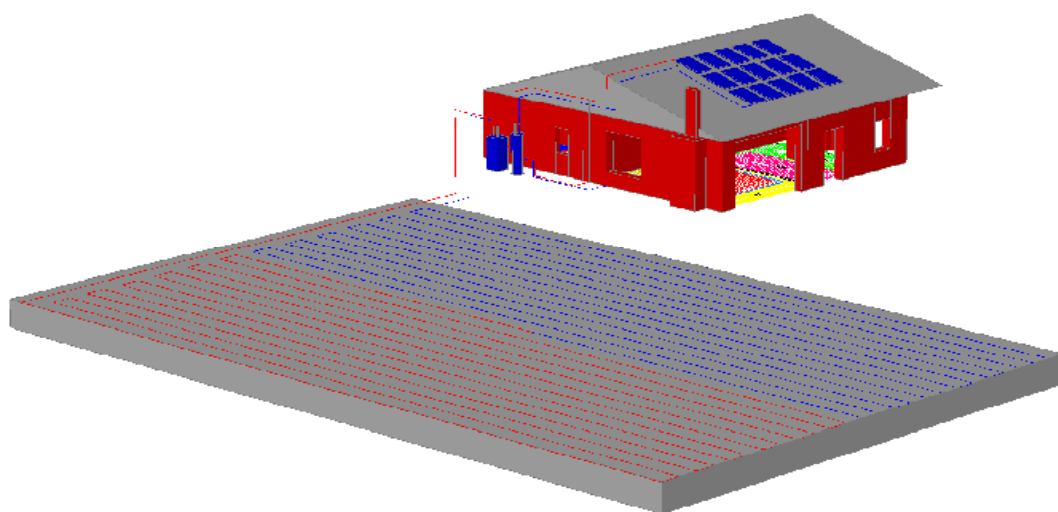


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# “Σχεδιασμός Ενός Συστήματος Γεωθερμίας & Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας Για Την Κάλυψη Ενεργειακών Αναγκών Κτιρίου”



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΑΠΟΣΤΟΛΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ  
ΓΙΑΡΕΝΤΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ  
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2011

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή Εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Ανωτάτου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και είχε ως στόχο το σχεδιασμό ενός συστήματος γεωθερμίας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών κτιρίου. Σκοπός της είναι η μελέτη αξιοποίησης της αβαθούς γεωθερμίας, της θερμότητας δηλαδή που βρίσκεται στα επιφανειακά στρώματα του εδάφους για την παροχή θέρμανσης και ψύξης σε κτιριακές εγκαταστάσεις καθώς και την συμπαραγωγή ηλιακής ενέργειας. Η πτυχιακή αυτή εργασία βασίστηκε στην γενικότερη ιδέα της εξοικονόμησης ενέργειας και την ανάγκη για στροφή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Επιπλέον, τόσο το θέμα όσο και η ανάπτυξη του περιεχομένου συμβαδίζει απόλυτα με το χαρακτήρα των σπουδών μας στον ενεργειακό τομέα και για το λόγο αυτό έγινε προσπάθεια αποφυγής βαθύτερης εισχώρησης σε εξειδικευμένες έννοιες.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα:

Τον επιβλέποντα Καθηγητή του τμήματος μηχανολόγων Μηχανικών, κύριο Καλογήρου Ιωάννη για την αρχική του αποδοχή να επιβλέψει αυτή την εργασία, την καθοδήγηση του όλο αυτό το διάστημα, τις συμβουλές του, τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε και για την προθυμία του να μας βοηθήσει οποτεδήποτε και αν τον χρειαστήκαμε .

Τους επιβλέποντες και φίλους για την πρακτική μας άσκηση Άρη Βλάχο μηχανολόγο μηχανικό, Δημήτριο Ρουμελιώτη μηχανολόγο μηχανικό, Νικόλαο Τσάμη ηλεκτρολόγο μηχανικό για τις πολύτιμες συμβουλές τους, την θεωρητική και πρακτική γνώση που μας μετέδωσαν κατά την πραγματοποίηση της πρακτικής μας άσκησης .

Τέλος θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε της οικογένειες μας για την απεριόριστη συμπαράσταση και την πολύτιμη βοήθεια που μας παρείχαν από το ξεκίνημα των κοινών σπουδών μας έως και σήμερα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι να ερευνήσει ως προς την εξασφάλιση της βέλτιστης λύσης, τον σχεδιασμό ενός συστήματος γεωθερμίας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών κτιρίου. Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και η σταδιακή απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα αποτελεί επιτακτική ανάγκη για την εποχή μας. Τα τελευταία χρόνια το κοινωνικό επιστημονικό και πολιτικό ενδιαφέρον για την χρησιμοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) συνεχώς επεκτείνεται. Το ζήτημα της αειφόρου ανάπτυξης αλλά και της οικονομίας και ανταγωνιστικότητας σε μακροχρόνια και βραχυχρόνια εργάζεται στην ορθολογική χρήση των πηγών ενέργειας και το υγιεινό καθαρό, πράσινο περιβάλλον. Αναλυτικότερα στην πτυχιακή αυτή γίνεται μία προσπάθεια συγκέντρωσης πληροφοριών για τον σχεδιασμό ενός συστήματος γεωθερμίας και συμπαραγωγής ηλιακής ενέργειας κατά κύριο λόγο ηλιακά στοιχεία για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών κτιρίου στην περιοχή του Ναυπλίου. Προς τούτο αυτό είναι μια πρόκληση για εμάς γιατί το αντικείμενο των ΑΠΕ είναι κάτι νέο στην χώρα μας και η Βιοκλιματική δόμηση αποτελεί έναν από τους τρόπους διαφύλαξης του περιβάλλοντος.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε τρία κεφάλαια:

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφερόμαστε γενικά για τις Α.Π.Ε στην Ελλάδα την ιστορία τους και τα είδη των γεωθερμικών και ηλιακών συστημάτων που υπάρχουν.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύουμε τα συστήματα γεωθερμίας ηλιακής θέρμανσης και ενδοδαπέδιας θέρμανσης. Ακόμα γίνεται η επιλογή της αντλίας θερμότητας και ο τρόπος μετάδοσης η απαγωγής της θερμότητας από τον χώρο που στην προκομμένη περίπτωση είναι η ενδοδαπέδια θέρμανση.

Στο τρίτο κεφαλαίο σχεδιαστήκαν οι κατόψεις του κτιρίου, των κυκλωμάτων της ενδοδαπέδιας και της γεωθερμίας με την χρήση του σχεδιαστικού προγράμματος AutoCAD 2008. Πραγματοποιούνται οι μελέτες θερμομόνωση, θερμικές απώλειες, ψυκτικά φόρτια, ενδοδαπέδια θέρμανση με την χρήση του προγράμματος της 4M.

Πραγματοποιείται η μελέτη για τους ηλιακούς συλλέκτες με την μέθοδο f-chart σε μορφή excel. Πραγματοποιείται η μελέτη της γεωθερμίας η οποία προέκυψε από την βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία. Η μέθοδος που εφαρμόστηκε είναι με κλειστό οριζόντιο σύστημα, χρησιμοποιώντας αβαθή γεωθερμία.



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....</b>	<b>i</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....</b>	<b>ii</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....</b>	<b>iii</b>

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ Α.Π.Ε. ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΘΗΚΕΥΜΕΝΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ.....</b>	<b>5</b>
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	5
1.2 ΑΜΕΣΗΧΡΗΣΗ.....	11
1.3 Η ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ .....	13
1.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	13
1.5 ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ ,ΤΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ .....	15

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΒΑΘΟΥΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΚΑΙ Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ .....</b>	<b>23</b>
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	23
2.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ .....	24
2.2.1 Περιγραφή λειτουργίας .....	26
2.2.2 Η αντλία θερμότητα που επιλέχτηκε για την μελέτη μας .....	28
2.3 ΓΕΩΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ.....	30
2.3.1 Παράγοντες σχεδιασμού.....	32
2.3.2 Γεωεναλλάκτες κλειστού κυκλώματος.....	33
2.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ .....	34

2.4.1 Τεχνικές προδιαγραφές θέρμανσης δαπέδου-δίκτυα θέρμανσης δαπέδου ....	36
2.4.2 Στήριξη σωλήνα θέρμανσης δαπέδου .....	38
2.4.3 Συλλέκτης – διανομέας θερμοδικτύων .....	42
2.4.4 Τεχνικές προδιαγραφές δροσισμού δαπέδου .....	43

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΤΗΡΙΟΥ ..... 46**

3.1 ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ .....	46
3.1.1 Εισαγωγή.....	46
3.1.2 Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών .....	46
3.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ .....	68
3.3 ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	71
3.3.1 Εισαγωγή.....	71
3.3.2 Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών .....	72
3.3.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων .....	74
3.4 ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ .....	88
3.5 ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ .....	90
3.5.1 Εισαγωγή.....	90
3.5.2 Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών .....	90
3.5.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων .....	98
3.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ .....	123
3.6.1 Εισαγωγή.....	123
3.6.2 Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών .....	123
3.6.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων .....	126
3.7 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ F .....	130

3.8 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΑΜΠΥΛΩΝ F .....	131
3.8.1 Υπολογισμός ηλιακού συστήματος με την μέθοδο των καμπύλων f .....	136
3.9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ – ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΣΥΛΛΕΚΤΗ ΕΔΑΦΟΥΣ .....	142
3.10 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΝΕΡΟΥ (FAN COIL).....	144
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>146</b>
4.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ .....	146
4.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ.....	146
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>148</b>





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ Α.Π.Ε ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ

### 1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Καθώς οι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως το πετρέλαιο, το υγραέριο και ο άνθρακας, εξακολουθούν να μειώνονται, αρχίζει να αυξάνεται το ενδιαφέρον για καινούργιες ενεργειακές πηγές. Οι επιστήμονες έχουν στραφεί προς τον άνεμο, τα κύματα και τις παλίρροιες ως μορφές ενέργειας για δέσμευση. Για πολλούς, οι μεγαλύτερες ελπίδες βρίσκονται στον ήλιο, γιατί η θερμότητα του μπορεί να αξιοποιηθεί με την μορφή ενέργειας. Μια άλλη ενεργειακή πηγή που βρίσκεται πολύ κοντά μας απ' ότι ο ήλιος στη, πραγματικότητα βρίσκεται ακριβώς κάτω απ' τα πόδια μας είναι η ίδια η Γη .

Στην Ελλάδα οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής ενεργειακής τους κατανάλωσης. Η κατανάλωση ενέργειας για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχεται στο 18% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου. Οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο αποκλειστικά το πετρέλαιο αντιστοιχούν στο 35,5% του συνόλου. Το υπόλοιπο 64% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν σε ποσοστό 25% πετρέλαιο, 12% ηλεκτρισμό και 18% καυσόξυλα.

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια στην Ελλάδα παρουσιάζει αυξητική τάση λόγω της αύξησης της χρήσης κλιματιστικών και μικροσυσκευών. Η χρήση των κλιματιστικών αποτελεί σημαντικό παράγοντα αύξησης του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής στη χώρα, με τεράστιες οικονομικές συνέπειες και σημαντική επιβάρυνση του καταναλωτή. Επί πλέον τα κλιματιστικά επιδεινώνουν το φαινόμενο της υπερθέρμανσης των αστικών κέντρων και τις συνεπαγόμενες δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν το καλοκαίρι.



Σχ 1.1 :Ενεργειακό κτήριο

### Το θερμό εσωτερικό

Στο εσωτερικό της Γης αναπτύσσονται πολύ υψηλές θερμοκρασίες σε μερικές περιοχές είναι τόσο υψηλές που το πέτρωμα είναι σε ρευστή κατάσταση. Κατά την εκσκαφή των πρώτων βαθιών ορυχείων, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει μια γεωμετρική βαθμίδα, δηλαδή η θερμοκρασία της γης αυξάνει με το βάθος. Τα σύγχρονα ορυχεία μεγάλου βάθους πρέπει να αερίζονται για να προφυλάσσονται η μεταλλωρύχοι από την υψηλή θερμοκρασία. Η προέλευση αυτής της θερμότητας παρέμεινε για πολύ καιρό άγνωστη. Οι ανακαλύψεις του εικοστού αιώνα για την συμπεριφορά του ατομικού πυρήνα δείχνουν ότι το 80% περίπου της θερμότητας παράγεται από την ενέργεια που εκλύεται κατά ραδιενεργό διάσπαση μακρόβιων πυρήνων, όπως το ουράνιο 236 και το θόριο 232. Το υπόλοιπο 20% της θερμότητας προέρχεται από την ενέργεια των αρχικών υπέρθερμων υλικών, από τα οποία σχηματίστηκε η γη πριν από 4.600 εκατομμύρια χρόνια.



Σχ 1.2 : Το θερμό εσωτερικό της γης

### **Θερμική αγωγιμότητα**

Ενώ η γη έχει πολύ θερμό εσωτερικό, η επιφάνεια της είναι σχετικά ψυχρή, γιατί μικρό μέρος μόνο της θερμότητας φτάνει στην επιφάνεια. Η θερμότητα του εσωτερικού ρέει τόσο αργά που κατά μέσο όρο θα χρειαζόταν ένας χρόνος για να λιώσει ένα στρώμα πάγου πάχους μόλις 6 χιλιοστών. Η θερμότητα διατηρείται στο εσωτερικό της γης, λόγω της χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας των πετρωμάτων του πλανήτη. Αντί να είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας, δρουν ως μονωτές. Ωστόσο για να είναι χρήσιμη ως μορφή ενέργειας είτε για την λειτουργία στροβίλων είτε για την οικιακή θέρμανση, η θερμότητα αυτή πρέπει με κάποιον τρόπο να μεταφερθεί στην επιφάνεια.

Η εσωτερική θερμότητα του πλανήτη μας εκδηλώνεται στην επιφάνεια με την μορφή ηφαιστειακής δραστηριότητας η στις περιοχές όπου υπέρθερμο νερό η ατμός διαφεύγει από το υπέδαφος. Αυτές είναι περιοχές ροής εξαιρετικά υψηλής θερμοκρασίας. Κατά την ηφαιστειακή δραστηριότητα, η θερμότητα ελευθερώνεται με την μορφή λιωμένου πετρώματος. Τα υπόγεια υδατικά συστήματα μπορεί να θερμανθούν σε τέτοιο βαθμό ώστε ατμός υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας μέχρι 250 °C, είναι δυνατόν να εκτιναχτεί από το υπέδαφος με ταχύτητα μέχρι και 500 m/s.

### **Χρήση γεωθερμικής ενέργειας**

Οι υδροθερμικές και ηφαιστειακές δραστηριότητες παρέχουν γεωθερμική ενέργεια που ειδή έχει τιθασειυτή σε αρκετούς σταθμούς παράγωγης ενέργειας στον κόσμο. Η πιο γνωστή περίπτωση είναι η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ιταλία, στα φρεάτια του Λαρντερελο. Τα φρεάτια αυτά βάθους 610 μέτρων, παράγουν υπέρθερμο ατμό υψηλής πίεσης. Ο ατμός αυτός θέτει σε λειτουργία στροβιλογεννήτριες παράγωγης ηλεκτρικής ενέργειας. Αλλά ο υψηλής πίεσης ατμός δεν είναι η μονή χρήση γεωθερμικής ενέργειας. Κοντά στο Ρέικιαβικ στην Ισλανδία, θερμό νερό που αντλείται από βαθιά φρεάτια μεταφέρεται με δίκτυο σωληνώσεων και χρησιμοποιείται για την θέρμανση κτιρίων. Η θερμοκρασία του νερού πρέπει να είναι μεταξύ 60°C και 100°C για να είναι χρήσιμο για γεωθερμικές χρήσεις, όπως για την παράγωγή ηλεκτρισμού από στροβιλογεννήτριες. Δυστυχώς για να φτάσουμε σε τέτοιες θερμοκρασίες στα περισσότερα μέρη της υδρόγειου απαιτείται γεώτρηση σε βάθη 5-10 km, εγχείρημα υπερβολικά δαπανηρό.

Εκτός από την Ιταλία, την Ισλανδία και την Ν. Ζηλανδία υπάρχουν και άλλες <ημίθερμες> περιοχές, όπου η χρησιμοποίηση της γήινης θερμότητας για την παράγωγη ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί στο μέλλον, καθώς και η ανάγκη για ανανεώσιμες και ασφαλείς ενεργειακές πηγές αυξάνει συνεχώς .

### **Παραγωγή ηλεκτρισμού**

Η χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρισμού έχει διαδοθεί αρκετά καθώς υπάρχει μια σειρά παραγόντων που την καθιστούν ελκυστική και αποδοτική.

Σε χώρες του κόσμου όπου διατίθενται πολλές εναλλακτικές πηγές για την παραγωγή ηλεκτρισμού, συμπεριλαμβανόμενης και της γεωθερμίας, αυτή προτιμάται έναντι των άλλων καθώς όπως αναφέρθηκε δεν μπορεί να μεταφερθεί σε μακρινές αποστάσεις προς πώληση. Παράλληλα επιτρέπεται η αξιοποίηση των συμβατικών καυσίμων τα οποία είναι πιο δυσεύρετα, για ανώτερους και καλύτερους σκοπούς από την παραγωγή ηλεκτρισμού. Επιπρόσθετα ο γεωθερμικός ατμός αποτελεί μια ελκυστική εναλλακτική λύση παραγωγής ηλεκτρισμού λόγω του ότι αποτελεί μια πηγή ανανεώσιμη αλλά και λόγω των διαφόρων περιβαλλοντικών οφελών.

Η διεργασία που χρησιμοποιείται για την ηλεκτροπαραγωγή από γεωθερμία ποικίλει ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της πηγής. Η θερμότητα μπορεί να προέρχεται από γεωθερμικά γκάζερ που φθάνουν με φυσικό τρόπο ως την επιφάνεια της γης ή με κάποια γεώτρηση στον φλοιό της γης σε περιοχές που η θερμότητα βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια. Αυτές οι πηγές είναι συνήθως από μερικές εκατοντάδες μέτρα μέχρι και τα 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης. Ο θερμός ατμός σε αυτή την περίπτωση φτάνει στην επιφάνεια με πίεση, με δυνατό θόρυβο και με ταχύτητα που μπορεί να αγγίζει τα 1000 km/h και στη συνέχεια αξιοποιείται για την τελική παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Ο ατμός αυτός που αντλείται από το εσωτερικό της γης, μπορεί να είναι απαλλαγμένος από υγρασία(ξηρός ατμός) αλλά μπορεί και να είναι υγρός(εμπεριέχει υγρασία) ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τον σχηματισμό της γεωθερμικής πηγής. Η διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος δεν επηρεάζεται από αυτό το

κριτήριο. Η μόνη διαφορά στην περίπτωση που ατμός εμπεριέχει υγρασία είναι ο αρχική απαλλαγή του από αυτήν, πριν την εκμετάλλευση του.

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικά ρευστά μπορεί να λαμβάνει χώρα σε μονάδες που λειτουργούν είτε με αμοστρόβιλους ή με δυαδικό κύκλο, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού πόρου.

- Αμοστρόβιλοι (ηλεκτροπαραγωγοί στρόβιλοι)

Οι συμβατικοί αμοστρόβιλοι χρησιμοποιούνται σε ρευστά που έχουν θερμοκρασίες τουλάχιστον 150°C. Αρχικά ο ατμός καθαρίζεται από τα άλλα αέρια που μπορεί να εμπεριέχει (φιλτράρεται) και στη συνέχεια διοχετεύεται στους ηλεκτροπαραγωγούς στρόβιλους. Αυτοί οι μηχανισμοί, μετατρέπουν αρχικά την γεωθερμική ενέργεια σε μηχανική και στη συνέχεια σε ηλεκτρική ενέργεια.

Για τη μεταφορά των ρευστών από τις γεωτρήσεις στους στρόβιλους χρησιμοποιούνται θερμομονωτικές σωληνώσεις, για να αποφεύγεται η απώλεια θερμοκρασίας, οι οποίες και δεν υφίσταται εύκολα διάβρωση.

Οι μονάδες αυτές μπορούν να λειτουργούν με συμπυκνωτές(συμπυκνωτών ή condensing type) ή χωρίς. Ο ρόλος των συμπυκνωτών είναι η διατήρηση της πίεσης σε μια χαμηλή σταθερή τιμή. Σε αντίθετη περίπτωση (ατμοσφαιρικής εκτόνωσης ή back pressure type), η διαδικασία είναι φθηνότερη, αλλά η κατανάλωση ατμού ανά παραγόμενη κιλοβατώρα είναι περίπου διπλάσια από αυτήν σε μια μονάδα με συμπυκνωτές.

Οι μονάδες με συμπυκνωτές, εξαιτίας του ότι συνοδεύονται από περισσότερο βοηθητικό εξοπλισμό, είναι πιο περίπλοκες στο σχεδιασμό τους και χρειάζονται διπλάσιο χρόνο κατασκευής και εγκατάστασης. Όμως, η κατανάλωση ατμού είναι όπως αναφέρθηκε, περίπου μισή σε σχέση με την περίπτωση των αμοστρόβιλων ατμοσφαιρικής εκτόνωσης.

- Δυαδικού κύκλου

Στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ρευστά χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας εφαρμόζεται η τεχνολογία των δυαδικών ρευστών.

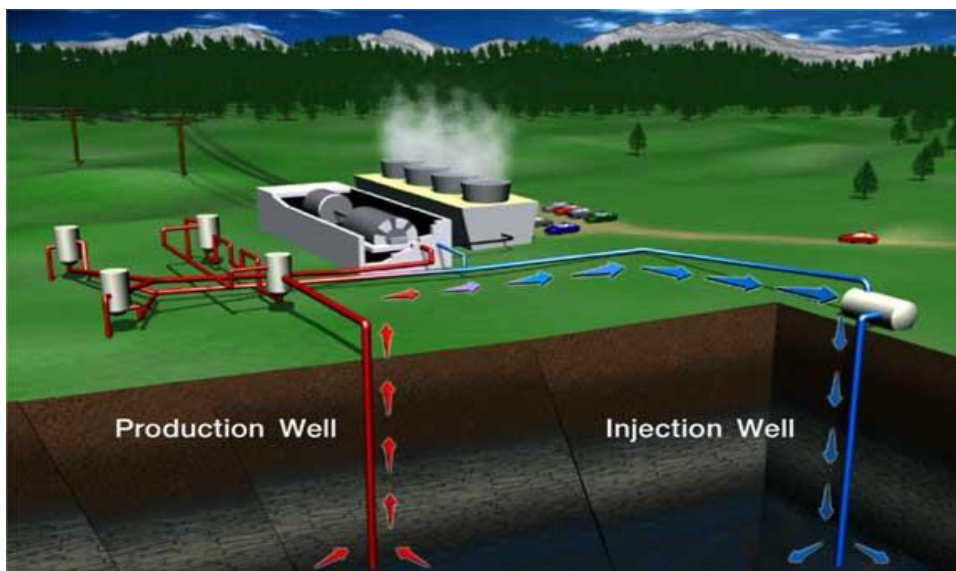
Σε τέτοιου τύπου εγκαταστάσεις χρησιμοποιείται ένα δευτερεύον οργανικό ρευστό(πχ ισοπεντάνιο), το οποίο έχει χαμηλό σημείο ζέσεως και υψηλή τάση ατμών σε

χαμηλές θερμοκρασίες, αν συγκριθεί με τον υδάτινο ατμό. Το γεωθερμικό ρευστό προσφέρει στην περίπτωση αυτή θερμότητα στο δευτερεύον υγρό μέσω εναλλακτών θερμότητας, οπότε το τελευταίο εξατμίζεται και ο ατμός που παράγεται κινεί έναν κανονικό στρόβιλο. Στη συνέχεια επαναψύχεται και συμπυκνώνεται, οπότε η διαδικασία γίνεται ένας κύκλος (κύκλος Rankine).

Εάν γίνει σωστή επιλογή του δευτερεύοντος ρευστού, τα δυαδικά συστήματα μπορούν να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να αξιοποιούν γεωθερμικά ρευστά με θερμοκρασία που κυμαίνεται μεταξύ 85-170°C. Το ανώτερο όριο εξαρτάται από τη θερμική σταθερότητα του οργανικού ρευστού και το κατώτατο όριο από οικονομοτεχνικούς παράγοντες.

Γενικότερα, ο βαθμός απόδοσης των συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής είναι ακόμη αρκετά χαμηλός, καθώς σε μέγιστη τιμή φτάνει μόνο το 12%. Παρόλα αυτά η οικονομική αποδοτικότητα τους, συνεχίζει να παραμένει υψηλότερη από εκείνη της χρήσης συμβατικών θερμικών μονάδων. Αξίζει να σημειωθεί πως αρκεί μια και μόνο γεώτρηση ξερού ατμού για να τροφοδοτήσει ένα στρόβιλο μετατροπής ενέργειας ισχύος μέχρι και 10 MW και να δώσει περίπου 80 εκ. Κιλοβατώρες ηλεκτρικού ρεύματος το χρόνο.

Η εγκατεστημένη ισχύς των γεωθερμικών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στον κόσμο ανέρχεται σήμερα σε 9.000 MW περίπου.



Σχ 1.3 : Γεωθερμική μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

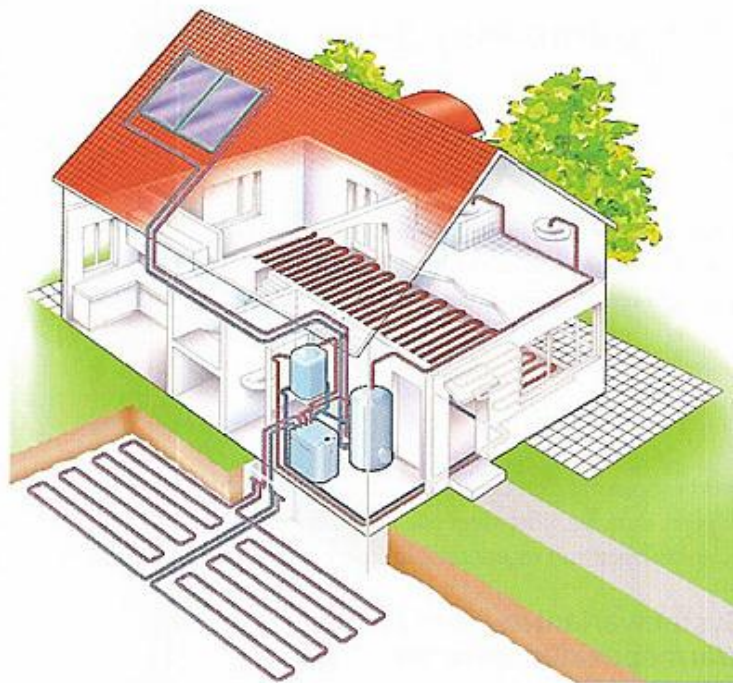


## 1.2 ΑΜΕΣΗ ΧΡΗΣΗ

Η άμεση χρήση της θερμότητας των γεωθερμικών ρευστών για διάφορους σκοπούς, είναι η παλαιότερη, η πιο πολύπλευρη και η πλέον συνηθισμένη μορφή αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας. Στη περίπτωση αυτή, αξιοποιούνται γεωθερμικές πηγές μέσης και χαμηλής ενθαλπίας αλλά και η αβαθής γεωθερμία, όπου η θερμοκρασία των ρευστών είναι σημαντικά χαμηλότερη. Αναλυτικότερα η εφαρμογή αυτή της γεωθερμικής ενέργειας, εκμεταλλεύεται άμεσα τις θερμές μάζες του εδάφους ή των υπόγειων υδάτων με σκοπό διάφορες εφαρμογές. Ιδιαίτερης σημασίας είναι οι εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης κτηρίων αλλά και διάφορες άλλες όπως αγροτικές εφαρμογές, υδατοκαλλιέργειες και κάποιες βιομηχανικές χρήσεις.

- Θέρμανση και ψύξη χώρων

Ο γεωθερμικός κλιματισμός (θέρμανση και ψύξη) χώρων πραγματοποιείται μέσω της τεχνολογίας των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (heat pumps).



Σχ 1.4 : Γεωθερμική αντλία θερμότητας (heat pumps).



- Λοιπές εφαρμογές (αγροτικές εφαρμογές, υδατοκαλλιέργειες)

Οι αγροτικές εφαρμογές της γεωθερμίας συνίστανται κυρίως στις ανοικτές καλλιέργειες και τη θέρμανση θερμοκηπίων. Το θερμό νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις ανοικτές καλλιέργειες για την άρδυσή τους ή τη θέρμανση του εδάφους. Κατά την άρδευση με χλιαρό νερό θα πρέπει οι μεγάλες ποσότητες νερού να έχουν θερμοκρασία τόσο χαμηλή, ώστε να μην προκαλούν ζημιές στις αρδευόμενες καλλιέργειες. Η θέρμανση του εδάφους με υπεδάφους σωλήνες χωρίς την ύπαρξη του αρδευτικού συστήματος θα προκαλούσε μείωση της θερμικής αγωγιμότητάς του, εξαιτίας της μείωσης της υγρασίας γύρω από τους σωλήνες, και κατ' επέκταση θα οδηγούσε σε θερμική μόνωση. Μια βέλτιστη λύση αποτελεί ο συνδυασμός θέρμανσης εδάφους και άρδευσης.

Η γεωθερμία βρίσκει εφαρμογή και στον τομέα των υδατοκαλλιεργειών. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας εκτροφής των ειδών αυτών είναι πολύ πιο σημαντικός σε σχέση με τα είδη που αναπτύσσονται στην ξηρά. Διατηρώντας με τεχνητά μέσα τη θερμοκρασία σε βέλτιστα επίπεδα, καθίσταται δυνατή η εκτροφή των ειδών, η βελτίωση της παραγωγής ή ακόμη και ο διπλασιασμός του αναπαραγωγικού κύκλου σε μερικά είδη.

Το μέγεθος των εγκαταστάσεων εξαρτάται από την αρχική θερμοκρασία των ρευστών, τη θερμοκρασία που απαιτείται στις δεξαμενές εκτροφής και από τις θερμικές απώλειες των τελευταίων.

Τα γεωθερμικά ρευστά, σε ολόκληρο το θερμοκρασιακό τους εύρος, είτε πρόκειται για ατμό είτε για νερό, μπορούν να αξιοποιηθούν και σε βιομηχανικές εφαρμογές. Οι διάφορες δυνατές μορφές αξιοποίησης περιλαμβάνουν θέρμανση κατά τη διεργασία εξάτμιση, ξήρανση, απόσταξη, αποστείρωση, πλύσιμο, λιώσιμο πάγων και ανάκτηση αλάτων. Άλλα συγκεκριμένα παραδείγματα βιομηχανικών εφαρμογών είναι η εμφιάλωση νερού και ανθρακούχων ποτών, η παραγωγή χαρτιού, τμημάτων αυτοκινήτων, η ανάκτηση λαδιού, η παστερίωση γάλακτος, η χρήση στη βυρσοδεψία, η χημική ανάκτηση προϊόντων, η παραγωγή με διαχωρισμό του CO<sub>2</sub>, η χρήση σε πλυντήρια, η ξήρανση γης διατομών, η επεξεργασία πολτού και χαρτιού και η παραγωγή βορικών αλάτων και βορικού οξέος.

### 1.3 Η ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Μετά την ενεργειακή κρίση της δεκαετίας του 1970, πολλές κυβερνήσεις έστρεψαν την προσοχή τους σε πηγές ενέργειας που περιόριζαν την κατανάλωση ορυκτών καύσιμων. μια τέτοια πηγή αποτελεί η γεωθερμική ενέργεια .

Στο μεγαλύτερο τμήμα της Ελλάδας η θερμική ροή είναι υψηλότερη από την μέση γήινη. Το γεγονός αυτό οδήγησε τα τελευταία χρόνια σε μια αύξηση των δραστηριοτήτων που αποσκοπούν στον εντοπισμό και στην εκμετάλλευση των υπαρχόντων γεωθερμικών πεδίων. Πολλά από τα πεδία αυτά συνδέονται με το ηφαιστειακό νησιωτικό τόξο του Αιγαίου. Γενικά ο ελληνικός χώρος προσφέρεται για την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας, όπως προκύπτει και από τα ιδικά διεθνή συνέδρια που έχουν πραγματοποιηθεί στην Αθήνα με αυτό το αντικείμενο. Οι έρευνες αυτές πραγματοποιούνται από την ΔΕΗ και το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο γεωλογικών – μεταλλευτικών ερευνών) στη Νίσυρο, τη Λέσβο, στο Λουτράκι (Σουσάμι), το Πλατύστομο, στην Αιδηψό, στον Πόρο και στη Μήλο. Ιδιαίτερα στη Μήλο όπου η γεωθερμική βαθμίδα είναι 3-4 m, έχουν κατασκευαστεί γεωθερμικά φρέατα, το βάθος των οποίων ξεπερνά τα 1.400 m. Οι δόκιμες παράγωγης σε αυτά τα φρέατα έδωσαν 300 περίπου τόνους ανά ώρα γεωθερμικού μίγματος (θερμό νερό – ατμός) με θερμοκρασίες 215°C -236°C και πίεση 15-30 kg/cm<sup>2</sup> στην επιφάνεια του εδάφους.

### 1.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η παρακάτω ταξινόμηση γίνεται με βάση το είδος των γεωθερμικών πόρων.

- Υδροθερμικά συστήματα ή πόροι (hydrothermal systems or resource) .

Αποτελούνται από φυσικά υπόγεια θερμά νερά, τα οποία βρίσκονται σε έναν ή περισσότερους ταμιευτήρες, θερμαίνονται από μια εστία θερμότητας και συχνά εμφανίζονται στην επιφάνεια της γης με τη μορφή θέρμων εκδηλώσεων.

- Πεπιεσμένα συστήματα (geopressured systems) .

Αποτελούνται από ρευστά εγκλεισμένα συστήματα σε μεγάλο βάθος που βρίσκονται περιορισμένα από μη πέρατα πετρώματα και έτσι η πίεση τους υπερβαίνει την υδροστατική.

- Συστήματα βαθιών θέρμων – ξηρών πετρωμάτων ( a back type)

Είναι τα θερμά πετρώματα σε βάθος από 3 ως 10 km χωρίς φυσική κυκλοφορία ρευστών, από τα όποια μπορεί να ανακτηθεί ενέργεια χρησιμοποιώντας νερό που διοχετεύεται από την επιφάνεια με τη βοήθεια κατάλληλων γεωτρήσεων, και ανακτάται θερμότερο με την μορφή νερού ή ατμού μέσω άλλων γεωτρήσεων.

- Μαγματικά συστήματα (magma systems).

Αναφέρονται στην απόληψη θερμότητας με κατάλληλες γεωτρήσεις με μαγματικές διεισδύσεις, που βρίσκονται σε σχετικά μικρό βάθος.

- Αβαθής γεωθερμία (earth or shallow energy).

Με αυτό το γεωθερμικό σύστημα η λήψη της ενέργειας γίνεται από μικρά βάθη με την επανακυκλοφορία νερού σε κλειστές υδροφόρες ή «ξηρές» γεωτρήσεις ή ακόμα και σε ρηχές επιφάνειες εδάφους-πετρωμάτων.

Παρακάτω φαίνεται στον Πινάκα συγκεντρωμένες τις χρήσεις των διαφορετικών μορφών γεωθερμικής ενέργειας.

Θερμοκρασία ταμειυτήρα	Ρευστό ταμειυτήρα	Συνήθης χρήση	Τεχνολογία που συνήθως επιλέγεται
Υψηλή θερμοκρασία (> 220°C)	Νερό ή ατμός	Ηλεκτροπαραγωγή	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ακαριαίος ατμός</li> <li>• Συνδυασμένος κύκλος (ακαριαία ατμοποίηση &amp; δυαδικός)</li> </ul>
		Άμεση χρήση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άμεση χρήση ρευστού</li> <li>• Εναλλάκτες θερμότητας</li> <li>• Αντλίες θερμότητας</li> </ul>
Ενδιάμεση θερμοκρασία (100-220°C)	Νερό	Ηλεκτροπαραγωγή	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Δυαδικός κύκλος</li> </ul>
		Άμεση χρήση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άμεση χρήση ρευστού</li> <li>• Εναλλάκτες θερμότητας</li> <li>• Αντλίες θερμότητας</li> </ul>
Χαμηλή θερμοκρασία (50-150°C)	Νερό	Άμεση χρήση	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Άμεση χρήση ρευστού</li> <li>• Εναλλάκτες θερμότητας</li> <li>• Αντλίες θερμότητας</li> </ul>

Από τα συστήματα που παρουσιάστηκαν στην δίκη μας περίπτωση έχει νόημα η αβαθής γεωθερμία διότι με αυτήν μπορούμε εύκολα να παράγουμε την θερμική ενέργεια που θέλουμε.

### **Αβαθής γεωθερμία**

Έχει διαπιστωθεί ότι οι ατμοσφαιρικές συνθήκες επηρεάζουν την θερμοκρασία κάτω από την επιφάνεια της γης για μικρό σχετικά βάθος μέχρι 15 m. Από εκεί και κάτω η μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους υπακούει μόνο στους κανόνες της γεωθερμικής βαθμίδας. Αυτό σημαίνει ότι αυξάνεται σταθερά με το βάθος και με μέσο ρυθμό της τάξης του 1°C /30m, ρυθμός που αποτελεί τη μέση ή ομαλή γεωθερμική βαθμίδα. Έτσι αβαθής γεωθερμία έχει οριστεί η θερμική ενέργεια των πετρωμάτων που βρίσκονται σε πολύ μικρά βάθη (Μέγεθος 100m ) και η θερμική ενέργεια των ρηχών γεωθερμικών ρευστών. Τα τελευταία χρόνια έχει εξελιχθεί ραγδαία η χρήση αντλιών θερμότητας για την εκμετάλλευση αυτής της ενέργειας. Οι αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται στην περίπτωση της γεωθερμίας ονομάζονται γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.

## **1.5 ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ ,ΤΑ ΕΙΔΗ ΚΑΙ Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ**

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα που ζεσταίνει νερό χρησιμοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στις χώρες που έχουν μεγάλη ηλιοφάνεια, όπως για παράδειγμα στις χώρες της Μεσογείου και στην Ελλάδα. Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η απλούστερη και η γνωστότερη ηλιακή συσκευή. Κατά την λειτουργία του γίνεται εκμετάλλευση δυο φυσικών φαινομένων. Με την αρχή του θερμοσίφωνου επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του νερού με φυσικό τρόπο χωρίς μηχανικά μέρη (αντλίες κλπ.) ενώ η θέρμανση του νερού γίνεται με την εκμετάλλευση του φαινομένου του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στους συλλέκτες του.

### **Ιστορία**

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας άρχισε να χρησιμοποιείται εξηλεκτρισμού. Μετά την πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70 και ιδιαίτερα τη δεκαετία του '80 άρχισε να χρησιμοποιείται ευρύτατα στις χώρες με ηλιοφάνεια. Στην Κύπρο αναλογεί ένας ηλιακός

θερμοσίφωνα για κάθε πέντε κατοίκους, ενώ στο Ισραήλ η χρήση τους είναι υποχρεωτική στις καινούργιες οικοδομές. Σε πολλές άλλες χώρες η χρήση τους επιδοτείται.

Στην Ελλάδα η διάδοση των ηλιακών συσκευών είναι πολύ εντυπωσιακή: το πρώτο μοντέλο λανσαρίστηκε το 1974, το 1980 υπήρχαν εγκατεστημένα περίπου εκατόν πενήντα χιλιάδες τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών και το 2004 περίπου τρία εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών. Μέρος της επιτυχίας αυτής των ηλιακών θερμοσίφωνων στην Ελλάδα οφείλεται στα φορολογικά κίνητρα που είχε θεσπίσει το Ελληνικό κράτος. Σήμερα οι ηλιακοί θερμοσίφωνα χρησιμοποιούνται από περισσότερους από ένα εκατομμύριο καταναλωτές. Μέχρι και τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα ήταν απ' τις κύριες κατασκευάστριες χώρες ηλιακών θερμοσίφωνων.

## Είδη

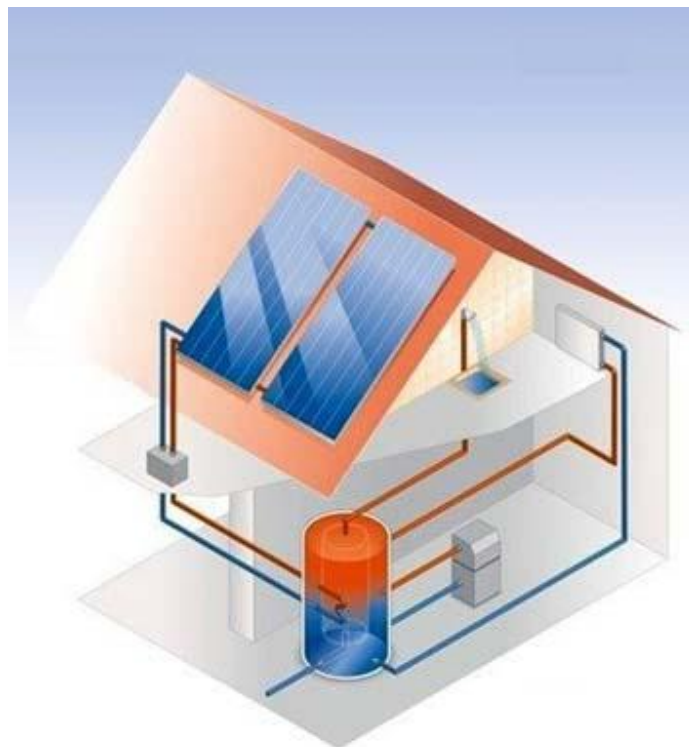
Διακρίνουμε δύο είδη ηλιακών θερμοσίφωνων ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου:

- Ανοικτού κυκλώματος: απευθείας θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε).
- Κλειστού κυκλώματος: έμμεση θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα το οποίο θερμαίνει το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε χωρίς να γίνεται ανάμιξή τους, μέσω εναλλάκτη θερμότητας).

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνα ανοικτού κυκλώματος είναι απλούστεροι και φθηνότεροι έχουν όμως προβλήματα σε χαμηλές θερμοκρασίες (παγετούς) γιατί δεν μπορούμε να τους προσθέσουμε αντιψυκτικά μίγματα (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό χρήσης). Στους ηλιακούς θερμοσίφωνα κλειστού κυκλώματος μπορεί το θερμαινόμενο μέσο να είναι και άλλο ρευστό (πχ. λάδι). Αν είναι νερό, έχει αντιψυκτικά και αντιδιαβρωτικά πρόσθετα για προστασία της συσκευής.

Επίσης μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους ηλιακούς θερμοσίφωνα ανάλογα με τον αριθμό ενεργειακών πηγών που μπορούν να εκμεταλλευτούν σε:

- Διπλής ενέργειας: Ο θερμοσίφωνας λειτουργεί εκμεταλλευόμενος είτε την ηλιακή ενέργεια είτε το ηλεκτρικό ρεύμα (π.χ. κατά την διάρκεια συννεφιάς οπότε η ηλιακή ενέργεια δεν είναι αρκετή για να ζεστάνει το νερό). Για τον σκοπό αυτό υπάρχει ηλεκτρική αντίσταση τοποθετημένη εντός του τμήματος αποθήκευσης.
- Τριπλής ενέργειας: Λειτουργεί όπως ο ηλιακός θερμοσίφωνας διπλής ενέργειας αλλά έχει επιπλέον μια είσοδο για να εκμεταλλευτεί ως θερμαντικό μέσο το ζεστό νερό του καλοριφέρ που παράγεται από τον λέβητα κεντρικής θέρμανσης. Προϋπόθεση για την εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα τριπλής ενέργειας είναι να υπάρχει η κατάλληλη υποδομή στο οίκημα υπό την μορφή ξεχωριστών σωληνώσεων (ανά διαμέρισμα εάν πρόκειται για πολυκατοικία) που να συνδέουν το λεβητοστάσιο με τον χώρο εγκατάστασης του ηλιακού θερμοσίφωνα (ταράτσα ή σκεπή).



Σχ 1.5 : Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα (ταράτσα ή σκεπή).

## Μέρη

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ανεξάρτητα από το είδος τους, αποτελούνται από δύο βασικά μέρη:

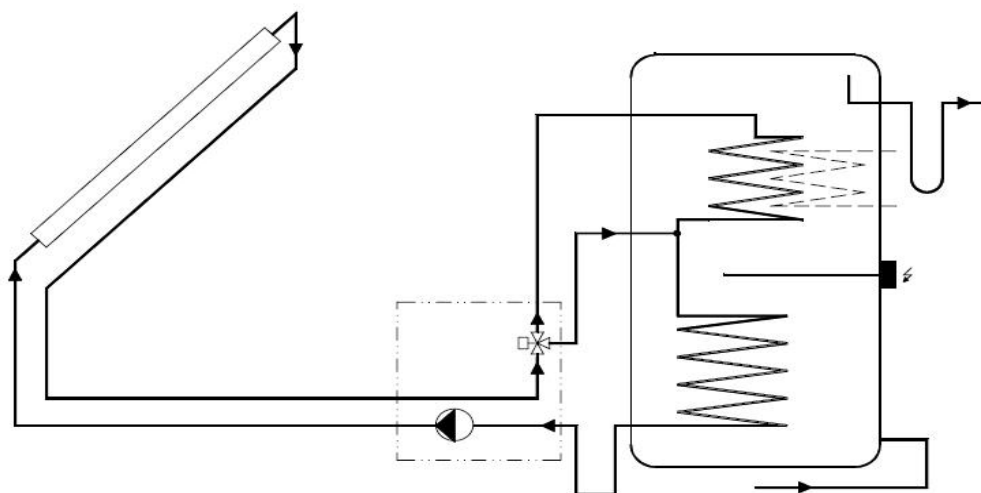
- Το τμήμα συλλογής (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας)
- Το τμήμα αποθήκευσης (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού)

Τα δύο αυτά μέρη είναι συναρμολογημένα μαζί και συνδέονται με σωληνώσεις αλλά σε μεγαλύτερα συστήματα μπορούν να είναι και χωριστά και να χρησιμοποιούνται αντλίες για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου, ειδικά όταν το τμήμα αποθήκευσης δεν βρίσκεται στον ίδιο χώρο με το τμήμα συλλογής. Το τμήμα αποθήκευσης διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε άσχημες καιρικές συνθήκες. Οι ακριβότεροι ηλιακοί θερμοσίφωνες διαθέτουν και κάποια λίγα εξαρτήματα ελέγχου όπως βαλβίδα υπερπίεσης ή αυτόματα εξαερίστηκα.

### Ηλιακοί συλλέκτες

Το κυριότερο μέρος ενός ηλιακού θερμοσίφωνα είναι οι ηλιακοί συλλέκτες (ή καθρέπτες), που είναι η επιφάνεια συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτή αποτελείται από τέσσερα μέρη:

- Την πλάκα συλλογής της ακτινοβολίας
- Τους σωλήνες ροής του νερού
- Την κάλυψη (κρύσταλλο) της πλάκας απορρόφησης και
- Το θερμικά μονωμένο πλαίσιο πάνω στο οποίο στερεώνονται τα υπόλοιπα εξαρτήματα.



Σχ 1.6 : Τομή ηλιακού συλλέκτη

### Λειτουργία ηλιακών συλλεκτών

Η λειτουργία των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στο χώρο ανάμεσα στην πλάκα απορρόφησης και τη γυάλινη επικάλυψη. Καταρχήν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στην (συνήθως μαύρη) απορροφητική πλάκα, ανεβάζοντας της θερμοκρασία της. Η πλάκα με τη σειρά της εκπέμπει μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (θερμική\_ακτινοβολία) για την οποία το τζάμι που καλύπτει την πλάκα είναι σχεδόν διαφανές. Έτσι η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (η ζέστη) παγιδεύεται ανάμεσα στην πλάκα και το τζάμι, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση όσον αφορά τη θέρμανση του νερού (που κυκλοφορεί σε σωλήνες που είναι σ' επαφή με την πλάκα στο πίσω μέρος της ή ενσωματωμένοι σ' αυτή).

Οι κρίσιμοι παράγοντες για την καλή απόδοση του συστήματος είναι η μεγάλη απορροφητικότητα της πλάκας στην ηλιακή ακτινοβολία, ο μικρός συντελεστής εκπομπής της πλάκας στη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία και η μεγάλη αδιαφάνεια του κρυστάλλου για τη δεύτερη. Τα υλικά που προσφέρουν την καλύτερη



σχέση απόδοσης-τιμής είναι γυαλί και επιφάνεια από αλουμίνιο ή χαλκό χρωματισμένη μαύρη.

### **Δεξαμενή αποθήκευσης**

Η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού χρήσης έχει χωρητικότητα που κυμαίνεται από 100 έως 200 λίτρα για συνήθεις οικιακές εφαρμογές. Η χωρητικότητά της είναι συνάρτηση της συλλεκτικής επιφάνειας που διαθέτει. Είναι συνήθως χαλύβδινη, με εσωτερική επίστρωση για προστασία από την διάβρωση. Η επίστρωση αυτή είναι συνήθως από ειδικά πλαστικά ή εποξειδικά χρώματα ή εμαγιέ (υαλόκραμα). Εναλλακτικά και για ακριβότερα συστήματα η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί να είναι χάλκινη ή ανοξειδωτή. Εξωτερικά έχει πολύ καλή μόνωση συνήθως από πολυουρεθάνη ή υαλοβάμβακα.

Συνήθως έχει ενσωματωμένη κάποια ηλεκτρική αντίσταση. Στα συστήματα κλειστού κυκλώματος έχει επιπλέον ενσωματωμένο εναλλάκτη (σερπαντίνα) για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου ή σε πιο ακριβά συστήματα είναι διπλών τοιχωμάτων (ανάμεσα στα δύο τοιχώματα κυκλοφορεί το θερμαινόμενο μέσο).

### **Αρχή λειτουργίας**

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας κατά την λειτουργία του εκμεταλλεύεται το φυσικό φαινόμενο της ροής των ρευστών λόγω διαφοράς θερμοκρασίας (διαφοράς πυκνότητας), γνωστό και σαν αρχή του θερμοσίφωνα. Έτσι πετυχαίνεται με φυσικό τρόπο χωρίς κυκλοφορητή (αντλία) συνεχής ροή του θερμαινόμενου μέσου, από το θερμότερο σημείο (ηλιακοί συλλέκτες) προς το ψυχρότερο (δεξαμενή νερού), μέχρις ότου τα δύο σημεία να αποκτήσουν παρόμοιες θερμοκρασίες. Για να είναι αυτό δυνατό πρέπει το ψυχρότερο σημείο να είναι ψηλότερα από το θερμότερο σημείο και για τον λόγο αυτό σε όλους τους ηλιακούς θερμοσίφωνες η δεξαμενή αποθήκευσης είναι πάντα ψηλότερα από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Η συνολική απόδοση του ηλιακού θερμοσίφωνα εξαρτάται κι απ' τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τη νεφοκάλυψη και την αποτελεσματικότητα της θερμικής μόνωσης του συστήματος.

### **Εγκατάσταση**

Ο καλύτερος προσανατολισμός για την τοποθέτηση των ηλιακών θερμοσιφώνων (ακριβέστερα των ηλιακών συλλεκτών) είναι ο νότιος, για να εκμεταλλεύεται ο θερμοσίφωνας όσο περισσότερες ώρες ηλιοφάνειας γίνεται. Απόκλιση μέχρι 15 μοίρες από τον νότο δεν έχει μεγάλη επίπτωση στην απόδοσή του. Σε μεγαλύτερη απόκλιση παρατηρείται μείωση της απόδοσης. Ακόμα η κλίση του ηλιακού συλλέκτη πρέπει να είναι 20-50 μοίρες. Μεγαλύτερη ή μικρότερη κλίση μειώνει την απόδοση.

Οι προβλεπόμενες συνδέσεις για την λειτουργία του είναι δύο υδραυλικές (είσοδος κρύου νερού, έξοδος ζεστού νερού χρήσης) και μία ηλεκτρική (ηλεκτρική αντίσταση). Στην είσοδο του κρύου νερού πρέπει να τοποθετηθεί βάννα για να είναι δυνατή η απομόνωσή του από το δίκτυο σε περίπτωση συντήρησης ή επισκευής. Καλό είναι στις υδραυλικές σωληνώσεις να τοποθετηθεί βαλβίδα ασφαλείας έναντι υπερπίεσης και αυτόματο εξαεριστικό, αν δεν υπάρχουν ήδη ενσωματωμένα από τον κατασκευαστή. Καλό είναι επίσης στην σωλήνωση εξόδου του ζεστού νερού χρήσης να τοποθετηθεί εξωτερικό μονωτικό περίβλημα καλής ποιότητας.

Χρειάζεται στοιχειώδης συντήρηση, κυρίως καθαρισμός των πλακών επιφανειακά, αντικατάσταση της αντιδιαβρωτικής προστασίας όποτε αυτό απαιτείται σύμφωνα με τον κατασκευαστή και συμπλήρωση με αντιψυκτικό υγρό τον χειμώνα (μόνο στους ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος). Ακόμα σε περιπτώσεις ισχυρού ψύχους (χιόνι, παγετός κλπ) συνιστάται η κάλυψη των κρυστάλλων με πανί ή χαρτόνι για να αποφευχθεί η καταστροφή τους (θραύση). Σημειώνεται ότι η κάλυψη των κρυστάλλων δεν προσφέρει καμία προστασία σε περίπτωση θερμοσιφώνων ανοικτού κυκλώματος. Το μόνο αποτελεσματικό μέτρο σε τέτοιες περιπτώσεις είναι το πλήρες άδειασμα του θερμοσίφωνα από το νερό μέχρι να αυξηθεί η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πάνω από το μηδέν.

## **Ο ηλιακός θερμοσίφωνας σαν οικολογική συσκευή**

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι μια απ' τις "καθαρότερες" και πιο αποδοτικές συσκευές που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη διάρκεια ζωής του ο ηλιακός θερμοσίφωνας εξοικονομεί περίπου δυο χιλιάδες ευρώ απ' τους λογαριασμούς ρεύματος σε τιμές 2005, ενώ αποφεύγεται η έκλυση περίπου τριάντα τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Κάθε ντους με νερό από ηλιακό θερμοσίφωνα ισοδυναμεί με τρία κιλά διοξειδίου του άνθρακα λιγότερα στην ατμόσφαιρα.

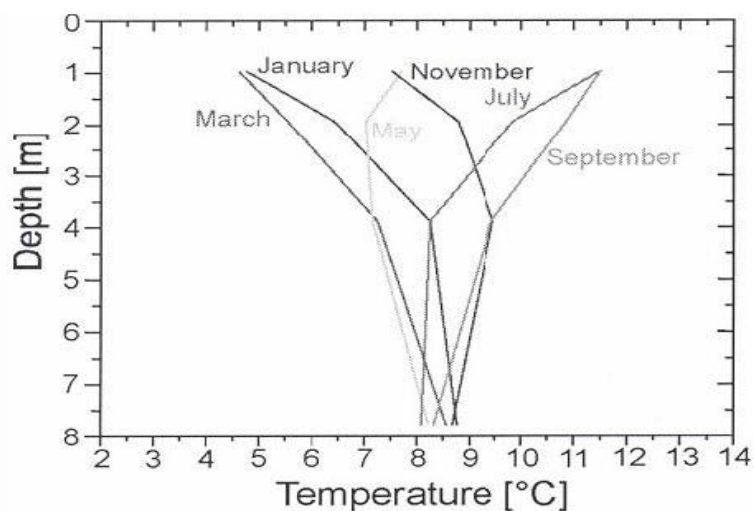
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

# ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΒΑΘΟΥΣ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ ΚΑΙ Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ

### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

#### Αβαθής γεωθερμία

Έχει διαπιστωθεί ότι οι ατμοσφαιρικές συνθήκες επηρεάζουν την θερμοκρασία κάτω από την επιφάνεια της γης για μικρό σχετικά βάθος μέχρι 15 m. από εκεί και κάτω η μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους υπακούει μόνο στους κανόνες της γεωθερμικής βαθμίδας. Αυτό σημαίνει ότι αυξάνεται σταθερά με το βάθος και με μέσο ρυθμό της τάξης του  $1^{\circ}\text{C} / 30\text{m}$ , ρυθμός που αποτελεί τη μέση ή ομαλή γεωθερμική βαθμίδα. Έτσι αβαθής γεωθερμία έχει οριστεί η θερμική ενέργεια των πετρωμάτων που βρίσκονται σε πολύ μικρά βάθη (Μέγεθος. 100m ) και η θερμική ενέργεια των ρηχών γεωθερμικών ρευστών. Τα τελευταία χρόνια έχει εξελιχθεί ραγδαία η χρήση αντλιών θερμότητας για την εκμετάλλευση αυτής της ενέργειας. Οι αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται στην περίπτωση της γεωθερμίας ονομάζονται γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.



Σχ : 2.1 Στο σχήμα βλέπουμε ότι όσο απομακρυνόμαστε από την επιφάνεια η θερμοκρασία είναι πιο σταθερή.

## 2.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Γενικά η αντλία θερμότητα είναι μια συσκευή που έχει την ικανότητα να μεταφέρει θερμότητα από ένα μέσο με χαμηλή θερμοκρασία σε ένα άλλο μέσο με υψηλότερη θερμοκρασία. Αυτό πραγματοποιείται στην περίπτωση της γεωθερμίας με απορρόφηση θερμότητας από μια πηγή σχετικά χαμηλής θερμοκρασίας (όπως είναι το υπόγειο ή το επιφανειακό νερό, ο εξωτερικός αέρας κτλ. ) και τη μεταφορά αυτής σε ένα θερμόμετρο μέσο όπως είναι το νερό ή ο αέρας που χρησιμοποιείται τελικά για τη θέρμανση ενός χώρου. Τα βασικά μηχανικά εξαρτήματα μιας αντλίας θερμότητας είναι ο συμπιεστής, ο συμπυκνωτής, ο εξατμιστής, η βαλβίδα εκτόνωσης και σαφώς η πηγή ενέργειας. Οι περισσότερες αντλίες θερμότητας είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να αντιστρέφονται από την ψυκτική στην θερμική λειτουργία. Το γεγονός αυτό επιτρέπει τη χρήση της ίδιας συσκευής και για την απαιτούμενη ψύξη αλλά και για την απαιτούμενη θέρμανση του χώρου.

Η πιο συνηθισμένη πηγή ενέργειας για τις αντλίες θερμότητας είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας, με σοβαρό μειονέκτημα των συστημάτων αυτών ότι δεν μπορούν να λειτουργήσουν αποδοτικά σε θερμοκρασίες μικρότερες των 50°C. Η εξέλιξη στον χώρο των αντλιών έχει ως αποτέλεσμα τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας οι οποίες χρησιμοποιούν ως πηγή ενέργειας το έδαφος και το νερό (υπόγειο ή επιφανειακό). Η ενέργεια αυτή είναι ακριβώς αυτό που έχουμε ονομάσει αβαθής γεωθερμία. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας ξεπερνούν το μειονέκτημα των συστημάτων με ατμοσφαιρικό αέρα και λειτουργούν ικανοποιητικά ακόμα και σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Επιπλέον τα υπόγεια νερά και το έδαφος, υπερτερούν σημαντικά έναντι του αέρα ως πηγές θερμότητας επειδή καθόλα τη διάρκεια το έτος έχουν σταθερή θερμοκρασία. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας παρουσιάζουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα:

- Πλεονεκτήματα:

1. Υψηλή απόδοση και σταθερή ικανότητα.

2. Πολύ καλή ποιότητα αέρα και εύκολη επίτευξη θερμικής άνεσης στον κλιματιζόμενο χώρο.
3. Απλός εξοπλισμός και έλεγχος επιμέρους εξαρτημάτων.
4. Χαμηλό κόστος συντήρησης.
5. Καλύπτουν συνήθως ολόκληρη τη ζήτηση για θέρμανση χωρίς τη χρήση βοηθητικών συστημάτων.
6. Χαμηλό κόστος στη θέρμανση νερού.
7. Δεν έχουν εξωτερικό εξοπλισμό.
8. Απόλυτα φιλικές με το περιβάλλον.

• Μειονεκτήματα:

1. Αρκετά υψηλό αρχικό κόστος.
2. Η λειτουργία και η απόδοση εξαρτώνται άμεσα από το υπέδαφος, τον εξοπλισμό και τον σωστό σχεδιασμό.
3. Υπάρχει περιορισμένος αριθμός από διαπιστευμένους σχεδιαστές και κατασκευαστές τέτοιων συστημάτων.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ) χωρίζονται σε 3 κατηγορίες με κριτήριο τα ψυκτικά μέσα με τα οποία λειτουργούν. Έτσι έχουμε:

1. ΓΑΘ που λειτουργούν με υπόγεια νερά (ground water open loop heat pumps) σχετικά ψυχρά(10-15°C), ή και κάπως θερμότερα(20-35°C).

2. ΓΑΘ που λειτουργούν με επιφανειακά νερά (surface water heat pumps).

3. ΓΑΘ που είναι συνδεδεμένες με το υπέδαφος (ground coupled heat pumps). Οι δυο πρώτες κατηγορίες αναφέρονται σε συστήματα που υπάρχει ταμιευτήρας νερού είτε κάτω από το έδαφος σε κάποιο βάθος είτε επιφανειακά νερά σε χαμηλή θερμοκρασία. Οι δυο αυτές περιπτώσεις δεν θα μας απασχολήσουν γιατί η εφαρμογή τους δεν ταιριάζει στη συγκεκριμένη μελέτη . Έτσι θα ασχοληθούμε με τις ΓΑΘ που είναι συνδεδεμένες με το υπέδαφος. Ο βαθμός απόδοσης (COP) μιας γεωθερμικής αντλίας συνδεδεμένης με το υπέδαφος, δηλαδή η ποσότητα θερμικής ενέργειας που παράγει σε σχέση με την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει, είναι στην πράξη 4.0 έως 5.5, ενώ στην Αντλία Θερμότητας με πηγή αέρα είναι κατώτερη από 2.8 εξαρτώμενη από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

### 2.2.1 Περιγραφή λειτουργία

#### Κύκλος θέρμανσης

Κατά τον κύκλο θέρμανσης, το υπόγειο νερό ή το αντιψυκτικό μίγμα, αφού έχει κυκλοφορήσει μέσω των υπόγειων σωληνώσεων παίρνοντας τη θερμότητα του εδάφους έχει επιστρέψει στη μονάδα αντλίας θερμότητας στο εσωτερικό του κτιρίου. Στα συστήματα που χρησιμοποιείται νερό ή αντιψυκτικό μέσο, ακολουθεί η είσοδος αυτού στον θερμικό εναλλάκτη - αεροποιητή ο οποίος περιέχει ειδικό ψυκτικό μέσο, ενώ στα συστήματα απευθείας μετάδοσης θερμότητας (direct exchange) το ψυκτικό μέσο διέρχεται κατευθείαν στον συμπιεστή χωρίς τον ενδιάμεσο θερμικό εναλλάκτη. Στη συνέχεια η θερμότητα μεταφέρεται στο ψυκτικό μέσο το οποίο έχει χαμηλό σημείο ζέσης και το οποίο εξαερώνεται και κυκλοφορεί σε ένα κλειστό κύκλωμα. Στις περιπτώσεις ανοιχτών κυκλωμάτων γεωεναλλακτών το ρευστό επιστρέφει και αποδίδεται στη λίμνη ή στο πηγάδι από το οποίο αντλήθηκε. Στα κλειστά κυκλώματα το αντιψυκτικό μίγμα ή το ψυκτικό μέσο αντλείται πίσω στο υπόγειο σύστημα σωληνώσεων ώστε να αναθερμανθεί. Η βαλβίδα αντιστροφής κατευθύνει τον ατμό ( ψυκτικό μέσο) στον συμπιεστή, μέσω του οποίου μειώνεται ο όγκος του με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του. Εν συνεχεία, ο ζεστός πια ατμός κατευθύνεται μέσω της βαλβίδας αναστροφής στο συμπυκνωτή μέσω του οποίου αποδίδει τη θερμότητα του στον αέρα ο οποίος με τη σειρά του διαχέεται γύρω από το πηνίο και στη συνέχεια μέσω του συστήματος σωληνώσεων στο εσωτερικού του κτιρίου.

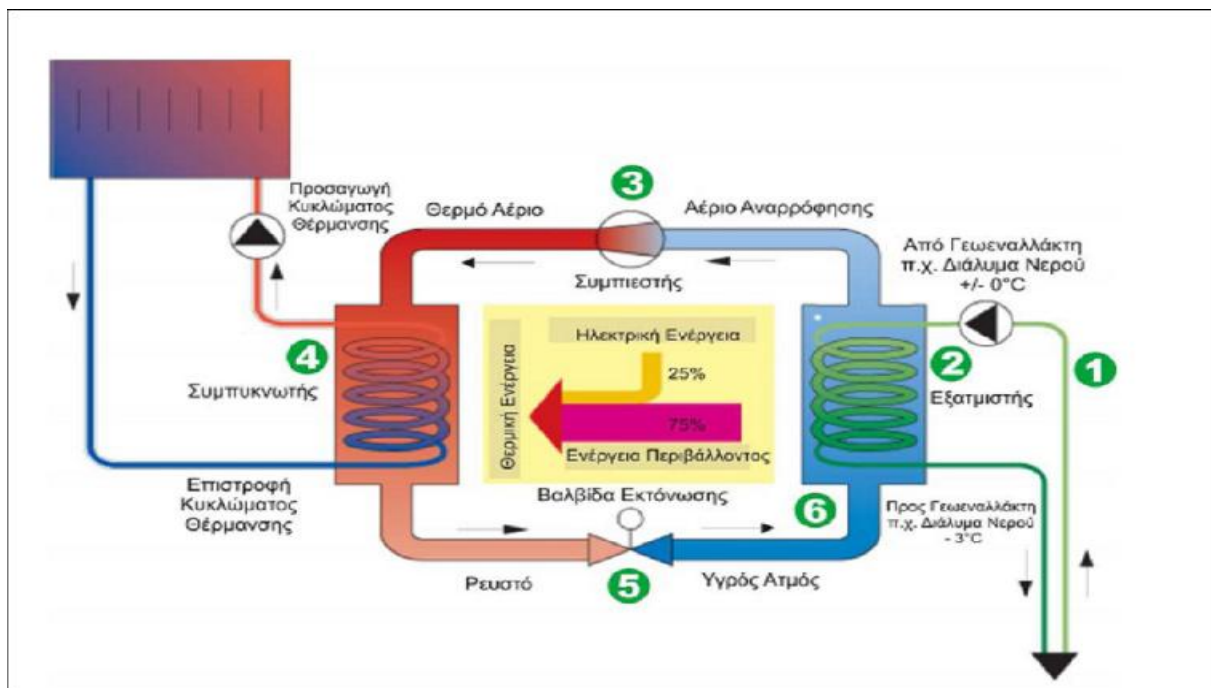
#### Παραγωγή ζεστού νερού

Κατά την διαδικασία αυτή, το νερό διέρχεται μέσω ενός πηνίου στον συμπυκνωτή το οποίο θερμαίνεται απορροφώντας ένα ποσό της θερμότητας που διαχέεται σ' αυτόν. Πλεονάζουσα θερμότητα είναι πάντα διαθέσιμη κατά τη κύκλο ψύξης της αντλίας τους θερινούς μήνες, ακόμη όμως και στις ενδιάμεσες κλιματικές συνθήκες όταν η αντλία θερμότητας βρίσκεται πάνω από το σημείο ισορροπίας χωρίς να έχει περάσει στο

στάδιο πλήρης ικανότητας. Υπάρχουν ακόμη και συστήματα, στα οποία η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης γίνεται κατά επιλογή με την λειτουργία κατάλληλου διακόπτη.

### Ο κύκλος ψύξης

Αποτελεί ουσιαστικά την αντίστροφη διαδικασία του κύκλου θέρμανσης, αφού η κατεύθυνση του ατμού ορίζεται από την βαλβίδα αντιστροφής. Το ψυκτικό μέσο-ατμός αντλεί την θερμότητα του εσωτερικού του κτιρίου και τη μεταφέρει απευθείας (στα συστήματα απευθείας μετάδοσης θερμότητας) είτε στο υπόγειο νερό είτε στο αντιψυκτικό μίγμα. Η θερμότητα αποδίδεται τότε, στις περιπτώσεις ανοιχτών κυκλωμάτων, στον υδροφορέα ή στο φρεάτιο επαναφόρτισης ή στην περίπτωση κλειστού κυκλώματος, στις υπόγειες σωληνώσεις.



Σχ 2.3 : Διάγραμμα λειτουργίας αντλίας θερμότητας

1. Το διάλυμα νερού με αντιψυκτικό που κυκλοφορεί στο κύκλωμα γεωεναλλάκτη παίρνει την ενέργεια από το έδαφος, τα υπόγεια νερά ή τον αέρα.



2. Στον εξατμιστή, η ενέργεια μεταδίδεται σε ένα οικολογικό ψυκτικό μέσο με χαμηλό σημείο βρασμού, το οποίο μετατρέπεται σε αέριο για να κυκλοφορήσει σε ένα κλειστό κύκλωμα.
3. Στο συμπιεστή, αυξάνεται η πίεση του ψυκτικού μέσου, καθώς και η θερμοκρασία του που φθάνει σε επίπεδο κατάλληλο για θέρμανση.
4. Στο συμπυκνωτή, η θερμότητα από το ψυκτικό μέσο αποδίδεται στο κύκλωμα θέρμανσης της κατοικίας.
5. Η πίεση του ψυκτικού μέσου εκτονώνεται στη βαλβίδα εκτόνωσης.
6. Το ψυκτικό μέσο ρέει πάλι προς τον εξατμιστή και η διεργασία επαναλαμβάνεται.

### **2.2.2 Η αντλία θερμότητας που επιλέχτηκε για την μελέτη μας**

Επιλέχτηκε η αντλία θερμότητας VITOCAL-200-G της VISSMAN. Η Vitocal 200-G καθιστά τη χρήση των ανανεώσιμες πηγές ενέργειας πολύ ελκυστική - ιδιαίτερα για στέγαση της οικογένειας, καθώς η παραγωγή της μπορεί να ταιριάζει με την αντίστοιχη ζήτηση. Παρέχει κεντρική θέρμανση, δροσισμό και ζεστό νερό, μειώνει της εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κάθε μέρα και συμβάλει στην προστασία του περιβάλλοντος.



Σχ 2.4 : Αντλία θερμότητας VITOCAL-200-G

ΤΕΧΝΙΚΑ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
Τροφοδοσία ρεύματος	230 V / 50 Hz
Θερμική ικανότητα	10.5 kwatt
Ψυκτική ικανότητα	10.2 kwatt
Συντελεστής απόδοσης (COP) κατά τη διάρκεια της λειτουργίας θέρμανσης	4.1
Διαστάσεις	726 X 600 X 1135 mm
Βάρος	135 kg



Σχ 2.5 : Λεβητοστάσιο γεωθερμίας

### 2.3 ΓΕΩΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ

Χρησιμοποιώντας το έδαφος σαν πηγή ή δεξαμενή θερμότητας είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθεί σύνδεση μεταξύ του αντικειμένου το οποίο πρόκειται να θερμανθεί ή να ψυχθεί (κτίριο, κατοικία κ.λπ. ) και του εδάφους. Το ρόλο αυτό αναλαμβάνουν οι λεγόμενοι γεωεναλλάκτες. Πρόκειται για υπόγειους αγωγούς τοποθετημένους σε υπόγειες τάφρους σε βάθος έως 3 μέτρα από την επιφάνεια, μέσα από τους οποίους διέρχεται το ρευστό το οποίο ανάλογα το είδος του συστήματος μπορεί να είναι νερό, ψυκτικό υγρό ή και αέρας. Η σύνδεση αυτή με το έδαφος καλείται κύκλωμα ή βρόγχος. Οι γεωθερμικές αυτές συνδέσεις με το έδαφος μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες :

- Γεωεναλλάκτες κλειστού βρόγχου οι οποίοι εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που βρίσκεται αποθηκευμένη στους γεωλογικούς σχηματισμούς.
- Γεωεναλλάκτες ανοιχτού βρόγχου οι οποίοι εκμεταλλεύονται την παρουσία υπόγειου νερού ή επιφανειακού υδροφόρου ορίζοντα.



Γεωεναλλάκτης οριζόντιος



Γεωεναλλάκτης κατακόρυφος

Σχ 2.6 γεωεναλλάκτες κλειστού βρόγχου α)οριζόντιος, β)κατακόρυφος



Γεωεναλλάκτες ανοιχτού βρόγχου

Σχ 2.7 γεωεναλλάκτης ανοιχτού βρόγχου

### 2.3.1 Παράγοντες σχεδιασμού

Οι παράγοντες σχεδιασμού που επηρεάζουν το είδος του κυκλώματος που θα εφαρμοσθεί είναι:

- οι γεωλογικές συνθήκες (τα θερμικά και υδραυλικά χαρακτηριστικά του υπεδάφους)
- οι τεχνικές παράμετροι όπως είναι το μήκος η διάμετρος και το υλικό του αγωγού που θα χρησιμοποιηθεί καθώς και το είδος και η ποιότητα του υλικού εμπλοτισμού των αγωγών
- το απαιτούμενο θερμικό και ψυκτικό φορτίο
- το εμβαδό του κτιρίου που πρόκειται να θερμανθεί/ψυχθεί, καθώς και η διαθέσιμη επιφάνεια του οικοπέδου
- η θερμοκρασία του εδάφους

Το κύριο πλεονέκτημα ενός γεωθερμικού συστήματος κλειστού κυκλώματος έναντι του ανοιχτού είναι το γεγονός ότι το πρώτο είναι ανεξάρτητο από υπάρχοντες υδροφορίες και το είδος του νερού που κυκλοφορεί σε αυτούς. Τα γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού κυκλώματος παρουσιάζουν μεγαλύτερη ικανότητα μετάδοσης θερμότητας από γεωτρήσεις σε σύγκριση με κάθετα συστήματα κλειστού βρόγχου. Ανάλογα με το ρευστό που κυκλοφορεί στο εσωτερικό των γεωεναλλακτών διακρίνονται σε:

- Γεωθερμικά συστήματα, στα οποία το ρευστό που κυκλοφορεί είναι νερό ή αντιψυκτικό υγρό
- Γεωθερμικά συστήματα, στα οποία το ρευστό που κυκλοφορεί είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας



Σχ 2.8 : Υπόγεια εγκατάσταση συστήματος

### 2.3.2 Γεωεναλλάκτες κλειστού κυκλώματος

Τα κλειστά γεωθερμικά συστήματα είναι αυτά που εκμεταλλεύονται τη θερμοκρασία του εδάφους. Σε αυτά τα συστήματα, το κύκλωμα των υδρογεωτρήσεων αντικαθίσταται με γεωεναλλάκτες που τοποθετούνται σε κάθετη ή οριζόντια διάταξη. Η επιλογή μεταξύ κάθετης και οριζόντιας διάταξης, εξαρτάται από τη μορφολογία του εδάφους της περιοχής και τη διαθεσιμότητα του περιβάλλοντα χώρου σε κάθε περίπτωση. Με τον τρόπο που περιγράψαμε οι γεωσυλλέκτες μεταφέρουν θερμότητα, στη λειτουργία της θέρμανσης από το έδαφος, ή στη λειτουργία της ψύξης προς το έδαφος. Τα κλειστά γεωθερμικά κυκλώματα, αποτελούνται από τον γεωσυλλέκτη, τη γεωθερμική αντλία θερμότητας και το δίκτυο διανομής θέρμανσης ή ψύξης.

Είναι γεγονός ότι οι γεωεναλλάκτες κλειστού βρόγχου αποτελούνται από πολυάριθμους τύπους συστημάτων εφαρμογής, όλοι εκ των οποίων χρησιμοποιούν ένα συνεχές κύκλωμα μέσα στο οποίο πραγματοποιείται η κυκλοφορία της θερμικής ροής. Το γεωθερμικό κύκλωμα, η τοποθέτηση του οποίου γίνεται υπόγεια, είναι τυπικά κατασκευασμένο από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE). Πρόκειται για πολύ



σκληρό πλαστικό το οποίο χαρακτηρίζεται εξαιρετικής ανθεκτικότητας καθώς και μεγάλης διάρκειας ζωής επιτρέποντας ταυτόχρονα την μετάδοση θερμότητας με αποτελεσματικό τρόπο. Η συνένωση των επιμέρους τμημάτων επιτυγχάνεται με θερμική συγκόλληση γεγονός που καθιστά εν τέλει τις συνδέσεις ανθεκτικότερες από τους ίδιους τους αγωγούς. Το ρευστό που κυκλοφορεί στο εσωτερικό του κυκλώματος είναι είτε νερό είτε αντιψυκτικό υγρό ασφαλές προς το περιβάλλον.

### **οριζόντια κλειστά γεωθερμικά συστήματα**

Τα οριζόντια κλειστά γεωθερμικά συστήματα είναι τα πιο επωφελή από άποψη κόστους, με την προϋπόθεση ότι υπάρχει αρκετή διαθέσιμη έκταση τοποθέτησης και το έδαφος είναι κατάλληλο εκσκαφής υπόγειων τάφρων. Η διάνοιξη των σκαμμάτων γίνεται με ειδικά σκαπτικά μηχανήματα όπως εκσκαφείς και γεωτρύπανα σε βάθος 1.5 με 2 μέτρα κάτω από την επιφάνεια. Μετά την τοποθέτηση των αγωγών σε διάταξη που εξαρτάται από την μελέτη, γίνεται επιχωμάτωση των υπόγειων τάφρων λαμβάνοντας όμως ιδιαίτερη προσοχή στο υλικό συμπλήρωσης καθώς υπολείμματα βράχου ή άλλων κοφτερών τεμαχίων μπορεί να προκαλέσουν ζημιά στους αγωγούς. Για το λόγο αυτό το υλικό επιχωμάτωσης που προτιμάται συνήθως είναι αμμοχάλικο.

Ένα τυπικό σύστημα οριζόντιου γεωθερμικού συστήματος αποτελείται από αγωγούς συνολικού μήκους 150 με 200 μέτρα ανά τόνο θερμικής και ψυκτικής ικανότητας. Η απαιτούμενη έκταση γης για την τοποθέτηση οριζόντιων γεωεναλλακτών κυμαίνεται από 150 m<sup>2</sup> έως 300 m<sup>2</sup> ανά τόνο θερμικής/ψυκτικής ικανότητας ενώ ταυτόχρονα καθοριστικό ρόλο έχουν οι ιδιότητες και η θερμοκρασία του εδάφους.

Σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν περιορισμοί στην διαθέσιμη έκταση γης για την εγκατάσταση της διάταξης , οι αγωγοί τοποθετούνται με σχετικά, πιο πυκνή διάταξη και συνδέονται ,ανάλογα την περίπτωση, είτε σε σειρά είτε παράλληλα.

## **2.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ**

Το σύστημα θέρμανσης – δροσισμού δαπέδου προσφέρει ιδανικές συνθήκες άνεσης κάθε εποχή. Η θερμοκρασία του χώρου είναι ιδανική και απόλυτα υγιεινή καθώς δεν υπάρχει κίνηση του αέρα ούτε και ενοχλητική σκόνη. Το δάπεδο είναι ευχάριστα ζεστό το χειμώνα ή δροσερό το καλοκαίρι και ο ιδιοκτήτης έχει απόλυτη ελευθερία στη

διαρρύθμιση και τη διακόσμηση του σπιτιού. Αλλά το ενδοδαπέδιο σύστημα είναι και πολύ οικονομικό στην κατανάλωση ενέργειας. Τροφοδοτούμενο από οποιαδήποτε πηγή ενέργειας προσφέρει συνθήκες άνεσης και ευεξίας εξοικονομώντας σημαντικά ενέργεια, σε σχέση με τα παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης. Μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε χώρο, κατοικίες, γραφεία, καταστήματα, εκκλησίες, αθλητικά ή εκπαιδευτικά κέντρα, με οποιοδήποτε δάπεδο επιλεχθεί.



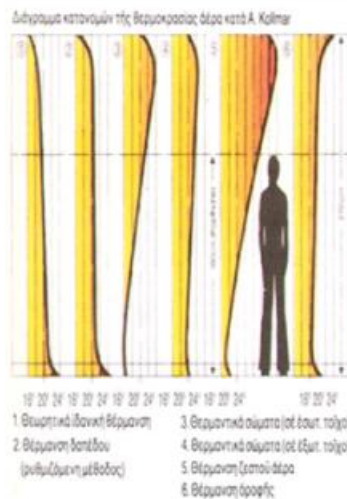
Σχ 2.9 : Σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης

Η θέρμανση του χώρου πραγματοποιείται με ακτινοβολία θερμότητας από το δάπεδο, και διαχέεται ομοιόμορφα από τα πόδια προς το κεφάλι, προσφέροντας μία αίσθηση θερμικής θαλπωρής. Προσφέρει πολύ χαμηλό λειτουργικό κόστος γιατί λειτουργεί σε χαμηλές θερμοκρασίες, με συνέπεια την χαμηλή κατανάλωση καυσίμου. Το σύστημα αυτό είναι σημαντικά οικονομικότερο, φιλικό προς το περιβάλλον και ταυτόχρονα πολύ αποδοτικό, αφού η επιφάνεια των σωμάτων ενός αντίστοιχου συστήματος, έχει αντικατασταθεί στην δαπεδοθέρμανση, με την επιφάνεια όλου του δαπέδου, με συνέπεια την μεγάλη αύξηση της θερμαντικής ισχύς. Απαλλάσσοντας το κτήριο από τα εμφανή θερμαντικά σώματα, επιτρέπει την εκμετάλλευση όλων των χώρων με λειτουργικό τρόπο προσφέροντας ένα καλαίσθητο αρχιτεκτονικό αποτέλεσμα. Οι χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας της ενδοδαπέδιας θέρμανσης, απαλλάσσουν από



την ξηρότητα του αέρα του χώρου και δίνουν ένα πραγματικά υγιεινό περιβάλλον. Επιπλέον, λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών το σύστημα αυτό δεν δημιουργεί ρεύματα αέρα κι έτσι δεν υπάρχουν φαινόμενα όπως μαυρίσματα στους τοίχους ή μεταφορά σωματιδίων και μικροβίων. Ορισμένοι από τους παράγοντες που συμβάλλουν στην απόσβεση του κόστους μιας εγκατάστασης ενδοδαπέδιας θέρμανσης είναι:

- Η μειωμένη κατανάλωση καυσίμων, που προαναφέρθηκε (πάνω από 30%).
- Το μειωμένο κόστος κτηριακής συντήρησης
- Το μηδενικό κόστος συντήρησης και αντικατάστασης θερμαντικών σωμάτων
- Αύξηση του χρόνου ζωής του καυστήρα ο οποίος λειτουργεί λιγότερες ώρες.



Σχ 2.10 : Διάγραμμα κατανομής θερμότητας

## 2.4.1 Τεχνικές προδιαγραφές θέρμανσης δαπέδου-δίκτυα θέρμανσης δαπέδου

### α) Σωλήνας πολυπροπυλενίου

Ο σωλήνας είναι από πολυπροπυλένιο εξωτερικής διαμέτρου 17mm και πάχους τοιχώματος 2mm κατασκευασμένος κατά DIN 8077 και ελεγμένος σύμφωνα με το DIN 8078-2 από το TUV (TECHNISCHE UPERWACHUNGS VEREIN) ή άλλο ισότιμο οργανισμό. Κατά την τοποθέτηση στο δάπεδο ο σωλήνας θερμαίνεται μέχρι 80°C με διαβίβαση θερμού νερού ώστε να μπορεί να έχει διάμετρο κάμψεως τουλάχιστον 20 cm.

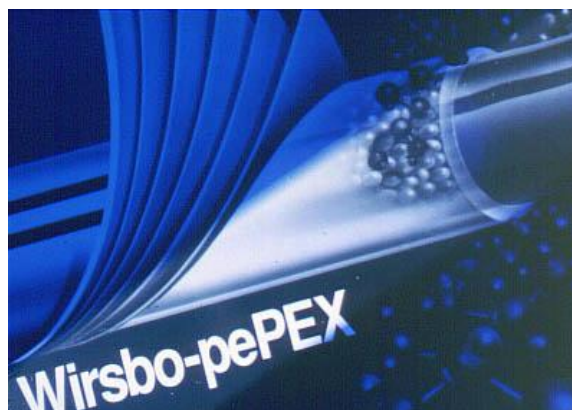


Σχ 2.11 : Σωλήνας πολυπροπυλενίου

### β) Σωλήνας πολυαιθυλενίου

Ο σωλήνας είναι από υψηλής πίεσης δικτυωμένο πολυαιθυλένιο με δικτύωση κατά μέθοδο Engel (κατά γενική ομολογία η καταλληλότερη δικτύωση) και προστατευμένος με φράγμα οξυγόνου πολλαπλών στρώσεων όπως και επιπλέον προστατευτικής επικάλυψης για το φράγμα οξυγόνου DIN 4726.

Ο εύκαμπτος σωλήνας πολυαιθυλενίου μπορεί να στρωθεί εύκολα και γρήγορα. Κατά την τοποθέτηση στο δάπεδο, ο σωλήνας θερμαίνεται. Το μήκος των κυκλωμάτων δεν είναι μεγαλύτερο από 100 m για να αποφευχθούν θερμικές ζώνες.



Σχ 2.12 : Σωλήνας πολυαιθυλενίου

## 2.4.2 Στήριξη σωλήνα θέρμανσης δαπέδου

### α) Μεταλλικές λάμες στερεώσεως

Για την στερέωση των σωλήνων θέρμανσης δαπέδου χρησιμοποιούνται ειδικές μεταλλικές λάμες στήριξης από γαλβανισμένη λαμαρίνα, οι οποίες τοποθετούνται σε αποστάσεις όχι μεγαλύτερες των 2m. Ο σωλήνας κουμπώνεται πάνω στην λάμα. Η λάμα τοποθετείται ελεύθερα χωρίς αγκίστρωση.



Σχ 2.13 : Στήριξη σωλήνα θέρμανσης δαπέδου

### β) Μορφόπλακες

Η στήριξη του σωλήνα γίνεται με την χρήση των πλακών. Αυτές είναι από εξηλλαγμένη πολυστερίνη βάρους  $> 28 \text{ kg/m}^3$  με κατάλληλα διαμορφωμένη την επάνω επιφάνεια (χρήση κυλινδρικών εξογκωμάτων) και χρησιμοποιούνται για την σταθερή και χωρίς προβλήματα στήριξη του σωλήνα.

Η πλακά είναι χυτή και όχι κούφια και φέρει περιμετρικά πατούρα για τη σταθερή σύνδεση των πλακών μεταξύ τους.

Η πλάκα χρησιμοποιείται για ταυτόχρονη θερμομόνωση και ηχομόνωση δαπέδου.



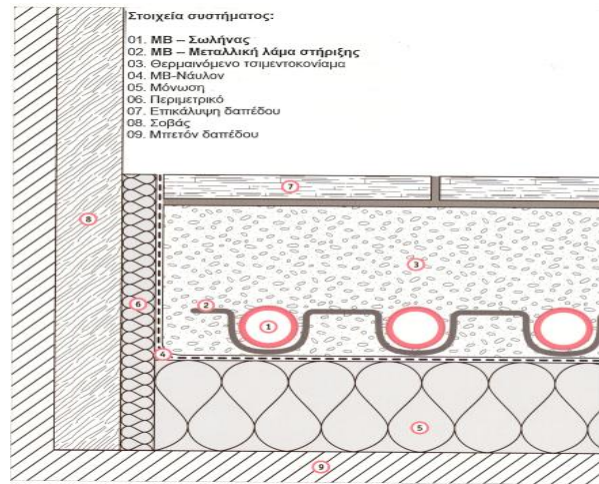
Σχ 2.14 : Μορφόπλακες

**γ) Μόνωση δαπέδου :**

Το μονωτικό υλικό που τοποθετείται κάτω από τον σωλήνα θα πρέπει να πληρή τις εξής προδιαγραφές :

- Να έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  
 $\lambda \leq 0,035 \text{ Cm / h m}^\alpha$ .
- Να αντέχει σε φορτίο  $400 \text{ kg/m}^2$
- Να μην υπάρχει παραμόρφωση της μόνωσης σε θερμοκρασία επαφής  $\leq$   
των  $60^\alpha$

Το πάχος του μονωτικού υλικού προσδιορίζεται από την θερμοκρασία του χώρου, που βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια που θα δεχθεί την θέρμανση δαπέδου και κυμαίνεται από 2-5 cm.



Σχ 2.15 : Τομή ενδοδαπέδιας

Περιμετρικά στους τοίχους τοποθετούνται λωρίδες από ειδικό περιμετρικό υλικό τουλάχιστον μέχρι την τελική στάθμη δαπέδου. Πάνω από την μόνωση θα γίνει διάστρωση με φύλλα πολυαιθυλενίου πάχους 0,2 mm επικαλυπτόμενα τουλάχιστον κατά 10 cm στους αρμούς.

Στην περίπτωση χρήσης μορφόπλακων η μόνωση και το φύλο πολυαιθυλενίου αντικαθίσταται από αυτές και γίνεται χρήση μόνο του περιμετρικού υλικού.



Σχ 2.16 : Περιμετρικό υλικό

**δ) Τσιμεντοκονιάματα επικαλύψεως :**

Μετά την τοποθέτηση των θερμοδικτύων και τις δοκιμές στεγανότητας γίνεται διάστρωση του τσιμεντοκονιάματος επικαλύψεως. Το πάχος του τσιμεντοκονιάματος εξαρτάται από την τελική δαπεδόστρωση, αλλά το ελάχιστο προβλεπόμενο είναι 4,5-5 cm. Η άμμος είναι είτε άμμος ποταμού είτε από σπαστήρα κατάλληλα κοκκομετρημένη (ελάχιστο ισοδύναμο άμμου μεγαλύτερο του 65%). Η περιεκτικότητα του τσιμέντου είναι 300kg/m<sup>3</sup>. Το τσιμεντοκονίαμα ενισχύεται με δομικό πλέγμα 0-92, όπου κρίνεται απαραίτητο, και σε ειδικές περιπτώσεις γίνεται χρήση ειδικών μεταλλικών ινών οπλισμού τσιμεντοκονιάματος και φέρει ειδικό πρόσμικτο για την βελτίωση της αντοχής σε κάμψη και θραύση. Δομικό πλέγμα 0-92 τοποθετείται σε χώρους όπου το τσιμεντοκονίαμα είναι πάχους 5-6,5 cm με τελική επικάλυψη ξύλινο κολλητό παρκέτο, μοκέτα, πλαστικό δάπεδο PVC και 5-7,5 cm για λασπωτά σκληρά δάπεδα. Οι περιπτώσεις κατά τις οποίες χρησιμοποιούμε ειδικές χαλύβδινες ίνες είναι όταν τα πάχη του τσιμεντοκονιάματος είναι 4-5 cm. Η αναλογία των χαλύβδινων ινών είναι 20-25 kg/m<sup>3</sup>.

Κατά την διάστρωση πρέπει να αφήνονται αρμοί στις θέσεις πιθανής ρωγμής και να έχουν βάθος περίπου ½ του πάχους του τσιμεντοκονιάματος. Πρέπει να αφεθούν επίσης αρμοί διαστολής, σε θέσεις υποδεικνυόμενες από την επίβλεψη, σε όλο το πάχος του τσιμεντοκονιάματος και με πλήρη διακοπή του συρμάτινου πλέγματος.



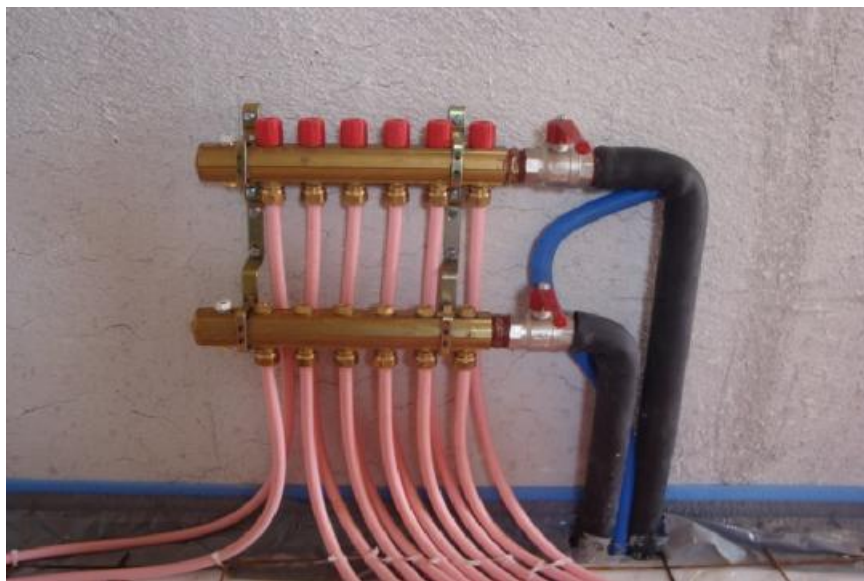
Σχ 2.17 : Τσιμεντοκονιάματα επικαλύψεως



### 2.4.3 Συλλέκτης – διανομέας θερμοδικτύων

#### α) συλλέκτης – διανομέας

Ο συλλέκτης – διανομέας είναι δύο τεμαχίων, ένας που είναι προσαγωγής και ένας δεύτερος που είναι επιστροφής. Είναι κατασκευασμένοι από ορείχαλκο με



Σχ 2.18 : Συλλέκτης – διανομέας

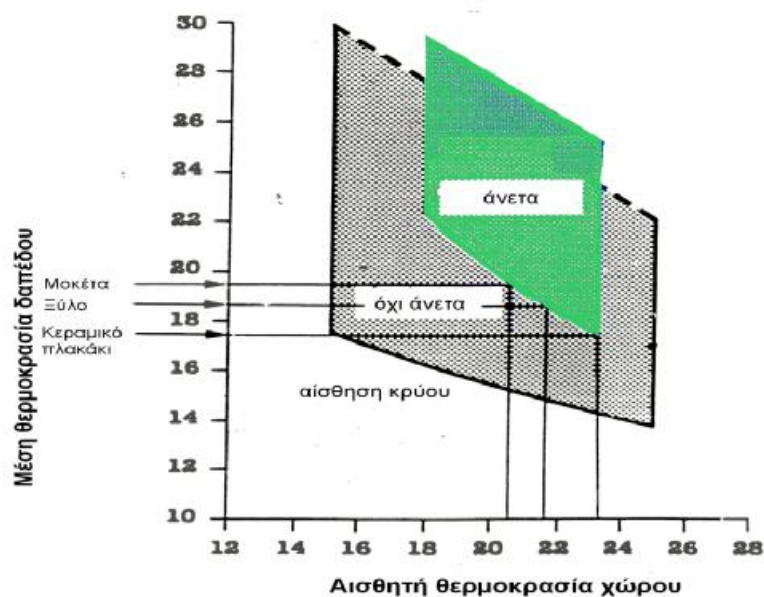
διατομή 1¼'' και ο συλλέκτης – διανομέας προσαγωγής φέρει βάνες ρύθμισης 8 στροφών και υπάρχει η δυνατότητα να μπορούν εκ των υστέρων να φέρουν θερμοστατικές κεφαλές για αυτονόμηση των κυκλωμάτων. Οι διακόπτες επιστροφής είναι ρυθμιζόμενης παροχής.

#### 2.4.4 Τεχνικές προδιαγραφές δροσισμού δαπέδου

Αντιστρέψιμο, το σύστημα προσφέρει άνεση σε όλες τις εποχές. Σύστημα θέρμανσης δαπέδου το χειμώνα, το καλοκαίρι γίνεται δροσισμός από το δάπεδο υψηλής απόδοσης και άριστης ποιότητας.

Με την εγκατάσταση ενός ψυκτικού μηχανήματος αέρα-νερού και την κυκλοφορία νερού χαμηλής θερμοκρασίας (περίπου 13-14°C) στο δίκτυο σωληνώσεων επιτρέπει στο δάπεδο να προσφέρει δροσισμό, ευχάριστο και άνετο, όπου είναι απαραίτητος και η μείωση της θερμοκρασίας του χώρου πραγματοποιείται πραγματικά «κατά παραγγελία».

Η θερμοκρασία του χώρου είναι ευχάριστη και υγιεινή καθώς δεν υπάρχει κίνηση του αέρα ούτε και ενοχλητική σκόνη. Το δάπεδο είναι ευχάριστα δροσερό και ο ιδιοκτήτης έχει απόλυτη ελευθερία στη διαρρύθμιση και τη διακόσμηση του χώρου του.



Σχ 2.19 : Συνθήκες άνεσης

Πιο ευχάριστο, πιο καθαρό, πιο υγιεινό, το σύστημα δροσισμού δαπέδου είναι εξίσου πολύ οικονομικό στην κατανάλωση ενέργειας.



Τροφοδοτούμενο από οποιαδήποτε γνωστή πηγή ενέργειας (αντλίες θερμότητας ψυκτικά συγκροτήματα κ.λπ.) προσφέρει συνθήκες άνεσης και ευεξίας εξοικονομώντας σημαντικά ενέργεια.

Το όφελος στην κατανάλωση σε σχέση με τον παραδοσιακό δροσισμό μπορεί να εκτιμηθεί κατ' ελάχιστον στο 25% για μια ικανοποιητική θερμοκρασία χώρου (η οικονομία μπορεί να φθάσει το 50% σε χώρους μεγάλου ύψους).



Σχ 2.20 : Ενδοδαπέδιο σύστημα δροσισμού

Με μια μεγάλη επιφάνεια απορρόφησης θερμότητας (το σύνολο της επιφάνειας δαπέδου) το ενδοδαπέδιο σύστημα δροσισμού, αντίθετα με τα κλασικά συστήματα απορροφά θερμότητα κυρίως με ακτινοβολία και πολύ λιγότερο με μεταφορά.

Αυτό το προτέρημα έχει σαν αποτέλεσμα να εκλείπουν οι αδυναμίες των κλασικών συστημάτων κλιματισμού όπως ρεύματα αέρα, θόρυβος, ανομοιομορφία της θερμοκρασίας μέσα στον ίδιο χώρο κ.λπ.

Με μέση θερμοκρασία δαπέδου περίπου 22 °C, σε συστήματα δροσισμού δαπέδου με σταθερή θερμοκρασία προσαγωγής νερού από το ψυκτικό μηχάνημα επιτυγχάνεται μείωση της θερμοκρασίας χώρου της τάξης των 5-7 °C.

Το σύστημα δροσισμού δαπέδου για την αποφυγή υγραποιήσεων στα δάπεδα ελέγχεται είτε με μηχανικό τρόπο με τοποθέτηση ελεγκτών υγρασίας σε συγκεκριμένα σημεία της εγκατάστασης, είτε με σύστημα αντιστάθμισης με βάση το σημείο δρόσου (dew point) του σπιτιού το οποίο έχει εξελιχθεί και αναπτυχθεί ειδικά για το ενδοδαπέδιο σύστημα.

Το ενδοδαπέδιο σύστημα δροσισμού της σε συνδυασμό με κάποιες μικρής ισχύος τοπικές κλιματιστικές μονάδες νερού (fan coil), οι οποίες τροφοδοτούνται με ψυχρό νερό από το ίδιο ψυκτικό μηχάνημα, και οι οποίες μπορούν να κάνουν αφύγρανση στους χώρους όπου υπάρχει δροσισμός δαπέδου, δίνουν την δυνατότητα για ακόμα καλύτερα αποτελέσματα ψύξης και μεγαλύτερη απόδοση του συστήματος.



Σχ 2.21 : Κλιματιστική μονάδα νερού (fan coil)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΣΧΕΔΙΑ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

#### 3.1 ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

##### 3.1.1 Εισαγωγή

Η μελέτη είναι σύμφωνη με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης (ΦΕΚ 362/4.7.79), καθώς και τις Οδηγίες Υπουργείου Δημοσίων Έργων για την σύνταξη των μελετών θερμομόνωσης (19/9/78 Α.Π. 26354/476).

##### 3.1.2 Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών

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

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d_1}{\lambda} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} \quad (3.1)$$

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°C ή w/m K).

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

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{a_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{a} \quad (3.2)$$

όπου  $a_i$  και  $a$  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 (ή πιλοτές) πάνω από 0.4

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

$$k_m = \frac{KW \times FW + KF \times FF + KD \times FD + KG \times FG + KDL \times FDL}{F} \quad (3.3)$$

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 του λόγου  $F/V$  (επιφάνειας προς όγκο).

ε) Ισχύουν οι ακόλουθοι περιορισμοί:

$$k_m(W, F) = \frac{KW \times FW + KF \times FF}{FW} + FF < 1.6 \frac{kcal}{m^2 h^0 c} \text{ για κάθε όροφο} \quad (3.4)$$

$$KW = \frac{\Sigma k_i \times F_i}{FW} < 0.6 \frac{kcal}{m^2 h^0 c} \text{ για κάθε προσανατολισμό} \quad (3.5)$$

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

Α. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	
1. Πόλη	: Ναύπλιο
2. Ζώνη	: Β

Β. ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	
1. Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων	$F_w = 119.82m^2$
2. Επιφάνεια ανοιγμάτων (παραθύρα - πόρτες)	$F_f = 29.40m^2$
3. Επιφάνεια οροφής, στέγης, οροφής κάτω από μη	

θερμομονωθείσα στέγη	$F_d = 112.70 \text{ m}^2$
4. Επιφάνεια δαπέδου	$F_g = 0.00 \text{ m}^2$
5. Επιφάνεια οροφής PILOTIS	$F_{dl} = 0.00 \text{ m}^2$
6. Επιφάνεια τοίχων διαχωρισμού	$F_{ab} = 6.90 \text{ m}^2$
7. Ολική εξωτερική επιφάνεια οικοδομής $F = F_w + F_f + F_d + F_g + F_{dl} + F_{ab} = 268.82 \text{ m}^2$	
8. Όγκος οικοδομής	$V = 0.00 \text{ m}^3$
9. Λόγος	$F/V = 0.00 \text{ m}^{-1}$

Γ. ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ ΤΙΜΗ ΤΟΥ				$K_m = 0.000 \text{ Kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{c}$
F/v	Km σε Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c			
m-1	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	

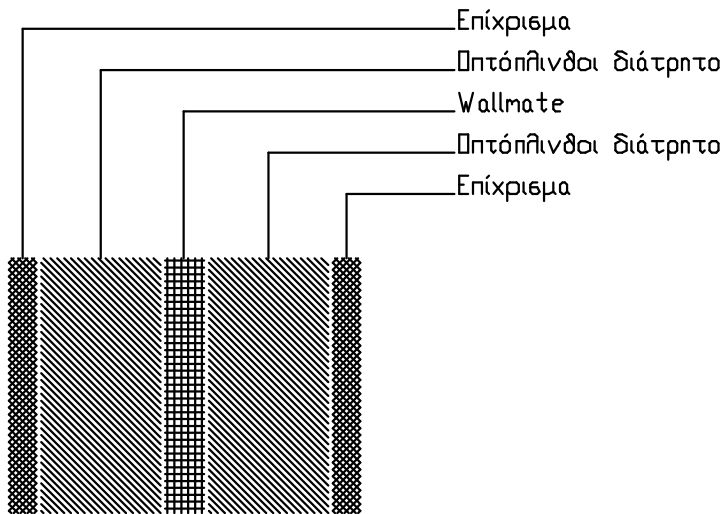
Δομικό στοιχείο		: εξ . τοιχοποιία		Φύλλο Φ1	
Τύπος κατασκευής		: οπτοπλινθοδομή			
Υπολογισμός του συντελεστή Θερμοπερατότητας k					
α/α	Στρώσεις υλικών	Πυκν.	Παχ.1	Συντ. λ	d1/λ
		kg/m <sup>3</sup>	m	Kcal/mhc	m <sup>2</sup> h <sup>0</sup> c/Kcal
1	Επίχρισμα	1900	0.02	0.750	0.027
2	Οπτόπλινθοι διάτρητο	1400	0.09	0.520	0.173
3	Wallmate	25	0.03	0.024	1.250
4	Οπτόπλινθοι διάτρητο	1400	0.09	0.520	0.173
5	Επίχρισμα	1900	0.02	0.750	0.027
Σύνολα :					1.649
Αντίστ.θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) 1/Λ:					1.649

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{a_i} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{a_a}} = \frac{1}{1.839} = 0.544 \frac{kcal}{m^2 h^0 c}} \quad (3.6)$$

$$1/a_i = 0.14 \text{ m}^2 \text{ h}^0 \text{c/Kcal}$$

$$1/a_a = 0.05 \text{ m}^2 \text{ h}^0 \text{c/Kcal}$$

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ :



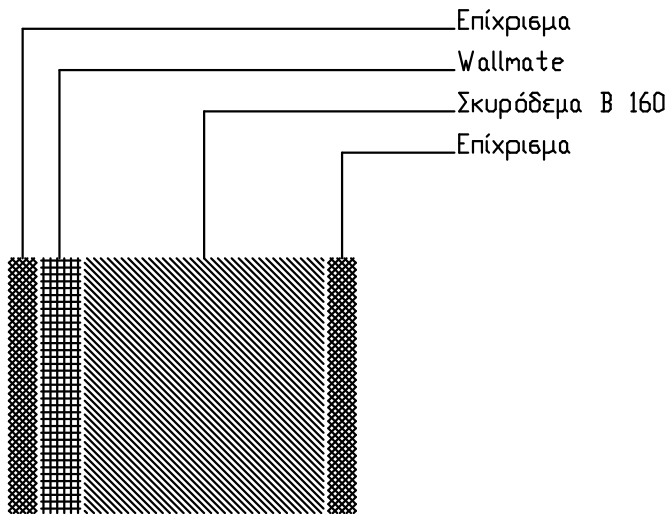
Δομικό στοιχείο	: μπετόν	Φύλλο	Φ2		
Τύπος κατασκευής	:				
Υπολογισμός του συντελεστή Θερμοπερατότητας k					
α/α	Στρώσεις υλικών	Πυκν.	Παχ.1	Συντ. λ	d1/λ
		kg/m <sup>3</sup>	m	Kcal/m h <sup>0</sup> c	m <sup>2</sup> h <sup>0</sup> c/Kcal
1	Επίχρισμα	1900	0.02	0.750	0.027
2	Wallmate	25	0.03	0.024	1.250
3	Σκυρόδεμα Β 160	2400	0.18	1.750	0.103
4	Επίχρισμα	1900	0.02	0.750	0.027
Σύνολα :					1.406
Αντίστ.θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) 1/Λ:					1.406

$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{a_i} + \frac{1}{\Delta} + \frac{1}{a_a}} = \frac{1}{1.596} = 0.626 \frac{kcal}{m^2 h^0 c}} \quad (3.7)$$

$$1/a_i = 0.14 \text{ m}^2 \text{ h}^0 \text{c/Kcal}$$

$$1/a_a = 0.05 \text{ m}^2 \text{ h}^0 \text{c/Kcal}$$

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ :



Δομικό στοιχείο	: οροφή	Φύλλο	Φ3		
Τύπος κατασκευής	:				
Υπολογισμός του συντελεστή Θερμοπερατότητας k					
α/α	Στρώσεις υλικών	Πυκν. kg/m <sup>3</sup>	Παχ.1 m	Συντ. λ Kcal/mh <sup>0</sup> c	d1/λ m <sup>2</sup> h <sup>0</sup> c/Kcal
1	Επίχρισμα	1900	0.02	0.750	0.027
2	Roofmate	35	0.03	0.020	1.500
3	Σκυρόδεμα Β 160	2400	0.16	1.750	0.091
Σύνολα :					1.618
Αντίστ.θερμοδιαφυγής στοιχείου (όλων των στρώσεων) 1/Λ:					1.618

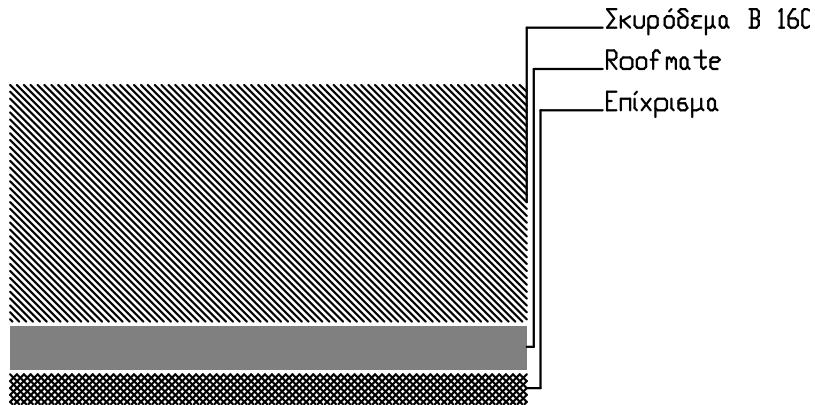
$$k = \frac{1}{\frac{1}{k} = \frac{1}{\frac{1}{a1} + \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{aa}} = \frac{1}{1.808} = 0.553 \frac{kcal}{m^2 h^0 c}} \quad (3.8)$$

$$1/ai = 0.14 \text{ m}^2 \text{ h}^0 \text{c/Kcal}$$

$$1/aa = 0.05 \text{ m}^2 \text{ h}^0 \text{c/Kcal}$$



ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ :



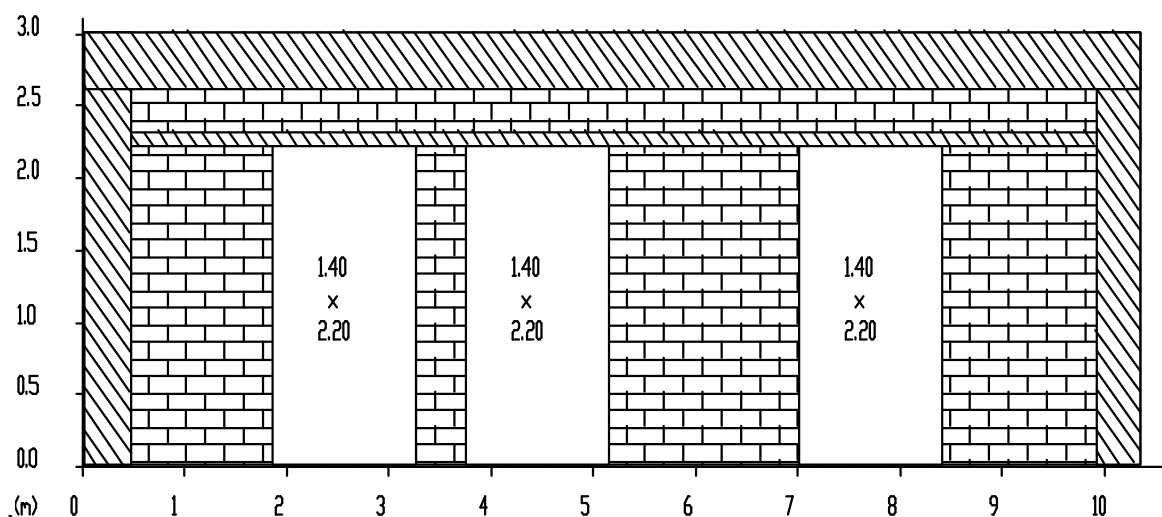
ΕΠΙΠΕΔΟ : 1 - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΣ Α									
ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ									
ΕΙΔΟΣ		Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Ή	ΣΥΝ.	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.			
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ		Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c	(m)	ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ.	ΥΠΟΛ.		
1	τοιχοποιία	0.544	10.34	3	1	31.02	17.02	14.00	7.62
2	μπετόν	0.626	10.34	0.1	1	1.034	1.03		0.65
2	μπετόν	0.626	0.45	3	1	1.350	1.35		0.85
2	μπετόν	0.626	0.42	3	1	1.260	1.26		0.79
2	μπετόν	0.626	10.34	0.4	1	4.136	4.14		2.59
ΣΥΝΟΛΑ :								21.78	12.49
KW = 0.57									

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ									
ΕΙΔΟΣ		Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Ή	ΣΥΝ.	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.			

ΕΠΙΑΝΕΙΑΣ Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>ο</sup> c (m)		ΠΛΑΤΟΣ		ΕΠΙΦ. ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.	
1	3.2	1.4	2.2	1	3.08 9.86
1	3.2	1.4	2.2	1	3.08 9.86
1	3.2	1.4	2.2	1	3.08 9.86
ΣΥΝΟΛΑ :				9.24	29.57
KF = 3.20					

### ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ

ΤΟΙΧΟΙ : 14.00 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 7.78 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 9.24 m<sup>2</sup>

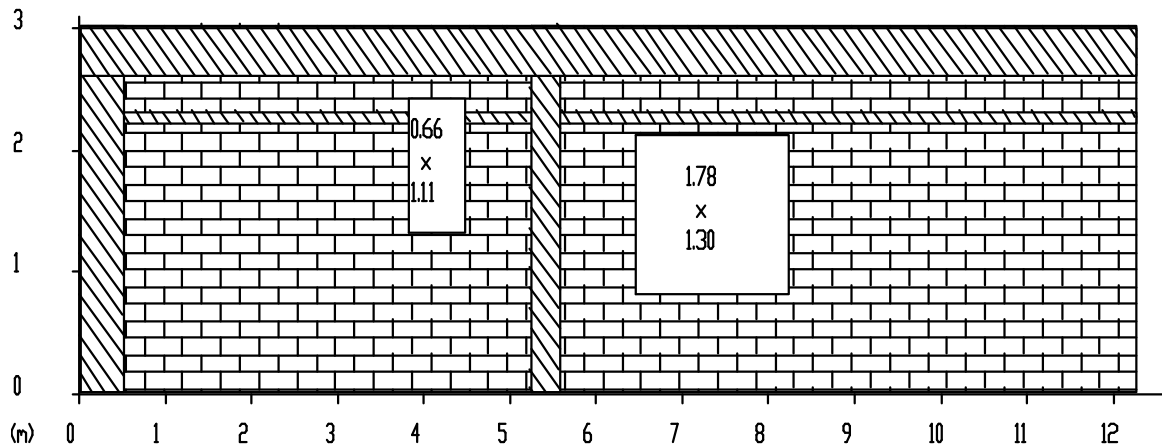


ΕΠΙΠΕΔΟ : 1 - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΣ Β								
ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ								
ΕΙΔΟΣ		Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Ή	ΣΥΝ.	ΑΦΑΙΡ.	ΕΠΙΦ.	
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>ο</sup> c (m)		ΠΛΑΤΟΣ		ΕΠΙΦ. ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.				
1	τοιχοποιία	0.544	12.25	3	1	36.75	11.69	25.06
	13.63							

2	μπετόν	0.626	12.25	0.1	1	1.225	1.23	0.77
2	μπετόν	0.626	0.5	3	1	1.500	1.50	0.94
2	μπετόν	0.626	0.34	3	1	1.020	1.02	0.64
2	μπετόν	0.626	12.25	0.4	1	4.900	4.90	3.07
ΣΥΝΟΛΑ :							33.71	19.04
KW = 0.56								
<b>ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ</b>								
ΑΡΙΘ.	Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ΄Η	ΑΡΙΘ.	ΣΥΝ.	FxK		
ΑΝΟΙΓΜ.		ΠΛΑΤ.	ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ.				
	Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>ο</sup> c	(m)	(m)		(m <sup>2</sup> )			
5	3.2	0.66	1.11	1	0.73	2.35		
6	3.2	1.78	1.3	1	2.31	7.40		
ΣΥΝΟΛΑ :					3.05	9.75		
KF = 3.20								

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ :

ΤΟΙΧΟΙ : 25.06 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 8.65 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 3.05 m<sup>2</sup>

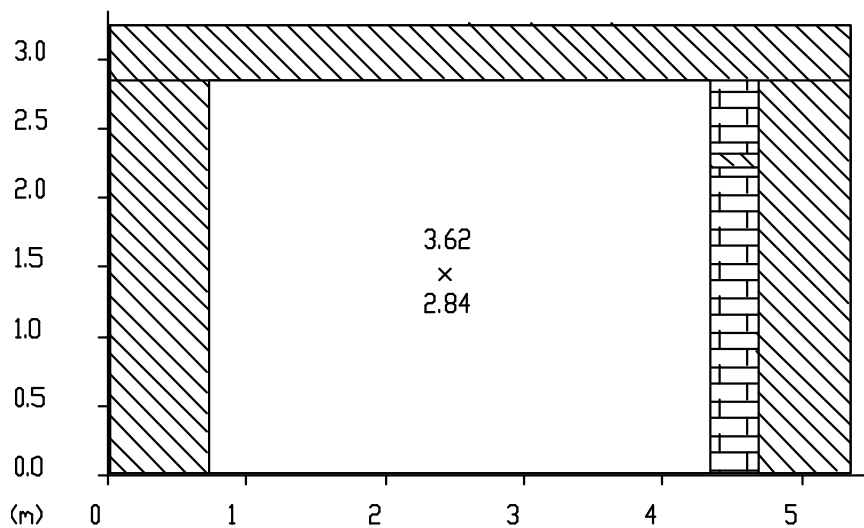


ΕΠΙΠΕΔΟ : 1 - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΣ Δ									
ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ									
ΕΙΔΟΣ Κ ΜΗΚΟΣ ΥΨΟΣ Ή ΣΥΝ. ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.									
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c (m) ΠΛΑΤΟΣ ΕΠΙΦ. ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.									
1	τοιχοποιία	0.544	5.34	3.24	1	17.30	17.37	0.00	0.00
2	μπετόν	0.626	5.34	0.1	1	0.534	0.53	0.33	
2	μπετόν	0.626	0.72	3.2	1	2.304	2.30	1.44	
2	μπετόν	0.626	0.66	3.2	1	2.112	2.11	1.32	
2	μπετόν	0.626	5.34	0.4	1	2.136	2.14	1.34	
ΣΥΝΟΛΑ :						7.09		4.44	
KW = 0.63									

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ						
ΕΙΔΟΣ	Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Ή ΠΛΑΤΟΣ	ΣΥΝ. ΕΠΙΦ.	ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ
Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>0</sup> c	(m)					
7	3.2	3.62	2.84	1	10.28	32.90
ΣΥΝΟΛΑ :					10.28	32.90
KF = 3.20						

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ :

ΤΟΙΧΟΙ : 0.00 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 7.09 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 10.28 m<sup>2</sup>

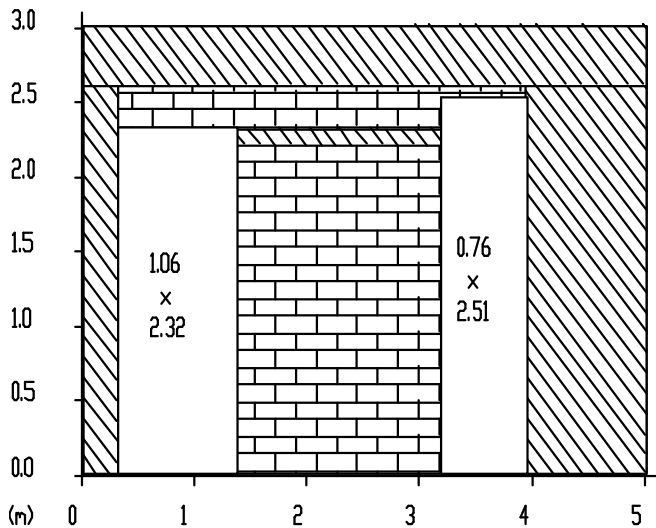


ΕΠΙΠΕΔΟ : 1 - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΣ Δ									
ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ									
ΕΙΔΟΣ	Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Ή	ΣΥΝ.	ΑΦΑΙΡ.	ΕΠΙΦ.			
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>ο</sup> c	(m)	ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ.	ΥΠΟΛ.			
1	τοιχοποιία	0.544	5.01	3	1	15.03	11.01	4.02	2.19
2	μπετόν	0.626	5.01	0.1	1	0.501	0.50	0.31	
2	μπετόν	0.626	0.3	3	1	0.900	0.90	0.56	
2	μπετόν	0.626	1.08	3	1	3.240	3.24	2.03	
2	μπετόν	0.626	5.01	0.4	1	2.004	2.00	1.25	
ΣΥΝΟΛΑ :						10.67		6.35	
KW = 0.60									

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ									
ΕΙΔΟΣ	Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Ή	ΣΥΝ.	ΑΦΑΙΡ.	ΕΠΙΦ.			
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>ο</sup> c	(m)	ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ.	ΥΠΟΛ.			
4	3.2	0.76	2.51	1	1.91	6.11			
8	3.2	1.06	2.32	1	2.46	7.87			
ΣΥΝΟΛΑ :						4.37	13.98		
KF = 3.20									

**ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ :**

ΤΟΙΧΟΙ : 4.02 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 6.65 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 4.37 m<sup>2</sup>

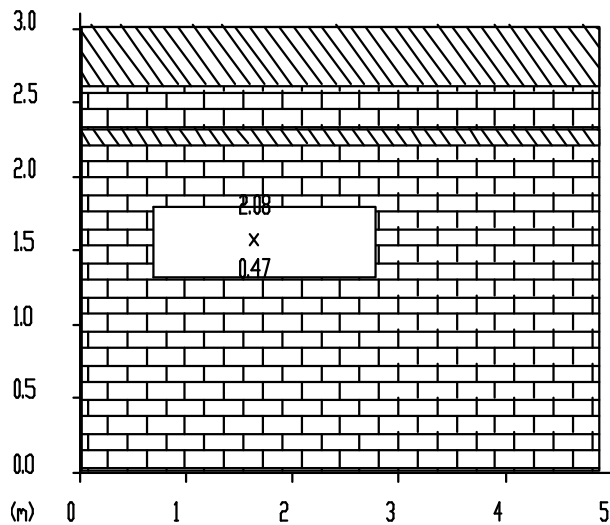


ΕΠΙΠΕΔΟ : 1 - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΣ Ν									
ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ									
ΕΙΔΟΣ Κ ΜΗΚΟΣ ΥΨΟΣ Ή ΣΥΝ. ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.									
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c (m) ΠΛΑΤΟΣ ΕΠΙΦ. ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.									
1	τοιχοποιία	0.544	4.86	3	1	14.58	3.408	11.17	6.08
2	μπετόν	0.626	4.86	0.1	1	0.486	0.49		0.30
2	μπετόν	0.626	4.86	0.4	1	1.944	1.94		1.22
ΣΥΝΟΛΑ :						13.60			7.60
KW = 0.56									

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ						
ΑΡΙΘ.	Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ'Η	ΑΡΙΘ.	ΣΥΝ.	FxK
ΑΝΟΙΓΜ.		ΠΛΑΤ.	ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ.		
	Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c	(m)	(m)		(m <sup>2</sup> )	
9	3.2	2.08	0.47	1	0.98	3.13
ΣΥΝΟΛΑ :					0.98	3.13
KF = 3.20						

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ :

ΤΟΙΧΟΙ : 11.17 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 2.43 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.98 m<sup>2</sup>



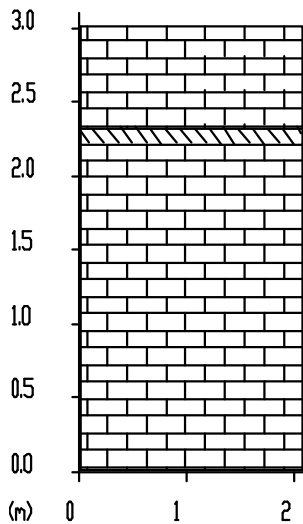


ΕΠΙΠΕΔΟ : 1 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΣ Δ									
ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ									
ΕΙΔΟΣ Κ ΜΗΚΟΣ ΥΨΟΣ Ή ΣΥΝ. ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.									
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>ο</sup> c (m) ΠΛΑΤΟΣ ΕΠΙΦ. ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.									
1	τοιχοποιία	0.544	2.05	3	1	6.150	0.205	5.94	3.23
2	μπετόν	0.626	2.05	0.1	1	0.205	0.20		0.13
ΣΥΝΟΛΑ :						6.15			3.36
KW = 0.55									

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ										
ΕΙΔΟΣ Κ ΜΗΚΟΣ ΥΨΟΣ Ή ΣΥΝ. ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.										
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>ο</sup> c (m) ΠΛΑΤΟΣ ΕΠΙΦ. ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.ΣΥΝΟΛΑ :										
						0.00	0.00			
KF =0.0										

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ :

ΤΟΙΧΟΙ : 5.94 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 0.20 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>

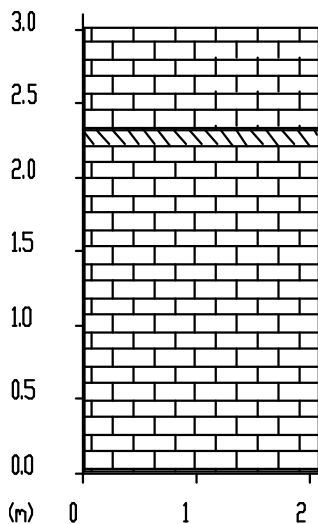


ΕΠΙΠΕΔΟ : 1 - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΣ Α									
ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ									
ΕΙΔΟΣ Κ ΜΗΚΟΣ ΥΨΟΣ Ή ΣΥΝ. ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.									
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c (m) ΠΛΑΤΟΣ ΕΠΙΦ. ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.									
1	τοιχοποιία	0.544	2.05	3	1	6.150	0.205	5.94	3.23
2	μπετόν	0.626	2.05	0.1	1	0.205	0.20	0.13	
ΣΥΝΟΛΑ :								6.15	3.36
KW = 0.55									

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ			
ΕΙΔΟΣ	Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Ή ΣΥΝ. ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c	(m)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΠΙΦ. ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.ΣΥΝΟΛΑ :
			0.00 0.00
KF = 0.0			

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ :

ΤΟΙΧΟΙ : 5.94 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 0.20 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>

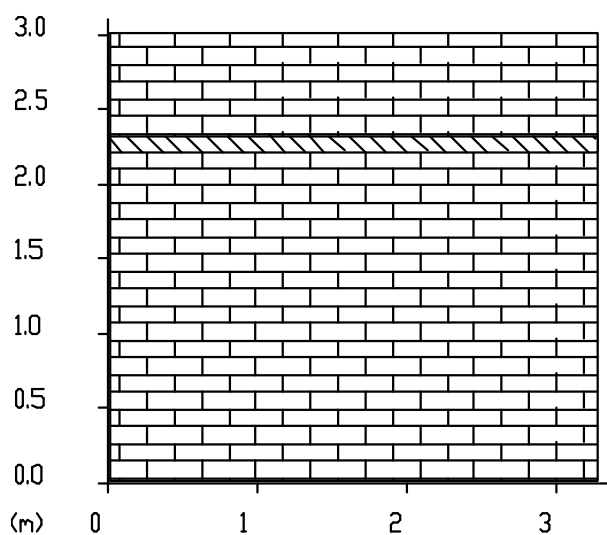


ΕΠΙΠΕΔΟ : 1 - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΣ Ν									
ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΕΣ									
ΕΙΔΟΣ	Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Ή ΣΥΝ. ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.	ΣΥΝ. ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.	ΕΠΙΦ.	ΥΠΟΛ.	ΕΠΙΦ.
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c	(m)	ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.	ΕΠΙΦ.	ΥΠΟΛ.	ΕΠΙΦ.	ΥΠΟΛ.
1	τοιχοποιία	0.544	3.25	3	1	9.750	0.325	9.43	5.13
2	μπετόν	0.626	3.25	0.1	1	0.325	0.32	0.20	
ΣΥΝΟΛΑ :						9.75		5.33	
KW = 0.55									

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ			
ΕΙΔΟΣ	Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Ή ΣΥΝ. ΑΦΑΙΡ. ΕΠΙΦ.
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c	(m)	ΠΛΑΤΟΣ ΕΠΙΦ. ΕΠΙΦ. ΥΠΟΛ.ΣΥΝΟΛΑ :
			0.00 0.00
KF =0.0			

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ :

ΤΟΙΧΟΙ : 9.43 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 0.32 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>

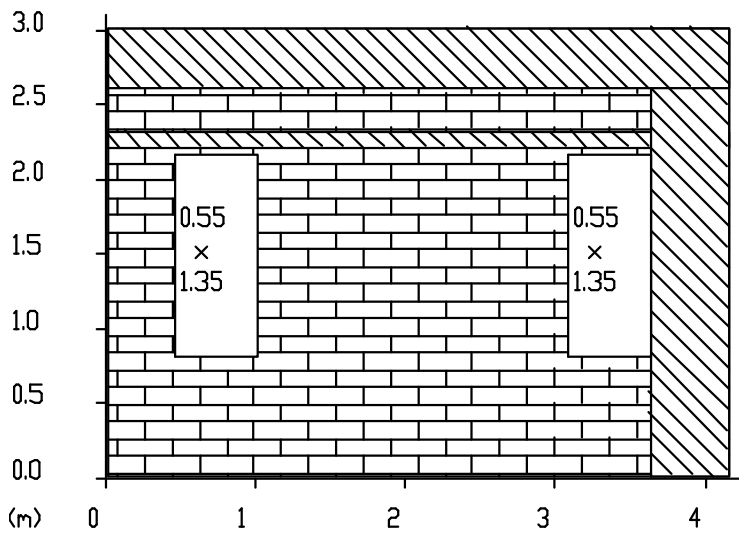


ΕΠΙΠΕΔΟ : 1 - ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΤΟΙΧΟΣ Ν									
ΤΟΙΧΟΠΟΙΗΣ									
ΕΙΔΟΣ	Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Ή	ΣΥΝ.	ΑΦΑΙΡ.	ΕΠΙΦ.			
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>ο</sup> c	(m)	ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ.	ΥΠΟΛ.	(m <sup>2</sup> )		
1	τοιχοποιία	0.544	4.14	3	1	12.42	5.116	7.30	3.97
2	μπετόν	0.626	4.14	0.1	1	0.414	0.41		0.26
2	μπετόν	0.626	0.52	3	1	1.560	1.56		0.98
2	μπετόν	0.626	4.14	0.4	1	1.656	1.66		1.04
ΣΥΝΟΛΑ :								10.93	6.25
KW = 0.57									

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ									
ΕΙΔΟΣ	Κ	ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ Ή	ΣΥΝ.	ΑΦΑΙΡ.	ΕΠΙΦ.			
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>ο</sup> c	(m)	ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦ.	ΕΠΙΦ.	ΥΠΟΛ.			
10	3.2	0.55	1.35	1	0.74	2.38			
10	3.2	0.55	1.35	1	0.74	2.38			
ΣΥΝΟΛΑ :					1.49	4.76			
KF = 3.20									

ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ :

ΤΟΙΧΟΙ : 7.30 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 3.63 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 1.49 m<sup>2</sup>



ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΜ(W,F) ΓΙΑ ΤΟΙΧΟΥΣ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

ΕΠΙΠΕΔΟ :1

$$\text{Όριο επιπέδου : } km(W, F) = \frac{\Sigma(Kw \cdot Fw) + \Sigma(Kf \cdot Ff)}{\Sigma(Fw + Ff)} \leq 1.6 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}} \quad (3.9)$$

1 5=(3X4)	2	3	4	
Δομικό	Συμβολισμός	Επιφάνεια	Συντελεστής K	KF
στοιχείο		F	θερμοπερατότητας	
		(m <sup>2</sup> ) (kcal/h <sup>o</sup> c)	(Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c)	
	W 1	21.78	0.573	12.486
τοιχοί	W 2	33.71	0.565	19.042
	W 3	7.09	0.626	4.435
	W 4	10.67	0.595	6.347
	W 5	13.60	0.559	7.597
	W 6	6.15	0.547	3.362
	W 7	6.15	0.547	3.362
	W 8	9.75	0.547	5.330
	W 9	10.93	0.571	6.246
	F 1	9.24	3.200	29.568
ανοίγματα	F 2	3.05	3.200	9.751
	F 3	10.28	3.200	32.900
	F 4	4.37	3.200	13.975
	F 5	0.98	3.200	3.130
	F 6	0.00		0.000
	F 7	0.00		0.000
	F 8	0.00		0.000
	F 9	1.49	3.201	4.756

ΣF= 149.2	ΣKF= 162.28
Km(W,F)=ΣKF/ΣF= 1.088 <= 1.6	

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Km (AB) ΓΙΑ ΤΟΙΧΟΥΣ  
ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ

ΟΡΙΟ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΓΙΑ ΤΗ ΖΩΝΗ Β : 1.6

$$\frac{\Sigma(K\alpha\beta \chi F\alpha\beta)}{\Sigma(F\alpha\beta)} \leq 1.6 \frac{kcal}{m^2 h^{\circ}c} \quad (3.10)$$

1	2	3	4	5	6(3x4)
Τοίχος	Τύπος		Συντελεστής.		Επιφάνεια
		Δομικό στοιχείο	θερμοπερα-	F	FK
	Συμβολισμός Κατασκευής		τότητας K		
			Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>ο</sup> c	m <sup>2</sup>	Kcal/h <sup>ο</sup> c
AB 1	Φ1	τοιχοποιία	0.54	4.24	2.31
AB 2	Φ2	μπετόν	0.63	0.23	0.14
AB 3	Φ2	μπετόν	0.63	2.43	1.52
ΣΥΝΟΛΑ:			6.90		3.97
Km(A,B)=FK/F= 0.58					



Μ Ο Ν Ω Σ Η Κ Τ Ι Ρ Ι Ο Υ

Επιτυγχανόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας KM

Όριο κτιρίου  $K_{m,max} \leq 0.000$  kcal/m<sup>2</sup>hc

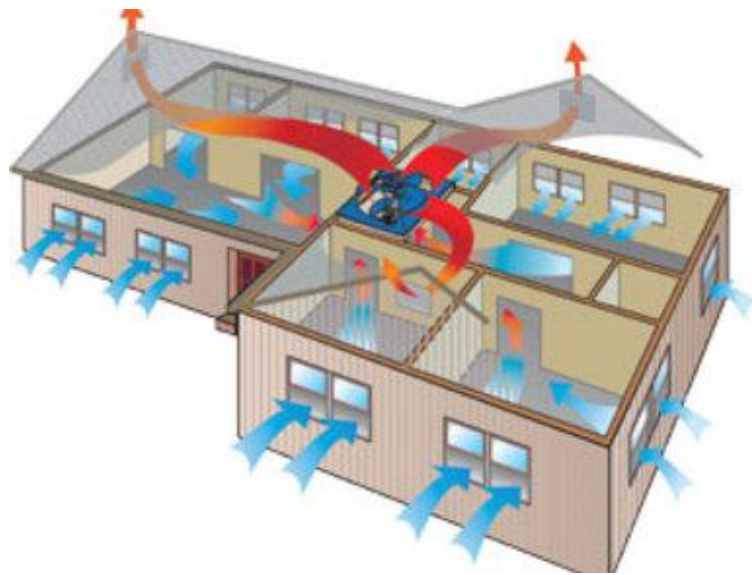
1	2	3	4	5	6=(3x4x5)
		Επιφάνεια	Συντελεστής		KXF
Στοιχείο	Συμβολισμός	F	θερμοπερ. K		Παράγων
		m <sup>2</sup>	kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c		kcal/h <sup>o</sup> c
ΕΠΙΠΕΔΟ 1		149.22	1.088	1.0	162.287
ΤΟΙΧΟΙ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΑΒ		6.90	0.576	0.5	1.986
οροφή	(Φ3)	112.70	0.553	1.0	62.320
ΣΥΝΟΛΑ:		268.82			226.593
$K_m = FK/F = 0.843 > 0.000$ kcal/m <sup>2</sup> h <sup>o</sup> c					

### 3.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Στη χώρα μας δεν υπάρχει ακόμα κανονισμός υπολογισμού των θερμικών αναγκών των κτιρίων. Ο ελληνικός Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων, που βασίζεται κυρίως στο γερμανικό DIN 4108, περιέχει πολλά απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό των θερμικών αναγκών. Η μέθοδος υπολογισμού που επικράτησε στον ελληνικό χώρο είναι αυτή που αναφέρεται στις δύο εκδόσεις του γερμανικού DIN 4701 που έχουν διαφοροποιηθεί μεταξύ τους από την επίδραση της ενεργειακής κρίσης και την εξέλιξη των αυτοματισμών.

Σε γενικές γραμμές, ο τρόπος υπολογισμού των φορτίων της μεθόδου DIN 4701/1959 διατηρήθηκε και στην καινούργια έκδοση του 1983. Η νέα έκδοση του κανονισμού περιέλαβε και τις σύγχρονες αντιλήψεις σχετικά με τη διείσδυση του αέρα στα κτίρια, την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας και τη θερμοχωρητικότητα των κτιρίων. Εκτός από αυτό, η χρησιμοποίηση κατάλληλων συστημάτων αυτόματου ελέγχου οδήγησε στην κατάργηση του συντελεστή προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας. Επίσης καταργήθηκε και ο συντελεστής προσαύξησης λόγω προσανατολισμού.

Υπολογισμός θερμικών απωλειών μπορεί να γίνει και με βάση τη μέθοδο της ASHRAE, η οποία δεν προβλέπει γενικά προσαυξήσεις και υπολογίζει με διαφορετικό τρόπο τις απώλειες προς το έδαφος από ότι το DIN 4701. Γενικά η μέθοδος αυτή είναι απλούστερη στην εφαρμογή της και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με τον υπολογισμό των φορτίων ψύξης.



Σχ 3.1 : Απεικόνιση θερμικών και ψυκτικών φορτίων

Η μεθοδολογία που θα δοθεί στη συνέχεια βασίζεται στη γερμανική μέθοδο υπολογισμού θερμικών αναγκών DIN 4701 έκδοση 1983. Στον υπολογισμό των θερμικών αναγκών διακρίνουμε τις κανονικές και τις ειδικές περιπτώσεις. Κανονικές είναι οι συνηθισμένες κατασκευές που περιλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος των κτιρίων όπως π.χ. μονοκατοικίες, πολυκατοικίες, δημόσια κτίρια, εμπορικά καταστήματα, τράπεζες, εκπαιδευτικά κτίρια, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, εργοστάσια κ.λπ. Ως ειδικές περιπτώσεις ορίζονται:

- α) Οι σπάνια θερμαινόμενοι χώροι (π.χ. εκκλησίες)
- β) Τα κτίρια με βαριά κατασκευή (π.χ. καταφύγια, κλειστά υπόγεια γκαράζ)
- γ) Οι μεγάλες αίθουσες
- δ) Τα θερμοκήπια

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών γίνεται για μόνιμη κατάσταση θέρμανσης δηλ. παραδεχόμαστε ότι όλα τα μεγέθη που υπεισέρχονται στους υπολογισμούς παραμένουν σταθερά με το χρόνο. Επίσης παραδεχόμαστε ότι η θερμοκρασία στις επιφάνειες των διαχωριστικών τοίχων που συνορεύουν με θερμαινόμενους χώρους είναι η ίδια με την θερμοκρασία του αέρα του χώρου. Έτσι οι εσωτερικοί τοίχοι ανταλλάζουν ακτινοβολία μόνο με την εσωτερική επιφάνεια των εξωτερικών τοίχων.

Οι κανονικές θερμικές ανάγκες δεν είναι απαραίτητο να συμφωνούν με τις πραγματικές θερμικές ανάγκες. Εάν π.χ. τοποθετηθούν θερμαντικές επιφάνειες με μεγάλο ποσοστό μετάδοσης θερμότητας με ακτινοβολία μπροστά από τζάμια, οι απώλειες του χώρου θα είναι μεγαλύτερες. Τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να αποφεύγονται για να μη γίνεται σπατάλη ενέργειας. Γενικά οι συνολικές θερμικές απώλειες ενός χώρου οφείλονται στις απώλειες αγωγιμότητας και στις απώλειες αερισμού.

Οι θερμικές απώλειες αγωγιμότητας πρέπει να υπολογίζονται ξεχωριστά για κάθε δομικό στοιχείο, όταν υπάρχει διαφορετικός συντελεστής θερμοπερατότητας ή διαφορετική διαφορά θερμοκρασίας. Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών αερισμού γίνεται με βάση ένα απλοποιημένο προσομοίωμα καθορισμού των ποσοτήτων αέρα που εισέρχονται από τους αρμούς των ανοιγμάτων του χώρου. Ο υπολογισμός παίρνει υπόψη τις διαφορές πίεσης που δημιουργούνται από την πρόσπτωση ανέμου και τη θερμική άνωση καθώς και τις αντιστάσεις ροής μέσα από τους αρμούς των εσωτερικών και εξωτερικών δομικών στοιχείων του χώρου (παραθύρων και θυρών).

Όταν ο αερισμός είναι εξαναγκασμένος (μηχανικός αερισμός με τη βοήθεια ανεμιστήρων) λαμβάνεται υπόψη το επιπλέον ποσό αέρα που εισέρχεται στο χώρο. Οι τιμές που προκύπτουν από τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών με τη βοήθεια του κανονισμού (κανονικές θερμικές ανάγκες) εξασφαλίζουν μια ικανοποιητική εγκατάσταση θέρμανσης, επειδή λαμβάνονται υπόψη οι ελάχιστες εξωτερικές θερμοκρασίες, οι ταχύτητες των πιο συχνών ανέμων κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η θερμοχωρητικότητα του κτιρίου, η στεγανότητα των παραθύρων κ.λπ. Προφανώς κατά την κατασκευή του κτιρίου θα πρέπει να δίνεται προσοχή, ώστε να εξασφαλίζονται οι τιμές των μεγεθών που λήφθηκαν υπόψη στους υπολογισμούς.

Έτσι, εκτός από την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου υπολογισμού των θερμικών απωλειών, είναι απαραίτητη και η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων που αφορούν στην εξωτερική θερμοκρασία, στην ταχύτητα των ανέμων, στον τρόπο κατασκευής του κτιρίου από άποψη στεγανότητας καθώς και στον τρόπο λειτουργίας (συνεχή ή διακοπτόμενο) της εγκατάστασης, ώστε να εξασφαλίζεται πάντοτε ικανοποιητική επάρκεια σε θέρμανση.

Επίσης εκτός από την ικανοποιητική θέρμανση, στόχος των υπολογισμών είναι και η εξασφάλιση ομοιόμορφης θέρμανσης στο κτίριο με βάση τις απαιτούμενες εσωτερικές θερμοκρασίες. Αυτό είναι εφικτό μέσα σε ορισμένα όρια και εξαρτάται κυρίως από τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου και από την επιλογή των αυτοματισμών και του τρόπου λειτουργίας των.

Στη χώρα μας η θέρμανση γίνεται συνήθως διακεκομμένα, για λόγους οικονομίας. Η εγκατάσταση θέρμανσης (θερμαντικά σώματα, λέβητας, σωληνώσεις) είναι μεγαλύτερη από αυτή που υπολογίζονται με βάση τον κανονισμό. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται γρήγορη αναθέρμανση των χώρων μετά τη διακοπή.

### 3.3 ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

#### 3.3.1 Εισαγωγή

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

### 3.3.2 Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών

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

α) Απώλειες Θερμοπερατότητας  $Q_0$ , 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:

$$Q_0 = k \cdot f \cdot x \cdot (t_i - t_a) = \frac{F(t_i - t_a)}{\frac{1}{k}} \text{ σε } w \left( \text{ή } \frac{\text{Kcal}}{h} \right) \quad (3.11)$$

όπου:

$Q_0$ : 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 B, 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  $D = Q_0 / (F_g \cdot e_s \cdot \Delta t)$ , όπου  $F_g$  es η συνολική επιφάνεια που περιβάλλει τον χώρο, και τις ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, σύμφωνα με τον πίνακα:

β2.1) ZD 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:

$$Q_T = Q_o (1 + Z_D + Z_H) = Q_o \times Z \quad (3.12)$$

γ) Οι απώλειες αερισμού  $Q_L$  υπολογίζονται εναλλακτικά:

γ1) από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

$$Q_L = V \times \rho \times c (t_i - t_a) \text{ (σε w)} \quad (3.13)$$

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):

$Q_L = \Sigma Q A_i$ , όπου:

$$Q_{A_i} = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_r \text{ για κάθε άνοιγμα. (3.14)}$$

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  $e_{GA}$ ).

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

$Z_r$ : 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:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L \quad (3.15)$$

### 3.3.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται στο πίνακα ως εξής:

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

Είδος στοιχείου (πχ. T= τοίχος, A= Άνοιγμα, 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.

Στοιχεία Κτιρίου:

Πόλη	Ναύπλιο
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	0
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία(°C)	21
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	1
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού	DIN77
Σύστημα Μονάδων	Watt



Τυπικά Στοιχεία:

Εξωτερικοί Τοίχοι Οροφές	Συντ.κ (Watt/m <sup>2</sup> h °c) Τοίχων	Εσωτερικοί Τοίχοι Δάπεδα	Ανοίγματα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ.κ (Watt/m <sup>2</sup> h °c) Ανοιγμάτων	Συντ.α	Φύλλα
T1	1.1	E1	A1	1.4	2.3	3.5	2.0	1
T2		E2	A2	0.55	1.4	3.5	2.0	1
T3		E3	A3	1.4	2.8	3.5	2.0	1
T4		E4	A4	0.66	1.11	3.5	2.0	1
T5		E5	A5	0.55	0.83	3.5	2.0	1
T6		E6	A6	2.08	0.47	3.5	2.0	2
T7		E7	A7	2.51	0.76	3.5	2.0	1
T8		E8	A8	1.06	2.32	3.5	2.0	1
T9		Δ1	A9	3.62	2.84	3.5	2.0	2
T10		Δ2	A10	1.78	1.30	3.5	2.0	2
T11		Δ3	A11					
O1	0.8	Δ4	A12					

Επίπεδο : 1 Χώρος : 1

Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ Α

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών:

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Πάχος	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Συντ. Κ (Watt/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορά Θερμοκρασίας (°C)	Καθαρές Απώλειες ( Watt )
Δ1				3	3.9	11.70	1	11.70		11.70	0	0	
Ο1	Ο			3	3.9	11.70	1	11.70		11.70	0.8	5	46.80
Τ1	Α			3	3	9.00	1	9.00	3.22	5.78	1.1	21.0	133.5
Α1	Α	α		1.4	2.3	3.22	1	3.22		3.22	3.5	21.0	236.7

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 417

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 83

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 500

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q<sub>L</sub>=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣΙxR<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 227.1

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.70

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q<sub>L</sub>=Vχρ<sub>x</sub>c<sub>x</sub>Δt =

Όγκος Χώρου V = 3x3.9x3= 35 35

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 0

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 728

Επίπεδο : 1 Χώρος : 2

Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΒΑ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών:

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Συντ. Κ (Watt/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορά Θερμοκρασίας (°C)	Καθαρές Απώλειες ( Watt )
Δ1		3.27	3	9.81	1	9.81		9.81	0	0	
Ο1	Ο	3.27	3.0	9.81	1	9.81		9.81	0.8	21.0 0	164.8
T1	B	3.04	3	9.12	1	9.12		9.12	1.1	21.0	210.7
T1	A	3.27	3	9.81	1	9.81	3.22	6.59	1.1	21.0	152.2
A1	A	α	1.4	2.3	3.22	1	3.22	3.22	3.5	21.0	236.7

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 764

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 153

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 917

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q<sub>L</sub>=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 227.1

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.70

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q<sub>L</sub>=Vχρ<sub>x</sub>c<sub>x</sub>Δt =

Όγκος Χώρου V = 3.27x3x2.80= 27

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 1144

Επίπεδο : 1 Χώρος : 3

Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΝΑ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Συντ. Κ (Watt/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορά Θερμοκρασίας Καθαρές Απώλειες Watt	
Δ1			3.16	6.05	19.12	1	19.12		19.12	0	0
Ο1	Ο		3.16	6.05	19.12	1	19.12		19.12	0.8	21
Τ1	Α		3.16	3	9.48	1	9.48	3.92	5.56	1.1	21
Α3	Α	α	1.4	2.8	3.92	1	3.92		3.92	3.5	21
Τ1	Ν		4.11	3	12.33	1	12.33	1.54	10.79	1.1	21
Α2	Ν	α	0.55	1.4	0.77	2	1.54		1.54	3.5	21

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 1100

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 220

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 1320

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q<sub>L</sub>=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 497.2

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.70

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q<sub>L</sub>=Vχρ<sub>x</sub>c<sub>x</sub>Δt =

Όγκος Χώρου V = 3.16x6.05x3= 57

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 1817

Επίπεδο : 1 Χώρος : 4

Ονομασία Χώρου ΛΟΥΤΡΟ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών:

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Συντ. Κ (Watt/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορά Θερμοκρασίας (°C)	Καθαρές Απώλειες ( Watt )	
Δ1			1.98	2.10	4.16	1	4.16		4.16	0	0	
Ο1	Ο		1.98	2.10	4.16	1	4.16		4.16	0.8	21	69.89
Τ1	Β		1.98	3	5.94	1	5.94	0.73	5.21	1.1	21	120.4
Α4	Β	α	0.66	1.11	0.73	1	0.73		0.73	3.5	21	53.65

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q <sub>0</sub>	244
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =	20 % 49
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q <sub>T</sub> =Q <sub>0</sub> x (1+ZD+ZH)	293
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q <sub>L</sub> =ΣQ <sub>Ai</sub> (Q <sub>Ai</sub> =αxΣl <sub>x</sub> R <sub>x</sub> H <sub>x</sub> Δt <sub>x</sub> Z <sub>Γ</sub> ) =	108.7
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =	0.70
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων Z <sub>Γ</sub> =	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q <sub>L</sub> =Vχρ <sub>x</sub> c <sub>x</sub> Δt =	
Όγκος Χώρου V = 1.98x2.10x3=	12
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =	
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q <sub>ολ</sub> = Q <sub>T</sub> + Q <sub>L</sub> =	401

Επίπεδο : 1 Χώρος : 5

Ονομασία Χώρου WC

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών:

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Συντ. Κ (Watt/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορά Θερμοκρασίας (°C)	Καθαρές Απώλειες ( Watt)	
Δ1			1.78	2.71	4.82	1	4.82		4.82	0	0	
Ο1	Ο		1.78	2.71	4.82	1	4.82		4.82	0.8	21	80.98
Τ1	Ν		2.71	3	8.13	1	8.13		8.13	1.1	21	187.8
Τ1	Δ		1.78	3	5.34	1	5.34		5.34	1.1	21	123.4
Τ1	Α		1.78	3	5.34	1	5.34	0.46	4.88	1.1	21	112.7
Α5	Α	α	0.55	0.83	0.46	1	0.46		0.46	3.5	21	33.81

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 539

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 108

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 646

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q<sub>L</sub>=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 84.71

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.70

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q<sub>L</sub>=Vχρ<sub>x</sub>c<sub>x</sub>Δt =

Όγκος Χώρου V = 1.78x2.71x3= 14

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 731

Επίπεδο : 1 Χώρος : 6

Ονομασία Χώρου ΚΟΥΖΙΝΑ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών:

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια	Επιφάνεια Υπολογισμού	Συντ. Κ (Watt/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορά Θερμοκρασίας (°C)	Καθαρές Απώλειες ( Watt )
Δ1			3.06	5.37	16.43	1	16.43		16.43	0	0	
Ο1	Ο		3.06	5.37	16.43	1	16.43		16.43	0.8	21	276.0
Τ1	Ν		4.40	2.95	12.98	1	12.98	0.98	12.00	1.1	21	277.2
Α6	Ν	α	2.08	0.47	0.98	1	0.98		0.98	3.5	21	72.03
Τ1	Δ		3.06	2.95	9.03	1	9.03	1.91	7.12	1.1	21	164.5
Α7	Δ	α	2.51	0.76	1.91	1	1.91		1.91	3.5	21	140.4

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 930

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 186

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 1116

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q<sub>L</sub>=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 371.7

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.70

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q<sub>L</sub>=Vχρ<sub>x</sub>c<sub>x</sub>Δt =

Όγκος Χώρου V = 3.06x5.37x2.95= 48

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 1488

Επίπεδο : 1 Χώρος : 7

Ονομασία Χώρου ΕΙΣΟΔΟΣ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών:

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Συντ. Κ (Watt/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορά Θερμοκρασίας	Καθαρές Απώλειες ( Watt )	
Δ1			1.70	6.28	10.68	1	10.68		10.68	0	0	
Ο1	Ο		1.70	6.28	10.68	1	10.68		10.68	0.8	21	179.4
Τ1	Δ		1.70	2.95	5.02	1	5.02	2.46	2.56	1.1	21	59.14
Α8	Δ	α	1.06	2.32	2.46	1	2.46		2.46	3.5	21	180.8

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q <sub>0</sub>	419
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =	20 % 84
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q <sub>T</sub> =Q <sub>0</sub> x (1+ZD+ZH)	503
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q <sub>L</sub> =ΣQ <sub>Ai</sub> (Q <sub>Ai</sub> =αxΣl <sub>x</sub> R <sub>x</sub> H <sub>x</sub> Δt <sub>x</sub> ZΓ) =	207.5
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =	0.70
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =	0.9
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =	1
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q <sub>L</sub> =Vχρ <sub>x</sub> c <sub>x</sub> Δt =	
Όγκος Χώρου V = 1.7x6.28x2.95=	31
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =	
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q <sub>ολ</sub> = Q <sub>T</sub> + Q <sub>L</sub> =	711



Επίπεδο : 1 Χώρος : 8

Ονομασία Χώρου ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών:

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Συντ. Κ (Watt/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορά Θερμοκρασίας	Καθαρές Απώλειες ( Watt )
Δ1			4.79	3.2	15.33	1	15.33		15.33	0	0	
Ο1	Ο		4.79	3.2	15.33	1	15.33		15.33	0.8	21	257.5
Τ1	Δ		4.79	3.25	15.57	1	15.57	10.28	5.29	1.1	21	122.2
Α9	Δ	α	3.62	2.84	10.28	1	10.28		10.28	3.5	21	755.6

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 1135

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 227

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 1362

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q<sub>L</sub>=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>Z<sub>Γ</sub>) = 483.7

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.70

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων Z<sub>Γ</sub> = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q<sub>L</sub>=Vχρ<sub>x</sub>c<sub>x</sub>Δt =

Όγκος Χώρου V = 4.79x3.2x3.25= 50

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 1846

Επίπεδο : 1 Χώρος : 9

Ονομασία Χώρου ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών:

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Συντ. Κ (Watt/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορά Θερμοκρασίας (°C)	Καθαρές Απώλειες ( Watt )
Δ1			3.2	4.79	15.33	1	15.33		15.33	0	0	
Ο1	Ο		3.2	4.79	15.33	1	15.33		15.33	0.8	21	257.5
Τ1	Β		3.2	3.25	10.40	1	10.40	2.31	8.09	1.1	21	186.9
Α10	Β	α	1.78	1.30	2.31	1	2.31		2.31	3.5	21	169.8

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 614

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 123

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 737

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q<sub>L</sub>=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) = 229.0

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.70

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q<sub>L</sub>=Vχρ<sub>x</sub>c<sub>x</sub>Δt =

Όγκος Χώρου V = 3.2x4.79x3.25= 50

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 966

Επίπεδο : 1 Χώρος : 10

Ονομασία Χώρου ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών:

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Συντ. Κ (Watt/m <sup>2</sup> hc)	Διαφορά Θερμοκρασίας (°C)	Καθαρές Απώλειες ( Watt )
Δ1			1.11	5.02	5.57	1	5.57		5.57	0	0	
Ο1	Ο		1.11	5.02	5.57	1	5.57		5.57	0.8	21	93.58

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q<sub>0</sub> 94

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 19

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q<sub>T</sub>=Q<sub>0</sub> x (1+ZD+ZH) 112

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q<sub>L</sub>=ΣQ<sub>Ai</sub> (Q<sub>Ai</sub>=αxΣl<sub>x</sub>R<sub>x</sub>H<sub>x</sub>Δt<sub>x</sub>ZΓ) =

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.7

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q<sub>L</sub>=Vχρ<sub>x</sub>c<sub>x</sub>Δt =

Όγκος Χώρου V = 1.11x4.17x= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q<sub>ολ</sub> = Q<sub>T</sub> + Q<sub>L</sub> = 112

Κυκλώματα - Σώματα - Ιδιοκτησίες		
Επ. α/α	Ονομασία Χώρου	QΘ Αρ. Κυκλώματος Watt
1 1	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ Α	728 1.1
1 2	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΒΑ	1144
1 3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΝΑ	1817 1.3
1 4	ΛΟΥΤΡΟ	401 1.4
1 5	WC	731 1.5
1 6	ΚΟΥΖΙΝΑ	1488 1.6
1 7	ΕΙΣΟΔΟΣ	711 1.7
1 8	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	1846 1.8
1 9	ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	966 1.9
110	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	112 1.10
Συνολικές Απώλειες		9945

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ ( Watt )		
Επίπεδο : 1		
1	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ Α	: 728
2	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΒΑ	: 1144
3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ ΝΑ	: 1817
4	ΛΟΥΤΡΟ	: 401
5	WC	: 731

6 ΚΟΥΖΙΝΑ	:	1488
7 ΕΙΣΟΔΟΣ	:	711
8 ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	:	1846
9 ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ	:	966
10 ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	:	112
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	:	9945
Συνολικές Απώλειες Κτιρίου	:	9945

### 3.4 ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Το εσωτερικό ενός κτιρίου κερδίζει θερμότητα από διάφορες πηγές. Εάν η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα στα δωμάτια πρέπει να διατηρηθούν σε επίπεδα συνθηκών άνεσης, θερμότητα πρέπει να αφαιρεθεί για να αντισταθμίσει τα κέρδη θερμότητας. Το καθαρό ποσό θερμότητας που αφαιρείται, ονομάζεται ψυκτικό φορτίο. Εδώ θα εξετάσουμε κάθε ένα από τα συστατικά του θερμικού κέρδους και πώς υπολογίζονται και έπειτα πώς προσδιορίζεται το ψυκτικό φορτίο. Το ψυκτικό φορτίο είναι η βάση για την επιλογή του κατάλληλου μεγέθους εξοπλισμού ψύξης, των σωληνώσεων, και των αγωγών.

Το μικτό θερμικό κέρδος εσωτερικών χώρων είναι η θερμότητα που παραλαμβάνει ο χώρος από το περιβάλλον οποιαδήποτε στιγμή. Αυτό το θερμικό κέρδος συνίσταται από πολλές πηγές (ηλιακή ακτινοβολία, φωτισμό, αγωγή και μεταφορά θερμότητας, ανθρώπους, εξοπλισμό, διείσδυση εξωτερικού αέρα). Όλη η θερμότητα που παραλαμβάνεται από αυτές τις πηγές συνήθως δεν προκαλεί αμέσως θέρμανση του εσωτερικού αέρα. Κάποιες από αυτές, ειδικά η ακτινοβολούμενη ενέργεια (από τον ήλιο, τα φώτα, τους ανθρώπους) απορροφώνται από τα υλικά των δωματίων, δηλαδή, τη δομή και την επίπλωση. Το γεγονός αυτό ονομάζεται αποθήκευση θερμότητας. Κατά συνέπεια το καθαρό θερμικό κέρδος του εσωτερικού αέρα είναι συχνά μικρότερο από τα μικτά κέρδη θερμότητας. Το ψυκτικό φορτίο, το ποσό θερμότητας που πρέπει να

αφαιρεθεί από το χώρο για να διατηρηθούν οι συνθήκες σχεδιασμού, είναι το άθροισμα αυτών των καθαρών κερδών θερμότητας.

Είναι πολύ σημαντικό να συνεκτιμηθεί η αποθήκευση θερμότητας λόγω του ότι μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά μειωμένα πραγματικά φορτία. Η επίδραση της αποθήκευσης μπορεί να θεωρηθεί ως χρονική καθυστέρηση στη ροή θερμότητας προς το εσωτερικό. Αυτό σημαίνει ότι κάποια από τη θερμότητα που παραλαμβάνεται από το δωμάτιο έχει χρονική καθυστέρηση στο να φτάσει στον αέρα του δωματίου και να τον θερμάνει.

### ΘΕΡΜΙΚΑ ΚΕΡΔΗ ΧΩΡΩΝ

Οι επιμέρους θερμικές ροές που συμβάλλουν στο θερμικό κέρδος χώρων είναι οι εξής:

1. Συναγωγή, (συνδυασμός αγωγής-μεταφοράς), μέσω των εξωτερικών τοίχων, της στέγης, και των γυάλινων επιφανειών
2. Συναγωγή μέσω εσωτερικών χωρισμάτων, οροφών και πατωμάτων
3. Ηλιακή ακτινοβολία μέσω γυάλινων επιφανειών
4. Φωτισμός
5. Άνθρωποι
6. Εξοπλισμός
7. Θερμότητα από τη διείσδυση του εξωτερικού αέρα μέσω ανοιγμάτων



Σχηματική παράσταση των ψυκτικών φορτίων ενός χώρου.

Σχ 3.2 : Θερμικά κέρδη χώρων

### 3.5 ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

#### 3.5.1 Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία Carrier, ακολουθώντας επίσης τις οδηγίες της 2425/86 ΤΟΤΕΕ και χρησιμοποιώντας και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik
- β) VDI Kuehlastregeln, VDI 2078
- γ) Carrier Handbook of Air Conditioning System Design
- δ) Αερισμός και Κλιματισμός Κ. Λέφα

#### 3.5.2 Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών

Ακολουθώντας πιστά την Carrier, το ψυκτικό φορτίο (ή θερμικό κέρδος) ενός χώρου προκύπτει από το άθροισμα των φορτίων που οφείλονται στις ακόλουθες αιτίες:

Εξωτερικοί τοίχοι:

$$Q_i = K \times A \times D_{tei} \quad (3.16)$$

όπου:

$Q_i$ : Το φορτίο κατά την ώρα  $i$

$i$ : Οι ώρες της ημέρας

$K$ : Θερμική αγωγιμότητα τοίχου

$A$ : Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου

$D_{tei}$ : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για την ώρα  $i$

Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά παίρνεται από πίνακες ανάλογα με το βάρος του τοίχου και τον προσανατολισμό του. Οι τιμές του πίνακα 1 διορθώνονται σύμφωνα με συντελεστή διόρθωσης (υπολογίζεται από τον πίνακα 4 σύμφωνα με την ημερήσια διακύμανση και τη διαφορά της εξωτερικής θερμοκρασίας στις 3μμ του υπολογιζόμενου μήνα από τη θερμοκρασία χώρου) και το χρώμα του τοίχου.

για σκούρο χρώμα:

$$D_{te\ i} = (D_{tem\ i} + D) \quad (3.17)$$

για ενδιάμεσο χρώμα:

$$D_{te\ i} = 0.78 \times (D_{tem\ i} + D) + 0.22 \times (D_{tes\ i} + D) \quad (3.18)$$

για ανοικτό χρώμα:

$$D_{te\ i} = 0.55 \times (D_{tem\ i} + D) + 0.45 \times (D_{tes\ i} + D) \quad (3.19)$$

όπου:

D: Ο συντελεστής διόρθωσης τοίχων

$D_{tem\ i}$ : Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ανάλογα με τον προσανατολισμό και το βάρος, για τοίχο εκτεθειμένο σε ήλιο

$D_{tes\ i}$ : Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά από πίνακα, ανάλογα με το βάρος, για τοίχο σακιασμένο (Βόρειος προσανατολισμός)

Αν ο τοίχος είναι σακιασμένος, τότε το σακιασμένο τμήμα του τοίχου υπολογίζεται με ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ( $D_{tes\ i} + D$ ) ενώ το υπόλοιπο τμήμα με την θερμοκρασιακή διαφορά που αναφέρθηκε παραπάνω δηλαδή:

$$Q_i = (K \times D_{te\ i} \times Re) + (K \times (D_{tes\ i} + D) \times Res) \quad (3.20)$$

όπου:

Re: Επιφάνεια εκτεθειμένη στον ήλιο

Res: Σακιασμένη επιφάνεια

Οροφές:

Ο υπολογισμός των φορτίων από οροφές είναι αντίστοιχος με τον υπολογισμό των εξωτερικών τοίχων, χρησιμοποιώντας διαφορετικό πίνακα ισοδύναμων θερμοκρασιακών διαφορών.



### Εσωτερικοί τοίχοι

Ο υπολογισμός των φορτίων από εσωτερικούς τοίχους προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της θερμικής αγωγιμότητας του τοίχου με το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου και με την ισοδύναμη διαφορά θερμοκρασίας για κάθε ώρα.

$$Q_i = K \times A \times Dt_i \quad (3.21)$$

όπου:

$Q_i$ : Το φορτίο κατά την ώρα  $i$

$i$ : Οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ

$K$ : Θερμική αγωγιμότητα τοίχου

$A$ : Το εμβαδόν της επιφάνειας του τοίχου

$Dt_i$ : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά σε μη κλιματιζόμενους χώρους για την ώρα  $i$

### Δάπεδα

Τα φορτία από τα δάπεδα υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q = K \times A \times Dt \quad (3.22)$$

όπου:

$Q$ : Το υπολογιζόμενο φορτίο

$K$ : Η θερμική αγωγιμότητα του δαπέδου

$A$ : Το εμβαδόν της επιφάνειας του δαπέδου

$Dt$ : Η διαφορά της θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου από τη θερμοκρασία εδάφους (θεωρείται σταθερή)

### Ανοίγματα

Τα φορτία από τα ανοίγματα προκύπτουν από το άθροισμα των φορτίων από θερμική αγωγιμότητα και των φορτίων από ακτινοβολία.

$$Q_i = Q_{ki} + Q_{ai} \quad (3.23)$$

όπου:

$Q_i$ : Το συνολικό φορτίο από τα ανοίγματα κατά την ώρα  $i$

$Q_{ki}$ : Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας κατά την ώρα  $i$

$Q_{ai}$ : Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας κατά την ώρα  $i$

Το φορτίο λόγω θερμικής αγωγιμότητας ( $Q_{ki}$ ) δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_{ki} = K \times A \times Dt_i \quad (3.24)$$

όπου:

- i: Οι ώρες της ημέρας  
 K: Η θερμική αγωγιμότητα του ανοίγματος  
 A: Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος  
 Dti: Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για αγωγιμότητα ανοιγμάτων κατά την ώρα i.

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς για αγωγιμότητα ανοιγμάτων (Dti) αναφέρεται αναλυτικά στα γενικά στοιχεία της μελέτης.

Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της επιφάνειας του ανοίγματος με το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι διορθωμένο κατά τους απαραίτητους συντελεστές:

$$Q_{ai} = (A \times D_i \times E_{Sout\ i} \times E_{Sin} \times S_1 \times S_2 \times (1 + (At \times 0.007 / 300)) \times (1 + ((19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4))) + (A \times D_{es\ i} \times (1 - E_{Sout\ i}) \times E_{Sin} \times S_1 \times S_2 \times (1 + (At \times 0.007 / 300)) \times (1 + ((19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4))) \quad (3.25)$$

όπου:

- i: Οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ  
 A: Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος  
 Di: Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι, για τον δοθέντα προσανατολισμό  
 Desi: Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό σακιασμένο τζάμι (βόρειος προσανατολισμός)  
 ESouti: Ο συντελεστής εξωτερικής σκίασης  
 ESin: Ο συνολικός συντελεστής για ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από τζάμια με ή χωρίς μηχανισμό σκίασης  
 S1: Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το πλαίσιο του ανοίγματος. Έχει τιμή 1 για τζάμια με ξύλινο πλαίσιο και 1.17 για τζάμια χωρίς πλαίσιο ή μεταλλικό πλαίσιο  
 S2: Συντελεστής που εξαρτάται από την ύπαρξη ή όχι ομίχλης. Έχει τιμή 1 για περιοχή χωρίς ομίχλη και τιμή 0.90 για περιοχή με ομίχλη  
 At: Το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται το κτίριο  
 T<sub>adp</sub>: Η τιμή του σημείου δρόσου  
 Φορτία φωτισμού

Τα φορτία λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_{fi} = (F1i \times 1.25 \times 0.86) + (F2i \times 0.86) \quad (3.26)$$

όπου:

- Qfi: Το φορτίο φωτισμού κατά την ώρα i  
 F1i: Η ισχύς των λαμπτήρων φθορισμού κατά την ώρα i  
 F2i: Η ισχύς των λαμπτήρων πυράκτωσης κατά την ώρα i

Υπολογισμός φορτίων ατόμων

Το θερμικό φορτίο από τα άτομα διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$$Q_{ai} = \sum F_{aj} \times N_{ji} \quad (3.27)$$

$$Q_{li} = \sum F_{lj} \times N_{ji} \quad (3.28)$$

όπου:

$Q_{ai}$ : Το αισθητό φορτίο από τα άτομα την ώρα  $i$

$Q_{li}$ : Το λανθάνον φορτίο από τα άτομα την ώρα  $i$

$j$ : Ο τύπος βαθμού ενεργητικότητας των ατόμων σύμφωνα με τον πίνακα της Carrier.

$F_{aj}$ : Το αισθητό φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας  $j$  που εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου

$F_{lj}$ : Το λανθάνον φορτίο ενός ατόμου βαθμού ενεργητικότητας  $j$ . Εξαρτάται από την θερμοκρασία ξηρού βολβού του χώρου

$N_{ji}$ : Ο αριθμός των ατόμων βαθμού ενεργητικότητας  $j$  που βρίσκονται στο χώρο κατά την ώρα  $i$

Ειδικότερα, ανάλογα με τον βαθμό ενεργητικότητας και την εσωτερική θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου, τα λανθάνοντα και αισθητά φορτία λαμβάνονται από τον ακόλουθο πίνακα:

ΒΑΘΜΟΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΤΟΜΩΝ	Αισθητά και Λανθάνοντα Φορτία (σε Kcal/h) ανάλογα με εσωτερική θερμοκρασία χώρου									
	T=23.5		T=24.5		T=25.5		T=26.5		T=27.5	
	A	Λ	A	Λ	A	Λ	A	Λ	A	Λ
Καθισμένοι σε ακινησία	60	26	56	30	52	34	48	38	44	52
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	64	39	59	44	55	48	50	53	46	57
Καθισμένοι, τρώγοντας	76	69	70	75	65	80	60	85	55	90
Δουλειά Γραφείου	76	54	70	60	65	65	60	70	55	75
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά	90	70	83	77	77	83	71	89	65	95
Καθιστική εργασία (Εργοστάσιο)	10	98	93	10	86	11	79	11	73	125
	0			5		2		9		
Ελαφρά εργασία (Εργοστάσιο)	10	16	93	16	86	17	79	18	73	187
	0	0		7		4		1		
Μέτριος Χορός	12	20	11	21	10	21	95	22	87	235
	0	2	1	1	3	9		7		
Βαριά εργασία (Εργοστάσιο)	16	24	15	25	14	26	13	27	12	284
	5	0	3	2	2	3	1	4	1	
Βαριά εργασία (Γυμναστήριο)	18	26	17	27	16	29	14	30	13	315
	7	3	3	7	0	0	7	3	5	

Φορτία συσκευών:

Όπως το φορτίο από τα άτομα έτσι και το φορτίο από τις συσκευές διακρίνεται σε αισθητό και λανθάνον. Οι σχέσεις υπολογισμού είναι οι παρακάτω:

$$Q_a = (\sum F_{aj} \times N_j) + Q_1 \quad (3.29)$$

$$Q_l = (\sum F_{lj} \times N_j) + Q_2 \quad (3.30)$$

όπου:

Q<sub>a</sub>: Το συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές

Q<sub>l</sub>: Το συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές

j: Ο τύπος της συσκευής σύμφωνα με τον πίνακα 7

F<sub>aj</sub>: Το αισθητό φορτίο μίας συσκευής τύπου j

F<sub>lj</sub>: Το λανθάνον φορτίο μίας συσκευής τύπου j

N<sub>j</sub>: Ο αριθμός των συσκευών τύπου j που λειτουργούν στο χώρο

Q<sub>1</sub>: Συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

Q<sub>2</sub>: Συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

Ειδικότερα, τα θερμικά κέρδη για τις διάφορες Συσκευές (σε kcal/h), λαμβάνονται από τον ακόλουθο πίνακα:

ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	Αισθητό Φορτίο	Λανθάνον Φορτίο
	(kcal/h)	(kcal/h)
Μικρή αερίου	500	125
Μεγάλη αερίου	1500	400
Ηλεκτρική 300 W	400	200
Ηλεκτρική 1 KW	600	150
Ηλεκτρική 2 KW	1200	300
Ηλεκτρική 4 KW	2000	800
Κινητήρας 1/4 HP	200	-
Κινητήρας 1 HP	700	-
Κινητήρας 5 HP	3000	-

Φορτία από χαραμάδες:

Τα φορτία αυτά λαμβάνονται υπόψη μόνο όταν δεν υπάρχουν στο χώρο εναλλαγές αέρα από κλιματιστικές συσκευές και υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q_i = (\sum P_j \times a_j \times b) \times D_{ti} \quad (3.31)$$

όπου:

$Q_i$ : Το συνολικό φορτίο από χαραμάδες την ώρα  $i$

$P_j$ : Η περίμετρος του ανοίγματος  $j$

$n$ : Ο αριθμός των ανοιγμάτων

$a_j$ : Ο συντελεστής διείσδυσης του αέρα για το άνοιγμα  $j$ . Εξαρτάται από τον τύπο του ανοίγματος

$b$ : Συντελεστής που εξαρτάται από την έκθεση του κτιρίου σε ανέμους, το λόγω της επιφάνειας των εξωτερικών ανοιγμάτων προς την επιφάνεια των εσωτερικών ανοιγμάτων και τη θέση του ανοιγμάτων. Η τιμή του κυμαίνεται από 0.24 έως 1.6

$D_{ti}$ : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα  $i$ .

Αερισμός:

Ο υπολογισμός αυτός αφορά την εισαγωγή εξωτερικού αέρα για αερισμό των κλιματιζόμενων χώρων. Το φορτίο του αερισμού διακρίνεται σε αισθητό και σε λανθάνον, και υπολογίζεται από τους παρακάτω τύπους:

$$Q_{ai} = 0.29 \times V \times n \times D_{ti} \quad (3.32)$$

$$Q_{li} = 0.71 \times V \times n \times D_g \quad (3.33)$$

όπου:

$Q_{ai}$ : Το αισθητό φορτίο αερισμού την ώρα  $i$

$Q_{li}$ : Το λανθάνον φορτίο αερισμού την ώρα  $i$

$V$ : Ο όγκος του χώρου

$n$ : Ο αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα

$D_{ti}$ : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα  $i$

$D_g$ : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική απόλυτη υγρασία. Η διαφορά αυτή θεωρείται σταθερή για όλες τις ώρες υπολογισμού.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται συγκεντρωτικά και αναλυτικά για όλες τις ώρες από 8 πμ μέχρι 6 μμ. Στα φύλλα υπολογισμών ανά χώρο τα αποτελέσματα πινακοποιούνται στις παρακάτω ομάδες:

1. Πίνακας Δομικών Στοιχείων, οι στήλες του οποίου είναι οι εξής:

Είδος Επιφάνειας (πχ. T= Τοίχος κλπ)

Προσανατολισμός

Μήκος (m)

Πλάτος (m)

Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)

Αριθμός Όμοιων Επιφανειών

Συνολική Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)

Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)

Επιφάνεια Υπολογισμού (m<sup>2</sup>)

Συντελεστής Εσωτερικής Σκίασης

Ύπαρξη Εξωτερικής Σκίασης

2. Φορτία του παραπάνω πίνακα ανά επιφάνεια και ώρα (btu/h, w, ή kcal/h)

3. Πρόσθετα Φορτία ανά ώρα (btu/h, w, ή kcal/h)

Φωτισμού

Ατόμων

Συσκευών

4. Συνολικά Φορτία Χώρου ανά ώρα (kbtu/h, kw, ή Mcal/h)

5. Φορτία Αερισμού ανά ώρα (και μέγιστο) (kbtu/h, kw, ή kcal/h)

α) Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται οι γεωμετρικές διαστάσεις των στοιχείων, καθώς επίσης και ενδείξεις σχετικές με πιθανές σκιάσεις σε αυτά.

β) Στην δεύτερη ομάδα παρουσιάζονται τα ψυκτικά φορτία όπως υπολογίστηκαν για κάθε στοιχείο, σύμφωνα με τους παραπάνω κανόνες υπολογισμών 1-5.

γ) Η τρίτη ομάδα περιέχει τα φορτία που οφείλονται σε πρόσθετες αιτίες, δηλαδή στον φωτισμό, τα άτομα, συσκευές και χαραμάδες (κανόνες 6-9), και αναλύονται σε αισθητό λανθάνον και συνολικό φορτίο.

δ) Στην τελευταία ομάδα παρουσιάζονται τα σύνολα των φορτίων ανά ώρα, και ξεχωριστά για αισθητό και λανθάνον, αλλά και συνολικά, καθώς επίσης και τα φορτία αερισμού.

Ανάλογη παρουσίαση έχουν και τα φύλλα υπολογισμών συστημάτων, στα οποία συγκεντρώνονται τα φορτία των χώρων που αντιστοιχούν στο σύστημα, αναλυόμενα

στις διάφορες αιτίες. Στα φύλλα αυτά εμφανίζεται και ο αερισμός. Τέλος, οι συντελεστές σκίασης παρουσιάζονται σε ξεχωριστά.

### 3.5.3 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου:

Εξ. Τοίχοι- Οροφές	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Συντ. κ Kcal/m <sup>2</sup> hc Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m <sup>2</sup>	Εσ. Τοίχοι-Δάπεδα	Συντ. κ Kcal/m <sup>2</sup> hc Εσ. Τοίχων Δαπέδων	Άνοιγμα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ.κ Kcal/m <sup>2</sup> hc Ανοιγμάτων	Συντελεστής Τζαμιού	Είδος Πλαισίου
T1	C	G1	1.1	300	E1		A1	1.4	2.3	3.5	0.94	2
T2					E2		A2	0.55	1.4	3.5	0.94	2
T3					E3		A3	1.4	2.8	3.5	0.94	2
T4					E4		A4	0.66	1.1	3.5	0.94	2
T5					E5		A5	0.55	0.8	3.5	0.94	2
T6					E6		A6	2.08	0.4	3.5	0.94	2
T7					E7		A7	0.76	2.5	3.5	0.94	2
T8					E8		A8	1.06	2.3	3.5	0.94	2
T9					Δ1	0	A9	3.62	2.8	3.5	0.94	2
T10					Δ2		A1	1.78	1.3	3.5	0.94	
T11					Δ3		A1					
O1	4	8	0.8	50	Δ4		A1					
O2					Δ5		A1					
O3					Δ6		A1					
O4					Δ7		A1					
O5					Δ8		A1					

Επίπεδο : 1  
Χώρος : 1  
Ονομασία : ΥΠΝ. Α

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφανειών (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Εσωτερική Σκίαση
Ο1	Ο	0.8	3	3.9	11.70	1	11.70		11.70	
Δ1		0	3	3.9	11.70	1	11.70		11.70	
Τ1	Α	1.1	3	3	9.00	1	9.00	3.22	5.78	
Α1	Α	3.5	1.4	2.3	3.22	1	3.22		3.22	0.31

Συντελεστές Σκίασης:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	11.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	11.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τ1	5.78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Α1	3.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00



Φορτία Ανά Επιφάνεια:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	11.70	113	162	211	252	293	317	325	325	301	268	227
Δ1	11.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Τ1	5.78	68	80	92	99	105	111	111	117	117	111	111
Α1	3.22	471	354	272	278	264	264	243	210	189	142	109

Δεδομένα Ατόμων:

Βαθμός Ενεργητικότητα	Συντελεστή Αισθητού	Συντελεστή Λανθάνον	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθητού	Σύνολο Λανθάνον	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36145	41.65655	1	58.3614	41.65655	100.018

Τίτλος	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Φορτίο Λανθάνον	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Σύνολο	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Πρόσθετα Φορτία Ανά Ώρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Άτομα (Λανθάνον )	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Άτομα (Σύνολο)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Χαραμάδες	36	44	53	60	68	71	68	64	60	53	45

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.75	0.70	0.69	0.75	0.79	0.82	0.81	0.77	0.73	0.63	0.55
Λανθάνον	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Σύνολο	0.79	0.74	0.73	0.79	0.83	0.86	0.85	0.82	0.77	0.67	0.59

Επίπεδο : 1

Χώρος : 2

Ονομασία : ΥΠΝ. ΒΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφανείας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Εσωτερική Σκίαση
Ο1	Ο	0.8	3.27	3	9.81	1	9.81		9.81	
Δ1		0	3.27	3	9.81	1	9.81		9.81	
Τ1	Β	1.1	3.04	3	9.12	1	9.12		9.12	
Τ1	Α	1.1	3.27	3	9.81	1	9.81	3.22	6.59	
Α1	Α	3.5	1.4	2.3	3.22	1	3.22		3.22	0.31

Συντελεστές Σκίασης:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	9.81	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	9.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τ1	9.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Τ1	6.59	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Α1	3.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανά Επιφάνεια:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	9.81	95	136	177	211	245	266	273	273	252	225	191
Δ1	9.81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Τ1	9.12	59	59	59	68	68	78	78	88	97	107	107
Τ1	6.59	77	91	105	112	119	126	126	133	133	126	126
Α1	3.22	471	354	272	278	264	264	243	210	189	142	109

Δεδομένα Ατόμων:

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντελεστή Αισθητού	Συντελεστή Λανθάνον	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθητό	Σύνολο Λανθάνον	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36145	41.65655	1	58.3614	41.6565	100.018

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων:

Τίτλος	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Φορτίο Λανθάνον	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Σύνολο	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Συνολικά Φορτία Ανά Ώρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.80	0.74	0.72	0.79	0.82	0.86	0.85	0.83	0.79	0.71	0.64
Λανθάνον	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Σύνολο	0.84	0.78	0.77	0.83	0.86	0.90	0.89	0.87	0.83	0.75	0.68

Επίπεδο : 1

Χώρος : 3

Ονομασία : ΥΠΝ. ΝΑ:

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Εσωτερική Σκίαση
O1	O	0.8	3.16	6.05	19.12	1	19.12		19.12	
Δ1		0	3.16	6.05	19.12	1	19.12		19.12	
T1	A	1.1	3.16	3	9.48	1	9.48	3.92	5.56	
A3	A	3.5	1.4	2.8	3.92	1	3.92		3.92	0.31
T1	B	1.1	4.11	3	12.33	1	12.33	1.54	10.79	
A2	B	3.5	0.55	1.4	0.77	2	1.54		1.54	0.31

Συντελεστές Σκίασης:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	19.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	19.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τ1	5.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Α3	3.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Τ1	10.79	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Α2	1.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανά Επιφάνεια::

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	19.12	185	265	345	411	478	518	531	531	491	438	371
Δ1	19.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Τ1	5.56	65	77	89	95	101	107	107	113	113	107	107
Α3	3.92	574	431	331	338	321	321	296	255	230	173	133
Τ1	10.79	69	69	69	81	81	92	92	104	115	127	127
Α2	1.54	69	85	93	105	104	108	104	99	107	62	46

Δεδομένα Ατόμων:

Βαθμός Ενεργητικότητα	Συντελεστή Αισθητού	Συντελεστής Λανθάνον	Αριθμό Ατόμων	Σύνολο Αισθητού	Σύνολο Λανθάνον	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36145	41.65655	2	116.722	83.31309	200.036

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων:

Τίτλος	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
Φορτίο Λανθάνον	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Σύνολο	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Πρόσθετα Φορτία Ανά Ώρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	11 7	11 7	117	117	117	117	117	117	117	117	117
Άτομα (Λανθάνον)	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Άτομα (Σύνολο)	20 0	20 0	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	79	97	116	132	148	155	148	140	132	115	98

Συνολικά Φορτία Ανά Ώρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	1.16	1.14	1.16	1.28	1.35	1.42	1.40	1.36	1.30	1.14	1.00
Λανθάνον	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Σύνολο	1.24	1.22	1.24	1.36	1.43	1.50	1.48	1.44	1.39	1.22	1.08

Επίπεδο : 1  
Χώρος : 4  
Ονομασία : ΛΟΥΤΡΟ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφανείας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Εσωτερική Σκίαση
O1	O	0.8	1.98	2.1	4.16	1	4.16		4.16	
Δ1		0	1.98	2.1	4.16	1	4.16		4.16	
T1	B	1.1	1.98	3	5.94	1	5.94	0.73	5.21	
A4	B	3.5	0.66	1.11	0.73	1	0.73		0.73	0.31

Συντελεστές Σκίασης:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
O1	4.16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	4.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	5.21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A4	0.73	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00



Φορτία Ανά Επιφάνεια:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
O1	4.16	40	58	75	90	104	113	116	116	107	95	81
Δ1	4.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	5.21	34	34	34	39	39	45	45	50	56	61	61
A4	0.73	33	40	44	50	49	51	49	47	51	29	22

Συνολικά Φορτία Ανά Ωρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.11	0.13	0.15	0.18	0.19	0.21	0.21	0.21	0.21	0.19	0.16
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.11	0.13	0.15	0.18	0.19	0.21	0.21	0.21	0.21	0.19	0.16

Επίπεδο : 1  
Χώρος : 5  
Ονομασία : WC

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Εσωτερική Σκίαση
O1	O	0.8	1.78	2.71	4.82	1	4.82		4.82	
Δ1		0	1.78	2.71	4.82	1	4.82		4.82	
T1	N	1.1	2.71	3	8.13	1	8.13		8.13	
T1	Δ	1.1	1.78	3	5.34	1	5.34		5.34	
T1	A	1.1	1.78	3	5.34	1	5.34	0.46	4.88	
A5	A	3.5	0.55	0.83	0.46	1	0.46		0.46	0.31

Συντελεστές Σκίασης:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	4.82	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τ1	8.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Τ1	5.34	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Τ1	4.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Α5	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανά Επιφάνεια:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	4.82	47	67	87	104	121	131	134	134	124	110	94
Δ1	4.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Τ1	8.13	66	66	66	74	92	100	118	126	135	143	143
Τ1	5.34	51	51	51	51	51	57	63	74	85	102	114
Τ1	4.88	57	68	78	83	88	94	94	99	99	94	94
Α5	0.46	67	51	39	40	38	38	35	30	27	20	16

Πρόσθετα Φορτία Ανά Ωρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Χαραμάδες	13	17	20	23	25	26	25	24	22	20	17

Συνολικά Φορτία Ανά Ώρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.30	0.32	0.34	0.37	0.41	0.45	0.47	0.49	0.49	0.49	0.48
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.30	0.32	0.34	0.37	0.41	0.45	0.47	0.49	0.49	0.49	0.48

Επίπεδο : 1

Χώρος : 6

Ονομασία : ΚΟΥΖΙΝΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφάνειας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Εσωτερική Σκίαση
Ο1	Ο	0.8	3.06	5.37	16.43	1	16.43		16.43	
Δ1		0	3.06	5.37	16.43	1	16.43		16.43	
Τ1	N	1.1	4.4	3	13.20	1	13.20	0.98	12.22	
A6	N	3.5	2.08	0.47	0.98	1	0.98		0.98	0.31
Τ1	Δ	1.1	3.06	3	9.18	1	9.18	2.28	6.90	
Τ1	Δ	1.1	0.76	3	2.28	1	2.28		2.28	

Συντελεστές Σκίασης:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	16.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	16.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τ1	12.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A6	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Τ1	6.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Τ1	2.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανά Επιφάνεια:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	16.4	159	227	296	354	411	445	457	457	422	376	319
Δ1	16.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Τ1	12.2	99	99	99	112	138	151	177	190	203	216	216
Α6	0.98	65	88	99	105	94	82	69	58	51	40	31
Τ1	6.90	66	66	66	66	66	74	81	96	110	132	147
Τ1	2.28	22	22	22	22	22	24	27	32	36	44	49

Δεδομένα Ατόμων:

Βαθμός Ενεργητικότητα	Συντελεστή Αισθητού	Συντελεστή Λανθάνον	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθητού	Σύνολο Λανθάνον	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36145	41.65655	2	116.7229	83.31309	200.036

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων:

Τίτλος	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
Φορτίο Λανθάνον	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Σύνολο	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Δεδομένα Συσκευών:

Είδος Συσκευής	Συντελεστής Αισθητό	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθητό	Σύνολο
Άλλο Αισθητό Φορτίο	255.86	1	255.86	255.86

Πρόσθετα Φορτία Ανά Ώρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
Άτομα (Λανθάνον)	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
Άτομα (Σύνολο)	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Συσκευές (Αισθητό)	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
Χαραμάδες	25	31	36	42	47	49	47	44	42	36	31

Συνολικά Φορτία Ανά Ώρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.81	0.91	0.99	1.07	1.15	1.20	1.23	1.25	1.24	1.22	1.16
Λανθάνον	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Σύνολο	0.89	0.99	1.07	1.16	1.23	1.28	1.31	1.33	1.32	1.30	1.25

Επίπεδο : 1  
 Χώρος : 7  
 Ονομασία : ΕΙΣΟΔΟΣ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφανείας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )
Ο1	Ο	0.8	1.7	6.28	10.68	1	10.68		10.68
Δ1		0	1.7	6.28	10.68	1	10.68		10.68
Τ1	Δ	1.1	1.7	3	5.10	1	5.10	12.00	
Τ1	Δ	1.1	4	3	12.00	1	12.00		12.00

Συντελεστές Σκίασης:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	10.68	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	10.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τ1		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Τ1	12.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανά Επιφάνεια:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	10.68	103	148	193	230	267	289	297	297	275	245	207
Δ1	10.68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Τ1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Τ1	12.00	115	115	115	115	115	128	141	166	192	230	256

Συνολικά Φορτία Ανά Ωρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.22	0.26	0.31	0.35	0.38	0.42	0.44	0.46	0.47	0.47	0.46
Λανθάνο ν	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.22	0.26	0.31	0.35	0.38	0.42	0.44	0.46	0.47	0.47	0.46

Συντελεστές Σκίασης:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	15.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	15.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τ1	5.29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Α9	10.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.65	0.83	0.97	0.00	0.00

Επίπεδο : 1  
 Χώρος : 8  
 Ονομασία : ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ  
 Φορτία Ανά Επιφάνεια

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	15.33	148	212	276	330	383	415	426	426	394	351	298
Δ1	15.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Τ1	5.29	51	51	51	51	51	57	62	73	85	101	113
Α9	10.28	461	567	621	704	693	1175	1662	1871	1664	414	308

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων:

Τίτλος	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
Φορτίο Λανθάνον	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Σύνολο	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

Πρόσθετα Φορτία Ανά Ώρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
Άτομα (Λανθάνον)	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Άτομα (Σύνολο)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300



Συσκευές (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Χαραμάδες	63	78	92	105	118	124	118	112	105	92	78

Συνολικά Φορτία Ανά Ώρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.90	1.08	1.22	1.37	1.42	1.95	2.44	2.66	2.42	1.13	0.97
Λανθάνον	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Σύνολο	1.02	1.21	1.34	1.49	1.55	2.07	2.57	2.78	2.55	1.26	1.10

Επίπεδο : 1

Χώρος : 9

Ονομασία : ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφανείας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	Εσωτερική Σκίαση
Ο1	Ο	0.8	3.2	4.79	15.33	1	15.33		15.33	
Δ1		0	3.2	4.79	15.33	1	15.33		15.33	
Τ1	Β	1.1	3.2	3.25	10.40	1	10.40	2.31	8.09	
Α10	Β	3.5	1.78	1.3	2.31	1	2.31		2.31	0.31

Συντελεστές Σκίασης:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	15.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	15.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Τ1	8.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Α10	2.31	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανά Επιφάνεια:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	15.33	148	212	276	330	383	415	426	426	394	351	298
Δ1	15.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Τ1	8.09	52	52	52	61	61	69	69	78	86	95	95
Α10	2.31	104	127	139	158	156	162	156	149	160	93	69

Δεδομένα Ατόμων:

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντελεστής Αισθητό	Συντελεστής Λανθάνον	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθητό	Σύνολο Λανθάνον	Σύνολο
Καθισμένοι σε ακινησία	58.36145	41.65655	3	175.0844	124.9696	300.054

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων:

Τίτλος	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
Φορτίο Λανθάνον	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Σύνολο	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

Δεδομένα Συσκευών:

Είδος Συσκευής	Συντελεστής Αισθητού	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθητού	Σύνολο
Άλλο Αισθητό Φορτίο	255.86	1	255.86	255.86

Πρόσθετα Φορτία Ανά Ωρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
Άτομα (Λανθάνον)	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
Άτομα (Σύνολο)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Συσκευές (Αισθητό)	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256	256
Χαραμάδες	30	37	44	50	56	59	56	53	50	44	37

Συνολικά Φορτία Ανά Ωρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.76	0.86	0.94	1.03	1.09	1.14	1.14	1.14	1.12	1.01	0.93
Λανθάνον	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Σύνολο	0.89	0.98	1.07	1.15	1.21	1.26	1.26	1.26	1.25	1.14	1.06

Επίπεδο : 1  
 Χώρος : 10  
 Ονομασία : ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	K (Kcal/m <sup>2</sup> hc)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Αριθμός Επιφανειών	Σύνολο Επιφανείας (m <sup>2</sup> )	Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )
Ο1	Ο	0.8	1.11	5.02	5.57	1	5.57		5.57
Δ1		0	1.11	5.02	5.57	1	5.57		5.57

Συντελεστές Σκίασης:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	5.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ1	5.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανά Επιφάνεια:

Είδος Επιφάνειας	Επιφάνεια Υπολογισμού (m <sup>2</sup> )	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Ο1	5.57	54	77	100	120	139	151	155	155	143	128	108
Δ1	5.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Ανά Ώρα:

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.05	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13	0.11
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.05	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13	0.11

Χώρος : 1

Ονομασία : ΥΠΝ. Α

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανά Ώρα

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.75	0.70	0.69	0.75	0.79	0.82	0.81	0.77	0.73	0.63	0.55
Λανθάνον	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Σύνολο	0.79	0.74	0.73	0.79	0.83	0.86	0.85	0.82	0.77	0.67	0.59

Χώρος : 2

Ονομασία : ΥΠΝ. ΒΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανά Ώρα

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.80	0.74	0.72	0.79	0.82	0.86	0.85	0.83	0.79	0.71	0.64
Λανθάνον	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Σύνολο	0.84	0.78	0.77	0.83	0.86	0.90	0.89	0.87	0.83	0.75	0.68

Χώρος : 3

Ονομασία : ΥΠΝ. ΝΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανά Ώρα

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	1.16	1.14	1.16	1.28	1.35	1.42	1.40	1.36	1.30	1.14	1.00
Λανθάνον	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Σύνολο	1.24	1.22	1.24	1.36	1.43	1.50	1.48	1.44	1.39	1.22	1.08

Χώρος : 4

Όνομασία : ΛΟΥΤΡΟ  
 Συνολικά Φορτία Χώρων Ανά Ωρα

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.11	0.13	0.15	0.18	0.19	0.21	0.21	0.21	0.21	0.19	0.16
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.11	0.13	0.15	0.18	0.19	0.21	0.21	0.21	0.21	0.19	0.16

Χώρος : 5  
 Όνομασία : WC  
 Συνολικά Φορτία Χώρων Ανά Ωρα

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.30	0.32	0.34	0.37	0.41	0.45	0.47	0.49	0.49	0.49	0.48
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.30	0.32	0.34	0.37	0.41	0.45	0.47	0.49	0.49	0.49	0.48

Χώρος : 6  
 Όνομασία : ΚΟΥΖΙΝΑ  
 Συνολικά Φορτία Χώρων Ανά Ωρα

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.81	0.91	0.99	1.07	1.15	1.20	1.23	1.25	1.24	1.22	1.16
Λανθάνον	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Σύνολο	0.89	0.99	1.07	1.16	1.23	1.28	1.31	1.33	1.32	1.30	1.25

Χώρος : 7  
 Όνομασία : ΕΙΣΟΔΟΣ  
 Συνολικά Φορτία Χώρων Ανά Ωρα

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.22	0.26	0.31	0.35	0.38	0.42	0.44	0.46	0.47	0.47	0.46
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.22	0.26	0.31	0.35	0.38	0.42	0.44	0.46	0.47	0.47	0.46

Χώρος : 8  
 Ονομασία : ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ  
 Συνολικά Φορτία Χώρων Ανά Ωρα

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.90	1.08	1.22	1.37	1.42	1.95	2.44	2.66	2.42	1.13	0.97
Λανθάνον	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Σύνολο	1.02	1.21	1.34	1.49	1.55	2.07	2.57	2.78	2.55	1.26	1.10

Χώρος : 9  
 Ονομασία : ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ  
 Συνολικά Φορτία Χώρων Ανά Ωρα

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.76	0.86	0.94	1.03	1.09	1.14	1.14	1.14	1.12	1.01	0.93
Λανθάνον	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Σύνολο	0.89	0.98	1.07	1.15	1.21	1.26	1.26	1.26	1.25	1.14	1.06

Χώρος : 10  
 Ονομασία : ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ  
 Συνολικά Φορτία Χώρων Ανά Ωρα

Είδος Φορτίου	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ	7 μμ	8 μμ
Αισθητό	0.05	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13	0.11
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.05	0.08	0.10	0.12	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13	0.11

### 3.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

#### 3.6.1 Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία DIN 4701 και τις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 ΤΟΤΕΕ, 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) *Θέρμανση δαπέδου με ζεστό νερό στα κτίρια, Μ. Παπαδόπουλος (ΤΕΕ)*
- ε) *Εγχειρίδιο για τον Μηχανικό θερμάνσεων Garms/Pfeifer (ΤΕΕ)*
- στ) *Πρότυπα ΕΛΟΤ και DIN*

#### 3.6.2 Παραδοχές & κανόνες υπολογισμών

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:

$$Q = \pi \frac{D^2}{4} V \text{ (εξίσωση συνέχειας)} \quad (3.34)$$

$$J = \frac{\Delta h}{L} = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \text{ (εξίσωση Darcy)} \quad (3.35)$$



$$\frac{1}{f} = -2 \log \left( \frac{k}{3.7D} \right) + \left( \frac{2.51}{Re} \right) \quad (\text{εξίσωση Colebrook}) \quad (3.36)$$

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad (\text{αριθμός Reynolds}) \quad (3.37)$$

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

Δh: Απώλειες πίεσης σε m

L: Μήκος αγωγού σε m

λ: Συντελεστής τριβής

k: Απόλυτη τραχύτητα σωλήνα σε mm

Re: Αριθμός Reynolds

ν: Ιξώδες νερού σε m<sup>2</sup>/sec

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

$$q_{fb} = \left( \frac{Q_n}{A_{fb}} \right) \quad (3.38)$$

$$t_{fb} = \left( \frac{q_{fb}}{a_{ges}} \right) + t_l \quad (3.39)$$

$$RA = da + \left( \frac{2}{m} \operatorname{arcosh} z \right) \quad (3.40)$$

$$z = \frac{2}{3 \left( \frac{ac}{kc} \right) (t_{fb} - t_l) + 2Kb(t_l - t_a) - (t_h - t_l)} \quad (3.41)$$

$$m = 0.45 v \left( \frac{(kb+kc)}{\lambda b da} \right) \quad (3.42)$$

$$Kb = \frac{kb}{kb+kc} \quad (3.43)$$

$$Kc = kc/(kb + kc) \quad (3.44)$$

$$I = \frac{100}{RA \ 100} Afb \quad (3.45)$$

$$qde = (th - ta)kb \quad (3.46)$$

όπου:

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

Qn: Θερμικό φορτίο χωρίς απώλειες δαπέδου (W)

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

tfb: Μέση θερμοκρασία επιφανείας δαπέδου (°C)

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

l: Μήκος του σωλήνα στο κύκλωμα (m)

da: Διάμετρος σωλήνα (m)

ac: Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την κάτω ακμή του σωλήνα έως την πάνω πλευρά του δαπέδου (W / m<sup>2</sup> K)

kc: Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την πάνω ακμή του σωλήνα έως την πάνω πλευρά του δαπέδου (W / m<sup>2</sup>K)

kb: Συντελεστής μετάβασης θερμότητας από την κάτω ακμή του σωλήνα έως την κάτω πλευρά του δαπέδου (W / m<sup>2</sup>K)

ta: Θερμοκρασία χώρου κάτωθεν θερμαινόμενου (°C)

th: Θερμοκρασία θερμαντικού μέσου (°C)

tl: Θερμοκρασία χώρου (°C)

lb: Συντελεστής θερμοαγωγιμότητας του υλικού μεταξύ των σωλήνων (W/ m K)

RA: Απόσταση σωλήνων (m)

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

$$J = \frac{1}{2} \Sigma \zeta \rho V^2 \quad (3.47)$$

όπου:

Σζ: Συνολική αντίσταση των εξαρτημάτων του κλάδου

ρ: Πυκνότητα νερού

### 3.6.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

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 κλπ.

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<sup>2</sup>).

Θερμοκρασία χώρου (°C).

Θερμοκρασία κάτω χώρου (°C).

Συντελεστής θερμοπερατότητας πάνω (w/ m<sup>2</sup>K)

Συντελεστής θερμοπερατότητας κάτω (w/ m<sup>2</sup>K)

Πυκνότητα θερμοροής (Mcal/h m<sup>2</sup>)

Θερμοκρασία επιφάνειας δαπέδου (°C)

Υπολειπόμενη θερμική ισχύς (Mcal/h)

Απόσταση σωλήνων RA (cm)

Πυκνότητα θερμοροής προς τα κάτω (Mcal/h m<sup>2</sup>)

Στοιχεία εγκατάστασης:

Θερμοκρασία Νερού Προσαγωγής (°C)	45
Τύπος Σωλήνων Κεντρικής Στήλης	Χαλκοσωλήνας
Τραχύτητα Σωλήνων Κεντρικής Στήλης (μm)	1.5
Τύπος Σωλήνων Κυκλωμάτων	Πλαστικός
Τραχύτητα Σωλήνων Κυκλωμάτων (μm)	6
Απόσταση Σωλήνων στα Κυκλώματα RA (cm)	10
Σζ Εξαρτημάτων Κεντρικών Σωλήνων	1.5
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου	1
Σύστημα Μονάδων	KWatt

Υπολογισμοί Σωληνώσεων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης:

Αριθμός Κυκλώματος	Μήκος Σωλήνα στο Κύκλωμα m	Μήκος Σωλήνα Πρ.&Επιστ.	Μήκος Σωλήνα	Φορτίο Κυκλώμ. (KWatt)	Πτώση Θερμ. °C	Παροχή Νερού m <sup>3</sup> /h	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Νερού m/s	Τριβές Εξαρτ. mΥΣ	Στραγγαλ. mΥΣ	Τριβές Σωληνών mΥΣ	Ολικές Τριβές mΥΣ
1.1	106.0	8	114	0.8	9.44	0.07	Φ16	0.18	0.01	1.76	0.63	2.40
1.2	51.00	14	65	0.49	5.11	0.07	Φ16	0.18	0.01	2.04	0.35	2.40
1.3	70.00	14	84	0.54								
1.4	81.50	5	86.5	0.68	5.11	0.11	Φ16	0.28	0.02	1.32	1.06	2.40
1.5	81.50	8	89.5	0.68	5.11	0.11	Φ16	0.28	0.02	1.28	1.09	2.40
1.6	58.00	10	68.0	0.42						2.40		2.40
1.7	96.40	12	108	0.46	4.02	0.1	Φ16	0.24	0.02	1.36	1.01	2.40
1.8	109.0	4	113	0.93	5.11	0.16	Φ16	0.38	0.04		2.36	2.40
1.9	109.0	4	113	0.91	5.11	0.15	Φ16	0.38	0.04	0.07	2.27	2.40
1.10	103.3	4	107	0.86	5.11	0.15	Φ16	0.36	0.04	0.39	1.97	2.40
1.11	103.3	6	109	0.86	5.11	0.15	Φ16	0.36	0.04	0.35	2.01	2.40
1.12	90.00	14	104	0.72						2.40		2.40
1.13	100.0	20	120	0.72								

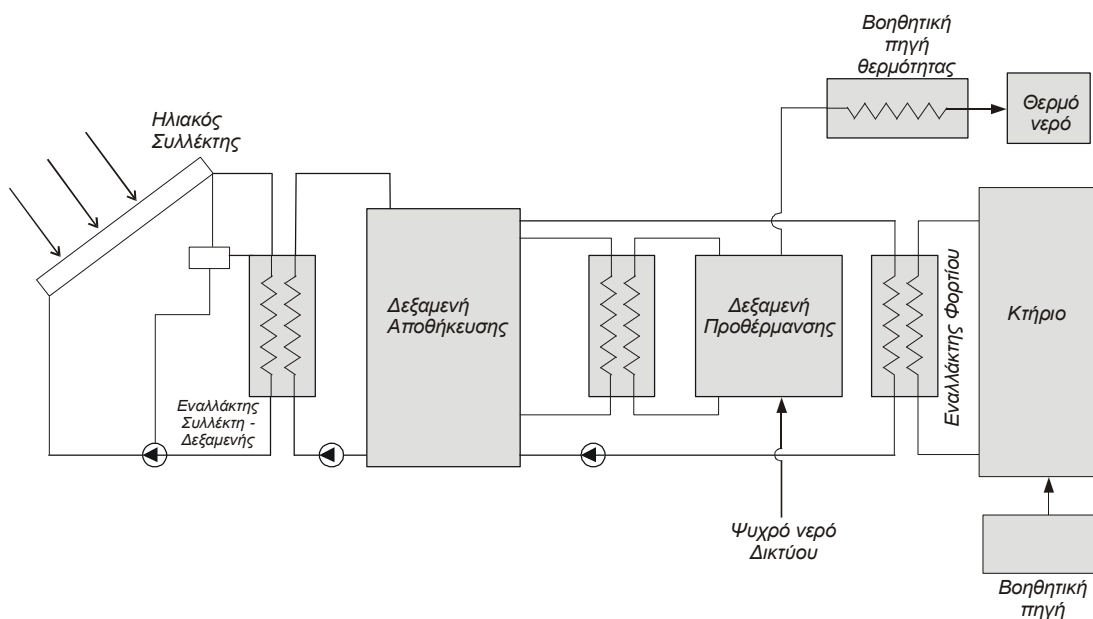
Υπολογισμοί Μεγεθών Κυκλωμάτων Ενδοδαπέδιας Κεντρικής Θέρμανσης:

Αριθμός Κυκλ.	Θερμ. Χώρος	Φορτίο Χώρου (KWatt)	Επιφάνεια Δαπέδου m <sup>2</sup>	Θερμοκρ. Χώρου °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. (KWatt)	Απόστ. Σωλ. RA cm	Πυκν.Θ. Πρ.Κάτω (KWatt/m <sup>2</sup> )
1.1	1.1	0.77	10.6	21	21	0.15	0.15	0.073	27.85		10	0.003
1.2	1.2	0.7	5.1	21	21	0.15	0.15	0.137	33.07	0.288	10	0.003
1.3	1.3	0.52	3.5	21	21	0.15	0.15	0.149	33.95		5	0.005
1.4	1.4	1	8.15	21	21	0.15	0.15	0.123	31.93	0.341	10	0.003
1.5	1.5	1.0	8.15	21	21	0.15	0.15	0.123	31.93	0.341	10	0.003
1.6	1.6	0.41	2.9	20	21	0.15	0.15	0.141	32.51		5	0.005
1.7	1.7	0.804	4.82	21	10	0.15	0.15	0.167	35.33	0.366	5	0.005
1.8	1.8	1.2	10.9	21	10	0.15	0.15	0.110	30.91	0.319	10	0.004
1.9	1.9	1.2	10.9	21	21	0.15	0.15	0.110	30.91	0.319	10	0.003
1.10	1.10	0.926	10.33	21	21	0.15	0.15	0.090	29.25	0.091	10	0.003
1.11	1.11	0.926	10.33	21	21	0.15	0.15	0.090	29.25	0.091	10	0.003
1.12	1.12	0.7	4.5	21	21	0.15	0.15	0.156	34.48		5	0.006
1.13	1.13	0.7	5	21	21	0.15	0.15	0.140	33.29		5	0.005

### 3.7 Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ ΚΑΜΠΥΛΩΝ F

Για να γίνει η σχεδίαση ενός οικονομικά βιώσιμου ηλιακού συστήματος πρέπει να προηγηθεί ο υπολογισμός της θερμικής απόδοσης, δηλαδή ο προσδιορισμός της ωφέλιμης ενέργειας, που παρέχει το σύστημα αυτό.

Η πιο γνωστή προσεγγιστική μέθοδος υπολογισμού είναι η μέθοδος των καμπυλών  $f$  που αναπτύχθηκε από τους Αμερικάνους S. Klein, W. Beckman και J. Duffie του πανεπιστημίου του Winsconsin. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για τον υπολογισμό κατά πρώτο λόγο των συστημάτων θέρμανσης, ενώ μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για υπολογισμό συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, ή για συνδυασμό των δύο.



Σχ:3.3 διάγραμμα σύστημα θέρμανσης

Στο σχήμα 3.3 φαίνεται το σχηματικό διάγραμμα ενός τυπικού ηλιακού συστήματος θέρμανσης και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.

Η μέθοδος των καμπυλών  $f$  ισχύει για τις διατάξεις αυτές και μόνο. Στα συστήματα αυτά χρησιμοποιείται υγρό (νερό βασικά ή κάποιο αντιπηκτικό διάλυμα) σαν μέσο μεταφοράς θερμότητας και νερό σαν μέσο αποθήκευσης της ενέργειας.

Για την μετατροπή της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας σε θερμική ενέργεια χρησιμοποιούνται επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες. Η ενέργεια αυτή αποθηκεύεται με μορφή αισθητής θερμότητας στη δεξαμενή αποθήκευσης και χρησιμοποιείται, όταν χρειάζεται, για να τροφοδοτήσει το φορτίο θέρμανσης και ζεστού νερού.

Γενικά, μέσα από τους συλλέκτες κυκλοφορεί ένα αντιπηκτικό διάλυμα και μεταξύ συλλεκτών και δεξαμενής χρησιμοποιείται ένας εναλλάκτης, κάτι που είναι πιο οικονομικό από την εναλλακτική λύση, να χρησιμοποιείται δηλαδή το αντιπηκτικό διάλυμα σαν μέσο αποθήκευσης. Για τη μεταφορά θερμότητας από τη δεξαμενή αποθήκευσης στο κτίριο χρησιμοποιείται ένας εναλλάκτης υγρού-αέρα, που ονομάζεται εναλλάκτης φορτίου.

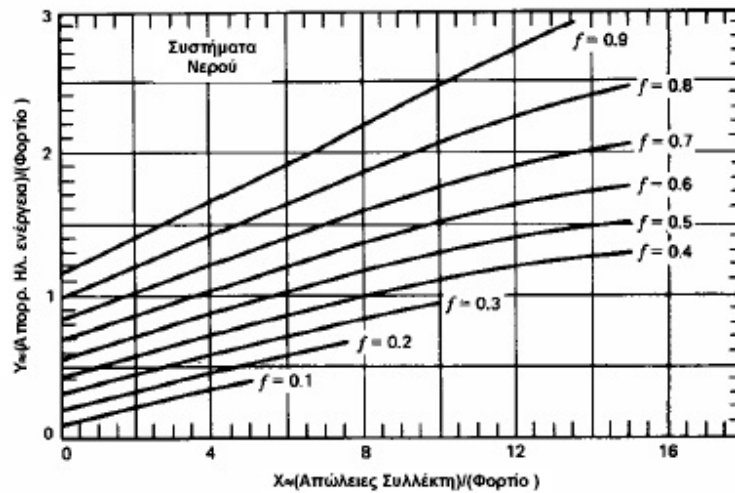
Ένας άλλος εναλλάκτης χρησιμοποιείται για τη μεταφορά θερμότητας στο σύστημα ζεστού νερού χρήσης, που αποτελείται από μια συμβατική πηγή ενέργειας για να τροφοδοτήσει το φορτίο. Διάφοροι αυτοματισμοί, βαλβίδες ασφαλείας, κυκλοφορητές σωληνώσεις, συμπληρώνουν το σύστημα.

Η απόδοση των επίπεδων ηλιακών συλλεκτών είναι μεγαλύτερη όσο η θερμοκρασία του διερχόμενου από αυτούς υγρού είναι μικρότερη. Αν ο εναλλάκτης φορτίου είναι μικρός, η μέση θερμοκρασία του νερού στη δεξαμενή αποθήκευσης είναι υψηλή και η απόδοση των συλλεκτών είναι αντίστοιχα χαμηλή. Τα κοινά θερμαντικά σώματα, όπως εκλέγονται συνήθως (απόδοση δηλαδή του φορτίου αιχμής για θερμοκρασία νερού 90-70°C) είναι ανεπαρκή για ηλιακά συστήματα θέρμανσης, διότι απαιτούν θερμοκρασίες υψηλότερες από αυτές, που επιτυγχάνονται αποδοτικά με τους ηλιακούς συλλέκτες. Συστήματα διανομής της θερμότητας μέσα στους χώρους που λειτουργούν με σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες είναι το ενδοδαπέδιο σύστημα και το σύστημα με fan-coils.

### 3.8 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΑΜΠΥΛΩΝ $f$

Κατά τη μέθοδο καμπυλών  $f$ , το ποσοστό  $f$ , του μηνιαίου θερμικού φορτίου που καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια (ή απλά η κάλυψη) εκφράζεται εμπειρικά με τη βοήθεια δύο αδιάστατων συντελεστών  $X$  και  $Y$ .





Σχ 3.4 : Καμπύλες f

$$X = FRUL \times \left(\frac{FR'}{FR}\right) \times (T_{ref} - \text{` } T_{\alpha}) \times \Delta t \times \left(\frac{Ac}{L}\right) \times K2 \times K3 \quad (3.48)$$

$$Y = FR(t_{\alpha})_n \times (FR'/FR) \times (\text{` } t_{\alpha}) / (t_{\alpha})_n \times (\text{` } HT \times \left(\frac{Ac}{L}\right) \times K4 \quad (3.49)$$

Όπου:

Ac: η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών (m<sup>2</sup>).

FR'/FR: ο διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη εναλλάκτη

FRUL, FR(t<sub>α</sub>)<sub>n</sub> : χαρακτηριστικά μεγέθη του συλλέκτη, που προκύπτουν από την καμπύλη απόδοσής του.

T<sub>ref</sub> :θερμοκρασία αναφοράς που ορίζεται ίση με 100°C.

` T<sub>α</sub> :η μέση μηνιαία θερμοκρασία ημέρας.

Δt :η χρονική περίοδος κάθε μήνα (s).

L :το μέσο μηνιαίο φορτίο (J).

$\bar{H}_T$ : η μέση μηνιαία ακτινοβολία που προσπίπτει στο επίπεδο του συλλέκτη.

$(\tau_a)/(\tau_a)_n$ : διορθωτικός συντελεστής.

K2: συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής.

K3 :συντελεστής ζεστού νερού.

K4 :συντελεστής εναλλάκτη θερμότητας φορτίου.

Οι αδιάστατοι συντελεστές X και Y έχουν την εξής φυσική έννοια: Το Y αντιστοιχεί με το πηλίκο της ολικής ενέργειας που απορροφάται από την επιφάνεια των συλλεκτών προς το ολικό θερμικό φορτίο του μήνα. Το X αντιστοιχεί με το πηλίκο των απωλειών του συλλέκτη προς το ολικό θερμικό φορτίο του μήνα.

Για τον προσδιορισμό της κάλυψης f, δηλαδή του ποσοστού του θερμικού φορτίου που καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια, πρέπει πρώτα να προσδιοριστούν οι συντελεστές X και Y. Η τιμή του f προκύπτει από το διάγραμμα του σχήματος 3, που παριστάνει τις καμπύλες f.

Το f βρίσκεται χωριστά για κάθε μήνα του χρόνου. Η μέση μηνιαία ωφέλιμη ενέργεια είναι γινόμενο του f επί το μέσο μηνιαίο θερμικό φορτίο, L, για κάθε μήνα. Η μέση ετήσια κάλυψη είναι το άθροισμα των f x L διαιρεμένο με το μέσο ετήσιο φορτίο. Η σχέση μεταξύ των X, Y και f εκφράζεται επίσης και με εξίσωση.

$$F = 1.029Y - 0.065X - 0.245Y^2 + 0.0018X^2 + 0.0215Y^3 \quad (3.50)$$

Για  $0 < Y < 3$  και  $0 < X < 18$ .

#### ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΔΙΟΡΘΩΣΗΣ

(α) Συντελεστές χωρητικότητας δεξαμενής

Οι καμπύλες f έχουν αναπτυχθεί για χωρητικότητα δεξαμενής  $75 \text{ l/m}^2$ , μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και για τον υπολογισμό συστημάτων με άλλη χωρητικότητα δεξαμενής με τη βοήθεια του συντελεστή K2, που δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$K2 = \left(\frac{M}{75}\right) - 0.25 \quad (3.51)$$

Όπου  $M$  είναι η χωρητικότητα της αποθήκης σε λίτρα ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτών. Για  $M = 75$  είναι φανερό ότι  $K_2 = 1$ .

(β) Συντελεστής ζεστού νερού

Η μέθοδος των καμπυλών  $f$  έχει αναπτυχθεί για ηλιακά συστήματα που καλύπτουν ανάγκες θέρμανσης και ζεστού νερού, με την προϋπόθεση όμως ότι το φορτίο για την θέρμανση του νερού είναι μικρό ποσοστό του φορτίου για θέρμανση χώρου. Στην περίπτωση αυτή είναι  $K_3 = 1$ .

Όταν το θερμικό φορτίο οφείλεται κυρίως ή αποκλειστικά στη θέρμανση νερού, τότε υπολογίζεται ο συντελεστής  $K_3$ , που εξαρτάται από τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του κρύου νερού  $T_m$  και την επιθυμητή θερμοκρασία του ζεστού νερού  $T_w$ . Ο συντελεστής ζεστού νερού  $K_3$  υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$K_3 = \frac{(11.6 + 1.18T_w + 3.86T_m - 2.32 \cdot T_a)}{(100 - T_a)} \quad (3.52)$$

Η μέθοδος των καμπύλων  $f$  για τους υπολογισμούς εγκαταστάσεων ζεστού νερού ισχύει μόνο όταν :

Η κατανομή αυτή κατανάλωσης είναι η μέση για κατοικίες. Άλλα κτίρια μπορεί να έχουν διαφορετική ημερήσια κατανομή κατανάλωσης. Πάντως η κατανομή του θερμικού φορτίου στη διάρκεια της ημέρας δεν έχει σοβαρή επίδραση στην απόδοση του ηλιακού συστήματος, όταν η δεξαμενή αποθήκευσης είναι γύρω στα  $75 \text{ l/m}^2$  ή μεγαλύτερη.

Άλλη προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου είναι ότι θεωρείται χαμένη η ηλιακή ενέργεια, που χρησιμοποιείται για να θερμανθεί το νερό της δεξαμενής πάνω από την θερμοκρασία  $T_w$ . Στην πραγματικότητα βέβαια κάτι τέτοιο δεν είναι απόλυτα σωστό, διότι μια ποσότητα ζεστού νερού θερμοκρασίας υψηλότερης από  $T_w$ , αναμειγνυόμενη με κρύο νερό δίνει μεγαλύτερη ποσότητα νερού θερμοκρασίας  $T_w$ .

Παρά τους περιορισμούς αυτούς όμως η μέθοδος των καμπυλών  $f$  παραμένει πολύ χρήσιμη για τον υπολογισμό της απόδοσης συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού.

(γ) Συντελεστής εναλλάκτη φορτίου

Το μέγεθος του εναλλάκτη φορτίου επηρεάζει σημαντικά την απόδοση του ηλιακού συστήματος. Όταν μειώνεται το μέγεθος του εναλλάκτη η θερμοκρασία της δεξαμενής πρέπει να αυξηθεί για να μπορεί να παρέχει το ίδιο ποσό ενέργειας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα υψηλότερη θερμοκρασία εισόδου στους συλλέκτες, πράγμα που μειώνει την απόδοσή τους. Ένα μέτρο του μεγέθους του εναλλάκτη που απαιτείται για ένα συγκεκριμένο κτίριο δίνεται από τον αδιάστατο παράγοντα  $\varepsilon LC_{min}/(UA)^b$ . Όπου  $\varepsilon L$  είναι ο συντελεστής εκμετάλλευσης του εναλλάκτη του φορτίου.  $C_{min}$  είναι η ελάχιστη θερμοχωρητική παροχή στον εναλλάκτη, που συμπίπτει συνήθως με αυτή του αέρα.  $(UA)^b$  είναι το γινόμενο του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας επί την εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου.

Η βέλτιστη τιμή του συντελεστή  $\varepsilon LC_{min}/(UA)^b$  από θερμικής πλευράς είναι απεριόριστα μεγάλη. Αν λάβουμε όμως υπόψη το κόστος του εναλλάκτη, οι πιο οικονομικές τιμές του συντελεστή πρακτικά κυμαίνονται μεταξύ 1 και 3. Η μέθοδος f έχει αναπτυχθεί για  $\varepsilon LC_{min}/(UA)^b = 2$ . Για άλλες τιμές του συντελεστή, η απόδοση του συστήματος υπολογίζεται με τη βοήθεια του παράγοντα  $K_4$ .

$$K_4 = 0.39 + 0.65 \exp \left[ - \frac{0.139}{\frac{\varepsilon LC_{min}}{(UA)^b}} \right] \quad (3.53)$$

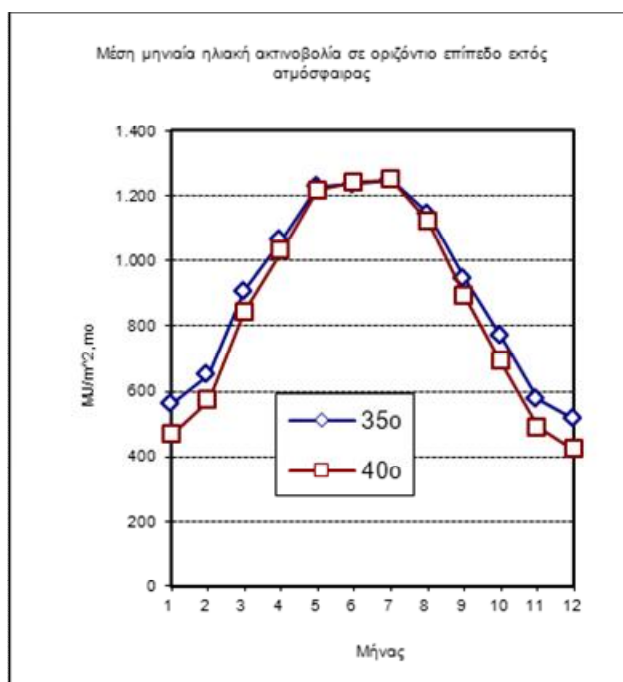
Ο βαθμός εκμετάλλευσης ενός εναλλάκτη είναι το πηλίκο της ισχύος που μεταφέρει, προς τη μέγιστη ισχύ που θα μπορούσε να μεταφέρει. Η μέγιστη αυτή ισχύς ισούται με το γινόμενο της μικρότερης από τις θερμοχωρητικές παροχές των δύο ρευμάτων επί τη διαφορά των θερμοκρασιών εισόδου των δύο ρευμάτων.

$$\text{Μέγιστη μεταφερόμενη ισχύς} = C_{min} \times T_h - T_c \quad (3.54)$$

### 3.8.1 Υπολογισμός ηλιακού συστήματος με την μέθοδο των καμπύλων f

Γεωγραφικό πλάτος	$\varphi =$	37,6
Κλίση επιφάνειας	$\beta =$	40,0
Λευκαύγεια γύρω επιφανειών	$\tau =$	0,2

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ			
Ηλιακός συλλέκτης	$F_R \cdot U_L (F'_R / F_R) =$	4,75	W/m <sup>2</sup> C
Ηλιακός συλλέκτης	$FR(\tau_a) \cdot n \cdot (F'_R / F_R) =$	0,74	
Επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών	$A_c [m^2] =$	12	m <sup>2</sup>
Συντελεστής δεξαμενής	$K_2 =$	1,0	
Συντελεστής εναλλάκτη θερμότητας	$\lambda_4 =$	1,0	



Σχ 3.5 : Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Οι τιμές της μέσης μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας

Μήνας	MJ/ m <sup>2</sup> ,mo	
	35°	40°
1	561	468
2	653	573
3	908	843
4	1.065	1.029
5	1.228	1.218
6	1.236	1.242
7	1.249	1.249
8	1.147	1.122
9	945	891
10	772	691
11	576	489
12	518	422

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Ακτινοβολίες και συντελεστές για κάθε μήνα

Μήνας	Μέση ημέρα μήνα	Ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο G	Εξωγήινη ηλιακή ακτινοβολία [kJ/m <sup>2</sup> ,mo]	Συντελεστής αιθριότητας K <sub>T</sub>	H <sub>d</sub> /H	1-H <sub>d</sub> /H	Ηλιακή απόκλιση δ	Ωs	arc cos[-tan(φ-β)tanA]	Ωs'
1	17	220	516	0,43	0,44	0,56	-20,9	72,9	91,0	72,9
2	47	259	615	0,42	0,44	0,56	-13,0	79,8	90,6	79,8
3	75	400	877	0,46	0,41	0,59	-2,5	88,1	90,2	88,1
4	105	493	1.048	0,47	0,39	0,61	9,3	97,3	89,7	89,7

5	135	684	1.223	0,56	0,32	0,68	18,7	105,2	89,2	89,2
6	162	745	1.239	0,60	0,29	0,71	23,1	109,2	89,0	89,0
7	198	781	1.249	0,63	0,27	0,73	21,2	107,4	89,1	89,1
8	228	713	1.135	0,63	0,27	0,73	13,5	100,7	89,5	89,5
9	258	526	919	0,57	0,31	0,69	2,3	91,8	89,9	89,9
10	288	367	733	0,50	0,37	0,63	-9,5	82,7	90,4	82,7
11	318	241	534	0,45	0,41	0,59	-18,8	74,8	90,9	74,8
12	344	187	472	0,40	0,47	0,53	-23,0	71,0	91,1	71,0

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Η ολική ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο

$\Omega_s'$	Αριθμητής $R_b$	Παρονομαστής $R_b$	$R_b$	R άμεσης ακτινοβολίας	R διάχυτης ακτινοβολίας $0.5(1+\cos\beta) \times f$	$R = o + q + r(1-\cos\beta)/2$	ΗΤ, Ολική ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο
72,9	0,911	0,430	2,117	1,193	0,385	1,602	352
79,8	0,971	0,569	1,707	0,954	0,389	1,367	354
88,1	1,000	0,751	1,333	0,790	0,360	1,173	469
89,7	0,975	0,944	1,033	0,626	0,348	0,998	492
89,2	0,925	1,084	0,854	0,579	0,284	0,886	606
89,0	0,894	1,144	0,781	0,555	0,256	0,834	621
89,1	0,908	1,119	0,811	0,591	0,240	0,854	667
89,5	0,956	1,008	0,949	0,693	0,238	0,954	680
89,9	0,996	0,831	1,198	0,824	0,275	1,123	591
82,7	0,987	0,630	1,566	0,990	0,325	1,338	491
74,8	0,930	0,467	1,992	1,172	0,364	1,559	376
71,0	0,889	0,394	2,256	1,200	0,413	1,637	306

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : Άμεση, διάχυτη και ανακλώμενη από το έδαφος ακτινοβολία

Άμεση [MJ/m <sup>2</sup> ,mo]	Διάχυτη [MJ/m <sup>2</sup> ,mo]	r g	Ανακλώμενη από έδαφος m <sup>2</sup> ,mo]
263	85	0,023	5
247	101	0,023	6
316	144	0,023	9
309	172	0,023	12
396	194	0,023	16
413	191	0,023	17
461	188	0,023	18
494	170	0,023	17
434	145	0,023	12
363	119	0,023	9
282	88	0,023	6
224	77	0,023	4

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 : Διορθωτικοί συντελεστές

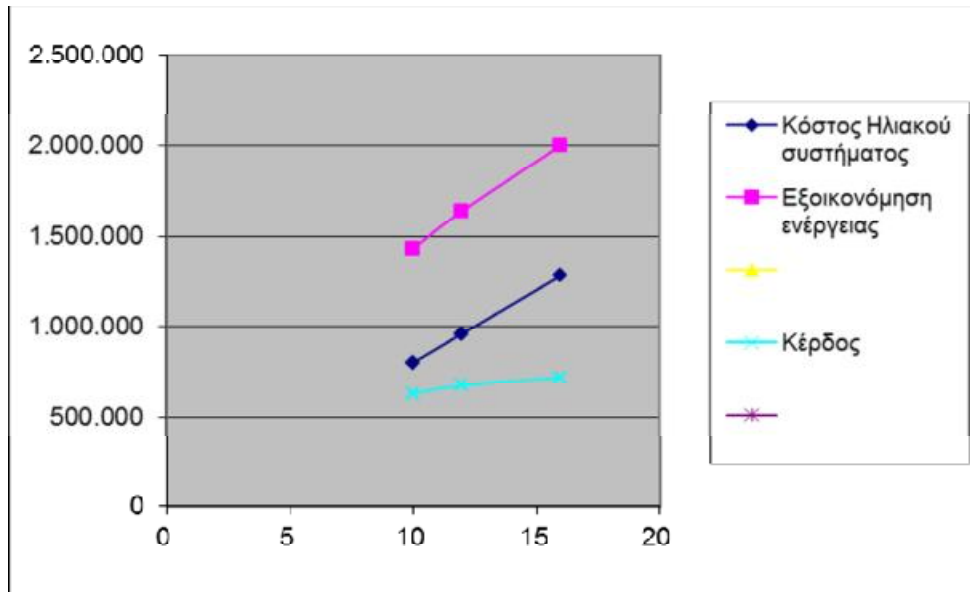
Μήνας	$\Delta t \cdot 10^6$ [sec]	100-TD [oC]	L [MJ/mo]	$FrUL \cdot c \cdot b \cdot 10^6/d$	$(\tau a)/(\tau a)_n$	$Fr(\tau a)_n \cdot (Fr'/Fr) \cdot f$ * HT	K3	X / Ac	Y / Ac
1	2,68	88,0	12041	0,093	0,92	0,0199	1,0	0,093	0,0199
2	2,42	87,0	9817	0,102	0,92	0,0246	1,0	0,102	0,0246
3	2,68	86,0	9022	0,121	0,92	0,0354	1,0	0,121	0,0354
4	2,59	82,0	5686	0,177	0,91	0,0582	1,0	0,177	0,0582
5	2,68	79,0	1435	0,701	0,89	0,2783	1,0	0,701	0,2783
6	2,59	0,0	0	0,000		0,0000	1,0	0,000	0,0000
7	2,68	0,0	0	0,000		0,0000	1,0	0,000	0,0000
8	2,68	0,0	0	0,000		0,0000	1,0	0,000	0,0000
9	2,59	0,0	0	0,000		0,0000	1,0	0,000	0,0000
10	2,68	79,0	2706	0,372	0,93	0,1249	1,0	0,372	0,1249
11	2,59	83,0	6003	0,170	0,93	0,0431	1,0	0,170	0,0431
12	2,68	86,0	10651	0,103	0,92	0,0196	1,0	0,103	0,0196

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 : Υπολογισμός του ποσοστού της f, του μηνιαίου θερμικού φορτίου και της ετήσιας παράγωγης ενεργείας

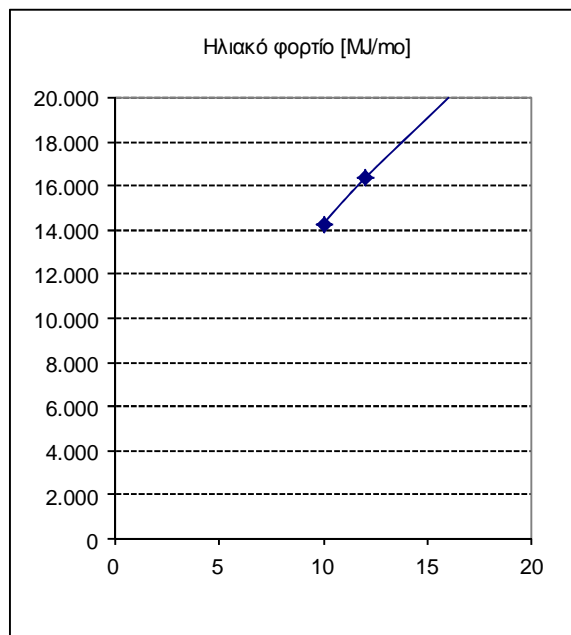


	Ac=	12	m <sup>2</sup>
X	Y	f	f * L [MJ/mo]
1,1	0,2	0,16	1924
1,2	0,3	0,20	1993
1,5	0,4	0,30	2707
2,1	0,7	0,47	2664
8,4	3,3	0,96	1375
0,0	0,0	0,00	0
0,0	0,0	0,00	0
0,0	0,0	0,00	0
0,0	0,0	0,00	0
4,5	1,5	0,77	2096
2,0	0,5	0,34	2021
1,2	0,2	0,15	1579

Η ετήσια παράγωγη ενέργειας από τους ηλιακούς μας συλλέκτες τον χρόνο είναι 16.358MJ/m<sup>2</sup> και αντιστοιχεί σε 4543.8kwh. Η ετήσια κατανάλωση θερμικής ενεργείας για το κτήριο μας υπολογίστηκε 12000kwh. Το ποσοστό ενεργείας που καλύπτεται από τους ηλιακούς είναι 38% ενώ το υπόλοιπο 62% από την γεωθερμική αντλία.



Σχ 3.6 : Οικονομοτεχνικά στοιχεία



Σχ 3.7: Ηλιακό φορτίο

### 3.9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΕΔΑΦΟΥΣ – ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΣΥΛΛΕΚΤΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

Για τον υπολογισμό του συλλέκτη εδάφους γίνεται η παραδοχή ότι η απορροφημένη στο έδαφος θερμότητα σε βάθος 2 m περίπου είναι: 25W/ m<sup>2</sup>.

ΤΥΠΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	ΘΕΡΜΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ m <sup>2</sup>
αμμώδη ξηρά εδάφη	10-15 w/ m <sup>2</sup>
αμμώδη υγρά εδάφη	15-20 w/ m <sup>2</sup>
αργιλώδη ξηρά εδάφη	20-25 w/ m <sup>2</sup>
αργιλώδη υγρά εδάφη	25-30 w/ m <sup>2</sup>
υπόγεια ύδατα	30-35 w/ m <sup>2</sup>

Σχ 3.8 : Επιλογή τύπου εδάφους

Η μέγιστη τιμή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς είναι συνήθως 25W/m<sup>2</sup> ώστε και κατά τις δυσμενέστερες εξωτερικές συνθήκες η θερμοκρασία των μέσων μεταφοράς στον συλλέκτη εδάφους να μην είναι μικρότερη των 0°C.

- Η απαιτούμενη επιφάνεια εδάφους είναι:

$$F = \frac{Q\psi}{q\psi_1} \quad (3.55)$$

Όπου:

F: η απαιτούμενη επιφάνεια εδάφους (σε m<sup>2</sup>)

Qψ: η ψυκτική ισχύς της αντλίας θερμότητας (σε watt)

qψ1: η ψυκτική ισχύς του εδάφους σε (W/m<sup>2</sup>)

- Το συνολικό μήκος του γεωεναλλάκτη είναι:

$$L = \frac{Q\psi}{q\psi_2} \quad (3.56)$$

Όπου:

L: το συνολικό μήκος του γεωεναλλάκτη (σε m)

Q<sub>ψ</sub>: η ψυκτική ισχύς της αντλίας θερμότητας (σε watt)

q<sub>ψ2</sub>: η ψυκτική ισχύς του εδάφους ανά μέτρο (σε W/m)

- Ο αριθμός των βρόχων είναι:

$$n = \frac{L}{\beta} \quad (3.57)$$

όπου:

β: είναι το μέγιστο μήκος κάθε βρόγχου (σε m)

- Ενδιάμεση απόσταση σωλήνων :

$$a = \frac{F}{t} \quad (3.58)$$

όπου:

α:ενδιάμεση απόσταση σωλήνας (σε m)

F: η απαιτούμενη επιφάνεια εδάφους (σε m<sup>2</sup>)

t: μετρά σωλήνας

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ:

Η απόδοση της αντλίας είναι **10.2 kwatt** σε συνθήκες λειτουργίας **50°C** θερμοκρασία αντιψυκτικού, **35°C** θερμοκρασία στην είσοδο της ενδοδαπέδιας.

Ισχύς γεωεναλλάκτη: **10.2(kw) – 2.1(kw)=8.1(kw)**

ηλεκτρική ισχύς της αντλίας: **2.1KWatt**

Η απαιτούμενη επιφάνεια εδάφους είναι:  $F = \frac{8100(W)}{25\left(\frac{W}{m^2}\right)} = 324(m^2)$  (3.59)

Σωλήνα όπου χρειαζόμαστε για να καλύψουμε την ισχύ του γεωεναλλάκτη:

$$L = \frac{8100(W)}{15\left(\frac{W}{m}\right)} = 540m \quad (3.60)$$

Υπολογισμός βρόχων :  $n=540(m)/120(m)=4.5$  (βρόγχοι), θα επιλεγούν **5** βρόγχοι.

Οπότε θα χρειαστούμε  $t= 5(\beta\rho\acute{o}\gamma\chi\omicron\iota)\times 120m=600(m$  σωλήνα).

Ενδιάμεση απόσταση σωλήνων :  $\alpha = \frac{324(m)}{600(m)} = 0.54(m)$  (3.61)

### 3.10 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΝΕΡΟΥ (FAN COIL)

Έγινε επιλογή δυο μονάδων νερού (fan coil fw 4BA6V1 της εταιρίας DAIKIN) για την κατοικία μας, το πρώτο θα καλύπτει το καθιστικό την είσοδο και την κουζίνα. Αυτό το μηχάνημα θα πρέπει να μας αποδίδει **1000watt** λανθάνον και **2800watt** αισθητό φορτίο. Η δεύτερη μονάδα νερού θα τοποθετηθεί στον διάδρομο όπου θα μας καλύπτει το υπόλοιπο σπίτι. Αυτό το μηχάνημα θα πρέπει να μας αποδίδει **964watt** λανθάνον και **2541watt** αισθητό φορτίο.



Σχ 3.9 : Μονάδα νερού

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παραπάνω ανάλυση σχετικά για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου προέκυψαν τα κάτωθι συμπεράσματα:

#### 4.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

Παρατηρήσαμε ότι με την χρήση θερμομόνωσης σε ένα κτίριο επιτυγχάνουμε την παρεμπόδιση της διαφυγής θερμικής ενέργειας από ένα χώρο προς την ατμόσφαιρα ή ένα άλλο ψυχρότερο γειτονικό χώρο, με αποτέλεσμα οι θερμικές απώλειες να περιορίζονται στο μισό! Ειδικά τώρα που τα ορυκτά καύσιμα έπαψαν να είναι φθηνά, συνειδητοποιούμε τη μεγάλη σημασία της θερμομόνωσης στην εξοικονόμηση ενέργειας και ως εκ τούτου στην εξοικονόμηση χρημάτων αλλά και στον περιορισμό των εκλυόμενων ρύπων.

#### 4.2 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Τα γεωθερμικά συστήματα αντλιών θερμότητας αποτελούν ήδη έναν από τους πιο διαδεδομένους τρόπους εκμετάλλευσης της θερμότητας του υπεδάφους. Τα κύρια τμήματα μίας τέτοιας εγκατάστασης είναι οι γεωεναλλάκτες μέσα στους οποίους ρέει το ρευστό μέσω του οποίου πραγματοποιείται η εναλλαγή θερμότητας με το έδαφος, η αντλία θερμότητας η οποία πραγματοποιεί ανάκτηση θερμότητας του ρευστού και το σύστημα διανομής στο εσωτερικό του κτιρίου για θέρμανση/ψύξη αυτού ή και παραγωγή ζεστού νερού. Οι τύποι γεωεναλλακτών ποικίλλουν ανάλογα την μορφολογία του εδάφους, την διαθέσιμη έκταση εγκατάστασης καθώς και την ύπαρξη υδροφόρου ορίζοντα. Η αποδοτικότητα αυτών των συστημάτων περιγράφεται από διάφορους συντελεστές παγκοσμίως επικρατέστερος εκ των οποίων είναι ο συντελεστής COP κυμαινόμενος μεταξύ 3,5-5,5 για συστήματα υψηλής αποδοτικότητας. Η περαιτέρω βελτίωση αυτής, εκτός των εξωτερικών παραγόντων, επιτυγχάνεται με την κατάλληλη επιλογή συστημάτων διανομής της θερμότητας/ψύξης στο εσωτερικό του κτιρίου και συγκεκριμένα με συστήματα που λειτουργούν με χαμηλές θερμοκρασίες όπως είναι η

ενδοδαπέδια θέρμανση με τις διάφορες παραλλαγές της και τα σώματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας(fan coils).



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Καπλάνης Σωκράτης , 'ήπιες μορφές ενέργειας'
- 2) Σελλούντος Βάϊος , 'Θέρμανση και κλιματισμός Μελέτη, κατασκευή, εγκαταστάσεις, υλικά, δίκτυα, εξοπλισμός'
- 3) Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Ετήσια έκθεση ΚΑΠΕ 2011
- 4) Πάπυρος λαρούς μπριτανικά γεωθερμική ενέργεια
- 5) Αναστασία Μπένου , 'Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας ', ΚΑΠΕ ,2009
- 6) Μπάμπης Ρόκκος , 'ηλιακή ενέργεια , γεωθερμική ενέργεια'
- 7) Φύτικας Δ. Μιχάλης, Ανδρίτσος Β. Νικόλαος , 'Γεωθερμία, Θεσσαλονίκη 2004'
- 8) GRV Ενεργειακές Εφαρμογές Α.Ε
- 9) Γ.Ι. Καρυδάκης : 'Γεωθερμική Ενέργεια , Εκδόσεις Αθλότυπο' , Αθήνα 2005
- 10) Natural Resources Canada's Office of Energy Efficiency, 'Heating and Cooling With a Heat Pump'
- 11) Rehau (2007a) Awadukt Thermo sales brochure
- 12) Rehau (2007b) Rehau geothermal systems.

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

- 1) <http://www.geothermal-energy.org/319...html>
- 2) <http://www.retscreen.net/el/home.php>
- 3) <http://www.cres.gr/kape/index.htm>
- 4) <http://www.gasclimattica.gr>
- 5) <http://www.thermia.com>
- 6) <http://www.rehau.co.uk/building.solutions/civil.engineering/ground.heat...geothermal.energy/awadukt.thermo.shtml>
- 7) [www.fyrogenis-energy.gr](http://www.fyrogenis-energy.gr)
- 8) [www.daikin.com](http://www.daikin.com)
- 9) [www.VITOCAL-200-G.com](http://www.VITOCAL-200-G.com)
- 10) [www.VISSMAN.com](http://www.VISSMAN.com)
- 11) [www.4M.gr](http://www.4M.gr)