότερη ενέργεια από μία απλή μαύρη επιφάνεια, η οποία εκτίθεται στον ήλιο.

### 3.4 Θερμικές απώλειες

Οι θερμικές απώλειες ενός συλλέκτη αποτελούν, ένα αρκετά πολύπλοκο πρόβλημα προς υπολογισμό.

Ο συλλέκτης χάνει θερμότητα από την οπίσθια επιφάνεια του, από τις πλευρικές του επιφάνειες και κυρίως από τη διαφανή εμπρόσθια γυάλινη επιφάνεια. Οι απώλειες από την οπίσθια πλευρά και τα πλευρικά τοιχώματα οφείλονται στην αγωγή της θερμότητας (μικρό ποσοστό λόγω μόνωσης) και στη συνέχεια, με συνδυασμό μεταφοράς και ακτινοβολίας, θερμότητα διαφεύγει προς το περιβάλλον.

Στην εμπρόσθια επιφάνεια του συλλέκτη, όπου βρίσκεται το γυάλινο κάλυμμα, οι απώλειες θερμότητας οφείλονται κυρίως στη μεταφορά θερμότητας και ακτινοβολίας κατά Stefan – Boltzmann.

Για παράδειγμα, η θερμική ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας είναι αρκετά δύσκολο να υπολογισθεί, γιατί εξαρτάται από τη θερμοκρασία του ουρανού, ενώ η θερμική αγωγή επίσης μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τη θερμοκρασία του συλλέκτη, την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου.

Οποσδήποτε οι θερμικές απώλειες (ισχύς) από το συλλέκτη είναι ανάλογες προς τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ συλλέκτη και περιβάλλοντος,  $(T_c - T_a)$ , επί ένα συντελεστή απωλειών  $U_L$  και συμβολίζονται με την ποσότητα:

$$U_L(T_c - T_a) = \frac{W}{m^2}$$

$$U_L(T_c - T_a) = \frac{W}{m^2}$$

$$UL(T_c - T_a) = \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$$

Ο συντελεστής θερμικών απωλειών εκφράζει τη θερμική ισχύ που διαφεύγει προς το περιβάλλον ανά θερμοκρασιακή διαφορά ( $^\circ C$ ) συλλέκτη – περιβάλλοντος και ανά μονάδα συλλεκτικής επιφάνειας  $A$  ( $m^2$ ).

Εξαρτάται δε, πρώτιστα, από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του συλλέκτη καθώς και από τη θερμοκρασιακή κατάσταση του συστήματος και του περιβάλλοντος χώρου.

### 3.5 Βαθμός Απόδοσης ηλιακού συλλέκτη

Η ικανότητα του συλλέκτη να συλλέγει ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται από το βαθμό αποδόσεώς του.

Ως εκ τούτου, η ποσότητα αυτή ορίζεται ως ο λόγος της πραγματικής ωφέλιμης ενέργειας προς την ολική ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει στην επιφάνεια του συλλέκτη.

$$\eta = \frac{\int Q dt}{A_c \cdot \int G_t dt}$$

και μπορεί να είναι ωριαία, μηνιαία ή ετήσια, ανάλογα με τη χρονική περίοδο ολοκλήρωσης.

Έτσι, η απόδοση του συλλέκτη για τη χρονική περίοδο μιας ώρας δίνεται από:

$$\eta = \frac{Q_u}{A_c \cdot I_t} = \frac{q_u}{I_t}$$

όπου:

$q_u$  = πραγματική ωφέλιμη ενέργεια

$I_t$  = προσπίπτουσα ενέργεια

Επιπρόσθετα, η πραγματική ωφέλιμη θερμική ισχύς  $Q_u$ , μπορεί να υπολογισθεί με βάση το νόμο της θερμιδομετρίας:

$$Q_u = m \cdot C \cdot (T_o - T_i)$$

και έτσι για το στιγμιαίο βαθμό απόδοσης έχουμε:

$$\eta = \frac{m \cdot c \cdot (T_o - T_i)}{A_c \cdot G_t}$$



## 4 ΜΕΛΕΤΕΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι μελέτες θερμομόνωσης, απωλειών, ενδοδαπέδιας θέρμανσης, υπολογισμός ηλιακού θερμικού και η ετήσια κατανάλωση πετρελαίου ώστε να συγκρίνουμε στο επόμενο κεφάλαιο της απαιτήσεις ενέργειας και την εξοικονόμηση ενέργειας.

### 4.1 Μελέτη θερμομόνωσης

Παρακάτω παρουσιάζεται συνοπτικά η μελέτη θερμομόνωσης για το συγκεκριμένο κτίριο ώστε να βρούμε του συντελεστές θερμοπερατότητας του km.

#### 4.1.1 Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών

Η μελέτη είναι σύμφωνη με τον κανονισμό θερμομόνωσης (ΦΕΚ 362/4.7.79), καθώς και τις οδηγίες υπουργείου δημοσίων έργων για την σύνταξη μελετών θερμομόνωσης (19/9/78 Α.Π. 26354/476).

α) Η αντίσταση θερμοδιαφυγής  $\frac{1}{\Lambda}$  ενός δομικού στοιχείου προκύπτει απ την έκφραση:

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}$$

Όπου  $d_1, d_2, \dots, d_n$  τα πάχη (σε m) των στρώσεων των υλικών και  $\lambda_1 \dots \lambda_n$  οι αντίστοιχοι συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας σε  $(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}} \text{ ή } \frac{\text{w}}{\text{m} \cdot \text{k}})$ .

β) Η αντίσταση θερμοπερατότητας  $\frac{1}{k}$  ορίζεται σαν άθροισμα των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης προς τον αέρα και της αντίστασης θερμοδιαφυγής:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_2}$$

όπου  $\alpha_1$  και  $\alpha_2$  από τον πίνακα 3 του κανονισμού.

Με βάση τον κανονισμό δεν επιτρέπεται εξωτερική τοιχοποιία με συντελεστή  $k$  πάνω από 0.6 και για τις οροφές πάνω από 0.4.

γ) Ορίζεται σαν μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $k_m$  του κτιρίου:

$$K_m = \frac{k_w \cdot F_w + k_f \cdot F_f + k_d \cdot F_d + k_g \cdot F_g + k_{dl} \cdot F_{dl}}{F}$$

Όπου  $k_w$ ,  $k_f$ ,  $k_d$ ,  $k_g$  και  $k_{dl}$  είναι οι συντελεστές θερμοπερατότητας που αντιστοιχούν στις επιφάνειες εξωτερικών τοιχωμάτων, παραθύρων, οροφών, δαπέδων και πιλοτής. Το άθροισμα τους συνιστά τη συνολική επιφάνεια  $F$ .

δ) Ο συντελεστής  $k_m$  δεν υπερβαίνει την τιμή που αντιστοιχεί στον πίνακα 6 του κανονισμού θερμομόνωσης για την γεωγραφική ζώνη (Α, Β ή Γ) του κτιρίου, και για την τιμή λόγου  $\frac{F}{V}$  (επιφάνεια προς όγκο)

ε) Ισχύουν οι ακόλουθη περιορισμοί:

$$k_m = \frac{k_w \cdot F_w}{F_w + F_f} + \frac{k_f \cdot F_f}{F_w + F_f} < 1.6 \frac{kcal}{m^2 \cdot Hc} \quad \text{για κάθε όροφο}$$

$$k_w = \frac{\sum k_i \cdot F_i}{F_w} < 0.6 \frac{kcal}{m^2 \cdot Hc} \quad \text{για κάθε προσανατολισμό}$$

στ) Οι τοίχοι διαχωρισμού, καθώς επίσης και τα δάπεδα, ανάλογα με τη ζώνη Α, Β ή Γ έχουν  $k$  μικρότερο από 2.6, 1.6 και 0.6 αντίστοιχα.

<u>Στοιχεία κτιρίου</u>	
Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων	$F_w = 175.47 \text{ m}^2$
Επιφάνεια ανοιγμάτων	$F_f = 13.23 \text{ m}^2$
Επιφάνεια οροφής	$F_d = 34.84 \text{ m}^2$
Επιφάνεια δαπέδου	$F_g = 34.84 \text{ m}^2$
Ολική εξωτερική επιφάνεια οικοδομής $F = F_w + F_f + F_d + F_g + F_{dl} + F_{ab}$	$F = 258.38 \text{ m}^2$
Όγκος οικοδομής	$V = 264.78 \text{ m}^3$
Λόγος	$\frac{F}{V} = 0.98 \text{ m}^{-1}$

Σύμφωνα με τον κανονισμό μελέτης θερμομόνωσης (βλ. παράρτημα 1) παρακάτω παρουσιάζονται οι συντελεστές (βλ. Πίνακας 1) κ για τα δομικά υλικά της οικοδομής.

<u>Συντελεστής θερμοπερατότητας K για τα δομικά στοιχεία της οικοδομής</u>	
Εξωτερική τοιχοποιία	$0.528 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$
Δοκοί υποστυλώματα	$0.503 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$
Στέγη μπετόν – κεραμίδια	$0.372 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$
Δάπεδο μαρμάρινο σε φυσικό έδαφος	$2.094 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$

Πίνακας 1

$$K_{\text{τορ}}(\text{οριο για καθε οροφο}) = \frac{\Sigma(K_w \cdot F_w) + \Sigma(K_f \cdot F_f)}{\Sigma(F_w + F_f)} < 1.6 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$$

<u>Συντελεστής θερμοπερατότητας Km για τοίχους και ανοίγματα</u>		
<u>Ισόγειο</u>		
	ΣF = 75.12	ΣKF = 55.112
$K_m = \frac{\Sigma KF}{\Sigma F} =$	<b>0.734</b> $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$	< 1.6 $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$

Πίνακας 2

<u>Συντελεστής θερμοπερατότητας Km για τοίχους και ανοίγματα</u>		
<u>Α όροφος</u>		
	ΣF = 113.5	ΣKF = 77.577
$K_m = \frac{\Sigma KF}{\Sigma F} =$	<b>0.683</b> $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$	< 1.6 $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$

Πίνακας 3

<u>Ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας Km για τοίχους και ανοίγματα</u>		
	ΣF = 258.38	ΣKF = 218.599
$K_m = \frac{\Sigma KF}{\Sigma F} =$	<b>0.846</b> $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$	< 0.922 $\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$

Πίνακας 4

Η μεγίστη επιτρεπτή τιμή του Km σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομόνωσης είναι  $K_m = 0.922 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$ . Όπως βλέπουμε στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 4) σύμφωνα με την μελέτη μας το Km είναι ίσο με  $K_m = 0.846 \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{hc}}$ .

## 4.2 Μελέτη Θερμικών απωλειών

Παρακάτω θα πραγματοποιήσουμε συνοπτική μελέτη θερμικών απωλειών σύμφωνα με τον κανονισμό απωλειών και το DIN 4701. Η μελέτη πραγματοποιείται με το πρόγραμμα Adapt όπου υπάρχει αναλυτικός υπολογισμός στο παράρτημα.

### 4.2.1 Παραδοχές

- I. Απώλειες θερμοπερατότητας  $Q_o$ , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοίχοι, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ). Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_o = kx \cdot fx(ti - ta) = \frac{F(ti - ta)}{\frac{1}{k}}$$

όπου:

$Q_o$ : Απώλειες θερμότητας

$F$ : Επιφάνεια του δομικού τμήματος σε  $m^2$

$k$ : Συντελεστής θερμοπερατότητας σε  $\frac{w}{m^2 \cdot k}$  ή  $\frac{Kcal}{m^2 \cdot k}$

$1/k$ : Αντίσταση θερμοπερατότητας σε  $\frac{m^2 \cdot k}{w}$

$t_i$ : Θερμοκρασία χώρου σε  $^{\circ}C$

II. Απώλειες λόγω προσαυξήσεων. Οι προσαυξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

a) προσαύξηση ZH την επίδραση του προσανατολισμού.

$$ZH=-5 \text{ για } N, N\Delta, NA$$

$$ZH=+5 \text{ για } B, B\Delta, BA$$

$$ZH=0 \text{ για } \Delta \text{ και } A$$

b) προσαύξηση  $ZU+ZA=ZD$  διακοπής λειτουργίας και ψυχρών εξωτερικών τοίχων. Η προσαύξηση ZD προσδιορίζεται με βάση το  $D= Q_0/(F_{ges} \times \Delta t)$ , όπου  $F_{ges}$  η συνολική επιφάνεια που περιβάλλει τον χώρο, και τις ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης.

III. Απώλειες αερισμού χώρου  $Q_L$ .

Οι απώλειες αερισμού  $Q_L$  υπολογίζονται από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

$$Q_L = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_a) \text{ watt}$$

όπου:

V: Όγκος εισερχομένου αέρα σε  $m^3/s$

c: Ειδική θερμότητα του αέρα σε  $kJ/g \cdot K$

$\rho$ : Πυκνότητα του αέρα σε  $kg/m^3$

από την σχέση υπολογισμού απωλειών λόγω χαραμάδων (στην περίπτωση που δεν υπάρχει εξαερισμός):

$$Ql = \Sigma \cdot Q \cdot Ai$$

$$QAi = a \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Zr$$

α: Συντελεστής διείσδυσης αέρα

Σl: Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)

R: Συντελεστής διεισδυτικότητας (στο DIN 4701/83 ορίζεται ο συντελεστής r).

H: Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής H προσαυξάνεται αυτόματα για ύψος πάνω από 10 m σύμφωνα με τον συντελεστή  $\epsilon_{GA}$ ).

Δt: Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς °C)

Zr: Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της κανονικής 1)

Πόλη	Ηράκλειο
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	18
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	13
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	14

Πίνακας 5 Περιβαλλοντολογικά δεδομένα.

#### 4.2.2 Συνολικές απώλειες κτιρίου δυσμενέστερων συνθηκών.

Επίπεδο: 1	
Ισόγειο	1268 Kcal/h
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	1268 Kcal/h

Επίπεδο: 2	
Δωμάτιο βορεινό	591 Kcal/h
Μπάνιο	411 Kcal/h
Νότιο υπνοδωμάτιο	509 Kcal/h
Σκάλα	793 Kcal/h
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	2305 Kcal/h

<b><u>Συνολικές Απώλειες Κτιρίου:</u></b> <b>3573 Kcal/h ή 4.15Kw</b>
---



#### 4.2.3 Συνολικές απώλειες ανά μηνά σύμφωνα με την μέση εξωτερική θερμοκρασία

Μήνας	Απώλειες (Kcal/h)
Νοέμβριος	1716
Δεκέμβριος	2912
Ιανουάριος	3573
Φεβρουάριος	3532
Μάρτιος	2995
Απρίλιος	1757

Πίνακας 6 Απώλειες ανά ώρα για κάθε μήνα

### 4.3 Μελέτη ενδοδαπέδιας θέρμανσης

#### 4.3.1 Παραδοχές υπολογισμών.

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία DIN 4701 και τις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 ΤΟΤΕΕ.

Ακολουθείται η μέθοδος της μη σταθερής και ίδιας για όλα τα κυκλώματα Θερμοκρασιακής πτώσης του νερού, η οποία είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα. Η εξισορρόπηση των τριβών στα κυκλώματα επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ρυθμιστικών βαλβίδων. Οι υπολογισμοί στα κυκλώματα γίνονται αναλυτικά με την βοήθεια των σχέσεων:

a) Πυκνότητα θερμοροής προς τα πάνω ( $\frac{w}{m^2}$ )

$$Qfb = \frac{Qn}{Afb}$$

Όπου:

Qh: Θερμικό φορτίο χωρίς απώλειες δαπέδου (W)

Afb: Επιφάνεια δαπέδου (m<sup>2</sup>)

**b) Μέση θερμοκρασία επιφανείας δαπέδου (°C)**

$$T_{fb} = \frac{Q_{fb}}{a_{ges}} + t_l$$

Όπου:

qfb: Πυκνότητα θερμοροής προς τα πάνω (W/m<sup>2</sup>)

ages: Συντελεστής μετάβασης θερμότητας για θερμάνσεις επιφανειών (W /m<sup>2</sup> K)

tl: Θερμοκρασία χώρου (°C)

**c) Απόσταση σωλήνων (m)**

$$Ra = da + \left(\frac{2}{m} \cdot \operatorname{arcosh} \cdot z\right)$$

Όπου:

da: Διάμετρος σωλήνα (m)

m: Παροχή νερού  $\frac{m^3}{h}$

**d) Μήκος του σωλήνα στο κύκλωμα (m)**

$$I = \frac{100}{RA} \cdot Afb$$

Όπου:

Ra: Απόσταση σωλήνων (m)

Afb: Επιφάνεια δαπέδου (m<sup>2</sup>)

Θερμοκρασία Νερού Προσαγωγής (°C)	45
Τύπος Σωλήνων Κεντρικής Στήλης	Πλαστικός
Τραχύτητα Σωλήνων Κεντρικής Στήλης (μm)	6
Τύπος Σωλήνων Κύκλωμάτων	Πλαστικός
Τραχύτητα Σωλήνων Κυκλωμάτων (μm)	6
Απόσταση Σωλήνων στα Κυκλώματα RA (cm)	15
Σζ Εξαρτημάτων Κεντρικών Σωλήνων	1.5
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου	2

Πίνακας 7 Δεδομένα Κυκλωμάτων Θέρμανσης

Αριθ. Κυκλ.	Μήκ.Σωλ. στο Κύκλ. m	Μήκ.Σωλ. Πρ.&Επιστ. στο Κύκλ. (m)	Μήκ. Σωλ. m	Φορτ. Κυκλ. (Mcal/h)	Πτώση Θερμ. °C	Παρ. Νερού m <sup>3</sup> /h
1.1	116.0	10	116.0	0.702	52.58	0.013
1.2	86.67	1	86.67	0.702	45.33	0.015

Πίνακας 8 Υπολογισμός κυκλωμάτων ισογείου

2.1	55.73	11	55.73	0.654	31.89	0.021
2.2	40.80	10	40.80	0.455	5.458	0.048
2.3	69.20	6	69.20	0.563	23.80	0.024
2.4	69.07	1	69.07	0.878	28.45	0.031

Πίνακας 9 Υπολογισμός κυκλωμάτων Α ορόφου.

#### 4.3.2 Παροχή νερού ανά ώρα για κάθε μήνα ξεχωριστά.

Για τις ανάγκες της ακριβής εξοικονόμησης υπολογίσαμε την παροχή νερού ανά ώρα για κάθε μήνα ξεχωριστά.

Μήνας	Νοέμβριος	Δεκέμβριος	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος
Παροχή νερού lt/h	99	111	152	143	115	105

#### 4.3.3 Ετήσια κατανάλωση πετρελαίου.

Συμφώνα με τα παραπάνω στοιχεία του Πίνακας 6 θα υπολογίσουμε το ετήσιο κόστος λειτουργίας της θέρμανσης μας.

Γνωρίζοντας ότι 1 lt πετρελαίου θέρμανσης έχει θερμογόνο δύναμη περίπου [11.9 kWh], και ο λέβητας μας βαθμό απόδοσης 95%(νέας τεχνολογίας με καύση που πλησιάζει την ιδανική – μπλε φλόγα) όποτε:

#### 4.3.4 Πραγματική θερμογόνος δύναμη πετρελαίο ανά λίτρο

$$\Pi_{\text{πραγμ}}\theta\Delta = \theta_{\text{εωρ}}\theta\Delta * \text{BA} = 11.9\text{kwh} * 95\% = [11.3\text{kwh/lt}]$$

#### 4.3.5 Κάλυψη αναγκών ενδοδαπέδιας ανά μήνα σε λίτρα με λειτουργία 8 ωρών

$$\Lambda_{\text{μηνα}} = \frac{Q_{\text{ολ}}}{\Pi_{\text{πραγμ}}\theta\Delta} \cdot 8h \cdot 30\text{days}$$

Όπου:

Q<sub>ολ</sub>: απώλειες ανά μήνα

Πραγματική Θερμογόνος Δύναμη πετρελαίου:  $\frac{11.3\text{kwh}}{\text{lt}}$

Μήνας	Απώλειες (Kcal/h)	Απώλειες (Kw)
Νοέμβριος	1716	1.99
Δεκέμβριος	2912	3.38
Ιανουάριος	3573	4.15
Φεβρουάριος	3532	4.1
Μάρτιος	2995	3.48
Απρίλιος	1757	2.04

Πίνακας 10 Απωλειών ενδοδαπέδιας θέρμανσης ανά μήνα σε kcal/h και kw

Σύμφωνα με τα παραπάνω έχουμε:

Μήνας	Λίτρα πετρελαίου ανά μήνα
Νοέμβριος	42
Δεκέμβριος	78
Ιανουάριος	88
Φεβρουάριος	81
Μάρτιος	74
Απρίλιος	43

Πίνακας 11 Απωλειών ενδοδαπέδιας θέρμανσης σε λίτρα ανά μήνα

#### 4.3.6 Ετήσιο κόστος πετρελαίου ενδοδαπέδιας θέρμανσης

Σύμφωνα με τα παραπάνω έχουμε:

Μήνας	Λίτρα πετρελαίου ανά μήνα
Νοέμβριος	42
Δεκέμβριος	78
Ιανουάριος	88
Φεβρουάριος	81
Μάρτιος	74
Απρίλιος	43
Σύνολο	406

$$K_{\text{ετους}} = 406 \text{ lt} * 1,3\text{€} / \text{lt} = [530 \text{ €} / \text{χρόνο}]$$

#### 4.3.7 Ετήσια ζήτηση αναγκών ενδοδαπέδιας θέρμανσης σε kwh

$$Q_{\epsilon} = \text{lt} / \gamma * \Pi_{\text{πραγμ}} \Theta \Delta = 406 \text{lt} * 11.3 \text{Kwh} / \text{lt} = 4589 \text{kwh}$$

## 4.4 Μελέτη συμβατικής θέρμανσης

Για τις ανάγκες της οικονομικής σύγκρισης θα κάνουμε σύντομη μελέτη συμβατικής θέρμανσης.

Πόλη	Ηράκλειο
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	13
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	14

Πίνακας 12 Περιβαλλοντολογικά δεδομένα.

### 4.4.1 Συνολικές απώλειες κτιρίου δυσμενέστερων συνθηκών

Επίπεδο: 1		Καλοριφέρ που επιλεγούμε από κατάλογο γνωστής εταιρίας
Ισόγειο	1728 Kcal/h	33/900/500 1745 Kcal/h
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	1728 Kcal/h	1745 Kcal/h

Επίπεδο: 2		Καλοριφέρ που επιλεγούμε από κατάλογο γνωστής εταιρίας
Δωμάτιο βορεινό	736 Kcal/h	22/600/500 911 Kcal/h
Μπάνιο	477 Kcal/h	11/500/400 498 Kcal/h
Νότιο υπνοδωμάτιο	580 Kcal/h	11/600/400 598 Kcal/h
Σκάλα	1001 Kcal/h	22/600/600 1093 Kcal/h
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	2794Kcal/h	4128 Kcal/h
<b><u>Διορθωμένες Συνολ. Απώλειες Κτιρίου:</u></b>		
<b>4845_Kcal/h ή 5.53 Kw</b>		



#### 4.4.2 Συνολικές απώλειες ανά μηνά σύμφωνα με την μέση εξωτερική θερμοκρασία

Μήνας	Απώλειες (Kcal/h)
Νοέμβριος	2666
Δεκέμβριος	3862
Ιανουάριος	4522
Φεβρουάριος	4481
Μάρτιος	3945
Απρίλιος	2707

Πίνακας 13 Απωλειών συμβατικής θέρμανσης ανά μήνα

#### 4.4.3 Κάλυψη αναγκών σε πετρέλαιο συμβατικής θέρμανσης σε λίτρα με λειτουργία 8 ωρών

$$\Lambda_{\text{μηνά}} = \frac{Q_{\text{ολ}}}{\text{Πραγμ}\theta\Delta t} \cdot 8h \cdot 30\text{days}$$

Όπου:

$Q_{\text{ολ}}$ : απώλειες ανά μήνα

Πραγματική Θερμογόνος Δύναμη πετρελαίου:  $\frac{11.3\text{kwh}}{\text{lt}}$

Μήνας	Απώλειες (Kcal/h)	Απώλειες (Kw)
Νοέμβριος	2666	3.1
Δεκέμβριος	3862	4.49

Ιανουάριος	4522	5.26
Φεβρουάριος	4481	5.21
Μάρτιος	3945	4.6
Απρίλιος	2707	3.14

Πίνακας 14 Απωλειών συμβατικής θέρμανσης ανά ώρα σε kcal/h και kw για κάθε μήνα

Σύμφωνα με τα παραπάνω έχουμε:

Μήνας	Λίτρα πετρελαίου ανά μήνα
Νοέμβριος	66
Δεκέμβριος	95
Ιανουάριος	112
Φεβρουάριος	103
Μάρτιος	98
Απρίλιος	67
Σύνολο	541

Πίνακας 15 Κατανάλωση πετρελαίου σε λίτρα αν μήνα

#### 4.4.4 Ετήσιο κόστος πετρελαίου συμβατικής θέρμανσης

$$K_{\text{ετους}} = 541 \text{ lt} * 1,3\text{€} / \text{lt} = [704 \text{ €}]$$

## 4.5 Μελέτη ηλιακού θερμικού

Παρακάτω γίνεται περιγραφή του τύπου ηλιακού θερμικού που θα επιλέξουμε σύμφωνα με την ευρωπαϊκή πιστοποίηση Sollar Keymark καθώς και τον τρόπο που θα διαστασιολογίσουμε το μέγεθος του ηλιακού θερμικού που θα χρησιμοποιήσουμε για τις ανάγκες τις ενδοδαπέδιας .

### 4.5.1 Ευρωπαϊκή πιστοποίηση Sollar Keymark

Το σχήμα πιστοποίησης Solar Keymark αναπτύχθηκε με την υποστήριξη δύο Ευρωπαϊκών προγραμμάτων (EU.Altener και EU.IEE) και είναι το πρώτο αναγνωρισμένο παν-Ευρωπαϊκό σήμα ποιότητας για τα θερμικά ηλιακά προϊόντα. Είναι ένα εθελοντικό σχήμα πιστοποίησης το οποίο αναπτύχθηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Προτύπων και αποτελεί το καθολικά αποδεκτό «διαβατήριο» για εθνικά χρηματοδοτικά σχήματα και επιδοτήσεις επίσης χρησιμοποιείται από κοινού με τα εθνικά σχήματα πιστοποιήσεων.

### 4.5.2 Διαστασιολόγηση ηλιακού θερμικού.

Για τις ανάγκες τις θέρμανσης μας και σύμφωνα με τον μέγιστο όγκο νερού ( $\frac{m^3}{h}$ ) που διοχετεύεται στα κυκλώματα μας έχουμε ζητούμενη παροχή ανά ώρα:

$$q = 0.152 \left( \frac{m^3}{h} \right) \text{ ή } 152 \frac{lit}{h}$$

**Εμείς θα λειτουργήσουμε όμως το σύστημα μας για 8 ώρες όποτε έχουμε:**

$$q_{8ωρών} = 1216 \frac{lit}{h}$$

Επειδή όμως το κόστος θα ήταν τεράστιο να ζεστάνουμε  $1216 \frac{lit}{h}$  μόνο απ τον ήλιο επιλεγούμε το μεγαλύτερο σε χωρητικότητα νερού, ηλιακό θερμικό που κυκλοφορεί στην αγορά ώστε να πραγματοποιήσουμε ενεργειακή και οικονομική μελέτη να δούμε αν μας συμφέρει.

Αυτός ο ηλιακός θερμοσίφωνας έχει χωρητικότητα νερού 300lit και ζεσταίνετε με δυο συλλέκτες επιλεκτικούς επιφάνειας  $4.6 \text{ m}^2$  , επειδή όμως η παράγωγή θερμού νερού θα είναι λίγη θα προσθέσουμε άλλους τρεις συλλέκτες συνολικής επιφάνειας  $6.9 \text{ m}^2$ . Δηλαδή θα έχουμε θερμαινόμενη επιφάνεια  $11.5 \text{ m}^2$ .

Επίσης οι συλλέκτες έχουν συμφώνα με τα στοιχεία του Sollarkeymark και του κατασκευαστή, συντελεστή μεταφοράς θερμότητας  $h = 3.42 \frac{W}{\text{m}^2 \cdot K}$  και συντελεστή αντανάκλασης 5%.

EPI 54													
Name of system konfiguration / G / F											EGLK 300/4.60		
Collector type		No. collectors		Storage type									
G	EPI 16	G	2	G	300L								
F		F		F									
Calculated annual results / G / F													
Location	Daily draw-off litres/day / G / F /												
	250	300	400	250	300	400	250	300	400	250	300	400	
G	I/d	I/d	I/d	I/d	I/d	I/d	I/d	I/d	I/d	I/d	I/d	I/d	
F	Q <sub>d</sub> kWh/y			Q <sub>L</sub> kWh/y			f <sub>sol</sub> %			Q <sub>par</sub> kWh/y			
[Redacted]													
[Redacted]													
[Redacted]													
Athens, GR	2.891	3.469	4.625	2.339	2.646	2.952	80,9	76,3	63,8				
Perf. indicators	Q <sub>d</sub>	Heat demand / G / F											
	Q <sub>L</sub>	System output / G / F											
	f <sub>sol</sub>	QL/Q <sub>d</sub> ; solar fraction / G / F											
	Q <sub>par</sub>	Elec. for pumps/controllers / G / F											

Πίνακας 16 Πιστοποίηση Sollar fraction για το ηλιακό θερμικό που έχουμε επιλέξει (EGLK300/4.60).

Στον παραπάνω πίνακα παρουσιάζονται όλα τα στοιχεία του ηλιακού θερμικού όπου επιλέξαμε συμφώνα με την ευρωπαϊκή πιστοποίηση Solar Keymark.

Όπως παρατηρούμε στο γεωγραφικό πλάτος και μήκος της Αθήνας, το ηλιακό θερμικό που επιλέξαμε έχει βαθμό απόδοσης(solar fraction Πίνακας 16 Πιστοποίηση Sollar fraction για το ηλιακό θερμικό που έχουμε επιλέξει (EGLK300/4.60).) = 0,638.

Όμως δεν είναι αντιπροσωπευτικός στην περίπτωση μας γιατί εμείς θέλουμε μόνο για τον χειμώνα και όχι όλο τον χρόνο που περιγράφει ο πίνακας μας. Παρακάτω λοιπόν θα υπολογίσουμε αναλυτικά την πραγματική απόδοση του ηλιακού μας θερμικού.

#### 4.5.3 Πραγματική απόδοση ηλιακού θερμικού.

Συμφώνα με το Κ.Α.Π.Ε η μέση τιμή ηλιακής ακτινοβολίας για το Ηράκλειο τους χειμερινούς μήνες παρουσιάζονται στον παρακάτω (Πίνακας 17).

Μήνας	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κλίσης 30°  [G]  kWh/m <sup>2</sup>
Νοέμβριος	3.23
Δεκέμβριος	2.5
Ιανουάριος	2.3
Φεβρουάριος	3.14
Μάρτιος	4.36
Απρίλιος	5.3

Πίνακας 17 Μέση τιμή ηλιακής ακτινοβολίας για τους χειμερινούς μήνες στο Ηράκλειο Κρήτης

Το ενεργειακό ισοζύγιο για τον συλλέκτη μας είναι:

$$Q_{\text{ηλίου}} = Q_{\text{συλλέκτη}} + Q_{\text{αντανάκλασης}} + Q_{\text{ακτινοβολίας}} + Q_{\text{συναγωγής}}$$

$$Q_{\text{ηλίου}} = G \cdot A$$

Όπου:

$$A = 11.5\text{m}^2$$

$G$  = Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κλίσης 30°

$$Q_{\text{αντανάκλαση}} = 5\% \cdot Q_{\text{ηλίου}}$$

$$Q_{\text{συναγωγής}} = hA\Delta T$$

Όπου:

$$h = 3.42 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

$$A = 23m^2$$

$$\Delta T = 38K$$

$$Q_{\text{ακτινοβολίας}} = \sigma AT^4$$

$$\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8}$$

$$A = 11.5m^2$$

$$T^4 = (273 + 50K)^4$$

$$Q_{\text{συλλέκτη}} = Q_{\text{ήλιου}} - (Q_{\text{αντανάκλασης}} + Q_{\text{ακτινοβολίας}} + Q_{\text{συναγωγής}})$$

	G kWh/m <sup>2</sup> /d	Q <sub>ήλιου</sub> kWh	Q <sub>αντανάκλασης</sub> kWh	Q <sub>συναγωγής</sub> kWh	Q <sub>ακτινοβολίας</sub> kWh	Q <sub>συλλέκτη</sub> kWh
Νοέμβριος	3.23	37.1	1.85	2.98	4.42	27.8
Δεκέμβριος	2.5	28.7	1.43	2.98	4.42	19.8
Ιανουάριος	2.3	26.4	1.05	2.98	4.42	17.9
Φεβρουάριος	3.14	36.1	1.80	2.98	4.42	26.9
Μάρτιος	4.36	50.1	2.5	2.98	4.42	40.2
Απρίλιος	5.3	61	3.05	2.98	4.42	50.6

#### 4.5.4 Υπολογισμός παροχής.

Συμφώνα με το τύπο της θερμιδομετρίας θα υπολογίσουμε πόσο νερό μπορούμε να θερμάνουμε καθώς το σύστημα μας κάνει αναθέρμανση και όχι εκκίνηση.

$$Q = m \cdot C_p \cdot DT$$

Όπου:

Q: ενέργεια από τον ήλιο (βλέπε

$$C_p = 4.18 \frac{kJ}{kgC}$$

Dt =30°C γιατί D<sub>in</sub>= 20°C και D<sub>out</sub>=50°C

Λύνουμε ως προς m:

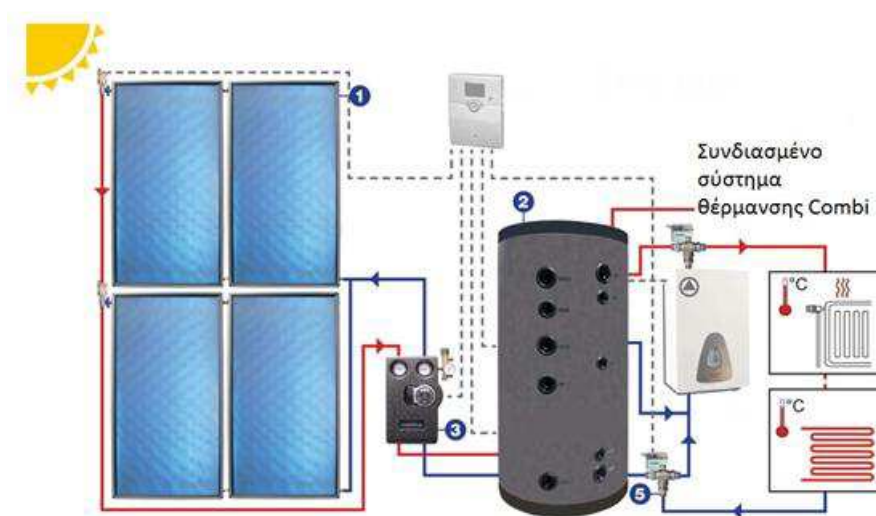
	M <sub>συλλέκτων</sub> $\frac{lt}{d}$
Νοέμβριος	221
Δεκέμβριος	157
Ιανουάριος	142
Φεβρουάριος	214
Μάρτιος	320
Απρίλιος	403

## 5 Εξοικονόμηση ενέργειας

### 5.1 Πρόλογος

Στο παρακάτω κεφάλαιο περιγράφεται η σύνθετη λειτουργία της δάπεδοθέρμανσης με λέβητα πετρελαίου και σύστημα ηλιακών συλλεκτών με boiler με απώτερο σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και την μείωση εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα για ένα καλύτερο περιβάλλον.

### 5.2 Σύστημα Combi - Συνδυασμός συμβατικής ενέργειας με Α.Π.Ε.



Εικόνα 22 Σύστημα Combi

Όπως προαναφέραμε στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο οι προνομακές κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας και η αυξημένη ηλιοφάνεια μας επιτρέπουν να βασιστούμε στην ενέργεια του ήλιου όχι μόνο για το ζεστό νερό χρήσης (όπως γίνεται συνήθως) αλλά και για τη συνολική λειτουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος ενδοδαπέδιας θέρμανσης.



Εδώ λοιπόν παρεμβάλλεται ενεργεία από Α.Π.Ε. στο σύστημα μας μέσω ενός ηλιακού θερμικού μας ώστε να μειώσουμε το κόστος λειτουργίας, την εκπομπή αιθάλης αλλά και το ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπουμε στην ατμόσφαιρα.

Αυτή η χρήση ποικιλίας εναργείων ονομάζεται σύστημα “Combi” από το αγγλικό “Combine” που σημαίνει συνδυάζω.

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα υποβοήθησης θέρμανσης χώρων (Combi solar systems) είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα εδώ και 10 τουλάχιστον χρόνια σε αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Αυστρία, η Γερμανία, η Ιταλία, η Γαλλία κ.α.

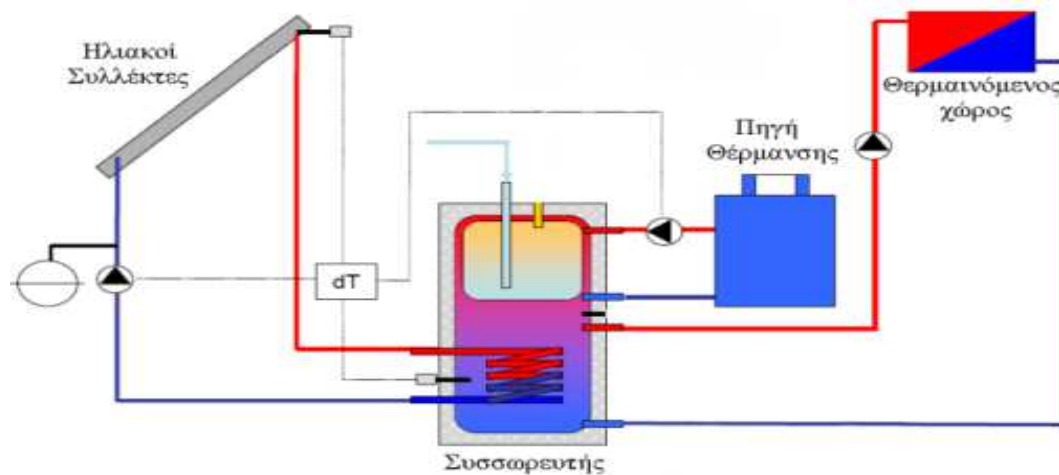
Γενικά τα συστήματα αυτά αποτελούνται από το κύκλωμα των ηλιακών συλλεκτών (παραγωγή ενέργειας), το θερμοδοχείο αδρανείας (αποθήκευση ενέργειας), ένα σύστημα παραγωγής κύριας ενέργειας (ηλεκτρικός λέβητας, λέβητας πετρελαίου –αερίου- βιομάζας, αντλία θερμότητας), ένα σύστημα θέρμανσης (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια, fancoils) και ένα σύστημα ελέγχου.

### 5.2.1 Αρχή λειτουργίας

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

Η λειτουργία του συστήματος γίνεται με νερό μέγιστης θερμοκρασίας 50οC, ενώ οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται είναι ειδικών προδιαγραφών. Συνήθως κατασκευάζονται από δικτυωμένο πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας οι οποίοι είναι πολύ ανθεκτικοί σε βάθος χρόνου. Τα ενδοδαπέδια συστήματα θέρμανσης αποτελούν μια συμφέρουσα δαπάνη αγοράς και λειτουργίας, η οποία ναι μεν κοστίζει πιο ακριβά σε σχέση με μια συμβατική θέρμανση, αλλά η απόσβεση του κόστους επιτυγχάνεται σχετικά γρήγορα λόγω της χαμηλής κατανάλωσης.





Εικόνα 24 Τυπικό διάγραμμα με την ροή του νερού

Στην Εικόνα 24 παρατηρούμε την ροή του νερού από το ηλιακό μας προς το Boiler, από το λέβητα προς το boiler και απ την ενδοδαπέδια προς το boiler. Γενικότερα το Boiler λειτουργεί σαν αποθήκη του θερμού νερού ώστε να χρησιμοποιηθεί όταν απαιτείτε.

Επίσης το σύστημα μας είναι κλειστού κυκλώματος που σημαίνει ότι δεν έχει σημαντικές απώλειες νερού και ο λόγος που δεν το χρησιμοποιούμε για ζεστό νερό χρήσης είναι γιατί θα χρειαζόμασταν τεραστία συλλεκτική επιφάνεια για να καλύψουμε την ζήτηση.

### 5.3 Απολαβές ηλιακής ενέργειας

Σε αυτό το κεφάλαιο θα μετατρέψουμε την ισχύ του ηλιακού μας θερμικού σε ποσοστό εξοικονόμησης ώστε να δούμε ποια είναι τα πραγματικά μας οφέλη μιας τέτοιας εγκατάστασης.

Όποτε σύμφωνα με το κεφάλαιο 4.5.4 η ροή θερμού νερού απ τα ηλιακά ανά ημέρα είναι η εξής:

	$M_{\text{προσδιδόμενο συλλέκτων}}$ $\frac{lt}{d}$	$M_{\text{απαιτούμενο θέρμανσης}}$ $\frac{lt}{d}$	Ποσοστό εξοικονόμησης ανά ημέρα %
Νοέμβριος	221	792	27.9
Δεκέμβριος	157	888	17.6
Ιανουάριος	142	1216	11.6
Φεβρουάριος	214	1144	18.7
Μάρτιος	320	920	34.7
Απρίλιος	403	840	47.9

Ποσοστό ενέργειας που εξοικονομούμε :

$$n = \frac{\text{προσδιδόμενη ροή συλλεκτών}}{\text{απαιτούμενη ροή θέρμανσης}}$$

Δηλαδή με πέντε συλλέκτες επιφάνειας  $11.5m^2$  έχουμε κερδίσει **26.4%** της απαιτούμενης ενέργειας.

### 5.3.1 Νέο λειτουργικό κόστος ανά έτος μετά την εγκατάσταση του ηλιακού θερμικού στο σύστημα μας.

Σε προηγούμενο κεφάλαιο είδαμε ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις της ενδοδαπέδιας θέρμανσης ανέρχονται σε 9063 Kwh, όμως μετά την εγκατάσταση του ηλιακού μας έχουμε εξοικονόμηση 26.4% σε απαιτούμενη ενέργεια.

Δηλαδή έχουμε νέο Qολ:

$$\Rightarrow Q_{v,ολ} = Q_{ολ} - Q_s = 4589 \text{ Kwh} - 26.6 \% = 3377 \text{ Kwh}$$

Όπου συνεπάγεται σε νέα κατανάλωση πετρελαίου:

$$\Rightarrow Lt_{(v)} = \frac{Q_{(v)ολ}}{\Pi_{πραγμ\theta\Delta}} = \frac{3368 \text{ Kwh}}{11.3 \text{ Kwh/lit}} = 299 \text{ lit}$$

Όπου:

$\Pi_{πραγμ\theta\Delta}$ : η πραγματική θερμογόνος δύναμη του πετρελαίου

**Νέο λειτουργικό κόστος ανά έτος (€);**

$$\mathbf{K_{\epsilon\tau\omicron\upsilon\varsigma} = 299 \text{ lit} * 1,3\text{€} / \text{lit} = 389 \text{ €} / \text{χρόνο}}$$

## 5.4 Τεχνοοικονομική ανάλυση

Σε αυτό το κεφάλαιο θα συγκρίνουμε τα οικονομικά δεδομένα 3 τρόπων θέρμανσης για να δούμε το κόστος κατασκευής τους, το κόστος λειτουργίας τους και τον χρόνο απόσβεσης τους.

Οι τρόποι θέρμανσης που θα συγκρίνουμε είναι οι εξής:

1. Ενδοδαπέδια θέρμανση
2. Ενδοδαπέδια θέρμανση με ηλιακό
3. Συμβατική θέρμανση με καλοριφέρ

### 5.4.1 Συγκριτικοί οικονομικοί πίνακες ενδοδαπέδιου με συμβατική θέρμανση

Σε αυτήν την παράγραφο θα συγκρίνουμε την ενδοδαπέδια θέρμανση με την συμβατική θέρμανση ώστε να δούμε αν μας ωφέλει και ποσό. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά τα κόστη κατασκευής, τα οφέλη και ο χρόνος απόσβεσης.

#### Ενδοδαπέδια θέρμανση

<b>*Κόστος ενδοδαπέδιου και λεβητοστασίου</b>		
Ενδοδαπέδιο	50€/ m <sup>2</sup>	3280€
Λέβητας	1	2900€
Καυστήρας	1	
Κυκλοφορητής	1	130€
Δεξαμενή 1tn	1	220€

Λοιπά		800€
Σύνολο		7330€

**\*Για όλα τα υλικά χρησιμοποιείται μια μέση τιμή της αγοράς.**

Συμφώνα με την παράγραφο 4.3.6 που αναφέραμε πιο πάνω έχουμε:

$$\underline{K_{\text{ετους}} = 406 \text{ lt} * 1,3\text{€} / \text{lt} = [530 \text{ €} / \text{χρόνο}]}$$

#### Συμβατική θέρμανση

<b>*<u>Κόστος συμβατικής θέρμανσης</u></b>		
Καλοριφέρ**	7	910€
Λέβητας	1	2900€
Καυστήρας	1	
Κυκλοφορητής	1	130€
Δεξαμενή 1tn	1	220€
Λοιπά	-	800€
Σύνολο		4960€

**\*Για όλα τα υλικά χρησιμοποιείται μια μέση τιμή της αγοράς.**

\*\* Σύμφωνα με μελέτη απωλειών χωρίς μόνωση στο πάτωμα με

Συμφώνα με την παράγραφο 4.4.4 που αναφέραμε πιο πάνω έχουμε:

$$\underline{K_{\text{ετους}} = 541 \text{ lt} * 1,3\text{€} / \text{lt} = [704 \text{ €}]}$$

Όπως προκύπτουν απ τα παραπάνω έχουμε:

	<u>Ενδοδαπέδια θέρμανση</u>	<u>Συμβατική θέρμανση</u>
Αρχικό κόστος επένδυσης	7330€	4960€
Ετήσιες λειτουργικές δαπάνες	530 €	704 €
Διαφορά Αρχικού Κόστους Επένδυσης	2370€	
Διαφορά Ετήσιων Λειτουργικών Δαπανών	174€	

Εικόνα 25 Συγκριτικός οικονομικός πίνακας ενδοδαπέδιας με συμβατική θέρμανση

**Δηλαδή περίπου σε 13.6 χρόνια έχουμε κάνει απόσβεση!**



5.4.2 Συγκριτικός οικονομικός πινάκας ενδοδαπέδιου συστήματος με ενδοδαπέδιου και ηλιακό θερμικό.

<b>*Κόστος ενδοδαπέδιου με ηλιακό θερμικό και λεβητοστασίο</b>		
Ενδοδαπέδιο	50€/ m <sup>2</sup>	3280€
Λέβητας	1	2900€
Καυστήρας	1	
Κυκλοφορητής	1	130€
Δεξαμενή 1tn	1	220€
Λοιπά	-	800€
Ηλιακό θερμικό	1	1180€
Συλλέκτες	3	690€
Σύνολο		9200€

\*Για όλα τα υλικά χρησιμοποιείται μια μέση τιμή της αγοράς.

**Λειτουργικό κόστος ανά έτος (€):**

$$K_{\text{ετους}} = 299 \text{ lt} * 1,3\text{€} / \text{lt} = 389 \text{ €} / \text{χρόνο}$$

	<u>Ενδοδαπέδια θέρμανση</u>	<u>Ενδοδαπέδια θέρμανση με ηλιακό θερμικό:</u>
Αρχικό κόστος επένδυσης	7330€	9200€
Ετήσιες λειτουργικές δαπάνες	530 €	389€
Διαφορά Αρχικού Κόστους Επένδυσης	1870€	
Διαφορά Ετήσιων Λειτουργικών Δαπανών	141€	

Εικόνα 26 Συγκριτικός οικονομικός πίνακας ενδοδαπέδιου συστήματος με ενδοδαπέδια και ηλιακό.

**Απόσβεση του ηλιακού θερμικού σε 13.2 χρόνια!**

**5.4.3 Συγκριτικός οικονομικός πίνακας ενδοδαπέδιου συστήματος με ηλιακό θερμικό σε σχέση με την συμβατική θέρμανση.**

	<u>Συμβατική θέρμανση</u>	<u>Ενδοδαπέδια θέρμανση με ηλιακό θερμικό</u>
Αρχικό κόστος επένδυσης	4960€	9200€
Ετήσιες λειτουργικές δαπάνες	704 €	389€
Διαφορά Αρχικού Κόστους Επένδυσης	4240€	
Διαφορά Ετήσιων Λειτουργικών Δαπανών	315€	

Εικόνα 27 Συγκριτικός οικονομικός πίνακας συμβατικής θέρμανσης και ενδοδαπέδιας με ηλιακό.

**Απόσβεση ενδοδαπέδιας θέρμανσης με ηλιακό θερμικό σε σχέση με μια συμβατική θέρμανση σε 13.4 χρόνια!**

## 6 Επίλογος

Τελειώνοντας την παραπάνω εργασία, εκτός απ το ότι θέλουμε να πιστεύουμε πως καταθέσαμε και παρουσιάσαμε στοιχειά τα οποία δίνουν μια εικόνα όσο αφορά την ενδοδαπέδια θέρμανση με ή χωρίς ηλιακά συστήματα, καθώς ενημερώνει αλλά και αποδεικνύει πως η ηλιακή ενέργεια και γενικά κάθε μορφής ανανεώσιμης ενέργειας μπορεί να μας εξοικονομήσει ένα σημαντικό ποσό ενέργειας σε όλες τις εφαρμογές.

Πιστεύουμε επίσης ότι κινήσαμε το ενδιαφέρον του αναγνώστη , ώστε να αναλογιστεί ότι, εκτός απ την εφαρμογή της εξελιγμένης τεχνολογίας υπάρχει και κάποιος άλλος στόχος ο οποίος μπορεί να επιτευχθεί.

Πιο συγκεκριμένα, εννοούμε πως η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας με φυσικές μορφές ενέργειας μπορεί να συμβάλει σε μια προσπάθεια να βοηθήσουμε το πλανήτη μας να επιβιώσει.

Τέλος ελπίζουμε ότι τέτοιες μορφές, τεχνοτροπίας και τεχνογνωσίας, φιλικές προς το περιβάλλον θα εφαρμοστούν μαζικά στο μέλλον, αρκεί το μέλλον αυτό να έρθει σύντομα για το καλό όλων μας.

## 7 Βιβλιογραφία

1. Θέρμανση Β.Η Σελούντος
2. Μετάδοση θερμότητας Πασπαλά
3. Τεχνικό φυλλάδιο Purmo
4. Τεχνικό φυλλάδιο Buderus
5. Τεχνικό φυλλάδιο Cosmosollar
6. 4m Fine Adapt
7. Πιστοποίηση Sollar Keymark
8. <http://www.cres.gr/kape/datainfo/clima/irakleio.htm>
9. Συνέδριο κλιματολογίας, μετεωρολογίας Μαντζαράκης-Κατσούλης.
10. Σχεδιασμός θερμικού ηλιακού – Ζάρρα Γιώργου.

## 8 Παραρτήματα

### 8.1 Μελέτη θερμομόνωσης

Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά η μελέτη θερμομόνωσης για το συγκεκριμένο κτίριο ώστε να βρούμε του συντελεστές θερμοπερατότητας του km.

### 8.2 Τεύχος υπολογισμών θερμομόνωσης

Η μελέτη είναι σύμφωνη με τον κανονισμό θερμομόνωσης (ΦΕΚ 362/4.7.79), καθώς και τις οδηγίες υπουργείου δημοσίων έργων για την σύνταξη μελετών θερμομόνωσης (19/9/78 Α.Π. 26354/476).

#### Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών

α) Η αντίσταση θερμοδιαφυγής  $1/\Lambda$  ενός δομικού στοιχείου προκύπτει απ την έκφραση:

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}$$

Όπου  $d_1, d_2, \dots, d_n$  τα πάχη (σε m) των στρώσεων των υλικών και  $\lambda_1 \dots \lambda_n$  οι αντίστοιχοι συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας (σε kcal/m<sup>2</sup>h<sup>c</sup> η w/mK).

β) Η αντίσταση θερμοπερατότητας  $1/k$  ορίζεται σαν άθροισμα των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης προς τον αέρα και της αντίστασης θερμοδιαφυγής :

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{\alpha_a}$$

όπου  $\alpha_1$  και  $\alpha_a$  από τον πίνακα 3 του κανονισμού.

Με βάση τον κανονισμό δεν επιτρέπεται εξωτερική τοιχοποιία με συντελεστή  $k$  πάνω από 0.6 και για τις οροφές (η πιλοτές) πάνω από 0.4 .

γ) Ορίζεται σαν μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $k_m$  του κτιρίου:

$$k_m = k_w * F_w + K_f * F_f + k_d * F_d + k_g * F_g + K_{dl} * F_{dl} / F$$

Όπου  $k_w, k_f, k_d, k_g$  και  $k_{dl}$  είναι οι συντελεστές θερμοπερατότητας που αντιστοιχούν στις επιφάνειες εξωτερικών τοιχωμάτων, παραθύρων, οροφών, δαπέδων και πιλοτής. Το άθροισμα τους συνιστά τη συνολική επιφάνεια  $F$ .

δ) Ο συντελεστής  $k_m$  δεν υπερβαίνει την τιμή που αντιστοιχεί στον πίνακα 6 του κανονισμού θερμομόνωσης για την γεωγραφική ζώνη (Α, Β ή Γ) του κτιρίου, και για την τιμή λόγου  $F/V$  (επιφάνεια προς όγκο)

ε) Ισχύουν οι ακόλουθη περιορισμοί:

$$k_m = \frac{K_w \cdot F_w}{F_w + F_f} + \frac{K_f \cdot F_f}{F_w + F_f} < 1.6 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ} \quad \text{για κάθε όροφο}$$

$$k_w = \frac{\sum K_i \cdot F_i}{F_w} < 0.6 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ} \quad \text{για κάθε προσανατολισμό}$$

στ) Οι τοίχοι διαχωρισμού, καθώς επίσης και τα δάπεδα, ανάλογα με τη ζώνη Α, Β ή Γ έχουν  $k$  μικρότερο από 2.6, 1.6 και 0.6 αντίστοιχα.



## A. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Προορισμός κτιρίου : Διώροφη εξοχική` κατοικία

Ιδιοκτησία :

Πόλη : Ηράκλειο

Οδός – Αριθμός :

Υψόμετρο

Ζώνη : A

## B. ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων  $F_w = 175.47 \text{ m}^2$

Επιφάνεια ανοιγμάτων ( παράθυρα – πόρτες)  $F_f = 13.23 \text{ m}^2$

Επιφάνεια οροφής  $F_d = 34.84 \text{ m}^2$

Επιφάνεια δαπέδου  $F_g = 34.84 \text{ m}^2$

Επιφάνεια οροφής PILOTIS  $F_{dl} = 0.00 \text{ m}^2$

Επιφάνεια τοίχων διαχωρισμού  $F_{ab} = 0.00 \text{ m}^2$

Ολική εξωτερική επιφάνεια οικοδομής

$$F = F_w + F_f + F_d + F_g + F_{dl} + F_{ab} = 258.38 \text{ m}^2$$

Όγκος οικοδομής

$$V = 264.78 \text{ m}^3$$

Λόγος

$$F/V = 0.98 \text{ m}^{-1}$$

Γ. ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ ΤΙΜΗ ΤΟΥ  
Kcal/m<sup>2</sup>hc

$$K_m = 0.922$$

F/v Km σε Kcal/m<sup>2</sup>hc

m <sup>-1</sup>	ζώνη Α	ζώνη Β	ζώνη Γ
0.2	1.335	1.015	0.807
0.3	1.245	0.955	0.760
0.4	1.160	0.897	0.715
0.5	1.092	0.845	0.675
0.6	1.030	0.795	0.635
0.7	0.985	0.750	0.600
0.8	0.947	0.717	0.575
0.9	0.927	0.695	0.550
1.0	0.920	0.680	0.530

Δομικό στοιχείο:	Εξωτερική τοιχοποιία 25	Φύλλο Φ1
Τύπος κατασκευής:	Οπτοπλινθοδομή	

Υπολογισμός του συντελεστή Θερμοπερατότητας k

α/α	Στρώσεις υλικών	Πυκν. kg/m <sup>3</sup>	Παχ.1 m	Συντ. λ Kcal/mhc	d1/λ m <sup>2</sup> hc/Kcal
1.	Επίχρισμα	1900	0.020	0.750	0.027
2.	Τοίχος	1200	0.090	0.450	0.200
3.	Wallmate	25	0.03	0.024	1.250
4.	Τοίχος	1200	0.090	0.450	0.200
5.	Επίχρισμα	1900	0.020	0.750	0.027

Σύνολα : 1.703

Αντίστ. Θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) 1/Λ : 1.703

$$1/a_i = 0.14 \text{ m}^2\text{hc/Kcal} \quad 1 \quad 1 \quad 1$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K} = \frac{1}{1/a_i + 1/\Lambda + 1/a_a} = 1.893} = 0.528 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hc}$$

$$1/a_a = 0.05 \text{ m}^2\text{hc/Kcal} \quad 1/K \quad 1/a_i + 1/\Lambda + 1/a_a \quad 1.893$$

Δομικό στοιχείο : Δοκοί υποστυλώματα 25

Φύλλο Φ2

Τύπος κατασκευής : Οπλισμένο σκερόδεμα

Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k

α/α	Στρώσεις υλικών	Πυκν.	Παχ.1	Συντ. λ	d1/λ
kg/m <sup>3</sup>	m	Kcal/mhc	m <sup>2</sup> hc/Kcal		
1.	Επίχρισμα	1900	0.020	0.750	0.027
2.	Wallmate	28	0.04	0.025	1600
3.	Δοκός κολώνα	2400	0.250	1.750	0.143
4.	Επίχρισμα	1900	0.020	0.750	0.027

Σύνολα : 1.796

Αντίστ. Θερμοδιαφυγής (όλων των στρώσεων) 1/Λ : 1.796

$$1/a_i = 0.14 \text{ m}^2\text{hc/Kcal} \quad 1 \quad 1 \quad 1$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{0.14} + \frac{1}{1.796} + \frac{1}{0.05}} = 0.503 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hc}$$

$$1/a_a = 0.05 \text{ m}^2\text{hc/Kcal} \quad 1/K \quad 1/a_i + 1/\Lambda + 1/a_a \quad 1.986$$

**Δομικό στοιχείο** : Στέγη μπετόν - κεραμίδια

**Φύλλο** Φ3

**Τύπος κατασκευής** : Μπετόν – κεραμίδια

Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας  $k$

<b>α/α</b>	<b>Στρώσεις υλικών</b>	<b>Πυκν. kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Παχ.1 m</b>	<b>Συντ. λ Kcal/mhc</b>	<b>d1/λ m<sup>2</sup>hc/Kcal</b>
1.	Μπετόν	2400	0.20	1.750	0.114
2.	Ασφαλτόπανα	1100	0.010	0.16	0.063
3.	Roofmate KS	32	0.05	0.025	2.000
4.	Διάκενο αέρα		0.075	0.310	0.242
5.	Κεραμίδια	1200	0.040	0.500	0.080

Σύνολα : 2.499

Αντίστ. Θερμοδιαφυγής (όλων των στρώσεων)  $1/\Lambda$  : 2.499

$$1/a_i = 0.14 \text{ m}^2\text{hc/Kcal}$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K} = \frac{1}{1/a_i + 1/\Lambda + 1/a_a} = 0.372 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hc}}$$

$$1/a_a = 0.05 \text{ m}^2\text{hc/Kcal}$$

$$1/K = 2.689$$

<b>Δομικό στοιχείο</b>	: Δάπεδο μαρμάρινο σε φυσικό έδαφος	<b>Φύλλο</b> Φ4
Τύπος κατασκευής	: Οπλισμένο σκυρόδεμα	

Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας  $k$

α/α	Στρώσεις υλικών	Πυκν. kg/m <sup>3</sup>	Παχ.1 m	Συντ. λ Kcal/mhc	d1/λ m <sup>2</sup> hc/Kcal
1.	Μάρμαρο		0.02	3.000	0.007
2.	Ασβεστοκονίαμα		0.020	0.750	0.027
3.	Γαρμπυλ/δεμα		0.060	0.950	0.063
4.	Μονωτικό υλικό		0.0	0.035	0.000
5.	Στεγάνωση	1050	0.010	0.150	0.067
6.	Πλάκα	2400	0.200	1.750	0.114

Σύνολα : 0.277

Αντίστ. Θερμοδιαφυγής (όλων των στρώσεων) 1/Λ : 0.277

$$1/a_i = 0.20 \text{ m}^2\text{hc/Kcal}$$

$$K = \frac{1}{\frac{1}{K} = \frac{1}{1/a_i + 1/\Lambda + 1/a_a} = 2.094 \text{ Kcal/m}^2 \text{ hc}}$$

$$1/a_a = 0.00 \text{ m}^2\text{hc/Kcal}$$

$$1/K = 1/a_i + 1/\Lambda + 1/a_a = 0.477$$

Επίπεδο 1

- ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΒΟΡΕΙΟΣ

ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ

ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ F <sub>x</sub> K ΦΥΛΛΟΥ	K Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ.	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.	
			(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	
1.	Εξωτερική τοιχοποιία	0.528	3.85	3	1	11.55	8.295	
3.26	1.72 2.Δοκοί υποστυλώματα	0.503	2	1	5.19	1	5.190	
5.19	2.61							
ΣΥΝΟΛΑ :							8.45	4.33
KW = 0.51								

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΑΡΙΘ. ΑΝΟΙΓΜ.	K Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ (m)	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ.	F <sub>x</sub> K
				(m <sup>2</sup> )		
11	3.2	0.90	2.25	1	2.03	6.48
1	3.2	0.90	1.20	1	1.08	3.46
ΣΥΝΟΛΑ :					3.11	9.94
KF = 3.20						

Επίπεδο 1 - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΔΥΤΙΚΟΣ

ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ

ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ F <sub>x</sub> K ΦΥΛΛΟΥ	K	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ.	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.
-------------------------	--	---	-------	------------------	----------------	---------------	-----------------

Kcal/m<sup>2</sup>hc (m<sup>2</sup>) (m<sup>2</sup>) (m<sup>2</sup>)

1.	Εξωτερική τοιχοποιία	0.528	8.36	3	1	25.08	13.90
11.18	5.90 2.Δοκοί υποστυλώματα	2	0.503	1	13.90	1	13.90
13.90	6.99						

ΣΥΝΟΛΑ : 25.08  
12.90

$$KW = 0.51$$

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΑΡΙΘ. ΑΝΟΙΓΜ.	K	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ.	F <sub>x</sub> K
------------------	---	-------	------------------	----------------	---------------	------------------

Kcal/m<sup>2</sup>hc (m) (m) (m<sup>2</sup>)

ΣΥΝΟΛΑ : 0.00 0.00

$$KF =$$



Επίπεδο 1

- ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΝΟΤΙΟΣ

### ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ

ΑΡΙΘ. ΦΥΛΛΟΥ	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Κ Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m <sup>2</sup> )	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ. (m <sup>2</sup> )	ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ. (m <sup>2</sup> )	FxK
1.	Εξωτερική τοιχοποιία	0.528	4.39	3	1	13.17	8.547	4.62	2.44
2.	Δοκοί υποστυλώματα	0.503	1	5.51	1	5.510		5.51	2.77
ΣΥΝΟΛΑ :							10.13	5.21	

$$KW = 0.51$$

### ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΑΡΙΘ. ΑΝΟΙΓΜ.	Κ Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ (m)	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m <sup>2</sup> )	FxK
11	3.2	0.90	2.25	1	2.03	6.48
12	3.2	0.45	2.25	1	1.01	3.24
ΣΥΝΟΛΑ :					3.04	9.72

$$KF = 3.20$$

Επίπεδο 1

- ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ

### ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ

ΑΡΙΘ. ΦΥΛΛΟΥ	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Κ Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ.	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.	FxK	
					(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )			
1.	Εξωτερική τοιχοποιία	0.528	8.44	3	1	25.32	13.95	11.37	6.00	
2.	Δοκοί υποστυλώματα	0.503	1	13.95	1	13.95		13.95	7.02	
ΣΥΝΟΛΑ :							25.32	13.02		

$$KW = 0.51$$

### ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΑΡΙΘ. ΑΝΟΙΓΜ.	Κ Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ (m)	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m <sup>2</sup> )	FxK
ΣΥΝΟΛΑ :					0.00	0.00

$$KF =$$

## ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ

ΑΡΙΘ. ΦΥΛΛΟΥ	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Κ Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ.	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.	FxK
				(m)		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	
1.	Εξωτερική τοιχοποιία	0.528	3.85	5.50	1	21.17	11.90	9.27	4.89
2.	Δοκοί υποστυλώματα	0.503	1	8.19	1	8.190		8.19	4.12

ΣΥΝΟΛΑ : 17.46 9.01

$$KW = 0.52$$

## ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΑΡΙΘ. ΑΝΟΙΓΜ.	Κ Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ (m)	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m <sup>2</sup> )	FxK
11	3.2	0.90	2.25	1	2.03	6.48
12	3.2	0.45	2.25	1	1.01	3.24
2	3.2	1.50	0.45	1	0.68	2.16

ΣΥΝΟΛΑ : 3.71 11.88

$$KF = 3.20$$

## ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ

ΑΡΙΘ. ΦΥΛΛΟΥ	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Κ Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ.	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.	FxK
				(m)		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	
1.	Εξωτερική τοιχοποιία	0.528	8.36	4.6	1	38.46	19.80	18.66	9.85
2.	Δοκοί υποστυλώματα 2	0.503	1	19.80	1	19.80		19.80	9.96
ΣΥΝΟΛΑ :							38.46	19.81	

$$KW = 0.52$$

## ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΑΡΙΘ. ΑΝΟΙΓΜ.	Κ Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ (m)	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m <sup>2</sup> )	FxK
ΣΥΝΟΛΑ :					0.00	0.00

$$KF =$$

## ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ

ΑΡΙΘ. ΦΥΛΛΟΥ	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Κ Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ.	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.	FxK
				(m)		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )	
1.	Εξωτερική τοιχοποιία	0.528	4.39	4.6	1	20.19	10.82	9.37	4.95
2.	Δοκοί υποστυλώματα 2	0.503	1	7.44	1	7.440		7.44	3.74

ΣΥΝΟΛΑ : 16.81 8.69

$$KW = 0.52$$

## ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΑΡΙΘ. ΑΝΟΙΓΜ.	Κ Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ (m)	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m <sup>2</sup> )	FxK
11	3.2	0.90	2.25	1	2.03	6.48
12	3.2	0.60	2.25	1	1.35	4.32

ΣΥΝΟΛΑ : 3.38 10.80

$$KF = 3.20$$

Επίπεδο 2

- ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ

### ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ

ΑΡΙΘ. ΦΥΛΛΟΥ	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	Κ Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ.	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.	FxK
1.	Εξωτερική τοιχοποιία	0.528	8.44	4	1	33.76	17.64	16.12	8.51
2.	Δοκοί υποστυλώματα 2	0.503	1	17.64	1	17.64		17.64	8.87

ΣΥΝΟΛΑ : 33.76 17.38

$$KW = 0.51$$

### ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΑΡΙΘ. ΑΝΟΙΓΜ.	Κ Kcal/m <sup>2</sup> hc	ΜΗΚΟΣ (m)	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΑΡΙΘ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ. (m <sup>2</sup> )	FxK
------------------	-----------------------------	--------------	-------------------------	----------------	------------------------------------	-----

ΣΥΝΟΛΑ : 0.00 0.00

$$KF =$$

## ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Km (W,F) ΓΙΑ ΤΟΙΧΟΥΣ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

### ΕΠΙΠΕΔΟ 1

$$\text{Όριο επιπέδου : } K_m (W,F) = \frac{\Sigma(K_w \cdot F_w) + \Sigma(K_f \cdot F_f)}{\Sigma(F_w + F_f)} \leq 1.6 \text{ Kcal/m}^2\text{hc}$$

1	2	3	4	5=(3x4)
Δομικό Στοιχείο	Συμβολισμός	Επιφάνεια F (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής K θερμοπερατότητας (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	KF (kcal/hc)
Τοίχοι	W 1	8.45	0.513	4.330
	W2	25.08	0.514	12.895
	W3	10.13	0.514	5.213
	W4	25.32	0.514	13.020
Ανοίγματα	F1	3.11	3.200	9.936
	F2	0.00		0.000
	F3	3.04	3.200	9.718
	F4	0.00		0.000

$$\Sigma F = 75.12$$

$$\Sigma KF = 55.112$$

$$K_m(W,F) = \Sigma KF / \Sigma F = 0.734 \leq 1.6$$

**ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Km (W,F) ΓΙΑ ΤΟΙΧΟΥΣ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ**

**ΕΠΙΠΕΔΟ 2**

$$\text{Όριο επιπέδου : } Km (W,F) = \frac{\Sigma(Kw.Fw) + \Sigma(Kf.Ff)}{\Sigma(Fw+Ff)} \leq 1.6 \text{ Kcal/m}^2\text{hc}$$

1	2	3	4	5=(3x4)
Δομικό Στοιχείο	Συμβολισμός	Επιφάνεια F (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής K Θερμοπερατότητας (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	KF (kcal/hc)
Τοίχοι	W 1	17.46	0.516	9.015
	W2	3846	0.515	19.811
	W3	16.81	0.517	8.689
	W4	33.76	0.515	17.384
Ανοίγματα	F1	3.17	3.200	11.878
	F2	0.00		0.000
	F3	3.38	3.200	10.800
	F4	0.00		0.000

$$\Sigma F = 113.5 \qquad \Sigma KF = 77.577$$

$$Km(W,F) = \Sigma KF / \Sigma F = 0.683 \leq 1.6$$



**ΜΟΝΩΣΗ****ΚΤΙΡΙΟΥ**

Επιτυγχανόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας ΚΜ  
 Όριο κτιρίου  $K_m, \max \leq 0.922$  kcal/m<sup>2</sup>hc

1	2	3	4	5	6=(3x4x5)
Στοιχείο	Συμβολισμός	Επιφάνεια F m <sup>2</sup>	Συντελεστής θερμοπερ. Κ kcal/m <sup>2</sup> hc	Παράγων	ΚxF kcal/hc
Επίπεδο 1		75.12	0.734	1.0	55.112
Επίπεδο 2		113.58	0.683	1.0	77.577
Στέγη μπετόν – κεραμίδια		34.84	0.372	1.0	12.960
Δάπεδο μαρμάρινο σε φυσικ(Φ4)		34.84	2.094	1.0	72.950
ΣΥΝΟΛΑ :		258.38			218.599

$$K_m = FK/F = 0.846 < 0.922 \text{ kcal/m}^2\text{hc}$$

### 8.3 Μελέτη Θερμικών απωλειών

Παρακάτω παρουσιάζεται αναλυτικά η μελέτη θερμικών απωλειών για το κτίριο αυτό ώστε να προχωρήσουμε μετά στην μελέτη δαπεδοθέρμανσης.

Η μελέτη πραγματοποιείται με το πρόγραμμα Adapt.

### 8.4 Τεύχος απωλειών

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία DIN 4701 και τις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 TOTE, ενώ ακόμα χρησιμοποιήθηκαν και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) *Erlaeterungen zur DIN 4701/83, mit Beispielen, Werner-Verlag*
- β) *Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik,*
- γ) *Rietschel, Raiss, Heiz und Klimatechnik, Springer-Verlag*
- δ) *Κεντρικές Θερμάνσεις, Β. Σελλούντος*
- ε) *Εγχειρίδιο για τον Μηχανικό Θερμάνσεων Garms/Pfeifer (TEE)*

### 8.4.1 Παραδοχές και κανόνες υπολογισμών

Με βάση το DIN 4701, οι θερμικές απώλειες ενός χώρου συνίστανται από:

**α)** Απώλειες θερμοπερατότητας  $Q_o$ , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοίχοι, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ)

**β)** Απώλειες λόγω προσαυξήσεων.

**γ)** Απώλειες αερισμού χώρου  $Q_L$ .

**α)** Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_o = k \cdot x \cdot f \cdot (t_i - t_a) = \frac{F(t_i - t_a)}{1/k} \text{ σε w (ή Kcal/h)}$$

όπου:

$Q_o$ : Απώλειες θερμότητας

$F$ : Επιφάνεια του δομικού τμήματος  $m^2$

$k$ : Συντελεστής θερμοπερατότητας  $W/m^2 K$  (ή  $Kcal/m^2 K$ )

$1/k$ : Αντίσταση θερμοπερατότητας σε  $m^2 K/W$

$t_i$ : Θερμοκρασία χώρου σε  $^{\circ}C$

$t_a$ : Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα σε  $^{\circ}C$

**β)** Οι προσαυξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

**β1)** προσαύξηση  $Z_H$  την επίδραση του προσανατολισμού.

( $Z_H=-5$  για N,NΔ,NA  $Z_H=+5$  για Β,ΒΔ,ΒΑ και  $Z_H=0$  για Δ και Α)

**β2)** προσαύξηση  $Z_U+Z_A=Z_D$  διακοπής λειτουργίας και ψυχρών εξωτερικών τοίχων (στο DIN 4701/83 αγνοείται ο συντελεστής  $Z_U$ ). Η προσαύξηση  $Z_D$  προσδιορίζεται με βάση το  $D= Q_o/(F_{ges} \times \Delta t)$ , όπου  $F_{ges}$  η συνολική επιφάνεια που περιβάλλει τον χώρο, και τις ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, σύμφωνα με τον πίνακα:

**β2.1)**  $Z_D$  για DIN77

Τιμή D

Τρόπος Λειτουργίας	0.1-0.29	0.30-0.69	0.70-1.49
0 ώρες διακοπής	7	7	7
8-12 ώρες διακοπής	20	15	15
12-16 ώρες διακοπής	30	25	20

**β2.2)** Ο συντελεστής  $Z_D$  για το DIN83 μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή του  $D$  περίπου γραμμικά (βλ. καμπύλη  $Z_D$  για το DIN83) παίρνοντας τιμές από το 0 μέχρι το 13.

Επομένως οι θερμικές απαιτήσεις μαζί με τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_o (1 + Z_D + Z_H) = Q_o \times Z$$

**γ)** Οι απώλειες αερισμού  $Q_L$  υπολογίζονται εναλλακτικά:

**γ1)** από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

$$Q_L = V \times \rho \times c (t_i - t_a) \text{ (σε w)}$$

όπου:

V: Όγκος εισερχομένου αέρα σε  $m^3/s$

c: Ειδική θερμότητα του αέρα σε  $kJ/g K$

$\rho$ : Πυκνότητα του αέρα σε  $kg/m^3$

**γ2)** από την σχέση υπολογισμού απωλειών λόγω χαραμάδων (στην περίπτωση που δεν υπάρχει εξαερισμός):

$$Q_L = \Sigma Q A_i, \text{ όπου:}$$

$$Q A_i = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_r \text{ για κάθε άνοιγμα.}$$

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

$\alpha$ : Συντελεστής διείσδυσης αέρα

$\Sigma l$ : Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)

R: Συντελεστής διεισδυτικότητας (στο DIN 4701/83 ορίζεται ο συντελεστής r).

H: Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής H προσαυξάνεται αυτόματα για ύψος πάνω από 10 m σύμφωνα με τον συντελεστή  $\epsilon_{GA}$ ).

$\Delta t$ : Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς °C)

Z<sub>r</sub>: Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της κανονικής 1)

**δ)** Το τελικό σύνολο των θερμικών απωλειών δεν είναι παρά το άθροισμα των  $Q_T$  και  $Q_L$ , δηλαδή:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L$$

## 8.4.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

**α)** Στο επάνω μέρος του πίνακα παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία που έχουν απώλειες από θερμοπερατότητα με τα χαρακτηριστικά τους. Οι στήλες του πίνακα αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:

- Είδος στοιχείου (πχ. **T**=τοίχος, **A**=Ανοιγμα, **O**=οροφή **Δ**=Δάπεδο)
- Προσανατολισμός
- Πάχος
- Μήκος
- Ύψος ή πλάτος
- Επιφάνεια
- Αριθμός όμοιων επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια
- Συντελεστής  $k$
- Διαφορά Θερμοκρασίας  $\Delta t$
- Καθαρές Θερμικές Απώλειες

**β)** στο κάτω μέρος του πίνακα συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις και οι απώλειες αερισμού, με πλήρη ανάλυση.



### 8.4.3 Στοιχεία Κτιρίου

Πόλη	Ηράκλειο
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	12.1
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	18
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	13
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	14
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	2
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού (1:DIN77 2:DIN83)	DIN77
Σύστημα Μονάδων (1:Kcal/h 2:Watt)	Kcal/h

#### 8.4.4 Τυπικά Στοιχεία

Εξωτ. Τοίχοι Οροφές	Συντ.κ (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Εσωτ. Τοίχοι Δάπεδα	Συντ.κ (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Ανοίγ μ.	Πλάτος (m)	Υψος (m)	Συντ.κ (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Συντ.α	Φύλλα
T1	0.528	E1	1.50	A1	1	0.9	2.80	2.0	2
T2	0.503	E2		A2	0.8	2.25	2.8	2.0	1
T3		E3		A3	0.8	1	2.8	2.0	2
T4		E4		A4	0.8	2.25	2.8	2.0	1
T5		E5		A5	0.7	2.25	2.8	2.0	2
T6		E6		A6	1	1.12	2.8	2.0	2
T7		E7		A7	0.75	1.13	2.8	2.0	2
T8		E8		A8	0.8	2.25	2.8	2.0	1
T9		Δ1	0.52	A9	0.9	4	5.00	1.5	1
T10		Δ2		A10	0.9	2.25	3.00	1.5	1
T11		Δ3		A11	0.75	2.25	3.00	1.5	1
O1	0.372	Δ4		A12					
O2		Δ5		A13					
O3		Δ6		A14					
O4		Δ7		A15					

Ο5		Δ8		A16									
----	--	----	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

#### 8.4.5 Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Επίπεδο : 1 Χώρος : 1 Ονομασία Χώρου: Ισόγειο

Είδος Επιφάν ειας	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκο ς (m)	Υψος ή Πλάτο ς (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. k (Kcal/ m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/ h)
T1	B		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75	2.70	1.05	0.53	5.90	3.28
A1	B	α	0.10	1	0.9	0.90	1	0.90		0.90	2.80	5.90	14.87
A2	B	α	0.10	0.8	2.25	1.80	1	1.80		1.80	2.80	5.90	29.74
T1	Δ		0.25	4.75	3	14.25	1	14.25		14.25	0.53	5.90	44.56
T1	N		0.25	0.85	3	2.55	1	2.55	2.60		0.53	5.90	
A3	N	α	0.10	0.8	1	0.80	1	0.80		0.80	2.80	5.90	13.22
A4	N	α	0.10	0.8	2.25	1.80	1	1.80		1.80	2.80	5.90	29.74
T1	A		0.25	4.7	3	14.10	1	14.10		14.10	0.53	5.90	44.09
T2	B		0.25	0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.50	5.90	5.31
T2	B		0.25	0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.50	5.90	5.31
T2	Δ		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	5.90	11.06
T2	Δ		0.25	0.7	3	2.10	1	2.10		2.10	0.50	5.90	6.19
T2	Δ		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	5.90	11.06
T2	N		0.25	0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.50	5.90	5.31
T2	N		0.25	0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.50	5.90	5.31

T2	A		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	5.90	11.06
T2	A		0.25	0.7	3	2.10	1	2.10		2.10	0.50	5.90	6.19
T2	A		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	5.90	11.06
$\Delta 1$			0.345	1	34.84	34.84	1	34.84		34.84	0.52	4.00	72.47
$\Delta 1$			0.345	1	34.84	34.84	1	34.84		34.84	0.52	4.00	72.47
A9		$\alpha$	0.345	0.9	4	3.60	1	3.60		3.60	3.00	5.90	63.72

Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0$	466kcal/h
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH	30 % +140 kcal/h
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T=Q_0 \times (1+ZD+ZH)$	606 kcal/h
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L=\sum Q_{Ai}$ ( $Q_{Ai}=\alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z\Gamma$ )	125.6 kcal/h
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =	0.41
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r)	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L=V \times \rho \times c \times \Delta t$	536.7kcal/h
Όγκος Χώρου $V = 34.85 \times 1 \times 3$	105 m <sup>3</sup>
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n	3
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L$	1268 kcal/h

Επίπεδο : 2 Χώρος : 1

Ονομασία Χώρου: Υπνοδωμάτιο βορεινό

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφανείας	Προσαν.	Αφαιρούμ.	Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. k (Kcal/ m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Kcal/ h)
T1	B		0.25	2.5	3	7.50	1	7.50		7.50	0.53	5.90	23.45
A5		α	0.10	0.7	2.25	1.57	1	1.57		1.57	2.80	5.90	25.94
A6		α	0.10	1	1.12	1.12	1	1.12		1.12	2.80	5.90	18.50
T2	B		0.25	0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.50	5.90	5.31
T2	B		0.25	0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.50	5.90	5.31
T2	A		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	5.90	11.06
T2	Δ		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	5.90	11.06
T1	A		0.25	1	3	3.00	1	3.00		3.00	0.53	5.90	9.38
T1	Δ		0.25	1	3	3.00	1	3.00		3.00	0.53	5.90	9.38
E1	N		0.10	3.75	3	11.25	1	11.25	2.02	9.23	1.50	9.70	134.3
A10	N	α	0.10	0.9	2.25	2.02	1	2.02		2.02	3.00	5.90	35.75
O1			0.375	2.35	3.8	8.93	1	8.93		8.93	0.37	5.90	19.49
Δ1			0.345	2.35	3.8	8.93	1	8.93		8.93	0.52	4.00	18.57

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q	328 kcal/h
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH	30 % + 98 kcal/h
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_o \times (1 + ZD + ZH)$	426 kcal/h
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L = \sum Q_{Ai}$ ( $Q_{Ai} = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z\Gamma$ )	79.4 kcal/h
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H	0.41
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r)	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \times \rho \times c \times \Delta t$	85.8 kcal/h
Όγκος Χώρου $V = 1 \times 8.93 \times 3$	25m <sup>3</sup>
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n	2
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L$	591 kcal/h

Επίπεδο : 2 Χώρος : 2

Ονομασία Χώρου: Μπάνιο

### Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάν ειας	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκο ς (m)	Υψος ή Πλάτο ς (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. k (Kcal/ m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ · (Kcal/ h)
E1	B		0.10	1.8	3	5.40	1	5.40		5.40	1.50	9.70	78.57
E1	Δ		0.10	0.95	3	2.85	1	2.85	1.69	1.16	1.50	9.70	16.88
A11	Δ	α	0.10	0.75	2.25	1.69	1	1.69		1.69	3.00	5.90	29.91
E1	N		0.10	1.7	3	5.10	1	5.10		5.10	1.50	9.70	74.20
T1	A		0.25	1.3	3	3.90	1	3.90		3.90	0.53	5.90	12.20
T2	A		0.25	0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.50	5.90	3.98
O1			0.375	1.75	1.75	3.06	1	3.06		3.06	0.37	5.90	6.68
Δ1			0.345	1.75	1.75	3.06	1	3.06		3.06	0.52	4.00	6.36



Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0$	229 kcal/h
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH	30% + 69 kcal/h
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_0 \times (1 + ZD + ZH)$	297 kcal/h
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L = \sum Q_{Ai}$ ( $Q_{Ai} = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times ZG$ )	19.59 kcal/h
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H	0.41
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r)	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZG	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \times n \times c \times \Delta t$	94.24 kcal/h
Όγκος Χώρου $V = 1 \times 3.06 \times 3$	9m <sup>3</sup>
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n	6
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L$	411 kcal/h

Επίπεδο : 2 Χώρος : 3

Ονομασία Χώρου: Νότιο υπνοδωμάτιο

Είδος Επιφάν ειας	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκο ς (m)	Υψος ή Πλάτο ς (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. κ (Kcal/ m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ · (Kcal/ h)
T1	N		0.25	0.15	3	0.45	1	0.45		0.45	0.53	5.90	1.41
A7		α	0.10	0.75	1.13	0.85	1	0.85		0.85	2.80	5.90	14.04
T2	N		0.25	0.35	3	1.05	1	1.05		1.05	0.50	5.90	3.10
T2	A		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	5.90	11.06
T1	A		0.25	2.40	3	7.20	1	7.20		7.20	0.53	5.90	22.51
E1	B		0.10	1.7	3	5.10	1	5.10		5.10	1.50	9.70	74.20
E1	Δ		0.10	3.7	3	11.10	1	11.10		11.10	1.50	9.70	161.5
A10		α	0.10	0.9	2.25	2.02	1	2.02		2.02	3.00	5.90	35.75
O1			0.375	1	3.625	3.63	1	3.63		3.63	0.37	5.90	7.92
Δ1			0.345	1	3.625	3.63	1	3.63		3.63	0.52	4.00	7.55

Όνομασία Χώρου: Νότιο υπνοδωμάτιο	
Απώλειες Θερμοπερατότητας Q	339 kcal/h
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH	30% + 102 kcal/h
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_o \times (1 + ZD + ZH)$	441 kcal/h
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L = \sum Q_{Ai}$ ( $Q_{Ai} = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z\Gamma$ )	41.87 kcal/h
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H	0.41
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r)	0.91
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \times \rho \times c \times \Delta t$	26.64 kcal/h
Όγκος Χώρου $V = 1 \times 3.63 \times 3$	16m <sup>3</sup>
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n	1
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L$	509 kcal/h

Επίπεδο : 2 Χώρος : 4

Ονομασία Χώρου: Σκαλα

### Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάν ειας	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκο ς (m)	Υψος ή Πλάτο ς (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. k (Kcal/ m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ · (Kcal/ h)
A8	N	α	0.10	0.8	2.25	1.80	1	1.80		1.80	2.80	5.90	29.74
T1	N		0.25	0.55	3	1.65	1	1.65		1.65	0.53	5.90	5.16
T2	N		0.25	0.35	3	1.05	1	1.05		1.05	0.50	5.90	3.10
T2	Δ		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	5.90	11.06
T1	Δ		0.25	2.35	3	7.05	1	7.05		7.05	0.53	5.90	22.05
T2	Δ		0.25	0.70	3	2.10	1	2.10		2.10	0.50	5.90	6.19
T1	Δ		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.53	5.90	11.73
E1	B		0.10	1	3	3.00	1	3.00	2.02	0.98	1.50	9.70	14.26
A10	B	α	0.10	0.9	2.25	2.02	1	2.02		2.02	3.00	5.90	35.75
E1	A		0.10	0.40	3	1.20	1	1.20	1.69		1.50	9.70	
A11	A	α	0.10	0.75	2.25	1.69	1	1.69		1.69	3.00	5.90	29.91
E1	A		0.10	1.45	3	4.35	1	4.35	2.02	2.33	1.50	9.70	33.90
A10	A	α	0.10	0.9	2.25	2.02	1	2.02		2.02	3.00	5.90	35.75
E1	A		0.10	2.2	3	6.60	1	6.60		6.60	1.50	9.70	96.03
A9		α	0.37	0.9	4	3.60	1	3.60		3.60	3.00	5.90	63.72
O1			0.375	1.95	5.65	11.02	1	11.02		11.02	0.37	5.90	24.06

Δ1			0.345	1	6.76	6.76	1	6.76		6.76	0.52	4.00	14.06
----	--	--	-------	---	------	------	---	------	--	------	------	------	-------

Όνομασία Χώρου: Σκάλα	
Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0$	436kcal/h
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH	30% + 131 kcal/h
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_0 \times (1 + ZD + ZH)$	567 kcal/h
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L = \sum Q_{Ai}$ ( $Q_{Ai} = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z\Gamma$ )	119.3 kcal/h
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H	0.41
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r)	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \times \rho \times c \times \Delta t \times n$	106.4 kcal/h
Όγκος Χώρου $V = 1 \times 10.36 \times 3$	31m <sup>3</sup>
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n	2
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L$	793 kcal/h

#### 8.4.6 Συνολικές απώλειες χώρων (Kcal/h)

Επίπεδο: 1	
Ισόγειο	1268 Kcal/h
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	1268 Kcal/h

Επίπεδο: 2	
Δωμάτιο βορεινό	591 Kcal/h
Μπάνιο	411 Kcal/h
Νότιο υπνοδωμάτιο	509 Kcal/h
Σκάλα:	793 Kcal/h
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	2305 Kcal/h

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου: 3573 Kcal/h ή 4.15Kw

## 9 Παράρτημα

### 9.1 Μελέτη ενδοδαπέδιας θέρμανσης για τον δυσμενέστερο μήνα που είναι ο Ιανουάριος

#### 9.1.1 Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών.

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία DIN 4701 και τις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 ΤΟΤΕΕ.

α) Ακολουθείται η μέθοδος της μη σταθερής και ίδιας για όλα τα κυκλώματα Θερμοκρασιακής πτώσης του νερού, η οποία είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα. Η εξισορρόπηση των τριβών στα κυκλώματα επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ρυθμιστικών βαλβίδων.

β) Οι υπολογισμοί στα κυκλώματα γίνονται αναλυτικά με την βοήθεια των σχέσεων:

$$Q = \frac{\pi D^2}{4} V \quad (\text{εξίσωση συνέχειας})$$

$$\Delta h \quad \lambda \quad V^2$$

$$J = \frac{1}{L} = \frac{k}{D} \times \frac{1}{2g} \quad (\text{εξίσωση Darcy})$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = \frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{\lambda}} \quad (\text{εξίσωση Colebrook})$$

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu} \quad (\text{αριθμός Reynolds})$$

όπου:

Q: Παροχή σε m<sup>3</sup>/h

D: Εσωτερική διάμετρος σε m

V: Μέση ταχύτητα σε m/s

J: Απώλειες πίεσης ανά μονάδα μήκους σε m/m



$\Delta h$ : Απώλειες πίεσης σε m

L: Μήκος αγωγού σε m

$\lambda$ : Συντελεστής τριβής

k: Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα σε mm

Re: Αριθμός Reynolds

$\nu$ : Ιξώδες νερού σε  $m^2/sec$

γ) Οι υπολογισμοί των μεγεθών των κυκλωμάτων δαπεδοθέρμανσης γίνονται με τη βοήθεια των σχέσεων:

$$q_{fb} = Q_n / A_{fb}$$

$$t_{fb} = (q_{fb} / a_{ges}) + t_i$$

2

$$R_A = d_a + ( \dots \ar \cosh z )$$

m

2

$$Z = \text{-----}$$

$$3 (a_c/k_c) (t_{fb}-t_l) + 2 K_b (t_l-t_a) - (t_h-t_l)$$

$$m = 0.45 v( (k_b + k_c) / \lambda_b d_a )$$

$K_b$

$$K_b = \text{-----}$$

$K_b+K_c$

$K_c$

$$K_c = \text{-----}$$

$K_b+K_c$

100

$$I = \text{-----} A_{fb}$$

$(R_A 100)$

$$q_{de} = (t_h - t_a) K_b$$

όπου:

$q_{fb}$ : Πυκνότητα θερμοροής προς τα πάνω ( $W/m^2$ )

$Q_n$ : Θερμικό φορτίο χωρίς απώλειες δαπέδου (W)

$A_{fb}$ : Επιφάνεια δαπέδου ( $m^2$ )

$t_{fb}$ : Μέση θερμοκρασία επιφανείας δαπέδου ( $^{\circ}C$ )

$a_{ges}$ : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας για θερμάνσεις επιφανειών ( $W /m^2 K$ )

$l$ : Μήκος του σωλήνα στο κύκλωμα (m)

$d_a$ : Διάμετρος σωλήνα (m)

$a_c$ : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την κάτω ακμή του σωλήνα έως την πάνω πλευρά του δαπέδου ( $W /m^2 K$ )

$k_c$ : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την πάνω ακμή του σωλήνα έως την πάνω πλευρά του δαπέδου ( $W /m^2 K$ )

$k_b$ : Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την κάτω ακμή του σωλήνα έως την κάτω πλευρά του δαπέδου ( $W /m^2 K$ )

$t_a$ : Θερμοκρασία χώρου κάτωθεν θερμαινομένου ( $^{\circ}C$ )

$t_h$ : Θερμοκρασία θερμαντικού μέσου ( $^{\circ}C$ )

$t_i$ : Θερμοκρασία χώρου ( $^{\circ}C$ )

$\lambda_b$ : Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας του υλικού

μεταξύ των σωλήνων (W/ m K)

$R_A$ : Απόσταση σωλήνων (m)

δ) Οι τριβές στα εξαρτήματα (γωνίες, ταφ, κρουνοί κλπ) κάθε κυκλώματος δικτύου υπολογίζονται με την σχέση:

$$J = \frac{1}{2} \Sigma \zeta \rho V^2$$

όπου:

$\Sigma \zeta$ : Συνολική αντίσταση των εξαρτημάτων του κλάδου

$\rho$ : Πυκνότητα νερού

### 9.1.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών στα κυκλώματα και τις κεντρικές στήλες παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα παρακάτω μεγέθη:

- Αριθμός Κυκλώματος
- Μήκος Σωλήνα Κυκλώματος (m)
- Συνολικό Μήκος (m)
- Φορτίο Κυκλώματος (Mcal/h ή w)
- Πτώση Θερμοκρασίας (°C)
- Παροχή Νερού (m<sup>3</sup>/h)
- Διάμετρος Σωλήνα (mm)
- Ταχύτητα Νερού (m/s)
- Τριβές Εξαρτημάτων (mΥΣ)
- Στραγγαλισμός (mΥΣ)
- Τριβές Σωληνώσεων (mΥΣ)
- Ολική Τριβή (mΥΣ)

**α)** Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε κύκλωμα κάποιας στήλης και συμβολίζεται με τον α/α της στήλης και του κυκλώματος, παρεμβάλλοντας τελεία "." (πχ. 1.2 σημαίνει στήλη 1, κύκλωμα 2).

**β)** Οι κεντρικές στήλες συμβολίζονται απλά με έναν α/α, πχ. 1 για την στήλη 1, 2 για την στήλη 2 κ.ο.κ.

**γ)** Τμήματα σωλήνων που συνδέουν δύο στήλες δίνονται με τους αριθμούς των στηλών παρεμβάλλοντας παύλα (-), πχ.1-2.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών των κυκλωμάτων παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα παρακάτω μεγέθη:

- Χώρος που θερμαίνεται
  - Φορτίο χώρου
  - Επιφάνεια δαπέδου ( $m^2$ ).
  - Θερμοκρασία χώρου ( $^{\circ}C$ ).
  - Θερμοκρασία κάτω χώρου ( $^{\circ}C$ ).
  - Συντελεστής θερμοπερατότητας πάνω ( $w/m^2K$ )
  - Συντελεστής θερμοπερατότητας κάτω ( $w/m^2K$ )
  - Πυκνότητα θερμορροής ( $Mcal/hm^2$ )
  - Θερμοκρασία επιφάνειας δαπέδου ( $^{\circ}C$ )
  - Υπολοιπόμενη θερμική ισχύς ( $Mcal/h$ )
  - Απόσταση σωλήνων RA (cm)
- Πυκνότητα θερμορροής προς τα κάτω ( $Mcal/hm^2$ )

### 9.1.3 Στοιχεία Δικτύου

Θερμοκρασία Νερού Προσαγωγής (°C)	45
Τύπος Σωλήνων Κεντρικής Στήλης	Πλαστικός
Τραχύτητα Σωλήνων Κεντρικής Στήλης (μm)	6
Τύπος Σωλήνων Κύκλωμάτων	Πλαστικός
Τραχύτητα Σωλήνων Κυκλωμάτων (μm)	6
Απόσταση Σωλήνων στα Κυκλώματα RA (cm)	15
Σζ Εξαρτημάτων Κεντρικών Σωλήνων	1.5
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου	2
Σύστημα Μονάδων (1:Mcal/h 2:KWatt)	Mcal/h

### 9.1.4 Υπολογισμοί σωληνώσεων ισογείου.

Αριθ. Κυκλ.	Μήκ.Σ ωλ. στο Κύκλ. m	Μήκ.Σ ωλ. Πρ.& Επιστ στο Κύκλ. (m)	Μήκ. Σωλ. m	Φορτ. Κυκλ. (Mcal/ h)	Πτώσ η Θερμ. °C	Παρ. Νερο ύ m <sup>3</sup> /h	Διάμ. Σωλ. mm	Ταχ. Νερο ύ m/s	Τριβ. Εξαρτ . mΥΣ	Στρα γγαλ. mΥΣ	Τριβ. Σωλ. mΥΣ	Ολ. Τριβ. mΥΣ
1.1	116.0	10	116.0	0.702	52.58	0.013	Φ16	0.033	0.000	0.251	0.036	0.287
1.2	86.67	1	86.67	0.702	45.33	0.015	Φ16	0.038	0.000	0.252	0.034	0.287

### 9.1.5 Υπολογισμοί σωληνώσεων Α' ορόφου.

Αριθ. Κυκλ.	Μήκ.Σ ωλ. στο Κύκλ. m	Μήκ.Σ ωλ. Πρ.& Επιστ στο Κύκλ. (m)	Μήκ. Σωλ. m	Φορτ. Κυκλ. (Mcal/ h)	Πτώσ η Θερμ. °C	Παρ. Νερο ύ m <sup>3</sup> /h	Διάμ. Σωλ. mm	Ταχ. Νερο ύ m/s	Τριβ. Εξαρτ . mΥΣ	Στρα γγαλ. mΥΣ	Τριβ. Σωλ. mΥΣ	Ολ. Τριβ. mΥΣ
2.1	55.73	11	55.73	0.654	31.89	0.021	Φ16	0.050	0.001	0.251	0.035	0.287
2.2	40.80	10	40.80	0.455	5.458	0.083	Φ16	0.205	0.013		0.274	0.287
2.3	69.20	6	69.20	0.563	23.80	0.024	Φ16	0.058	0.001	0.231	0.055	0.287
2.4	69.07	1	69.07	0.878	28.45	0.031	Φ16	0.076	0.002	0.200	0.086	0.287



### 9.1.6 Υπολογισμοί Μεγεθών Κυκλωμάτων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης ισογείου

Αριθ. Κυκλ.	Θερμ. Χώρος	Φορτ. Χώρ. (Mcal/h)	Επιφ. Δαπ. m <sup>2</sup>	Θερμ. Χώρ. °C	Θερμ. Χ. Κάτ.Θερμ. °C	Συντ. Θερ. Αντ. πρ.Πάνω m <sup>2</sup> K/W	Συντ. Θερ. πρ.Κάτω W/m <sup>2</sup> K	Πυκν. Θ/ροής (Mcal/h/m <sup>2</sup> )	Μέση Θ. Επ.Δαπ. °C	Υπολ. Θερ.Ισχ. (Mcal/h)	Απόστ. Σωλ. RA cm	Πυκν. Θ. Πρ.Κάτω (Mcal/h/m <sup>2</sup> )
1.1	1.1	0.634	17.4	18	18	0.15	0.45	0.036	22.39		15	0.004
1.2	1.1	0.634	13	18	18	0.15	0.45	0.049	23.73		15	0.005

### 9.1.7 Υπολογισμοί Μεγεθών Κυκλωμάτων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης Α ορόφου

Αριθ. Κυκλ.	Θερμ. Χώρος	Φορτ. Χώρ. (Mcal/h)	Επιφ. Δαπ. m <sup>2</sup>	Θερμ. Χώρ. °C	Θερμ. Χ. Κάτ.Θερμ. °C	Συντ. Θερ. Αντ. πρ.Πάνω m <sup>2</sup> K/W	Συντ. Θερ. πρ.Κάτω W/m <sup>2</sup> K	Πυκν. Θ/ροής (Mcal/h/m <sup>2</sup> )	Μέση Θ. Επ.Δαπ. °C	Υπολ. Θερ.Ισχ. (Mcal/h)	Απόστ. Σωλ. RA cm	Πυκν. Θ. Πρ.Κάτω (Mcal/h/m <sup>2</sup> )
2.1	2.1	0.591	8.360	18	18	0.15	0.45	0.071	25.98		15	0.008
2.2	2.2	0.411	3.060	18	18	0.15	0.45	0.134	31.88		7.5	0.014
2.3	2.3	0.509	5.190	18	18	0.15	0.45	0.098	28.59		7.5	0.010
2.4	2.4	0.793	10.36	18	18	0.15	0.45	0.077	26.55		15	0.008

## 10 Παράρτημα

### 10.1 Μελέτη συμβατικής θέρμανσης για τον δυσμενέστερο μήνα.

#### 10.1.1 Τυπικά Στοιχεία

Ο δυσμενέστερος μηνάς είναι ο Ιανουάριος με μέση εξωτερική θερμοκρασία 12.1°C

Πόλη	Ηράκλειο
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	12.1
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	12
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	14
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	2
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού (1:DIN77 2:DIN83)	DIN77
Σύστημα Μονάδων (1:Kcal/h 2:Watt)	Kcal/h

Εξωτ. Τοίχοι Οροφές	Συντ.κ (Kcal/m <sup>2</sup> h c)	Εσωτ. Τοίχοι Δάπεδα	Συντ.κ (Kcal/m <sup>2</sup> h c)	Ανοίγμ.	Πλάτος (m)	Υψος (m)	Συντ.κ (Kcal/m <sup>2</sup> h c)	Συντ.α	Φύλλα
T1	0.53	E1	1.50	A1	1	0.9	2.80	2.0	2
T2	0.50	E2		A2	0.8	2.25	2.80	2.0	1
T3		E3		A3	0.8	1	2.80	2.0	2
T4		E4		A4	0.8	2.25	2.80	2.0	1
T5		E5		A5	0.7	2.25	2.80	2.0	2

T6		E6		A6	1	1.12	2.80	2.0	2
T7		E7		A7	0.75	1.13	2.80	2.0	2
T8		E8		A8	0.8	2.25	2.80	2.0	1
T9		Δ1	0.52	A9	0.9	4	3.00	1.5	1
T10		Δ2		A10	0.9	2.25	3.00	1.5	1
T11		Δ3		A11	0.75	2.25	3.00	1.5	1
O1	0.37	Δ4		A12					
O2		Δ5		A13					
O3		Δ6		A14					
O4		Δ7		A15					
O5		Δ8		A16					

### 10.1.2 Υπολογισμοί θερμικών απωλειών

Επίπεδο : 1 Χώρος : 1

Ονομασία Χώρου ισόγειο

Είδος Επιφάν ειας	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκο ς (m)	Υψος ή Πλάτο ς (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. k (Kcal/ m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ · (Kcal/ h)
T1	B		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75	2.70	1.05	0.53	7.90	4.40
A1	B	α	0.10	1	0.9	0.90	1	0.90		0.90	2.80	7.90	19.91
A2	B	α	0.10	0.8	2.25	1.80	1	1.80		1.80	2.80	7.90	39.82
T1	Δ		0.25	4.75	3	14.25	1	14.25		14.25	0.53	7.90	59.66
T1	N		0.25	0.85	3	2.55	1	2.55	2.60		0.53	7.90	
A3	N	α	0.10	0.8	1	0.80	1	0.80		0.80	2.80	7.90	17.70
A4	N	α	0.10	0.8	2.25	1.80	1	1.80		1.80	2.80	7.90	39.82

T1	A		0.25	4.7	3	14.10	1	14.10		14.10	0.53	7.90	59.04
T2	B		0.25	0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.50	7.90	7.11
T2	B		0.25	0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.50	7.90	7.11
T2	$\Delta$		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	7.90	14.81
T2	$\Delta$		0.25	0.7	3	2.10	1	2.10		2.10	0.50	7.90	8.29
T2	$\Delta$		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	7.90	14.81
T2	N		0.25	0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.50	7.90	7.11
T2	N		0.25	0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.50	7.90	7.11
T2	A		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	7.90	14.81
T2	A		0.25	0.7	3	2.10	1	2.10		2.10	0.50	7.90	8.29
T2	A		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	7.90	14.81
$\Delta 1$			0.345	1	34.84	34.84	1	34.84		34.84	0.52	6.00	108.7
$\Delta 1$			0.345	1	34.84	34.84	1	34.84		34.84	0.52	6.00	108.7
A9		$\alpha$	0.345	0.9	4	3.60	1	3.60		3.60	3.00	7.90	85.32

Όνομασία Χώρου: Ισόγειο	
Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0$	647 kcal/h
Συνολική Προσαύξηση $ZD+ZH$	30% + 194 kcal/h
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T=Q_0 \times (1+ZD+ZH)$	842 kcal/h
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L=\sum Q_{Ai}$ ( $Q_{Ai}=\alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z\Gamma$ )	168.2 kcal/h
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου $H$	0.41
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου $R$ (ή $r$ )	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων $Z\Gamma$	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L=V \times \rho \times c \times \Delta t \times n$ 437.1	718.6 kcal/h
Όγκος Χώρου $V = 1 \times 10.36 \times 3$	105 m <sup>3</sup>
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n$	3
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L$	1728 kcal/h

Επίπεδο : 2 Χώρος : 1

Ονομασία Χώρου: δωμάτιο βορεινό

Είδος Επιφάν ειας	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκο ς (m)	Υψος ή Πλάτο ς (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. κ (Kcal/ m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ · (Kcal/ h)
T1	B		0.25	2.5	3	7.50	1	7.50		7.50	0.53	7.90	31.40
A5		α	0.10	0.7	2.25	1.57	1	1.57		1.57	2.80	7.90	34.73
A6		α	0.10	1	1.12	1.12	1	1.12		1.12	2.80	7.90	24.77
T2	B		0.25	0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.50	7.90	7.11
T2	B		0.25	0.6	3	1.80	1	1.80		1.80	0.50	7.90	7.11
T2	A		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	7.90	14.81
T2	Δ		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	7.90	14.81
T1	A		0.25	1	3	3.00	1	3.00		3.00	0.53	7.90	12.56
T1	Δ		0.25	1	3	3.00	1	3.00		3.00	0.53	7.90	12.56
E1	N		0.10	3.75	3	11.25	1	11.25	2.02	9.23	1.50	9.70	134.3
A10	N	α	0.10	0.9	2.25	2.02	1	2.02		2.02	3.00	7.90	47.87
O1			0.375	2.35	3.8	8.93	1	8.93		8.93	0.37	7.90	26.10
Δ1			0.345	2.35	3.8	8.93	1	8.93		8.93	0.52	6.00	27.86

Όνομασία Χώρου: δωμάτιο βορεινό	
Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0$	396 kcal/h
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH	30% + 119 kcal/h
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_0 \times (1 + ZD + ZH)$	515 kcal/h
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L = \sum Q_{Ai}$ ( $Q_{Ai} = \alpha \times \Sigma I \times R \times H \times \Delta t \times Z\Gamma$ )	106.3 kcal/h
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H	0.41
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r)	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \times \rho \times c \times \Delta t \times 437.1$	114.9 kcal/h
Όγκος Χώρου $V = 1 \times 10.36 \times 3$	25 m <sup>3</sup>
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n	2
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L$	736 kcal/h

Επίπεδο : 2 Χώρος : 2

Ονομασία: Χώρου μπάνιο

Είδος Επιφάν ειας	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκο ς (m)	Υψος ή Πλάτο ς (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. κ (Kcal/ m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ · (Kcal/ h)
E1	B		0.10	1.8	3	5.40	1	5.40		5.40	1.50	9.70	78.57
E1	Δ		0.10	0.95	3	2.85	1	2.85	1.69	1.16	1.50	9.70	16.88
A11	Δ	α	0.10	0.75	2.25	1.69	1	1.69		1.69	3.00	7.90	40.05
E1	N		0.10	1.7	3	5.10	1	5.10		5.10	1.50	9.70	74.20
T1	A		0.25	1.3	3	3.90	1	3.90		3.90	0.53	7.90	16.33
T2	A		0.25	0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.50	7.90	5.33
O1			0.375	1.75	1.75	3.06	1	3.06		3.06	0.37	7.90	8.94
Δ1			0.345	1.75	1.75	3.06	1	3.06		3.06	0.52	6.00	9.55



Όνομασία Χώρου: Μπανιο	
Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0$	250 kcal/h
Συνολική Προσαύξηση $ZD+ZH$	30% + 75kcal/h
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T=Q_0 \times (1+ZD+ZH)$	325 kcal/h
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L=\Sigma Q_{Ai}$ ( $Q_{Ai}=\alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z\Gamma$ )	26.24kcal/h
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου $H$	0.41
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου $R$ (ή $r$ )	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων $Z\Gamma$	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L=V \times \rho \times c \times \Delta t \times n$	126.2 kcal/h
Όγκος Χώρου $V = 1 \times 10.36 \times 3$	$9m^3$
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα $n$	6
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L$	477kcal/h

Επίπεδο : 2 Χώρος : 3

Ονομασία Χώρου: νότιο υπνοδωμάτιο

Είδος Επιφάν ειας	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκο ς (m)	Υψος ή Πλάτο ς (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. κ (Kcal/ m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ · (Kcal/ h)
T1	N		0.25	0.15	3	0.45	1	0.45		0.45	0.53	7.90	1.88
A7		α	0.10	0.75	1.13	0.85	1	0.85		0.85	2.80	7.90	18.80
T2	N		0.25	0.35	3	1.05	1	1.05		1.05	0.50	7.90	4.15
T2	A		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	7.90	14.81
T1	A		0.25	2.40	3	7.20	1	7.20		7.20	0.53	7.90	30.15
E1	B		0.10	1.7	3	5.10	1	5.10		5.10	1.50	9.70	74.20
E1	Δ		0.10	3.7	3	11.10	1	11.10		11.10	1.50	9.70	161.5
A10		α	0.10	0.9	2.25	2.02	1	2.02		2.02	3.00	7.90	47.87
O1			0.375	1	3.625	3.63	1	3.63		3.63	0.37	7.90	10.61
Δ1			0.345	1	3.625	3.63	1	3.63		3.63	0.52	6.00	11.33

Όνομασία Χώρου: νότιο υπνοδωμάτιο	
Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0$	375 kcal/h
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH	30% + 113 kcal/h
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T = Q_0 \times (1 + ZD + ZH)$	588 kcal/h
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L = \sum Q_{Ai}$ ( $Q_{Ai} = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z\Gamma$ )	56.06 kcal/h
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H	0.41
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r)	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L = V \times \rho \times c \times \Delta t \times n$	35.67 kcal/h
Όγκος Χώρου $V = 1 \times 10.36 \times 3$	16m <sup>3</sup>
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n	1
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L$	580 kcal/h

Επίπεδο : 2 Χώρος : 4

Ονομασία Χώρου: σκάλα

Είδος Επιφάν ειας	Προ σαν.	Αφαι ρούμ.	Πάχ ος	Μήκο ς (m)	Υψος ή Πλάτο ς (m)	Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Αφ. Επιφ. (m <sup>2</sup> )	Επιφ. Υπολ. (m <sup>2</sup> )	Συντ. κ (Kcal/ m <sup>2</sup> hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ · (Kcal/ h)
A8	N	α	0.10	0.8	2.25	1.80	1	1.80		1.80	2.80	7.90	39.82
T1	N		0.25	0.55	3	1.65	1	1.65		1.65	0.53	7.90	6.91
T2	N		0.25	0.35	3	1.05	1	1.05		1.05	0.50	7.90	4.15
T2	Δ		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.50	7.90	14.81
T1	Δ		0.25	2.35	3	7.05	1	7.05		7.05	0.53	7.90	29.52
T2	Δ		0.25	0.70	3	2.10	1	2.10		2.10	0.50	7.90	8.29
T1	Δ		0.25	1.25	3	3.75	1	3.75		3.75	0.53	7.90	15.70
E1	B		0.10	1	3	3.00	1	3.00	2.02	0.98	1.50	9.70	14.26
A10	B	α	0.10	0.9	2.25	2.02	1	2.02		2.02	3.00	7.90	47.87
E1	A		0.10	0.40	3	1.20	1	1.20	1.69		1.50	9.70	
A11	A	α	0.10	0.75	2.25	1.69	1	1.69		1.69	3.00	7.90	40.05
E1	A		0.10	1.45	3	4.35	1	4.35	2.02	2.33	1.50	9.70	33.90
A10	A	α	0.10	0.9	2.25	2.02	1	2.02		2.02	3.00	7.90	47.87
E1	A		0.10	2.2	3	6.60	1	6.60		6.60	1.50	9.70	96.03
A9		α	0.37	0.9	4	3.60	1	3.60		3.60	3.00	7.90	85.32
O1			0.375	1.95	5.65	11.02	1	11.02		11.02	0.37	7.90	32.21
Δ1			0.345	1	6.76	6.76	1	6.76		6.76	0.52	6.00	21.09

Όνομασία Χώρου: σκάλα	
Απώλειες Θερμοπερατότητας $Q_0$	538 kcal/h
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH	30% +161kcal/h
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $Q_T=Q_0 \times (1+ZD+ZH)$	699 kcal/h
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ $Q_L=\sum Q_{Ai}$ ( $Q_{Ai}=\alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z\Gamma$ )	159.7 kcal/h
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H	0.41
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r)	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ $Q_L=V \times \rho \times c \times \Delta t \times n$ 437.1	142.4 kcal/h
Όγκος Χώρου $V = 1 \times 10.36 \times 3$	31m <sup>3</sup>
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n	2
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ $Q_{ολ} = Q_T + Q_L$	1001 kcal/h

### 10.1.3 Συνολικές απώλειες χώρων.

Επίπεδο: 1	
Ισόγειο	1728 Kcal/h
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	1728 Kcal/h

Επίπεδο: 2	
Δωμάτιο βορεινό	736 Kcal/h
Μπάνιο	477 Kcal/h
Νότιο υπνοδωμάτιο	580 Kcal/h
Σκάλα:	1001 Kcal/h
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	2794 Kcal/h

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου: 4522 Kcal/h ή 5.25Kw

#### 10.1.4 Επιλογή σωμάτων και υπολογισμός νέων απωλειών

Επίπεδο: 1		Καλοριφέρ που επιλεγούμε από κατάλογο γνωστής εταιρίας
Ισόγειο	1728 Kcal/h	33/900/500 1745 Kcal/h
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	1728 Kcal/h	1745 Kcal/h

Επίπεδο: 2		Καλοριφέρ που επιλεγούμε από κατάλογο γνωστής εταιρίας
Δωμάτιο βορεινό	736 Kcal/h	22/600/500 911 Kcal/h
Μπάνιο	477 Kcal/h	11/500/400 498 Kcal/h
Νότιο υπνοδωμάτιο	580 Kcal/h	11/600/400 598 Kcal/h
Σκάλα	1001 Kcal/h	22/600/600 1093 Kcal/h
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	2794Kcal/h	4128 Kcal/h
<b><u>Διορθωμένες Συνολ. Απώλειες Κτιρίου:</u></b>		

**4845\_Kcal/h ή 5.53 Kw**

