

Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

**“ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΕΞΟΧΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΕ
ΧΡΗΣΗ Α.Π.Ε.”**



Επιβλέπων Καθηγητής:
Σπουδαστές:

Δρ. Ιωαννίδης Γεώργιος Αν. Καθηγητής
Χρυσικόπουλος Ι. Κωνσταντίνος
Κουτρουλίδης Μ. Χαράλαμπος

ΑΜ: 38143
ΑΜ: 37446

Αθήνα

Μάρτιος - 2014

Copyright © Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή της για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε πρώτα από όλα να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μας κύριο Γεώργιο Ιωαννίδη για την ανάθεση αυτής της πτυχειακής εργασίας, την βοήθειά του αλλά και την εμπιστοσύνη που μας έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας. Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στις οικογένειές μας και ιδιαίτερα στους γονείς μας, στους οποίους οφείλουμε τα πάντα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες	iii
Περιεχόμενα	iv
Λίστα σχημάτων	viii
Λίστα πινάκων	x
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	xii
Summary	xiii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	xiv
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	1
1 ^ο Κεφάλαιο “ΘΕΡΜΑΝΣΗ”	2
1.1 Γενική περιγραφή	2
1.2 Θερμικές Απώλειες.....	3
1.2.1 Διαδικασία μελέτης θερμικών απωλειών	9
1.2.2 Υπολογισμός και εκλογή θερμαντικών σωμάτων	10
1.2.3 Συστήματα θέρμανσης	10
1.2.3.1 Τοπικά συστήματα θέρμανσης	10
1.2.3.2 Κεντρικά συστήματα θέρμανσης.....	11
1.2.4 Εξαρτήματα μιας εγκατάστασης θέρμανσης.....	24
1.2.5 Ασφαλιστικές διατάξεις.....	28
1.2.6 Το ηλεκτρικό σύστημα αυτοματισμού	29
2 ^ο Κεφάλαιο “ΨΥΞΗ”	31
2.1 Γενική περιγραφή	31
2.2 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων.....	31
2.2.1 Ψυκτικά φορτία	35
2.2.1.1 Αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα	36
3 ^ο Κεφάλαιο “ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ”	39
3.1 Γενική περιγραφή	39
3.1.1 Αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας.....	42
3.1.1.1 Γενική περιγραφή	42
3.1.1.2 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα.....	44
3.1.1.3 Παθητικά ηλιακά συστήματα	49
3.1.1.4 Το φωτοβολταϊκό σύστημα	50
3.1.1.5 Η δημιουργία φωτορεύματος.....	59
3.1.1.6 Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών στοιχείων	61
3.1.1.7 Φωτοβολταϊκά στοιχεία (φωτοκυψέλες) και απόδοσή τους	66
3.1.2 Γενική περιγραφή.....	66
3.1.2.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου	68
3.1.2.2 Υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία και άλλες τεχνολογίες	70
3.1.3 Σύγκριση Φ/Β στοιχείων	71
3.2 Το φωτοβολταϊκό πλαίσιο	72
3.2.1 Γενική περιγραφή.....	73
3.2.2 Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά Φ/Β πλαισίου	74
3.2.3 Τρόποι σύνδεσης Φ/Β πλαισίων.....	75
3.2.4 Δυνατότητες ενσωμάτωσης Φ/Β πλαισίων	75
3.2.5 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών	76
3.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.....	79
4 ^ο Κεφάλαιο “ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ”	80
4.1 Γενική περιγραφή	80
4.1.1 Σύντομο ιστορικό της γεωθερμίας.....	82
4.1.2 Σημερινό καθεστώς χρήσης της γεωθερμίας.....	84
4.2 Εφαρμογές και αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας	85

4.3	Ταξινόμηση γεωθερμικών συστημάτων	87
4.3.1.1	Ομαλή ή αβαθή γεωθερμία	89
4.3.1.2	Τμήματα αβαθούς γεωθερμίας	89
4.3.1.3	Κατηγορίες ομαλής ή αβαθής γεωθερμική ενέργειας	90
4.3.2	Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα	92
4.4	Μέθοδος διαστασιολόγησης γεωθερμικού εναλλάκτη	93
4.4.1	Υπολογισμός βάθους γεώτρησης	93
4.4.2	Υπολογισμός διαμέτρου σωληνώσεων	94
4.4.3	Υπολογισμός βάθους γεώτρησης βάση ψυκτικού - θερμικού φορτίου	95
4.4.4	Υπολογισμός αντίστασης εδάφους	96
4.4.5	Θερμική αντίσταση σωλήνωσης	98
4.4.6	Θερμοκρασία εδάφους	100
4.4.7	Υπολογισμός πτώσης πίεσης στο υδραυλικό δίκτυο	100
4.4.8	Υπολογισμός δοχείου διαστολής	101
5^ο	Κεφάλαιο “ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ”	102
5.1	Γενικά	102
5.2	Είδη Ηλιακού Θερμοσίφωνα	103
5.3	Μέρη Ηλιακού Θερμοσίφωνα	104
5.3.1	Βασικά Μέρη	104
5.3.2	Ηλιακοί Συλλέκτες	105
5.3.2.1	Λειτουργία Ηλιακών Συλλεκτών	105
5.3.2.2	Παράγοντες απόδοσης συστήματος	106
5.3.3	Δεξαμενή αποθήκευσης	106
5.4	Αρχή Λειτουργίας	106
5.5	Εγκατάσταση	107
5.6	Ο Ηλιακός Θερμοσίφωνα σαν οικολογική συσκευή	108
6^ο	Κεφάλαιο “ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΤΖΑΚΙ”	109
6.1	Γενικά	109
6.2	Τοιχώματα Ενεργειακών τζακιών	110
6.2.1	Ενεργειακό Τζάκι Μονού τοιχώματος	110
6.2.2	Ενεργειακό Τζάκι Τριπλού τοιχώματος	111
6.3	Διαφορές Παραδοσιακού - Ενεργειακού Τζακιού	112
6.4	Υπολογισμός Ισχύος και Βαθμού Απόδοσης Εστιών	113
7^ο	Κεφάλαιο “ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ”	114
7.1	Εισαγωγή	114
7.2	Περιγραφή κτιρίου	114
7.3	Τοπογραφικό διάγραμμα	115
7.4	Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός	115
7.4.1	Χωροθέτηση κτιρίου	115
7.4.2	Διάταξη εσωτερικών χώρων	116
7.4.3	Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων	117
7.4.4	Φυσικός φωτισμός, φυσικός δροσισμός, παθητικά ηλιακά συστήματα	117
7.5	Θερμομονωτική επάρκεια δομικών στοιχείων	118
7.5.1	Τρόπος θερμομόνωσης	118
7.5.2	Περιορισμός θερμικών απωλειών λόγο θερμογέφυρων	118
7.5.3	Θερμομονωτική επάρκεια αδιαφανών δομικών στοιχείων	118
7.5.4	Θερμομονωτική επάρκεια διαφανών δομικών στοιχείων	118
7.6	Θερμομονωτική επάρκεια κτιρίου	119
7.6.1	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας (Συντελεστής ισχύος)	120
7.6.2	Ορισμοί	121
7.7	Τεκμηρίωση ελαχίστων προδιαγραφών ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων	128
7.7.1	Σύστημα θέρμανσης	128
7.7.2	Σύστημα ψύξης	128

7.7.3	Σύστημα αερισμού.....	129
7.7.4	Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.....	129
7.7.5	Σύστημα ηλιακών συλλεκτών	130
7.7.6	Συστήματα τεχνητού φωτισμού.....	131
7.7.7	Βελτίωση του συντελεστή ισχύος	131
7.7.8	Σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών συστημάτων	131
7.8	Κλιματικά δεδομένα και κύριες χρήσεις κτιρίου	131
7.8.1	Κύριες χρήσεις του κτιρίου	132
7.8.2	Ενεργειακή απόδοση για κάθε κύρια χρήση του κτιρίου	132
7.8.3	Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας	133
7.8.4	Δεδομένα κελύφους κτιρίου	134
7.8.5	Δεδομένα συστήματος θέρμανσης	134
7.8.6	Δεδομένα συστήματος αερισμού.....	135
7.8.7	Δεδομένα συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.....	135
7.8.8	Δεδομένα συστήματος φωτισμού.....	136
7.9	Ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας και εκπομπές διοξειδίου του ανθρακα για κάθε κύρια χρήση κτιρίου	136
7.9.1	Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση	136
7.9.2	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης πηγής ενέργειας.....	136
7.9.3	Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης πηγής ενέργειας.....	136
7.9.4	Ενεργειακή κατάταξη για κάθε κύρια χρήση του κτιρίου	137
ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ.....		139
8^ο Κεφάλαιο “ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ”.....		140
8.1	Πληροφορίες κτιρίου.....	140
8.2	Σχηματική απεικόνιση	140
9^ο Κεφάλαιο “ ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ”		146
9.1	Πληροφορίες μελέτης.....	146
9.2	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης.....	146
10^ο Κεφάλαιο “ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ”		161
10.1	Πληροφορίες μελέτης.....	161
10.2	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης.....	161
11^ο Κεφάλαιο “ΜΕΛΕΤΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ”		164
11.1	Πληροφορίες μελέτης.....	164
11.2	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης.....	164
12^ο Κεφάλαιο “ΜΕΛΕΤΗ FAN COILS”		166
12.1	Πληροφορίες μελέτης.....	166
12.2	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης.....	166
13^ο Κεφάλαιο “ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ”		171
13.1	Πληροφορίες μελέτης.....	171
13.2	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης.....	171
14^ο Κεφάλαιο “ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ”		177
14.1	Πληροφορίες μελέτης.....	177
14.2	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης.....	177
15^ο Κεφάλαιο “ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ”		184
15.1	Πληροφορίες μελέτης.....	184
15.2	Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης.....	186
Βιβλιογραφία.....		195
Παράρτημα 1.....		Π - 1.1
Παράρτημα 2.....		Π - 2.1
Παράρτημα 3.....		Π - 3.1

Παράρτημα 4	Π - 4.1
Παράρτημα 5	Π - 5.1
Παράρτημα 6	Π - 6.1
Παράρτημα 7	Π - 7.1

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1 - Απώλειες λόγω θερμογέφυρων.....	6
Σχήμα 1.2 - Δισωλήνιο σύστημα.....	12
Σχήμα 1.3 - Κλάδοι Προσαγωγής - Επιστροφής.....	16
Σχήμα 2.1 - Κλιματιζόμενος χώρος.....	32
Σχήμα 3.1 - Ηλιακή ακτινοβολία.....	40
Σχήμα 3.2 - Οι τρόποι πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας.....	41
Σχήμα 3.3 - Η ηλιακή ακτινοβολία ανα μήνα.....	41
Σχήμα 3.4 - Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία στην Ευρώπη.....	42
Σχήμα 3.5 - Υβριδικό ηλιακό σύστημα.....	43
Σχήμα 3.6 - Ενεργητικό ηλιακό σύστημα.....	44
Σχήμα 3.7 - Ηλιακός συλλέκτης.....	45
Σχήμα 3.8 - Συλλέκτες κενού σε ταράτσα ξενοδοχείου.....	46
Σχήμα 3.9 - Ένας τυπικός συγκεντρωτικός συλλέκτης παραβολικού σχήματος.....	47
Σχήμα 3.10 - συγκριτικό γράφημα για κάθε τύπο ηλιακού συλλέκτη.....	48
Σχήμα 3.11 - Σύγκριση ηλιακών συλλεκτών.....	48
Σχήμα 3.12 - Ο τοίχος Trombe.....	49
Σχήμα 3.13 - Ένα θερμοκήπιο με καλλιέργεια λαχανικών.....	49
Σχήμα 3.14 - Φωτοβολταϊκό σύστημα.....	50
Σχήμα 3.15 - Σύσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.....	51
Σχήμα 3.16 - Μια τυπική I - V χαρακτηριστική.....	51
Σχήμα 3.17 - Μια τυπική I - V χαρακτηριστική συναρτήσει της θερμοκρασίας.....	52
Σχήμα 3.18 - Μια τυπική I - V χαρακτηριστική συναρτήσει της ακτινοβολίας.....	52
Σχήμα 3.19 - Edmond Becquerel.....	54
Σχήμα 3.20 - W. Grylls Adams.....	54
Σχήμα 3.21 - Czochralski.....	55
Σχήμα 3.22 - Walter Schottky.....	55
Σχήμα 3.23 - ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα στον δορυφόρο Vanguard I.....	56
Σχήμα 3.24 - Ο μηχανισμός εκδήλωσης διαφοράς δυναμικού που αποτελεί κατά προέκταση του φωτοβολταϊκού φαινομένου.....	58
Σχήμα 3.25 - Η μεταβολή του α σε συνάρτηση με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας και την ενέργεια των φωτονίων.....	59
Σχήμα 3.26 - η μεταβολή της φασματικής απόκρισης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου του εμπορίου σε συνάρτηση με την ενέργεια των φωτονίων της ακτινοβολίας που δέχεται.....	61
Σχήμα 3.27 - Το απλοποιημένο ισοδύναμο φωτοβολταϊκό στοιχείο πρώτης προσέγγισης.....	61
Σχήμα 3.28 - Το απλοποιημένο ισοδύναμο κύκλωμα δεύτερης προσέγγισης φωτοβολταϊκού στοιχείου.....	63
Σχήμα 3.29 - Η μεταβολή της απόδοσης των Φ/Β στοιχείων σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία.....	63
Σχήμα 3.30 - Η μεταβολή της τάσης (V) σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος (I), που παράγεται από ένα Φ/Β στοιχείο πυριτίου για σταθερές συνθήκες και για μεταβαλλόμενη αντίσταση.....	64
Σχήμα 3.31 - Η μεταβολή της V_{oc} και του I_{sc} ενός Φ/Β στοιχείου πυριτίου σε συνάρτηση με την ισχύ της ακτινοβολίας ή ανά μονάδα επιφάνειας.....	65
Σχήμα 3.32 - Η καμπύλη I - V για ένα Φ/Β στοιχείο πυριτίου, όπου φαίνεται η μεταβολή των σημείων λειτουργίας καθώς και η απόσταση από τα σημεία μέγιστης ισχύος για σταθερή τιμή αντίστασης και μεταβαλλόμενες συνθήκες.....	66
Σχήμα 3.33 - Μια φωτοκυψέλη.....	66

Σχήμα 3.34 - φωτοκυψέλη μονοκρυσταλλικού πυριτίου	68
Σχήμα 3.35 - φωτοβολταϊκό πλαίσιο πολυκρυσταλλικού πυριτίου	69
Σχήμα 3.36 - Φωτοβολταϊκό στοιχείο άμορφου πυριτίου	70
Σχήμα 3.37 - Φωτοβολταϊκό πλαίσιο τεχνολογίας HIT	70
Σχήμα 3.38 - Φωτοβολταϊκό πάρκο	72
Σχήμα 3.39 - Ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο	73
Σχήμα 3.40 - Μέτρηση χαρακτηριστικών των φωτοβολταϊκών πλαισίων με πολύμετρο	74
Σχήμα 3.41 - Φωτοβολταϊκά συνδεδεμένα σε σειρά και παράλληλα	75
Σχήμα 3.42 - Εναλλακτικοί τρόποι τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών πλαισίων	76
Σχήμα 3.43 - Επίδραση της θερμοκρασίας σε Φ/Β πλαίσια κρυσταλλικού και άμορφου πυριτίου	78
Σχήμα 4.1 - Θερμοκρασίες στο εσωτερικό της Γης	80
Σχήμα 4.2 - Γεωθερμία σε κατοικία	81
Σχήμα 4.3 - Ο Φλοιός, ο Μανδύας και ο Πυρήνας της γης. Πάνω δεξιά: τομή του φλοιού και του ανώτερου μανδύα	84
Σχήμα 4.4 - 1 ^{ος} τρόπος εκμετάλευσης της γεωθερμικής ενέργειας	86
Σχήμα 4.5 - 2 ^{ος} τρόπος εκμετάλευσης της γεωθερμικής ενέργειας	86
Σχήμα 4.6 - Οριζόντιο κλειστό γεωθερμικό σύστημα	91
Σχήμα 4.7 - Κατακόρυφο κλειστό γεωθερμικό σύστημα	91
Σχήμα 4.8 - Γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού κυκλώματος	92
Σχήμα 4.9 - Υπολογισμός συντελεστή θερμικών απωλειών Fsc	100
Σχήμα 4.10 - Διάγραμμα πτώσης πίεσης ανα 100 μέτρα σωλήνωσης	101
Σχήμα 5.1 - Ηλιακός θερμοσίφωνα	102
Σχήμα 5.2 - Δοχείο αποθήκευσης ζεστού νερού	102
Σχήμα 5.3 - Κυκλοφορία ηλιακού θερμοσίωνα	107
Σχήμα 6.1 - Ενεργειακό τζάκι	109
Σχήμα 6.2 - Ενεργειακό τζάκι μονού τοιχώματος	110
Σχήμα 6.3 - Ενεργειακό τζάκι τριπλού τοιχώματος	111
Σχήμα 7.1 - Συντελεστής θερμοπερατότητας U	120
Σχήμα 7.2 - Ενεργειακές κατηγορίες κτιρίων	138
Σχήμα 8.1 - Κάτοψη κτιρίου - Ισόγειο	141
Σχήμα 8.2 - Κάτοψη κτιρίου - Α Όροφος	142
Σχήμα 8.4 - Κάτοψη Ισογείου 3D	144
Σχήμα 8.5 - Κάτοψη Α Ορόφου 3D	145
Σχήμα 12.1 - Κατακόρυφο διάγραμμα της εγκατάστασης	168
Σχήμα 12.2 – Fan coils Ισογείου	169
Σχήμα 12.3 – Fan coils Α Ορόφου	170
Σχήμα 13.1 - Σχέδιο εγκατάστασης	175
Σχήμα 14.1 - Ετήσια ζήτηση θέρμανσης - Ψύξης	179
Σχήμα 14.2 - Τυποποιημένα στοιχεία γεωθερμικού εναλλάκτη	183
Σχήμα 15.2 - Απόσταση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, ως προς το νότο	190
Σχήμα 15.3 - Λίστα ενεργειακών αποδόσεων	194

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 - α συντελεστής διεισδύσεως του αέρα.....	4
Πίνακας 1.2 - R συντελεστής διεισδυτικότητας.....	5
Πίνακας 1.3 - Η συντελεστής θέσεως και ανεμοπτώσεως.....	5
Πίνακας 1.4 - Έντυπο υπολογισμού θερμικών απωλειών.....	7
Πίνακας 1.5 - Απώλειες πίεσης στα εξαρτήματα σωλήνων (ισοδύναμο μήκος σε μέτρα).....	15
Πίνακας 1.6 - Απώλειες πίεσης στις βαλβίδες (ισοδύναμο μήκος σε μέτρα).....	16
Πίνακας 1.7 - Υπολογισμός πτώσης πίεσης και ταχύτητας για διέλευση ζεστού νερού σε δίκτυα μαύρων.....	17
Πίνακας 1.8 - Υπολογισμός πτώσης πίεσης και ταχύτητας για διέλευση ζεστού νερού σε δίκτυα μαύρων.....	19
Πίνακας 1.9 - Υπολογισμός πτώσης πίεσης και ταχύτητας για διέλευση ζεστού νερού σε δίκτυα χαλκοσωλήνων.....	20
Πίνακας 1.10 - Επιλογή διαμέτρου σωλήνων για $V \leq 0, 40$ mm/sec.....	21
Πίνακας 1.11 - Αποδόσεις κοινών χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων για μέση ενεργό θερμ. 60°C	23
Πίνακας 1.12 - Συντελεστής αναγωγής K βάσει της μέσης θερμοκρασίας t_m	23
Πίνακας 3.1 - Οι κυριότερες διαφορές κρυσταλλικών και άμορφων στοιχείων πυριτίου.....	72
Πίνακας 4.1 - Διορθωτικοί συντελεστές αντιών θερμότητας.....	94
Πίνακας 4.2 - Τύποι σωληνώσεων.....	95
Πίνακας 4.3 - Αντιστάσεις εδάφους και θερμικές διαχυτότητες εδάφους.....	97
Πίνακας 4.4 - Θερμικές αντιστάσεις σωληνώσεων.....	98
Πίνακας 4.5 - Διορθωτικοί συντελεστές θερμικών αντιστάσεων σωληνώσεων.....	99
Πίνακας 4.6 - Θερμικές αντιστάσεις υλικών πλήρωσης.....	99
Πίνακας 6.1 - Διαφορές Παραδοσιακού με Ενεργειακού Τζακιού.....	113
Πίνακας 7.1 - Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών υλικών.....	126
Πίνακας 7.2 - συντελεστής προσαύξεσης λόγω προσανατολισμού Z_p	127
Πίνακας 7.3 - Υπολογισμός συντελεστή προσαύξεσης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας.....	127
Πίνακας 8.1 - Χρήσεις χώρων κτιρίου και επιφάνειες.....	140
Πίνακας 9.1 - Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων.....	147
Πίνακας 9.2 - Συντελεστές θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις.....	149
Πίνακας 9.3 - Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας (Ισόγειο).....	149
Πίνακας 9.4 - Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας (Α Όροφος).....	150
Πίνακας 9.5 - Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.....	151
Πίνακας 9.6 - Θερμογέφυρες - Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας.....	152
Πίνακας 9.7 - Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου.....	160
Πίνακας 9.8 - Συγκεντρωτικά στοιχεία κτιρίου.....	160
Πίνακας 12.1 - Συγκεντρωτικά στοιχεία του δικτύου.....	166
Πίνακας 12.2 - Συγκεντρωτικά στοιχεία κτιρίου.....	167
Πίνακας 13.1 - Στοιχεία φωτοβολταϊκών πλαισίων.....	172
Πίνακας 13.2 - Στοιχεία μετατροπέα.....	172
Πίνακας 13.3 - Προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια ανα μήνα - παραγόμενη ενέργεια.....	174
Πίνακας 14.1 - Έργο παραγωγής θερμότητας.....	177

Πίνακας 14.2 - Έργο παραγωγής ψύξης.....	178
Πίνακας 14.3 - Χαρακτηριστικά φορτίου	178
Πίνακας 14.4 - Κλιματολογικά δεδομένα	180
Πίνακας 14.5 - Προτεινόμενη περίπτωση συστήματος ψύξης.....	181
Πίνακας 14.6 - Προτεινόμενη περίπτωση συστήματος θέρμανσης	181
Πίνακας 14.7 - Γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας.....	182
Πίνακας 15.1 - Σύστημα αερισμού.....	187
Πίνακας 15.2 - Ημερήσιο θερμικό φορτίο για ZNX κτιρίου ανα ημέρα.....	188
Πίνακας 15.3 - Γωνία κλίσης της εγκατάστασης	189
Πίνακας 15.4 - Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (KWh/m ²) για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια	189
Πίνακας 15.5 - Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη φορτίου ZNX από ηλιακούς συλλέκτες.....	191
Πίνακας 15.6 - Γενικά δεδομένα για τις θερμικές ζώνες	192
Πίνακας 15.7 - Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης	193
Πίνακας 15.8 - Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας	193

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Είναι γεγονός ότι διανύουμε μια περίοδο παρακμής και κρίσης τόσο οικονομικής φύσεως όσο αξιών και θεσμών. Είναι μια εποχή αναθεώρησης προτεραιοτήτων και αξιολόγησης αναγκών τόσο φυσικών όσο και υλικών.

Σε αυτήν λοιπόν την περίοδο που το παραμικρό αξιολογείται με βαρύτητα δεν θα μπορούσε να μην υπάρξει ένας γενικός κανόνας αξιολόγησης της ενέργειας που καταναλώνουμε στα κτίρια που κατασκευάζουμε καθώς η κρίση είναι και ενεργειακή. Τα φυσικά αποθέματα πετρελαίου ελαττώνονται δραματικά, οι κλιματικές αλλαγές γίνονται πλέον κραυγαλέες και οι συνέπιες άμεσα επιβαρυντικές για τους ανθρώπους.

Αυτό γέννησε την ανάγκη να στραφεί ο άνθρωπος στην χρήση πιο οικονομικών αλλά και πιο φιλικών προς το περιβάλλον ενεργειών για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) κερδίζουν καθημερινά έδαφος τόσο στη βιομηχανία αλλά και σε οικιστικά περιβάλλοντα, τα κράτη αξιολογούν την κατανάλωση ενέργειας και προμοδοτούν τη χρήση ήπιων μορφών ενέργειας.

Όλα αυτά τα παραπάνω δεν θα μπορούσαν να μας αφήσουν ανεπηρέαστους ως νέοι ηλεκτρολόγοι μηχανικοί. Αυτός ήταν και ο λόγος που αποφασίσαμε να εκπονήσουμε ένα παράδειγμα ενεργειακής μελέτης σε ένα σύγχρονο κτίριο που γίνεται χρήση ΑΠΕ.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελείται από δυο μέρη.

Στο πρώτο μέρος αναφερόμαστε στο θεωρητικό κομμάτι της εργασίας μας, δίνοντας πληροφορίες για τη μελέτη που θα ακολουθήσει.

Στο δεύτερο μέρος αναφερόμαστε στο κομμάτι όλων αυτών των μελετών που θα μας οδηγήσουν στο ενεργειακό αποτύπωμα της κατοικίας μας.

SUMMARY

Energy study of two - storey residence using renewable energy.

The **first chapter** is a general description of the heating system and how to install.

In the **second chapter** is a general description of cooling system.

The **third chapter** refers to the solar energy, ways of exploitation as well as photovoltaic effect.

The **fourth chapter** describes geothermal energy, ways of exploitation, its advantages and disadvantages.

The **fifth chapter** describes the solar water heater, presentation of different types and how to install.

The **sixth chapter** refers to fireplaces, their properties and their differences from traditional fireplaces.

In the **seventh chapter** reference is made to the energy building design. It also refers to insulating materials and their properties.

In **chapters eight to fourteen**, we elaborated all the prerequisite studies. In order to dimension our geothermal system, as precisely as possible, we elaborated the insulating adequacy study, the thermal lost study and the study of cooling load losses. Then we elaborated the studies about the geothermal and photovoltaic system. After completing the above, we proceeded to the **energy study** in **chapter fifteen**.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο **1^ο κεφάλαιο** γίνεται γενική περιγραφή της θέρμανσης και στον τρόπο εγκατάστασής της.

Στο **2^ο κεφάλαιο** γίνεται μια γενική περιγραφή της ψύξης.

Στο **3^ο κεφάλαιο** γίνεται αναφορά στην ηλιακή ενέργεια, στους τρόπους αξιοποίησής της καθώς και στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο.

Στο **4^ο κεφάλαιο** γίνεται περιγραφή της γεωθερμικής ενέργειας, στους τρόπους αξιοποίησής της και στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά της.

Στο **5^ο κεφάλαιο** γίνεται παρουσίαση του ηλιακού θερμοσίφωνα, των ειδών του και του τρόπου εγκατάστασής του.

Στο **6^ο κεφάλαιο** γίνεται αναφορά στα ενεργειακά τζάκια, στις ιδιότητές τους καθώς και στις διαφορές τους από τα παραδοσιακά τζάκια.

Στο **7^ο κεφάλαιο** γίνεται αναφορά στον ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων.

Επίσης, αναφέρεται, στα θερμομονωτικά υλικά και της ιδιότητές τους.

Στα **κεφάλαια 8 - 14** εκπονήσαμε όλες τις προαπαιτούμενες μελέτες. Για να μπορέσουμε να διαστασιολογήσουμε όσο το δυνατόν σωστότερα το γεωθερμικό μας σύστημα, εκπονήσαμε μελέτη θερμομονωτικής επάρκειας, μελέτη απωλειών και μελέτη ψυκτικού φορτίου. Έπειτα εκπονήσαμε τις μελέτες για τη γεωθερμία και το φωτοβολταϊκό μας σύστημα. Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω, προχωρήσαμε στη **ενεργειακή μελέτη** στο **κεφάλαιο 15**.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΘΕΡΜΑΝΣΗ”

1.1 Γενική περιγραφή

Μια εγκατάσταση θέρμανσης έχει σκοπό τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε έναν κλειστό χώρο σε τέτοιο επίπεδο ώστε να ικανοποιούνται οι συνθήκες άνεσης κατά τις περιόδους του έτους που η θερμοκρασία είναι χαμηλή. Αυτό επιτυγχάνεται με τη εναπόθεση ποσών ενέργειας σε έναν χώρο με την μορφή θερμότητας.

Μεταφορά θερμότητας

Όπως είναι γνωστό από τη φυσική, η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας που μεταφέρεται από το ανώτερο ενεργειακά σύστημα στο χαμηλότερο ενεργειακά σύστημα. Κάθε υλικό πάνω από το απόλυτο μηδέν ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$) έχει κάποια ενέργεια, άρα όσο υψηλή είναι η ενέργειά του τόσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του.

Η μεταφορά θερμότητας συμβαίνει με τρεις τρόπους, α) αγωγή β) συναγωγή γ) ακτινοβολία. Αγωγή έχουμε όταν ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας Α έρθει σε επαφή με ένα σώμα χαμηλής θερμοκρασίας Β. Έτσι ποσά θερμότητας μεταφέρονται από το Α στο Β.

Συναγωγή έχουμε όταν λαμβάνει χώρα η μεταφορά θερμότητας από μία στερεή επιφάνεια υψηλής θερμοκρασίας σε ένα ρευστό χαμηλότερης θερμοκρασίας που κινείται ή σε ρευστό χαμηλότερης θερμοκρασίας στο οποίο προκαλείται κίνηση. Τέλος, η ακτινοβολία είναι η μεταφορά θερμότητας από ηλεκτρομαγνητικά κύματα που προκαλείται από διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δύο σωμάτων σε κενό χώρο ή σε χώρο χαμηλής πυκνότητας, όπως ο αέρας.

Κάθε ένας τρόπος μεταφοράς της θερμότητας επηρεάζεται από κάποιους παράγοντες. Στην αγωγή οι παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταφορά της θερμότητας είναι η θερμική αγωγιμότητα (είναι η μέτρηση της ικανότητας ενός υλικού να έρχεται σε επαφή με την

θερμική ενέργεια) και η επιφάνεια επαφής. Στην συναγωγή είναι ο προσανατολισμός της επιφάνειας, η γεωμετρία της, οι διαστάσεις της, η ταχύτητα του υγρού και η πυκνότητα του. Τέλος, οι παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταφορά θερμότητας μέσω ακτινοβολίας είναι η ικανότητα ακτινοβολίας, ο παράγοντας οπτικού πεδίου, η θερμοκρασία και το μήκος κύματος.

1.2 Θερμικές Απώλειες

Οι απώλειες σε ένα κτίσμα

Σε ένα κτίριο, ο σκοπός της εγκατάστασης θέρμανσης είναι να καλύψει τις απώλειες αγωγιμότητας που παρουσιάζονται :

1. *θερμικές απώλειες διαβάσεως (Q_o)* που οφείλονται στα δομικά στοιχεία, όπως τοίχοι δάπεδα οροφές ανοίγματα και άλλα
2. *- προσανξήσεις θερμικών απωλειών διαβάσεως λόγω ιδιαίτερων συνθηκών*
3. *- θερμικές απώλειες λόγω αερισμού (Q_L)*

Θερμικές απώλειες διαβάσεως

Οι θερμικές απώλειες διαβάσεως υπολογίζονται από την σχέση

$$Q_o = K A (t_i - t_a)$$

όπου : K συντελεστής θερμοπερατότητας (U - value)

A η επιφάνεια του δομικού στοιχείου (m²)

t_i επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικού χώρου (°C)

t_a θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος ή θερμοκρασία του διαφορετικής θερμοκρασίας χώρου (°C)

Θερμικές απώλειες θερμότητας λόγω αερισμού

Οι απώλειες αερισμού οφείλονται σε αέριες μάζες που διακινούνται από τις χαραμάδες των πορτών, των παραθύρων και κάθε είδους ανοιγμάτων και οπών. Το μέγεθος των απωλειών αυτών εξαρτάται από την στεγανότητα των ανοιγμάτων, από την θέση του χώρου, από την περιοχή και την ανεμόπτωση.

Υπολογίζονται με τον παρακάτω τύπο:

$$Q_a = \alpha \Sigma l R H Z_T (t_i - t_a)$$

Όπου: α ο συντελεστής διεισδύσεως του αέρα

Σl το συνολικό μήκος των εξωτερικών ανοιγμάτων (στην περίπτωση που υπάρχουν ανοίγματα σε δύο απέναντι τοίχους λαμβάνονται υπόψη μόνο ο τοίχος με τα μεγαλύτερα ανοίγματα)

R συντελεστής διεισδυτικότητας

H συντελεστής θέσεως και ανεμοπτώσεως

Z_T συντελεστής προσαυξήσεως λόγω γωνιακών παραθύρων (εάν υπάρχουν $Z_T = 1.2$)

t_i επιθυμητή θερμοκρασία χώρου

t_a θερμοκρασία εξωτερικού χώρου

Πίνακας 1.1 - α συντελεστής διεισδύσεως του αέρα

Στοιχείο κατασκευής		α
Υλικό	Είδος κατασκευής	
Παράθυρο από φυσικό ή τεχνητό ξύλο	Απλό παράθυρο	3
	Παράθυρο με εξώφυλλο	2, 5
	Παράθυρο με διπλά τζάμια ή παράθυρο με εγγυημένη στεγανότητα	2, 0
Παράθυρο μεταλλικό	Απλό παράθυρο	1, 5
	Παράθυρο με εξώφυλλο	1, 5
	Παράθυρο με διπλά τζάμια ή παράθυρο με εγγυημένη στεγανότητα	1, 2
Θύρα ξύλινη εξωτερική	Απλή	3
	Με εγγυημένη στεγανότητα	2
Θύρα μεταλλική εξωτερική	Απλή	1, 5
	Με εγγυημένη στεγανότητα	1, 2

Πίνακας 1.2 - R συντελεστής διεισδυτικότητας

Παράθυρα	Εσωτερικές θύρες	F_A/F_T	R
Ξύλινα ή από τεχνητά υλικά	Μη στεγανές	< 3	0, 9
	Στεγανές	< 1, 5	
Μεταλλικά	Μη στεγανές	< 6	
	Στεγανές	< 2, 5	
Ξύλινα ή από τεχνητά υλικά	Μη στεγανές	3 - 9	0, 7
	Στεγανές	1, 5 - 3	
Μεταλλικά	Μη στεγανές	6 - 20	
	Στεγανές	2, 5 - 6	
F_A = Επιφάνεια εξωτερικών παραθύρων ή θυρών F_T = Επιφάνεια εσωτερικών θυρών			

Πίνακας 1.3 - H συντελεστής θέσεως και ανεμοπτώσεως

Είδος ανεμόπτωσης	Θέση κτιρίου	Συντελεστής H	
		Οικοδομικό σύστημα	
		Συνεχές	Ελεύθερο
Κανονική πνοή ανέμων (συνήθης)	Προστατευμένο	0, 24	0, 34
	Ελεύθερο	0, 41	0, 58
	Ισχυρά εκτεθειμένο	0, 60	0, 84
Ισχυρή πνοή ανέμων	Προστατευμένο	0, 41	0, 58
	Ελεύθερο	0, 60	0, 84
	Ισχυρά εκτεθειμένο	0, 82	1, 13

Αρνητικά θερμικά φορτία

Είναι τα ποσά θερμότητας που προέρχονται από εσωτερικές πηγές θερμότητας όπως φωτιστικά, άνθρωποι, συσκευές και αποτελούν θερμικά κέρδη για τον θερμαινόμενο χώρο. Αυτά τα θερμικά κέρδη πρέπει να αφαιρούνται από τις απώλειες με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και κατ'επέκταση τη μείωση της δαπάνης θέρμανσης.

Απώλειες λόγω θερμογέφυρων.

Σχήμα 1.1 - Απώλειες λόγω θερμογέφυρων

Οι θερμογέφυρες αποτελούν τα ασθενή σημεία του κτιριακού περιβλήματος, θεωρούνται αμελητέες και αυξάνουν τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου. Διακρίνονται σε σημειακές και γραμμικές, όμως οι σημειακές δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

Οι θερμογέφυρες δεν λαμβάνονταν υπόψη στον Κ.Θ.Κ.

Συνολικές απώλειες χώρου

Με βάση τα παραπάνω, η ολική θερμική απαίτηση ενός χώρου εκφράζεται με τη σχέση:

$$Q_{\text{tot}} = Q_o (1 + Z_{\pi} + Z_{\Delta}) + Q_A$$

Ο παραπάνω τύπος εκφράζει τη συνολική θερμική ισχύ της εγκατάστασης.

Φύλλο υπολογισμού θερμικών απωλειών

Για να υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες ενός χώρου πιο εύκολα, χρησιμοποιούμε έναν πίνακα με τις παρακάτω στήλες:

Πίνακας 1.4 - Έντυπο υπολογισμού θερμικών απωλειών

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ																	
ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ.....										ΦΥΛΛΟ.....							
ΘΕΣΗ										ΟΡΟΦΟΣ.....							
ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ.....																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ				
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ ή ΠΛΑΤΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜ. ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜ. ΑΠΩΛ. Κ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΘΕΡΜ. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞ.	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙ - ΣΜΟΥ	ΔΙΑΚΟΠΩΝ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	ΑΝΕΜΟΠΤΩ - ΣΕΩΝ	ΣΥΝΟΛ. ΠΡΟΣΑΥΞ.

Στήλη 1: Ένδειξη ή είδος επιφάνειας:

Στην στήλη αυτή σημειώνουμε το είδος της επιφάνειας

Συνοπτικά, π.χ.:

Τεξ. σημαίνει: τοίχος εξωτερικός

Τεσ. σημαίνει: τοίχος εξωτερικός

Π. σημαίνει: παράθυρο

Θεξ. σημαίνει: θήρα εξωτερική

Θεσ. σημαίνει: θήρα εσωτερική

Μπ. σημαίνει: μπαλκονόπορτα

Δ. σημαίνει: δάπεδο

Ορ. Σημαίνει: οροφή κ.λ.π.

Στήλη 2: Προσανατολισμός:

Στη στήλη αυτή σημειώνουμε τον προσανατολισμό της υπολογιζόμενης επιφάνειας που είναι Β, ΒΑ, Α, Ν, ΝΔ, Δ, ΒΔ.

Στήλη 3: Πάχος του τοίχου σε cm

Είναι το πάχος της επιφάνειας που υπολογίζουμε.

Στήλη 4: Μήκος σε μέτρα

Στη στήλη αυτή αναφέρουμε μια απ' τις διαστάσεις της υπολογιζόμενης επιφάνειας σε μέτρα (m).

Στήλη 5: Πλάτος ή ύψος

Στη στήλη αυτή γράφουμε την άλλη διάσταση της υπολογιζόμενης επιφάνειας.

Στήλη 6: Επιφάνεια

Στη στήλη αυτή σημειώνουμε το γινόμενο της στήλης 3 επί τη στήλη 4 σε τετραγωνικά μέτρα (m^2) που είναι η επιφάνεια όλης της πλευράς που θέλουμε να υπολογίσουμε ή ένα μέρος απ' αυτή.

Στήλη 8: Αφαίρεση

Στη στήλη αυτή γράφεται το μέρος της επιφάνειας που πρέπει να αφαιρεθεί όταν έχει διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας, από την επιφάνεια της προηγούμενης στήλης. Συνήθως, είναι πόρτες, παράθυρα, μπαλκονόπορτες ή τοίχοι διαφορετικού πάχους και υλικού σε κάθε περίπτωση.

Στήλη 9: Υπολογιστέα επιφάνεια σε m^2

Στη στήλη αυτή σημειώνουμε την επιφάνεια που θέλουμε να υπολογίσουμε και είναι όμοια με τη στήλη 6 ή αν έχουμε να αφαιρέσουμε είναι η διαφορά της επιφάνειας της στήλης 8 από την στήλη 6.

Στήλη 10: Συντελεστής θερμοπερατότητας K.

Στη στήλη αυτή σημειώνεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας K της υπολογιστέας επιφάνειας που τον βρίσκουμε σε διάφορους πίνακες.

Στήλη 11: Διαφορά θερμοκρασίας ($T_{εσ} - T_{εξ}$) ή Δt σε $^{\circ}C$.

Στη στήλη αυτή γράφεται η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική (επιθυμητή) θερμοκρασία σε $^{\circ}C$.

Στήλη 12: Απώλειες θερμοπερατότητας (χωρίς προσ αυξήσεις)

Στη στήλη αυτή γράφουμε το γινόμενο της στήλης 9 επί τη στήλη 10 επί τη στήλη 11. Δηλαδή εφαρμόζεται ο τύπος $q = F \times K \times \Delta t$.

Στήλη 13: Απώλειες λόγω αερισμού

Στη στήλη αυτή συμπληρώνουμε τις απώλειες λόγω αερισμού

Στήλη 14: Προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας.

Στη στήλη αυτή σημειώνουμε το ποσοστό % της προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας

Στήλη 15: Προσαύξηση λόγω πνέοντος ανέμου.

Στη στήλη αυτή σημειώνουμε το ποσοστό % της προσαύξησης λόγω πνέοντος ανέμου (ή ανεμοπτώσεων).

Στήλη 16: Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού

Στη στήλη αυτή σημειώνουμε το ποσοστό % της προσαύξησης λόγω προσανατολισμού

Στήλη 17: Συνολική προσαύξηση

Στη στήλη αυτή σημειώνουμε τη συνολική προσαύξηση συν μία μονάδα, δηλαδή το άθροισμα της μονάδας με τη στήλη 13, τη 14 και τη 15.

Στήλη 18: Απαιτούμενη θερμότητα

Στη στήλη αυτή γράφουμε τη συνολική απαιτούμενη θερμότητα για τη θέρμανση του χώρου. Προκύπτει από το γινόμενο των στηλών 12 και 16 και την πρόσθεση της στήλης 13.

1.2.1 Διαδικασία μελέτης θερμικών απωλειών

Αρχικά, αφού μελετήσουμε το οικοδομικό σχέδιο, συμπληρώνουμε τα ακόλουθα στοιχεία:

- 1) Σημειώνουμε τα σημεία του ορίζοντα πάνω στο σχέδιο (αν δεν είναι σημειωμένα).
- 2) Αριθμούμε τους χώρους που θα πρέπει να θερμάνουμε (χώρος 1, χώρος 2 ...)
- 3) Από τον αντίστοιχο πίνακα, λαμβάνουμε την επιθυμητή θερμοκρασία του κάθε χώρου και τη σημειώνουμε πάνω στο σχέδιο, μέσα στον αντίστοιχο χώρο.
- 4) Από τον αντίστοιχο πίνακα, λαμβάνουμε τη μέση κατώτερη εξωτερική χειμερινή θερμοκρασία της περιοχής του κτιρίου.
- 5) Υπολογίζουμε ή παίρνουμε από πίνακες τους συντελεστές θερμοπερατότητας K όλων των μερών που απαρτίζουν το κτίριο (τοίχους, δάπεδα, οροφή, παράθυρα, πόρτες κ.λ.π.)
- 6) Αφού, λοιπόν συμπληρώσουμε τα παραπάνω στοιχεία αρχίζουμε τη συμπλήρωση του φύλλου υπολογισμού των θερμικών απωλειών όπως περιγράφηκε στα παραπάνω κεφάλαια.

1.2.2 Υπολογισμός και εκλογή θερμαντικών σωμάτων

Στις συνήθεις θερμάνσεις με κοινά θερμαντικά σώματα ο προσδιορισμός της θέσεως και του τύπου των σωμάτων απαιτεί τη συνεργασία του Αρχιτέκτονα και του Μηχανολόγου Μηχανικού, αφού θα πρέπει να επιλυθούν και προβλήματα αισθητικής αλλά και καλύτερης αποδόσεως των σωμάτων.

Ενδεδειγμένη, από την άποψη της θερμικής αποδόσεως, είναι η τοποθέτηση των θερμαντικών σωμάτων σε εξωτερικές επιφάνειες του χώρου κοντά ή και κάτω από ανοίγματα.

Η θερμική ισχύς των θερμαντικών σωμάτων στο δισωλήνιο σύστημα λαμβάνεται ίση με τις θερμικές απώλειες τους ενώ στο μονοσωλήνιο ακολουθείται ειδική διαδικασία η οποία θα περιγραφεί στο αντίστοιχο κεφάλαιο.

Οι θερμαντικές αποδόσεις, τα μεγέθη όλων των σε χρήση τύπων θερμαντικών σωμάτων χαλύβδινων ή χυτοσιδερένιων ή από αλουμίνιο, καθώς και οι λεπτομέρειες εγκαταστάσεώς τους δίνονται από τους πίνακες των κατασκευαστών.

1.2.3 Συστήματα θερμάνσεως

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο βασικός σκοπός ενός συστήματος θέρμανσης είναι η διατήρηση της θερμοκρασίας ενός χώρου σε επιθυμητά από το χρήστη επίπεδα (όχι μικρότερη από ένα συγκεκριμένο δείκτη θερμοκρασίας). Αυτό επιτυγχάνεται με την εναπόθεση θερμότητας στον θερμαινόμενο χώρο. Η αύξηση της θερμοκρασίας μειώνει την σχετική υγρασία που όμως είναι αδύνατον να ελεγχθεί. Η θερμότητα κάπου πρέπει να παραχθεί. Όταν παράγεται μέσα στο χώρο που πρόκειται να θερμανθεί ονομάζεται τοπική θέρμανση, ενώ όταν παράγεται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο (λεβητοστάσιο) και στη συνέχεια μεταφέρεται στο χώρο που θέλουμε να θερμανθεί μέσω κατάλληλων διατάξεων ονομάζεται κεντρική θέρμανση.

1.2.3.1 Τοπικά συστήματα θέρμανσης

Τα τοπικά συστήματα θέρμανσης τίθενται σε εφαρμογή όταν είναι αδύνατη η σύνδεση του χώρου με κάποιο κεντρικό σύστημα θέρμανσης είτε για οικονομικούς είτε για τεχνικούς λόγους. Επίσης εργάζονται συμπληρωματικά σε κεντρικές θερμάνσεις οι οποίες δεν έχουν

μελετηθεί ορθά με αποτέλεσμα την ανικανότητα τους να καλύψουν τις θερμικές απώλειες του υπό θέρμανση χώρου. Μερικά συστήματα τοπικής θέρμανσης είναι οι θερμάστρες καυσίμων, οι ηλεκτρικές θερμάστρες, οι θερμάστρες υπέρυθρης ακτινοβολίας, τα αερόθερμα, οι θερμοσυσσωρευτές, τα τζάκια και άλλα.

1.2.3.2 Κεντρικά συστήματα θέρμανσης

Τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης παράγουν τα ποσά θερμότητας σε έναν ειδικά διαμορφωμένο χώρο και τα μεταφέρουν με ειδικές διατάξεις στον χώρο που θέλουμε να θερμάνουμε. Αυτές οι θερμάνσεις χωρίζονται με την σειρά τους σε δύο υποκατηγορίες

- κεντρικής θέρμανσης με νερό
- κεντρικής θέρμανσης με αέρα

Κεντρική θέρμανση με νερό

Με κριτήριο των αριθμό των σωλήνων προσαγωγής και επιστροφής του νερού τα συστήματα θερμάνσεως νερού διακρίνονται σε δύο κατηγορίες το μονοσωλήνιο και το δισωλήνιο.

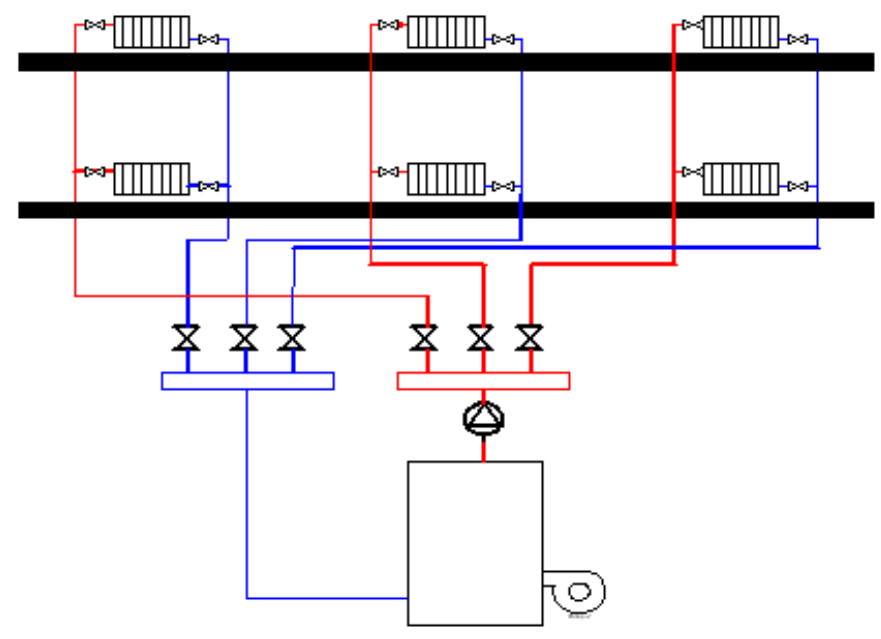
Οι σωληνώσεις

Μέσα στις σωληνώσεις κυκλοφορεί το ζεστό νερό μέσω του οποίου γίνεται η μεταφορά θερμότητας από το λέβητα στα θερμαντικά σώματα. Ο καθορισμός της διαμέτρου των σωληνώσεων είναι μια πολύ υπευθυνη και αρκετά επίπονη εργασία. Συνήθως αρχικά ορίζουμε προσωρινές διαμέτρους σωληνώσεων σύμφωνα με τα στοιχεία της εγκατάστασης. Η ταχύτητα του νερού δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0,6 m/s, διότι δημιουργείται υπερβολικός θόρυβος. Στις αντιστάσεις τριβών προστίθενται και οι αντιστάσεις των διαφόρων εξαρτημάτων όπως καμπύλες, βάνες, διακόπτες κτλ. Με αυτόν τον τρόπο μας γίνεται γνωστό το σύνολο των αντιστάσεων που πρέπει να υπερνικήσει ο κυκλοφορητής για να διατηρείται μια συνεχής ροή του νερού εντός των ορίων που έχουμε θέσει.

Το δισωλήνιο σύστημα

Στο σύστημα αυτό κάθε θερμαντικό σώμα συνδέεται με δύο σωλήνες. Ο ένας σωλήνας του ζεστού νερού (σωλήνας προσαγωγής) και έναν σωλήνα κρύου νερού (σωλήνας επιστροφής) με τον οποίο το νερό επιστρέφει στο λέβητα για να θερμανθεί πάλι. Συνήθως τα θερμαντικά σώματα τροφοδοτούνται με κατακόρυφες παράλληλες σωληνώσεις, οι οποίες ενώνονται με ένα οριζόντιο δίκτυο εγκατεστημένο στην οροφή του υπογείου, για να καταλήξουν τελικά στους συλλέκτες προσαγωγής και επιστροφής στο λεβητοστάσιο. Για τη διατήρηση της

κυκλοφορίας του νερού, σε αυτές τις εγκαταστάσεις χρησιμοποιείται κυκλοφορητής που τοποθετείται πριν ή μετά το λέβητα. Καθώς το νερό θερμαίνεται αυξάνεται ο όγκος του, καθώς το νερό δεν συμπιέζεται θα μπορούσε να δημιουργήσει υπερπίεση στην εγκατάσταση. Αυτό το φαινόμενο αποφεύγεται με την τοποθέτηση ενός δοχείου διαστολής στο υψηλότερο σημείο της εγκατάστασης. Τέλος εάν για κάποιο λόγο υπάρξει απώλεια νερού στην εγκατάσταση συμπληρώνεται μέσω του δοχείου το οποίο είναι συνδεδεμένο με το δίκτυο ύδρευσης.



Σχήμα 1.2 - Δισωλήνιο σύστημα

Ο υπολογισμός δικτύου σωληνώσεων στο δισωλήνιο σύστημα με κυκλοφορητή

Το δίκτυο κυκλοφορίας του ζεστού νερού θεωρείται κλειστό σύστημα γιατί στο συγκεκριμένο σύστημα το νερό έρχεται σε επαφή με την ατμόσφαιρα μόνο κατά πολύ μικρό ποσοστό στην περιορισμένη επιφάνεια του ανοιχτού δοχείου διαστολής. Ο υπολογισμός των διατομών του δικτύου γίνεται με βάση την παροχή ζεστού νερού που κυκλοφορεί σε κάθε χωριστό τμήμα του δικτύου.

Το μεταφερόμενο θερμικό φορτίο σε κάθε χωριστό τμήμα ενός δικτύου θερμού νερού είναι:

$$Q = \sum \Delta t G$$

Όπου Q το θερμικό φορτίο,

Σ ο ο σταθερός συντελεστής, η τιμή του οποίου εξαρτάται από το σύστημα των μονάδων που χρησιμοποιούμε,

Δt η πτώση θερμοκρασίας νερού προσαγωγής και επιστροφής,

G η παροχή νερού δηλαδή η διερχόμενη ποσότητα του νερού στη μονάδα του χρόνου.

Η διαδικασία που ακολουθείται για τον υπολογισμό των σωληνώσεων του δισωληνίου είναι:

1. Κατασκευάζεται το κατακόρυφο διάγραμμα του δικτύου σωληνώσεως. Επειδή έχει προηγηθεί ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων των χώρων και έχουν επιλεγεί τα θερμαντικά σώματα με συγκεκριμένη θερμική ικανότητα είναι δεδομένο το θερμικό φορτίο που εξυπηρετεί κάθε χωριστό τμήμα σωληνώσεων του δικτύου.
2. Από την σχέση $Q = \Sigma \Delta t G$, θέτοντας $\Sigma = \text{με } 1$ (διότι χρησιμοποιούμε Kcal/h σαν μονάδα μέτρησης του θερμικού φορτίου, l/h για την παροχή του νερού και C για την πτώση της θερμοκρασίας) και $\Delta t = 20$ υπολογίζουμε την παροχή σε κάθε τμήμα του δικτύου σωληνώσεων.
3. Ο υπολογισμός των διατομών του κάθε τμήματος του σωλήνα γίνεται με βάση τη διερχόμενη από αυτό παροχή νερού και την επιτρεπόμενη ταχύτητα του νερού σ αυτό με τη βοήθεια γραφικών παραστάσεων. Οι ταχύτητες λαμβάνονται συνήθως μεταξύ 0,5 - 1,5 m/s.
4. Αφού καθοριστούν οι διατομές και πάλι με τη βοήθεια της ίδιας γραφικής παράστασης υπολογίζονται οι αντιστάσεις λόγω τριβών σε κάθε τμήμα των σωληνώσεων του δικτύου. Ως μήκος L του τμήματος λαμβάνεται το συνολικό μήκος προσαγωγής και επιστροφής του νερού, καθώς και ένα πρόσθετο μήκος ισοδύναμο των τοπικών αντιστάσεων. Τα ισοδύναμα αυτά μήκη δίνονται από πίνακες.
5. Η συνολική αντίσταση του δυσμενέστερου κλάδου θα ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό του μανομετρικού ύψους του κυκλοφορητή.

Μονοσωλήνιο σύστημα

Στο μονοσωλήνιο σύστημα υπάρχει μόνο ένα ζεύγος κατακόρυφων σωλήνων οι οποίοι τροφοδοτούν οριζόντια κυκλώματα σε κάθε όροφο. Σε κάθε τέτοιο κύκλωμα που ονομάζεται βρόχος συνδέονται τρία έως τέσσερα θερμαντικά σώματα με τη βοήθεια ενός τετράοδου διακόπτη. Κάθε κύκλωμα διαρρέεται από μια δεδομένη ποσότητα νερού που διέρχεται διαδοχικά από όλα τα θερμαντικά σώματα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την διαδοχική μείωση της θερμοκρασίας του νερού. Το κύκλωμα ξεκινά από τον κατακόρυφο σωλήνα προσαγωγής και καταλήγει στον κατακόρυφο σωλήνα επιστροφής. Η σύνδεση των κυκλωμάτων του κάθε

ορόφου με τους κατακόρυφους σωλήνες γίνεται μέσω των αντίστοιχων συλλεκτών προσαγωγής και επιστροφής που τοποθετούνται σε ειδικό μεταλλικό κουτί σε κάθε όροφο. Ο κυκλοφορητής σε αυτού του τύπου την εγκατάσταση τοποθετείται μετά τον λέβητα ενώ για το πρόβλημα της υπερπίεσης τοποθετείται κλειστό δοχείο διαστολής στο σωλήνα επιστροφής του νερού προς το λέβητα. Η συμπλήρωση της εγκατάστασης με νερό γίνεται μέσω μιας βαλβίδας που ονομάζεται αυτόματος πλήρωσης που συνδέεται με το δίκτυο ύδρευσης. Τέλος, υπάρχει μια βαλβίδα ασφαλείας μέσω της οποίας εκκενώνεται μια ποσότητα νερού όταν η πίεση υπερβεί μια τιμή και έτσι η πίεση επανέρχεται στα επιτρεπτά όρια.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΙΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΤΑΚΟΡΦΗΣ ΣΤΗΛΗΣ:

Στο μονοσωλήνιο σύστημα με την έννοια "κατακόρυφη στήλη" νοείται το δίκτυο των σωληνώσεων που αρχίζει από τον λέβητα και καταλήγει στον ακραίο συλλέκτη του μονοσωληνίου συστήματος. Η κατακόρυφη στήλη συνήθως κατασκευάζεται είτε από σιδηροσωλήνες με ραφή (μέχρι διαμέτρου 2") ή από χαλυβδοσωλήνες χωρίς ραφή ή από χαλκοσωλήνες όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα.

Ο υπολογισμός της κατακόρυφης στήλης γίνεται με βάση τα παρακάτω κριτήρια:

- α) Η ταχύτητα διέλευσης του νερού να μη υπερβαίνει την τιμή 0,4 - 0,50 m/sec διότι για μεγαλύτερες τιμές προκύπτει και μεγάλη πτώση πίεσης και θόρυβος στις σωληνώσεις.
- β) Η συνολική πτώση πίεσης του κατακόρυφου δικτύου να μη υπερβαίνει την τιμή των 2 mΣΥ. Η συνολική πτώση πίεσης περιλαμβάνει τις γραμμικές αντιστάσεις στα ευθύγραμμα τμήματα των σωληνώσεων και τις τοπικές αντιστάσεις που οφείλονται στις καμπύλες, εξαρτήματα, βάννες κλπ.

Αν H (mΣΥ) η συνολική πτώση πίεσης της κατακόρυφης στήλης ισχύει η σχέση:

$$H = \sum_i^y R_i * l_i + \sum_i^y Z_i$$

Όπου: R_i = Η ανηγμένη πτώση πίεσης των ευθυγράμμων τμημάτων σε mmΣΥ/m.

l_i = Το μήκος του αντίστοιχου τμήματος σε m.

Z_i = Η πτώση πίεσης λόγω της τοπικής αντίστασης σε m.

Η πτώση πίεσης λόγω τοπικής αντίστασης Z_i υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$Z_i = R_i * L'_i$$

Όπου: Γ_i = Το ισοδύναμο μήκος ευθύγραμμου τμήματος το οποίο είναι συνάρτηση του είδους του εξαρτήματος και της διαμέτρου τη σωλήνωσης.

Επομένως από τις δυο προηγούμενες σχέσεις έχουμε:

$$H = \sum_i \Gamma_i (L_i + L'_i)$$

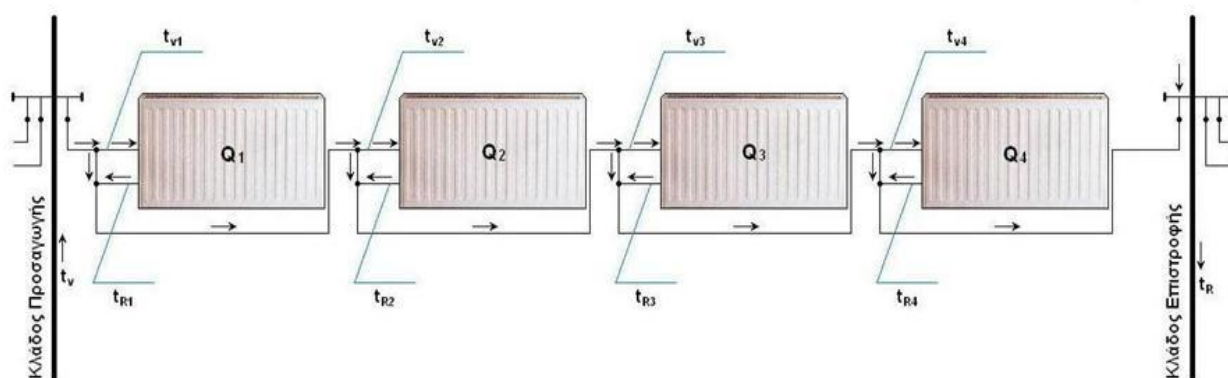
Στους παρακάτω πίνακες δίνονται τα ισοδύναμα μήκη των τοπικών αντιστάσεων σε m για διάφορες βαλβίδες και για εξαρτήματα σωλήνων για σιδηροσωλήνες, χαλυβδοσωλήνες και χαλκοσωλήνες.

Πίνακας 1.5 - Απώλειες πίεσης στα εξαρτήματα σωλήνων (ισοδύναμο μήκος σε μέτρα)

Διαμ.σωλήνα	Κλ.καμπύλη 50°	Καμπύλη 50° η μεγαλύτερης ακτίνας	Καμπύλη 50° αρσενικό θηλυκό	Καμπύλη 45°	Καμπύλη 45° αρσενικό θηλυκό	Καμπύλη 180°	TAY διακλαδώσεως έως	Συστολή 1/4	Συστολή 1/2
3/8	0,42	0,27	0,7	0,21	0,33	0,7	0,8	0,35	0,42
1/2	0,48	0,3	0,75	0,24	0,39	0,75	1,00	0,42	0,43
3/4	0,6	0,42	0,95	0,27	0,48	0,96	1,2	0,57	0,6
1	0,78	0,51	1,2	0,39	0,63	1,2	1,5	0,7	0,8
1 1/4	1,00	0,69	1,7	0,51	0,9	1,7	2,1	0,9	1
1 1/2	1,2	0,78	1,9	0,63	1,02	1,9	2,4	1,1	1,2
2	1,5	1,00	2,5	0,78	1,35	2,5	3	1,4	1,5
2 1/2	1,8	1,2	3,00	0,95	1,56	3,00	3,6	1,7	1,8
3	2,25	1,5	3,6	1,2	1,9	2,6	4,5	2,1	2,2
3 1/2	2,7	1,77	4,5	1,4	2,2	4,5	5,4	2,4	2,7
4	3,00	2,00	5,1	1,55	2,5	5,1	6,3	2,7	3,00
5	3,30	2,5	6,3	1,96	3,3	6,3	7,5	3,6	3,9
6	4,8	3,00	7,5	2,4	3,9	7,5	9	4,2	4,8
8	6,00	3,3	-	3,00	-	9,9	12	5,4	6,0
10	7,5	4,8	-	3,9	-	12,5	15	5,9	7,5
12	9	5,7	-	4,8	-	15	18	7,8	9

Πίνακας 1.6 - Απώλειες πίεσης στις βαλβίδες (ισοδύναμο μήκος σε μέτρα)

ΟΝΟΜΑΣΤΙ ΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΩΛΗΝΑ	Κcal/h	ΕΥΘΥΓΡΑΜ ΜΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ 60 ΜΟΙΡΩΝ ΤΥΠΟΥ Υ	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ 45 ΜΟΙΡΩΝ ΤΥΠΟΥ Υ	ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΓΩΝΙΑΚΟΣ	ΒΑΝΝΑ	ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΤΕΠΙΣΤΡ ΟΦΗΣ	ΦΙΛΤΡΟ ΝΕΡΟΥ
3/8	10,00	5,1	2,4	1,8	0,18	1,5	-	-
1/2	12,5	5,4	2,7	2,1	2,1	0,21	1,8	-
3/4	20	6,6	3,3	2,7	2,7	0,27	2,4	-
1	25	8,7	4,5	3,6	3,6	0,3	3	-
1 1/4	32	11,4	6	4,5	4,5	0,45	4,2	-
1 1/2	40	13	7,2	5,4	5,4	0,54	4,8	-
2	50	16,5	9	7,2	7,2	0,7	6	8,1
2 1/2	55	21	10,5	8,7	8,7	0,84	7,5	8,4
3	75	25	12,9	10,5	10,5	0,96	9	12,6
3 1/2	90	30	15	12,3	12,3	1,2	10,5	14,4
4	100	36	17,4	14,1	14,1	1,35	12	18
5	125	42	21,3	17,4	17,4	1,8	15	24
6	150	51	26,4	21	21	2,1	18	33
8	200	66	34,5	25,5	25,5	2,7	24	45
10	250	84	43,5	31,5	31,5	3,6	30	57
12	300	96	49,5	39	39	3,9	36	75



Σχήμα 1.3 - Κλάδοι Προσαγωγής - Επιστροφής

Στους επόμενους πίνακες φαίνεται η πτώση πίεσης και η ταχύτητα συναρτήσει της παροχής και της διαμέτρου των σωλήνων για διέλευση θερμού νερού σε δίκτυα σιδηροσωλήνων μαύρων με ραφή, χαλυβδοσωλήνων και χαλκοσωλήνων.

Πίνακας 1.7 - Υπολογισμός πτώσης πίεσης και ταχύτητας για διεύλευση ζεστού νερού σε δίκτυα μαύρων σιδηροσωλήνων με ραφή

ΠΑΡΟΧΗ Lt/Hr	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ (mmY / m) / ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)					
	1 / 2 “	3 / 4 “	1”	1 1 / 4 “	1 1 / 2 “	2”
25	0,36/0,05	0,09/0,03				
50	1,20/0,09	0,30/0,05	0,09/0,03			
75	2,40/0,13	0,60/0,07	0,17/0,04	0,05/0,03		
100	4,00/0,17	1,00/0,10	0,28/0,06	0,07/0,03		
125	6,00/0,22	1,40/0,12	0,41/0,07	0,10/0,04	0,05/0,03	
150	8,00/0,24	1,90/0,14	0,60/0,09	0,14/0,05	0,07/0,04	
175	10,0/0,29	2,60/0,16	0,80/0,10	0,18/0,05	0,09/0,04	
200	14,0/0,34	3,30/0,19	0,95/0,12	0,22/0,006	0,11/0,05	
225	16,0/0,32	4,50/0,22	1,20/0,13	0,28/0,07	0,14/0,05	
250	20,0/0,42	5,00/0,24	1,40/0,14	0,33/0,08	0,17/0,05	0,05/0,04
275	25,0/0,46	5,80/0,25	1,70/0,16	0,40/0,09	0,19/0,06	0,06/0,04
300	27,0/0,48	6,80/0,29	1,90/0,17	0,45/0,09	0,22/0,07	0,07/0,05
325	32,0/0,53	7,80/0,31	2,30/0,19	0,54/0,10	0,25/0,08	0,08/0,05
350	35,0/0,60	9,00/0,34	2,60/0,20	0,60/0,11	0,30/0,08	0,09/0,06
375	42,0/0,62	10,0/0,36	2,90/0,21	0,70/0,12	0,33/0,09	0,10/0,06
400	48,0/0,68	11,0/0,38	3,30/0,22	0,75/0,12	0,36/0,09	0,111/0,06
425	54,0/0,72	12,0/0,40	3,60/0,24	0,85/0,13	0,40/0,10	0,13/0,06
450	60,0/0,75	14,0/0,42	4,00/0,26	0,92/0,14	0,45/0,10	0,14/0,07
475	62,0/0,77	15,0/0,44	4,40/0,28	1,05/0,15	0,50/0,11	0,15/0,07
500	70,0/0,85	17,0/0,47	5,00/0,30	1,10/0,15	0,55/0,12	0,17/0,07
525	78,0/0,88	18,0/0,48	5,20/0,31	1,20/0,16	0,30/0,12	0,18/0,07
550	88,00/0,93	20,0/0,50	6,00/0,32	1,30/0,17	0,65/0,13	0,20/0,08
575	90,0/0,95	22,0/0,53	6,10/0,33	1,40/0,13	0,70/0,13	0,22/0,08
600		24,0/0,59	6,80/0,34	1,60/0,19	0,75/0,14	0,24/0,08
625		26,0/0,61	7,00/0,35	1,70/0,20	0,80/0,14	0,25/0,08
650		28,0/0,63	7,90/0,37	1,80/0,20	0,90/0,15	0,27/0,09
675		29,0/0,640	8,20/0,39	1,90/0,20	0,95/0,15	0,28/0,09
700		30,0/0,65	9,00/0,40	2,00/0,22	1,00/0,16	0,30/0,09
725		32,0/0,67	9,20/0,41	2,20/0,22	1,10/0,17	0,33/0,10
750		34,0/0,69	10,0/0,42	2,30/0,23	1,15/0,17	0,34/0,10
775		36,0/0,71	10,0/0,43	2,40/0,24	1,20/0,18	0,36/0,11
800		39,0/0,78	11,5/0,46	2,60/0,26	1,30/0,19	0,38/0,11
825		41,0/0,76	12,0/0,48	2,70/0,26	1,35/0,20	0,40/0,12
850		43,0/0,77	13,0/0,49	2,80/0,27	1,40/0,20	0,42/0,12
875		45,0/0,79	13,5/0,49	3,00/0,28	1,50/0,20	0,45/0,12
900		48,0/0,82	14,0/0,50	3,15/0,28	1,55/0,22	0,48/0,13
925		50,0/0,85	14,5/0,51	3,30/0,28	1,60/0,22	0,50/0,13
950		53,0/0,88	15,0/0,53	3,50/0,29	1,70/0,22	0,52/0,13
975		57,0/0,92	15,0/0,55	3,60/0,30	1,80/0,22	0,55/0,14
1000		60,0/0,95	16,5/0,56	3,80/0,31	1,90/0,24	0,58/0,15
1050		70,0/1,00	18,0/0,60	4,00/0,32	2,00/0,24	0,60/0,15
1100		73,0/1,03	20,0/0,65	4,50/0,34	2,20/0,25	0,70/0,15
1150		77,0/1,07	22,0/0,67	5,00/0,36	2,40/0,26	0,75/0,16
1200		80,0/1,10	24,0/0,69	5,50/0,38	2,60/0,26	0,80/0,17

1250		90,0/1,20	26,0/0,71	6,00/0,40	3,00/0,30	0,85/0,17
1300			27,0/0,75	6,30/0,41	3,10/0,30	0,90/0,18
1350			28,0/0,78	6,70/0,43	3,20/0,31	1,00/0,19
1400			30,0/0,78	6,70/0,43	3,20/0,31	1,00/0,19
1450			32,0/0,82	7,50/0,46	3,60/0,34	1,10/0,20
1500			34,0/0,84	8,00/0,48	3,80/0,35	1,15/0,20
1550			35,0/0,85	8,50/0,49	4,00/0,36	1,20/0,21
1600			38,0/0,88	9,00/0,50	4,25/0,37	1,30/0,21
1650			41,0/0,91	9,50/0,52	4,50/0,38	1,35/0,22
1700			43,0/0,94	10,0/0,55	5,00/0,40	1,40/0,23
1750			48,0/0,98	10,5/0,56	5,25/0,41	1,50/0,24
1800			50,0/1,00	11,0/0,57	5,50/0,42	1,60/0,24
1850			52,0/1,02	11,5/0,58	5,75/0,43	1,65/0,25
1900			55,0/1,06	12,0/0,60	6,00/0,44	1,75/0,26
1950			57,0/1,08	12,0/0,61	6,50/0,45	1,80/0,27
2000			60,0/1,10	13,0/0,63	6,50/0,46	1,90/0,28
2100			65,0/1,15	15,0/0,67	7,00/0,48	2,10/0,29
2200			70,0/1,20	16,0/0,70	7,50/0,49	2,20/0,30
2300			77,0/1,25	17,0/0,72	8,30/0,52	2,50/0,33
2400			91,0/1,31	18,0/0,76	9,00/0,55	2,60/0,34
2500			89,0/1,40	20,0/0,80	9,50/0,58	2,80/0,34
2600				21,0/0,81	10,5/0,62	3,00/0,63
2700				23,0/0,83	11,0/0,63	3,30/0,36
2800				25,0/0,85	12,0/0,65	3,50/0,38
2900				26,0/0,88	13,0/0,57	3,60/0,40
3000				28,0/0,92	13,0/0,69	4,00/0,42
3100				30,0/0,95	14,5/0,72	4,20/0,43
3200				32,0/1,00	15,0/0,73	4,40/0,45
3300				33,0/1,05	16,0/0,75	4,60/0,45
3400				34,0/1,07	17,0/0,76	4,80/0,48
3500				35,0/1,10	18,0/0,78	5,20/0,50
3600				37,0/1,10	19,0/0,81	5,50/0,52
3700				40,0/1,10	20,0/0,85	5,80/0,52
3800				42,0/1,15	21,5/0,87	6,00/0,53
3900				45,0/1,20	23,0/0,90	6,50/0,54
4000				47,0/1,25	24,0/0,92	6,50/0,55
4100				50,0/1,30	25,0/0,95	7,00/0,56
4200				53,0/1,32	26,0/0,97	7,20/0,57
4300				55,0/1,35	27,0/0,99	7,50/0,58
4400				57,0/1,37	28,0/1,03	8,00/0,60
4500				60,0/1,40	29,0/1,06	8,20/0,61
4600				63,0/1,42	30,0/1,10	8,50/0,62
4700				65,0/1,45	31,0/1,13	8,70/0,63
4800				67,0/1,47	32,0/1,16	9,00/0,64
4900				70,0/1,50	34,0/1,18	9,50/0,65
5000				72,0/1,60	35,0/1,20	10,0/0,66

Πίνακας 1.8 - Υπολογισμός πτώσης πίεσης και ταχύτητας για διεύλευση ζεστού νερού σε δίκτυα μαύρων σιδηροσωλήνων χωρίς ραφή

ΠΑΡΟΧΗ Λίτρα/ώρα	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ (mmY/m) / ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/sec)								
	57/63	54/76	70/76	76/82	82/89	95/102	105/114	125/133	150/160
1000	0,33/0,11	0,19/0,13	0,12/0,07	0,08/0,05	0,05/0,05				
1500	0,70/0,17	0,35/0,13	0,26/0,11	0,17/0,10	0,11/0,08	0,06/0,06			
2000	1,10/0,22	0,55/0,18	0,42/0,15	0,25/0,13	0,19/0,11	0,10/0,08	0,06/0,06		
2500	1,50/0,26	0,95/0,23	0,62/0,19	0,42/0,15	0,28/0,13	0,15/0,10	0,08/0,08		
3000	2,03/0,33	1,30/0,25	0,85/0,23	0,60/0,19	0,38/0,16	0,20/0,12	0,11/0,10	0,06/0,07	
3500	3,00/0,40	1,75/0,31	1,10/0,26	0,75/0,22	0,50/0,19	0,25/0,14	0,15/0,11	0,07/0,08	
4000	3,80/0,45	2,20/0,36	1,42/0,30	0,95/0,25	0,65/0,21	0,34/0,16	0,19/0,13	0,09/0,09	
4500	4,70/0,50	2,70/0,39	1,5/0,38	1,20/0,26	0,80/0,24	0,42/0,18	0,24/0,15	0,11/0,11	
5000	5,50/0,57	0,33/0,44	2,20/0,38	1,50/0,32	0,95/0,27	0,50/0,22	0,26/0,16	0,13/0,12	0,05/0,02
6000	8,00/0,65	4,60/0,56	3,00/0,44	2,00/0,38	1,30/0,32	0,70/0,24	0,40/0,20	0,18/0,14	0,07/0,06
7000	10,5/0,78	6,20/0,61	4,00/0,55	2,60/0,44	1,70/0,36	0,90/0,26	0,50/0,22	0,24/0,17	0,10/0,11
8000	13,5/0,88	7,80/0,69	5,00/0,60	3,30/0,50	2,20/0,42	1,20/0,34	0,65/0,25	0,30/0,19	0,12/0,13
9000	17,0/1,00	10,0/0,80	6,20/0,67	4,00/0,55	2,80/0,48	1,40/0,35	0,80/0,28	0,37/0,26	0,15/0,14
10000	20,0/1,10	12,0/0,90	7,80/0,74	5,00/0,65	3,30/0,55	1,70/0,40	1,00/0,32	0,45/0,24	0,18/0,16
11000	25,0/1,20	14,0/1,00	9,00/0,80	6,00/0,70	4,00/0,50	2,00/0,44	1,20/0,36	0,55/0,26	0,22/0,18
12000	30,0/1,40	16,0/1,10	11,0/0,85	7,00/0,75	4,50/0,65	2,40/0,50	1,40/0,40	0,65/0,29	0,25/0,19
13000	32,0/1,45	19,0/1,20	13,0/0,95	8,00/0,80	5,40/0,58	2,08/0,55	1,60/0,42	0,74/0,31	0,33/0,22
14000	37,0/1,55	22,0/1,30	14,0/1,0	9,00/0,85	6,00/0,75	3,30/0,60	1,80/0,45	0,85/0,33	0,35/0,23
15000	45,0/1,70	25,0/1,30	16,0/1,10	10,0/0,90	7,00/0,80	3,60/0,60	2,00/0,48	0,95/0,35	0,38/0,25
16000	50,0/1,80	26,0/1,40	18,0/1,20	12,0/1,00	8,00/0,85	4,00/0,65	2,30/0,54	1,05/0,37	0,43/0,26
17000	56,0/1,95	30,0/1,50	20,0/1,30	14,0/1,10	9,00/0,90	4,60/0,72	2,60/0,55	1,20/0,40	0,48/0,26
18000	62,0/2,10	35,0/1,60	23,0/1,40	15,0/1,15	10,0/1,00	5,00/0,75	2,80/0,60	1,30/0,42	0,55/0,31
19000		37,0/1,70	25,0/1,50	16,0/1,20	11,0/1,00	5,80/0,78	3,30/0,65	1,40/0,44	0,50/0,32
20000		45,0/1,80	30,0/1,60	18,0/1,30	12,0/1,00	5,20/0,52	3,50/0,65	1,50/0,45	0,55/0,34
21000			31,0/1,62	20,0/1,40	13,0/1,10	5,80/0,88	3,80/0,57	1,70/0,50	0,70/0,36
22000			33,0/1,65	22,0/1,45	14,0/1,20	7,50/0,94	4,70/0,72	1,90/0,55	0,78/0,37
23000			35,0/1,70	25,0/1,50	15,0/1,30	8,00/0,95	4,50/0,75	2,00/0,55	0,85/0,38
24000			38,0/1,75	35,0/1,50	17,0/1,35	8,50/0,97	4,90/0,79	2,20/0,55	0,90/0,40
25000			40,0/1,80	27,0/1,50	18,0/1,40	9,00/1,82	5,40/0,51	2,40/0,60	0,95/0,41
26000			50,0/2,00	28,0/1,70	20,0/1,40	10,0/1,10	5,50/0,52	2,50/0,50	1,00/0,42
27000				32,0/1,75	22,0/1,50	11,0/1,10	5,00/0,85	2,80/0,65	1,10/0,44
28000				33,0/1,75	23,0/1,50	11,5/1,15	5,50/0,50	3,00/0,65	1,15/0,45
29000				35,0/1,80	25,0/1,60	12,0/1,20	7,00/0,95	3,20/0,56	1,25/0,47
30000				37,0/1,90	27,0/1,60	13,0/1,25	7,50/0,97	3,30/0,70	1,30/0,48
31000				40,0/2,00	28,0/1,70	14,0/1,30	8,00/1,00	3,50/0,74	1,40/0,50
32000					30,0/1,80	15,0/1,35	8,00/1,05	3,70/0,75	1,50/0,50
33000					32,0/1,80	16,0/1,40	9,00/1,10	3,90/0,78	1,80/0,54
34000					33,0/1,90	17,0/1,45	9,50/1,15	4,20/0,62	1,70/0,58
35000					34,0/1,90	17,5/1,47	10,0/1,20	4,40/0,85	1,80/0,60
36000					35,0/1,90	18,0/1,50	10,5/1,22	4,60/0,86	1,85/0,60
37000					38,0/1,90	20,0/1,60	11,0/1,25	4,80/0,88	1,90/0,62
38000					40,0/2,00	21,0/1,62	11,5/1,27	5,00/0,90	2,10/0,62
39000						22,0/1,64	12,0/1,30	5,30/0,93	2,20/0,65
40000						23,0/1,66	13,0/1,35	5,70/0,97	2,30/0,66
42000						24,0/1,68	14,4/1,40	6,00/1,00	2,50/0,67
44000						25,0/1,70	15,2/1,45	6,80/1,05	2,70/0,70
46000						28,0/1,85	16,5/1,52	7,30/1,10	2,90/0,73
48000						32,0/2,00	18,0/1,60	8,00/1,10	3,20/0,76
50000							20,0/1,70	9,00/1,30	3,60/0,80
52000							21,0/1,73	9,20/1,30	3,70/0,86
54000							23,0/1,77	10,0/1,30	4,00/0,91
56000							25,0/1,80	10,2/1,32	4,20/0,93
58000							26,0/1,87	11,0/1,35	4,50/0,95
60000							28,0/1,93	12,0/1,40	4,70/0,98
65000							30,0/2,00	14,0/1,50	5,50/1,02
70000								16,0/1,70	6,20/1,12
75000								18,0/1,80	7,20/1,23
80000								18,0/1,80	7,20/1,23

Πίνακας 1.9 - Υπολογισμός πτώσης πίεσης και ταχύτητας για διέλευση ζεστού νερού σε δίκτυα χαλκοσωλήνων

ΠΑΡΟΧΗ ΛΙΤΡΑ/ ΩΡΑ	ΠΤΩΣΗ ΠΙΕΣΗΣ (mmΥΣ/m) / ΤΑΧΥΤΗΤΑ (m/s)						
	Φ15	Φ18	Φ22	Φ28	Φ35	Φ42	Φ54
25	0,38/0,05	0,12/0,03					
50	1,50/0,11	0,48/0,07	0,15/0,04				
75	3,00/0,18	1,00/0,11	0,32/0,07	0,08/0,04			
100	5,00/0,25	1,80/0,16	0,55/0,09	0,13/0,05			
125	8,00/0,30	2,50/0,16	0,80/0,12	0,19/0,05	0,05/0,03		
150	10,0/0,35	3,70/0,22	1,20/0,15	0,28/0,06	0,07/0,04		
175	15,0/0,45	5,00/0,28	1,50/0,17	0,35/0,09	0,09/0,05		
200	19,0/0,05	6,50/0,32	2,00/0,20	0,48/0,11	0,13/0,06	0,05/0,04	
225	24,0/0,56	7,50/0,35	2,00/0,22	0,50/0,12	0,16/0,7	0,06/0,05	
250	29,0/0,54	9,00/0,39	3,00/0,24	0,70/0,13	0,19/0,08	0,07/0,05	
275	35,0/0,70	12,0/0,45	3,50/0,28	0,85/0,15	0,24/0,08	0,08/0,06	
300	45,0/0,06	14,0/0,48	4,50/0,30	1,10/0,16	0,30/0,10	0,11/0,06	
325	53,0/0,90	15,0/0,52	5,00/0,32	1,30/0,18	0,33/0,11	0,13/0,07	
350	60,0/0,95	18,0/0,58	6,00/0,36	1,50/0,20	0,38/0,12	0,14/0,07	
375	80,0/1,10	21,0/0,61	6,50/0,38	1,60/0,21	0,42/0,12	0,15/0,08	
400		23,0/0,65	7,50/0,40	1,90/0,22	0,50/0,13	0,19/0,09	
425		26,0/0,70	8,00/0,42	2,10/0,24	0,55/0,14	0,20/0,09	0,05/0,05
450		28,0/0,73	9,00/0,45	2,30/0,25	0,60/0,15	0,23/0,10	0,06/0,05
475		30,0/0,77	10,0/0,49	2,30/0,27	0,65/0,16	0,25/0,10	0,06/0,06
500		35,0/0,81	11,0/0,50	2,90/0,30	0,75/0,16	0,26/0,11	0,07/0,05
550		42,0/0,90	13,0/0,55	3,50/0,62	0,90/0,18	0,33/0,12	0,07/0,06
600		50,0/0,97	15,0/0,52	4,00/0,35	1,00/0,19	0,39/0,13	0,11/0,07
650		57,0/1,08	18,0/0,67	4,8/0,38	1,20/0,21	0,46/0,14	0,13/0,08
700		80,0/1,25	21,0/0,73	5,50/0,41	1,50/0,24	0,55/0,16	0,14/0,09
750			25,0/0,80	6,00/0,45	1,70/0,25	0,58/0,16	0,15/0,09
800			30,0/0,86	7,00/0,47	1,90/0,27	0,67/0,18	0,18/0,10
850			32,0/0,90	8,00/0,50	2,10/0,29	0,72/0,19	0,20/0,11
900			36,0/0,96	8,50/0,53	2,30/0,31	0,80/0,29	0,21/0,12
950			38,0/1,00	9,50/0,57	2,50/0,33	0,95/0,22	0,23/0,12
1000			43,0/1,08	11,0/0,60	2,90/0,35	1,10/0,23	0,27/0,13
1100			55,0/1,20	13,0/0,67	3,40/0,38	1,20/0,24	0,30/0,14
1200			60,0/1,30	45,0/0,72	4,00/0,41	1,40/0,27	0,33/0,15
1300			80,0/1,46	17,0/0,80	4,50/0,45	1,70/0,29	0,42/0,16
1400				20,0/0,88	5,20/0,50	2,00/0,32	0,50/0,18
1500				23,0/0,91	6,00/0,52	2,00/0,34	0,57/0,19
1600				26,0/1,00	7,00/0,57	2,50/0,35	0,63/0,21
1700				29,0/1,08	7,50/0,60	2,70/0,40	0,57/0,22
1800				32,0/1,11	9,00/0,65	3,00/0,41	0,75/0,23
1900				37,0/1,20	10,0/0,70	3,50/0,44	0,87/0,25
2000				40,0/1,30	11,0/0,72	4,00/0,48	1,00/0,28
2200				46,0/1,40	13,0/0,80	4,50/0,51	1,20/0,30
2400				55,0/1,50	15,0/0,88	5,10/0,56	1,40/0,32
2600					17,0/0,95	6,00/0,61	1,60/0,35
2800					20,0/1,00	7,00/0,66	1,90/0,37
3000					24,0/1,13	8,50/0,75	2,20/0,40
3200					28,0/1,30	9,50/0,76	2,50/0,45
3400					30,0/1,32	11,0/0,84	2,70/0,47
3600					34,0/1,40	12,0/0,68	3,00/0,50
3800					35,0/1,42	13,0/0,93	3,40/0,52
4000					40,0/1,50	14,0/0,97	3,70/0,55
4200						16,0/1,05	4,00/0,56
4400						17,0/1,08	4,40/0,62
4600						19,0/1,29	4,80/0,65
4800						20,0/1,22	5,20/0,68
5000						22,0/1,30	6,00/0,72
6000						30,0/1,50	8,00/0,85
7000							11,0/1,00

Με βάση τα αναφερόμενα στους προηγούμενους πίνακες συντάσσεται ο παρακάτω πίνακας για την αρχική επιλογή των διαμέτρων των σιδηροσωλήνων και χαλυβδοσωλήνων χωρίς ραφή με κριτήριο η ταχύτητα του νερού να μην υπερβαίνει την τιμή των 0.4m/sec, σε συνάρτηση με το διερχόμενο θερμικό φορτίο σε Kcal/h για θερμοκρασιακή πτώση του νερού 20oC (90oC - 70oC).

Πίνακας 1.10 - Επιλογή διαμέτρου σωλήνων για $V \leq 0,40 \text{ m/sec}$

ΦΟΡΤΙΟ Kcal/h	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ
0 - 4000	1 / 2 “
4000 - 8400	3 / 4 “
8400 - 142000	1”
142000 - 25000	1 1/4 “
25000 - 33700	1 1 / 2 “
33700 - 57500	2”
57500 - 70500	57/63
70500 - 91000	64/70
91000 - 106000	70/76
106000 - 128000	76/82
128000 - 152000	82/89
152000 - 191000	958/102
191000 - 252000	106/114
252000 - 340000	125/133

Ο υπολογισμός των θερμαντικών σωμάτων γίνεται ως εξής:

Αν, **Q** Η θερμική απόδοση ενός σώματος, F η επιφάνεια του σώματος σε m².

K Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του σώματος σε Kcal/m²h^oC.

t_m Η μέση ενεργός θερμοκρασία του σώματος ^oC.

Θα ισχύει:

$$Q = F \cdot K \cdot t_m (\text{Kcal/h})$$

Η μέση ενεργός θερμοκρασία του σώματος δίνεται από την σχέση:

$$t_m = \frac{t_v + t_r}{2} * t_i$$

Όπου: t_v = θερμοκρασία εσόδου του νερού στο σώμα ($^{\circ}\text{C}$).

t_R = θερμοκρασία εξόδου του νερού από το σώμα ($^{\circ}\text{C}$).

t_i = θερμοκρασία χώρου ($^{\circ}\text{C}$).

Στην συνέχεια έχουμε:

q (Kcal/h m^2) η ειδική θερμική απόδοση του σώματος ανά μονάδα επιφάνειας.

f ($\text{m}^2/\text{στοιχείο}$) η ειδική θερμαντική επιφάνεια του σώματος.

N ο αριθμός των στοιχείων του σώματος.

Για τα μεγέθη αυτά ισχύει:

$$q = k * t_m (\text{Kcal/hm}^2)$$

$$F = N * f (\text{m}^2)$$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του σώματος K είναι συνάρτηση της μορφής του σώματος και της μέσης θερμοκρασίας t_m .

Εάν K_1 ο συντελεστής θερμοπερατότητας σε μέση ενεργή θερμοκρασία, t_{m1} και K_2 ο συντελεστής θερμοπερατότητας σε μέση ενεργή θερμοκρασία t_{m2} ισχύει:

$$\frac{K_1}{K_2} = \left(\frac{t_{m1}}{t_{m2}} \right)^{0.33}$$

Επίσης εάν q_1 η ειδική θερμική απόδοση του σώματος σε μέση ενεργή θερμοκρασία t_{m1} και q_2 η ειδική απόδοση σε μέση ενεργή θερμοκρασία t_{m2} θα ισχύει:

$$\frac{q_1}{q_2} = \left(\frac{t_{m1}}{t_{m2}} \right)^{1.33}$$

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η ειδική θερμική απόδοση ενός σώματος είναι συνάρτηση της μορφής του σώματος και της μέσης ενεργού θερμοκρασίας t_m . Στον παρακάτω πίνακα δίδονται οι τιμές των f , k , q για τα κοινά χαλύβδινα σώματα Ελληνικής κατασκευής, δίστηλα, τρίστηλα και τετράστηλα ύψους 905mm, 655mm, 505mm και 355mm.

Πίνακας 1.11 - Αποδόσεις κοινών χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων για μέση ενεργό θερμ. 60°C

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ	905	655	505	355
i.	r	m ²	0,20	0,15	0,12	0,09
	K	Kcal/m ² C ^o	7,40	7,60	7,80	8,00
	q	Kcal/m ²	445,00	455,00	4,70	480,00
ii.	r	m ²	0,30	0,23	0,18	0,14
	K	Kcal/m ² C ^o	7,10	7,30	7,50	7,70
	q	Kcal/m ²	425,00	44,00	450,00	480,00
iii.	r	m ²	0,42	0,32	0,25	0,19
	K	Kcal/m ² C ^o	6,80	0,70	7,20	7,40
	q	Kcal/m ²	410,00	420,00	430,00	445,00

Στα επόμενα έχουν περιληφθεί οι πίνακες που δίνουν την θερμαντική επιφάνεια και την θερμική απόδοση των χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων, των σωμάτων RUNTAL, των σωμάτων αλουμινίου όπως και των θερμαντικών σωμάτων PANEL για μέση θερμοκρασία 60°C.

Αν είναι γνωστή η θερμική απόδοση ενός σώματος για μέση θερμοκρασία τότε η ονομαστική θερμική απόδοση του σώματος για μέση θερμοκρασία 60°C θα είναι βάσει των ανωτέρω:

$$Q_{60} = Q * \left(\frac{60}{t_m}\right)^{1.33} \quad K = \left(\frac{60}{t_m}\right)^{1.33}$$

Ο παράγοντας ονομάζεται συντελεστής αναγωγής και δίνεται στον παρακάτω πίνακα συναρτήσει της μέσης ενεργού θερμοκρασίας t_m.

Πίνακας 1.12 - Συντελεστής αναγωγής K βάσει της μέσης θερμοκρασίας t_m

tm	K	tm	K	tm	K	tm	K	tm	K
70	0,81	64,5	0,91	59	1,02	53,5	1,16	48	1,34
69,5	0,82	64	0,92	58,5	1,03	53	1,18	47,5	1,36
69	0,8	63,5	0,93	58	1,05	52,5	1,19	47	1,38
68,5	0,84	63	0,94	54,5	1,06	52	1,21	46,5	1,4
68	0,85	62,5	0,95	57	1,07	51,5	1,22	46	1,42
67,5	0,9	62	0,96	56,5	1,08	51	1,24	45,5	1,44
67	0,86	61,5	0,97	56	1,10	50,5	1,26	45	1,47
66,5	0,87	61	0,98	55,5	1,11	50	1,27		
66	0,9	60,5	0,99	55	1,12	49,5	1,29		
65,5	0,89	60	1,00	54,5	1,1	49	,131		
65	0,90	59,5	1,01	54	1,15	48,5	1,33		

Ο υπολογισμός των θερμαντικών σωμάτων στην περίπτωση του μονοσωλήνιου συστήματος, γίνεται ως εξής:

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε έναν βρόχο με 4 θερμαντικά σώματα όπως στο παραπάνω σχήμα και ότι η σωλήνα προσαγωγής έχει θερμοκρασία t_v (πχ 90 °C) και η σωλήνα επιστροφής έχει θερμοκρασία t_R (πχ 70 °C).

Σε κάθε σώμα δεν εισέρχεται συνήθως ολόκληρη η ποσότητα του νερού αλλά μικρότερη (συνήθως 50%) βάσει της προρύθμισης π%. Καλείται δε προρύθμιση ο λόγος της παροχής του νερού προς το σώμα διά της ολικής παροχής του κυκλώματος.

Υπολογίζεται καταρχάς το ολικό θερμικό φορτίο του κυκλώματος.

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n (\text{Kcal/h})$$

Κεντρική θέρμανση με αέρα

Στο σύστημα αυτό ο φορέα της θερμότητας είναι ο αέρας, ο οποίος θερμαίνεται στον αερολέβητα και οδηγείται μέσω αεραγωγών στους διαφόρους χώρους. Εκεί αποδίδει την θερμότητα του και επιστρέφει στον αερολέβητα για να ξαναθερμανθεί και να επαναληφθεί ο ίδιος κύκλος. Η απαγωγή του αέρα είναι προτιμότερο να γίνεται λίγο υψηλότερα από το δάπεδο και σε θερμοκρασία χαμηλότερη της επιθυμητής κατά 2 °C. Επίσης ο αέρας πρέπει να έχει θερμοκρασία μικρότερη των 40 °C. Η θέρμανση του αέρα γίνεται με την καύση αερίου ή πετρελαίου.

1.2.4 Εξαρτήματα μιας εγκατάστασης θέρμανσης

Λέβητας

Ο λέβητας είναι η ψυχή του συστήματος θέρμανσης. Τοποθετείται σε ειδικά μελετημένο χώρο που ονομάζεται λεβητοστάσιο και συνήθως βρίσκεται στο υπόγειο, χωρίς όμως να αποκλείεται η τοποθέτησή του και στην οροφή της οικοδομής. Οι λέβητες διακρίνονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες. Τους λέβητες νερού, τους λέβητες ατμού χαμηλής ή υψηλής πίεσεως και τους αερολέβητες. Οι λέβητες νερού και οι αερολέβητες χρησιμοποιούνται συνήθως σε μικρές και μεσαίες εγκαταστάσεις ενώ οι λέβητες ατμού χρησιμοποιούνται σε εκτεταμένες εγκαταστάσεις. Επίσης οι λέβητες διακρίνονται ως προς το υλικό κατασκευής τους χυτοσιδηρούς και χαλύβδινους.

Τα σπουδαιότερα χαρακτηρίστηκα στοιχεία ενός λέβητα είναι η *θερμαινόμενη επιφάνεια* που είναι η συνολική μεταλική επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με τις φλόγες και μετράται σε m^2 . το άλλο σπουδαίο χαρακτηριστικό ενός λέβητα είναι η *ειδική επιφόρτιση*. Η ειδική επιφόρτιση ενός λέβητα είναι το ποσό της θερμότητας που αποδίδει κάθε m^2 θερμαινόμενης επιφάνειας σε μια ώρα σε συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας. Μετράται σε $Kcal/h m^2$ και για τους ελληνικούς λέβητες είναι ίση με $10.000 Kcal/h m^2$. Από την θεωρητική τιμή παίρνουμε σαν ωφέλιμη ισχύ μόνο το 80%, οπότε στους υπολογισμούς μας λαμβάνουμε σαν τιμή της ειδικής επιφόρτισης $8.000 Kcal/h m^2$.

Για να υπολογίσουμε την απαιτούμενη θερμαινόμενη επιφάνεια ενός λέβητα ακολουθούμε την εξής πορεία :

1. Υπολογίζουμε το σύνολο της εγκατεστημένης θερμικής ισχύος σε $Kcal/h$
2. Προσαυξάνουμε την τιμή που βρήκαμε κατά 10% έως 30 % ανάλογα των ειδικών συνθηκών που επικρατούν
3. Διαιρούμε τη νέα προσαυξημένη τιμή που βρήκαμε με το $8.000 Kcal/h m^2$ που είναι η ειδική επιφόρτιση. Το αποτέλεσμα που προκύπτει είναι η απαιτούμενη θερμαινόμενη επιφάνεια του λέβητα.

Καυστήρας

Ο καυστήρας είναι το τμήμα της εγκατάστασης θερμάνσεως με το οποίο πραγματοποιείται η καύση του καυσίμου. Για να καθορίσουμε το μέγεθος του καυστήρα θα πρέπει να έχουμε ορίσει την ισχύ του λέβητα σε $Kcal/h$ και τη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου που θα επιλέξουμε για την λειτουργία της εγκατάστασής μας (θερμογόνος δύναμη ενός καυσίμου είναι το ποσό της θερμότητας που αποδεσμεύεται από την καύση ενός kg του καυσίμου αυτού - μονάδα μέτρησης $Kcal/Kg$). Ο τύπος που μας καθορίζει την παροχή του καυστήρα είναι:

$$G = \frac{Q\lambda}{\text{θερμογόνο δύναμη}}$$

Όπου G: παροχή καυσίμου σε Kg/h

Qλ: ισχύς του λέβητα σε $Kcal/h$

Ο καυστήρας είναι από τα σπουδαιότερα τμήματα της εγκατάστασης θέρμανσης και πρέπει να διατηρείται σε άριστη κατάσταση από άποψη καθαριότητας των φίλτρων και του μπεκ ψεκασμού του καυσίμου.

Επίσης πρέπει να είναι πάντα ορθά ρυθμισμένη η αναλογία αέρα καυσίμου για να έχουμε την κατά το δυνατόν βέλτιστη καύση και αύξηση του βαθμού απόδοσης της εγκατάστασης.

Κυκλοφορητής

Σκοπός του κυκλοφορητή είναι να δημιουργεί τέτοιες συνθήκες πίεσεως ώστε να υπερνικούνται όλες οι αντιστάσεις τριβών του δικτύου και να έχουμε μια βεβιασμένη κυκλοφορία του νερού ή του ατμού στο δίκτυο της εγκατάστασης μας. Η τοποθέτηση του κυκλοφορητή γίνεται στο δίκτυο επιστροφής συνήθως λόγω κάποιων πλεονεκτημάτων μακροζωίας που παρουσιάζει η συγκεκριμένη θέση χωρίς να αποκλείεται και η τοποθέτηση στο δίκτυο προσαγωγής αμέσως μετά την έξοδο του νερού μετά το λέβητα. Η επιλογή του κυκλοφορητή πρέπει να είναι προσεκτική ώστε να μην υπερβαίνεται κάποια τιμή ταχύτητας του νερού στις σωληνώσεις και δημιουργούνται υπερβολικές τριβές και θόρυβος. Στην είσοδο και στην έξοδο του κυκλοφορητή συνήθως τοποθετούνται βάνες ώστε να είναι δυνατή η απομόνωση του δικτύου ή εάν κριθεί αναγκαίο η αφαίρεση του λόγω βλάβης. Στην περίπτωση βλάβης του κυκλοφορητή, κατασκευάζεται ένα παράλληλο προς αυτόν δίκτυο γνωστό σαν by pass στο οποίο τοποθετείται και βαλβίδα αντεπιστροφής. Η σχέση που μας δίνει την παροχή του κυκλοφορητή είναι:

$$G = \frac{Q\lambda}{\Delta T}$$

Όπου G: η παροχή του λέβητα σε l/h

Qλ : η ισχύς του λέβητα σε Kcal/h

ΔT η πτώση θερμοκρασίας στα θερμαντικά σώματα

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο του κυκλοφορητή είναι το μανομετρικό του ύψος. Το μανομετρικό ύψος του κυκλοφορητή θα πρέπει να είναι τέτοιας τιμής ώστε να υπερνικά όλες τις αντιστάσεις τριβών που παρουσιάζει ο δυσμενέστερος κλάδος του δικτύου της εγκατάστασης.

Το μανομετρικό ύψος της εγκατάστασης υπολογίζεται ως εξής:

- Καθορίζουμε την οριστική διάμετρο των σωλήνων
- Βρίσκουμε το μήκος του δυσμενέστερου κλάδου του δικτύου και προσαγωγής και επιστροφής

- Υπολογίζουμε από σχετικούς πίνακες τις αντιστάσεις τριβών των σωληνώσεων σε mm υδάτινης στήλης
- Υπολογίζουμε τις αντιστάσεις τριβών όλων των εξαρτημάτων του κλάδου που εξετάζουμε. Σε συνήθης εγκαταστάσεις ανέρχονται σε 30% των αντιστάσεων των σωλήνων
- Στο σύνολο των τριβών προσθέτουμε 20% έως 30% και βρίσκουμε το απαραίτητο μανομετρικό ύψος

Αφού οριστεί και το μανομετρικό ύψος της εγκατάστασης μπορούμε να υπολογίσουμε την ισχύ του κυκλοφορητή από τον τύπο:

$$B_{hp} = \frac{G * \text{μανομετρικό ύψος}}{3960 * \text{βαθμό απόδοσης}}$$

Καπνοδόχος

Η καπνοδόχος παίζει έναν πολύ σπουδαίο ρόλο στη σωστή, αποδοτική και οικονομική λειτουργία του λέβητα. Για το λόγο αυτό πρέπει η εκλογή της να είναι σωστή και η κατασκευή της πολύ προσεκτική. Σκοπός της καπνοδόχου είναι η δημιουργία φυσικού ελκυσμού και η τέλεια απαγωγή των καυσαερίων που δημιουργούνται από την καυση του πετρελαίου στο λέβητα. Η διατομή της καπνοδόχου εξαρτάται από το βάρος των καυσαερίων σε (kg/h) που πρέπει να φύγουν προς την ατμόσφαιρα και το ύψος της σε (m).

Το βάρος των καυσαερίων είναι ανάλογο με την ποιότητα του καυσίμου και την ικανότητα του λέβητα.

Η σχέση που μας δίνει την διατομή της καπνοδόχου είναι:

$$s = \frac{Rh}{n * \sqrt{h}}$$

όπου: s η ζητούμενη διατομή,

Rh το βάρος των καυσαερίων,

n ο συντελεστής μορφής της καπνοδόχου που κυμαίνεται από 1100 έως 1600,

h το ύψος της καπνοδόχου

Το βάρος των καυσαερίων βρίσκεται από την σχέση:

$$R_h = 3,2 \cdot \frac{Q_l}{1000}$$

Όπου Q_l η ισχύς του λέβητα.

Κατά την κατασκευή της καπνοδόχου θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθες τεχνικές λεπτομέρειες:

- Η διατομή της καπνοδόχου πρέπει να είναι σταθερή καθ'όλο το ύψος της
- Θα πρέπει να αποφεύγονται οι αλλαγές κατεύθυνσης. Εάν πρέπει να αλλάξει η κατεύθυνση αυτό θα πρέπει να γίνεται με κλίση 30 μοιρών.
- Θα πρέπει να αποφεύγεται η εγκατάσταση της καπνοδόχου σε εκτεθειμένους εξωτερικούς τοίχους. Εάν συμβεί κάτι τέτοιο θα πρέπει να μονώνεται καλά.
- Πρέπει να είναι απολύτως στεγανή για να αποφεύγεται η εισχώρηση κρύου αέρα και εμποδίζεται ο ελκυσμός της.
- Δεν επιτρέπεται τοποθέτηση καπνοδόχου μικρότερων διαστάσεων από 14*15

1.2.5 Ασφαλιστικές διατάξεις

Το ασφαλιστικό σύστημα μιας εγκατάστασως θέρμανσης περιλαμβάνει τα ακόλουθα βασικά εξαρτήματα

- Δοχείο διαστολής
- Σωλήνα ασφαλείας
- Σωλήνα συμπλήρωσως ή επιστροφής

Το δοχείο διαστολής είναι ο χώρος στον οποίο διαστέλλεται ελεύθερα το νερό της εγκατάστασης όταν υπερθερμανθεί και ο όγκος του μεγαλώσει πολύ. Η στάθμη του νερού στο δοχείο παραμένει σταθερή με τη βοήθεια ενός πλωτήρα.

Τα δοχεία διαστολής διακρίνονται σε δυο τύπους:

- Δοχεία διαστολής ανοικτού τύπου
- Δοχεία διαστολής κλειστού τύπου

Τα ανοικτού τύπου κατασκευάζονται από γαλβανισμένη λαμαρίνα και τοποθετούνται στο ψηλότερο σημείο της οικοδομής. Αντίθετα τα κλειστού τύπου τοποθετούνται στο λεβητοστάσιο.

Η χωρητικότητα του δοχείου διαστολής εξαρτάται από το ποσό του νερού της εγκατάστασης. Ο τύπος με τον οποίο υπολογίζουμε τη χωρητικότητα του δοχείου διαστολής είναι:

$$V = 0.0016 Q\lambda$$

Ο σωλήνας ασφαλείας αρχίζει από την έξοδο του ζεστού νερού του λέβητα και καταλήγει σε σχήμα καμπύλης 1, 5 m πάνω από το δοχείο διαστολής. Η ελάχιστη επιτρεπόμενη διάμετρος του σωλήνα ασφαλείας είναι μια ίντσα.

Ο σωλήνας συμπλήρωσης αρχίζει από το δοχείο διαστολής και καταλήγει στο δίκτυο επιστροφής του λέβητα και συνδέεται μεταξύ του λέβητα και του κυκλοφορητή.

1.2.6 Το ηλεκτρικό σύστημα αυτοματισμού

Τα συνήθη ηλεκτρικά εξαρτήματα που αποτελούν το ηλεκτρικό σύστημα του αυτοματισμού στις εγκαταστάσεις θερμάνσεως είναι:

1. Ο ηλεκτρικός πίνακας έλεγχου
2. Ο χρονοδιακόπτης
3. Ο θερμοστάτης χώρου
4. Ο θερμοστάτης υπερθερμάνσεως
5. Ο θερμοστάτης του κυκλοφορητή
6. Τρίοδη ηλεκτρική βάννα προοδευτικής λειτουργίας

Ο ηλεκτρικός πίνακας του λεβητοστασίου είναι συνήθως μεταλικός και περιλαμβάνει τα ακόλουθα εξαρτήματα:

- Το γενικό διακόπτη
- Τηκτές γενικές ασφάλειες
- Μερικούς διακόπτες και ασφάλειες του καυστήρα και του κυκλοφορητή
- Ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας των διαφόρων ηλεκτρικών κυκλωμάτων
- Συνδετήρες αναχωρήσεως των γραμμών

Ο χρονοδιακόπτης είναι ένας ωρολογιακός μηχανισμός που σκοπός του είναι να θέτει σε λειτουργία και να σταματά τη λειτουργία της εγκατάστασης σε προκαθορισμένη ώρα. Συνδέεται πάντα σε σειρά με το ηλεκτρικό κύκλωμα του καυστήρα και όχι με την κεντρική γραμμή τροφοδοτήσεως της εγκατάστασης.

Ο θερμοστάτης χώρου, τοποθετείται στο θερμαινόμενο χώρο και παρακολουθεί τις μεταβολές της θερμοκρασίας. είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένος απ ευθείας με τον καυστήρα στις μικρές εγκαταστάσεις, σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις είναι συνδεδεμένος με την ηλεκτρική βάνα και έτσι ελέγχεται η παροχή του θερμού νερού στα θερμαντικά σώματα.

Ο θερμοστάτης ασφαλείας μπορεί να είναι τύπου επαφής η με βολβό και εισχωρεί στο νερό του λέβητα. Τοποθετείται στην έξοδο του ζεστού νερού και παρακολουθεί τις μεταβολές του. Όταν η θερμοκρασία υπερβεί αυτή που έχει ορισθεί τότε διακόπτεται η λειτουργία του καυστήρα, όχι όμως και του κυκλοφορητή. Ο καυστήρας θα αρχίσει πάλι να λειτουργεί όταν η θερμοκρασία του νερού πέσει στην απαιτούμενη θερμοκρασία έτσι ώστε να κλείσουν οι επαφές του θερμοστάτη.

Ο θερμοστάτης του κυκλοφορητή τοποθετείται περίπου στην ίδια θέση με αυτή του θερμοστάτη ασφαλείας. Οι επαφές του κλείνουν όταν η θερμοκρασία του νερού φτάσει τους 40 βαθμού κελσίου και θέτει σε λειτουργία τον κυκλοφορητή. Η επαφές του θα ανοίξουν πάλι όταν η θερμοκρασία του νερού πέσει κάτω από τους 40 βαθμούς.

Η τρίοδη η τετράοδη ηλεκτρική βάνα συνδέεται ηλεκτρικά με το θερμοστάτη χώρου. Όταν η θερμοκρασία του θερμοστάτη ικανοποιηθεί η βάνα παίρνει εντολή από το θερμοστάτη και κλείνει την τροφοδότηση του στοιχείου. Όταν η θερμοκρασία του χώρου πέσει κάτω από τα όρια που έχουν ορισθεί τότε ο θερμοστάτης δίνει εντολή στη ηλεκτρική βάνα και ξεκινάει πάλι η παροχή νερού στα σώματα. Με αυτόν τον τρόπο διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία του θερμαινόμενου χώρου.

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΨΥΞΗ”

2.1 Γενική περιγραφή

Είναι η διεργασία αφαίρεσης θερμικής ενέργειας (θερμότητας) από τον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την πτώση της θερμοκρασίας ή τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε ορισμένα όρια.

Ως ψυκτικό φορτίο ορίζεται το ποσό της θερμότητας, το οποίο πρέπει να αφαιρεθεί από το κτίριο, ώστε να διατηρείται στους διάφορους χώρους η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία ή οι οποιεσδήποτε άλλες ειδικές απαιτήσεις που έχουν επιλεγεί, όταν στο εξωτερικό περιβάλλον επικρατούν οι συνθήκες σχεδιασμού θέρους.

Το ψυκτικό φορτίο χώρου δεν ταυτίζεται με το θερμικό φορτίο χώρου σε δεδομένη χρονική στιγμή. Υπάρχει χρονική καθυστέρηση μεταξύ της χρονικής στιγμής εισροής του θερμικού κέρδους και της χρονικής στιγμής μεταφοράς του στο χώρο ως ψυκτικό φορτίο.

Επίσης, ένα μέρος των θερμικών κερδών μεταφέρεται μέσω δομικών στοιχείων στο περιβάλλον και δεν εμφανίζεται ποτέ ως ψυκτικό φορτίο

2.2 Υπολογισμός ψυκτικών φορτίων

Τα ψυκτικά φορτία είναι απαραίτητο να υπολογίζονται, για να γίνει δυνατή η επιλογή των μηχανημάτων της εγκατάστασης κλιματισμού.

Ο υπολογισμός των φορτίων αυτών βασίζεται ως προς το επιστημονικό του μέρος, κυρίως στους νόμους της μετάδοσης θερμότητας και της μεταφοράς μάζας.

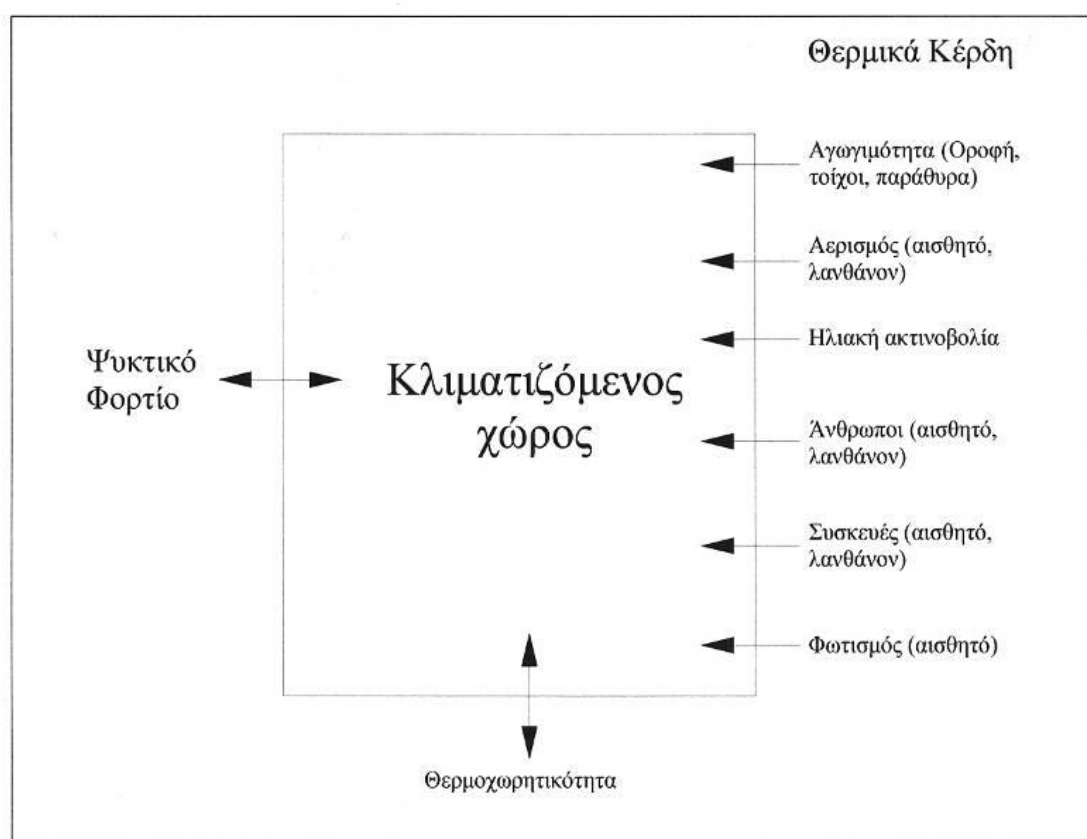
Για τις κτιριακές εφαρμογές χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, οι οποίες περιλαμβάνουν απλουστευμένες μαθηματικές εξισώσεις για γρήγορη και πρακτική χρήση.

Αυτό σημαίνει ότι τα πολύπλοκα φυσικά φαινόμενα απλουστεύονται και μόνο η επίδραση βασικών μεγεθών λαμβάνεται υπόψη.

Οι μεταβλητές οι οποίες επηρεάζουν τους υπολογισμούς ψυκτικών φορτίων είναι πάρα πολλές, συνήθως είναι δύσκολο να ορισθούν με ακρίβεια και πάντοτε σχετίζονται μεταξύ τους με πολύπλοκο τρόπο.

Πολλές συνιστώσες του ψυκτικού φορτίου μεταβάλλονται ως προς το εύρος της τιμής τους κατά τη διάρκεια του 24ώρου.

Επειδή αυτές οι περιοδικές μεταβολές των συνιστωσών του φορτίου συνήθως δεν είναι ίδιες για όλες τις συνιστώσες, πρέπει να γίνεται μια ακριβής ανάλυση της κάθε συνιστώσας του ψυκτικού φορτίου, ώστε να υπολογίζεται το μέγιστο ψυκτικό φορτίο ενός κτιρίου ή μιας ζώνης του κτιρίου με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια.



Σχήμα 2.1 - Κλιματιζόμενος χώρος

Ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων γίνεται για κάθε χώρο ενός κτιρίου ξεχωριστά.

Το συνολικό ψυκτικό φορτίο κάθε χώρου Q_C αποτελείται από το αισθητό φορτίο Q_S , το οποίο μεταβάλλει τη θερμοκρασία του χώρου, και το λανθάνον φορτίο Q_L , το οποίο μεταβάλλει την υγρασία του χώρου.

Το φορτίο αυτό, λόγω της περιοδικής μεταβολής των παραγόντων που το επηρεάζουν, έχει διάφορες τιμές τις διάφορες ώρες της ημέρας και φυσικά μια μέγιστη τιμή, η οποία συνήθως εξαρτάται από τον προσανατολισμό του χώρου.

Σε κάθε χώρο, εκτός από τις διάφορες πηγές θερμότητας που δημιουργούν ψυκτικό φορτίο, εισέρχεται και ένα ποσό φρέσκου εξωτερικού αέρα το οποίο δημιουργεί ένα επιπλέον αισθητό και λανθάνον φορτίο.

Το φορτίο αυτό συνυπολογίζεται για τον υπολογισμό της ισχύος του ψύκτη του χώρου (εάν έχουμε τοπική κλιματιστική μονάδα) ή του ψύκτη του κτιρίου (εάν έχουμε κεντρική κλιματιστική μονάδα).

Μέθοδοι υπολογισμού ψυκτικών φορτίων, είναι η μέθοδος CARRIER και η μέθοδος της ASHRAE. Γενικά όλες οι μέθοδοι υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων έχουν την ίδια δομή όσον αφορά τους υπολογισμούς των ψυκτικών φορτίων κλιματισμού.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο υπολογισμός φορτίων με την μεθοδολογία Ashrae. Σύμφωνα με την μεθοδολογία αυτή, το ψυκτικό φορτίο (ή θερμικό κέρδος) ενός χώρου προκύπτει από το άθροισμα των φορτίων που οφείλονται στις ακόλουθες αιτίες:

- α) Οροφές
- β) Ανοίγματα
- γ) Εξωτερικοί τοίχοι
- δ) Εσωτερικοί τοίχοι - Δάπεδα
- ε) Φορτία φωτισμού
- στ) Φορτία ατόμων
- ζ) Φορτία συσκευών
- η) Διείσδυση αέρα από χαραμάδες - Αερισμός χώρου (Infiltration - Ventilation)

α) Οροφές

Ο υπολογισμός των φορτίων προκύπτει για κάθε ώρα από την σχέση:

$$Q_{op} = U_{op} * A_{op} * CLTD_{op_διορθ}$$

Όπου: U_{op} ο συντελεστής θερμοπερατότητας,

A_{op} η επιφάνεια οροφής,

$CLTD_{op_διορθ}$ η διορθωμένη θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου οροφής, η οποία προκύπτει με την βοήθεια της σχέσης:

$$CLTD_{op_διορθ} = CLTD_{op} + (25.5 - T_{in}) + (T_m - 29.4)$$

Όπου: $CLTD_{op}$ η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά της οροφής,

T_{in} η εσωτερική θερμοκρασία,

T_m η μέση εξωτερική θερμοκρασία

β) Ανοίγματα

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

$$Q_i = Q_{ki} + Q_{ai}$$

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 ηλιακής ακτινοβολίας κατά την ώρα i

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

$$Q_{ki} = K * A * CLTD_{ανοιγ_διορθ}$$

Όπου: i οι ώρες της ημέρας 8πμ - 6μμ,

K ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ανοίγματος,

A το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος,

$CLTD_{ανοιγ_διορθ}$ η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για αγωγιμότητα ανοιγμάτων κατά την ώρα i

Το φορτίο λόγω ακτινοβολίας προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της επιφάνειας του ανοίγματος κέρδους, με τον συντελεστή σκίασης και τον παράγοντα ψυκτικού φορτίου (CLF):

$$Q_{ai} = A * SC_i * (SCL)_i$$

Όπου: i οι ώρες της ημέρας 8πμ - 6μμ,

A το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος,

SC_i ο συντελεστής εσωτερικής σκίασης,

SCL_i ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου

Η διαδικασία υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων χώρου αποτελείται από:

- Την καταγραφή όλων των κατασκευαστικών στοιχείων του κτιρίου (θέση, προσανατολισμός, εξωτερικές σκιάσεις, χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων, είδος τζαμιών και εσωτερική σκίαση)
- Την καταγραφή όλων των λειτουργικών χαρακτηριστικών των επιμέρους χώρων του κτιρίου (ισχύς φωτισμού και ηλεκτρικού ή άλλου εξοπλισμού στους χώρους, πλήθος ατόμων ανά χώρο, χρήση κλιματιζόμενων χώρων)
- Τον καθορισμό απαιτήσεων του αερισμού
- Την καταγραφή των επιφανειών εισροής θερμικών κερδών και εκτίμηση συντελεστών θερμοπερατότητας

2.2.1 Ψυκτικά φορτία

Ψυκτικό φορτίο συσκευής

Είναι η θερμική ισχύς που αφαιρείται από το ψυκτικό στοιχείο μιας κλιματιστικής συσκευής που εξυπηρετεί ένα ή περισσότερους κλιματιζόμενους χώρους.

Ισούται για κάθε χρονική στιγμή με το άθροισμα των ψυκτικών φορτίων των χώρων επιπλέον οποιονδήποτε άλλων φορτίων που πιθανώς επιβαρύνουν το ψυκτικό στοιχείο.

Αυτά τα επιπλέον φορτία μπορεί να είναι το φορτίο λόγω εισαγωγής νωπού αέρα στο χώρο, το θερμικό κέρδος από αεραγωγούς, ανεμιστήρες, αντλίες κλπ.

Θερινά ψυκτικά φορτία

- έχουν επιπτώσεις στη θερμική ισορροπία μεταξύ του κτιρίου και του περιβάλλοντος χώρου
- έχουν επιπτώσεις σε άλλα γειτονικά κτίρια που δεν κλιματίζονται
- είναι αυτά που καθορίζουν την ισχύ των ψυκτών

➤ *θερινά ψυκτικά φορτία = εσωτερικά + εξωτερικά*

Παράγοντες μεταβολής των ψυκτικών φορτίων

- επιδράσεις ηλιακής ακτινοβολίας μέσω διαφανιών επιφανειών
- επιδράσεις μεταφοράς θερμότητας μέσω διαφανών και αδιαφανών κατασκευών
- επιδράσεις της θερμικής αδράνειας των κτιριακών κατασκευών
- εσωτερικά θερμικά φορτία, αισθητά και λανθάνοντα, λόγω της παρουσίας ανθρώπων και συσκευών που παράγουν θερμότητα (φωτισμός, συσκευές, κλπ.)
- θερμικά κέρδη, αισθητά και λανθάνοντα, λόγω φυσικού και εξαναγκασμένου αερισμού του κτιρίου
- χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους

Υλικά κατασκευής κτιρίου

- επηρεάζουν την απορρόφηση ακτινοβολίας (κυρίως οι εξωτερικοί τοίχοι)
- ανάλογα με τη μόνωση του κτιρίου επηρεάζεται και η μεταφορά θερμότητας

2.2.1.1 Αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα

Η αισθητή θερμότητα κτιρίου:

- προέρχεται εκτός και εντός του του κτιριακού κτιριακού χώρου χώρου
- προκύπτει από την ηλιακή ακτινοβολία, τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού του κτιρίου (μετάδοση της θερμότητας από συναγωγή μέσω των κατασκευών) και επίσης από τα αποκαλούμενα εσωτερικά φορτία (άνθρωποι, φωτισμός, συσκευές)

**άθροισμα των θερμικών φορτίων που καταλήγουν μόνο σε αύξηση της θερμοκρασίας*

Η λανθάνουσα θερμότητα κτιρίου:

- το αποτέλεσμα υγρασίας που εκπέμπεται από τους ανθρώπους (μέσω της αναπνοής και της εφίδρωσης) και άλλων πηγών υγρασίας (κουζίνα, στέγνωμα ρούχων, κλπ.)

*άθροισμα των θερμικών φορτίων που καταλήγουν σε αύξηση των υδρατμών (υγρασίας) χωρίς να αυξάνεται η θερμοκρασία

Παράδειγμα:

- Κατά τον αερισμό ενός κτιρίου, ο αέρας που προέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον μεταφέρει αισθητή θερμότητα, δεδομένου ότι η θερμοκρασία του είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του χώρου και λανθάνουσα θερμότητα λαμβάνοντας υπόψη το περιεχόμενό του σε υδρατμούς

Βιοκλιματικές στρατηγικές μείωσης ψυκτικών φορτίωνΜείωση των ψυκτικών φορτίων, στο στάδιο της μελέτης:

- προστασία από τον ήλιο για παράθυρα, τοίχους και επιφανειακά καλύμματα, χρησιμοποιώντας τεχνητές ή φυσικές κατασκευές σκίασης
- σημαντική θερμική αδράνεια
- σημαντική θερμική αδράνεια που συνδέεται με νυκτερινό αερισμό
- επαρκής αερισμός

Μείωση της εξωτερικής θερμοκρασίας με επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου με:

- αύξηση της σχετικής υγρασίας αέρα με τη χρήση μικρών λιμνών, πηγών και βλάστησης
- σκίαση μέσω φύτευσης (δέντρα, πέργκολες, κλπ.)
- μείωση της εξωτερικής έντονης ηλιακής ακτινοβολίας (φύτευση πρασίνου)
- επιλογή ανοιχτών χρωμάτων για τους εξωτερικούς τοίχους Θερμική επίπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας σε σχέση με το χρωματισμό της επιφάνειας

Προστασία από τον ήλιο με:

- κατακόρυφα σκίαστρα (για ανατολικά ή δυτικά προσανατολισμένες όψεις) ή οριζόντια (για νότια προσανατολισμένες όψεις)
- σταθερά ή ρυθμιζόμενα εξωτερικά συστήματα ηλιοπροστασίας
- εξωτερικές κατασκευές σκίασης (περσίδες, ρολά ή παντζούρια)
- εσωτερικές κατασκευές σκίασης (παντζούρια ή υφασμάτινες κουρτίνες)
- ειδικοί υαλοπίνακες

Έλεγχος θερμικών μαζών:

- η θερμική αδράνεια ενός κτιρίου ασκεί σημαντική επίδραση στη μεταφορά θερμότητας στο εσωτερικό περιβάλλον
- κτίριο που χαρακτηρίζεται από σημαντική θερμική μάζα απαιτεί περισσότερο χρόνο για να θερμανθεί
- στα κτίρια με υψηλή θερμική αδράνεια τα συστήματα κλιματισμού έχουν χαμηλότερη τιμή αιχμής

Σωστός εξαερισμός:

- ύπαρξη χώρων με διπλό προσανατολισμό (τουλάχιστον δύο εξωτερικοί τοίχοι στραμμένοι σε αντίθετες κατευθύνσεις)
- ύπαρξη τοίχων με ανοίγματα, με την προϋπόθεση να μη δημιουργούνται προβλήματα ηχητικής και ατμοσφαιρικής ρύπανσης (ώστε να επιτρέπεται η προσαγωγή αέρα)

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ”

3.1 Γενική περιγραφή

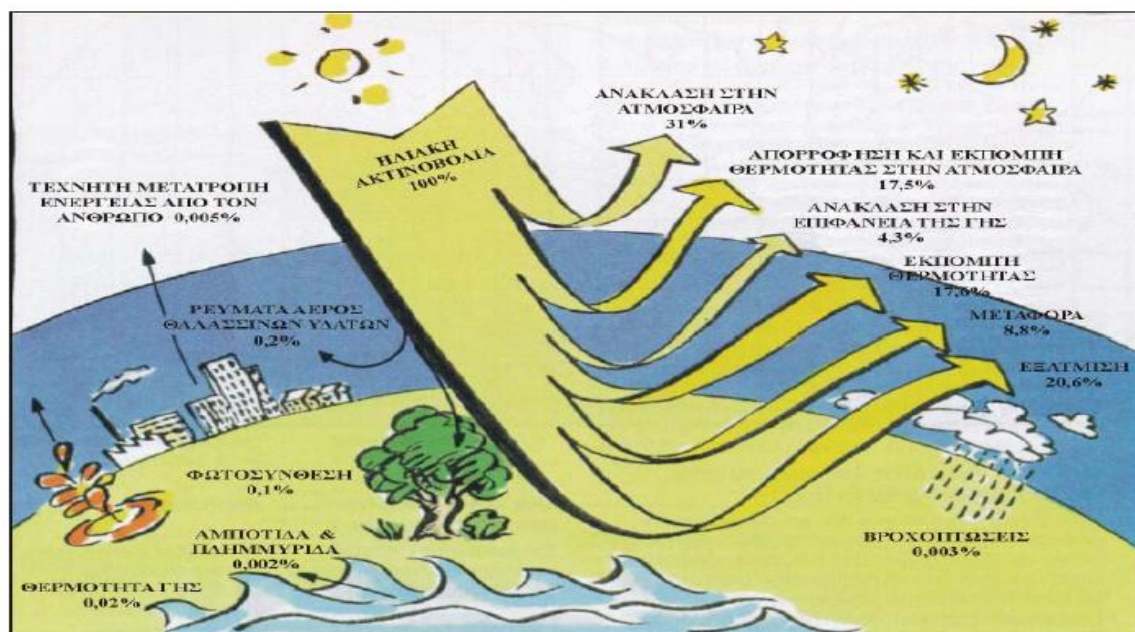
Η ύπαρξη της ζωής οφείλεται στον ήλιο καθώς σχεδόν όλες οι μορφές παραγωγής ενέργειας οφείλονται στον ήλιο. Ο ήλιος αποτελεί μια ακατάπαυστη πηγή ακτινοβολίας με θερμοκρασία 5900 °K.

Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί μια ήπια, πρωτογενής ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία αξιοποιείται από τα αρχαία χρόνια.

Η ηλιακή ενέργεια φτάνει σχεδόν αμετάβλητη στα υψηλά στρώματα της ατμόσφαιρας και κατά την διέλευσή της στα χαμηλότερα υπόκειται σε αλλαγές.

Πιο συγκεκριμένα:

- Περίπου 31% ανακλάται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας της γης.
- Το 47% φθάνει μέχρι την επιφάνεια της γης.
- Περίπου το 23% συμβάλει στην δημιουργία των ανέμων, των κυμάτων και γενικά ρυθμίζει το κλίμα.
- Οι ωκεανοί απορροφούν το 33% της ενέργειας που φθάνει στην επιφάνεια της γης.
- Η ξηρά απορροφά το 14% της ενέργειας που φθάνει στην επιφάνεια της γης.
- Το 0.1% της ηλιακής ενέργειας απορροφάται από τα φυτά.



Σχήμα 3.1 - Ηλιακή ακτινοβολία

Η ηλιακή ακτινοβολία παρέχει ένα τεράστιο ποσό ενέργειας στη Γη. Το συνολικό ποσό ενέργειας που ακτινοβολείται από τον ήλιο στην επιφάνεια της γης είναι ίσο με 10000 φορές περίπου την ετήσια παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση. Κατά μέσο όρο, προσπίπτουν 1700 KWh σε κάθε τετραγωνικό μέτρο κάθε χρόνο.

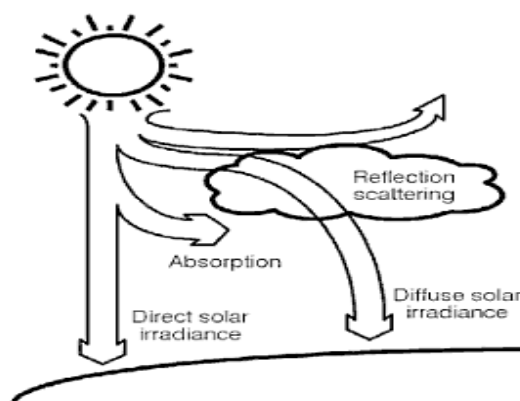
Η ηλιακή ακτινοβολία φτάνει στην επιφάνεια της γης άμεσα ή διάχυτα.

- ❖ Άμεση είναι η ηλιακή ακτινοβολία που λαμβάνεται χωρίς να έχει υποστεί σκέδαση στην ατμόσφαιρα. Εξαρτάται από:
 - την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα.
 - Το ύψος του ηλίου.
 - την απόσταση του ηλίου από τη περιοχή ακτινοβολίας.
 - το υψόμετρο της ακτινοβολούμενης περιοχής.
 - τη κλίση της επιφάνειας.

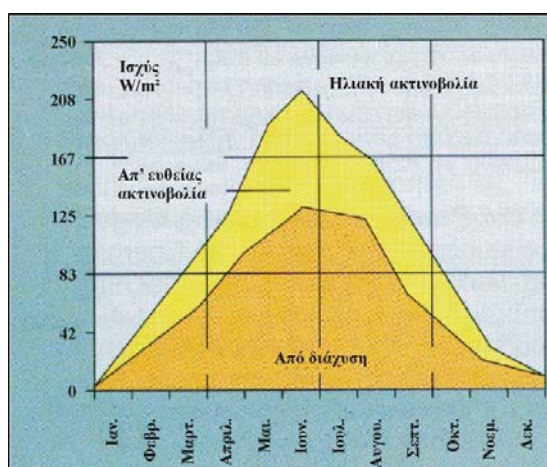
❖ Διάχυτη είναι η ηλιακή ακτινοβολία που έχει υποστεί σκέδαση στην ατμόσφαιρα και εξαρτάται από:

- την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα.
- το ύψος του ηλίου.
- το υψόμετρο της ακτινοβολουμένης περιοχής.
- τη ποσότητα και το είδος των νεφών.
- τα σωματίδια και τα αέρια στην ατμόσφαιρα.
- την ανακλαστικότητα του εδάφους.

Το άθροισμα της διάχυτης και της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας λέγεται ολική ηλιακή ακτινοβολία.



Σχήμα 3.2 - Οι τρόποι πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας

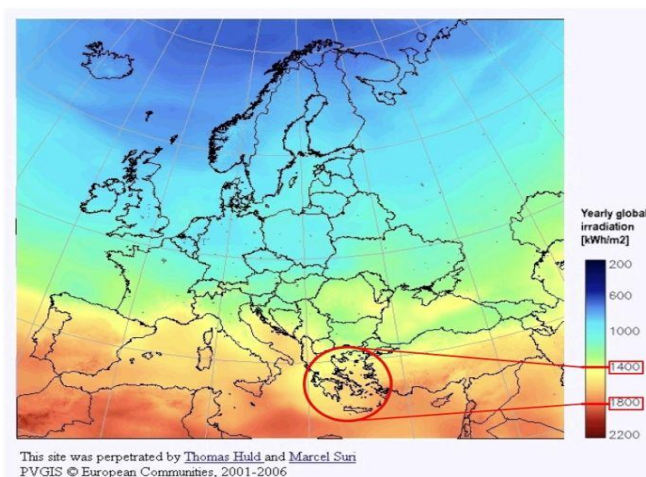


Σχήμα 3.3 - Η ηλιακή ακτινοβολία ανα μήνα

Η μονάδα μέτρησης της ηλιακής ακτινοβολίας είναι το W/m^2 , δηλαδή η ισχύς που προσπίπτει ανά μονάδα επιφάνειας.

Η ηλιακή ακτινοβολία είναι μια μορφή ενέργειας με σχεδόν σταθερή και προβλέψιμη ένταση (W/m^2) στην διάρκεια του χρόνου και της ημέρας. Η ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζει την μέγιστη ένταση της κατά την διάρκεια του μεσημεριού (μέγιστο ηλιακό ύψος), τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο. Η ηλιακή ενέργεια είναι μεγαλύτερη κατά τη θερινή περίοδο, λόγω την θέσης του ήλιου, αλλά και λόγω της αύξησης των ωρών ηλιοφάνειας (μείωση των νεφώσεων).

Η Ελλάδα είναι μια χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια. Αρκεί να αναφέρουμε ότι η μέση ετήσια ηλιακή ακτινοβολία είναι $1400 - 1800 KWh/m^2$ ενώ στη Νορβηγία περίπου $600 - 800 KWh/m^2$. Επίσης, σε ετήσια βάση, η Αθήνα έχει ηλιοφάνεια πάνω από 2800 ώρες, ενώ άλλες πρωτεύουσες όπως το Παρίσι ή το Βερολίνο δε ξεπερνούν τις 1300 ώρες.



Σχήμα 3.4 - Ετήσια ηλιακή ακτινοβολία στην Ευρώπη

3.1.1 Αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας

3.1.1.1 Γενική περιγραφή

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας επιτυγχάνεται με τη χρήση δύο ειδών συστημάτων, των θερμικών και των φωτοβολταϊκών.

Τα θερμικά μετατρέπουν απευθείας την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμική ενέργεια για οικιακή χρήση η εμπορικό τομέα. Τα φωτοβολταϊκά μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία απευθείας σε ηλεκτρική ενεργεία.

Τα θερμικά συστήματα ταξινομούνται ως:

- Ενεργητικά συστήματα.
- Παθητικά συστήματα.
- Υβριδικά συστήματα.

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούν αντλίες, ανεμιστήρες και εξωτερικές ενεργειακές πηγές για τη συλλογή θερμότητας. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα δε χρησιμοποιούν αντλίες, ανεμιστήρες κτλ. Αλλά φυσικά ρεύματα μεταφοράς θερμότητας.

Τα ενεργητικά είναι συστήματα που για την συλλογή, αποθήκευση και διανομή της ενέργειας χρησιμοποιούν βοηθητικές συσκευές για την μεταφορά του αποθηκευτικού ή τελικά θερμαινόμενου ρευστού (κυκλοφορητές, αντλίες κτλ.).

Τα παθητικά θερμικά ηλιακά συστήματα είναι συστήματα που για την συλλογή, αποθήκευση και διανομή της ενέργειας δεν χρησιμοποιούνται βοηθητικές συσκευές για την μεταφορά του αποθηκευτικού ή τελικά θερμαινόμενου ρευστού.

Τα υβριδικά ηλιακά συστήματα είναι ένας συνδυασμός παθητικών και ενεργητικών συστημάτων.



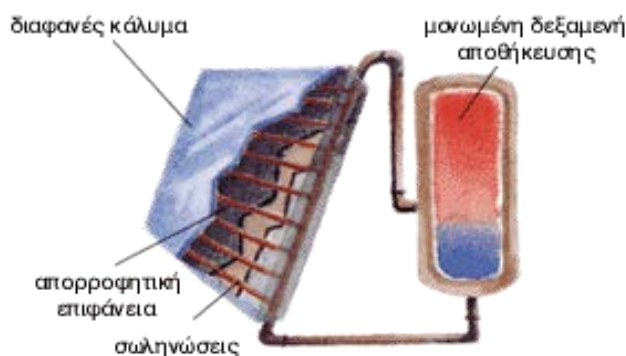
Σχήμα 3.5 - Υβριδικό ηλιακό σύστημα

Οι βασικές λειτουργίες ενός ηλιακού συστήματος είναι :

- Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας και η παγίδευση της θερμικής.
- Η αποθήκευση της ενέργειας.
- Η χρησιμοποίηση της αποθηκευμένης ενέργειας όπου ζητηθεί.

3.1.1.2 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Το βασικό δομικό στοιχείο ενός ενεργητικού ηλιακού συστήματος είναι ο ηλιακός συλλέκτης, που είναι συνήθως τοποθετημένος στην ταράτσα ή στη στέγη ενός σπιτιού. Ο συλλέκτης παγιδεύει την ηλιακή ακτινοβολία για να παράγει θερμότητα. Στη συνέχεια, αυτή η θερμότητα μεταφέρεται στον χώρο που θα αποθηκευτεί ή θα καταναλωθεί. Η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στη μαύρη, μεταλλική συνήθως, επίπεδη επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη, η οποία απορροφά την ακτινοβολία και θερμαίνεται.



Σχήμα 3.6 - Ενεργητικό ηλιακό σύστημα

Υπάρχουν 3 είδη ηλιακών συλλεκτών:

- Οι επίπεδοι συλλέκτες.
- Οι συλλέκτες κενού.
- Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες.

Ένας επίπεδος ηλιακός συλλέκτης αποτελείται από τα εξής τμήματα:

- Την Απορροφητική πλάκα, η οποία είναι συνήθως μία μεταλλική πλάκα βαμμένη μαύρη με πάχος 1 - 2 εκατοστά.

- Τους Σωλήνες ή τα κανάλια ροής νερού, οι οποίοι τοποθετούνται σε επαφή με την απορροφητική πλάκα ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη μετάδοση θερμότητας είτε αποτελούν τμήμα της απορροφητικής πλάκας.
- Ηλιοδιαπερατή κάλυψη, που συνήθως είναι γυαλί.
- Μονωμένο πλαίσιο τοποθέτησης των τμημάτων, ώστε να αποφεύγεται η μετάδοση θερμότητας.



Σχήμα 3.7 - Ηλιακός συλλέκτης

Στον επίπεδο ηλιακό συλλέκτη η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά την ηλιοδιαπερατή επιφάνεια και προσπίπτει στην απορροφητική πλάκα, όπου και απορροφάται. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται κυρίως για θέρμανση χώρου και για να παρέχουν ζεστό νερό στα σπίτια. Αποτελούν μεσαίου κόστους λύση και λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες (150 - 200 °C). Το σύστημα θερμομονώνεται ώστε να μην υπάρχουν απώλειες και θερμότητας και ο συντελεστής απώλειας θερμότητας είναι μικρότερος από $3.5 \text{ W/m}^2\cdot\text{O}$ επίπεδος συλλέκτης αποτελεί τη πιο διαδεδομένη και συνηθισμένη μορφή ηλιακού συλλέκτη.

Ο ηλιακός συλλέκτης κενού αποτελείται από εξωτερικούς γυάλινους σωλήνες τοποθετημένους παράλληλα. Μέσα σε κάθε σωλήνα εμπεριέχεται άλλος ένας και ανάμεσα τους υπάρχει κενό. Ο εσωτερικός σωλήνας διαθέτει μαύρη, χαμηλής αντανάκλασης, απορροφητική επιφάνεια για την συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και τη μετατροπή της σε θερμική.

Οι ηλιακοί συλλέκτες κενού αποτελούν μια υψηλού κόστους λύση και η απόδοσή τους σε σχέση με τους συμβατικούς επίπεδους συλλέκτες είναι έως και 4 φορές μεγαλύτερη, λόγω των πολύ μικρών θερμικών απωλειών. Χαρακτηριστικό τους αποτελεί η υψηλή θερμοκρασία

λειτουργίας. Συνηθίζεται η εγκατάστασή τους σε μεγάλους χώρους όπως ξενοδοχεία και όχι τόσο σε κατοικίες.



Σχήμα 3.8 - Συλλέκτες κενού σε ταράτσα ξενοδοχείου

Ο συγκεντρωτικός ηλιακός συλλέκτης, συγκεντρώνει την ηλιακή ενέργεια σε ένα μικρό μέρος και την μετατρέπει σε θερμική σε πολύ μεγάλο βαθμό. Ένας συγκεντρωτικός συλλέκτης διαθέτει μηχανισμούς παρακολούθησης του ηλίου και κοίλες ανακλαστικές επιφάνειες για τη συλλογή της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας.

Προφανώς το κόστος τέτοιων συλλεκτών είναι αυξημένο λόγω της ανάγκης για άμεση ακτινοβολία που προϋποθέτει την ύπαρξη σερβομηχανισμών για τη παρακολούθηση. Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται όταν είναι επιθυμητή η απόδοση της ενέργειας σε θερμοκρασίες υψηλότερες από αυτές που επιτυγχάνονται με τους συνήθεις επίπεδους συλλέκτες.

Οι θερμικές απώλειες μειώνονται με τη συγκέντρωση της ηλιακής ενέργειας, σε μια μικρή περιοχή απορρόφησης.



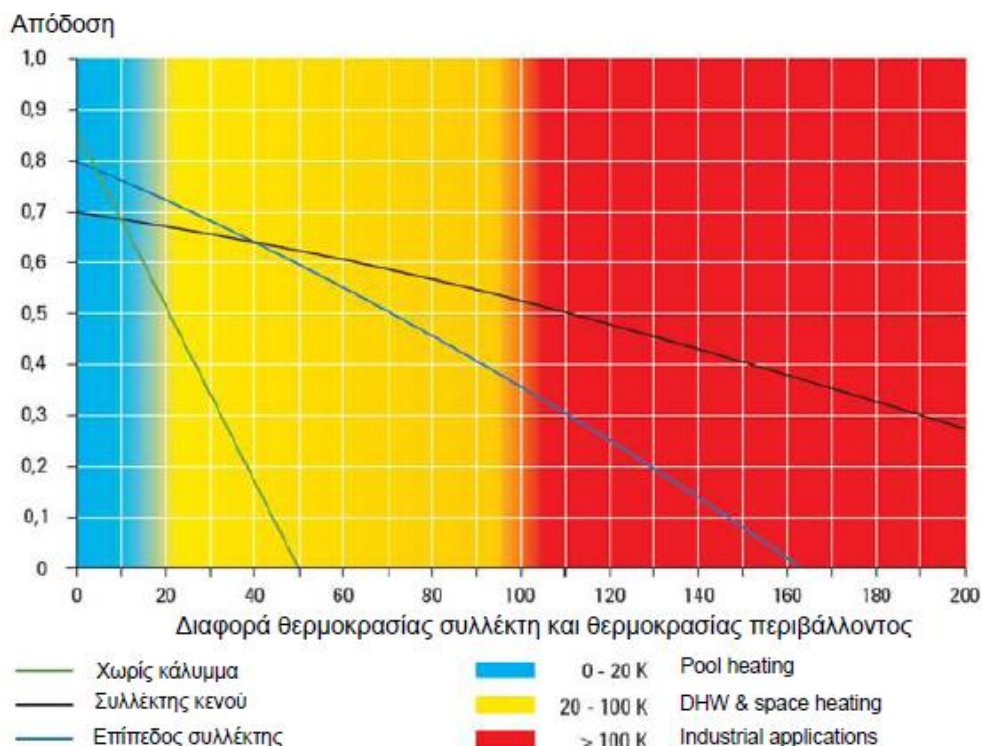
Σχήμα 3.9 - Ένας τυπικός συγκεντρωτικός συλλέκτης παραβολικού σχήματος.

Παρακάτω φαίνεται το συγκριτικό γράφημα για κάθε τύπο ηλιακού συλλέκτη. Το γράφημα απεικονίζει την απόδοση κάθε τύπου ηλιακού συλλέκτη, σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Παρατηρούμε ότι για χαμηλές θερμοκρασίες, όπως οι ανάγκες εξωτερικής θέρμανσης μιας πισίνας, είναι αποδοτικότερο να χρησιμοποιείται ηλιακός συλλέκτης χωρίς κάλυμμα.

Δηλαδή ένας συλλέκτης χωρίς γυάλινη επιφάνεια, μόνο με απορροφητή ακτινοβολίας. Τέτοιοι συλλέκτες δεν θερμομονώνονται για να έχουν τη δυνατότητα να ικανοποιούν ανάγκες εφαρμογών χαμηλής θερμοκρασίας.

Επίσης, είναι φανερό ότι οι συλλέκτες κενού υπερέχουν σε απόδοση έναντι των επίπεδων, όταν πρόκειται για βιομηχανικές εφαρμογές άνω των 100 K, καθώς και για εφαρμογές άνω των 40 K.



Σχήμα 3.10 - συγκριτικό γράφημα για κάθε τύπο ηλιακού συλλέκτη

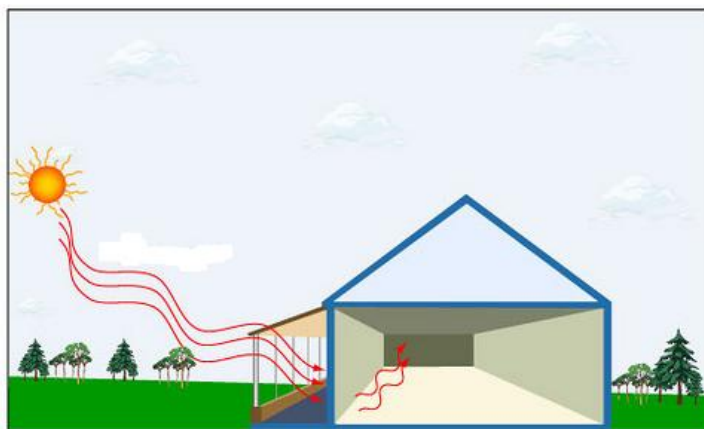
Στον παρακάτω πίνακα για κάθε είδος ηλιακού συλλέκτη μπορούμε να βγάλουμε συγκριτικά συμπεράσματα για το κόστος, την απόδοση και τη χρήση.

Τεχνολογία Συλλέκτη	Κόστος	Απόδοση (kWh/m ² /χρόνο)	Τυπική Χρήση
Χωρίς κάλυμμα	Χαμηλό	300	Θέρμανση Πισίνας
Επίπεδος Συλλέκτης (Μαύρη μπογιά)	Μεσαίο	650	Θέρμανση Πισίνας, ΖΝΧ
Επίπεδος Συλλέκτης (Επιλεκτικός Απορροφητής)	Μεσαίο	700	ΖΝΧ, Θέρμανση Χώρου, Ηλιακός Κλιματισμός, Αφαλάτωση
Συλλέκτες Κενού	Υψηλό	850	Θέρμανση Χώρου, Ηλιακός Κλιματισμός, Αφαλάτωση
Συγκεντρωτικοί Συλλέκτες	Πολύ Υψηλό	Ανάλογα με τη συγκέντρωση	Ηλιακός Κλιματισμός, Παραγωγικές Διαδικασίες, Ηλεκτρική Ενέργεια, Αφαλάτωση

Σχήμα 3.11 - Σύγκριση ηλιακών συλλεκτών

3.1.1.3 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Χαρακτηριστικό παράδειγμα παθητικού συστήματος αποτελεί το θερμοκήπιο και ο τοίχος Trombe. Και στις δύο περιπτώσεις υπάρχουν μεγάλες επιφάνειες συλλογής ενέργειας.



Σχήμα 3.12 - Ο τοίχος Trombe

Εξωτερικά του τοίχου κατασκευάζεται ένα γυάλινο πέτασμα το οποίο λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης κι εγκλωβίζει την θερμική ενέργεια. Η θερμότητα διοχετεύεται μέσω των ανοιγμάτων του τοίχου είτε μέσω ειδικών θυρών στον εσωτερικό χώρο.



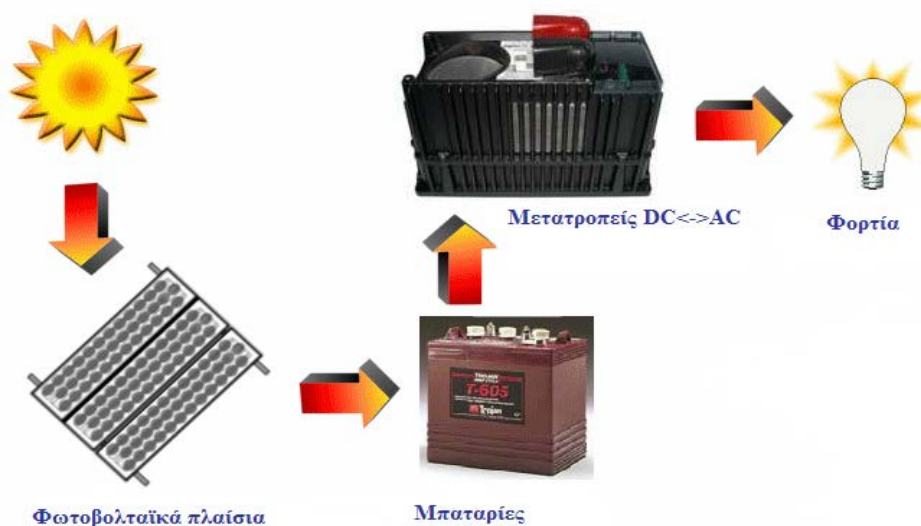
Σχήμα 3.13 - Ένα θερμοκήπιο με καλλιέργεια λαχανικών.

Οι ηλιακές ακτίνες διαπερνούν τις επιφάνειες του θερμοκηπίου και θερμαίνουν τον χώρο. Έτσι τα φυτά θερμαίνονται και εκπέμπουν θερμότητα. Ένα μέρος αυτής θερμότητας διαφεύγει μέσα από τις επιφάνειες ενώ το υπόλοιπο μέρος μένει μέσα στο θερμοκήπιο και θερμαίνει το χώρο.

3.1.1.4 Το φωτοβολταϊκό σύστημα

Σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα συνήθως περιλαμβάνονται τα εξής στοιχεία:

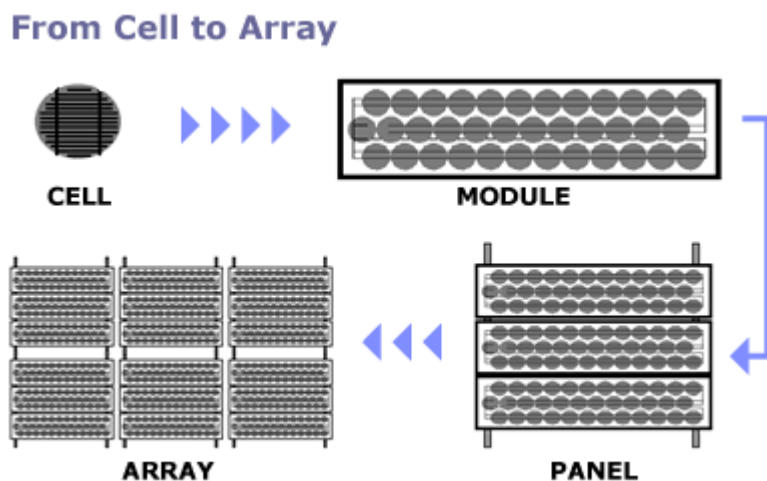
- Η Φ/Β μονάδα ή συστοιχία.
- Μπαταρίες για την αποθήκευση ενέργειας.
- Μετατροπέας DC - AC (inverter).
- Δίοδοι αντεπιστροφής (για να μην επιτρέπεται η αντιστροφή του ρεύματος στα Φ/Β πλαίσια, που μπορεί να καταστρέψει ή να προκαλέσει απώλειες).
- Πίνακας ελέγχου.



Σχήμα 3.14 - Φωτοβολταϊκό σύστημα

❖ Σύσταση Φ/Β συστημάτων

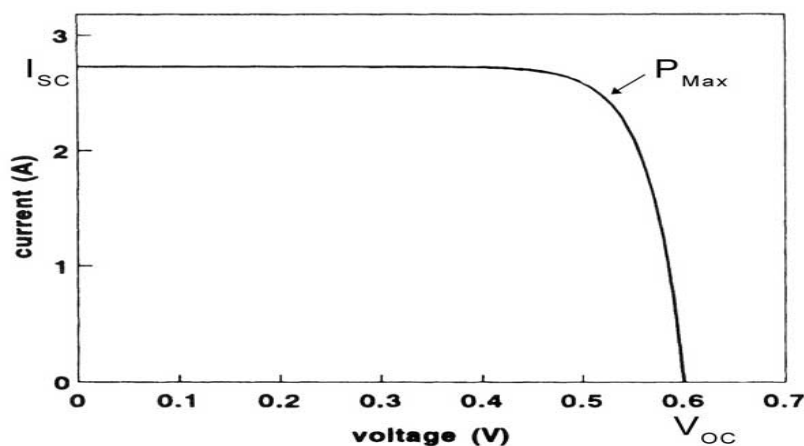
- Η μοναδιαία ποσότητα για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε τάση είναι το ηλιακό κύτταρο.
- Ομάδα από ηλιακά κύτταρα συνιστούν το φωτοβολταϊκό συλλέκτη ή φωτοκυψέλη.
- Ηλεκτρικά συνδεδεμένες φωτοκυψέλες τοποθετούνται σε πλαίσιο για τη μηχανική τους προστασία και δημιουργούν το φωτοβολταϊκό πλαίσιο.
- Πολλά φωτοβολταϊκά πλαίσια σε διάφορες συνδεσμολογίες συνιστούν τη φωτοβολταϊκή συστοιχία.



Σχήμα 3.15 - Σύσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων

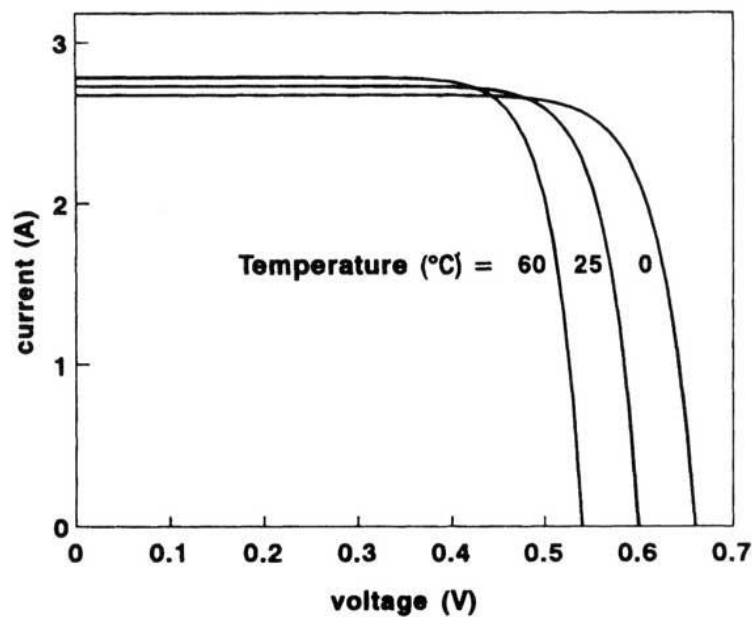
❖ Συμπεριφορά Φ/Β πλαισίου

Ένα Φ/Β πλαίσιο δεν είναι ούτε πηγή τάσης, ούτε πηγή ρεύματος αλλά μία πηγή ισχύος με χαρακτηριστική όπως στο σχήμα (χαρακτηριστική $V - I$) όπου σε κάθε σημείο της τάσης του πλαισίου αντιστοιχεί και μια τιμή ρεύματος και επομένως μία τιμή ισχύος.



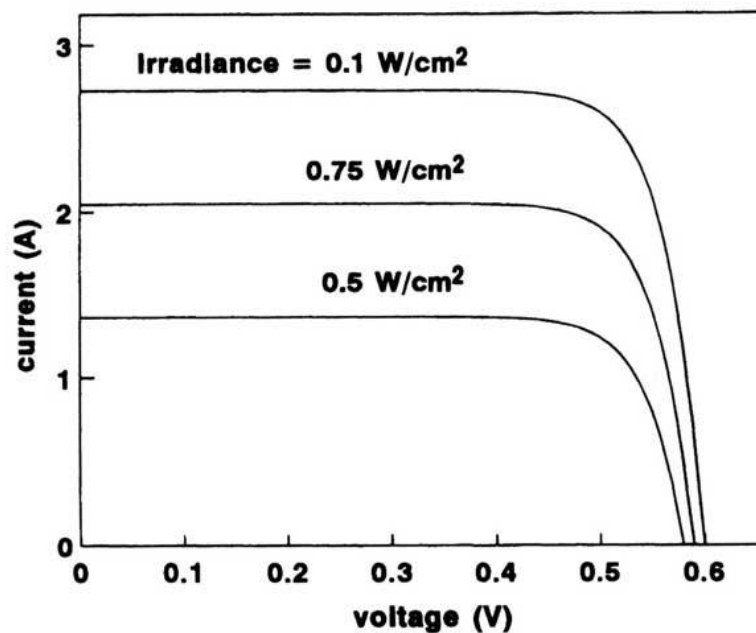
Σχήμα 3.16 - Μια τυπική $I - V$ χαρακτηριστική

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια δεν λειτουργούν αναμενόμενα και προκαθορισμένα αλλά εξαρτώνται από δύο παραμέτρους. Α) την θερμοκρασία και Β) την ακτινοβολία. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει πως επιδρά η θερμοκρασία στη μεταβολή της καμπύλης $I - V$.



Σχήμα 3.17 - Μια τυπική $I - V$ χαρακτηριστική συναρτήσει της θερμοκρασίας

Η επίδραση της ακτινοβολίας (σε W/cm^2) στη καμπύλη της χαρακτηριστικής απεικονίζεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 3.18 - Μια τυπική $I - V$ χαρακτηριστική συναρτήσει της ακτινοβολίας

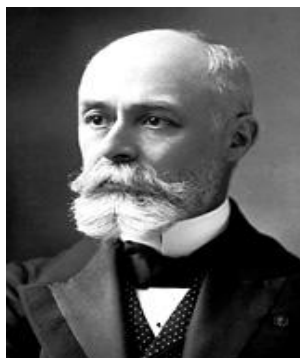
❖ Κατηγορίες Φ/Β συστημάτων

Υπάρχουν 3 κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων ανάλογα με τις απαιτήσεις και τις προτιμήσεις κάθε εφαρμοστή.

- **Τα Διασυνδεδεμένα με το δίκτυο Φ/Β συστήματα (on - grid)**, στα οποία η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά, τροφοδοτεί τα ηλεκτρικά φορτία και η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας εφ' όσον υπάρχει διαβιβάζεται και πωλείται στο δίκτυο. Τα συνδεδεμένα Φ/Β συστήματα με κεντρικά ηλεκτρικά δίκτυα διανομής, αντλούν από αυτά την απαιτούμενη συμπληρωματική ηλεκτρική ενέργεια και διοχετεύουν προς τα δίκτυα την ενδεχόμενη περίσσεια της παραγόμενης φωτοβολταϊκής ηλεκτρικής ενέργειας. Σημαντικό πλεονέκτημα από άποψη κόστους σε σχέση με τα αυτόνομα δίκτυα είναι ότι τα διασυνδεδεμένα δίκτυα δεν απαιτούν συστήματα αποθήκευσης της ενέργειας. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα χρηματικής ανταμοιβής για κάθε περίσσεια κιλοβατώρας που παρέχουν στο δίκτυο.
- **Τα Αυτόνομα Φ/Β συστήματα (off - grid)**, που είναι μικρά Φ/Β συστήματα σε κεραιές τηλεπικοινωνιακών σταθμών, εξοχικά σπίτια, αντλίες άντλησης νερού, χιονοδρομικά κέντρα, τροχόσπιτα, φάρους, μετεωρολογικούς σταθμούς, υπαίθρια φωτιστικά σώματα, σκάφη και άλλα τα οποία καθίστανται ενεργειακά αυτόνομα. Συνεπώς είναι εγκαταστάσεις που λειτουργούν αυτοδύναμα για την τροφοδότηση καθορισμένων καταναλώσεων, χωρίς να συνδέονται με μεγάλα κεντρικά δίκτυα διανομής. Τα αυτόνομα Φ/Β συστήματα δεν έχουν τη δυνατότητα ενεργειακής ανταλλαγής. Επομένως χρειάζεται να αποθηκεύσουν μια ποσότητα από την περίσσεια της ηλεκτρικής τους παραγωγής, ώστε να χρησιμοποιηθεί όταν η ζήτηση είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή της Φ/Β γεννήτριας. Η ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας που πρέπει να αποθηκεύεται εξαρτάται από τις τοπικές συνθήκες και απαιτήσεις. Η αποθήκευση πραγματοποιείται συνήθως με μπαταρίες οι οποίες όμως προδιαθέτουν μεγαλύτερο κόστος και συντήρηση. Τα αυτόνομα συστήματα προτιμώνται σε απομακρυσμένες περιοχές που η διασύνδεση με το δίκτυο δεν είναι εφικτή.
- **Τα Υβριδικά Φ/Β συστήματα (off - grid Hybrid)**, τα οποία είναι αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα συνδυασμένα και με άλλη ανανεώσιμη ή συμβατική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (ανεμογεννήτρια, ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, κλπ.). Ως αυτόνομα δίκτυα περιέχουν συστήματα αποθήκευσης ενέργειας και συστήματα ελέγχου και διαχείρισης των πολλαπλών πηγών ενέργειας.

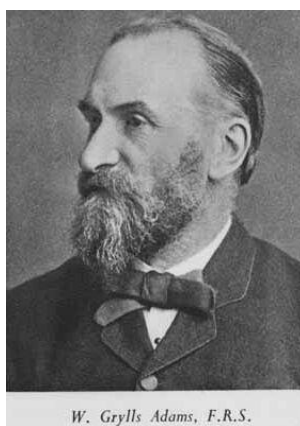
Ιστορική αναδρομή

- Η πρώτη γνωριμία του ανθρώπου με το φωτοβολταϊκό φαινόμενο έγινε το 1839 όταν ο Γάλλος φυσικός Edmond Becquerel (1820 - 1891) ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο κατά την διάρκεια πειραμάτων του με μια ηλεκτρολυτική επαφή φτιαγμένη από δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια.



Σχήμα 3.19 - Edmond Becquerel

- Το επόμενο σημαντικό βήμα έγινε το 1876 όταν ο Adams (1836 - 1915) και ο φοιτητής του Day παρατήρησαν ότι μια ποσότητα ηλεκτρικού ρεύματος παραγόταν από το σελήνιο (Se) όταν αυτό ήταν εκτεθειμένο στο φως.



Σχήμα 3.20 - W. Grylls Adams

- Το 1918 ο Πολωνός Czochralski (1885 - 1953) πρόσθεσε τη μέθοδο παραγωγής **ημιαγωγού μονοκρυσταλλικού πυριτίου (Si)** με την σχετική έρευνα του και η οποία μάλιστα χρησιμοποιείται βελτιστοποιημένη ακόμα και σήμερα



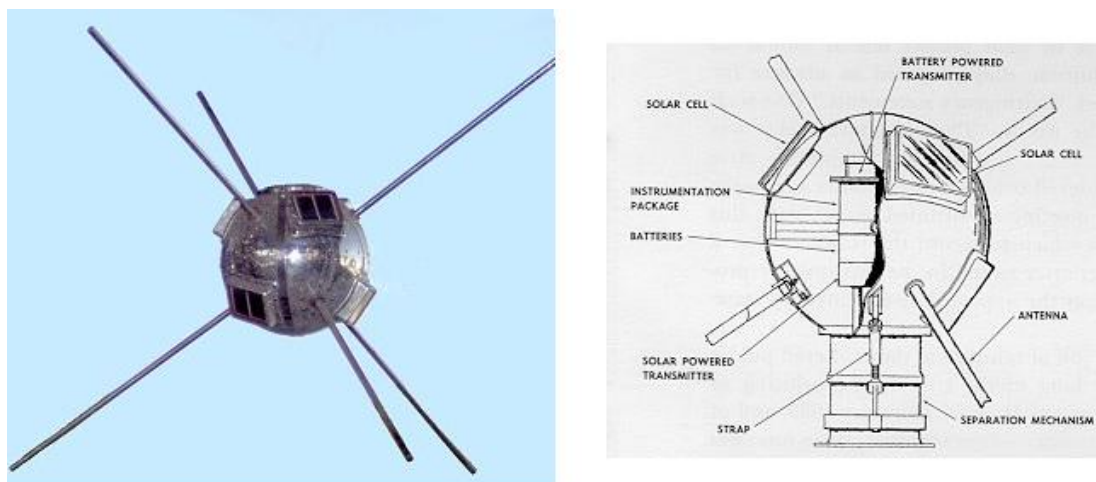
Σχήμα 3.21 - Czochralski

- Μια σημαντική ανακάλυψη έγινε επίσης το 1949 όταν οι Mott και Schottky ανέπτυξαν την θεωρία της διόδου σταθερής κατάστασης. Στο μεταξύ η κβαντική θεωρία είχε ξεδιπλωθεί. Ο δρόμος πλέον για τις πρώτες πρακτικές εφαρμογές είχε ανοίξει. Το πρώτο ηλιακό κελί ήταν γεγονός στα εργαστήρια της Bell το 1954 από τους Chapin, Fuller και Pearson. Η απόδοση του ήταν 6% εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.



Σχήμα 3.22 - Walter Schottky

- Τέσσερα χρόνια μετά, το 1958 η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων προσαρτάται στον χώρο των διαστημικών εφαρμογών όταν τοποθετήθηκε ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα στον δορυφόρο Vanguard I, ο οποίος λειτούργησε περίπου 8 χρόνια.



Σχήμα 3.23 - ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα στον δορυφόρο Vanguard I

- Το 1959 παράγονται φωτοβολταϊκά με 10% απόδοση από την Hoffman Electronics. Από το χρονικό αυτό σημείο και μετά, τα φωτοβολταϊκά συστήματα άρχισαν να ενσωματώνονται σταδιακά σε διάφορες εφαρμογές και η τεχνολογία να βελτιώνεται συνεχώς.
- Το 1963 η μεγαλύτερη Φ/Β εγκατάσταση στον κόσμο γίνεται στην Ιαπωνία από την Sharp, σε έναν φάρο. Η εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος είναι 242Wp.
- Την επόμενη χρονιά εκτοξεύεται το διαστημόπλοιο Nimbus από την Αμερική με εγκατεστημένη Φ/Β 470 Wp. Κυριότερος πελάτης των φωτοβολταϊκών τις δεκαετίες που ακολούθησαν είναι η NASA.
- Οι υψηλές τιμές στα φωτοβολταϊκα ήταν ο σημαντικότερος λόγος που δεν υπήρχε περισσότερο ενθουσιώδης αποδοχή από την αγορά. Ενδεικτικά η τιμή των φωτοβολταϊκών ξεκινάει από τα 500\$ ανά εγκατεστημένο Watt το 1956, ενώ μετά από 14 χρόνια, το 1970 αγγίζει τα 100\$/Watt.
- Το 1977 η συνολική παραγωγή φωτοβολταϊκών ξεπερνά τα 500 KW.
- Η πρώτη εγκατάσταση Φ/Β που φτάνει στα επίπεδα του 1MW γίνεται στην Καλιφόρνια το 1980 από την ARCO Solar χρησιμοποιώντας ταυτόχρονα και σύστημα παρακολούθησης της τροχιάς του ηλίου 2 αξόνων (dual - axis trackers).
- Το 1983 η παγκόσμια παραγωγή φωτοβολταϊκών φτάνει τα 21 MW.
- Το 1999 η εταιρία Spectrolab σε συνεργασία με το NREL αναπτύσσουν ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο με απόδοση 32,3%. Το στοιχείο αυτό είναι συνδυασμός τριών υλικών (στρώσεων) και ειδικό για εφαρμογές σε συγκεντρωτικά συστήματα

CPV. Την ίδια χρονιά το ρεκόρ στην απόδοση των Thin Films φτάνει στο 18.8%. Η παραγωγή όλων των τεχνολογιών των Φ/Β πάνελ φτάνει συνολικά τα 200 MW.

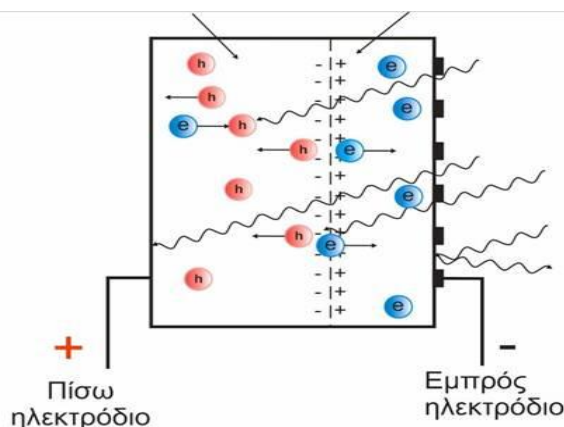
- Το 2004 η μαζική είσοδος μεγάλων εταιρειών στον χώρο των Φ/Β φέρνει την μαζική παραγωγή και αυτή με την σειρά της την τιμή των διασυνδεδεμένων συστημάτων στα 6, 5 ευρώ/Wp. Γερμανία και Ιαπωνία κυριαρχούν στην κατασκευή Φ/Β πάνελ και πλέον σε όλες τις αναπτυγμένες χώρες αρχίζουν, με τον έναν (παραγωγή εξοπλισμού) ή τον άλλον τρόπο (κατασκευή Φ/Β εγκαταστάσεων), να υιοθετούν τις τεχνολογίες των φωτοβολταϊκών και να τις παγιώνουν στην συνείδηση των επενδυτών αλλά και των καταναλωτών ενέργειας.
- Σήμερα γίνονται συνεχείς έρευνες για την αύξηση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Επίσης η εγκατάσταση μικρών και μεγάλων σε ισχύ Φ/Β συστημάτων αυξάνεται διαρκώς παγκοσμίως. Στην Ελλάδα εδώ και λίγα χρόνια η παραγωγή ενέργειας μέσω Φ/Β συστημάτων έχει ξεπεράσει το 10% της συνολικής παραγωγής με το κράτος να παρέχει κίνητρα στους ιδιώτες όπως την απαλλαγή φορολόγησης ή πολύπλοκων πιστοποιήσεων και την πώληση της περίσσειας ενέργειας στο δημόσιο δίκτυο.
- Στο σύντομο μέλλον ο στόχος είναι το 20% της συνολικής παραγωγής ενέργειας να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και η μετατροπή της σε ηλεκτρικό ρεύμα είναι σήμερα δυνατή μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Τα ηλιακά στοιχεία είναι δίοδοι ημιαγωγού με τη μορφή ενός δίσκου, (δηλαδή η ένωση p - n εκτείνεται σε όλο το πλάτος του δίσκου), που δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία. Κάθε φωτόνιο της ακτινοβολίας με ενέργεια ίση ή μεγαλύτερη από το ενεργειακό διάκενο του ημιαγωγού, έχει τη δυνατότητα να απορροφηθεί σε ένα χημικό δεσμό και να ελευθερώσει ένα ηλεκτρόνιο. Δημιουργείται έτσι μία περίσσεια από ζεύγη φορέων (ελεύθερα ηλεκτρόνια και οπές). Οι φορείς αυτοί, καθώς κυκλοφορούν στο στερεό μπορεί να βρεθούν στην περιοχή της ένωσης p - n οπότε θα δεχθούν την επίδραση του ενσωματωμένου ηλεκτροστατικού πεδίου τα ελεύθερα ηλεκτρόνια εκτρέπονται προς το τμήμα τύπου Ω και οι οπές εκτρέπονται προς το τμήμα τύπου p, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μια διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους ακροδέκτες των δύο τμημάτων της διόδου.

Η εκδήλωση της διαφοράς δυναμικού ανάμεσα στις δύο όψεις του φωτιζόμενου δίσκου, η οποία αντιστοιχεί σε ορθή πόλωση της διόδου, δημιουργεί το φωτοβολταϊκό φαινόμενο.



Σχήμα 3.24 - Ο μηχανισμός εκδήλωσης διαφοράς δυναμικού που αποτελεί κατά προέκταση του φωτοβολταϊκού φαινομένου

Η ενέργεια ενός φωτονίου περιγράφεται από τη σχέση:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

Όπου ν : συχνότητα ακτινοβολίας

λ : Μήκος κύματος

h : σταθερά του Planck ($6.13 \cdot 10^{-34}$ Js)

c : ταχύτητα του φωτός ($3 \cdot 10^8$ m/s)

Επομένως, αν το ενεργειακό διάκενο είναι σε μονάδες ηλεκτρονιοβόλτ (eV) και το μήκος κύματος σε μικρόμετρα (μm), τότε το μέγιστο χρησιμοποιήσιμο μήκος κύματος ακτινοβολίας σε ένα ημιαγωγό, ενεργειακού διακένου E_g , θα είναι:

$$\lambda_g = \frac{1.238}{E_g}$$

Αν θεωρήσουμε ότι στην επιφάνεια του ημιαγωγού προσπίπτει μια μονοχρωματική δέσμη φωτός από φωτόνια ενέργειας $h\nu$, που έχει ροή ίση με H μονάδες ισχύος ανά μονάδα επιφάνειας, τότε η ροή των φωτονίων (Φ), δηλαδή το πλήθος των φωτονίων ανά μονάδα επιφάνειας και χρόνου, θα είναι:

$$\Phi = \frac{H}{h\nu} = \frac{H\lambda}{hc}$$

Συνεπώς η ροή Φ είναι αντιστρόφως ανάλογη της ενέργειας των φωτονίων.

Στη συνέχεια θα μιλήσουμε για το νόμο του Beer που εξετάζει με μαθηματικές εκφράσεις την ευκολία της απορρόφησης α για μια μονοχρωματική δέσμη ακτινοβολίας.

Η μαθηματική έκφραση του νόμου δίνεται από την διαφορική εξίσωση:

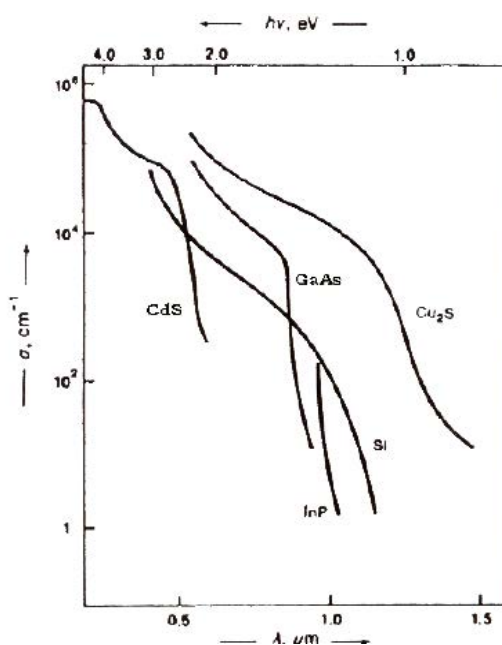
$$\Phi(x) = \Phi_0 e^{-\alpha x}$$

Όπου $\Phi(x)$: η τιμή της ροής των φωτονίων

Φ_0 : η αρχική τιμή της ροής των φωτονίων στην επιφάνεια ενός ημιαγωγού

x : η απόσταση που διανύει η ακτινοβολία μέσα στον ημιαγωγό

α : συντελεστής απορρόφησης



Σχήμα 3.25 - Η μεταβολή του α σε συνάρτηση με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας και την ενέργεια των φωτονίων

Σύμφωνα με το σχήμα η τιμή του α μεταβάλλεται σε συνάρτηση με το μήκος κύματος της ακτινοβολίας ή την ενέργεια των φωτονίων.

3.1.1.5 Η δημιουργία φωτορεύματος

Όταν ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο δέχεται μια κατάλληλη ακτινοβολία, διεγείρεται παράγοντας ηλεκτρικό ρεύμα, το φωτόρευμα, που η τιμή του θα είναι ανάλογη προς τα

φωτόνια που απορροφά το στοιχείο. Για την πυκνότητα του φωτορεύματος, ισχύει ικανοποιητικά η σχέση:

$$I_{\varphi} = e \cdot g \cdot (L_n + L_p)$$

όπου e : το στοιχειώδες ηλεκτρικό φορτίο

g : ο ρυθμός δημιουργίας ζευγών φορέων

L_n, L_p : τα μέσα μήκη διάχυσης των ηλεκτρονίων και των οπών, αντίστοιχα.

Χρήσιμο μέγεθος για τον υπολογισμό του φωτορεύματος είναι η φασματική απόκριση S . Η φασματική απόκριση ορίζεται ως το πλήθος των φορέων που συλλέγονται στα ηλεκτρόδια του φωτοβολταϊκού στοιχείου, σε σχέση με τη φωτονική ροή Φ , δηλαδή με το πλήθος των φωτονίων της ακτινοβολίας που δέχεται το στοιχείο ανά μονάδα επιφάνειας και χρόνου.

Για ακτινοβολία μήκους κύματος λ , η φασματική απόκριση $S(\lambda)$ θα είναι:

$$S(\lambda) = \frac{I_{\varphi}(\lambda)}{e\Phi(\lambda)}$$

όπου $\Phi(\lambda)$: το πλήθος των φωτονίων με ενέργεια που αντιστοιχεί σε μήκος κύματος από λ μέχρι $\lambda+d\lambda$.

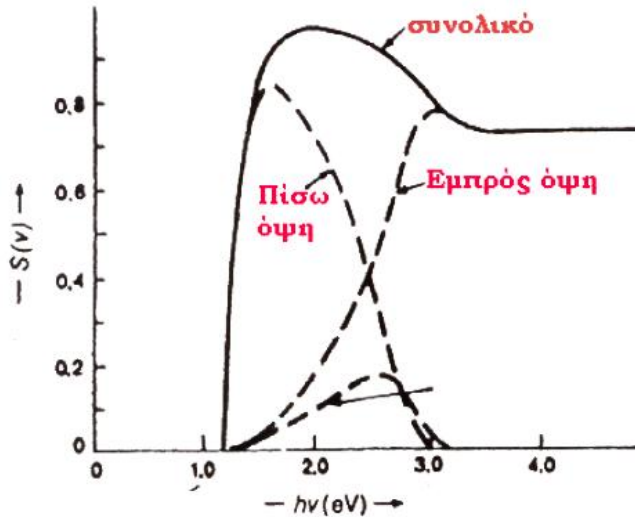
Το συνολικό φωτορεύμα του στοιχείου, όταν δέχεται πολυχρωματική ακτινοβολία, θα είναι:

$$I_{\varphi} = e \int_0^{\lambda_g} S(\lambda)\Phi(\lambda)d\lambda$$

Η τιμή της φασματικής απόκρισης εξαρτάται από πολλούς κατασκευαστικούς παράγοντες, όπως:

- ο συντελεστής ανάκλασης στην επιφάνεια του στοιχείου.
- ο συντελεστής απορρόφησης και το πάχος του ημιαγωγού
- το πλήθος των επανασυνδέσεων των φορέων κλπ.

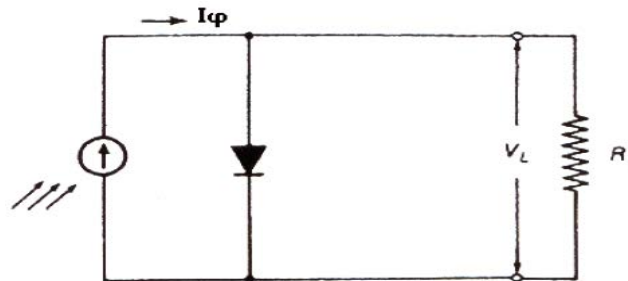
Στο σχήμα φαίνεται η μεταβολή της φασματικής απόκρισης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου του εμπορίου σε συνάρτηση με την ενέργεια των φωτονίων της ακτινοβολίας που δέχεται.



Σχήμα 3.26 - η μεταβολή της φασματικής απόκρισης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου του εμπορίου σε συνάρτηση με την ενέργεια των φωτονίων της ακτινοβολίας που δέχεται

3.1.1.6 Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκών στοιχείων

- ❖ Πρώτη προσέγγιση: Μπορούμε να θεωρήσουμε το Φ/Β στοιχείο ως μια πηγή ρεύματος που ελέγχεται από μια δίοδο.



Σχήμα 3.27 - Το απλοποιημένο ισόδυναμο φωτοβολταϊκό στοιχείο πρώτης προσέγγισης

Σε συνθήκες ανοικτού κυκλώματος, θα αποκατασταθεί μια ισορροπία όταν η τάση, που θα αναπτυχθεί ανάμεσα στις δύο όψεις του στοιχείου, θα προκαλεί ένα αντίθετο ρεύμα που θα αντισταθμίζει το φωτορεύμα.

Ισχύει η σχέση:

$$I_{\varphi} = I_0(e^{\frac{eV}{\gamma kT}} - 1)$$

Όπου I_0 : είναι το ανάστροφο ρεύμα στο κόρο

γ : ο συντελεστής ποιότητας της διόδου που συνήθως παίρνει τιμή 1 - 2

k : η σταθερά του Boltzmann

T : η απόλυτη θερμοκρασία του Φ/Β στοιχείου

e : το φορτίο του ηλεκτρονίου

Η τιμή της ανοιχτοκυκλωμένης τάσης του στοιχείου δίνεται από τη σχέση:

$$V_{oc} = \frac{\gamma k T}{e} \ln\left(\frac{I_{\Phi}}{I_0} - 1\right)$$

Κατά τη λειτουργία των φωτοβολταϊκών η τιμή της I_{Φ} είναι πολύ μεγαλύτερη της I_0 . Έτσι η παραπάνω σχέση γίνεται :

$$V_{oc} = \frac{\gamma k T}{e} \ln \frac{I_{\Phi}}{I_0}$$

Σε συνθήκες βραχυκύκλωσης ανάμεσα στις δύο όψεις του στοιχείου το ρεύμα I_{sc} (short - circuit current) θα ισούται με το παραγόμενο φωτόρευμα Δηλαδή:

$$I_{sc} = I_{\Phi}$$

Όταν το κύκλωμα κλείσει διαμέσου μιας εξωτερικής αντίστασης R_L , το ρεύμα θα πάρει μια μικρότερη τιμή I_L που βρίσκεται με την λύση της εξίσωσης :

$$I_L = I_{\Phi} - I_0 \cdot \left(e^{\frac{e I_L R_L}{\gamma k T}} - 1 \right)$$

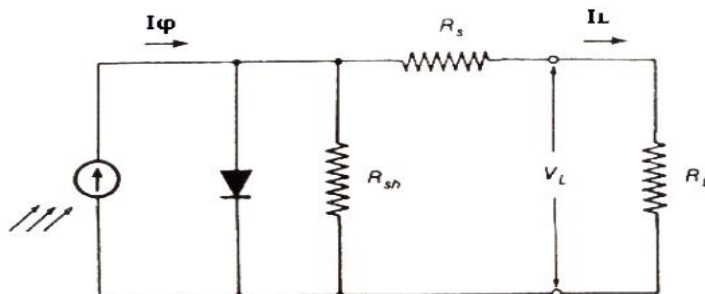
Στις συνθήκες αυτές, θα αντιστοιχεί μια βέλτιστη τάση V_m , για την οποία η ισχύς P_L γίνεται μέγιστη. Πολλαπλασιάζοντας την παραπάνω σχέση με V_L και παραγωγίζοντας παίρνουμε τη σχέση ισχύος :

$$P_L = I_{\Phi} V_L - I_0 V_L \left(e^{\frac{e V_L R_L}{\gamma k T}} - 1 \right)$$

Προκύπτει η σχέση:

$$\frac{I_{\Phi}}{I_0} + 1 = \left(1 + \frac{e V_m}{\gamma k T} \right) e^{\frac{e V_m}{\gamma k T}}$$

- ❖ Δεύτερη προσέγγιση: Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται το ισοδύναμο κύκλωμα μη πραγματικών συνθηκών, που περιλαμβάνει τις αναπόφευκτες αντιστάσεις R_s (series resistance), καθώς και την παράλληλη αντίσταση shunt R_{sh} .



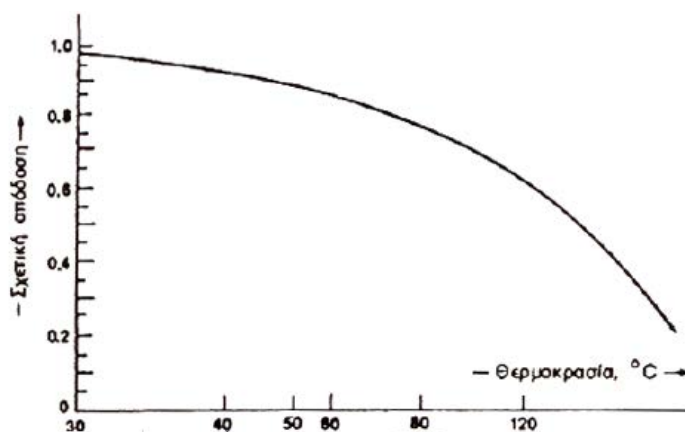
Σχήμα 3.28 - Το απλοποιημένο ισοδύναμο κύκλωμα δεύτερης προσέγγισης φωτοβολταϊκού στοιχείου.

Στη περίπτωση αυτή ισχύει η σχέση:

$$I_L \left(1 + \frac{R_s}{R_{sh}} \right) = I_\phi - I_0 \left(e^{\frac{V_L - I_L R_s}{\gamma k T}} - 1 \right) - \frac{V_L}{R_{sh}}$$

Ένας άλλος παράγοντας που επιδρά αρνητικά στην απόδοση των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι η θερμοκρασία τους. Με την αύξηση της θερμοκρασίας εκδηλώνεται ισχυρό ρεύμα διαρροής διαμέσου της διόδου, που συνεπάγεται μείωση της V_{oc} και του συντελεστή πλήρωσης FF. Ο συντελεστής πλήρωσης εκφράζει το λόγο της μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος $P_m = I_m \cdot V_m$, προς το γινόμενο του ανοιχτοκυκλωμένου ρεύματος I_{sc} με τη βραχυκυκλωμένη τάση V_{oc} . ($FF = I_m V_m / I_{sc} V_{oc}$)

Παράλληλα μειώνεται και η απόδοση του φωτοβολταϊκού στοιχείου.



Σχήμα 3.29 - Η μεταβολή της απόδοσης των Φ/Β στοιχείων σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία.

Αν ο συντελεστής απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου με μια συμβατική θερμοκρασία (π.χ. 20°C) είναι (η), η τιμή του σε μια διαφορετική θερμοκρασία (θ) θα είναι:

$$\eta_{\theta} = \eta \cdot \sigma_{\theta}$$

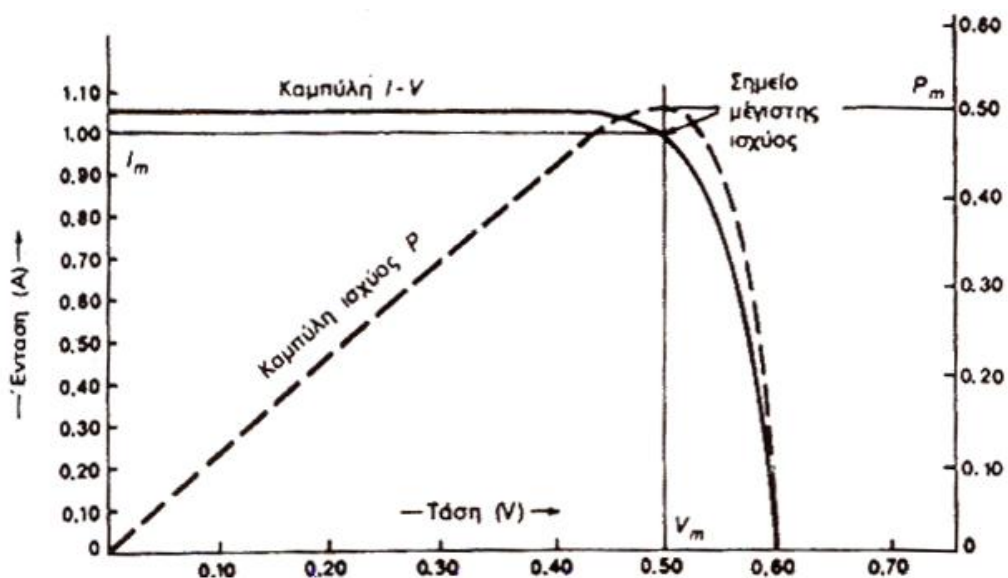
Όπου σ_{θ} : ένας αδιάστατος συντελεστής της θερμοκρασίας διόρθωσης της απόδοσης.

Στη συμβατική θερμοκρασία, ο $\sigma_{\theta} = 1$ και μειώνεται κατά περίπου 0,005 ανά βαθμό αύξησης θερμοκρασίας.

❖ Η αποδοτική λειτουργία του φωτοβολταϊκού στοιχείου σε σταθερές συνθήκες.

Αντίθετα με άλλες ηλεκτρικές πηγές, η τάση των Φ/Β μεταβάλλεται μη γραμμικά και απρόβλεπτα σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος που δίνουν στο κύκλωμα, ακόμη και αν η ακτινοβολία που δέχονται παραμένει σταθερή.

Για σταθερές συνθήκες ακτινοβολίας αλλά μεταβαλλόμενες τιμές της αντίστασης του κυκλώματος, η τάση και η ένταση του ρεύματος παίρνουν ενδιάμεσες τιμές. Παράλληλα, μεταβάλλεται ομαλά και η ισχύς που παράγει το στοιχείο, με μέγιστη P_m σε ένα ορισμένο ζεύγος τιμών τάσης V_m και έντασης I_m , που καθορίζει, σε σχέση με το ζεύγος τιμών V_{oc} (ανοιχτοκυκλώμενη τάση) και I_{sc} (βραχυκυκλωμένη ένταση ρεύματος), το συντελεστή απόδοσης του στοιχείου (η).

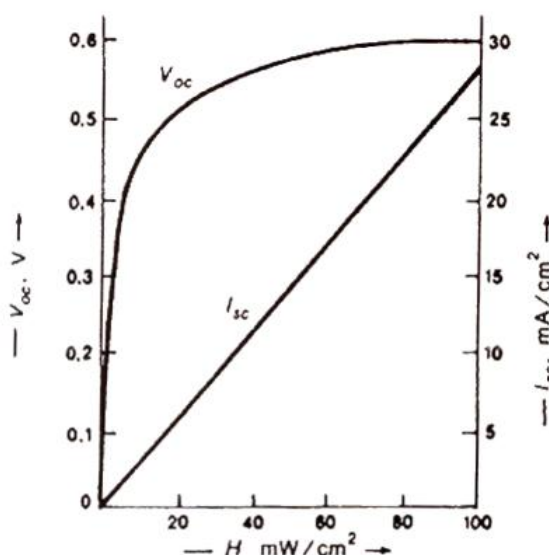


Σχήμα 3.30 - Η μεταβολή της τάσης (V) σε συνάρτηση με την ένταση του ρεύματος (I), που παράγεται από ένα Φ/Β στοιχείο πυριτίου για σταθερές συνθήκες και για μεταβαλλόμενη αντίσταση.

Η μη συνεχής καμπύλη δείχνει την ισχύ που παράγει το Φ/Β στοιχείο με τη κλίμακα στα δεξιά. Είναι αναγκαίο λοιπόν να επιλέγεται η αντίσταση που θα δίνει τη μέγιστη ισχύ στο κύκλωμα.

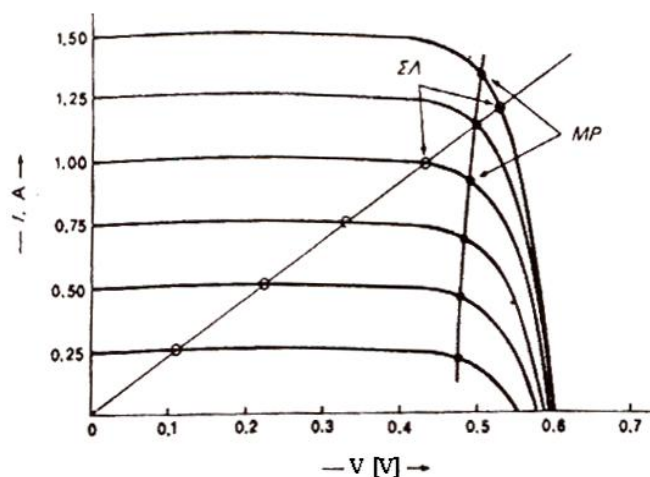
❖ **Η αποδοτική λειτουργία του φωτοβολταϊκού στοιχείου σε μεταβαλλόμενες συνθήκες**

Η μεταβολή της πυκνότητας της ισχύος της ακτινοβολίας συνεπάγεται αντίστοιχη μεταβολή της ανοιχτοκυκλωμένης τάσης (V_{oc}) και της βραχυκυκλωμένης έντασης του ρεύματος (I_{sc}) από το μηδέν (για το σκοτάδι) μέχρι τις μέγιστες τιμές τους, για τη μέγιστη ένταση της ακτινοβολίας. Επίσης, με την αύξηση της θερμοκρασίας παρατηρείται αισθητή μείωση της ανοιχτοκυκλωμένης τάσης των Φ/Β στοιχείων.



Σχήμα 3.31 - Η μεταβολή της V_{oc} και του I_{sc} ενός Φ/Β στοιχείου πυριτίου σε συνάρτηση με την ισχύ της ακτινοβολίας ή ανά μονάδα επιφάνειας

Από τις καμπύλες $I - V$ παρατηρούμε ότι με τη μεταβολή της αντίστασης του κυκλώματος, η ένταση του ρεύματος παραμένει περίπου σταθερή για το μεγαλύτερο τμήμα του διαγράμματος, ενώ μεταβάλλεται η τάση. Συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι το φωτοβολταϊκό στοιχείο συμπεριφέρεται σε μεγάλο βαθμό σαν πηγή περίπου σταθερού ρεύματος, με την προϋπόθεση ότι παραμένει σταθερή η πυκνότητα της ακτινοβολίας.



Σχήμα 3.32 - Η καμπύλη $I - V$ για ένα Φ/Β στοιχείο πυριτίου, όπου φαίνεται η μεταβολή των σημείων λειτουργίας καθώς και η απόσταση από τα σημεία μέγιστης ισχύος για σταθερή τιμή αντίστασης και μεταβαλλόμενες συνθήκες

3.1.1.7 Φωτοβολταϊκά στοιχεία (φωτοκυψέλες) και απόδοσή τους



Σχήμα 3.33 - Μια φωτοκυψέλη

3.1.2 Γενική περιγραφή

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία ανάλογα με τη κατασκευή και τη σύστασή τους χωρίζονται σε 3 κατηγορίες.

➤ Φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου

Το πυρίτιο έχει ατομικό αριθμό 14 και 4 ηλεκτρόνια στην εξωτερική του στοιβάδα. Είναι ένας ημιαγωγός με άμεσο ενεργειακό διάκενο 1, 1eV (ενεργειακό διάκενο: εκφράζει την ελάχιστη ενέργεια που χρειάζεται ένα ηλεκτρόνιο στη ζώνη σθένους για να μεταπηδήσει στη ζώνη αγωγιμότητας).

Η θεωρητική απόδοση* των ηλιακών στοιχείων πυριτίου μπορεί να φθάσει μέχρι 23, 92% σε συνθήκες AM1 (δηλαδή σε συνθήκες μέτρησης όπου θα έχουμε ακτινοβολία 1 KW/m² και φασματική κατανομή AM1). Πειραματικά η μεγαλύτερη απόδοση ηλιακού στοιχείου πυριτίου σε συνθήκες AM1 μετρήθηκε εργαστηριακά 19%, με απώλειες ανάκλασης 3% και συντελεστή πλήρωσης 0, 77. Στις πρακτικές εφαρμογές τα ηλιακά στοιχεία μονοκρυσταλλικού ή πολυκρυσταλλικού πυριτίου μεγάλης επιφάνειας έχουν απόδοση περίπου 10 - 12% ή λίγο μεγαλύτερη. Το πυρίτιο είναι άφθονο στη φύση, μιας και το οξείδιο του πυριτίου είναι η κοινή άμμος.

*Βαθμός απόδοσης : Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο.

➤ Φωτοβολταϊκά στοιχεία Θείουχου Καδμίου

Το θειούχο κάδμιο (CdS) είναι ένας ημιαγωγός με άμεσο και σχετικά μεγάλο διάκενο ($E_g = 2, 45 \text{ eV}$), που έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε πολλές οπτοηλεκτρονικές εφαρμογές, όπως για την κατασκευή φωτοκυττάρων, ενισχυτών φωτός, φωσφοριτών ανιχνευτών ακτινοβολίας κ.λ.π. Το CdS συμπεριφέρεται συνήθως σαν ημιαγωγός τύπου n. Δηλαδή οι φορείς πλειονότητας είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, χωρίς να απαιτείται η προσθήκη ξένων ατόμων - δοτών. Η λειτουργία των Φ/Β στοιχείων από CdS οφείλεται στην ετεροένωση μεταξύ του στρώματος θειούχου χαλκού, που σχηματίζεται με την επίδραση του CdS στον Cu (χαλκός), από τον οποίο, είναι κατασκευασμένο το εμπρός ηλεκτρόδιο. Το Cu_xS είναι επίσης ημιαγωγός, με έμμεσο ενεργειακό διάκενο 1, 2 eV και έχει χαρακτήρα τύπου p. Η πυκνότητα του παραγόμενου φωτορεύματος στα ηλιακά στοιχεία Cu_xS/CdS , είναι μικρή, η μισή περίπου σε σύγκριση με τα ηλιακά στοιχεία πυριτίου. Τα ηλιακά στοιχεία Cu_xS /CdS έχουν αρκετά ικανοποιητική απόδοση, περίπου 10%. Δεν εξασφαλίζουν όμως πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής (πάνω από 20 χρόνια) που αναμένεται για τα ηλιακά στοιχεία πυριτίου.

➤ Φωτοβολταϊκά στοιχεία Αρσενικού Γάλλιου

Το αρσενικό γάλλιο (GaAs) είναι ένας ημιαγωγός με ενεργειακό διάκενο 1,43 eV και με θεωρητική απόδοση περίπου 25%. Το σχετικά μεγάλο ενεργειακό διάκενο του GaAs έχει σαν αποτέλεσμα την καλή του συμπεριφορά στις σχετικά υψηλές θερμοκρασίες. Τις μεγαλύτερες αποδόσεις, από τα ηλιακά στοιχεία GaAs, έχουν δώσει τα στοιχεία ετεροενώσεων με τα ημιαγωγά κράματα του συστήματος $Ga_{1-x}Al_xAs$ όπου το x παίρνει τιμές από 0 μέχρι 1.

Σε πειραματικά φωτοβολταϊκά στοιχεία της μορφής αυτής μετρήθηκαν αποδόσεις περίπου 24% που είναι πολύ κοντά στο θεωρητικό τους μέγιστο (26 - 27%). Αντιθέτως με το πυρίτιο, το αρσενικό γάλλιο είναι εξαιρετικά δυσεύρετο. Το αρσενικό γάλλιο είναι μη εμπορική επιλογή και χρησιμοποιείται για διαστημικές εφαρμογές.

3.1.2.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου

Για την κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων χρησιμοποιείται επί το πλείστον η τεχνολογία πυριτίου. Για την ακρίβεια χρησιμοποιείται το πυρίτιο στις 3 παρακάτω μορφές:

- μονοκρυσταλλικό
- πολυκρυσταλλικό
- άμορφο

❖ Φ/Β στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου (sc - Si)

Η παρασκευή μονοκρυσταλλικού πυριτίου απαιτεί τη ψύξη λιωμένου πυριτίου και στη συνέχεια το πριονισμό του και το διαχωρισμό του σε λεπτές πλάκες.

Οι βασικότερες μέθοδοι παραγωγής είναι η μέθοδος CZ (Czochralski) και η μέθοδος FZ (float zone). Λόγω των εξειδικευμένων τεχνικών τήξης και κοπής, καθώς και η ανάγκη ύπαρξης καθαρού και αμπεγάδιαστου πυριτίου, καθιστούν το μονοκρυσταλλικό πυρίτιο μια υψηλού κόστους κατασκευή φωτοβολταϊκού στοιχείου. Επιτυγχάνει όμως υψηλό βαθμό απόδοσης. Τα Φ/Β πλαίσια της βιομηχανίας φθάνουν τα 15 - 18%.



Σχήμα 3.34 - φωτοκυψέλη μονοκρυσταλλικού πυριτίου

❖ Φ/Β στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου (mc - Si)

Το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο αποτελείται από περιοχές μονοκρυσταλλικού πυριτίου, χωρίς όμως την ομοιόμορφη δομή του μονοκρυσταλλικού πυριτίου. Ως βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής θεωρείται η μέθοδος της απευθείας στερεοποίησης DS (direct solidification) και η ηλεκτρομαγνητική χύτευση EMC.

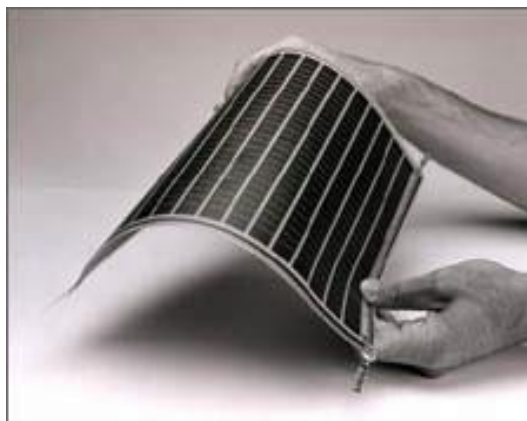
Αναπτύχθηκαν με σκοπό να παρέχουν μια οικονομικότερη λύση από τα Φ/Β στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυρίτιου. Συνέπεια αυτού, αποτελεί η χαμηλότερη σε κόστος παραγωγή καθώς και η χαμηλότερη απόδοση που είναι της κλίμακας 10 - 14%, για ένα πλαίσιο εμπορίου.



Σχήμα 3.35 - φωτοβολταϊκό πλαίσιο πολυκρυσταλλικού πυρίτιου

❖ Φ/Β στοιχεία άμορφου πυρίτιου (ταινίας πυρίτιου - aSi)

Το άμορφο πυρίτιο δεν έχει κρυσταλλική μορφή. Τα φωτοβολταϊκά άμορφου πυρίτιου κατασκευάζονται μέσω της τεχνολογίας των λεπτών υμενίων (thin film). Με τον τρόπο αυτό μειώνεται σημαντικά το κόστος. Το άμορφο πυρίτιο (a - Si) διαφέρει από το κρυσταλλικό πυρίτιο στο ότι τα άτομα του πυρίτιου δεν είναι τοποθετημένα σε πολύ συγκεκριμένες αποστάσεις το ένα από το άλλο και οι γωνίες μεταξύ των δεσμών Si - Si δεν έχουν μια συγκεκριμένη μοναδική τιμή. Οι ενδοατομικές αποστάσεις ποικίλλουν και οι γωνίες δεσμών σε μια περιοχή τιμών αλλά και οποιαδήποτε συγκεκριμένη απόσταση Si - Si ή γωνία δεσμού παίρνει τυχαία οποιαδήποτε τιμή σε αυτή την περιοχή. Το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην απορρόφηση του φωτός, εντούτοις η φωτοβολταϊκή απόδοση του είναι του μικρότερη των κρυσταλλικών, περίπου 6 - 9%. Το φθηνό όμως κόστος κατασκευής τους τα κάνει ιδανικά σε εφαρμογές όπου δεν απαιτείται υψηλή απόδοση.



Σχήμα 3.36 - Φωτοβολταϊκό στοιχείο άμορφου πυριτίου

3.1.2.2 Υβριδικά φωτοβολταϊκά στοιχεία και άλλες τεχνολογίες

❖ Υβριδικά Φ/Β στοιχεία

Η ανάπτυξη της χρήσης υβριδικών τεχνολογιών έγινε προκειμένου τα Φ/Β στοιχεία να αποκτήσουν μεγαλύτερη απορρόφηση του φωτός και συνάμα καλύτερη απόδοση. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας Φ/Β στοιχεία με διαφορετικά χαρακτηριστικά απορρόφησης του φωτός, συνδεδεμένα μαζί. Τα πιο διαδεδομένα υβριδικά στοιχεία είναι τα επονομαζόμενα HIT (Heterojunction with Intrinsic Thin - layer). Σε αυτή τη τεχνολογία τα Φ/Β στοιχεία αποτελούνται από δύο στρώματα άμορφου πυριτίου (πάνω και κάτω) και με ένα ενδιάμεσο στρώμα μονοκρυσταλλικού πυριτίου.

Έτσι τα Φ/Β στοιχεία υβριδικής τεχνολογίας πετυχαίνουν υψηλό βαθμό απόδοσης πάνω από 18%. Τα πιο πρόσφατα Φ/Β πλαίσια τεχνολογίας HIT φτάνουν το 21.5%.



Σχήμα 3.37 - Φωτοβολταϊκό πλαίσιο τεχνολογίας HIT

❖ Άλλες τεχνολογίες Φ/Β στοιχείων

• Πολυμερή στοιχεία

Νέα υλικά για τα Φ/Β στοιχεία αναμένεται να χρησιμοποιηθούν στο μέλλον, με την αξιοποίηση των πολυμερών. Τα φωτοβολταϊκά πολυμερή έχουν τη δυνατότητα να απορροφούν τα χρώματα του φωτός του ηλίου που χρησιμοποιούνται ως επιστρώματα στις

στέγες ή ακόμα και ως ζωτικό κομμάτι ινών για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από το φως του ηλίου. Τα Φ/Β πολυμερή πλαίσια διαφέρουν από τα συμβατικά πλαίσια διότι είναι πλαστικά όπως το πολυαιθυλένιο, και λειτουργούν ουσιαστικά σα μονωτές. Παρόλα αυτά ένα πολυμερές μπορεί να μετατραπεί σε ένα ηλεκτρικά αγώγιμο στοιχείο αρκεί να ελευθερωθούν τα ηλεκτρόνια από τα άτομα και να αποκτήσουν τους λεγόμενους συζυγιακούς διπλούς δεσμούς. Στη συνέχεια απαιτείται απομάκρυνση (οξειδωση) ή πρόσληψη (αναγωγή) ηλεκτρονίων, διαδικασία γνωστή ως doping. Αυτά τα μη μονωτικά πλαστικά καλούνται conjugated πολυμερή. Τα Φ/Β πλαίσια με πολυμερή σώματα θα αποτελούνται από εύκαμπτα φωτοβολταϊκά στοιχεία με ευσταθή ημιαγωγούς τεχνολογίας λεπτών υμένων (thin film). Επί του παρόντος τα Φ/Β πλαίσια παράγονται από Φ/Β στοιχεία πυριτίου υψηλής καθαρότητας, γεγονός που απαιτεί υψηλό κόστος και σύνθετη διαδικασία παραγωγής.

Σε σύγκριση με το πυρίτιο, τα πολυμερή Φ/Β στοιχεία είναι ελαφρύτερα, ευέλικτα, πιο φτηνά στη παραγωγή και πιο προσαρμόσιμα σε μοριακό επίπεδο. Λόγω της χαμηλής αντοχής και απόδοσης το κόστος αναμένεται να είναι αυξημένο. Η απόδοση των πλαστικών Φ/Β πλαισίων κυμαίνεται στο 8% ενώ τα μονοκρυσταλλικά Φ/Β πλαίσια έχουν μέσο όρο απόδοσης 18%. Ωστόσο αυτή η κατάσταση αναμένεται να αλλάξει στο μέλλον.

- Νανοκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου.

Ένα τυπικό Φ/Β στοιχείο παράγει ένα μόνο ηλεκτρόνιο για κάθε φωτόνιο ηλιακής ακτινοβολίας. Μετά από έρευνες αποδείχτηκε ότι οι νανοκρύσταλλοι πυριτίου μπορούν να δημιουργήσουν δύο ή τρία φωτόνια για κάθε ένα φωτόνιο ηλιακού φωτός. Αυτό το φαινόμενο ενδεχομένως να οδηγήσει σε ένα νέο τύπο φωτοβολταϊκού το οποίο θα είναι οικονομικό και δυο φορές πιο αποδοτικό από τα συνηθισμένα κρυσταλλικά πλαίσια.

3.1.3 Σύγκριση Φ/Β στοιχείων

Το 2005 τα μονοκρυσταλλικά και πολυκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου κατείχαν το σημαντικότερο μερίδιο της αγοράς, καταλαμβάνοντας περίπου το 93% του παγκόσμιου εμπορίου. Τα Φ/Β πλαίσια με άμορφο πυρίτιο καταλάμβαναν περίπου το 4% του μεριδίου και η ακριβότερη και αποδοτικότερη υβριδική τεχνολογία το 3%.

Στις μέρες μας αυτό έχει αλλάξει μιας και έχει αυξηθεί η ζήτηση περισσότερο στη τεχνολογία του άμορφου πυριτίου (15%) και στα κρυσταλλικά λιγότερο (75%). Τα πολυκρυσταλλικά πλαίσια πυριτίου προτιμώνται έναντι των μονοκρυσταλλικών όταν πρόκειται να καλυφτεί μεγάλη σε έκταση επιφάνεια. Τα Φ/Β πλαίσια με άμορφο πυρίτιο απαιτούν μεγαλύτερο χώρο, παρόλα αυτά η απόδοση τους επηρεάζεται λιγότερο από χαμηλές θερμοκρασίες και σκίαση.

Η συνεχής έρευνα και μελέτη στη σημερινή εποχή έχει ως αποτέλεσμα την βελτίωση των Φ/Β πλαισίων. Ενδεικτικά η αμερικάνικη κατασκευάστρια Sunpower καθώς και η γερμανική Schott solar διαθέτουν στην αγορά Φ/Β πλαίσια μονοκρυσταλλικού πυριτίου που η απόδοση τους φτάνει το 20%.

Πίνακας 3.1 - Οι κυριότερες διαφορές κρυσταλλικών και άμορφων στοιχείων πυριτίου

	Κρυσταλλικού πυριτίου	Άμορφου πυριτίου
Απόδοση	15 - 18%	5 - 8%
Διάρκεια ζωής	>25 έτη	>20 έτη
επίδραση από τη θερμοκρασία	Σημαντική επίδραση	Μικρή επίδραση
Κόστος	Μεγάλο κόστος (Ακριβή πρώτη ύλη/ περίπλοκη κατασκευή)	Μικρότερο κόστος (Φθηνή πρώτη ύλη/ Απλούστερη κατασκευή)

3.2 Το φωτοβολταϊκό πλαίσιο



Σχήμα 3.38 - Φωτοβολταϊκό πάρκο

3.2.1 Γενική περιγραφή

Ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο αποτελείται από πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία, διασυνδεδεμένα παράλληλα για την αύξηση του ρεύματος και σε σειρά για την παραγωγή υψηλότερης τάσης. Το πλαίσιο είναι καλυμμένο από θερμαινόμενο ασφαλές γυαλί στην μπροστινή επιφάνεια και από ένα προστατευτικό, αδιάβροχο υλικό στην πίσω επιφάνεια του. Οι άκρες είναι σφραγισμένες ώστε να μη μπορεί να εισέλθει νερό και συνήθως υπάρχει ένα αλουμινένιο στήριγμα που στηρίζει όλη τη μονάδα.



Σχήμα 3.39 - Ένα φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Η τάση που εκδηλώνει ένα συνηθισμένο Φ/Β στοιχείο πυριτίου, σε κανονική ηλιακή ακτινοβολία, είναι περίπου 0,5V και η ηλεκτρική ισχύς που παράγει είναι περίπου 0,4W. Για αυτό, τα Φ/Β στοιχεία που προορίζονται για τη συγκρότηση Φ/Β γεννητριών τοποθετούνται, ανά 10 ως 50 περίπου, σε ένα πλαίσιο, με κοινή ηλεκτρική έξοδο.

Στο πλαίσιο, τα στοιχεία συνδέονται στη σειρά σε ομάδες κατάλληλου πλήθους για την απόκτηση μιας επιθυμητής τάσης. Διαμορφώνεται έτσι το Φ/Β πλαίσιο, που είναι η δομική μονάδα που κατασκευάζεται βιομηχανικά και κυκλοφορεί στο εμπόριο για να χρησιμοποιηθεί ως συλλέκτης στη συγκρότηση των Φ/Β γεννητριών. Σε συμβατικές συνθήκες αιχμής έχουν συνήθως, ανάλογα με τον τύπο και τον κατασκευαστή, τάση εξόδου από 4 V μέχρι 22 V, και ένταση ρεύματος από περίπου 0,5 A μέχρι 2,5A.

3.2.2 Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά Φ/Β πλαισίου



b27-424067 fotosearch.com

Σχήμα 3.40 - Μέτρηση χαρακτηριστικών των φωτοβολταϊκών πλαισίων με πολύμετρο

❖ Η ισχύς αιχμής

Η αποδιδόμενη ισχύς ενός Φ/Β πλαισίου υπό τυπικές συνθήκες δοκιμής (STC) ορίζεται ως ισχύς αιχμής (W_p - Watt peak). Οι χαρακτηριστικές τιμές ενός Φ/Β πλαισίου μετρώνται σύμφωνα με τις τυπικές συνθήκες δοκιμής (Standard Test Conditions - STC). Σ' αυτή τη διαδικασία προσομοιώνονται σε ηλιακή ακτινοβολία 1KW ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας, θερμοκρασία πλαισίου 25 °C και γωνία πρόσπτωσης 45°.

Άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός Φ/Β πλαισίου είναι (μερικά έχουν ήδη αναφερθεί):

- Ανοιχτοκυκλώμενη τάση (V_{oc}), η οποία μετράται όταν το πλαίσιο δεν είναι συνδεδεμένο με κανένα φορτίο. Η τιμή αυτή εξάγεται συνήθως όταν τα πλαίσια είναι έτοιμα για χρήση και χρησιμοποιείται για έλεγχο.
- Βραχυκυκλωμένη ένταση ρεύματος (I_{sc}). Δείχνει το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να παράγει το πλαίσιο και συμβαίνει όταν τα στοιχεία είναι βραχυκυκλωμένα.
- Η μέγιστη τάση (V_{mp} ή V_m), η οποία προκύπτει όταν το πλαίσιο είναι συνδεδεμένο με φορτίο και λειτουργεί σε συνθήκες μέγιστης απόδοσης, μετρημένο σύμφωνα με τις τυπικές συνθήκες δοκιμής (STC).
- Η μέγιστη ένταση ρεύματος (I_{mp} ή I_p).
- Συντελεστής πλήρωσης (FF), που όπως είδαμε ορίζεται ως ο λόγος του γινομένου $V_m \cdot I_m$ προς το γινόμενο $V_{oc} \cdot I_{sc}$.

- Ο συντελεστής απόδοσης (η_{π}) και ο συντελεστής κάλυψης (σ_{κ}) που θα αναφερθούν στην επόμενη παράγραφο.

3.2.3 Τρόποι σύνδεσης Φ/Β πλαισίων

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια συνδέονται σε σειρά, παράλληλα ή μικτά. Ο τρόπος σύνδεσης των συστοιχιών καθορίζει την τάση και το ρεύμα που θα εξάγει κάθε συστοιχία και συνήθως καθορίζεται από τον μετατροπέα που επιλέγεται για τη σύνδεση με το δίκτυο.

- Στη σύνδεση σειράς το ολικό ρεύμα είναι σταθερό και ίσο με το ρεύμα της κάθε κυψέλης και η ολική τάση εξόδου είναι:

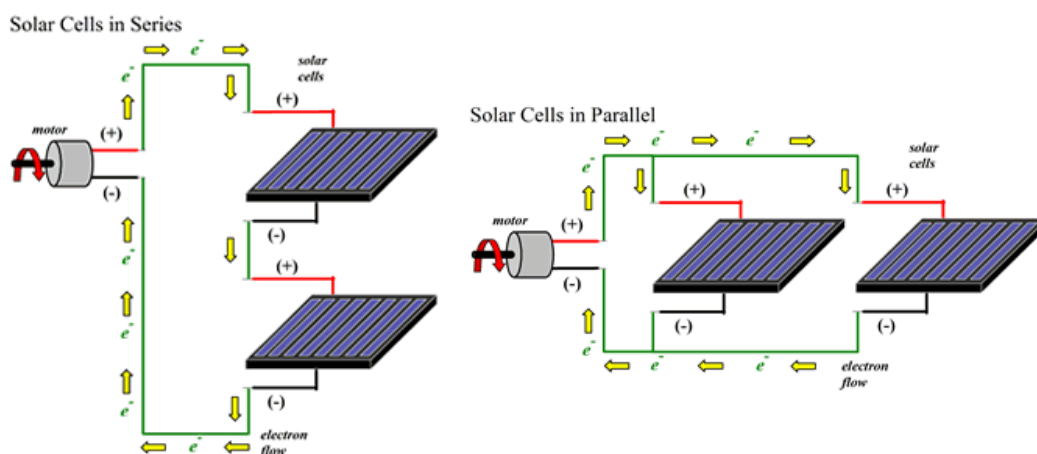
$$V = n \cdot V_{\max}$$

όπου V_{\max} : η μέγιστη τάση μιας κυψέλης και n : ο αριθμός των κυψελών.

- Στην παράλληλη σύνδεση το ρεύμα είναι:

$$I = n \cdot I_{\max}$$

όπου I_{\max} : το μέγιστο ρεύμα μιας κυψέλης και n : ο αριθμός των κυψελών.



Σχήμα 3.41 - Φωτοβολταϊκά συνδεδεμένα σε σειρά και παράλληλα

3.2.4 Δυνατότητες ενσωμάτωσης Φ/Β πλαισίων

Οι βασικοί τρόποι εγκατάστασης Φ/Β πλαισίων σε ένα κτίριο είναι οι εξής:

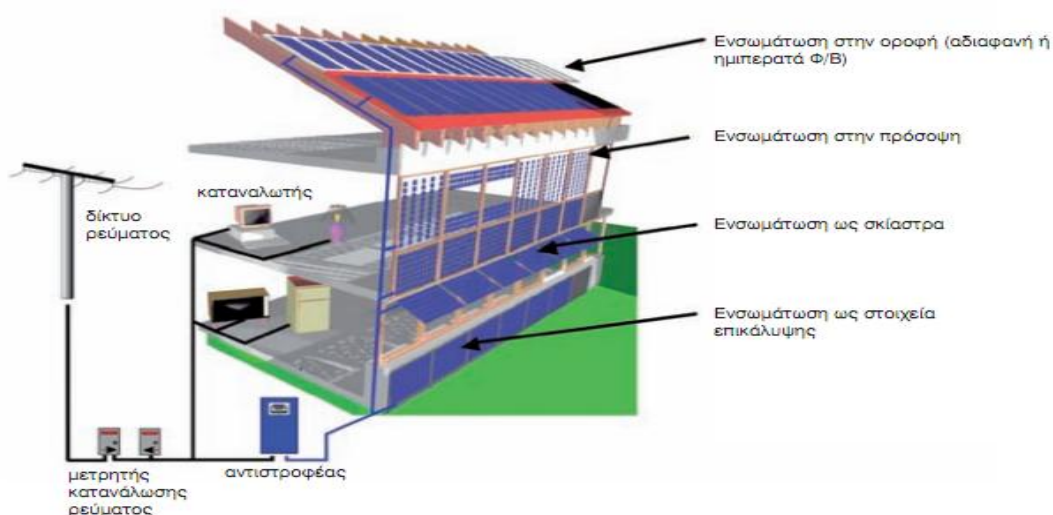
- Τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα. Όπως για παράδειγμα μια κεκλιμένη στέγη.
- Απευθείας τοποθέτηση, όπου η εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου αντικαθιστάται από τα Φ/Β πλαίσια.

- Τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοσμένη στο εξωτερικό του κελύφους του κτιρίου. Η κατασκευή στηρίζεται στην εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου.
- Ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων στο κέλυφος του κτιρίου.

Επί των κτιρίων τα Φ/Β πλαίσια συνήθως βρίσκουν εφαρμογή εγκατεστημένα:

- Επί της στέγης (ή οροφής /ταράτσας) οποιοδήποτε κτιρίου, είτε η στέγη είναι επίπεδη είτε κεκλιμένη, αποτελεί την πιο προτιμώμενη τοποθέτηση.
- Ως υαλοπίνακες, δηλαδή κατακόρυφες προσόψεις οι οποίες προτιμώνται από βιομηχανικά συνήθως κτίρια ως εξωτερικό περίβλημα.
- Ως εξωτερικά σκίαστρα, προσφέροντας ηλιοπροστασία πάνω από ένα παράθυρο ή τοποθετημένα ως μια οροφή σκιάς στο κήπο και εξοικονόμηση κόστους από την εγκατάσταση ενός συνηθισμένου σκίαστρου.
- Αντικαθιστώντας τα κεραμίδια, με ειδικά τροποποιημένα Φ/Β πλαίσια.

Επίσης μπορούν να εγκατασταθούν και σε διαφορετικές περιπτώσεις όπως ως στέγαστρα σε ένα ολόκληρο εργοστάσιο καλύπτοντας όλη την οροφή του κτιρίου, Ηχοπετάσματα σε δημόσιους δρόμους παρέχοντας επιπλέον ηχομόνωση κ.τ.λ.



Σχήμα 3.42 - Εναλλακτικοί τρόποι τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών πλαισίων

3.2.5 Παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών

Ο συντελεστής απόδοσης (η_p) ενός Φ/Β πλαισίου μας δείχνει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ισχύς. Εκφράζει δηλαδή τον λόγο της μέγιστης

ηλεκτρικής ισχύος που παράγει το Φ/Β πλαίσιο (P_{π}), προς την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται στην επιφάνεια του S.

$$\eta_{\pi} = \frac{P_{\pi}}{H \cdot S} \left[\frac{W}{\left(\frac{W}{m^2}\right) \cdot m^2} \right]$$

$$\eta_{\pi} = \frac{E}{\Pi \cdot S} \left[\frac{kWh}{\left(\frac{kWh}{m^2}\right) \cdot m^2} \right]$$

Όπου Π : η πυκνότητα της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στην επιφάνεια του Φ/Β πλαισίου.

Η τιμή του συντελεστή απόδοσης εξαρτάται από τον συντελεστή κάλυψης του πλαισίου (σ_{κ}). Ο συντελεστής κάλυψης ορίζεται ως ο λόγος της συνολικής ενεργού επιφάνειας των ηλιακών στοιχείων, δηλαδή της επιφάνειας του ημιαγωγού όπου γίνεται η απορρόφηση και μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας, προς την συνολική επιφάνεια του Φ/Β πλαισίου. Ισχύει:

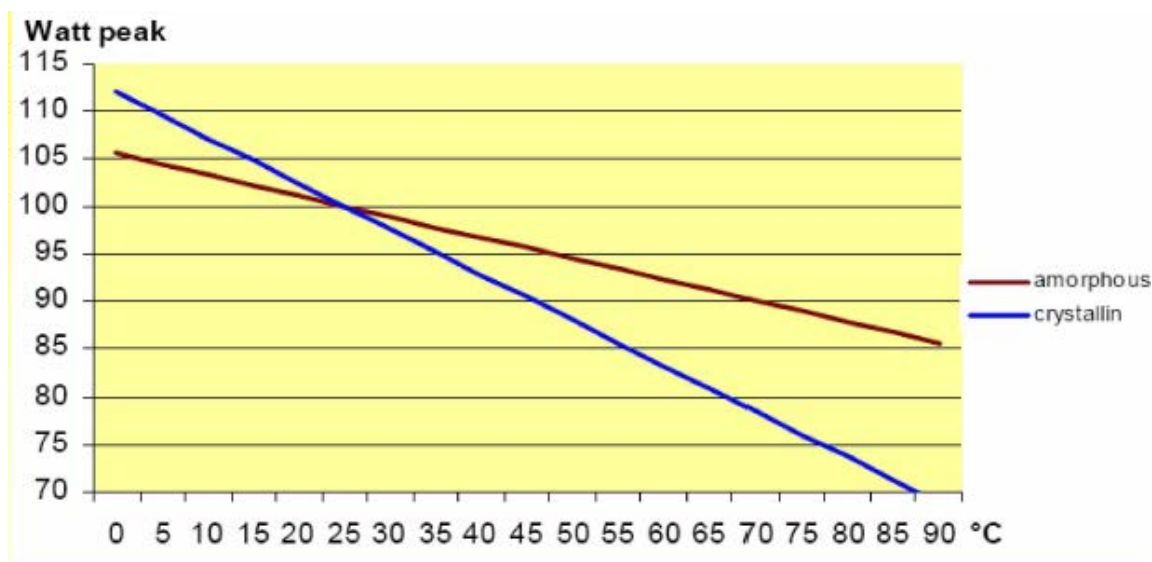
$$\eta_{\pi} = \eta \cdot \sigma_{\kappa}$$

Η τιμή του συντελεστή κάλυψης εξαρτάται κυρίως από το σχήμα και την πυκνότητα της τοποθέτησης των ηλιακών στοιχείων πάνω στο Φ/Β πλαίσιο. Συνήθως κυμαίνεται από περίπου 0,78, για κυκλικά στοιχεία σε παράλληλες στοιχισμένες σειρές φτάνει μέχρι σχεδόν 1,00 για τα μεγαλύτερου κόστους τετραγωνικά ή εξαγωνικά ηλιακά στοιχεία.

Είναι σημαντικό να αποφεύγεται η ολική ή μερική σκίαση του πλαισίου. Η σκίαση αποτελεί τον συνηθέστερο παράγοντα μείωσης της απόδοσης. Παρόλο που αντιμετωπίζεται με τη χρήση διόδων παράκαμψης (Bypass diodes), η μερική σκίαση μπορεί να έχει δυσχερή αποτελέσματα όπως την υπερθέρμανση του πλαισίου.

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση είναι η θερμοκρασία. Ένα Φ/Β πλαίσιο είναι ιδιαίτερα αποδοτικό σε χαμηλές θερμοκρασίες. Για παράδειγμα, σε περίπτωση συννεφιάς την χειμερινή περίοδο το Φ/Β πλαίσιο παραμένει κρύο.

Εάν κατά τη διάρκεια αυτής της κακοκαιρίας το σύνολο της ηλιακής ακτινοβολίας προσπέσει πάνω στο κρύο Φ/Β πλαίσιο, τότε η μονάδα αυτή θα δουλέψει με μεγάλη αποδοτικότητα. Το γεγονός αυτό μπορεί να παρουσιάσει για σύντομο διάστημα μία υψηλή τιμή ποσοστού απόδοσης.



Σχήμα 3.43 - Επίδραση της θερμοκρασίας σε Φ/Β πλαίσια κρυσταλλικού και άμορφου πυριτίου

Για θερμοκρασίες διαφορετικές από τη συμβατική, ως συντελεστή απόδοσης των Φ/Β πλαισίων παίρνουμε το γινόμενο:

$$\eta_n \cdot \sigma_\theta$$

Όταν έχουμε συμβατική θερμοκρασία ο σ_θ παίρνει τη τιμή 1 και για τα συνηθισμένα ηλιακά στοιχεία πυριτίου του εμπορίου μειώνεται κατά περίπου 0,005 ανά βαθμό αύξησης της θερμοκρασίας πάνω από αυτή.

Οι καιρικές συνθήκες μπορούν να λειτουργήσουν ανασταλτικά στην απόδοση. Πιο συγκεκριμένα η συνεχή απουσία ηλιοφάνειας δημιουργεί ελάχιστη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας με αποτέλεσμα την απουσία της παραγωγής ενέργειας.

Άλλος ένας περιβαλλοντικός παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση ενός Φ/Β πλαισίου είναι η ρύπανση της επιφάνειας του, από την επικάλυψη σκόνης, φύλλων, χιονιού, αλατιού από την θάλασσα, γύρης. Έτσι προκαλείται σκίαση του Φ/Β πλαισίου με αποτέλεσμα να μειωθεί ο συντελεστής απόδοσης μιας και θα απορροφάται λιγότερη ηλιακή ακτινοβολία. Εννοείται τέτοιου είδους σκίαση μπορεί να προκληθεί και από φυτά ή και από οτιδήποτε εξωτερικό παράγοντα πλησίον του Φ/Β πλαισίου που προκαλεί σκίαση.

Παρόλα αυτά οι παραπάνω παράγοντες μπορούν να μειωθούν σημαντικά με τη βέλτιστη τοποθέτηση των μονάδων ώστε να μη δέχονται σκίαση και να έχουν προσανατολισμό το νότο.

Επίσης απαιτείται σωστή τοποθέτηση και ποιοτικά υλικά κατασκευής (βάσεις στήριξης, ποιότητα Φ/Β πλαισίων, μετατροπέων κτλ) ώστε να μην υπάρξει περαιτέρω απώλεια της απόδοσης.

3.3 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα παράγουν ενέργεια χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον αξιοποιώντας μια ανεξάντλητη πηγή, την ηλιακή ενέργεια. Συνοψίζοντας:

- Το Φ/Β σύστημα λειτουργεί αξιόπιστα και έχει μεγάλη διάρκεια ζωής. Για την ακρίβεια παρέχεται εγγύηση λειτουργίας 25 χρόνων.
- Η ενέργεια παράγεται στο χώρο του συστήματος με συνέπεια να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες άμεσα.
- Δεν απαιτούνται ακριβές γραμμές μεταφοράς και έχουμε ελάχιστη απώλεια ισχύος λόγω των γραμμών.
- Η ηλιακή ενέργεια είναι ελεύθερη και ανεξάντλητη.
- Τα συστήματα είναι αρθρωτά και εγκαθίστανται γρήγορα οπουδήποτε.
- Δε παράγεται ηχορύπανση, ρυπογόνα αέρια και δε χρειάζονται καύσιμα για να λειτουργήσουν
- Παρέχουν πλήρη ενεργειακή αυτονομία μη - συνδεδεμένα με το δίκτυο.
- Είναι εφικτή η εγκατάσταση οποιοδήποτε μεγέθους από 1 KW έως 100MW ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις.
- Προς το παρόν υπάρχει μεγάλη υποστήριξη από τη κυβέρνηση με πολλά προνόμια που ωθούν τον πελάτη να επενδύσει στα Φ/Β συστήματα.

Σχετικά με τα μειονεκτήματα αρκεί να αναφέρουμε ότι:

- Το κόστος της επένδυσης παραμένει υψηλό μιας και απαιτούνται περίπου 18.000 ευρώ για ένα μέσο σπίτι με εγκατεστημένη ονομαστική ισχύ 3 KW. Βέβαια αυτό το ποσό μπορεί να αποσβεστεί με τα επιδοτούμενα προγράμματα.
- Η εξάρτηση από τις καιρικές συνθήκες καθιστά τα φωτοβολταϊκά συστήματα πιο αποδοτικά και κερδοφόρα σε χώρες με υψηλή ετήσια ηλιακή ακτινοβολία και λιγότερο αποδοτικά στις βόρειες χώρες που η ηλιοφάνεια δεν είναι τόσο συχνή.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ”

4.1 Γενική περιγραφή

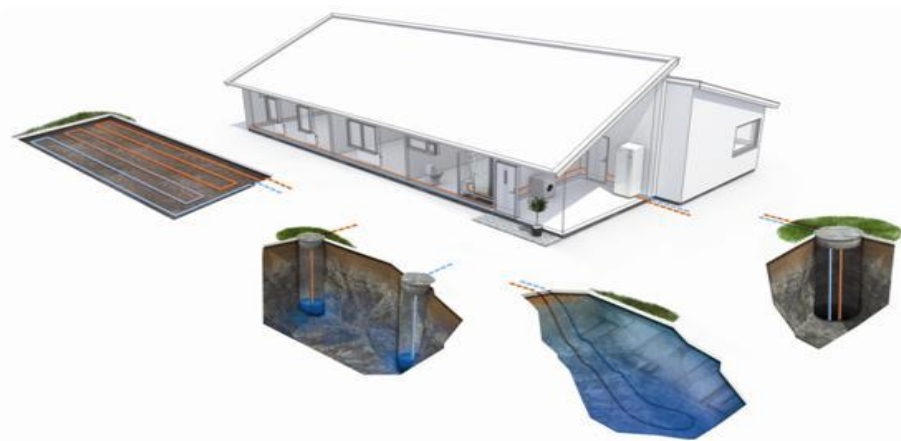
Ως γεωθερμική ενέργεια χαρακτηρίζεται η ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης, μεταφέρεται στην επιφάνεια με αγωγή θερμότητας και με την είσοδο στο φλοιό της γης λειωμένου μάγματος από τα βαθύτερα στρώματά της, και γίνεται αντιληπτή με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού. Το γεωθερμικό δυναμικό κάθε περιοχής σχετίζεται με τις γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες της. Αποτελεί ήπια και σχετικά ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που με τα σημερινά τεχνολογικά δεδομένα μπορεί να καλύψει σημαντικές ενεργειακές ανάγκες.



Σχήμα 4.1 - Θερμοκρασίες στο εσωτερικό της Γης

Η γεωθερμία όπως προείπαμε είναι μια φυσική, ήπια ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή (Α.Π.Ε) αποθηκευμένη στο υπέδαφος υπό μορφή θερμότητας, προερχόμενη κυρίως από τον ήλιο.

Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο έχει η αξιοποίηση της για την κάλυψη των αναγκών του, καθώς είναι μια καθαρή και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας όπου ανάλογα με το θερμοκρασιακό της επίπεδο μπορεί να έχει διάφορες χρήσεις.



Σχήμα 4.2 - Γεωθερμία σε κατοικία

Όπως αποκαλύπτει και η ετυμολογία της λέξης "γεω - θερμία" πρόκειται για θερμότητα από την γη. Η θερμοκρασία του υπεδάφους σε βάθη από 2 έως 100 m είναι περίπου σταθερή όλο τον χρόνο και κυμαίνεται περίπου από 14 έως 18 βαθμών Κελσίου για την χώρα μας.

Η εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας (δηλαδή του ενεργειακού δυναμικού που ονομάζεται αβαθής γεωθερμική ενέργεια) μπορεί να γίνει με την χρήση Γεωθερμικών Αντλιών Θερμότητας (ΓΑΘ) και δικτύου σωληνώσεων εντός του υπεδάφους έτσι ώστε να θερμάνουμε χώρους τον χειμώνα και να τους ψύξουμε το καλοκαίρι. Η αβαθής γεωθερμική ενέργεια είναι διαθέσιμη όλον τον χρόνο και δεν εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες της ατμόσφαιρας.

Η κύρια κατάταξη των γεωθερμικών πεδίων γίνεται με βάση τη θερμοκρασία τους. Πεδία χαμηλής ή μέσης θερμοκρασίας (50 - 150°C) αξιοποιούνται στη μεταφορά θερμότητας σε οικισμούς, θερμοκήπια, αλλά και μικρές βιομηχανικές μονάδες. Πεδία υψηλής θερμοκρασίας (άνω των 150°C) είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ηλεκτρισμού. Οι γεωθερμικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος είναι ιδιαίτερα οικονομικές και η λειτουργία τους έχει μικρή περιβαλλοντική επίδραση. Παράγουν μόνο το 1/6 του CO₂ από ό,τι θα παρήγαγε μια μονάδα ίσης δυναμικότητας που λειτουργεί με φυσικό αέριο, ενώ το κόστος της παραγόμενης ενέργειας κυμαίνεται περίπου μεταξύ \$0.015/KW και \$0.35/KW. Σε παγκόσμια κλίμακα η συνολική δυναμικότητα των γεωθερμικών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής ξεπερνά τα 8000 MWe και η αντίστοιχη θερμική τα 4000 MWτη.

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία, κάθε ρευστό που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και έχει θερμοκρασία πάνω από 25°C χαρακτηρίζεται ως "γεωθερμικό ρευστό". Εφόσον σε μία περιοχή αναβλύζει θερμό νερό ή ατμός, πρέπει να υπάρχει κάποιος υπόγειος ταμιευτήρας του οποίου το νερό έχει διεισδύσει σε βαθύτερα στρώματα του φλοιού της γης και θερμαινόμενο ανέρχεται στην επιφάνεια δημιουργώντας το "γεωθερμικό κοίτασμα". Τα γεωθερμικά ρευστά είτε συλλέγονται καθώς εξέρχονται με φυσικό τρόπο στην επιφάνεια της γης είτε αντλούνται με γεώτρηση από γεωθερμικά κοιτάσματα που βρίσκονται σε βάθος από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης. Μετά την ενεργειακή αξιοποίηση μέρους της αισθητής θερμότητάς τους, πρέπει να επανεγχύνονται στο υπέδαφος μέσω γεώτρησης. Με τον τρόπο αυτό ενισχύεται η μακροβιότητα του ταμιευτήρα και αποφεύγεται η θερμική ρύπανση του περιβάλλοντος.

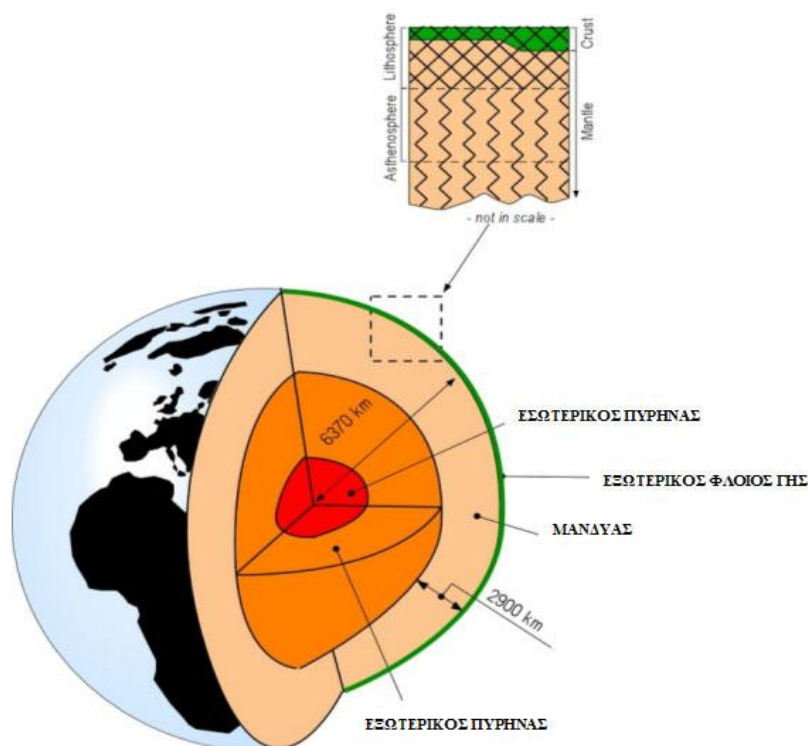
4.1.1 Σύντομο ιστορικό της γεωθερμίας

Η παρουσία ηφαιστείων, θερμών πηγών και άλλων επιφανειακών εκδηλώσεων θερμότητας είναι αυτή που οδήγησε τους προγόνους μας στο συμπέρασμα ότι το εσωτερικό της γης είναι ζεστό. Όμως, μόνο κατά την περίοδο μεταξύ του 16ου και 17ου αιώνα, όταν δηλαδή κατασκευάστηκαν τα πρώτα μεταλλεία που ανορύχθηκαν σε βάθος μερικών εκατοντάδων μέτρων κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, οι άνθρωποι, με τη βοήθεια κάποιων απλών φυσικών παρατηρήσεων, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η θερμοκρασία της γης αυξάνεται με το βάθος.

Οι πρώτες μετρήσεις με θερμομέτρο έγιναν κατά πάσα πιθανότητα το 1740, σε ένα ορυχείο κοντά στο Belfort της Γαλλίας (Bullard, 1965). Ήδη από το 1870, για τη μελέτη της θερμικής κατάστασης του εσωτερικού της γης χρησιμοποιούνταν κάποιες προχωρημένες για την εποχή επιστημονικές μέθοδοι, ενώ η θερμική κατάσταση που διέπει τη γη, η θερμική ισορροπία και εξέλιξή της κατανοήθηκαν καλύτερα τον 20ο αιώνα, με την ανακάλυψη του ρόλου της «ραδιενεργής θερμότητας». Πράγματι, σε όλα τα σύγχρονα πρότυπα (μοντέλα) της θερμικής κατάστασης του εσωτερικού της γης πρέπει να συμπεριλαμβάνεται η θερμότητα που συνεχώς παράγεται από τη διάσπαση των μακράς διάρκειας ζωής ραδιενεργών ισοτόπων του ουρανίου (U238, U235), του θορίου (Th232) και του καλίου (K40), τα οποία βρίσκονται στο εσωτερικό της γης (Lubimova, 1968). Εκτός από τη ραδιενεργό θερμότητα, δρουν αθροιστικά, σε απροσδιόριστες όμως ποσότητες, και άλλες δυνητικές πηγές θερμότητας, όπως είναι η «αρχέγονη ενέργεια» από την εποχή δημιουργίας και μεγέθυνσης του πλανήτη. Μέχρι τη

δεκαετία του 1980 τα μοντέλα αυτά δεν βασίζονταν σε κάποιες ρεαλιστικές θεωρίες. Τότε όμως αποδείχθηκε ότι αφενός δεν υπάρχει ισοζύγιο μεταξύ της ραδιενεργής θερμότητας που δημιουργείται στο εσωτερικό της γης και της θερμότητας που διαφεύγει από τη γη προς στο διάστημα, και αφετέρου ότι ο πλανήτης μας ψύχεται με αργό ρυθμό και στο εσωτερικό του.

Ως μια γενική ιδέα της φύσης και της κλίμακας του εμπλεκόμενου φαινομένου, μπορεί να αναφερθεί η λεγόμενη «θερμική ισορροπία», όπως διατυπώθηκε από τους Stacey and Loper (1988). Σύμφωνα με αυτήν, η ολική ροή θερμότητας από τη γη (αγωγή, συναγωγή και ακτινοβολία) εκτιμάται ότι ανέρχεται στα 42×10^{12} W. Από αυτά, 8×10^{12} W προέρχονται από το φλοιό, που αντιπροσωπεύει μόνο το 2% του συνολικού όγκου της γης αλλά είναι πλούσιος σε ραδιενεργά ισότοπα, $32,3 \times 10^{12}$ W προέρχονται από το μανδύα, ο οποίος αντιπροσωπεύει το 82% του συνολικού όγκου της γης, και $1,7 \times 10^{12}$ W προέρχονται από τον πυρήνα, ο οποίος αντιπροσωπεύει το 16% του συνολικού όγκου της γης και δεν περιέχει ραδιενεργά ισότοπα. Αφού η ραδιενεργή θερμότητα του μανδύα εκτιμάται σε 22×10^{12} W, η μείωση της θερμότητας στο συγκεκριμένο τμήμα της γης είναι $10,3 \times 10^{12}$ W. Σύμφωνα με πιο πρόσφατες εκτιμήσεις και υπολογισμούς, που βασίζονται σε μεγαλύτερο αριθμό δεδομένων, η ολική θερμική ροή της γης είναι περίπου 6% υψηλότερη από τις τιμές που χρησιμοποίησαν οι Stacey and Loper το 1988. Ούτως ή άλλως όμως, η διαδικασία δροσισμού παραμένει αργή. Η θερμοκρασία του μανδύα δεν έχει μειωθεί περισσότερο από 300 - 350 °C τα τελευταία 3 δισεκατομμύρια χρόνια, παραμένοντας περίπου στους 4000 °C στη βάση του. Έχει υπολογιστεί ότι το συνολικό θερμικό περιεχόμενο της γης (για θερμοκρασίες πάνω από τη μέση επιφανειακή των 15°C) είναι της τάξης των $12,6 \times 10^{24}$ MJ και του φλοιού $5,4 \times 10^{21}$ MJ.



Σχήμα 4.3 - Ο Φλοιός, ο Μανδύας και ο Πυρήνας της γης. Πάνω δεξιά: τομή του φλοιού και του ανώτερου μανδύα

4.1.2 Σημερινό καθεστώς χρήσης της γεωθερμίας

Μετά το 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο, η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας έγινε ελκυστική σε πολλές χώρες, επειδή ήταν ανταγωνιστική ως προς άλλες μορφές ενέργειας. Επιπλέον, η ενέργεια αυτή δε χρειαζόταν να εισαχθεί από άλλες χώρες, όπως συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα ενώ σε πολλές περιπτώσεις αποτελούσε τον μοναδικό διαθέσιμο εγχώριο ενεργειακό πόρο.

Η γεωθερμική ενέργεια συμμετέχει σημαντικά στο ενεργειακό ισοζύγιο αρκετών περιοχών. Για παράδειγμα, το 2001 η ηλεκτρική ενέργεια που παράχθηκε από γεωθερμικούς πόρους αντιπροσώπευε το 27% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας στις Φιλιππίνες, το 12,4 % στην Κένυα, το 11,4% στην Κόστα Ρίκα και το 4,3% στο Ελ Σαλβαδόρ.

Η πιο συνηθισμένη μη - ηλεκτρική χρήση της γεωθερμίας παγκόσμια είναι οι αντλίες θερμότητας (heat - pumps) (34,80%) και ακολουθούν η λουτροθεραπεία (26,2%), η θέρμανση χώρων (21,62%), η θέρμανση θερμοκηπίων (8,22%), οι υδατοκαλλιέργειες (3,93%) και οι βιομηχανικές χρήσεις (3,13%) (Lund and Freeston, 2001).

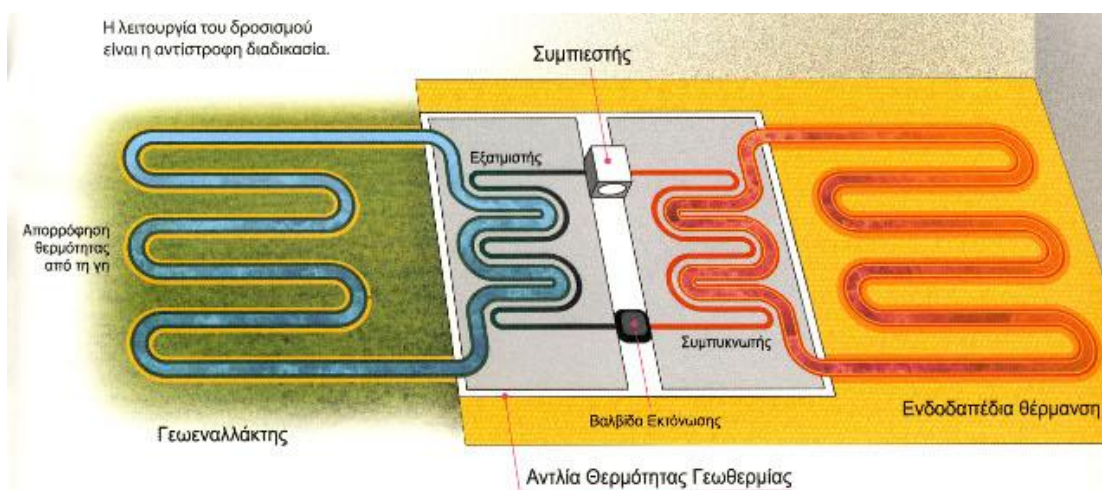
4.2 Εφαρμογές και αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία και περιλαμβάνουν:

- ηλεκτροπαραγωγή ($\theta > 90$ °C) (παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με δυαδικό κύκλο)
- θέρμανση χώρων (με καλοριφέρ για $\theta > 60$ °C, με αερόθερμα για $\theta > 40$ °C, με ενδοδαπέδιο σύστημα ($\theta > 25$ °C))
- ψύξη και κλιματισμό (με αντλίες θερμότητας απορρόφησης για $\theta > 60$ °C ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για $\theta < 30$ °C)
- θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών επειδή τα φυτά αναπτύσσονται γρηγορότερα και γίνονται μεγαλύτερα με τη θερμότητα ($\theta > 25$ °C) ή και για αντιπαγετική προστασία
- ιχθυοκαλλιέργειες ($\theta > 15$ °C) επειδή τα ψάρια χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους
- βιομηχανικές εφαρμογές όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού ($\theta > 60$ °C), ξήρανση αγροτικών προϊόντων, κλπ
- θερμά λουτρά για $\theta = 25 - 40$ °C

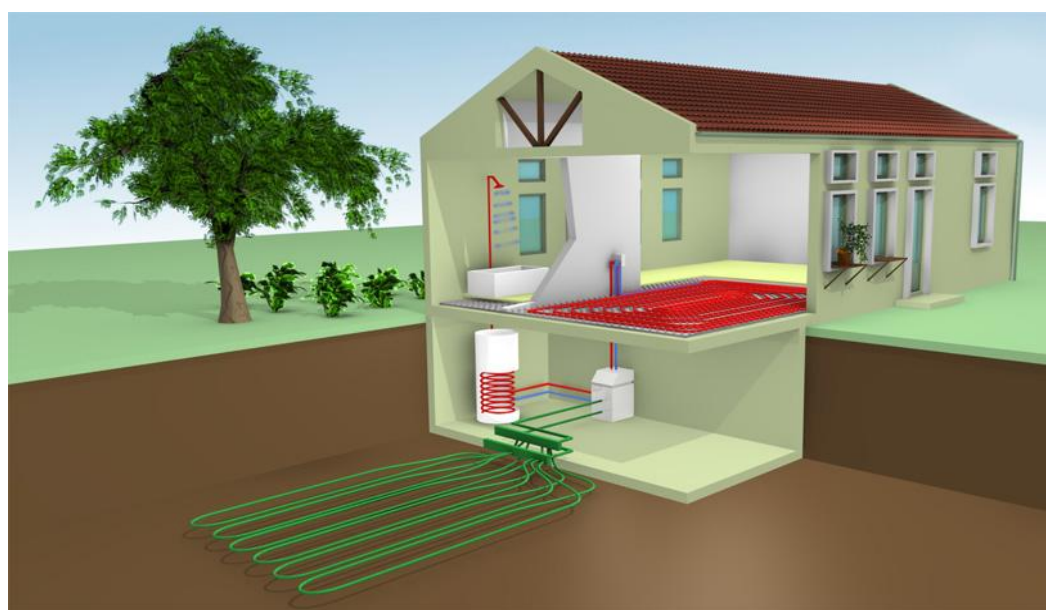
Υπάρχουν δύο κύριοι τρόποι εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας:

- ❖ Ο πρώτος συνίσταται στη χρήση της θερμότητας των γεωθερμικών ρευστών για την παραγωγή ηλεκτρισμού και τη θέρμανση νερού και χώρων. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται διεργασίες τόσο ανοικτού όσο και κλειστού κυκλώματος. Στην πρώτη περίπτωση το γεωθερμικό ρευστό εκτονώνεται σε δοχείο διαχωρισμού ατμού - υγρού και ο παραγόμενος ατμός οδηγείται σε στρόβιλο για την παραγωγή ηλεκτρισμού, ενώ το θερμό υγρό σε εναλλάκτη θερμότητας. Στην περίπτωση της διεργασίας κλειστού κυκλώματος το γεωθερμικό ρευστό οδηγείται σε εναλλάκτη θερμότητας προσδίδοντας θερμική ενέργεια σε κατάλληλο ρευστό το οποίο ατμοποιείται και οδηγείται στον στρόβιλο. Την απαιτούμενη παραγόμενη θερμότητα του κυκλώματος την αποδίδει σε συμπυκνωτή προτού διέλθει εκ νέου από τον εναλλάκτη του γεωθερμικού ρευστού.



Σχήμα 4.4 - 1^{ος} τρόπος εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας

- ❖ Κατά τον δεύτερο γίνεται εκμετάλλευση των θερμών μαζών του υπεδάφους ή υπόγειων υδάτων για την κίνηση αντλιών θερμότητας (γεωθερμικές αντλίες) για εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης. Οι γεωθερμικές αντλίες θεωρούνται ως από τις πλέον αποδοτικές ενεργητικές τεχνολογίες για τη θέρμανση και ψύξη χώρων. Χρησιμοποιούν τη φυσική θερμοκρασία του υπεδάφους εκμεταλλευόμενες το γεγονός ότι η τελευταία δεν ποικίλλει σημαντικά στη διάρκεια ενός έτους. Κατά τη χειμερινή περίοδο λαμβάνει χώρα μεταφορά θερμότητας από τη γη στο κτίριο μέσω κλειστού κυκλώματος νερού, ενώ κατά τη θερινή περίοδο αντιστρέφεται η διαδικασία. Θεωρούνται πιο αποτελεσματικές από τα κοινά κλιματιστικά καθώς απλώς μεταφέρουν τη θερμότητα αντί να καταναλώνουν ενέργεια για να τη δημιουργήσουν.



Σχήμα 4.5 - 2^{ος} τρόπος εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η εκμετάλλευση των γεωθερμικών πεδίων επιβάλλεται να γίνεται με ορθολογιστικό τρόπο. Η ενέργεια που προέρχεται από ένα γεωθερμικό πεδίο θεωρείται ανανεώσιμη εφόσον ο ρυθμός άντλησης της θερμότητας δεν υπερβαίνει το ρυθμό επαναφόρτισης του κοιτάσματος. Στην περίπτωση μονάδων ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να χρειαστούν αρκετές εκατοντάδες χρόνια για να επαναφορτιστεί ένα πεδίο που αποφορτίστηκε πλήρως.

Τα περιφερειακά συστήματα θέρμανσης μπορεί να απαιτήσουν 100 - 200 χρόνια για να επαναφορτιστούν, ενώ οι γεωθερμικές αντλίες μόνο περίπου 30 χρόνια. Παρόλα αυτά ο ισχυρισμός ότι η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι πραγματικά ανανεώσιμη δεν ευσταθεί καθώς το συνολικό γεωθερμικό δυναμικό είναι πάρα πολύ μεγάλο σε σχέση με τις καταναλωτικές ανάγκες του ανθρώπου και η γεωθερμική ενέργεια είναι πρακτικά ανανεώσιμη.

Η Ελλάδα διαθέτει μεγάλο αριθμό επιβεβαιωμένων γεωθερμικών πεδίων που είναι διάσπαρτα σε ολόκληρη σχεδόν την επικράτεια, όπως στη Νίσυρο, την Ικαρία, τη Μήλο, τη Σαντορίνη, τη Λέσβο, τη Ν. Κεσσάνη Ξάνθης, τη Νιγρίτα Σερρών, τον Λαγκαδά Θεσ/κης και τα Ελαιοχώρια Χαλκιδικής. Το απολήψιμο δυναμικό των δύο πλήρως ερευνημένων γεωθερμικών πεδίων υψηλής ενθαλπίας για ηλεκτροπαραγωγικούς σκοπούς ανέρχεται σε 170 MWe ενώ το συνολικό δυναμικό εκτιμάται σε περισσότερα από 500 MWe.

Σήμερα, η κυριότερη ενεργειακή χρήση της γεωθερμικής ενέργειας στην Ελλάδα είναι η θέρμανση θερμοκηπίων. Η συστηματικότερη αξιοποίηση της γεωθερμίας πρέπει να περιλαμβάνει και άλλες εφαρμογές όπως η τηλεθέρμανση, η θερμική αφαλάτωση του νερού και η παραγωγή ηλεκτρισμού.

4.3 Ταξινόμηση γεωθερμικών συστημάτων

Τα γεωθερμικά συστήματα μπορούν να ταξινομηθούν με διάφορα κριτήρια, όπως είναι το είδος των γεωθερμικών πόρων, ο τύπος και η θερμοκρασία των ρευστών, ο τύπος του πετρώματος που φιλοξενεί τα ρευστά, το είδος της εστίας θερμότητας, αν κυκλοφορούν ή όχι ρευστά στον ταμιευτήρα κλπ.

Σε σχέση με το είδος των γεωθερμικών πόρων διακρίνονται πέντε κατηγορίες συστημάτων, που περιγράφονται συνοπτικά ως εξής:

- α) Υδροθερμική ενέργεια
- β) Αβαθής γεωθερμία
- γ) Προχωρημένα συστήματα
- δ) Γεωπεπιεσμένη ενέργεια
- ε) Ενέργεια μάγματος

α) Τα υδροθερμικά συστήματα ή πόροι, δηλαδή τα φυσικά υπόγεια θερμά ρευστά που βρίσκονται σε έναν ή περισσότερους ταμιευτήρες, θερμαίνονται από μία εστία θερμότητας και συχνά εμφανίζονται στην επιφάνεια της γης με τη μορφή θερμών εκδηλώσεων. Τα συστήματα αυτά συχνά ταυτίζονται με το σύνολο σχεδόν των γεωθερμικών πεδίων, αφού σήμερα ουσιαστικά είναι τα μόνα συστήματα που αξιοποιούνται.

β) Η αβαθής γεωθερμία (earth energy), κατά την οποία λαμβάνονται (ή και απορρίπτονται) ποσότητες ενέργειας από μικρά βάθη με την ανακυκλοφορία νερού στα πρώτα 100 m από την επιφάνεια της γης ή με την κυκλοφορία υπόγειων νερών ή νερών από λίμνες, ποτάμια και τη θάλασσα. Αποτελεί την ταχύτερα αναπτυσσόμενη μορφή της γεωθερμικής ενέργειας.

γ) Τα προχωρημένα γεωθερμικά συστήματα (enhanced geothermal systems), όπου αναφέρονται στα θερμά πετρώματα σε βάθος από 2 μέχρι 10 km, από τα οποία μπορεί να ανακτηθεί ενέργεια χρησιμοποιώντας νερό που διοχετεύεται από την επιφάνεια, μέσω κατάλληλων γεωτρήσεων, και ανακτάται αρκετά θερμότερο με τη μορφή νερού ή ατμού μέσω άλλων γεωτρήσεων.

δ) Τα γεωπεπιεσμένα συστήματα (geopressured systems), τα οποία αποτελούνται από ρευστά εγκλεισμένα σε μεγάλο βάθος, βρίσκονται περιορισμένα από μη περατά πετρώματα και η πίεσή τους υπερβαίνει την υδροστατική.

ε) Τα μαγματικά συστήματα (magma systems), όπου αναφέρονται στην απόληψη θερμότητας με κατάλληλες γεωτρήσεις σε μαγματικές διεισδύσεις, που βρίσκονται σε μικρό σχετικά βάθος.

4.3.1.1 Ομαλή ή αβαθή γεωθερμία

Αβαθής γεωθερμία ονομάζεται η ενέργεια η οποία προέρχεται από τα επιφανειακά στρώματα της Γης. Αντίστοιχα, όταν η ενέργεια αυτή προέρχεται από τα έγκατα της γης χαρακτηρίζεται ως γεωθερμικό δυναμικό. Η εφαρμογή της γεωθερμίας στον κλιματισμό των κτιριακών εγκαταστάσεων αναφέρεται στην εκμετάλλευση της ενέργειας των επιφανειακών γεωλογικών σχηματισμών και των υδάτων - επιφανειακών και υπογείων - που δεν χαρακτηρίζονται ως γεωθερμικό δυναμικό.

Σύμφωνα με τη νέα ισχύουσα ελληνική νομοθεσία, η γεωθερμική ενέργεια κάτω των 25°C μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση και κλιματισμό κτιριακών εγκαταστάσεων, με μία απλή άδεια από την τοπική Νομαρχία. Οι περιοχές με γεωθερμικό πεδίο άνω των 25°C, είναι ιδιοκτησία του ελληνικού δημοσίου και τη διαχείριση τους έχει το υπουργείο ανάπτυξης.

4.3.1.2 Τμήματα αβαθούς γεωθερμίας

Στην αβαθή γεωθερμία μια πλήρης εγκατάσταση αποτελείται κυρίως από τα παρακάτω τμήματα:

A. Γεωθερμική αντλία θερμότητας (ΓΑΘ).

B. Γεωθερμικός εναλλάκτης (γεωεναλλάκτης).

i) Κλειστού κυκλώματος (κάθετο - γεωτρήσεις, οριζόντιο, σπειροειδές).

ii) Ανοικτού κυκλώματος (γεωτρήσεις, πηγάδια, λίμνες, ποτάμια, θάλασσα).

Γ. Σύστημα θέρμανσης/ψύξης εντός του κτιρίου (αεραγωγοί, ενδοδαπέδια - ενδοτοιχία, fan coils, καλοριφέρ).

A. Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ)

Η γεωθερμική αντλία θερμότητας είναι η "καρδιά" στην αβαθή γεωθερμία.

Δεν έχει μεγάλες διαφορές από τις γνωστές μικρές κλιματιστικές συσκευές ή εν μέρει τα ηλ. ψυγεία και αποτελείται από 4 στοιχεία: εξαμιστή, συμπιεστή, συμπυκνωτή και στοιχείο εκτόνωσης.

Η γεωθερμική αντλία θερμότητας (heat pump) λειτουργεί όπως οι αντλίες νερού μόνο που ανυψώνει, αντί για νερό, θερμική ενέργεια. Δηλαδή αντλεί ενέργεια από ένα χώρο (π.χ. θερμοκρασίας 5°C) και τη μεταφέρει σε άλλο με υψηλότερη θερμοκρασία (π.χ. 25°C).

Σε αντίθεση με τα συμβατικά συστήματα οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (ΓΑΘ) δεν καίνε ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή θερμότητας και ελάχιστο ρεύμα για τη ψύξη.

Β. Γεωθερμικός εναλλάκτης

Τα συστήματα γεωθερμίας που εκμεταλλεύονται την αβαθή γεωθερμική ενέργεια διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

i) Συστήματα γεωθερμίας κλειστού κυκλώματος

α) οριζόντια γεωθερμικά συστήματα (εκσκαφή)

β) κατακόρυφα γεωθερμικά συστήματα (γεωτρήσεις)

ii) Συστήματα γεωθερμίας ανοικτού κυκλώματος.

Γ. Εσωτερική εγκατάσταση θέρμανσης - ψύξης

Η εγκατάσταση θέρμανσης και ψύξης της κατοικίας, δεν διαφέρει σε τίποτε από τις γνωστές μας εγκαταστάσεις. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ενδοδαπέδιο ή ενδοτοιχείο σύστημα θέρμανσης και δροσισμού ή σύστημα fan coils για θέρμανση και ψύξη. Ακόμη και σώματα θερμαντικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν (αλλά θα είναι πολύ μεγάλα σε μέγεθος).

4.3.1.3 Κατηγορίες ομαλής ή αβαθής γεωθερμική ενέργειας

Τα γεωθερμικά συστήματα που εκμεταλλεύονται την αβαθή γεωθερμική ενέργεια διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: α) στα Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος (closed loop systems) και β) στα Γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος (open loop systems).

Τα γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος, όπου αυτά με τη σειρά τους χωρίζονται σε άλλες δύο υποκατηγορίες:

- Οριζόντιο κλειστό γεωθερμικό σύστημα

Ο οριζόντιος γεωεναλλάκτης κατασκευάζεται σε σκάμμα ορισμένης επιφάνειας στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου σε βάθος 1, 0 - 2, 5m και με πυκνότητα σωληνώσεων 0, 5 - 0, 8m. Στο επίπεδο αυτό αναπτύσσεται το οριζόντιο σύστημα αποτελούμενο από κυκλώματα σωλήνων δικτυωμένου πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας μέγιστου μήκους 100m, τα οποία μέσω των επιμέρους συλλεκτών οδηγούνται στην αντλία θερμότητας. Η απαιτούμενη έκταση που είναι αναγκαία είναι συνάρτηση των θερμικών και ψυκτικών απαιτήσεων του κτιρίου.



Σχήμα 4.6 - Οριζόντιο κλειστό γεωθερμικό σύστημα

- Κατακόρυφο κλειστό γεωθερμικό σύστημα

Το μέγεθος του διαθέσιμου ελεύθερου χώρου και η σύσταση του υπεδάφους καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τον τύπο του γεωθερμικού εναλλάκτη. Ο κάθετος γεωεναλλάκτης κλειστού κυκλώματος εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις με περιορισμένο περιβάλλοντα χώρο και σε περιοχές με αδυναμία άντλησης νερού από τον υδροφόρο ορίζοντα. Το πλήθος των γεωτρήσεων είναι συνάρτηση της ισχύος της εγκατάστασης, ενώ η απόδοσή των κατακόρυφων συστημάτων παρουσιάζει σταθερότητα σε όλη τη διάρκεια του έτους. Σημαντικό πλεονέκτημα των κάθετων συστημάτων αποτελεί το γεγονός της γρήγορης αποκατάστασης των θερμοκρασιακών διαταραχών του υπεδάφους, οι οποίες προκαλούνται από την εκμετάλλευση του θερμικού περιεχομένου του. Η διάμετρος της κάθε γεώτρησης είναι 6 - 8" και το βάθος τους κυμαίνεται μεταξύ 60 - 150m.



Σχήμα 4.7 - Κατακόρυφο κλειστό γεωθερμικό σύστημα

Συγκριτικά μπορούμε να πούμε ότι τα κατακόρυφα συστήματα (γεωτρήσεις) πλεονεκτούν των οριζοντίων, γιατί δεσμεύουν μικρότερες ποσότητες επιφάνειας γης για την εγκατάστασή τους και είναι πιο «σταθερά», διότι δεν επηρεάζονται σχεδόν καθόλου από τις εποχικές μεταβολές, λόγω μεγαλύτερου βάθους εγκατάστασης.

Γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού κυκλώματος



Σχήμα 4.8 - Γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού κυκλώματος

Τα γεωθερμικά συστήματα ανοιχτού κυκλώματος, αντλούν νερό από υπόγειο ταμιευτήρα με χρήση γεώτρησης και με την χρήση ενός ενδιάμεσου εναλλάκτη νερού/νερού που παρεμβάλεται μεταξύ της ΓΑΘ και του ανοικτού κυκλώματος προσδίδουν ή απορροφούν ενέργεια στο σύστημα μας πριν το νερό επιστρέψει στον ταμιευτήρα. Το σύστημα αυτό ενδείκνυται σε περιοχές με ρηχό βάθος υδροφόρου ορίζοντα. Και εδώ βασιζόμαστε την ιδιότητα της σταθερής θερμοκρασίας που έχουν τα νερά του υπόγειου ταμιευτήρα καθ' όλο τον χρόνο ανεξάρτητα από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν.

4.3.2 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

Η συστηματική εκμετάλλευση των γεωθερμικών μπορεί να αποφέρει στη χώρα μας σημαντικά οφέλη:

- Εξοικονόμηση συναλλάγματος, με τη μείωση των εισαγωγών πετρελαίου,
- Εξοικονόμηση φυσικών πόρων, κυρίως με την ελάττωση της κατανάλωσης των εγχώριων αποθεμάτων λιγνίτη, Καθαρότερο περιβάλλον, καθώς παράγονται πολύ μικρότερες εκπομπές CO₂ και ελάχιστες έως μηδενικές οξειδίων του αζώτου και του θείου,

Παρόλα αυτά, η εκμετάλλευση της γεωθερμίας συναντά αντιδράσεις σε τοπικό επίπεδο καθώς ενδέχεται να προκύψουν:

- Προβλήματα από την απόρριψη των γεωθερμικών ρευστών στο περιβάλλον της περιοχής ή δύσοσμα αέρια (π.χ. υδρόθειο). Αντιμετωπίζονται με την επανέγχυση των γεωθερμικών ρευστών στον ταμιευτήρα μέσω γεώτρησης και με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού δέσμευσης των παραγόμενων αερίων.
- Προβλήματα διάβρωσης και δημιουργίας αποθέσεων, κυρίως στις σωληνώσεις μεταφοράς των ρευστών. Μπορεί να αντιμετωπιστούν τόσο με την προσθήκη στα γεωθερμικά ρευστά κατάλληλων χημικών διαλυτοποίησης των αλάτων όσο και με τη χρήση καταλληλότερων υλικών.

4.4 Μέθοδος διαστασιολόγησης γεωθερμικού εναλλάκτη

Η μελέτη για την διαστασιολόγηση μια γεωθερμικής εγκατάστασης αποτελείται από τρία στάδια :

Τον υπολογισμό του βάθους της γεώτρησης που απαιτείται για ένα σύστημα κάθετης γεωθερμίας ή τον υπολογισμό του μήκους των σωληνώσεων για αβαθή γεωθερμία.

Την ισχύ της αντλείας.

Το υλικό και την διάμετρο των σωληνώσεων.

4.4.1 Υπολογισμός βάθους γεώτρησης

Για τον υπολογισμό του βάθους εφαρμόζεται η μέθοδος της ASHRAE. Η μεθοδολογία ξεκινά με τον υπολογισμό της μέσης ετήσιας ροής θερμότητας στο έδαφος. Υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$Q_a = \frac{Cfc*Qlc*ELFhoursc + Cfh*Qlh*ELFhoursh}{T_a}$$

Όπου Qlc : ψυκτικό φορτίο (με αρνητικό πρόσημο)

Qlh : θερμικό φορτίο

$ELFhoursc$: ώρες ονομαστικού ψυκτικού φορτίου

$ELFhoursh$: ώρες ονομαστικού θερμικού φορτίου

Cfh : συντελεστή διόρθωσης θερμικού φορτίου

Cfc : συντελεστής διόρθωσης ψυκτικού φορτίου

$T_a = 8760$ h όπου αντιστοιχούν στις ώρες ενός έτους

Τα μεγέθη $ELFhours_c$ και $ELFhours_h$ υπολογίζονται από τον τύπο :

$$ELFhours = \frac{E}{ql}$$

Όπου E : κατανάλωση ενέργειας για το φορτίο ψύξης/ θέρμανσης αντίστοιχα

ql : το θερμικό / ψυκτικό θορτίο αντίστοιχα

Οι διορθωτικοί συντελεστές προκύπτουν από τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.1 - Διορθωτικοί συντελεστές αντιών θερμότητας

Διορθωτικοί συντελεστές αντλιών θερμότητας			
EER (ψύξη)	C_{fc}	COP (θέρμανση)	C_{fh}
11,0	1,31	3,0	0,75
13,0	1,26	3,5	0,77
15,0	1,23	4,0	0,80
17,0	1,20	4,5	0,82

4.4.2 Υπολογισμός διαμέτρου σωληνώσεων

Η διάμετρος του σωλήνα εξαρτάται από την ροή ισχύος από τον κλιματιζόμενο χώρο προς το έδαφος και την παροχή του μέσου. Επίσης η διάμετρος των σωληνώσεων θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε η ταχύτητα ροής να μην υπερβαίνει το 1, 5 m/sec

Η ροή θερμικής ισχύος και η παροχή μάζας του εργαζόμενου μέσου συδέονται με την σχέση:

$$Ql = m * C_v * (t_{wi} - t_{wo}) \text{ για ψύξη}$$

&

$$Ql = m * C_v * (t_{wo} - t_{wi}) \text{ για θέρμανση}$$

Όπου m :παροχή μάζας νερού

C_v : είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού και είναι ίση με 4, 184 kJoule/kg*k

t_{wi} : η θερμοκρασία εισόδου του νερού στο γεωθερμικό εναλλάκτη

t_{wo} : η θερμοκρασία εξόδου του νερού από το γεωθερμικό εναλλάκτη

από την παροχή μάζας υπολογίζουμε την παροχή του όγκου από την σχέση:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

Η ταχύτητα ροής σχετίζεται άμεσα με την διατομή της σωλήνας. Ο τύπος που συνδέει την ταχύτητα και την διατομή του σωλήνα είναι :

$$U = \frac{4V}{\pi D^2}$$

Θέτωντας ως ανώτερο όριο για την ταχύτητα του υγρού το 1 - 1, 5 υπολογίζουμε την διατομή του σωλήνα. Παρακάτω παραθέτουμε σχετικό πίνακα με διαφόρους τύπους σωληνώσεων, το υλικό κατασκευής τους, την εξωτερική διαμετρή τους, το πάχος των τοιχωμάτων, την θερμική αγωγιμότητα και την θερμική αντίσταση τους.

Πίνακας 4.2 - Τύποι σωληνώσεων

Τύπος	Υλικό	Εξωτερική διάμετρος (mm)	Πάχος τοιχώματος (mm)	Θερμική αγωγιμότητα (W/(m.K))	Θερμική αντίσταση ((K.m)/W)
PE DN25 PN8	Πολυαιθυλένιο	25,0	2,0	0,42	0,066
PE DN32 PN8	Πολυαιθυλένιο	32,0	2,0	0,42	0,051
PE DN40 PN8	Πολυαιθυλένιο	40,0	2,3	0,42	0,046
PE DN50 PN8	Πολυαιθυλένιο	50,0	2,9	0,42	0,047
PE DN20 PN12	Πολυαιθυλένιο	20,0	2,0	0,42	0,085
PE DN25 PN12	Πολυαιθυλένιο	25,0	2,3	0,42	0,077
PE DN32 PN12	Πολυαιθυλένιο	32,0	3,0	0,42	0,079
PE DN40 PN12	Πολυαιθυλένιο	40,0	3,7	0,42	0,078
PE DN50 PN12	Πολυαιθυλένιο	50,0	4,6	0,42	0,077
SDR-11 3/4"	Πολυαιθυλένιο	26,7	2,5	0,42	0,079
SDR-11 1"	Πολυαιθυλένιο	33,4	3,0	0,42	0,075
SDR-11 1-1/4"	Πολυαιθυλένιο	42,2	3,9	0,42	0,077
SDR-11 1-1/2"	Πολυαιθυλένιο	48,3	4,4	0,42	0,076
SDR-11 2"	Πολυαιθυλένιο	60,3	5,5	0,42	0,076
SDR-13 1"	Πολυαιθυλένιο	28,6	2,2	0,22	0,121
SDR-13 1-1/4"	Πολυαιθυλένιο	34,9	2,6	0,22	0,117
SDR-13 1-1/2"	Πολυαιθυλένιο	41,3	3,1	0,22	0,118
SDR-13 2"	Πολυαιθυλένιο	54,0	4,0	0,22	0,116

4.4.3 Υπολογισμός βάθους γεώτρησης βάση ψυκτικού - θερμικού φορτίου

Ο υπολογισμός του βάθους της γεώτρησης βάσει του ψυκτικού φορτίου και θερμικού φορτίου αντίστοιχα γίνεται βάση των παρακάτω τύπων:

$$L_c = \frac{q_a \cdot R_{ga} + (C_{fc} \cdot q_{lc}) \cdot (R_b + PLF_m \cdot R_{gm} + R_{gd} \cdot F_{sc})}{t_g - \frac{t_{wi} + t_{wo}}{2} - t_p}$$

$$L_c = \frac{q_a \cdot R_{ga} + (C_{fh} \cdot q_{lh}) \cdot (R_b + PLF_m \cdot R_{gm} + R_{gd} \cdot F_{sc})}{t_g - \frac{t_{wi} + t_{wo}}{2} - t_p}$$

Όπου R_{ga} , R_{gm} , R_{gd} οι ισοδύναμες θερμικές αντιστάσεις για ετήσιο, μηνιαίο και ημερήσιο παλμό αντίστοιχα σε ($h \cdot ft^2 \cdot F/Btu$)

R_b :θερμική αντίσταση σωλήνωσης - γεώτρησης σε ($h \cdot ft^2 \cdot F/Btu$)

PLF_m : μηνιαίος συντελεστής μερικού φορτίου

F_{sc} : συντελεστής θερμικών απωλειών του κυκλώματος των σωληνώσεων

t_g : η θερμοκρασία εδάφους

t_p :διορθωτικός συντελεστής θερμοκρασίας εδάφους

4.4.4 Υπολογισμός αντίστασης εδάφους

Οι αντιστάσεις του εδάφους υπολογίζονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$R_{ga} = \frac{G_f - G_1}{k_g}$$

$$R_{gd} = \frac{G_2}{k_g}$$

$$R_{gm} = \frac{G_1 - G_2}{k_g}$$

Όπου k_g : η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους σε ($Btu / h \cdot ft^2 \cdot F$)

G_1 , G_2 , G_f : συντελεστές που δίνονται από την παρακάτω σχέση:

$$G_i = 0,0769 \cdot \ln(F_{oi}) + 0,0901$$

Όπου $f_{oi} = 1.2 \cdot f$ αδιάστατοι αριθμοί fourier. Οι αριθμοί αυτοί προκύπτουν από τις σχέσεις

$$F_{o1} = \frac{4 \cdot a_g \cdot (\tau_f - \tau_1)}{d^2}$$

$$F_{o2} = \frac{4 \cdot a_g \cdot (\tau_f - \tau_2)}{d^2}$$

$$F_{of} = \frac{4 \cdot a_g \cdot \tau_f}{d^2}$$

Όπου a_g : θερμική διαχυτότητα του εδάφους σε $ft^2/ημέρα$

τ : χρονικός παλμός επίδρασης της θερμοκρασίας του εδάφους από το γεωθερμικό εναλλάκτη σε ημέρες

d : η εσωτερική διάμετρος της σωλήνωσης του εναλλάκτη

οι αντιστάσεις του εδάφους και οι θερμικές διαχυτότητες του εκάστοτε είδους εδάφους παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 4.3 - Αντιστάσεις εδάφους και θερμικές διαχυτότητες εδάφων

Τύπος πετρώματος	Συχνότητα εμφάνισης στη γη (%)	Θερμική αγωγιμότητα Κ-100% (Btu/hft°F)	Θερμική αγωγιμότητα Κ-80% (Btu/hft°F)	Ειδική θερμότητα Cp (Btu/hft°F)	Πυκνότητα ρ (lb/ft ³)	Θερμική διαχυτότητα α (ft ² /day)
Ιζημετογενή πετρώματα						
Claystone		1,1-4,7				
Δολομίτης		0,9-3,6	1,6-3,6	0,21	170-475	1,1-2,3
Ασβεστόλιθος		0,8-3,6	1,4-2,2	0,22	150-475	1,0-4,4
Rock Salt		3,7		0,2	130-435	
Χαλαζιακή άμμος	1,7	1,2-2,0		0,24	160-470	0,7-4,2
Siltstone		0,8-1,4				
Wet shale (25% χαλαζίας)	4,2	0,6-2,3	1,0-4,8	0,21	130-165	0,9-1,2
Wet shale (0% χαλαζίας)			0,6-0,9			0,5-0,6
Dry shale (25% χαλαζίας)			0,8-4,4			0,7-1,0
Dry shale (0% χαλαζίας)			0,5-0,8			0,45-0,55

Τύπος πετρώματος	Συχνότητα εμφάνισης στη γη (%)	Θερμική αγωγιμότητα K-100% (Btu/hft°F)	Θερμική αγωγιμότητα K-80% (Btu/hft°F)	Ειδική θερμότητα Cp (Btu/hft°F)	Πυκνότητα ρ (lb/ft ³)	Θερμική διαχυτότητα α (ft ² /day)
Μεταμορφωγενή πετρώματα						
Γνευσίτης	21,4	1,0-3,3	1,3-2,0	0,22	160-175	0,9-1,2
Μάρματο	0,9	1,2-3,2	1,2-1,9	0,22	170	0,8-1,2
Χαλαζίας		3,0-4,0		0,2	160	2,2-3,0
Σχιστόλιθος (schist)	5,1	1,2-2,6	1,4-2,2		170-200	
Σχιστόλιθος (slate)		0,6-4,5		0,22	170-475	0,6-0,9

4.4.5 Θερμική αντίσταση σωλήνωσης

Η θερμική αντίσταση της σωλήνωσης είναι συνάρτηση του υλικού του σωλήνα, του πάχους του σωλήνα και του υλικού πλήρωσης. Εκφράζει την αντίσταση στη μεταφορά θερμότητας του ρευστού προς το έδαφος.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι ανάλογοι πίνακες.

Πίνακας 4.4 - Θερμικές αντιστάσεις σωληνώσεων

Διάμετρος σωλήνωσης τύπου U	SDR	Παροχή νερού άνω των 2 gpm	Παροχή μίγματος 20% γλυκόλης 3 gpm	Παροχή μίγματος 20% γλυκόλης 5 gpm	Παροχή μίγματος 20% γλυκόλης 10 gpm
3/4 in	SDR 11	0,09	0,12	-	-
	SDR 9	0,11	0,15	-	-
	SDR 40	0,10	0,14	-	-
1 in	SDR 11	0,09	0,14	0,10	-
	SDR 9	0,11	0,15	0,12	-
	SDR 40	0,10	0,16	0,11	-
1-1/4 in	SDR 11	0,09	0,15	0,12	0,09
	SDR 9	0,11	0,17	0,15	0,11
	SDR 40	0,09	0,15	0,12	0,09
1-1/2in	SDR 11	0,09	0,16	0,15	0,09
	SDR 9	0,11	0,18	0,17	0,11
	SDR 40	0,08	0,14	0,14	0,08

Πίνακας 4.5 - Διορθωτικοί συντελεστές θερμικών αντιστάσεων σωληνώσεων

Αγωγιμότητα εδάφους (Btu/(h·ft·°F))	0,9		1,3			1,7	
	0,5	2	0,5	1	2	0,5	1
Αγωγιμότητα υλικού πλήρωσης γεώτρησης (Btu/(h·ft·°F))							
Διάμετρος γεώτρησης 4 in							
3/4 in σωλήνωση τύπου U	0,11	-0,05	0,14	0,03	-0,02	0,17	0,05
1 in σωλήνωση τύπου U	0,07	-0,03	0,09	0,02	-0,02	0,13	0,04
Διάμετρος γεώτρησης 5 in							
3/4 in σωλήνωση τύπου U	0,14	-0,06	0,18	0,04	-0,04	0,21	0,06
1 in σωλήνωση τύπου U	0,11	-0,04	0,14	0,03	-0,02	0,16	0,05
1-1/4 in σωλήνωση τύπου U	0,06	-0,03	0,09	0,02	-0,02	0,12	0,04
Διάμετρος γεώτρησης 6 in							
3/4 in σωλήνωση τύπου U	0,18	-0,07	0,21	0,04	-0,05	0,24	0,07
1 in σωλήνωση τύπου U	0,14	-0,06	0,17	0,03	-0,04	0,21	0,06
1-1/4 in σωλήνωση τύπου U	0,09	-0,04	0,12	0,03	-0,02	0,15	0,05
1-1/2 in σωλήνωση τύπου U	0,07	-0,03	0,09	0,02	-0,02	0,11	0,04

Πίνακας 4.6 - Θερμικές αντιστάσεις υλικών πλήρωσης

Υλικό πλήρωσης γεώτρησης	Αγωγιμότητα υλικού πλήρωσης γεώτρησης (Btu/(h·ft·°F))	Υλικό πλήρωσης γεώτρησης	Αγωγιμότητα υλικού πλήρωσης γεώτρησης (W/(m·K))
20% μπετονίτης	0,42	Αμμοχάλικο ξηρό	0,4
30% μπετονίτης	0,43	Νερό στάσιμο	0,6
Τσιμέντο	0,40 - 0,45	Μπετονίτης 10%, νερό	0,7
Σκυρόδεμα 130/150 lb/ft ³	0,60 - 0,80	Μπετονίτης/ τσιμέντο/ άμμος 9/9/20%, νερό	0,7 - 0,8
Σκυρόδεμα 50% χαλαζιακή άμμος	1,10 - 1,70	Υγρή άμμος	1,0
20% μπετονίτης - 40% χαλαζίτης	0,85	Παγωμένος μπετονίτης 10%	1,4
30% μπετονίτης - 30% χαλαζίτης	0,70 - 0,75	Μπετονίτης/ χαλαζίτης 12/50%, νερό	1,5
30% μπετονίτης - 30% σιδηρομέταλλευμα	0,45	Χαλίκι, νερό	1,8
60% χαλαζίτης - τέφρα - άμμος	1,07	Πάγος	2,3
		Τσιμέντο/ άμμος 27%/58%, νερό	2,4
		Χαλαζίτης, νερό	2,4- 2,7
		Τσιμέντο/ γραφίτης	2,0

Υπολογισμός συντελεστή θερμικών απωλειών F_{sc}

Εκφράζει την απώλεια θερμότητας μεταξύ των ίδιων των σωληνώσεων. Υπολογίζεται από τον παρακάτω πίνακα.

Παροχή ανά σωλήνωση (gpm)	Αριθμός βρόγχων ανά γεώτρηση		
	1	2	3
2	1,06	1,03	1,02
3	1,04	1,02	1,01

Σχήμα 4.9 - Υπολογισμός συντελεστή θερμικών απωλειών F_{sc}

4.4.6 Θερμοκρασία εδάφους

Η θερμοκρασία εδάφους εξαρτάται από την περιοχή εγκατάστασης. Δηλαδή την θερμοκρασία που επικρατεί και τις ιδιότητες του εδάφους. έχει διαπιστωθεί πως η θερμοκρασία του εδάφους επηρεάζεται από την ατμοσφαιρική θερμοκρασία μέχρι τα 5 μέτρα ενώ από τα 31 μέτρα βάθος ο επιρρασμός είναι σχεδόν μηδενικός.

Θερμοκρασία εισόδου εξόδου υγρού

Η θερμοκρασία εισόδου εξόδου ρυθμίζεται από την αντλία θερμότητας.

Συνήθως ισχύει ότι $|t_{wo} - t_{wi}| = 4$

4.4.7 Υπολογισμός πτώσης πίεσης στο υδραυλικό δίκτυο

Ο υπολογισμός της πτώσης πίεσης στο υδραυλικό δίκτυο του γεωθερμικού εναλλάκτη θερμότητας θα μας βοηθήσει να διαστασιολογήσουμε ορθά τον κυκλοφορητή ώστε να έχουμε την απαιτούμενη κυκλοφορία του υγρού.

Οι απώλειες που απαρτίζουν την συνολική πτώση πίεσης είναι :

Γραμμικές απώλειες γεωθερμικών εναλλακτών

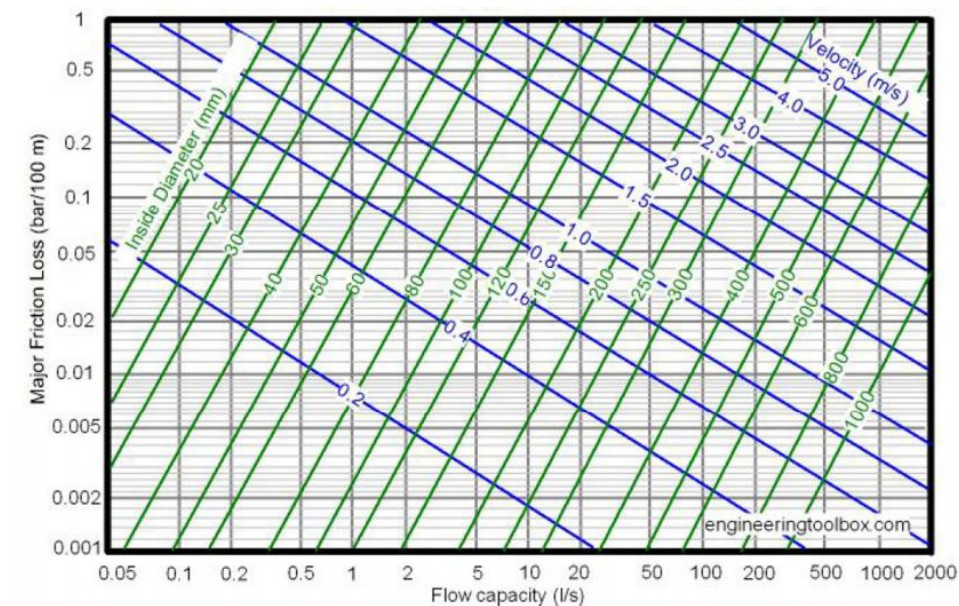
Απώλειες ενδιάμεσου δικτύου

Τοπικές απώλειες δικτύου γεωτρήσεων λαμβάνονται ίσες με 0, 005 bar

Τοπικές απώλειες πίεσης ΓΑΘ λαμβάνονται ίσες με 0, 25 - 0, 3 bar

Τοπικές απώλειες πίεσης λοιπών εξαρτημάτων λαμβάνονται ίσες με 0, 2 bar

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα τυπικό διάγραμμα πτώσης πίεσης σε bar ανά 100 μέτρα σωλήνωσης σε σχέση με την παροχή την ταχύτητα και την διάμετρο της σωλήνωσης.



Σχήμα 4.10 - Διάγραμμα πτώσης πίεσης ανα 100 μέτρα σωλήνωσης

4.4.8 Υπολογισμός δοχείου διαστολής

Η ύπαρξη δοχείου διαστολής, όπως σε κάθε κλειστό σύστημα θέρμανσης, έχει ως στόχο να αποροφά τις διαταραχές στην πίεση του υγρού, ώστε να κρατά την πίση στις σωληνώσεις στα επιθυμητά επίπεδα. Ο υπολογισμός του γίνεται με την χρήση του παρακάτω τύπου:

$$V_t = V_s \cdot \frac{\left(\frac{v_2}{v_1}\right) - 1}{1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)}$$

Όπου V_t : ο όγκος του δοχείου διαστολής

V_s : ο όγκος του νερού της εγκατάστασης

T_1 : η χαμηλότερη θερμοκρασία του δικτύου (0 °C)

T_2 : η υψηλότερη θερμοκρασία του δικτύου (50°C)

P_1 : η χαμηλότερη πίεση δικτύου

P_2 : η υψηλότερη πίεση δικτύου

V_1 : ο ειδικός όγκος του νερού στη χαμηλότερη θερμοκρασία

V_2 : ο ειδικός όγκος του νερού στην υψηλότερη θερμοκρασία

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ”

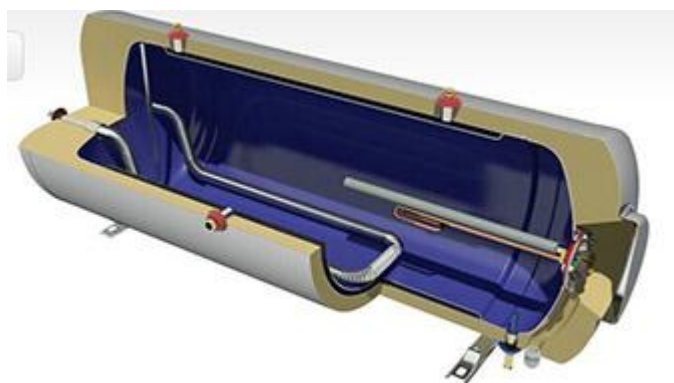
5.1 Γενικά

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 Κύπρο.



Σχήμα 5.1 - Ηλιακός θερμοσίφωνας

Το μπόιλερ είναι ένα δοχείο αποθήκευσης ζεστού νερού που διατηρεί πάντα την επιθυμητή θερμοκρασία και διατίθεται άμεσα την στιγμή της ζήτησης.



Σχήμα 5.2 - Δοχείο αποθήκευσης ζεστού νερού

Τα δοχεία αποθήκευσης μπορούν να βρίσκονται είτε εσωτερικά του λέβητα είτε εξωτερικά, συνδεδεμένα με τον λέβητα ώστε να σχηματίζουν ένα σύστημα θέρμανσης και παραγωγής ζεστού νερού με μοναδικό και πολύ αποτελεσματικό τρόπο.

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η απλούστερη και η γνωστότερη ηλιακή συσκευή. Κατά την λειτουργία του γίνεται εκμετάλλευση δυο φυσικών φαινομένων. Με την αρχή του θερμοσιφώνου 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.

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 θερμοσίφωνας 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 θερμοσιφώνων στην Ελλάδα οφείλεται στα φορολογικά κίνητρα που είχε θεσπίσει το Ελληνικό κράτος.

Σήμερα οι ηλιακοί θερμοσίφωνες χρησιμοποιούνται από περισσότερους από ένα εκατομμύριο καταναλωτές. Μέχρι και τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα ήταν απ' τις κύριες κατασκευάστριες χώρες ηλιακών θερμοσιφώνων.

5.2 Είδη Ηλιακού Θερμοσίφωνα

Διακρίνουμε δύο είδη ηλιακών θερμοσιφώνων 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 θερμοσίφωνες 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 θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος μπορεί το θερμαινόμενο μέσο να είναι και άλλο ρευστό (πχ. λάδι). Αν είναι μόνο νερό, έχει αντιψυκτικά και αντιδιαβρωτικά πρόσθετα για προστασία της συσκευής.

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

- Διπλής ενέργειας: Ο θερμοσίφωνα 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 θερμοσίφωνα 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).

5.3 Μέρη Ηλιακού Θερμοσίφωνα

5.3.1 Βασικά 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 ηλιακοί θερμοσίφωνες διαθέτουν και κάποια εξαρτήματα ελέγχου όπως βαλβίδα υπερπίεσης και αυτόματα εξαεριστικά.

5.3.2 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
- Το θερμικά μονωμένο πλαίσιο πάνω στο οποίο στερεώνονται τα υπόλοιπα εξαρτήματα.

5.3.2.1 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 τη 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).

5.3.2.2 Παράγοντες απόδοσης συστήματος

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 μεγάλη 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 με επίστρωση τιτανίου. (επιλεκτικοί - selective)

5.3.3 Δεξαμενή αποθήκευσης

Οι δεξαμενές αποθήκευσης του νερού χρήσης έχουν χωρητικότητα που κυμαίνεται από 100 έως 200 λίτρα για συνήθεις οικιακές εφαρμογές. Η χωρητικότητά τους είναι συνάρτηση της συλλεκτικής επιφάνειας που διαθέτουν. Ένας ηλιακός θερμοσίφωνας με δεξαμενή 100 λίτρων και επιλεκτική συλλεκτική επιφάνεια 2 τ.μ αποδίδει κατά μέσο όρο περίπου 150 λίτρα ζεστού νερού χρήσης σε θερμοκρασία 35 - 40 βαθμών της κλίμακας Κελσίου.

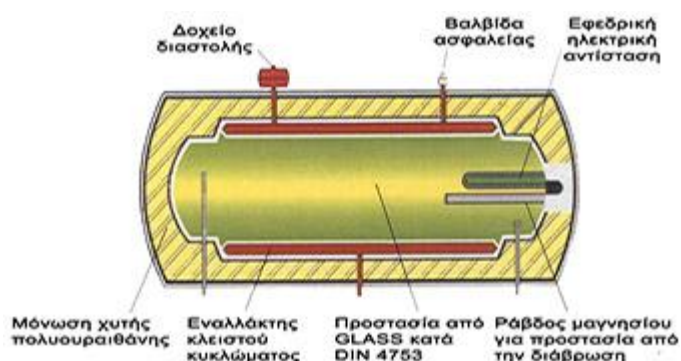
Είναι συνήθως κατασκευασμένη από διάφορες ποιότητες χάλυβα ή και από χαλκό. Εναλλακτικά η δεξαμενή μπορεί να έχει και κάποια επίστρωση, συνήθως εμαγιέ (υαλόκραμα) αλλά και οποιαδήποτε άλλη επίστρωση με διάφορες προσμίξεις, για την αποφυγή των ηλεκτρολύσεων που δημιουργούνται στα σημεία συγκόλλησης. Εξωτερικά έχει πολύ καλή μόνωση συνήθως από πολυουρεθάνη. (5cm - 7cm)

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).

5.4 Αρχή Λειτουργίας

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας φυσικής κυκλοφορίας κατά την λειτουργία του εκμεταλλεύεται το φυσικό φαινόμενο της ροής των ρευστών λόγω διαφοράς θερμοκρασίας (διαφοράς πυκνότητας), γνωστό και σαν αρχή του θερμοσίφωνου. 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. (σε περίπτωση που δημιουργηθούν φυσαλίδες αέρα στο κλειστό κύκλωμα η απόδοση του συστήματος μειώνεται)



Σχήμα 5.3 - Κυκλοφορία ηλιακού θερμοσίφωνα

Η συνολική απόδοση του ηλιακού θερμοσίφωνα εξαρτάται από το μέγεθος και το είδος (ποιότητα) της συλλεκτικής επιφάνειας που σε συνάρτηση με το θερμοδοχείο (το οποίο όσο μικρότερο είναι ανεβάζει μεγαλύτερη θερμοκρασία) καθώς και από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τη νεφοκάλυψη και την αποτελεσματικότητα της θερμικής μόνωσης του συστήματος.

Χρειάζεται μελέτη και ειδικές μετρήσεις ώστε η θερμοκρασία του νερού να μην ξεπερνάει το σημείο βρασμού και να μην γίνεται ατμοποίηση. Για την οικονομικότερη λειτουργία του ηλιακού θερμοσίφωνα τόσο στην αναθέρμανση όσο και στην ηλεκτρική του λειτουργία κατά τους χειμερινούς μήνες είναι απαραίτητο η δεξαμενή να αποθηκεύει νερό υψηλής θερμοκρασίας. Για αυτόν τον λόγο αλλά και για την προστασία του περιβάλλοντος, οι κατασκευαστές μελετούν συστήματα με δεξαμενές το δυνατόν μικρότερες οπότε και αποδοτικότερα ηλιακά συστήματα. Για τις μετρήσεις αυτές τα εργαστήρια εκδίδουν για λογαριασμό των κατασκευαστών ανάλογα πιστοποιητικά απόδοσης των συστημάτων.

5.5 Εγκατάσταση

Ο καλύτερος προσανατολισμός για την τοποθέτηση των ηλιακών θερμοσιφώνων (ακριβέστερα των ηλιακών συλλεκτών) είναι ο νότιος, για να εκμεταλλεύεται ο

θερμοσίφωνα 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 βάνα 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 θερμοσίφωνων 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 εκτός εαν τοποθετηθούν ειδικές θερμορυθμιστικές βάνες που επιτρέπουν ελάχιστη διαφυγή νερού, ικανή να αποτρέψει την δημιουργία πάγου στο κύκλωμα.

5.6 Ο Ηλιακός Θερμοσίφωνα σαν οικολογική συσκευή

Ο ηλιακός θερμοσίφωνα είναι μια απ' τις "καθαρότερες" και πιο αποδοτικές συσκευές που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη διάρκεια ζωής του ο ηλιακός θερμοσίφωνα 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.

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΤΖΑΚΙ”

6.1 Γενικά

Ενεργειακό είναι το τζάκι το οποίο εκμεταλλεύεται το μεγαλύτερο ποσοστό της θερμότητας που παράγεται από την καύση του ξύλου, διοχετεύοντας την στον εσωτερικό χώρο. Η διοχέτευση θερμού αέρα στον χώρο προέρχεται από την εισαγωγή φρέσκου(εξωτερικού) αέρα σε ένα θάλαμο που περιβάλλει την εστία. Ο θάλαμος θερμαίνεται, από την ζέστη που μεταδίδουν τα καιγόμενα ξύλα σε αυτόν και στην συνέχεια μέσω σωληνώσεων και περσίδων, διοχετεύεται με φυσική ή μηχανική ροή θερμός αέρας σε μια επιθυμητή διεύθυνση μέσα στον χώρο.



Σχήμα 6.1 - Ενεργειακό τζάκι

Είναι εστίες με πόρτα και έχουν κεραμικό τζάμι το οποίο σφραγίζει αεροστεγώς.

Τα πλεονεκτήματα του είναι:

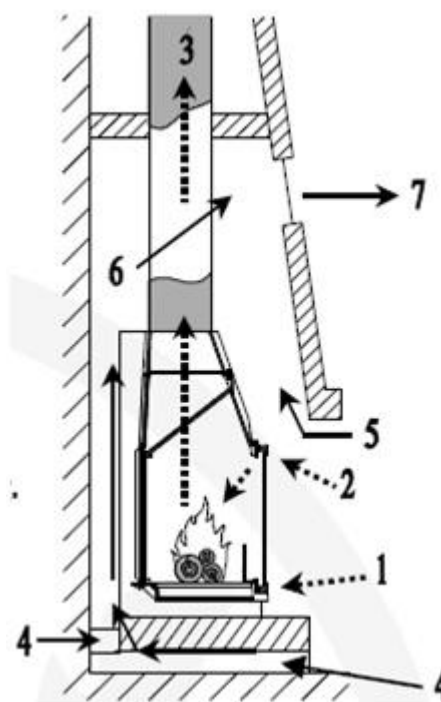
- Υψηλή θερμική απόδοση (έως και 83 %).
- Οικονομία στην κατανάλωση ξύλου (έως και 2 Kg/h).
- Πολύ περιορισμένη εκπομπή καυσαερίων.
- Δυνατότητα ελέγχου του επιπέδου καύσης ανάλογα με την επιθυμητή θερμοκρασία.
- Μεγάλη ασφάλεια λόγω της πόρτας.
- Δυνατότητα μετάδοσης της θερμότητας στον χώρο με μηχανική ή φυσική ροή.

- Αποφυγή οσμών και καπνού στο χώρο μας.
- Η μέγιστη απόδοση του ενεργειακού τζακιού επιτυγχάνεται όταν η πόρτα είναι κλειστή. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και με την πόρτα ανοιχτή, χωρίς να στερεί καμία από τις απολαύσεις του τζακιού, όπως τη θέα της φωτιάς και το ψήσιμο.

6.2 Τοιχώματα Ενεργειακών τζακιών

6.2.1 Ενεργειακό Τζάκι Μονού τοιχώματος

Εστίες φτιαγμένες εξολοκλήρου από μαντέμι.



Σχήμα 6.2 - Ενεργειακό τζάκι μονού τοιχώματος

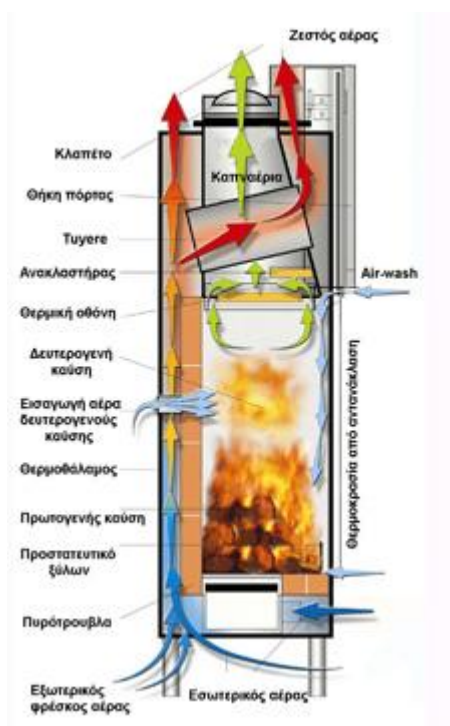
Ο αέρας που περνάει περιμετρικά από την εστία, ζεσταίνεται, ανεβαίνει ψηλά, με φυσική ροή, και βγαίνει στο δωμάτιο μέσω περσίδων. Περιορισμένης θερμικής απόδοσης. Ιδανικά για την θέρμανση ενιαίου χώρου μέχρι 60 - 70 m².

- Κύρια είσοδος και ρυθμιστής εισαγωγής αέρα καύσης (για τον έλεγχο της κατανάλωσης ξύλων)
- Air wash (εισαγωγή αέρα για την μείωση λερώματος του τζαμιού)
- Εξαγωγή καπναερίων
- Είσοδος φρέσκου αέρα για θέρμανση
- Φρέσκος αέρας για θέρμανση μεταξύ συσκευής και περιβλήματος.

- Κίνηση του αέρα καθώς θερμαίνεται
- Έξοδος θερμού αέρα από περσίδες στον χώρο

6.2.2 Ενεργειακό Τζάκι Τριπλού τοιχώματος

Τα δύο εξωτερικά τοιχώματα είναι φτιαγμένα από χάλυβα, ενώ το εσωτερικό μπορεί να είναι από χάλυβα, μαντέμι, κεραμικό ή πυρότουβλο.



Σχήμα 6.3 - Ενεργειακό τζάκι τριπλού τοιχώματος

Ο αέρας περνά ανάμεσα στα δύο εξωτερικά τοιχώματα της εστίας, ζεσταίνεται, με φυσική ροή ανεβαίνει προς τα πάνω, περνά μέσα από ειδικά διαμορφωμένους εναλλάκτες και κατευθύνεται μέσω αεραγωγών σε περσίδες, από όπου διοχετεύονται στον χώρο.

Είναι υψηλής θερμαντικής ισχύς και αποδόσεις (μέχρι 85%) και μπορούν να πάρουν ανεμιστήρα και να διανέμουν τον αέρα σε ολόκληρο το σπίτι. Ιδανικά για θέρμανση σπιτιών μέχρι 160 - 170 m².

Ανάλογα την κατασκευή, διαθέτουν ρυθμιστές καύσης και τάμπερ, για τον έλεγχο της κατανάλωσης και της συντήρησης των ξύλων.

Δεν δημιουργούν απώλειες θέρμανσης, είναι ασφαλή και οι ρύποι τους (ειδικά στα μοντέλα με δευτερογενή καύση) είναι περιορισμένοι.

6.3 Διαφορές Παραδοσιακού - Ενεργειακού Τζακιού

Οι διαφορές των δύο τύπων τζακιού είναι μεγάλες και στη θέρμανση και στο κόστος χρήσης. Τα παραδοσιακά τζάκια ανοικτού τύπου ζεσταίνουν τοπικά, όπου φτάνει η φλόγα, ενώ η καμινάδα απορροφά από το σπίτι από 200 έως 400 κυβικά μέτρα αέρα την ώρα, με αποτέλεσμα να το κρυώνει. Η κατανάλωση των ξύλων είναι μεγάλη και μη ελεγχόμενη, με αποτέλεσμα να αξιοποιείται μόνο το 10% - 15% της θερμογόνου απόδοσης του ξύλου, ενώ βέβαια η καύση των ξύλων μέσω του συμβατικού τζακιού ρυπαίνει το περιβάλλον.

Αντίθετα, τα ενεργειακά τζάκια κλειστού τύπου θερμαίνουν αέρα γύρω από τα τοιχώματά τους και τον διανέμουν στον χώρο, αφού η πόρτα αποτρέπει την έξοδο του αέρα από το σπίτι μέσω της καμινάδας.

Παράλληλα, έχουν μικρή και ελεγχόμενη κατανάλωση ξύλου, αξιοποιούν το 75% - 80% της θερμογόνου απόδοσης του ξύλου, περιορίζοντας ταυτόχρονα στο ελάχιστο δυνατό τις εκπομπές ρύπων. Σύμφωνα με υπολογισμούς που έχουν γίνει, ένα ενεργειακό τζάκι χρειάζεται περίπου 6 κιλά ξύλα ανά ώρα (καίνε επίσης μπριγκέτες και πέλετ) ενώ εκπέμπουν περίπου 6 γραμμάρια αερίων με άνθρακα ανά ώρα, έναντι 47 των συμβατικών τζακιών.

Τα ενεργειακά τζάκια πέρα από την υψηλή απόδοση έχουν και ένα μεγάλο πλεονέκτημα: είναι απόλυτα ασφαλή. Με τη γυάλινη (είτε μαντεμένα) πόρτα που διαθέτουν μπορούν να λειτουργούν χωρίς την επίβλεψη κάποιου στο χώρο, ενώ με τον περισσότερο χρόνο που κρατά η καύση ενός κούτσουρου δεν υπάρχει ανησυχία για συνεχή ανατροφοδοσία.

Ένα ακόμα θετικό, είναι ότι λόγω της ποιοτικότερης καύσης, η κάπνα από την καμινάδα είναι λιγότερο έντονη (και λιγότερο ενοχλητική για τους γείτονες και το περιβάλλον).

Στον παρακάτω πίνακα μπορούμε να δούμε τις διαφορές ανάμεσα σε ένα παραδοσιακό και ένα ενεργειακό τζάκι.

Πίνακας 6.1 - Διαφορές Παραδοσιακού με Ενεργειακού Τζακιού

ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΑ ΤΖΑΚΙΑ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΤΖΑΚΙΑ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΤΥΠΟΥ
ΖΕΣΤΑΙΝΟΥΝ ΤΟΠΙΚΑ ΟΠΟΥ ΦΤΑΝΕΙ Η ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	ΘΕΡΜΑΙΝΟΥΝ ΑΕΡΑ ΓΥΡΩ ΑΠΌ ΤΑ ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ ΤΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟΝ ΔΙΑΝΕΜΟΥΝ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ
Η ΚΑΜΙΝΑΔΑ ΡΟΥΦΑΕΙ ΑΠΌ ΤΟ ΣΠΙΤΙ 200 - 400 m³/h ΑΕΡΑ ΜΕ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΝΑ ΤΟ ΚΡΥΩΝΕΙ	Η ΠΟΡΤΑ ΑΠΟΤΡΕΠΕΙ ΤΗΝ ΕΞΟΔΟ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΑΠΌ ΤΟ ΣΠΙΤΙ ΜΕΣΩ ΤΗΣ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ
Η ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΩΝ ΞΥΛΩΝ ΕΙΝΑΙ ΜΕΓΑΛΗ ΚΑΙ ΜΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ	ΥΠΆΡΧΕΙ ΜΙΚΡΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΞΥΛΟΥ
ΑΞΙΟΠΟΙΟΥΝ ΤΟ 10 - 15 % ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ	ΑΞΙΟΠΟΙΟΥΝ ΤΟ 70 - 85 % ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ
ΡΥΠΑΙΝΟΥΝ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΟΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΕΙΝΑΙ ΠΟΛΥ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ
ΕΙΝΑΙ ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΑ ΓΙΑ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΦΩΤΙΑΣ	ΠΑΡΕΧΟΥΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑ

6.4 Υπολογισμός Ισχύος και Βαθμού Απόδοσης Εστιών

Παρακάτω θα δούμε συνοπτικά την απόδοση που έχει μια εστία και από τι εξαρτάται η απόδοσή της αυτή:

- 1KW = 860 θερμίδες
- 1kg καυσόξυλα δρυς με υγρασία < 18% έχει υπολογιστεί ότι αποδίδει περίπου 4.000 θερμίδες
- Μια μέση συμβατική κατοικία χρειάζεται κατά μέσο όρο 120 θερμίδες ανά τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας με 3 μέτρα ύψος. Αυτό ποικίλει ανάλογα με την κατασκευή, τις μονώσεις, το κλίμα κτλπ.
- Βαθμός απόδοσης της εστίας είναι ο λόγος της αποδιδόμενης ενέργειας προς την προσφερόμενη και είναι πάντα μικρότερος της μονάδας.

Εστία 14KW με βαθμό απόδοσης 80% ή 0,8 αποδίδει 12.040 θερμίδες, ικανές να ζεστάνουν ενιαίο χώρο 100 τετραγωνικών μέτρων, με κατανάλωση ξύλου 3,76kg ανά ώρα.

Δεν είναι η φλόγα αλλά ο θερμός αέρας της επαγωγής και οι καλές ακτινοβολίες των μετάλλων που αποδίδουν, για αυτό τα παλιά χτιστά τζάκια και τα τζάκια με πυρότουβλο ανήκουν πλέον στο παρελθόν.

7^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ”

7.1 Εισαγωγή

Ενεργειακή μελέτη βάση ΚΕΝΑΚ έχει αντικαταστήσει τη μελέτη θερμομόνωσης. Σε όλα τα κτίρια πρέπει να εκπονείται ενεργειακή μελέτη εκτός από τις εξής κατηγορίες:

- Κτίρια μικρότερα των 50 m²
- Χώροι λατρείας
- Κτίρια με μηδενική ή χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση για την επίτευξη της θερμικής άνεσης
- Κτίρια αγροτικής χρήσης
- Βιομηχανικά κτίρια
- Εργαστήρια

Επίσης ενεργειακή μελέτη πρέπει να γίνεται σε κτίρια τα οποία υφίστανται ανακαίνιση, εφόσον η ανακαίνιση υπερβαίνει το 25% της συνολικής αξίας του κτιρίου ή υπερβαίνει το 25% του κτιριακού κελύφους, Κτίρια που αλλάζουν χρήση στο σύνολο τους, κτίρια που γίνεται προσθήκη καθ' ύψος ή κατ' επέκταση εφόσον είναι > 50m². Στην περίπτωση που η προσθήκη είναι λειτουργικά εξαρτημένη από το υπόλοιπο της οικοδομής πρέπει η μελέτη να εκπονείται για το σύνολο του κτιρίου ενώ εάν είναι λειτουργικά ανεξάρτητη τότε η μελέτη γίνεται μόνο για την προσθήκη.

7.2 Περιγραφή κτιρίου

Η περιγραφή του κτιρίου θα πρέπει να γίνεται στο αρχικό στάδιο της μελέτης και θα περιλαμβάνει τα στοιχεία του κτιρίου και το τοπογραφικό διάγραμμα. Στα στοιχεία του κτιρίου περιλαμβάνονται:

1. Αναλυτική περιγραφή της θέσης του υπό μελέτη κτιρίου

Οριοθέτηση των χρήσεών του και καθορισμός του ωραρίου λειτουργίας

2. Πίνακα με επιφάνειες των πραγματικών χρήσεων του κτιρίου ανά όροφο
3. Αναφορά του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση της μελέτης

7.3 Τοπογραφικό διάγραμμα

Το τοπογραφικό διάγραμμα θα πρέπει να περιλαμβάνει :

1. την ακριβή θέση του υπο μελέτη κτιρίου στο οικοπέδο και τις αποστάσεις από τα γειτονικά κτίρια
2. αναλυτική περιγραφή της θέσης του οικοπέδου και των γειτονικών κτιρίων.

Ένα κτίριο μεικτής χρήσης χαρακτηρίζεται ως κτίριο με μία κύρια χρήση όταν η δομημένη επιφάνεια της μίας χρήσης είναι ίση με μεγαλύτερη των 90 % της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου.

7.4 Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός περιλαμβάνει την χωροθέτηση του κτιρίου, τη διαταξη των εσωτερικών χώρων, την ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων, το φυσικό φωτισμό, το φυσικό δροσισμό, παθητικά ηλιακά συστήματα και τέλος την διαμόρφωση του περιβαλλοντα χώρου για την βελτίωση του μικροκλίματος

7.4.1 Χωροθέτηση κτιρίου

Η χωροθέτηση του κτιρίου περιλαμβάνει:

1. Σχέδιο σκιασμού του οικοπέδου στις 21 Δεκεμβρίου και στις 21 Ιουνίου για τις ώρες 9.00, 12.00 και 15.00, στο οποίο δίνεται το αζιμούθιο του ηλίου για τις συγκεκριμένες ώρες και μέρες.
2. Σχέδιο σκιασμού των όψεων του υπό μελέτη κτιρίου από γειτονικά κτίρια, στο οποίο δίνεται το ύψος του ηλίου για τις συγκεκριμένες ώρες και μέρες.
3. Σχόλια για την σκίαση του κτιρίου από τα γειτονικά κτίρια.

Οι σκιάσεις στο σχέδιο αποτυπώνονται στις όψεις του κτιρίου με κατακόρυφες γωνίες σκίασης VSA οι οποίες υπολογίζονται από τη σχέση:

$$VSA = \text{Τοξεφ} \left(\frac{\varepsilon\varphi\alpha}{\text{συν}HSA} \right)$$

Όπου :

α : ύψος του ηλίου

HAS : οριζόντια γωνία σκίασης

Η οριζόντια γωνία σκίασης υπολογίζεται από την σχέση:

$$HAS = |\gamma_s - \gamma| \leq 90^0$$

όπου γ_s αζιμούθιο του ηλίου

γ αζιμούθια γωνία της κάθε όψης του κτιρίου

Οι αζιμούθιες γωνίες δίνονται ως εξής ανάλογα με τον προσανατολισμό:

- Βόριος $\gamma = 0^0$
- Ανατολικός $\gamma = 90^0$
- Νότιος $\gamma = 180^0$
- Δυτικός $\gamma = 270^0$

7.4.2 Διάταξη εσωτερικών χώρων

Η διάταξη των εσωτερικών χώρων πρέπει να γίνεται με γνώμονα την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια του χειμώνα και την αποφυγή της την διάρκεια του καλοκαιριού.

Οι γενικές αρχές για μια σωστή διάταξη εσωτερικών χώρων είναι οι εξής:

1. Οι κύριοι χώροι τοποθετούνται στην νότια πλευρά του κτιρίου ώστε να δέχονται την ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα και λιγότερη το καλοκαίρι.
2. Η κουζίνα τοποθετείται ανατολικά ώστε να δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία τις πρωινές ώρες του χειμώνα και το καλοκαίρι να είναι ευχάριστες οι συνθήκες το πρωί
3. Τα υπνοδωμάτια τοποθετούνται στην δυτική πλευρά του κτιρίου ώστε να έχουμε φυσικό αερισμό και δροσισμό το καλοκαίρι.
4. Οι βοηθητικοί χώροι τοποθετούνται βόρεια ώστε να αποτελούν εμπόδια θερμικών απωλειών και να προστατεύουν τους κύριους χώρους του κτιρίου.

7.4.3 Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων

Τα ανοίγματα πρέπει να προφυλάσσονται από την υπερβολική ηλιακή ακτινοβολία. Για αυτό το λόγο θα πρέπει η μελέτη να περιλαμβάνει:

1. Σχέδια σκιασμού από το μέσο ηλιοπροστασίας που επιλέχθηκε για κάθε άνοιγμα την 21 Δεκεμβρίου και την 21 Ιουνίου για τις ώρες 9.00, 12.00 και 15.00. Για τις παραπάνω γωνίες σχεδιάζονται οι κατακόρυφες γωνίες σκίασης.
2. Γωνίες θέασης α και συντελεστές σκίασης ορίζονται F_{hor} από τα γειτονικά κτίρια για κάθε άνοιγμα.
3. Γωνίες προβόλου β και συντελεστές σκίασης προβόλων για κάθε άνοιγμα.
4. Γωνίες πλευρικής προεξοχής και συντελεστές σκίασης πλευρικών προεξοχών για κάθε άνοιγμα.

7.4.4 Φυσικός φωτισμός, φυσικός δροσισμός, παθητικά ηλιακά συστήματα

Σε αυτές τις παραγράφους περιγράφονται οι τεχνικές εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού, του φυσικού δροσισμού και αερισμού, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και την διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου (πχ χώροι φύτευσης, επιλογή φυτών κλπ).

Θερμομονωτική επάρκεια δομικών στοιχείων.

Το αντικείμενο μελέτης αυτής της παραγράφου είναι η θερμομόνωση του κτιρίου. Επίσης παρουσιάζονται σε τομή και σκιαγραφημένοι οι θερμαινόμενοι χώροι του κτιρίου.

Ορίζονται οι θερμαινόμενοι χώροι του κτιρίου καθώς και οι μη θερμαινόμενοι. Οι θερμαινόμενοι χώροι πρέπει να μονώνονται.

Μη θερμαινόμενοι θεωρούνται :

- Υπόγεια που δεν θερμαίνονται
- Αποθήκες που βρίσκονται εντός του κυρίου σώματος του κτιρίου ή σε επαφή με αυτό και δεν θερμαίνονται
- Κλειστοί χώροι στάθμευσης
- Κάθε κλειστός και μη θερμαινόμενος χώρος.

Οι κλειστοί χώροι που συνυπολογίζονται στην επιφάνεια του κτιρίου, δεν θερμαίνονται αλλά έχουν συνεχή χρήση στη λειτουργικότητα του κτιρίου θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι.

7.5 Θερμομονωτική επάρκεια δομικών στοιχείων

7.5.1 Τρόπος θερμομόνωσης

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται ο τρόπος θερμομόνωσης του κτιρίου και δίνονται σε τομή και σκιαγραφημένοι οι θερμαινόμενοι χώροι του κτιρίου.

7.5.2 Περιορισμός θερμικών απωλειών λόγω θερμογέφυρων

Σε αυτήν την παράγραφο θα πρέπει να προτείνονται κατασκευαστικές λύσεις για τον περιορισμό των απωλειών λόγω θερμογέφυρων. Οι προτάσεις θα πρέπει να απεικονίζονται σε κατακόρυφες ή οριζόντιες τομές.

7.5.3 Θερμομονωτική επάρκεια αδιαφανών δομικών στοιχείων

Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων δίνονται σε ειδικό πίνακα καθώς και η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για κάθε κλιματική ζώνη. Η θερμομονωτική επάρκεια ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου εξασφαλίζεται όταν έχει συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο ή ίσο του μέγιστου επιτρεπόμενου.

Για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας δεν λαμβάνονται υπόψη οι τοίχοι trombe, τοίχοι θερμικής μάζας, τα διαχωριστικά δομικά στοιχεία μεταξύ κυρίως χώρου και προσαρτημένου θερμοκηπίου. Επίσης κατά τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας τα δομικά στοιχεία που γειτνιάζουν με άλλα θερμαινόμενα κτίρια θεωρούνται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

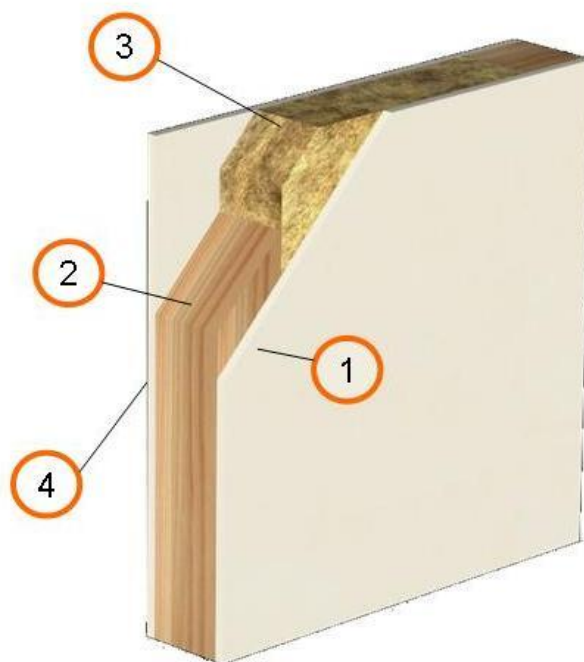
7.5.4 Θερμομονωτική επάρκεια διαφανών δομικών στοιχείων

Στην ενότητα αυτή θα πρέπει να παρουσιάζονται σε πίνακα οι διαστάσεις των ανοιγμάτων, το εμβαδόν των κουφωμάτων, ο συντελεστής θερμοπερατότητας των κουφωμάτων και των γυάλινων προσόψεων καθώς και η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή που ορίζεται από την TOTEE. Ο μελετητής έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει τον συντελεστή θερμοπερατότητας που δίνει ο κατασκευαστής ή να υπολογίσει αναλυτικά τον συντελεστή θερμοπερατότητας βάση της μεθοδολογίας που δίνεται από την τεχνική οδηγία. Και στις δύο περιπτώσεις θα πρέπει να συνοποβληθούν τα απαραίτητα έγγραφα και υπολογισμοί.

7.6 Θερμομονωτική επάρκεια κτιρίου

Σε αυτήν την ενότητα παρουσιάζονται σε πίνακα τα συνολικά στοιχεία του κτιρίου που μελετάται. Αυτά θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας. Η θερμομονωτική επάρκεια του κτιρίου εξασφαλίζεται όταν ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας που θα υπολογισθεί έχει τιμή μικρότερη ή ίση με την μέγιστη επιτρεπόμενη που ορίζεται ανά κλιματική ζώνη από τον σχετικό πίνακα. Το συνολικό εμβαδό των δομικών στοιχείων υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη όλες οι εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου του κελύφους παρακολουθώντας την γεωμετρία του κτιρίου. Στον όγκο V του κτιρίου δεν περιλαμβάνονται ο ανοικτός υπόστυλος χώρος που βρίσκεται στην πυλωτή, ο χώρος της εισόδου, το κλιμακοστάσιο και η απόληξή του στο δώμα οι διάδρομοι της πολυκατοικίας και κάθε κοινόχρηστος χώρος εάν οι χώροι αυτοί θεωρούνται μη θερμαινόμενοι. Επίσης χώροι υπογείων, αποθήκες κλειστοί χώροι στάθμευσης, προσαρτημένα θερμοκήπια και μη στεγασμένα τμήματα του κτιρίου δεν συμπεριλαμβάνονται στον όγκο του κτιρίου. Επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με εξωτερική επιφάνεια άλλου κτιρίου θεωρούνται ως συνορεύουσες με το εξωτερικό περιβάλλον. Ο τοίχος trombe και ο τοίχος θερμικής μάζας υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου με το μισό του μεγίστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας που προβλέπεται για εξωτερικό τοίχο αντίστοιχης κλιματικής ζώνης σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Ο διαχωριστικός τοίχος μεταξύ προσαρτημένου θερμοκηπίου και κυρίως χώρου του κτιρίου, υπεισέρχεται στον υπολογισμό του έσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου με το μισό του μεγίστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας, που προβλέπεται για εξωτερικό τοίχο αντίστοιχης κλιματικής ζώνης σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.

7.6.1 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας (Συντελεστής ισχύος)



Σχήμα 7.1 - Συντελεστής θερμοπερατότητας U

Κάθε δομικό στοιχείο χαρακτηρίζεται από ένα συντελεστή θερμοπερατότητας U ο οποίος αντιπροσωπεύει την ικανότητα του δομικού στοιχείου να περιορίζει τις θερμικές απώλειες του εσωτερικού χώρου. Η συνεχής ροή θερμότητας προκαλεί θερμικές απώλειες το χειμώνα και θερμικά κέρδη το καλοκαίρι. Έτσι, ο εσωτερικός χώρος του κτιρίου ψύχεται και θερμαίνεται αντίστοιχα. Οι θερμικές απώλειες και τα κέρδη ενός κτιρίου εξαρτώνται από το κλίμα της περιοχής, τη θέση του και την αναλογία της εξωτερικής του επιφάνειας προς τον όγκο του κτιρίου. Για να περιορίσουμε την ροή θερμότητας από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον τοποθετούμε τα μονωτικά υλικά.

Θερμομονωτικά υλικά, ονομάζονται όσα υλικά χαρακτηρίζονται από μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ . Δηλαδή είναι υλικά που περιορίζουν την μετάδοση της θερμότητας.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία διέρχεται σε 1 ώρα μέσα από επιφάνεια 1m^2 της κατασκευής, όταν η διαφορά θερμοκρασίας

του αέρα, που βρίσκεται στη μία και στην άλλη πλευρά της κατασκευής, είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ($W/m^2 \cdot K$).

Εξαρτάται από το πάχος του δομικού υλικού, τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του υλικού και τέλος τον συντελεστή θερμικής μεταβάσεως ή επιφανειακής αγωγιμότητας α του αέρα που είναι η ποσότητα της θερμοκρασίας σε βατ/ώρα που ρέει μέσω μιας επιφάνειας $1 m^2$ για μια διαφορά θερμοκρασίας $1^\circ C$ μεταξύ των επιφανειών που έρχονται σε επαφή.

Για ένα σύνθετο τοίχωμα n υλικών ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

Όπου α_1 και α_2 είναι οι συντελεστές θερμικής μεταβάσεως του εσωτερικού και εξωτερικού αέρα αντίστοιχα, δ_1, δ_2 κτλ το πάχος κάθε υλικού και λ_1, λ_2 κτλ οι συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας κάθε υλικού.

7.6.2 Ορισμοί

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ λ

Είναι η ποσότητα της θερμότητας η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια $1 m^2$ και πάχος $1m$, όταν η πτώση της θερμοκρασίας προς την κατεύθυνση της ροής της θερμότητας (διαφορά θερμοκρασίας των δύο επιφανειών) είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση, δηλαδή η θερμοκρασία τοπικά παραμένει σταθερή με το χρόνο. Μονάδα μέτρησης : $W/m \cdot K$.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ Λ

Είναι η ποσότητα της θερμότητας η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια $1 m^2$ και πάχος $d m$, όταν μεταξύ των δύο επιφανειών υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Μονάδα μέτρησης : $W / m^2 \cdot K$.

Για ομοιογενή υλικά είναι :

$$\Lambda = \lambda / d \text{ [W/m}^2\text{.K]}$$

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ 1 / Λ

Είναι το αντίστροφο του συντελεστή θερμοδιαφυγής. Μονάδα μέτρησης : $\text{m}^2\text{.K} / \text{W}$.

Για ομοιογενή υλικά είναι:

$$\frac{1}{\Lambda} = \frac{d}{\lambda}$$

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗΣ α

Είναι η ποσότητα της θερμότητας, η οποία μεταβιβάζεται σε 1 ώρα μεταξύ στοιχείου της κατασκευής, που έχει επιφάνεια 1 m^2 και του αέρα, ο οποίος βρίσκεται σε επαφή μ'αυτό, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση.

Μονάδα μέτρησης : $\text{W} / \text{m}^2\text{.K}$.

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗΣ R ή $1 / \alpha$

Είναι το αντίστροφο του συντελεστή θερμικής μεταβίβασης. Μονάδα μέτρησης : $\text{m}^2\text{.K} / \text{W}$.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U

Είναι η ποσότητα της θερμότητας, η οποία διέρχεται σε 1 ώρα μέσα από επιφάνεια 1 m^2 της κατασκευής, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα, που βρίσκεται στη μία και στην άλλη πλευρά της κατασκευής, είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση.

Μονάδα μέτρησης : $\text{W} / \text{m}^2\text{.K}$.

ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ $1 / U$

Είναι το αντίστροφο του συντελεστή θερμοπερατότητας.

Μονάδα μέτρησης : $\text{m}^2\text{.K} / \text{W}$

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

Άρα όταν συναντάμε υλικά με μικρή τιμή συντελεστού θερμοπερατότητας, σημαίνει μεγάλη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας.

Τοποθετώντας υλικά με μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας επιτυγχάνουμε την μείωση της κατανάλωσης των υγρών καυσίμων που θα χρησιμοποιούνταν για την θέρμανση ενός κτιρίου το χειμώνα και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που θα καταναλώνονταν για την ψύξη το καλοκαίρι.

Υπολογισμός μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κτιρίου

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j * U_j * b + \sum_{i=1}^p l_i * \Psi_i * b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [w/m^2 * k]$$

U_m [W/(m²·K)]: ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους του κτιρίου,

n : το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου,

v : το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα όρια του κελύφους,

A_j [m²] : το εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο,

U_j [W/(m²·K)] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου j,

l_j [m] : το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου,

Ψ_j [W/(m·K)] : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας

Ο μειωτικός συντελεστής (b):

Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, ο συντελεστής λαμβάνει τιμή **b = 1.0**, καθώς η ποσότητα A·U θεωρείται η πραγματικά υπολογισθείσα. Η τιμή b = 1.0 ισχύει τόσο για κατακόρυφες επιφάνειες, όσο και για οριζόντιες, είτε είναι η ροή θερμότητας στις τελευταίες από επάνω προς τα κάτω είτε από κάτω προς τα επάνω.

Ο μειωτικός συντελεστής (b):

Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με όμορο κτίριο, αν και στην περίπτωση ενός όμορου κτιρίου η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που εφάπτεται σε αντίστοιχο δομικό στοιχείο του όμορου είναι μειωμένη συγκριτικά με τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας θα πρέπει να παραμένει υπερεκτιμημένη με τιμή συντελεστή b = 1.0, διότι είναι απροσδιόριστος ο χρόνος ζωής του όμορου κτιρίου. Ίδια

θα είναι η αντιμετώπιση είτε οι χώροι του όμορου κτιρίου είναι θερμαινόμενοι είτε όχι. Αντίθετα, στην *ενεργειακή επιθεώρηση* εκτιμάται η **πραγματική κατάσταση** του κτιρίου και αποτιμάται η πραγματική μεταφερόμενη ποσότητα ενέργειας μέσω των δομικών.

Σε οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.

Ο μειωτικός συντελεστής διατηρεί την τιμή **b = 1.0**, καθώς η διόρθωση στην απόκλιση έχει ήδη γίνει κατά τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας U της διατομής, λαμβάνοντας υπόψη την αντίσταση του στρώματος αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης.

Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το έδαφος.

Για επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με έδαφος θεωρείται ότι η διόρθωση των θερμικών ροών με χρήση του ισοδύναμο συντελεστή θερμοπερατότητας είναι επαρκής και επομένως δεν απαιτείται περαιτέρω διόρθωση. Συνεπώς σ' αυτήν την περίπτωση λαμβάνεται **b = 1.0**.

Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το έδαφος.

Για επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με έδαφος θεωρείται ότι η διόρθωση των θερμικών ροών με χρήση του ισοδύναμο συντελεστή θερμοπερατότητας είναι επαρκής και επομένως δεν απαιτείται περαιτέρω διόρθωση. Συνεπώς σ' αυτήν την περίπτωση λαμβάνεται **b = 1.0**.

Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με κλειστό, μη θερμαινόμενο χώρο.

Στην περίπτωση αυτή η ροή θερμότητας μέσω του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο από το μη θερμαινόμενο χώρο είναι ίση με τη ροή θερμότητας από το μη θερμαινόμενο χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον, επηρεασμένη κατά την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται ή απάγεται μέσω αερισμού στο μη θερμαινόμενο χώρο. Ο μειωτικός συντελεστής b υπολογίζεται είτε **αναλυτικά** από τον σχετικό τύπο, είτε παρέχεται η δυνατότητα σε όλες τις περιπτώσεις που το δομικό στοιχείο έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο να ληφθεί κατά **απλοποιητική παραδοχή** ως τιμή του μειωτικού συντελεστή **b = 0.50**.

$$b_u = \frac{\sum(U_{ua} \cdot A_{ua}) + (n_u \cdot V_u \cdot C_{aερα})}{\sum(U_{ua} \cdot A_{ua}) + \sum(U_{nu} \cdot A_{ni})}$$

U_{ua} [$W/(m^2 \cdot K)$] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,

U_{iu} [$W/(m^2 \cdot K)$] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο

A_{ua} [m^2] : το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον,

A_{ju} [m^2] : το εμβαδό επιφάνειας δομικού στοιχείου που διαχωρίζει το θερμαινόμενο χώρο από το μη θερμαινόμενο χώρο,

n_u [h^{-1}] : το πλήθος των εναλλαγών του αέρα ανά ώρα,

V_u [m^3] : ο όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου,

$c_{αέρα}$ [$J/(m^3 \cdot K)$] : η θερμοχωρητικότητα του αέρα ανά μονάδα όγκου: $c_{αέρα} = 0,33 W/(m^3 \cdot K)$.

Παρακάτω εμφανίζονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών υλικών που χρησιμοποιούνται κατά κόρον.

Πίνακας 7.1 - Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών υλικών

A/A	Περιγραφή	K, W/m ² K
	A' Δομικά στοιχεία χωρίς θερμομόνωση	
1	Συνήθης εξωτερικός τοίχος από τούβλα, πάχους 20 cm	2,16
2	Τοίχος συρομένων κουφωμάτων	2,86
3	Συνήθης εξωτερικός τοίχος με στεγανό διάκενο >2 cm	0,79
4	Τοίχος από μπετόν, δοκάρια, υποστυλώματα	3,40
5	Οροφή ή δάπεδο (πλάκα από μπετόν), με πλάκες και υγραμόνωση	2,63
6	Δάπεδο πάνω στο χώμα	1,00
7	Μεσότοιχος, δρομικός	2,87
8	Πλάκα με κεραμοσκεπή αεριζόμενη από τα κενά των κεραμιδιών	3,26
9	Πλάκα με στεγανή κεραμοσκεπή (μέσω μονωτικού φύλλου)	2,24
	B' Δομικά στοιχεία με θερμομόνωση, k = 0,04 W/m.K	
10	Συνήθης εξωτερικός τοίχος με μόνωση 5 cm	0,58
11	Τοίχος συρομένων κουφωμάτων, με μόνωση 5 cm	0,63
12	Τοίχος από μπετόν, δοκάρια, υποστυλώματα με μόνωση 5 cm	0,65
13	Οροφή ή δάπεδο με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 5 cm	0,61
14	Οροφή ή δάπεδο με πλάκα από μπετόν και με μόνωση 7 cm	0,47
15	Δάπεδο πάνω στο χώμα με μόνωση 3 cm	0,57
16	Κεραμοσκεπή στεγανή με μόνωση 5 cm πάνω στη πλάκα του μπετόν	0,66
17	Κεραμοσκεπή στεγανή με μόνωση 7 cm πάνω στη πλάκα του μπετόν	0,50
	Γ' Κουφώματα	
18	Κουφώματα αλουμινίου με απλά τζάμια	5,00
19	Κουφώματα αλουμινίου με διπλά τζάμια με κενό αέρα	3,00
20	Ξύλινα κουφώματα με απλά τζάμια	4,50
21	Ξύλινα κουφώματα με διπλά τζάμια με κενό αέρα	2,60
22	Ξύλινες επιφάνειες χωρίς υαλοπίνακα	3,00

Προσαυξήσεις θερμικών απωλειών διαβάσεως λόγω ιδιαίτερων συνθηκών

Λόγο σφαλμάτων του υπολογισμού των απωλειών που παρουσιάζονται με τον παραπάνω τύπο που οφείλονται κυρίως στις ειδικές συνθήκες που παρουσιάζει κάθε κατασκευή αναγκάζομαστε να πολλαπλασιάσουμε τις θερμικές απώλειες διαβάσεως με διάφορους συντελεστές εκ των οποίων οι βασικότεροι είναι:

- ο συντελεστής προσαύξησης λόγω προσανατολισμού Z_{π}

Πίνακας 7.2 - συντελεστής προσαύξησης λόγω προσανατολισμού Z_{π}

Προσανατολισμός	B	BA	A	N	NA	NΔ	Δ	BΔ
Προσαύξηση %	5	5	0	- 5	- 5	- 5	0	5

- ο συντελεστής προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας Z_{Δ}

Πίνακας 7.3 - Υπολογισμός συντελεστή προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας

Ώρες λειτουργίας ανά 24h	Τιμές του D			
	0,1 έως 0,3	0,3 έως 0,7	0,7 έως 1,5	άνω του 1,5
Συνεχής λειτουργία	7%	7	7	7
12 έως 15	15%	15	15	15
8 έως 12	25%	25	20	15

Ο συντελεστής Z_{π} σε αντίθεση με τον συντελεστή Z_{Δ} που βρίσκεται από πίνακα, βρίσκεται με τον παρακάτω τύπο:

$$D = \frac{Q_0}{A_{\text{συν}} (t_i - t_a)}$$

Όπου: D η μέση θέρμανση

Q_0 απώλειες διαβάσεως χώρου

$A_{\text{συν}}$ το εμβαδό των επιφανειών του χώρου (τοίχοι, δάπεδο, οροφή)

t_i επιθυμητή θερμοκρασία χώρου

t_a θερμοκρασία εξωτερικού χώρου

7.7 Τεκμηρίωση ελαχίστων προδιαγραφών ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων

Αυτή η παράγραφος ξεκινά με την περιγραφή του συστήματος θέρμανσης του υπό μελέτη κτιρίου και δίνονται σε πίνακα οι ελάχιστες προδιαγραφές που πρέπει να καλύπτει, όπως αυτές καθορίζονται στον ΚΕΝΑΚ.

7.7.1 Σύστημα θέρμανσης

Η διαστασιολόγηση του συστήματος θέρμανσης γίνεται σύμφωνα με την σχετική τεχνική οδηγία και περιλαμβάνεται στην μελέτη θέρμανσης.

Μελέτη ύδρευσης, αποχέτευσης, θέρμανσης, ψύξης, ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και τεχνικού φωτισμού απαιτείται για όλα τα κτίρια με συνολική επιφάνεια άνω των 50 m².

Οι κλάδοι διανομής της θερμικής ενέργειας θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να καλύπτουν χώρους με ίδιες λειτουργικές ιδιαιτερότητες.

Η περίοδος θέρμανσης για την Α και Β κλιματική ζώνη είναι από 1/11 έως 15/4 και για την Γ και Δ απ'ό 15 /10 έως 30 /4.

7.7.2 Σύστημα ψύξης

Στην παράγραφο αυτή περιγράφεται το σύστημα ψύξης του υπό μελέτη κτιρίου και οι ελάχιστες προδιαγραφές του καθορίζονται από τον ΚΕΝΑΚ και δίνονται σε πίνακα.

Η διαστασιολόγηση του συστήματος ψύξης γίνονται σύμφωνα με την τεχνική οδηγία και περιλαμβάνεται στην μελέτη ψύξης.

Ο σχεδιασμός του συστήματος ψύξης θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να προβλέπεται η κάλυψη μερικών φορτίων με τον καλύτερο δυνατό βαθμό απόδοσης, λαμβάνοντας υπόψη τη χρήση του κτιρίου, το ωράριο λειτουργίας και την διακύμανση των ψυκτικών αναγκών του κτιρίου.

Η βελτιστοποίηση της απόδοσης των ψυκτικών μονάδων εξασφαλίζεται με την χρήση πολύβάθμιων συστημάτων ψύξης μεταβλητής ψυκτικής ικανότητας ή τη χρήση περισσότερων συστημάτων ψύξης διαφορετικής ισχύος.

Ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης των συστημάτων ψύξης στον ανάλογο πίνακα, πρέπει να είναι ίσος ή μεγαλύτερος από τον βαθμό ενεργειακής απόδοσης του συστήματος ψύξης στο κτίριο αναφοράς.

Αν για το υπό μελέτη κτίριο δεν προβλέπεται εγκατάσταση συστήματος ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται ότι ψύχεται σαν το κτίριο αναφοράς, έτσι γίνεται περιγραφή του συστήματος ψύξης του κτιρίου αναφοράς.

Οι ανεμιστήρες οροφής λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου, εφόσον καλύπτουν το 50 % της επιφάνειας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης.

Η περίοδος ψύξης για τις κλιματικές ζώνες Α και Β είναι 15/5 και 31/8 για τις Γ και Δ.

7.7.3 Σύστημα αερισμού

Σε αυτήν την ενότητα περιγράφεται το σύστημα αερισμού του υπό μελέτη κτιρίου και δίνονται οι ελάχιστες προδιαγραφές που πρέπει να καλύπτει όπως αυτές ορίζονται στον ΚΕΝΑΚ.

Στα κτίρια κατοικίας εφαρμόζεται φυσικός αερισμός και ελάχιστες απαιτήσεις για νωπό αέρα είναι $0,75 \text{ m}^3 / \text{h/m}^2$.

Στα κτίρια του τριτογενή τομέα εφαρμόζεται μηχανικός αερισμός που έχει τις εξής ελάχιστες προδιαγραφές :

- Οι απαιτήσεις νωπού αέρα καθορίζονται από την τεχνική οδηγία
- Ελάχιστη ανάκτηση θερμότητας 50% μέσω εναλλάκτη
- Ανεμιστήρες εξαερισμού με ισχύ 1KW ανά $1 \text{ m}^3 / \text{s}$ παροχή αέρα.
- Θερμομόνωση αεραγωγών με υλικό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,040 \text{ W/m} \cdot \text{k}$ και ελάχιστο πάχος 40mm για τα εξωτερικά δίκτυα και 30 mm για τα εσωτερικά.

7.7.4 Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Σε αυτήν την παράγραφο περιγράφεται το σύστημα παραγωγής ΖΝΧ του υπό μελέτη κτιρίου και δίνονται οι ελάχιστες προδιαγραφές που πρέπει να καλύπτει, όπως αυτές καθορίζονται από την τεχνική οδηγία.

Το ημερήσιο φορτίο κατανάλωσης ZNX προκύπτει από τον ανάλογο πίνακα της τεχνικής οδηγίας.

Το ημερίσιο θερμικό φορτίο για την κάλυψη των αναγκών σε ZNX προκύπτει από τον τύπο:

$$Q_d = V_d * \frac{c}{3600} * \rho * \Delta\tau$$

V_d [lt /ημέρα] το ημερήσιο φορτίο, $V_d = 3970$ (lt/ημέρα),

ρ [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήση, $\rho = 0,998$ (kg/lt),

c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα του νερού, $c = 4,18$ kJ/(kg.K),

ΔT [K] ή [°C] η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ZNX

Η θερμική ισχύς του λέβητα - καυστήρα υπολογίζεται για το μέσο χρόνο απόδοσης της συνολικής ημερίσιας θερμικής ενέργειας σε 5 ώρες και για το μήνα με το δυσμενέστερο ημερίσιο θερμικό φορτίο. από την προσαύξηση της θερμικής ισχύος κατά 20 % προκύπτει η ονομαστική θερμική ισχύς του λέβητα.

Η χωρητικότητα του θερμοαντήρα υπολογίζεται από τη σχέση

$$V_{store} = \frac{V_d}{5}$$

Η κατανομή δαπανών γίνεται με θερμιδομέτρηση. Το δίκτυο διανομής μονώνεται με υλικό θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,040$ και ελάχιστο πάχος 13mm για τις εξωτερικές σωληνώσεις και με 9 mm για τις εσωτερικές. Η παροχή ZNX πρέπει να προβλέπεται για όλα τα σημεία του κτιρίου που υπάρχει απαίτηση για ZNX. Τέλος για κτίρια πολυκατοικιών συνίσταται η εγκατάσταση ενός λέβητα, ο οποίος θα τροφοδοτεί με ZNX τους θερμοαντήρες διπλής ή τριπλής ενέργειας των επι μέρους διαμερισμάτων με δυνατότητας επιλεκτικής λειτουργίας για κάθε διαμέρισμα.

7.7.5 Σύστημα ηλιακών συλλεκτών

Σε αυτήν την παράγραφο της ενεργειακής μελέτης περιλαμβάνεται:

α) Σχέδιο κάτοψης του δώματος ή της κεκλιμένης στέγης του κτιρίου που μελετάτε, στο οποίο θα πρέπει να φαίνεται η διαθέσιμη επιφάνεια για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, η θέση τοποθέτησής τους και τα όρια επιφανείας που είναι ακατάλληλα λόγω σκίασης.

- β) Τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλιακών συλλεκτών
- γ) Αποτελέσματα υπολογισμών για την κάλυψη φορτίου ΖΝΧ από τους ηλιακούς συλλέκτες.
- δ) Αναφορά της μεθόδου που επιλέχθηκε για την διαστασιολόγηση των ηλιακών συλλεκτών.

Το ελάχιστο ποσοστό του ετήσιου θερμικού φορτίου που πρέπει να καλύπτεται από τους ηλιακούς συλλέκτες είναι 60%.

7.7.6 Συστήματα τεχνητού φωτισμού

Σε αυτήν την παράγραφο γίνεται περιγραφή του συστήματος τεχνητού φωτισμού και των συστημάτων ελέγχου στις ζώνες φυσικού φωτισμού. Επίσης περιγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος και το σχέδιο κάτοψης του υπομελέτη κτιρίου, στο οποίο φαίνονται οι ζώνες φυσικού φωτισμού.

Στα κτίρια κατοικιών δεν η καταναλωση ενέργειας για φωτισμό δεν λαμβάνεται υπόψη στην ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.

7.7.7 Βελτίωση του συντελεστή ισχύος

Στην παράγραφο αυτή αναφέρεται αν προβλέπεται διάταξη βελτίωσης του συντελεστή ισχύος της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

7.7.8 Σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών συστημάτων

Στην παράγραφο αυτή περιγράφονται συνοπτικά τα συστήματα εναλλακτικών μορφών ενέργειας που εξετάστηκαν στην μελέτη σκοπιμότητας εναλλακτικών συστημάτων για την κάλυψη των θερμικών ψυκτικών, και ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου που μελετάτε.

7.8 Κλιματικά δεδομένα και κύριες χρήσεις κτιρίου

Στην ενότητα αυτή δίνονται σε σχετικό πίνακα τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής, τα οποία χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς του υπο μελέτη κτιρίου και αναφέρονται τα τμήματα του κτιρίου με διαφορετική κύρια χρήση.

Τα κλιματικά δεδομένα που λαμβάνονται υπόψη είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία και η μέση μηνιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες και κατακόρυφες επιφάνειες για όλους τους προσανατολισμούς. Τα παραπάνω δεδομένα αντλούνται από σχετικούς πίνακες της TOTEE.

7.8.1 Κύριες χρήσεις του κτιρίου

Αναφέρονται τα τμήματα του υπό μελέτη κτιρίου με διαφορετική κύρια χρήση, ανεξάρτητα από το αν τα τμήματα αυτά εξυπηρετούνται από το ίδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης και δίνονται σε πίνακα οι επιφάνειες και οι όγκοι τους.

Οι βασικές κατηγορίες και χρήσεις κτιρίου καθορίζονται από τον πίνακα 1.5 της TOTEE 20701 - 1/2010. Τα κτίρια με δύο ή περισσότερες χρήσεις χαρακτηρίζονται κτίρια μεικτής χρήσης και η έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης γίνεται ξεχωριστά για κάθε τμήμα του κτιρίου που στεγάζει διαφορετική χρήση. Στην περίπτωση όμως που η επιφάνεια μιας κύριας χρήσης καλύπτει το 90% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου το κτίριο θεωρείται ότι έχει μία κύρια χρήση. Σε περιπτώσεις πολυκατοικιών που υπάρχουν καταστήματα στο ισόγειο και αποθήκες στο υπόγειο εκδίδονται κατ ελάχιστο δύο πιστοποιητικά, ένα για τα καταστήματα και ένα για το σύνολο των διαμερισμάτων.

7.8.2 Ενεργειακή απόδοση για κάθε κύρια χρήση του κτιρίου

Στην πρώτη παράγραφο γίνεται επιλογή των θερμικών ζωνών για κάθε κύρια χρήση του κτιρίου που μελετάται. Επίσης δίνονται σε πίνακα τα γενικά χαρακτηριστικά της κάθε θερμικής ζώνης.

Η επιλογή των θερμικών ζωνών γίνεται με τα παρακάτω κριτήρια.

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων να διαφέρει περισσότερο από 4 °C για την χειμερινή ή και την θερινή περίοδο.
- Να υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία
- Να υπάρχουν χώροι που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης /ψύξης ή και κλιματισμού, λόγω εσωτερικών συνθηκών.
- Να υπάρχουν χώροι που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή ηλιακών κερδών ή θερμικών απωλειών.

- Να υπάρχουν χώροι όπου το σύστημα μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80 % της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Γενικά, θα πρέπει να επιλέγεται ο μικρότερος δυνατός αριθμός θερμικών ζωνών για κάθε κύρια χρήση του κτιρίου, γιατί έτσι επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο. Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένα τμήμα κτιρίου δεν θεωρείται ανεξάρτητη θερμική ζώνη ακόμα και αν οι συνθήκες λειτουργίας του δικαιολογούν κάτι τέτοιο, εφόσον αυτό έχει επιφάνεια μικρότερη από το 10 % της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου.

7.8.3 Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

Σε αυτήν την παράγραφο δίνονται σε πίνακα οι εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά κέρδη από τους χρήστες και τις συσκευές, για κάθε θερμική ζώνη του υπό μελέτη κτιρίου.

Σε περιπτώσεις κτηρίων με πολλές παράλληλες χρήσεις, όταν οι χρήσεις δεν αντιμετωπίζονται ως ανεξάρτητες θερμικές ζώνες, οι εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας καθορίζονται για κάθε χρήση ξεχωριστά και ανεξάρτητα από την βασική κατηγορία και την γενική χρήση του κτιρίου.

Σε περιπτώσεις ενδοδαπέδιας θέρμανσης ο μελετητής μπορεί να χρησιμοποιήσει ελαφρώς μειωμένη θερμοκρασία θέρμανσης σε σχέση με αυτήν που δίνεται στον πίνακα της TOTEE. Αυτό γίνεται λόγω της φύσεως του συστήματος θέρμανσης η θερμοκρασία των επιφανειών είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του αέρα.

Επίσης, σε χώρους με πολύ μεγάλες επιφάνειες υαλοπινάκων υπάρχει σημαντική απόκλιση μεταξύ θερμοκρασίας των επιφανειών και της θερμοκρασίας του αέρα την χειμερινή περίοδο, έτσι ο μελετητής μπορεί να χρησιμοποιήσει ελαφρώς μεγαλύτερη θερμοκρασία θέρμανσης και λίγο μικρότερη σχετική υγρασία σε σχέση με τις τιμές που δίνονται στον πίνακα της TOTEE.

7.8.4 Δεδομένα κελύφους κτιρίου

Σε αυτήν την παράγραφο παρουσιάζονται σε πίνακες τα δεδομένα για τα αδιαφανή και διαφανή δομικά στοιχεία του κελύφους του κτιρίου για κάθε κύρια χρήση.

Τα αδιαφανή δομικά στοιχεία διακρίνονται σε πέντε κατηγορίες:

1. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.
2. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος.
3. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους.
4. Αδιαφανή δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.
5. Αδιαφανή δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων σε επαφή με το έδαφος.

Τέλος τα διαφανή δομικά στοιχεία του κελύφους διακρίνονται σε όσα έχουν νότιο προσανατολισμό, τα οποία ονομάζονται άμεσου κέρδους και όλα τα υπόλοιπα.

7.8.5 Δεδομένα συστήματος θέρμανσης

Σε αυτήν την παράγραφο παρουσιάζονται σε πίνακα τα δεδομένα του συστήματος θέρμανσης, για κάθε θερμική ζώνη του υπό μελέτη κτιρίου. Σε περίπτωση που το ίδιο σύστημα θέρμανσης καλύπτει περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, τότε γίνεται επιμερισμός της θερμικής ισχύος που μεταφέρεται στο δίκτυο διανομής σε κάθε ζώνη. Όταν το ίδιο βοηθητικό σύστημα όπως για παράδειγμα κυκλοφορητής καλύπτει περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, τότε γίνεται επιμερισμός της ειδικής εγκατεστημένης ισχύος ανάλογα με το επιμέρος θερμικό φορτίο που παρέχει σε κάθε θερμική ζώνη. Το ποσοστό του χρόνου λειτουργίας και η ειδική εγκατεστημένη ισχύς των βοηθητικών συστημάτων του κτιρίου αναφοράς, λαμβάνονται ίδια με τα αντιστοιχα του υπό μελέτη κτιρίου. Για τα τοπικά συστήματα παραγωγής θερμότητας, στα οποία δεν υπάρχει δίκτυο διανομής, οι θερμικές απώλειες του δικτύου θεωρούνται μηδενικές.

Σε περίπτωση που το υπό μελέτη κτίριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης, για τους υπολογισμούς θεωρείται σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ ότι θερμαίνεται, και στην περίπτωση αυτή λαμβάνονται

- Βαθμός απόδοσης εκπομπής θερμότητας θερματικών μονάδων 95%
- Θερμικές απώλειες δικτύου διανομής 5%

Ειδική εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικού συστήματος για τα κτίρια κατοικιών $0,1 \text{ W/m}^2$ και για τα κτίρια του τριτογεννή τομέα 5 W/m^2 .

Για το μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου 100% γράφουμε τον αριθμό 1 στον πίνακα των δεδομένων συστήματος θέρμανσης θερμικής ζώνης, και για το μηνιαίο ποσοστό κάλυψης 50 % γράφουμε τον αριθμό 0,5.

7.8.6 Δεδομένα συστήματος αερισμού

Σε αυτή την παράγραφο παρουσιάζονται σε πίνακα τα δεδομένα του συστήματος αερισμού για κάθε θερμική ζώνη του υπό μελέτη κτιρίου.

Ο αερισμός από διείσδυση του αέρα υπάρχει σε όλα τα κτίρια όλο το 24ωρο. Ο φυσικός αερισμός εφαρμόζεται μόνο στα κτίρια κατοικίας. Μηχανικός αερισμός εφαρμόζεται στα κτίρια τριτογενή τομέα, σε περίπτωση μη υπαρξης μηχανικού αερισμού θεωρείται ότι διαθέτει σύστημα παροχής νωπού αέρα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα της TOTEE.

7.8.7 Δεδομένα συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται σε πίνακα τα δεδομένα του συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης για κάθε θερμική ζώνη του υπό μελέτη κτιρίου.

Σε περιπτώσεις που ένα σύστημα παραγωγής ZNX καλύπτει περισσότερες από μια θερμικές ζώνες γίνεται επιμερισμός της θερμικής ισχύος που μεταφέρεται από το δίκτυο διανομής σε κάθε θερμική ζώνη. Αν το ίδιο βοηθητικό σύστημα καλύπτει περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, τότε γίνεται επιμερισμός της ειδικής εγκατεστημένης ισχύος ανάλογα με το ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου που παρέχει κάθε μια θερμική ζώνη. Τα ποσοστά θερμικών απωλειών λαμβάνονται τα ίδια για το σύνολο των θερμαντήρων ενός συστήματος παραγωγής ZNX. Οι απώλειες μεταφοράς του δικτύου καθώς και απώλειες της μονάδας αποθήκευσης θεωρούνται μηδενικές σε περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται τοπικές συσκευές άμεσης θέρμανσης. Στους ηλιακούς θερμοσύφωνες, τις τοπικές συσκευές άμεσης παραγωγής ZNX και σε περίπτωση που η κατανάλωση ZNX είναι μικρότερη ή ίση με 10 λίτρα /άτομο ημερησίως η ειδική εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικού συστήματος λαμβάνεται μηδενική. Σε κάποιες περιπτώσεις τα κτίρια δεν διαθέτουν μονάδες παραγωγής ZNX, τότε κατά τον KENAK στα κτίρια κατοικίας λαμβάνεται μηδενική η ειδική εγκατεστημένη ισχύς και $0,2 \text{ W/m}^2$ για τα κτίρια του τριτογεννή τομέα.

7.8.8 Δεδομένα συστήματος φωτισμού

Σε αυτήν την παράγραφο παρουσιάζονται σε πίνακες τα δεδομένα του συστήματος φωτισμού για κάθε θερμική ζώνη του υπό μελέτη κτιρίου του τριτογενή τομέα.

7.9 Ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας και εκπομπές διοξειδίου του ανθρακα για κάθε κύρια χρήση κτιρίου

7.9.1 Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση

Στην παράγραφο αυτή δίνονται σε πίνακα τα απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης και ζεστού νερού χρήσης για κάθε κύρια χρήση του υπό μελέτη κτιρίου. Στα φορτία αυτά λαμβάνονται συμπεριλαμβάνονται τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

7.9.2 Ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης πηγής ενέργειας

Σε αυτήν την παράγραφο παρουσιάζονται οι ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας ανά τελική χρήση και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης πηγής ενέργειας για κάθε κύρια χρήση του υπό μελέτη κτιρίου.

Στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ΖΝΧ περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση και για τα βοηθητικά συστήματα. Σε περιπτώσεις που το κτίριο διαθέτει φωτοβολταϊκά συστήματα για κάλυψη φορτίων του τότε αναφέρεται η συνεισφορά της ηλιακής ενέργειας.

7.9.3 Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης πηγής ενέργειας

Σε αυτήν την παράγραφο δίνονται οι ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης πηγής ενέργειας για κάθε κύρια χρήση του κτιρίου.

Η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης πηγής ενέργειας, προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό των αντίστοιχων καταναλώσεων ενέργειας με τους παρακάτω συντελεστές:

- Φυσικό αέριο 1,05
- Πετρέλαιο 1,10
- Ηλεκτρική ενέργεια 2,90
- Υγραέριο 1,05
- Βιομάζα 1
- Τηλεθέρμανση από ΔΕΗ 0,7

Από τους παραπάνω συντελεστές μπορούμε να συμπεράνουμε πως η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά την συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

Ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά μορφή χρησιμοποιούμενης πηγής ενέργειας.

Σε αυτήν την παράγραφο δίνονται σε μορφή πινάκων οι ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά μορφή χρησιμοποιούμενης πηγής ενέργειας, για κάθε κύρια χρήση του υπό μελέτη κτιρίου. Οι ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα προκύπτουν από τον πολλαπλασιασμό της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας με τους παρακάτω συντελεστές.

- Φυσικό αέριο 0,196 kgCO₂/KWh
- Πετρέλαιο 0.264 kgCO₂/KWh
- Ηλεκτρική ενέργεια 0.989 kgCO₂/KWh
- Υγραέριο 0.238 kgCO₂/KWh
- Βιομάζα 0 kgCO₂/KWh
- Τηλεθέρμανση από ΔΕΗ 0.347 kgCO₂/KWh

7.9.4 Ενεργειακή κατάταξη για κάθε κύρια χρήση του κτιρίου

Η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου για κάθε κύρια χρήση προκύπτει από το πηλίκο της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ΚΜ, προς την ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς ΚΑ.

Το κτίριο που μελετάτε πρέπει να κατατάσσεται τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β.

$$EKA = \frac{KM}{KA}$$

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ		
Κατηγορία	Όριο κατηγορίας	Όριο κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
Ε	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Ζ	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
Η	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Σχήμα 7.2 - Ενεργειακές κατηγορίες κτιρίων

ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

8^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ”

8.1 Πληροφορίες κτιρίου

Το κτίριο που επιλέξαμε να μελετήσουμε είναι μια διώροφη μονοκατοικία στην περιοχή της Αττικής. Ανήκει στη κλιματική ζώνη Β και έχει συνολικό εμβαδό 250 m². Το κτίριο είναι πανταχόθεν ελεύθερο και έχει μεγάλο περίβολο. Χρησιμοποιείται σαν κύρια κατοικία, στην οποία διαμένουν 4 έως 5 άτομα.

Στο ισόγειο βρίσκεται η κουζίνα, το καθιστικό, το σαλόνι, ένας διάδρομος, ένα μπάνιο και στο βόρειο μέρος του κτιρίου ένα μεγάλο δωμάτιο καθώς και το λεβητοστάσιο το οποίο δεν επικοινωνεί με το υπόλοιπο σπίτι με εσωτερική πόρτα. Στον πρώτο όροφο υπάρχουν τρία υπνοδωμάτια, μπάνιο και δύο αποθήκες. Στο λεβητοστάσιο βρίσκονται η γεωθερμική αντλία θερμότητας που εξυπηρετεί τα φορτία θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου καθώς και ο αντιστροφέας του φωτοβολταϊκού συστήματος που έχει εγκατασταθεί.

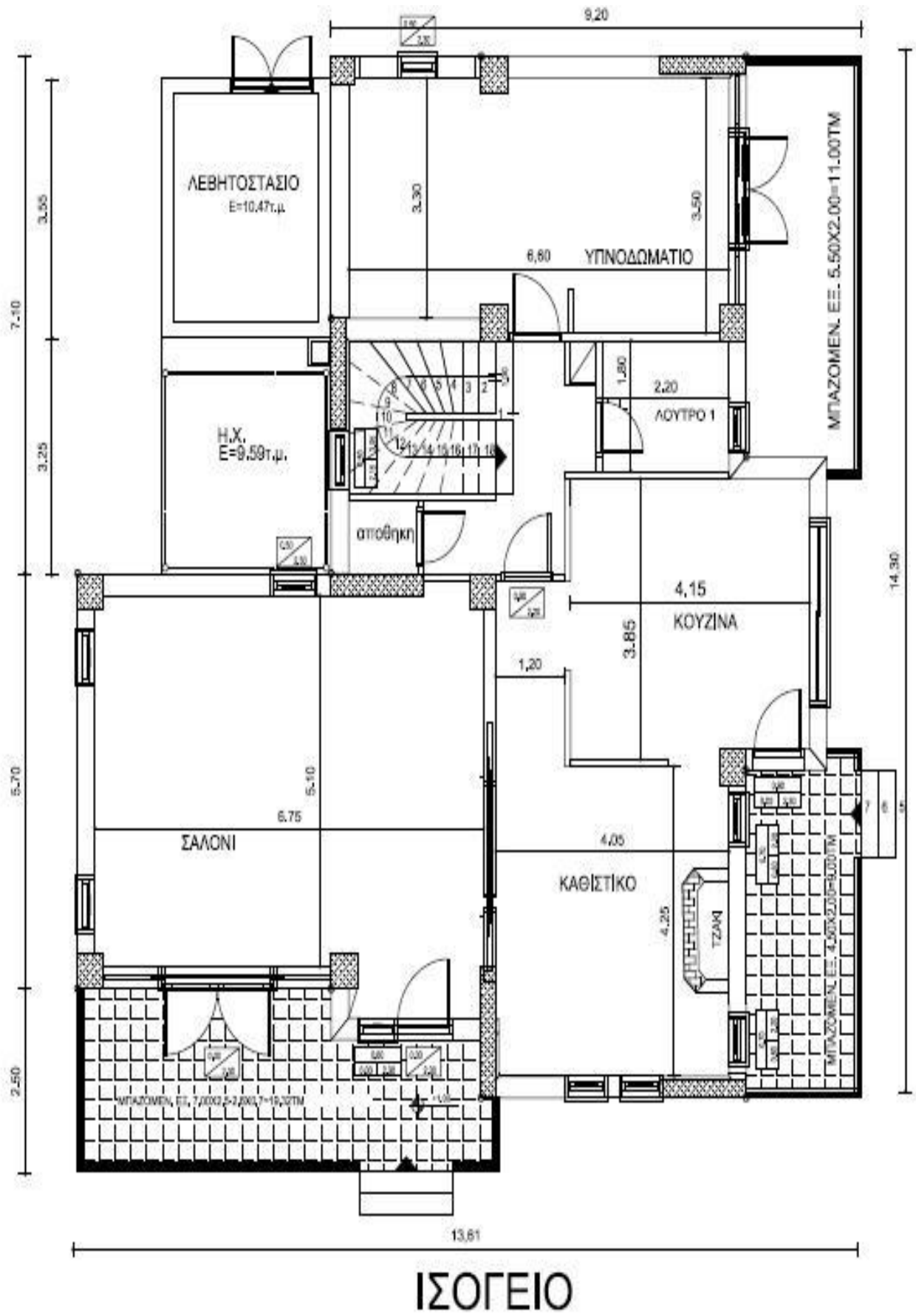
Το λεβητοστάσιο συγκαταλέγεται στους μη θερμαινόμενους χώρους ενώ όλοι οι υπόλοιποι χώροι του κτιρίου θεωρούνται θερμαινόμενοι.

8.2 Σχηματική απεικόνιση

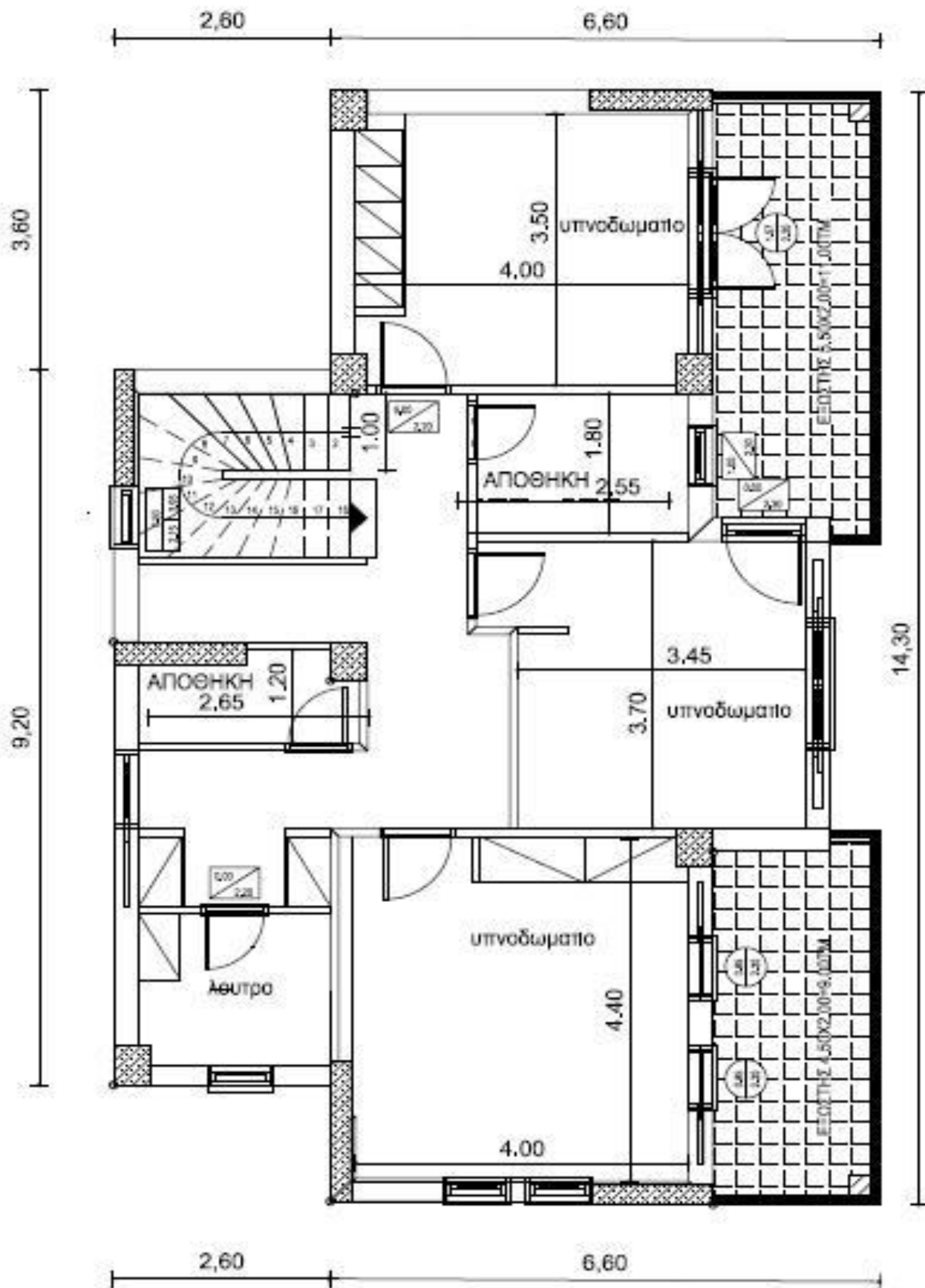
Παρακάτω εμφανίζονται οι επιφάνειες κάθε ορόφου και οι κατόψεις του κτιρίου.

Πίνακας 8.1 - Χρήσεις χώρων κτιρίου και επιφάνειες

Επιφάνεια επιμέρους χώρων κτιρίου σε m²		
Βασικές κατηγορίες κτιρίων	Ζώνη 1 [m ²]	Σύνολο [m ²]
Κατοικίας	246.67	246.67
Επιφάνεια μη θερμαινόμενων χώρων κτιρίου σε m²		
Μη θερμαινόμενος χώρος	Επιφάνεια m ²	
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	10.36	

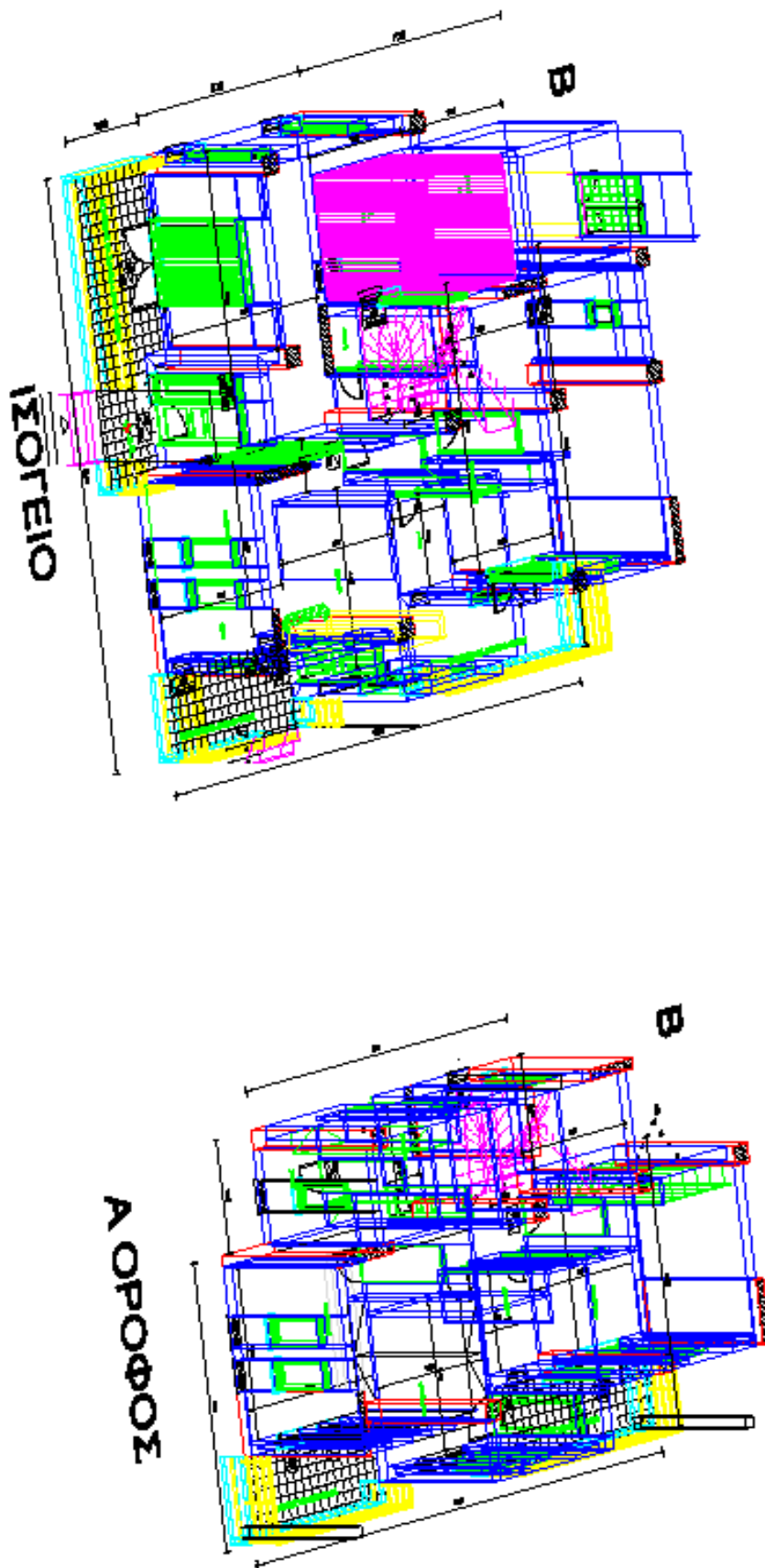


Σχήμα 8.1 - Κάτοψη κτιρίου - Ισόγειο



Α ΟΡΟΦΟΣ

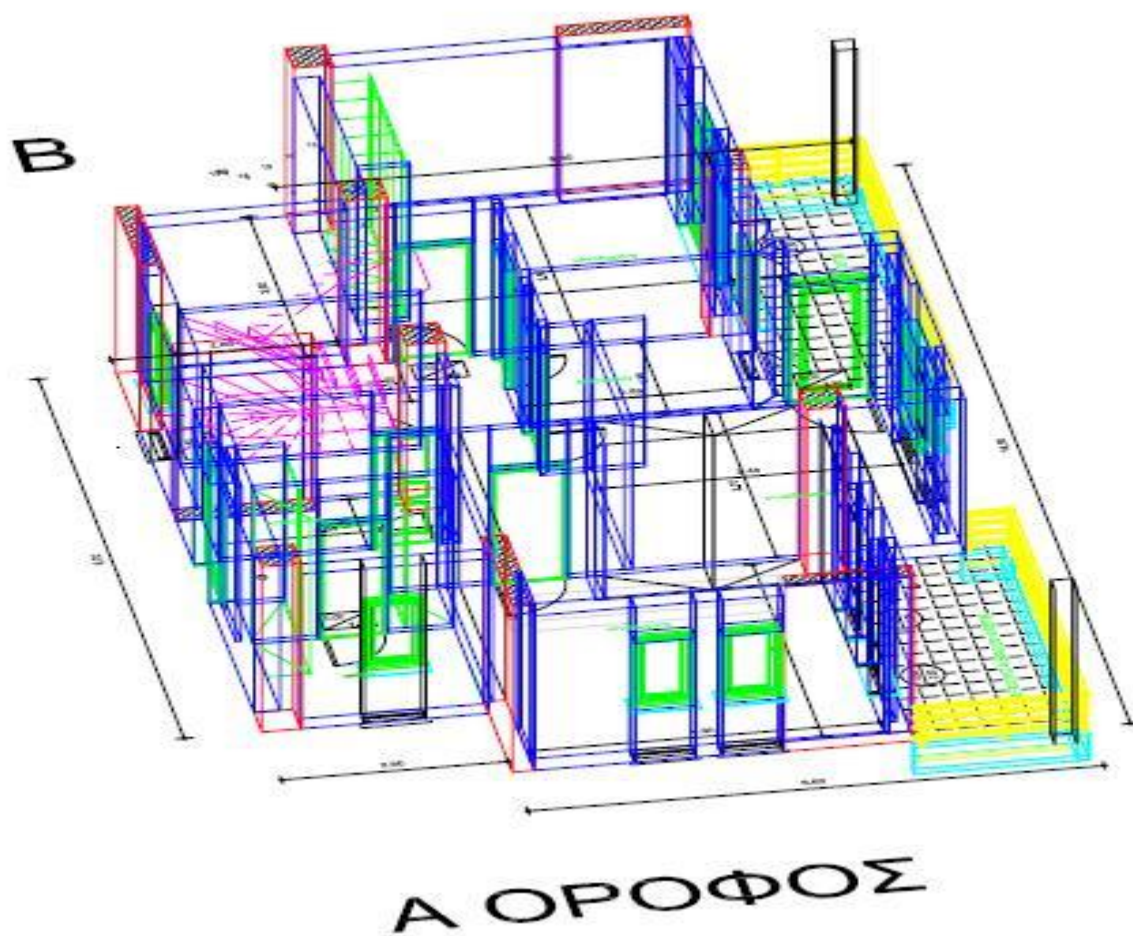
Σχήμα 8.2 - Κάτοψη κτιρίου - Α Όροφος



Σχήμα 8.3 - Κάτοψη κτιρίου 3D



Σχήμα 8.4 - Κάτοψη Ισογείου 3D



Σχήμα 8.5 - Κάτοψη Α Ορόφου 3D

9^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ”

9.1 Πληροφορίες μελέτης

Η μελέτη θερμομονωτικής επάρκειας εκτελέστηκε με το την βοήθεια του προγράμματος 4M. Με αυτήν την μελέτη εξασφαλίσαμε ότι ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου είναι μέσα στα αποδεκτά όρια. Το κτίριο είναι κατασκευασμένο στην Αθήνα, οπότε βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στη Β κλιματική ζώνη.

Κάθε δομικό στοιχείο πρέπει να έχει συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από αυτούς που δίνονται στον πίνακα 4.1 (τεχνική οδηγία Κ.Εν.Α.Κ.) για την Β κλιματική ζώνη.

Στην θερμομομόνωση του κτιρίου έχει θεωρηθεί ότι έχει εφαρμοστεί η καλύτερη τεχνική λύση με σκοπό την μείωση των απωλειών του.

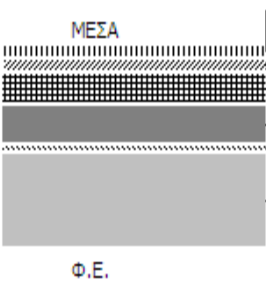
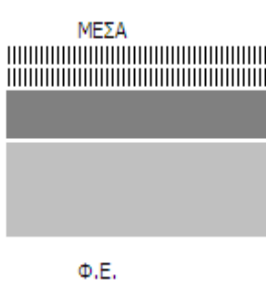
Συγκεκριμένα τα κουφώματα έχουν τοποθετηθεί στην μέση των ανοιγμάτων και η μόνωση είναι σε συνέχεια με αυτά. Στις γωνίες που η ακμή τους αποτελείται από κολόνα χωρίς κάποιο σημείο της να εξέχει από την τοιχοποιία η κολόνα έχει μονωθεί εξωτερικά και οι τοίχοι στο πυρήνα τους. Στα σημεία ένωσης τοιχοποιίας και σκυροδέματος η μόνωση έχει τοποθετηθεί εσωτερικά του τοίχου. Βέβαια δεν ήταν δυνατή η εφαρμογή των παραπάνω σε όλες τις περιπτώσεις και έτσι στα σημεία που υπήρχε αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω εξετάστηκαν όλες οι δυνατές λύσεις και εφαρμόστηκε αυτή με την οποία θα αποφεύγαμε την εμφάνιση μιας επιφάνειας μεγάλης θερμογέφυρας. Το μονωτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε είναι η διογκωμένη πολυστερίνη (fybran) .

9.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της μελέτης. Οι αναλυτικοί υπολογισμοί για τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του κτιρίου βρίσκονται στο παράρτημα 7.

Πίνακας 9.1 - Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑ ΦΥΓΗΣ (R _i)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)	ΕΛΕΓΧΟΣ
Εξωτερική τοιχοποιία 25		2,054	0,450	0,450≤0,5
Τοίχος συρώμενων 35		2,396	0,390	0,390≤0,5
Οπλισμένο σκυρόδεμα		2,801	0,337	0,337≤0,5
Δοκός /υποστοίλωμα		2,146	0,432	0,432≤0,5
Δώμα βατό		2,376	0,397	0,397≤0,45

<p>Μαρμάρινο δάπεδο σε φυσικό έδαφος</p>		<p>2,190</p>	<p>0,424</p>	<p>0,424 ≤ 0.9</p>
<p>Ξύλινο δάπεδο σε φυσικό έδαφος</p>		<p>1,507</p>	<p>0,596</p>	<p>0,596 ≤ 0.9</p>

Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις.

Τύπος πλαισίου: Μέταλλο με θερμοδιακοπή 6 mm

Uf πλαισίου: 7 W/m²K

Τύπος υαλοπίνακα: Διπλό απόστασης 6mm (μετ.ισ.πλ.7.5cm)

Ug υαλοπίνακα: 3.3 W/m²K

g υαλοπίνακα σε κάθε προσπτ.: 0.75

g υαλοπίνακα: 0.68

γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλοπ. και πλαισίου Ψg: 0.02 W/mK

μέσο πλάτος πλαισίου: 0.075 m

Πίνακας 9.2 - Συντελεστές θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις

α/α κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος m	Ύψος ανοίγματος m	Εμβαδό m ²	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U[W/(m ² K)]	U[W/(m ² K)] max
1	2	2,2	4,4	2,73	2,8
2	1	2,2	2,2	1,365	
3	0,8	1	0,8	0,52	
4	0,8	1	0,8	0,52	
5	0,8	1	0,8	0,52	
6	0,8	1	0,8	0,52	
7	1	2,2	2,2	1,365	
8	2	2,2	4,4	2,73	
9	0,6	0,6	0,36	0,39	
10	1,6	2,2	3,52	2,28	
11	0,8	1	0,8	0,52	
12	0,8	1	0,8	0,52	
13	0,8	1	0,8	0,52	
14	0,8	1	0,8	0,52	

Πίνακας 9.3 - Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας (Ισόγειο)

προσανατολι σμός	δομ. στοιχ.	U[W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU[W/K]
A	Φέρων οργανισμός	0.384	0.75	1	0.29
A	Τοιχοποιία	0.450	4.44	1	2.00
A	Συρόμενο	0.390	22.35	1	8.72
A	Φέρων οργανισμός	0.432	0.00	1	0.00
N	Φέρων οργανισμός	0.432	1.35	1	0.58
N	Συρόμενο	0.390	7.56	1	2.95
N	Τοιχοποιία	0.450	16.22	1	7.30
N	Φέρων οργανισμός	0.384	5.25	1	2.02
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	4.20	1	1.81
Δ	Φέρων οργανισμός	0.384	3.75	1	1.44
Δ	Τοιχοποιία	0.450	17.98	1	8.09
B	Τοιχοποιία	0.450	29.16	1	13.12
B	Φέρων οργανισμός	0.384	4.50	1	1.73
B	Φέρων οργανισμός	0.432	2.55	1	1.10
ΜΘΧ	Τοιχοποιία	0.450	9.60	0.5	2.16
ΜΘΧ	Φέρων οργανισμός	0.384	0.75	0.5	0.14
			130.41		53.45

Πίνακας 9.4 - Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας (Α Όροφος)

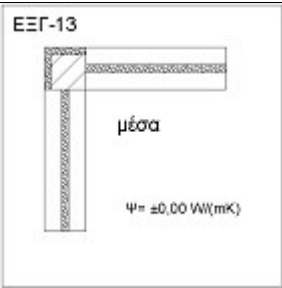
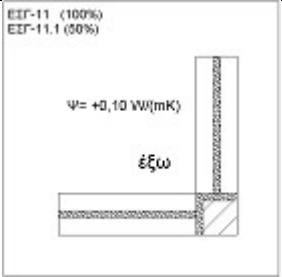
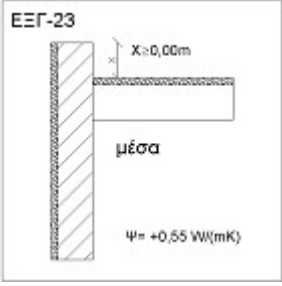
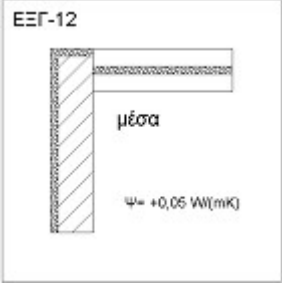
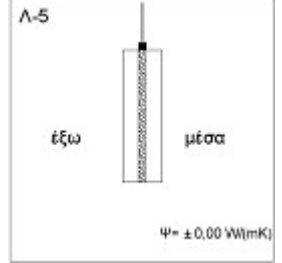
προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U[W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU[W/K]
A	Φέρων οργανισμός	0.384	0.75	1	0.29
A	Συρόμενο	0.390	34.62	1	13.50
A	Φέρων οργανισμός	0.432	0.00	1	0.00
A	Τοιχοποιία	0.450	3.60	1	1.62
N	Φέρων οργανισμός	0.432	1.35	1	0.58
N	Τοιχοποιία	0.450	12.83	1	5.77
N	Φέρων οργανισμός	0.384	5.25	1	2.02
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	3.60	1	1.56
Δ	Τοιχοποιία	0.450	19.25	1	8.66
Δ	Φέρων οργανισμός	0.384	9.00	1	3.46
Δ	Συρόμενο	0.390	9.60	1	3.74
B	Φέρων οργανισμός	0.384	5.25	1	2.02
B	Τοιχοποιία	0.450	15.00	1	6.75
B	Φέρων οργανισμός	0.432	1.35	1	0.58
			121.45		50.55

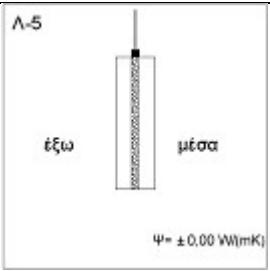
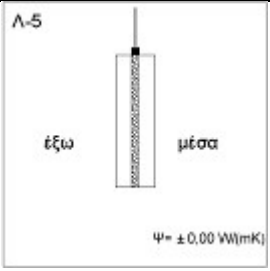
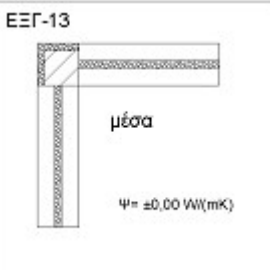
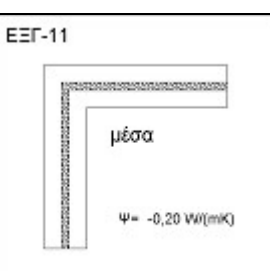
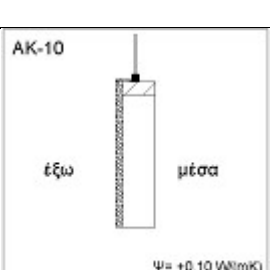
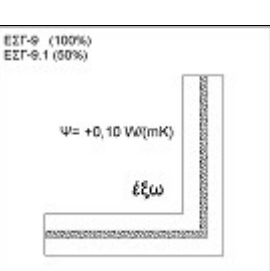
Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία.*Πίνακας 9.5 - Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας*

όροφος	δομικό στοιχείο	ΣΑ [m ²]	U' [W/(m ² K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	bxΣΑxU' [W/K]
1	δάπεδο	70.30	0.342	24.04	1.000	24.04
	δάπεδο	23.10	0.428	9.89	1.000	9.89
	δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο	70.30	0.342	24.04	0.500	12.02
	δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο	23.10	0.428	9.89	0.500	4.94
	Οροφή	131.56	0.397	52.23	1.000	52.23
2	δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο	9.07	0.424	3.85	0.500	1.92
	δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο	63.95	0.596	38.11	0.500	19.06
	Οροφή	131.56	0.397	52.23	1.000	52.23
		522.94				176.33

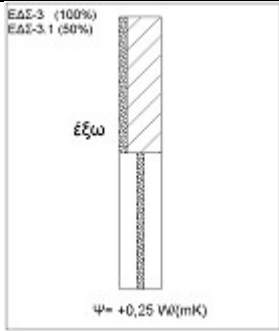
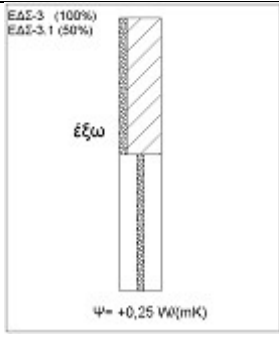
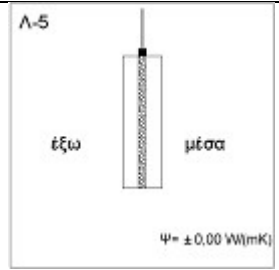
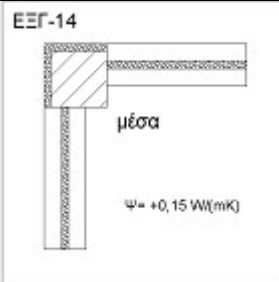
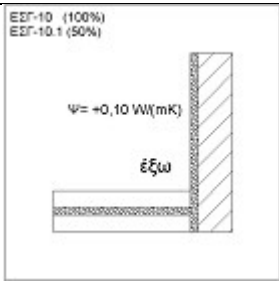
Θερμογέφυρες.Ζώνη: 1 Για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας:

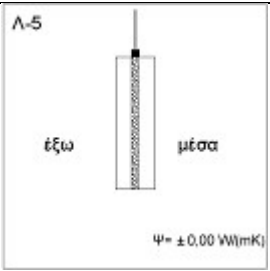
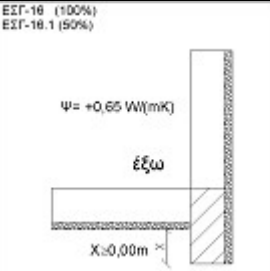
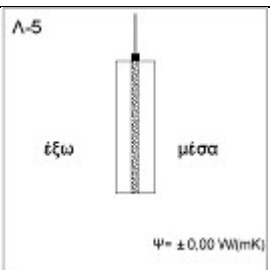
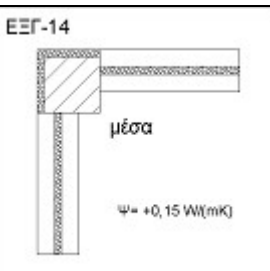
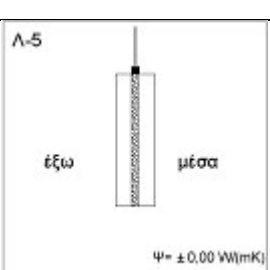
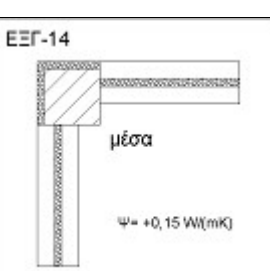
Πίνακας 9.6 - Θερμογέφυρες - Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας

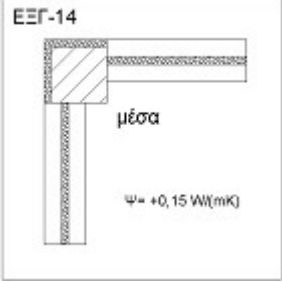
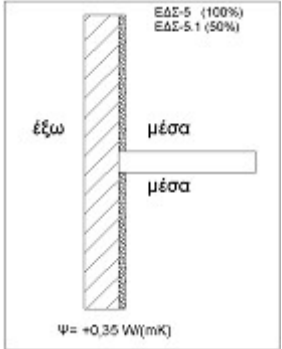
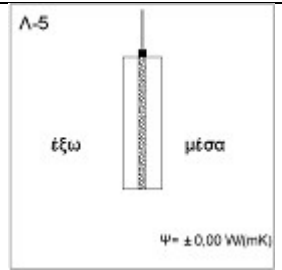
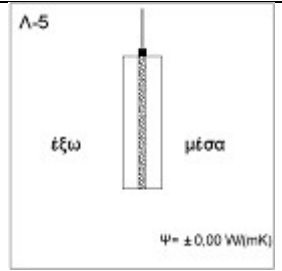

Επίπεδο	Σχήμα	Κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(b \times l \times \Psi)$ [W/K]
1		ΕΞΓ - 13	0.00	3	1	0.0
1		ΕΞΓ - 11 (50%)	0.050	6	1	0.3
1		ΕΞΓ - 23	0.55	3	1	1.7
1		ΕΞΓ - 12	0.05	3	1	0.2
1		Λ - 5	0.00	6.5	1	0.0

1		Λ - 5	0.00	2.8	1	0.0
1		Λ - 5	0.00	3.6	1	0.0
1		ΕΞΓ - 13	0.00	6	1	0.0
1		ΕΞΓ - 11	- 0.20	6	1	- 1.2
1		ΑΚ - 10	0.10	9.4	1	0.9
1		ΕΞΓ - 9	0.10	3	1	0.3

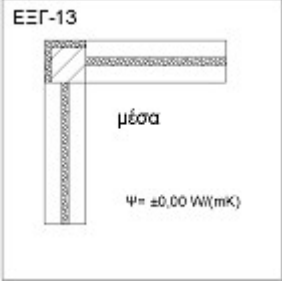
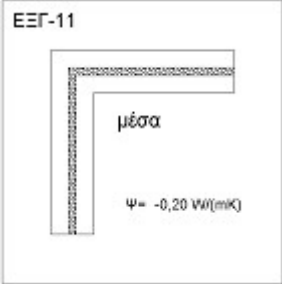

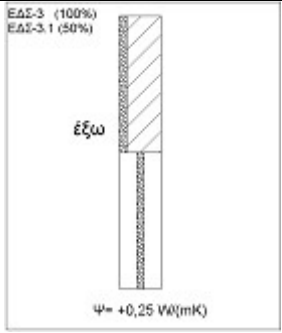
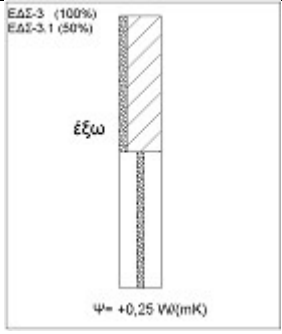
1	<p>ΕΣΓ-9 (100%) ΕΣΓ-9.1 (50%)</p> <p>$\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}$</p> <p>έξω</p>	ΕΣΓ - 9	0.10	3	1	0.3
1	<p>ΕΔΣ-2 (100%) ΕΔΣ-2.1 (50%)</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΔΣ - 2	0.00	3	1	0.0
1	<p>ΕΔΣ-3 (100%) ΕΔΣ-3.1 (50%)</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΔΣ - 3 (50%)	0.125	6	1	0.8
1	<p>ΑΚ-6</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,35 \text{ W/(mK)}$</p>	ΑΚ - 6	0.35	7.6	1	2.7
1	<p>ΕΞΓ-12</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 12	0.05	3	1	0.2

1		ΕΔΣ - 3	0.25	3	1	0.8
1		ΕΔΣ - 3	0.25	3	1	0.8
1		Λ - 5	0.00	3.2	1	0.0
1		ΕΞΓ - 14	0.15	3	1	0.5
1		ΕΣΓ - 10 (50%)	0.050	3	1	0.2

1	 <p>Λ-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	4.6	1	0.0
1	 <p>ΕΣΓ-16 (100%) ΕΣΓ-16.1 (50%)</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p> <p>X=0,00m</p>	ΕΣΓ - 16	0.65	3	1	1.9
1	 <p>Λ-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	3.4	1	0.0
1	 <p>ΕΞΓ-14</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 14	0.15	6	1	0.9
1	 <p>Λ-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	6.8	1	0.0
1	 <p>ΕΞΓ-14</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 14	0.15	3	1	0.5

1	 <p>ΕΞΓ-14</p> <p>μέσα</p> <p>Ψ = +0,15 W/(mK)</p>	ΕΞΓ - 14	0.15	3	0.500	0.2
1	 <p>ΕΔΣ-5 (100%) ΕΔΣ-5.1 (50%)</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>Ψ = +0,35 W/(mK)</p>	ΕΔΣ - 5	0.35	3	0.500	0.5
2	 <p>Λ-5</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>Ψ = ± 0,00 W/(mK)</p>	Λ - 5	0.00	3.4	1	0.0
2	 <p>Λ-5</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>Ψ = ± 0,00 W/(mK)</p>	Λ - 5	0.00	6.8	1	0.0
2	 <p>ΑΚ-11</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>Ψ = +0,30 W/(mK)</p>	ΑΚ - 11	0.30	12.8	1	3.8

2	<p>AK-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	AK - 5	0.55	7.7	1	4.2
2	<p>Λ-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	4	1	0.0
2	<p>AK-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	AK - 5	0.55	7.7	1	4.2
2	<p>AK-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	AK - 5	0.55	6.4	1	3.5
2	<p>ΕΞΓ-23</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$x = 0,00\text{m}$</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 23	0.55	3	1	1.7
2	<p>ΕΞΓ-12</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 12	0.05	3	1	0.2

2	 <p>ΕΞΓ-13</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 13	0.00	3	1	0.0
2	 <p>ΕΞΓ-11</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 11	- 0.20	3	1	- 0.6
2	 <p>ΕΞΓ-12</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 12	0.05	3	1	0.2
2	 <p>ΕΔΣ-3 (100%) ΕΔΣ-3.1 (50%)</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΔΣ - 3	0.25	3	1	0.8
2	 <p>ΕΔΣ-3 (100%) ΕΔΣ-3.1 (50%)</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΔΣ - 3	0.25	3	1	0.8
				192.70		30.8

Πίνακας 9.7 - Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Θερμική Ζώνη	Εμβαδό [m ²]	Ύψος [m]	Όγκος [m ³]
Ζώνη 1	246.67	3.00	740
Συνολικά			740

	ΣΑ [m ²]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxI] [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	251.9	104.0
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	429.5	142.4
διαφανή δομικά στοιχεία	36.9	103.4
θερμογέφυρες	-	30.8
Συνολικά	718.3	380.7

$$\Sigma A/V = 718.34(\text{m}^2)/740.01(\text{m}^3) = 0.971$$

$$\text{Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό } U_{m,\max} 0.745[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

$$\text{Πραγματοποιούμενο } U_m = 380.7(\text{W}/\text{K})/718.34(\text{m}^2) = 0.530 < 0.745[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

Στους υπολογισμούς που εκτελέστηκαν ο διορθωτικός συντελεστής **b** έχει ληφθεί ίσος με **1**, ενώ στις επιφάνειες που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους έχει ληφθεί ίσος με **0,5**.

Πίνακας 9.8 - Συγκεντρωτικά στοιχεία κτιρίου

	ΣΑ [m ²]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxI] [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	251.9	104.0
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	429.5	142.4
διαφανή δομικά στοιχεία	36.9	103.4
θερμογέφυρες	-	30.8
Συνολικά	718.3	380.7
[Σ(bxUxA)+Σ(bxΨxI)]/ΣΑ		0.530

Εφόσον $A/V = 0.971 \text{ m}^{-1}$ το οποίο από τον πίνακα 4.1 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,\max} = 0.745 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

$$U_m = 0.530 \text{ W}/\text{m}^2\text{K} \leq U_{m,\max} = 0.745 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Βάση των παραπάνω το κτίριο μας είναι **επαρκώς θερμομονωμένο**.

10^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ”

10.1 Πληροφορίες μελέτης

Με τη βοήθεια του υπολογιστικού προγράμματος 4M προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα. Η μελέτη εκτελέστηκε βάση προτύπου DIN 77. Εδώ προέκυψε ένα πρόβλημα. Το πρόγραμμα δεν υπολογίζει τις απώλειες λόγω θερμογέφυρων βάση του προτύπου KENAK, το οποίο πλέον εφαρμόζεται. Έτσι στα αποτελέσματα τα οποία προέκυψαν υπολογίστηκαν και προστέθηκαν οι απώλειες θερμογεφυρών για κάθε χώρο του υπό μελέτη κτιρίου.

10.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης

Παρακάτω παρουσιάζουμε τις συνολικές απώλειες χώρων, ενώ οι υπόλοιποι αναλυτικοί υπολογισμοί του κτιρίου παρουσιάζονται στο παράρτημα 1.

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)

Επίπεδο : Επίπεδο 1

1	ΣΑΛΟΝΙ	:	1992
2	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	:	839
3	ΚΟΥΖΙΝΑ	:	1096
4	ΛΟΥΤΡΟ	:	470
5	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	:	1127
6	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	:	84

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 5609

Επίπεδο : Επίπεδο 2

1	ΛΟΥΤΡΟ	:	322
2	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	:	1035
3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	:	622
4	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3	:	583
5	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	:	737

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 3298

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου : 8907

Στις παραπάνω απώλειες δεν έχουν υπολογιστεί οι απώλειες θερμογέφυρων. Έτσι θα τις υπολογίσουμε ξεχωριστά για κάθε χώρο και θα προστεθούν ώστε να προσεγγίσουμε τις πραγματικές απώλειες κατά το δυνατόν.

Έτσι λοιπόν έχουμε:

Επίπεδο 1

Σαλόνι	: 3,45 w/mK - > 69 Watt.
Καθιστικό	: 0,34 w/mK - > 6,8 Watt.
Λουτρό	: 3,56 w/mK - > 72 Watt.
Υπνοδωμάτιο	: 6,26 w/mK - > 126 Watt.
Διαδρομος	: 2,1 w/mK - > 42 Watt.

Επίπεδο 2

Λουτρό	: 2,6 w/mK - > 52 Watt.
Υπνοδωματιο 1	: 1,8 w/mK - > 36 Watt.
Υπνοδωμάτιο 2	: 11,925 w/mK - > 240 Watt.
Υπνοδωμάτιο 3	: 1,05 w/mK - > 21 Watt.

Άρα συνολικά πρέπει να γίνει μια προσαύξηση λόγο θερμογέφυρων της τάξης των 662W. Οπότε συνολικά έχουμε 9569 Watt.

Για την κάλυψη του φορτίου θέρμανσης, εκτός από την ΓΑΘ που έχουμε επιλέξει να τοποθετήσουμε, τοποθετήσαμε και ένα ενεργειακό τζάκι με τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά:

Τεχνικά Χαρακτηριστικά τζακιού

Εξωτερικές Διαστάσεις (ΠxΥxB)	574x1533 - 1578x574 mm	Πρωτογενής Αέρας	Ρυθμιζόμενος
Βάρος	182 kg	Δευτερογενής Αέρας	Ρυθμιζόμενος
Διαστάσεις Ανοίγματος Εστίας (ΠxΥ)	380x295 mm	Τριτογενής Αέρας	Όχι
Διαστάσεις Εστίας (ΠxΥxB)	400x625x400 mm	Απόδοση	78,4 %
Έξοδος Καυσαερίων	Ø180 mm*	Κατανάλωση Ξύλου	2,3 kg/h
Υλικό Εστίας	Μαντέμι+Ironker	Ανεμιστήρας Χώρου	Προαιρ. ΚΙΤ:6018590
Θερμαινόμενος Όγκος	229 m ³	Παροχή Ανεμιστήρα	490 m ³ /h
Ωφέλιμη Θερμική Ισχύς	8,0 KW	Ελκυσμός	~1,2 mm H ₂ O
Συνολική Θερμική Ισχύς	10,2 KW	Στόμιο Αέρα Καύσης	Ø100 mm

Το τζάκι ποτέ δεν θα δουλεύει στο 100% της ισχύος του και το τοποθετήσαμε ώστε τις ημέρες που δεν απαιτείται μεγάλη θερμική ισχύς για να ζεστάνουμε το σπίτι, να χρησιμοποιείται το τζάκι και αντίστοιχα τις ημέρες με πάρα πολύ μεγάλη ζήτηση να λειτουργεί σαν επικουρικό μέσο θέρμανσης.

11^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΜΕΛΕΤΗ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ”

11.1 Πληροφορίες μελέτης

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία Carrier, ακολουθώντας επίσης τις οδηγίες της 2425/86 TOTEE με την βοήθεια του προγράμματος 4M.

11.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκεντρωτικά αποτελέσματα της μελέτης, ενώ οι αναλυτικοί υπολογισμοί του ψυκτικού φορτίου βρίσκονται στο παράρτημα 2.

Ψυκτικό φορτίο ανά χώρο (Watt)

Επίπεδο 1

1	ΣΑΛΟΝΙ	:	393
2	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	:	393
3	ΚΟΥΖΙΝΑ	:	2894
4	ΛΟΥΤΡΟ	:	1203
5	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	:	1967
6	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	:	0

Επίπεδο 2

1	ΛΟΥΤΡΟ	:	367
2	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	:	367
3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	:	1927
4	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3	:	269
5	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	:	1824

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω αποτελέσματα το συνολικό φορτίο ψύξεως είναι **11604 Watt**.

Στις απώλειες αυτές θα προσθέσουμε και τις απώλειες λόγω θερμογέφυρων.

Έτσι λοιπόν έχουμε:

Επίπεδο 1

Σαλόνι : 3,45 w/mK - > 34,5 Watt.

Καθιστικό : 0,34 w/mK - > 3,4 Watt.

Λουτρό : 3,56 w/mK - > 35,6 Watt.

Υπνοδωμάτιο : 6,26 w/mK - > 62,6 Watt.

Διαδρομος : 2,1 w/mK - > 21 Watt.

Επίπεδο 2

Λουτρό : 2,6 w/mK - > 26 Watt.

Υπνοδωματιο 1 : 1,8 w/mK - > 18 Watt.

Υπνοδωμάτιο 2 : 11,925 w/mK - > 119,25 Watt.

Υπνοδωμάτιο 3 : 1,05 w/mK - > 10,5 Watt.

Έτσι οι συνολικές απώλειες του φορτίου ψύξης θα είναι 12 KW.

12^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΜΕΛΕΤΗ FAN COILS”

12.1 Πληροφορίες μελέτης

Η μελέτη των fan coils έγινε με την βοήθεια του προγράμματος 4M . Παρακάτω εμφανίζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της μελέτης. Επίσης εμφανίζονται και οι ανάλογοι πίνακες των υπολογισμών καθώς και το κατακόρυφο διάγραμμα της εγκατάστασης. Η επιλογή της διατομής των σωληνώσεων κάθε τμήματος του δικτύου έγινε με τον περιορισμό για την ταχύτητα.

12.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης

Παρακάτω παρουσιάζονται συγκεντρωτικά αποτελέσματα της μελέτης . Οι αναλυτικοί υπολογισμοί του συστήματος των fan coils βρίσκονται στο παράρτημα 3.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζουμε τα στοιχεία του δικτύου:

Πίνακας 12.1 - Συγκεντρωτικά στοιχεία του δικτύου

<i>Θερμοκρασία Νερού (°C)</i>	50
<i>Τύπος Κύριου Σωλήνα</i>	Χαλκοσωλήνας ευθύγραμμος
<i>Συντ. Τραχύτητας Κύριου Σωλήνα (μm)</i>	1.5
<i>Τύπος Δευτερεύοντος Σωλήνα</i>	Χαλκοσωλήνας εύκαμπτος
<i>Συντ. Τραχύτητας Δευτερεύοντος Σωλήνα (μm)</i>	1.5
<i>Σύστημα Μονάδων</i>	KWatt

Για την κυκλοφορία του νερού θα τοποθετηθεί αντλία στην επιστροφή. Η αντλία πρέπει να έχει παροχή ίση με 1.762 m³/h.

Επίσης θα πρέπει να έχει μανομετρικό ύψος Η ίσο με 1.103Μ.Υ.Σ. .

Επιλέχθηκε αντλία με τα παρακάτω στοιχεία:

Τύπος : WILO Star RS 25/2
 Μέγεθος : 92.5x180x130 (mm)
 Παροχή : 2.2 m³/h
 Μανομετρικό : 1.95 ΜΥΣ
 Ισχύς Κινητήρα : 9 W
 Ηλεκτρικά δεδομ. : 0.21A - 230V - 1900n

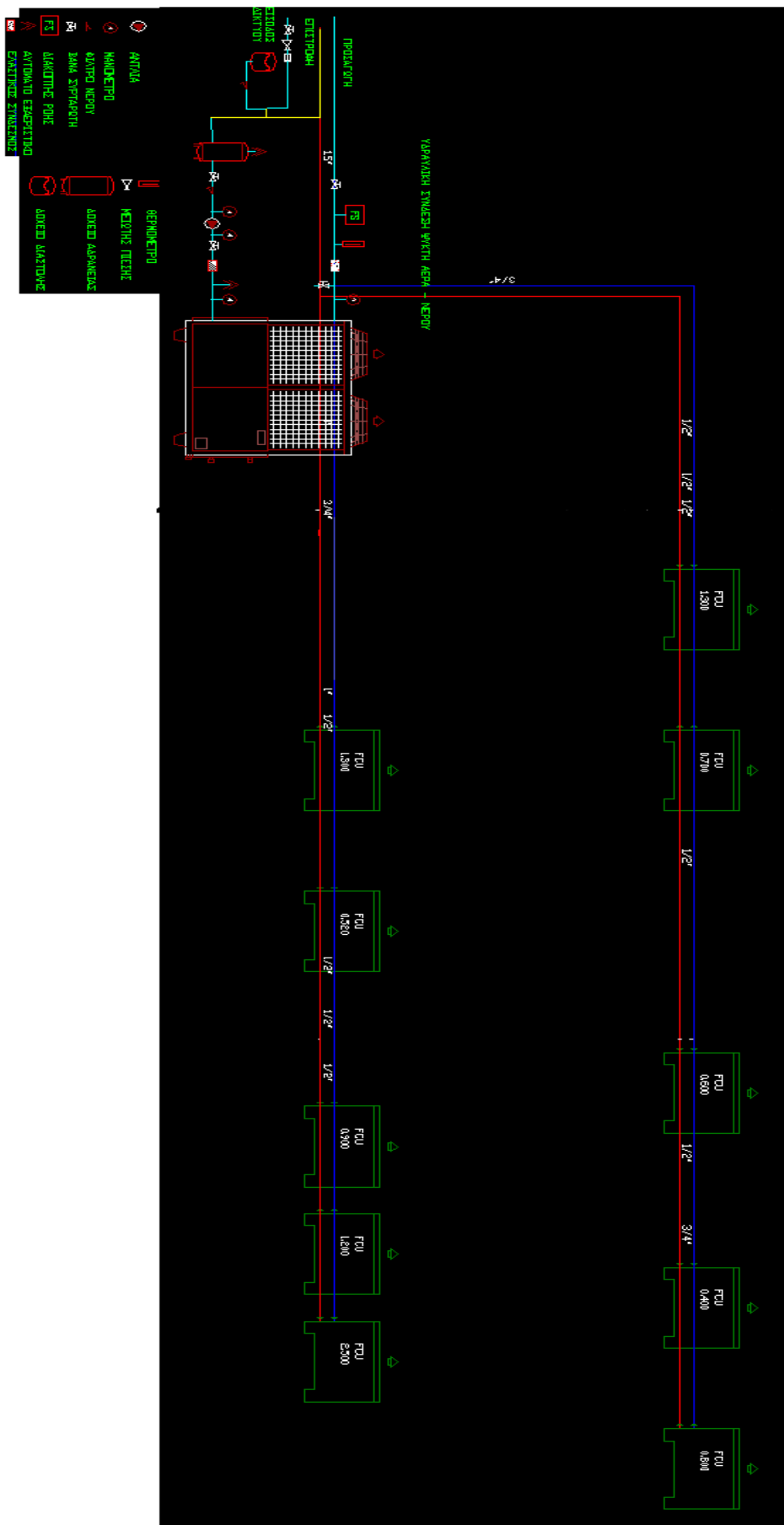
Επιλέγεται Δοχείο Διαστολής με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Το δοχείο διαστολής που εκλέγεται είναι REFLEX 25 N και έχει χωρητικότητα ίση με 25lt/3bar

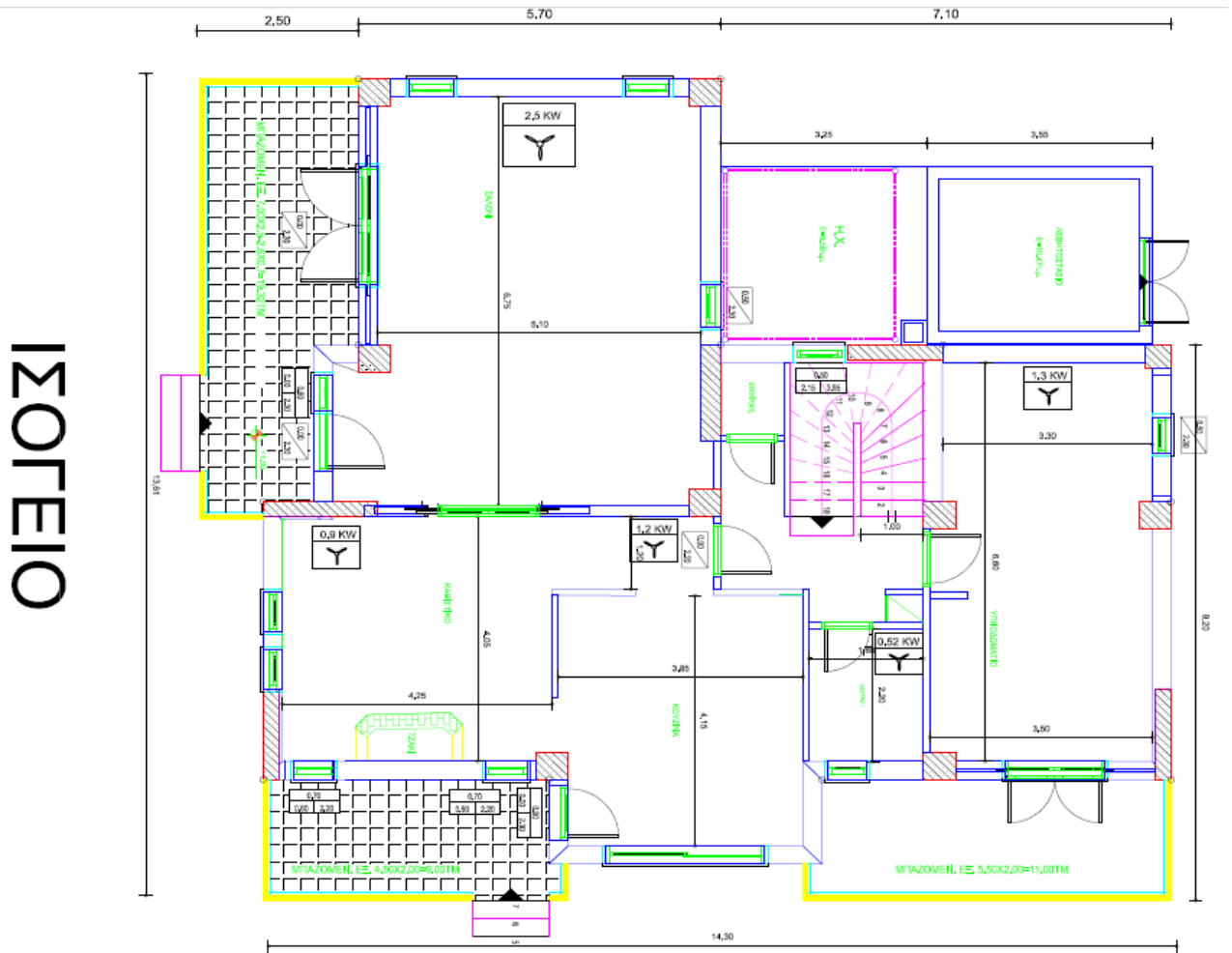
Παρακάτω εμφανίζονται τα στοιχεία του δικτύου σωληνώσεων καθώς και το κατακόρυφο διάγραμμα της εγκατάστασης.

Πίνακας 12.2 - Συγκεντρωτικά στοιχεία κτιρίου

Τμ. Δικτ.	Μήκος Σωλήνα (m)	Φορτίο FC (KWatt)	Παροχή Νερού (m ³ /h)	Τύπος Σωλήν α	Διάμ. Σωλήνα (mm)	Ταχ. Νερού (m/s)	Σζ Εξαρ τημ.	Τριβ. Εξ/FC (mΥΣ)	Τριβές Σωλην. (mΥΣ)	Ολικές Τριβές (mΥΣ)
1.2	3.5		1.762	K		0.357	8.700	0.057	0.013	0.070
2.8	9	1.300	0.224	K		0.170	5.200	0.008	0.021	0.029
2.3	7.2		0.883	K	DN25	0.500	3.500	0.045	0.093	0.138
3.7	16	0.520	0.090	K	DN15	0.124	10.40	0.008	0.032	0.041
3.4	7.2		0.793	K	DN25	0.449	3.500	0.036	0.077	0.113
4.5	6.8	1.200	0.207	K	DN15	0.286	5.200	0.022	0.058	0.080
4.6	13	0.900	0.155	K	DN15	0.214	15.60	0.036	0.067	0.104
4.7	8	2.500	0.431	K	DN15	0.595	3.800	0.069	0.245	0.314
2.9	12.4		0.655	K	DN20	0.579	3.500	0.060	0.274	0.334
9.10	13.5	1.300	0.224	K	DN15	0.310	18.20	0.089	0.132	0.221
9.11	11.8	0.700	0.121	K	DN15	0.167	8.200	0.012	0.040	0.051
9.12	11.2		0.310	K	DN15	0.428	10.80	0.101	0.193	0.293
12.13	3	0.600	0.103	K	DN15	0.143	2.600	0.003	0.008	0.010
12.14	3.6		0.207	K	DN15	0.286	5.600	0.023	0.031	0.054
14.15	6	0.400	0.069	K	DN15	0.095	5.200	0.002	0.008	0.010
14.16	5.6	0.800	0.138	K		0.105	5.200	0.003	0.006	0.009

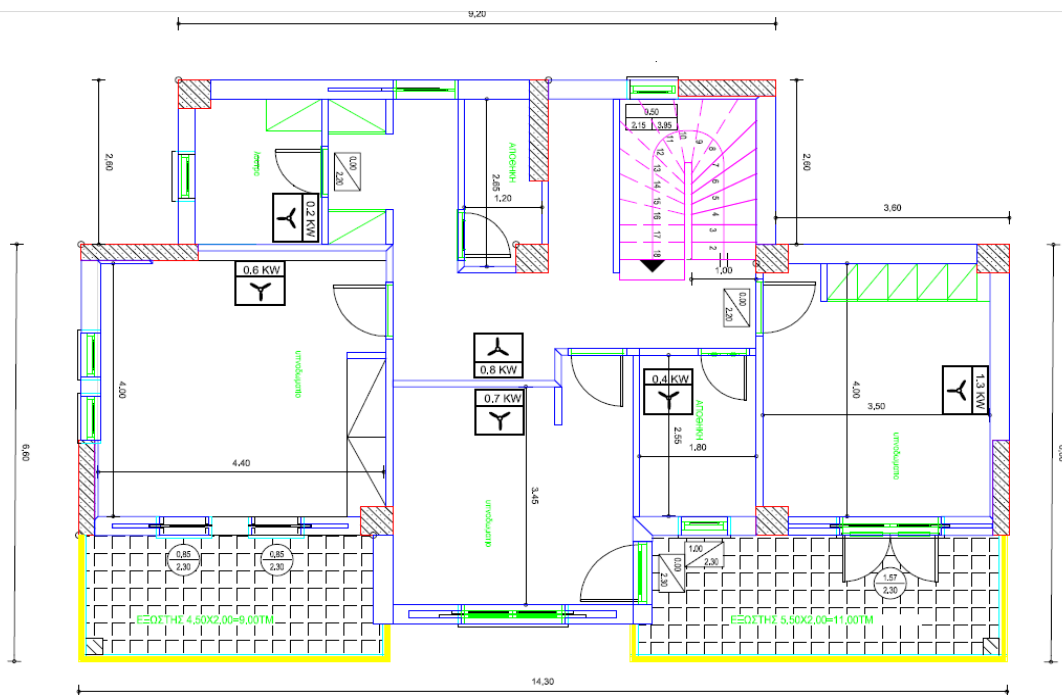


Σχήμα 12.1 - Κατακόρυφο διάγραμμα της εγκατάστασης



Σχήμα 12.2 – Fan coils Ισογείου

Α ΟΡΟΦΟΣ



Σχήμα 12.3 – Fan coils Α Ορόφου

13^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ”

13.1 Πληροφορίες μελέτης

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που επιλέξαμε να τοποθετήσουμε είναι της εταιρίας Mitsubishi με την ισχύ του κάθε πλαισίου να είναι 265 Watt. Αυτό σημαίνει ότι θα χρειαστούμε 38 πλαίσια τα οποία θα τοποθετηθούν με κλίση 30^ο σε σχέση με το επίπεδο. Η κλίση αυτή θα είναι μόνιμη καθ' όλη την διάρκεια του έτους και θα έχουν νότιο προσανατολισμό.

Η απαιτούμενη απόσταση μεταξύ τους για την αποφυγή της σκίασης θα πρέπει να είναι 2,2 μέτρα. Η ταράτσα του κτιρίου έχει συνολικό εμβαδό 243,6 m². Σε αυτήν την ταράτσα θα γίνει και η εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη της ζήτησης του ZNX. Η συνολική επιφάνεια των συλλεκτών για ZNX θα είναι 10 m² ενώ η συνολική επιφάνεια των φωτοβολταϊκών πλαισίων θα είναι 58,52 m².

Η τάση ανοιχτού κυκλώματος τους είναι 38,2 Volts. Ο αντιστροφέας που επιλέξαμε είναι της εταιρίας SMA και είναι η ονομαστική του ισχύ είναι 10 KW. Η τάση βέλτιστης λειτουργίας του είναι 600 Volts, το οποίο σημαίνει ότι θα δημιουργήσουμε 2 strings των 16 πάνελ εν σειρά συνδεδεμένα με σκοπό να επιτύχουμε την τάση βέλτιστης λειτουργίας του αντιστροφέα και τα 6 πάνελ που υπολείπονται θα τα συνδέσουμε στην είσοδο B του αντιστροφέα.

Όλοι οι υπολογισμοί εκτελέστηκαν με την βοήθεια του προγράμματος 4M.

13.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης

Παρακάτω εμφανίζονται όλοι οι υπολογισμοί, το μονογραμμικό σχέδιο της εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού συστήματος καθώς επίσης και η κάτοψη της ταράτσας όπου εμφανίζονται η θέση τοποθέτησης τόσο των φωτοβολταϊκών πλαισίων όσο και των ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη της ζήτησης του ZNX.

Οι αναλυτικοί υπολογισμοί για το φωτοβολταϊκό σύστημα που θα εγκατασταθεί στο κτίριο βρίσκεται στο τέλος της εργασίας στο παράρτημα 4.

Πίνακας 13.1 - Στοιχεία φωτοβολταϊκών πλαισίων

Model name	PV-MLE255HD	PV-MLE260HD	PV-MLE265HD
Cell type	Monocrystalline silicon, 78mm x 156mm		
Number of cells	120 cells		
Performance at STC			
Maximum power rating (Pmax)	255W	260W	265W
Warranted minimum Pmax	255.0W	260.0W	265.0W
Tolerance of Pmax		-0 / +5%	
Open circuit voltage (Voc)	37.8V	38.0V	38.2V
Short circuit current (Isc)	8.89A	8.98A	9.08A
Maximum power voltage (Vmp)	31.2V	31.4V	31.7V
Maximum power current (Imp)	8.18A	8.29A	8.38A
Performance at NOCT (at 800W/m ²)			
Maximum power rating [Pmax]	185W	189W	192W
Open circuit voltage [Voc]	34.5V	34.7V	34.9V
Short circuit current [Isc]	7.19A	7.27A	7.35A
Maximum power voltage [Vmp]	28.0V	28.2V	28.4V
Maximum power current [Imp]	6.60A	6.69A	6.76A
Normal operating cell temperature (NOCT)*	45.7°C		
Maximum system voltage	600V (UL), 1000V (IEC)		
Fuse rating	15A		
Dimensions	1625x1019x46mm (64.0x40.1x1.81 inches)		
Weight	20kg (44lbs.)		
Output terminal	(+) 800mm / (-) 1250mm with SMK (PV-03) connector		
Module efficiency	15.4%	15.7%	16.0%
Packing condition	2 modules per carton		
Certificates	IEC 61215 2nd ed., IEC 61730, UL1703		
	*Measured at 800W/m ² , ambient temp. 20°C, wind speed 1m/s		
Temperature Coefficient			
α (Isc) 0.056%/°C			
β (Voc) -0.350%/°C			
γ (Pmax) -0.450%/°C			

Πίνακας 13.2 - Στοιχεία μετατροπείας

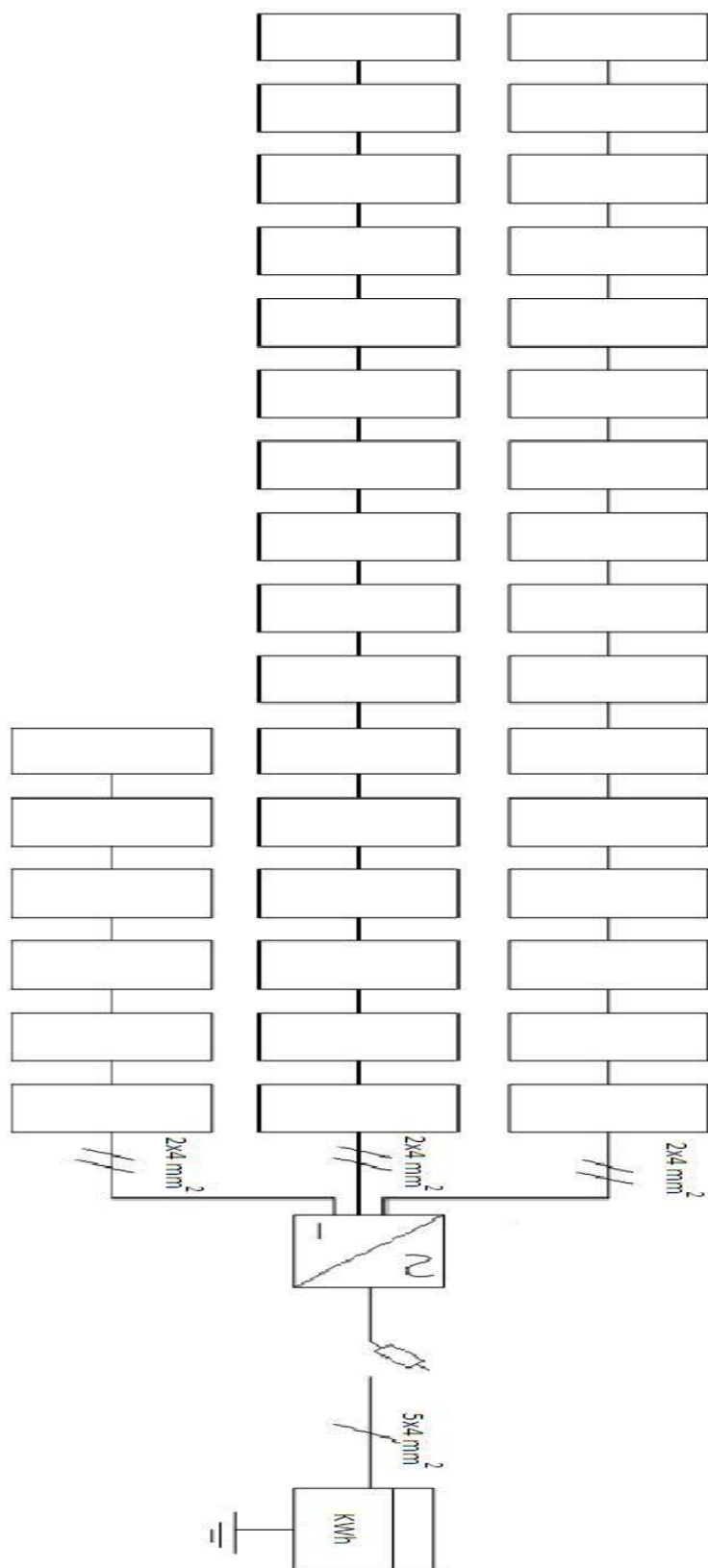
Είσοδος (DC)				
Μέγιστη ισχύς DC (@ cos ϕ =1)	10200 W	12250 W	15340 W	17410 W
Μέγιστη τάση εισόδου	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V
Εύρος τάσης MPP / Ονομαστική τάση εισόδου	320 V – 800 V / 600 V	380 V – 800 V / 600 V	360 V – 800 V / 600 V	400 V – 800 V / 600 V
Ελάχιστη τάση εισόδου / Τάση έναρξης τροφοδοσίας	150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V	150 V / 188 V
Μέγιστο ρεύμα εισόδου σε εισόδο A / εισόδο B	22 A / 11 A	22 A / 11 A	33 A / 11 A	33 A / 11 A
Μέγιστο ρεύμα εισόδου ανά στοιχειοσειρά σε εισόδο A** / εισόδο B**	33 A / 12,5 A	33 A / 12,5 A	40 A / 12,5 A	40 A / 12,5 A
Αριθμός ανεξάρτητων εισόδων MPP / Στοιχειοσειρές ανά εισόδο MPP	2 / A:4; B:1	2 / A:4, B:1	2 / A:5; B:1	2 / A:5, B:1

Έξοδος (AC)				
Όνομαστική ισχύς (@230 V, 50 Hz)	10000 W	12000 W	15000 W	17000 W
Μέγιστη φαινόμενη ισχύς AC	10000 VA	12000 VA	15000 VA	17000 VA
Όνομαστική τάση AC	3 / N / PE, 220 / 380 V 3 / N / PE, 230 / 400 V 3 / N / PE, 240 / 415 V	3 / N / PE, 220 / 380 V 3 / N / PE, 230 / 400 V 3 / N / PE, 240 / 415 V	3 / N / PE, 220 / 380 V 3 / N / PE, 230 / 400 V 3 / N / PE, 240 / 415 V	3 / N / PE, 220 / 380 V 3 / N / PE, 230 / 400 V 3 / N / PE, 240 / 415 V
Εύρος ονομαστικής τάσης AC	160 V – 280 V	160 V – 280 V	160 V – 280 V	160 V – 280 V
Συχνότητα δικτύου AC / Εύρος	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz	50 Hz, 60Hz / -6 Hz ... +5 Hz
Όνομαστική συχνότητα δικτύου / Όνομαστική τάση δικτύου	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V	50 Hz / 230 V
Μέγιστο ρεύμα εξόδου	16 A	19,2 A	24 A	24,6 A
Συντελεστής ισχύος σε ονομαστική ισχύ	1	1	1	1
Ρυθμιζόμενος συντελεστής μετατόπισης	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση	0,8 υπερδιέγερση ... 0,8 υποδιέγερση
Φάσεις τροφοδοσίας / Φάσεις σύνδεσης	03. Mrz	03. Mrz	03. Mrz	03. Mrz
Βαθμός απόδοσης				
Μέγιστος βαθμός απόδοσης / Ευρωπαϊκός βαθμός απόδοσης	98,1 % / 97,7 %	98,1 % / 97,7 %	98,2 % / 97,8 %	98,2 % / 97,8 %

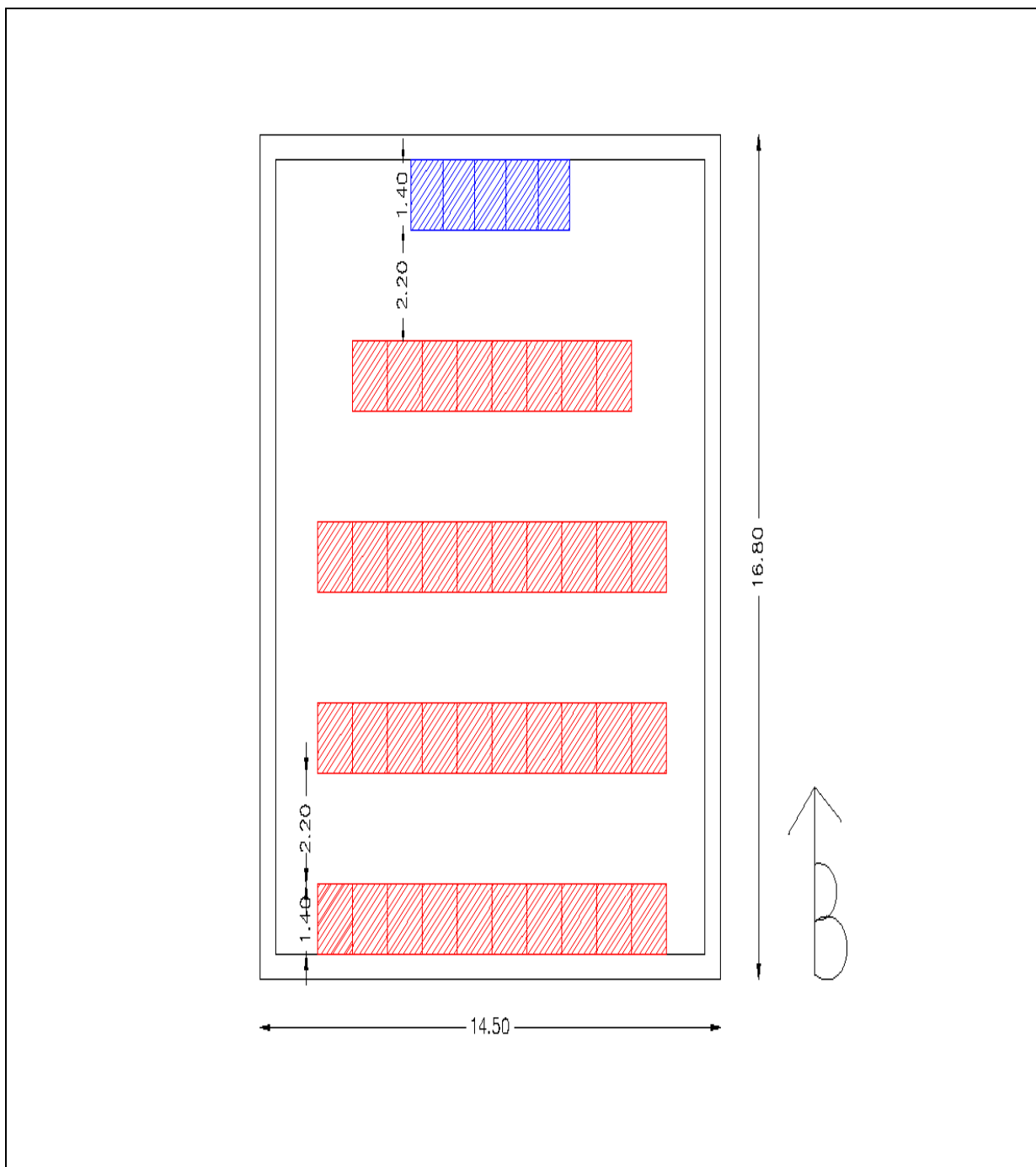
Διατάξεις προστασίας				
Αποζεύκτης εισόδου	ναι	ναι	ναι	ναι
Επιτήρηση γείωσης / Επιτήρηση δικτύου	ναι / ναι	ναι / ναι	ναι / ναι	ναι / ναι
Απαγωγί υπέρτασης DC τύπου II με δυνατότητα ενσωμάτωσης	προαιρετικά	προαιρετικά	προαιρετικά	προαιρετικά
Προστασία αντίστροφης πολικότητας DC / Αντοχή σε βραχυκύκλωμα AC / Γαλβανική απομόνωση	ναι / ναι / —	ναι / ναι / —	ναι / ναι / —	ναι / ναι / —
Μονάδα επιτήρησης ρεύματος διαρροής ευαίσθητη σε όλους τους τύπους ρεύματος	ναι	ναι	ναι	ναι
Κατηγορία προστασίας (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 62103) / Κατηγορία υπέρτασης (σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60664-1)	I / III	I / III	I / III	I / III

Πίνακας 13.3 - Προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια ανα μήνα – παραγόμενη ενέργεια

Μήνας	Ημέρες	Προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια [KWh]	Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας [KWh]
Ιανουάριος	31	94.52	643.17
Φεβρουάριος	28	98.87	669.85
Μάρτιος	31	133.87	556.99
Απρίλιος	30	138.86	924.63
Μάιος	31	178.79	1169.76
Ιούνιος	30	185.78	1188.45
Ιούλιος	31	196.79	1247.46
Αύγουστος	31	195.96	1242.21
Σεπτέμβριος	30	167.71	1077.75
Οκτώβριος	31	137.47	899.43
Νοέμβριος	30	112.35	748.12
Δεκέμβριος	31	82.56	903.09



Σχήμα 13.1 - Σχέδιο εγκατάστασης



Σχήμα 13.2 - Κάτοψη ταράτσας

14^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ”

14.1 Πληροφορίες μελέτης

Η μελέτη της Γεωθερμίας έγινε με την βοήθεια λογισμικού ανάλυσης έργων καθαρής ενέργειας, του προγράμματος RETScreen.

Στους πίνακες 14.1 και 14.2 βλέπουμε αντίστοιχα το έργο παραγωγής θερμότητας και ψύξης, όπου σε κάθε περίπτωση διαιρώντας την ισχύ (W) που χρειαζόμαστε με το συνολικό εμβαδό, βρίσκουμε το ζητούμενο φορτίο θέρμανσης και ψύξης (W/m²) του κτιρίου.

14.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης

Οι αναλυτικοί υπολογισμοί για το γεωθερμικό σύστημα που θα εγκατασταθεί βρίσκεται στο τέλος της εργασίας, στο παράρτημα 5.

Παρακάτω εμφανίζονται συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της μελέτης.

Πίνακας 14.1 - Έργο παραγωγής θερμότητας

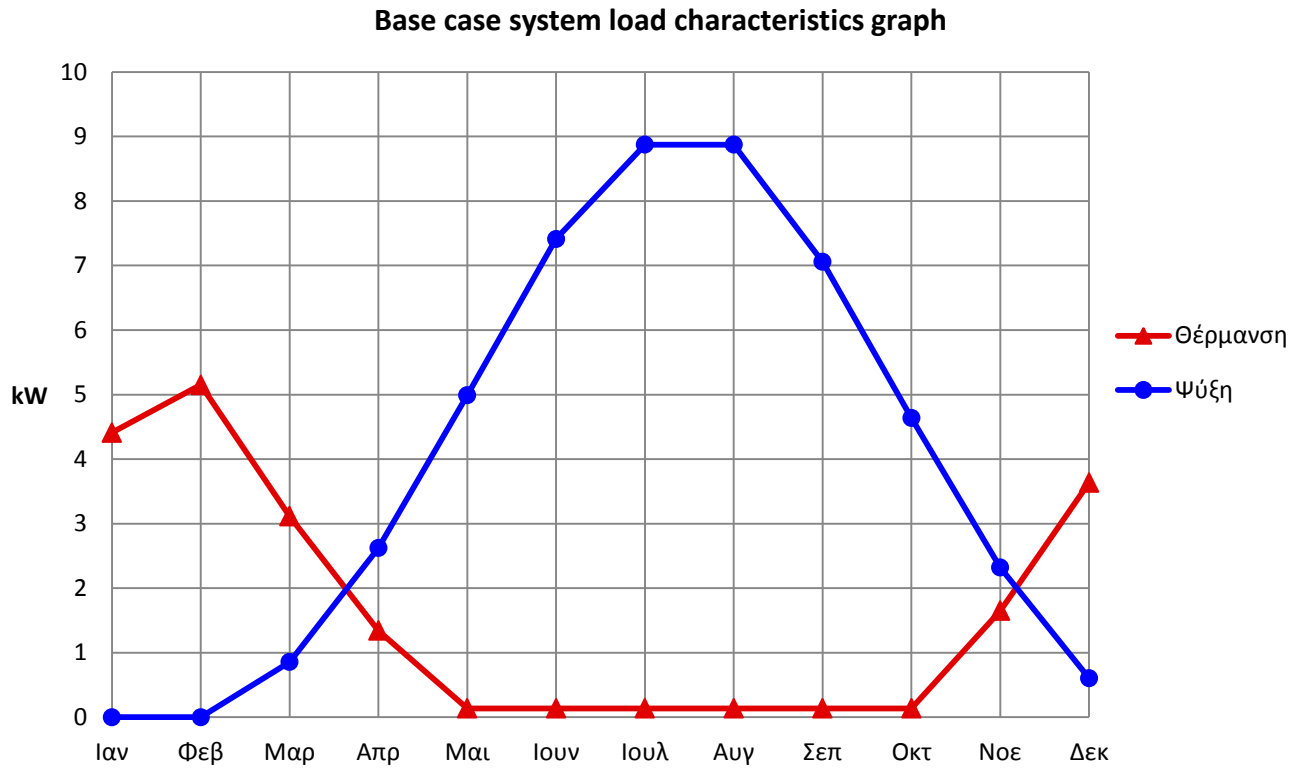
Εργο παραγωγής θερμότητας	Μονάδα	
Σύστημα θέρμανσης βασικής περίπτωσης	Μεμονωμένο κτίριο - θέρμανση χώρων	
Θερμαινόμενη επιφάνεια δαπέδου του κτιρίου	m ²	247
Τύπος Καυσίμου		Ηλεκτρική ενέργεια
Εποχιακή απόδοση	%	90%
Υπολογισμός φορτίου θέρμανσης		
Φορτίο θέρμανσης για κτίριο	W/m ²	40,5
Ζήτηση βάσης οικιακού ζεστού νερού θέρμανσης	%	10%
Συνολική απαίτηση θέρμανσης	MWh	16
Συνολική αιχμή φορτίου θέρμανσης	KW	10,0
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια	MWh	17
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης		
Καθαρή αιχμή φορτίου θέρμανσης	KW	10,0
Καθαρή ζήτηση θέρμανσης	MWh	16

Πίνακας 14.2 - Έργο παραγωγής ψύξης

Εργο ψύξης	Μονάδα	
Σύστημα ψύξης βασικής περίπτωσης	Μεμονωμένο κτίριο - ψύξη χώρων	
Ψυχόμενη επιφάνεια δαπέδου για το κτίριο	m ²	247
Τύπος Καυσίμου		Ηλεκτρική ενέργεια
Συντελεστής επίδοσης - εποχιακός		3,00
Υπολογισμός φορτίου ψύξης		
Φορτίο ψύξης για κτίριο	W/m ²	48,6
Ψύξη ανεξάρτητη καιρού	%	3%
Συνολική ζήτηση ψύξης	MWh	37
Συνολικό φορτίο αιχμής ψύξης	KW	12,0
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια	MWh	12
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης		
Καθαρή αιχμή φορτίου ψύξης	KW	12
Καθαρή ζήτηση ψύξης	MWh	37

Πίνακας 14.3 - Χαρακτηριστικά φορτίου

Χαρακτηριστικά φορτίου βασικής περίπτωσης	Μέσο φορτίο ψύξης KW	Μέσο φορτίο θέρμανσης KW
Μήνας		
Ιανουάριος	0	4
Φεβρουάριος	0	5
Μάρτιος	1	3
Απρίλιος	3	1
Μαίος	5	0
Ιούνιος	7	0
Ιούλιος	9	0
Αύγουστος	9	0
Σεπτέμβριος	7	0
Οκτώβριος	5	0
Νοέμβριος	2	2
Δεκέμβριος	1	4
Αιχμή φορτίου - ετήσιο	12	10



Σχήμα 14.1 - Ετήσια ζήτηση θέρμανσης - Ψύξης

Πίνακας 14.4 - Κλιματολογικά δεδομένα

Γεωγραφικό πλάτος	Μονάδα	Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία έργου
	°B	37,9	37,9
Γεωγραφικό μήκος	°A	23,7	23,7
Υψόμετρο	M	15	15
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	3,1	
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	33,8	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	15,2	

Μήνας	Θερμοκρασία αέρα °C	Σχετική υγρασία %	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμολογία θέρμανσης	Βαθμολογία ψύξης
			KWh/m ² /ημ	kPa	m/Δευτερόλεπτο	°C	°C - ημ	°C - ημ
Ιανουάριος	9,9	69,1%	2,14	100,2	3,3	10,9	251	0
Φεβρουάριος	9,8	66,7%	2,88	100,1	3,6	11,4	230	0
Μάρτιος	11,7	66,1%	4,00	99,9	3,5	13,8	195	53
Απρίλιος	15,2	64,3%	5,37	99,7	3,0	17,6	84	156
Μαΐος	19,9	59,8%	6,43	99,7	3,0	22,6	0	307
Ιούνιος	24,7	54,1%	7,46	99,6	3,3	27,3	0	441
Ιούλιος	27,6	48,3%	7,36	99,5	3,7	29,5	0	546
Αύγουστος	27,6	48,6%	6,62	99,5	3,8	29,2	0	546
Σεπτέμβριος	24,0	55,6%	5,21	99,8	3,3	26,1	0	420
Οκτώβριος	19,2	63,2%	3,44	100,1	3,2	21,3	0	285
Νοέμβριος	14,6	69,7%	2,18	100,1	3,2	16,0	102	138
Δεκέμβριος	11,2	70,8%	1,73	100,1	3,4	12,2	211	37
Ετήσιο	18,0	61,3%	4,58	99,9	3,4	19,9	1.073	2.928
Μετρημένο σε	M				10,0	0,0		

Πίνακας 14.5 - Προτεινόμενη περίπτωση συστήματος ψύξης

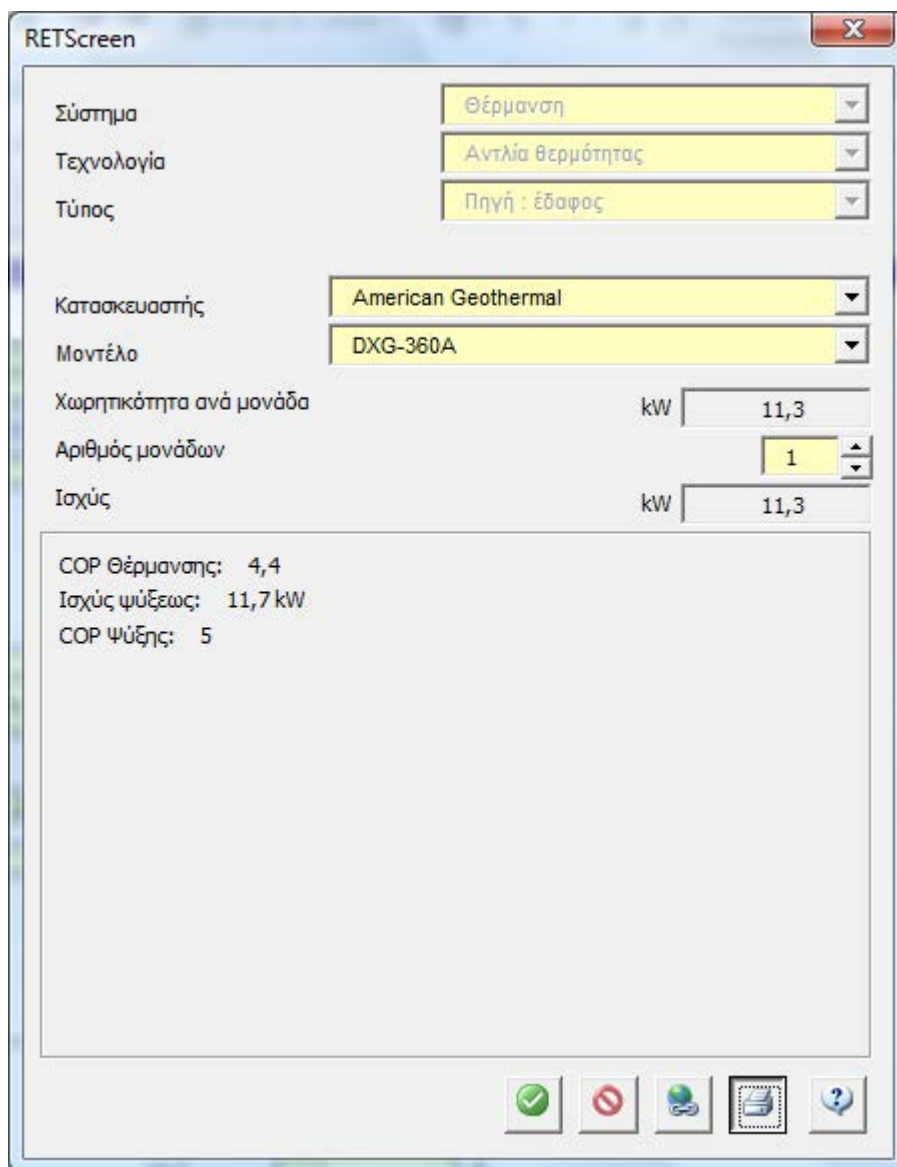
Προτεινόμενη περίπτωση συστήματος ψύξης			
Σύστημα ψύξης βασικού φορτίου			
Τεχνολογία	Αντλία θερμότητας		
Τύπος Καυσίμου	Ηλεκτρική ενέργεια		
Ισχύς	KW	12	100,0%
Κατασκευαστής	American Geothermal		
Μοντέλο	DXG-360A		
Αποδιδόμενη ψύξη	MWh	31	100,0%
Σύστημα ψύξης φορτίου αιχμής			
Τεχνολογία	Δεν απαιτείται		

Πίνακας 14.6 - Προτεινόμενη περίπτωση συστήματος θέρμανσης

Σύστημα θέρμανσης προτεινόμενης περίπτωσης			
Επιλογή Συστήματος	Σύστημα φορτίου βάσης		
Σύστημα θέρμανσης φορτίου βάσης			
Τεχνολογία	Αντλία θερμότητας		
Μέθοδος επιλογής καυσίμου	Μόνο ένα καύσιμο		
Τύπος Καυσίμου	Ηλεκτρική ενέργεια		
Αντλία θερμότητας			
Ισχύς	KW	11,3	113,0%
Αποδιδόμενη θερμότητα	MWh	16	100,0%
Κατασκευαστής	American Geothermal		
Μοντέλο	DXG-360A		

Πίνακας 14.7 - Γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας

Γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας			
Αντλία θερμότητας	Μονάδα	Θέρμανση	Ψύξη
Ισχύς	KW	11,3	12,0
Κατασκευαστής	American Geothermal		
Μοντέλο	DXG-360A		
Βαθμός απόδοσης	Μέτριο		
Συντελεστής επίδοσης - σχεδίαση		3,2	4,5
			1 μονάδα(-ες)
Συνθήκες τοποθεσίας	Μονάδα	Τοποθεσία έργου	Θέση κλιματολογικών δεδομένων
Τύπος εδάφους		Ελαφρύ χώμα - στεγνό	
Θερμοκρασία εδάφους	°C	14,0	19,9
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	15,0	15,2
Γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας			
Τύπος	Οριζόντιος κλειστός βρόγχος		
Κριτήρια σχεδιασμού		Θέρμανση	
Επιφάνεια εδάφους	m ²	90	<85
Σχεδιάγραμμα		Τυποποιημένο	
Μήκος βρόγχου	m	70	
Μήκος αυλακιού	m	35	
Ειδικά κόστη έργου		Ποσότητα	
Κυκλοφορητής	KW	0,2	
Κυκλοφορούν ρευστό	m ³	0,01	
Αυλακώνοντας και επιχωματώνοντας	M	35	
Βρόγχος σωληνώσεων	M	70	
Εξαρτήματα & βαλβίδες	KW	14,7	



The screenshot shows the RETScreen software interface for configuring a geothermal system. The window title is "RETScreen". The parameters are as follows:

Παράμετρος	Τύπος	Αξία
Σύστημα	Dropdown	Θέρμανση
Τεχνολογία	Dropdown	Αντλία θερμότητας
Τύπος	Dropdown	Πηγή : έδαφος
Κατασκευαστής	Dropdown	American Geothermal
Μοντέλο	Dropdown	DXG-360A
Χωρητικότητα ανά μονάδα	Text	11,3 kW
Αριθμός μονάδων	Spin	1
Ισχύς	Text	11,3 kW

Summary statistics displayed in the bottom section:

- COP Θέρμανσης: 4,4
- Ισχύς ψύξεως: 11,7 kW
- COP Ψύξης: 5

At the bottom of the window, there are five icons: a green checkmark, a red prohibition sign, a globe, a printer, and a question mark.

Σχήμα 14.2 - Τυποποιημένα στοιχεία γεωθερμικού εναλλάκτη

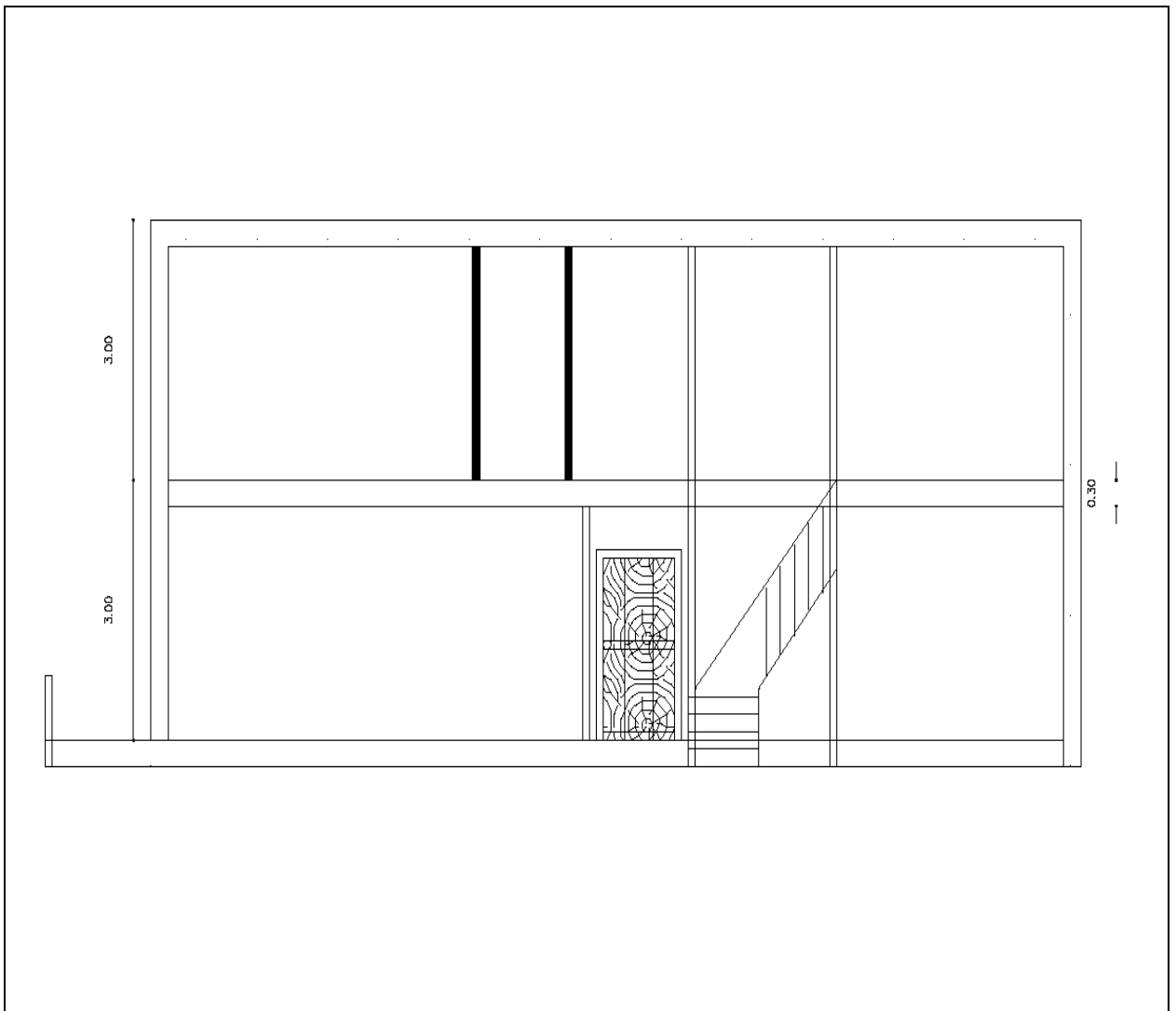
15^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

“ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ”

15.1 Πληροφορίες μελέτης

Περιγραφή κτιρίου

Το κτίριο μας, όπως αναφέραμε παραπάνω είναι μια μονοκατοικία στα προάστια της Αττικής. Είναι απομονωμένο πανταχόθεν ελεύθερο με μεγάλο περίβολο. Δεν υπάρχουν διπλανά σπίτια ούτε ψηλή δεντροφύτευση με αποτέλεσμα να μην σκιάζεται από πουθενά. Έτσι οι μόνες σκιάσεις του κτιρίου μας δημιουργούνται από προβόλους.



Σχήμα 15.1 - Τομή κτιρίου

Τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού

Η διάταξη των εσωτερικών χώρων έχει γίνει με γνώμονα την μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, έτσι το σαλόνι και το καθιστικό έχουν τοποθετηθεί στο νότιο μέρος του κτιρίου η κουζίνα στην ανατολική.

Φυσικός Φωτισμός

Σε όλους τους κυρίως χώρους θα τοποθετηθούν ανοίγματα τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχει ειδική πρόνοια να τοποθετηθούν μεγάλα ανοίγματα.

Επίσης, στο κτίριο μας τα ανοίγματα που έχουν τοποθετηθεί εξασφαλίζουν τον διαμπερή αερισμό του, για τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού.

Παθητικά ηλιακά συστήματα κτιρίου

Το παθητικό σύστημα που επιλέχθηκε να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό του κτιρίου είναι αυτό του άμεσου κέρδους. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται στο ελάχιστο. Έχει γίνει προσπάθεια ούτως ώστε το κτίριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

Τεκμηρίωση ελάχιστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου

Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού .

Η ψύξη των χώρων του κτιρίου θα γίνεται με γεωθερμική αντλία θερμότητας. Η ΓΑΘ που τοποθετήσαμε θα καλύψει το πλήρες φορτίο θέρμανσης και ψύξης.

15.2 Συγκεντρωτικά αποτελέσματα μελέτης

Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος θέρμανσης

Σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης του κτιρίου, έχει υπολογιστεί το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο του κτιρίου. Για τον υπολογισμό της ισχύος λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 20%, λόγω θερμικών απωλειών της ΓΑΘ, στο δίκτυο διανομής και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας.

Η διανομή στα διαμερίσματα γίνεται με σύστημα fan coils σύστημα, με μια κατακόρυφη κεντρικές σωλήνα προσαγωγής θερμού νερού και μια κατακόρυφη σωλήνα επιστροφής. Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ και η ΤΟΤΕΕ 20701 - 1/2010 (πίνακας 4.7). Οι οριζόντιες στήλες του δικτύου διανομής, διέρχονται σχεδόν εξολοκλήρου από εσωτερικούς θερμαινόμενους χώρους, όπου δεν απαιτείται θερμομόνωση των σωληνώσεων.

Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ψύξης

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης του κτιρίου, έχει εγκατασταθεί ΓΑΘ η οποία διανέμει με fan coils την θερμότητα στο χώρο. Στη συγκεκριμένη περιοχή του κτιρίου, η χρήση των μονάδων ψύξης, παρατηρείται κυρίως τις μεσημεριανές ώρες, κατά τις ημέρες με θερμοκρασίες πάνω από 30°C.

Η συνολική ψυκτική ισχύς της ΓΑΘ είναι 12 KW.

Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30°C προκύπτει σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701 - 3/2010. Τις βραδινές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που υπάρχει καύσωνας.

Η ενεργειακή απόδοση μετράται με τον δείκτη ενεργειακής απόδοσης EER (Energy Efficiency Ratio), όπου: $EER = P_c / P_e *$

*(P_c είναι η ψυκτική απόδοση της κλιματιστικής μονάδας σε KW και P_e είναι η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε KW)

Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος αερισμού*Πίνακας 15.1 - Σύστημα αερισμού*

Ζώνη	Χρήση	Τύπος αερισμού	Απαίτηση για νωπό αέρα [m³/h/m²]
Ζώνη 1	Μονοκατοικία	Φυσικός	0.75

Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (Z.N.X.)

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για το υπο μελέτη τμήμα ορίζεται στην παράγραφο της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701 - 1/2010 ανά χρήση και είναι αυτή η τιμή που θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς.

Μονοκατοικία: 27.38m³/υπν./έτος x 5 υπνοδωμάτια x 1000 lt/m³ / 365 ημέρες/έτος = 375.07 lt/ημέρα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτίριο είναι 375.07 lt

Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 45°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου της Αθήνας όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701 - 3/2010.

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (KWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου για Z.N.X. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \rho \cdot \Delta T$$

όπου: V_d [lt /ημέρα] το ημερήσιο φορτίο, V_d = 301.37 (lt/ημέρα),

ρ [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήση, ρ = 1 (kg/ lt),

c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα, c = 4,18 kJ/(kg.K),

ΔT [K] ή [°C] θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της χαμηλότερης θερμοκρασίας του νερού δικτύου και της θερμοκρασίας του ZNX.

Εφαρμόζοντας την πιο πάνω σχέση και για τις θερμοκρασίες νερού δικτύου, υπολογίστηκε το ημερήσιο θερμικό φορτίο (KWh/ημέρα) για ZNX του κτιρίου για κάθε μήνα.

Πίνακας 15.2 - Ημερήσιο θερμικό φορτίο για ZNX κτιρίου ανα ημέρα

Ζώνη	Χρήση	Vd [lt/ημέρα]	Vstore [lt]	Q _D [KWh/ημέρα]	Pn [KW]
Ζώνη 1	Μονοκατοικία	301.75	60.27	12.21	3.00

Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών

Το δώμα το κτιρίου είναι περίπου 243,6 m². Στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου δεν υπάρχει φυσικό ή τεχνητό εμπόδιο που να περιορίζει τον ηλιασμό του δώματος. Έτσι αποφασίστηκε η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών συνολικής έκτασης 10 m².

Παρατήρηση: Σύμφωνα με την *T.O.T.E.E. 20701 - 1/2010 (παράγραφος 5.3.1.)* κατά τη διαστασιολόγηση του συστήματος ηλιακών συλλεκτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες μεθοδολογίες όπως, η ωριαία προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος σύμφωνα με το πρότυπο *ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006*, η μέθοδος καμπυλών *f* των *S.klein*, *W.A.Beckman* και *J.A Duffie* που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του *Winsconsin* και οποιαδήποτε άλλη αναγνωρισμένη αναλυτική ή μη μέθοδος εφαρμόζεται μέχρι σήμερα. Στη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ηλιακών συλλεκτών πρέπει να αναφέρεται η μέθοδος και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικά, ενώ στην παρούσα μελέτη θα πρέπει να αναφέρονται τα αποτελέσματα και η τεκμηρίωση του ποσοστού κάλυψης του φορτίου *Z.N.X*.

Για τον υπολογισμό του φορτίου κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η μέθοδος καμπυλών *f* (*S. Klein*, *W.A. Beckman* και *J.A Duffie*). Η μέθοδος αυτή, δίνει περίπου τα ίδια αποτελέσματα για την κάλυψη του φορτίου ζεστού νερού χρήσης, με την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού όπως δίνεται από το ευρωπαϊκό πρότυπο *ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006* και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης είναι επαρκής.

Για το συγκεκριμένο κτίριο, μελετήθηκε η εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών, προκειμένου για την κάλυψη τουλάχιστον ενός μέρους του απαιτούμενου φορτίου για ζεστό νερό χρήσης.

Η βέλτιστη γωνία κλίσης ηλιακών συλλεκτών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησης τους. Σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα, για τις ελληνικές περιοχές, η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη για ετήσια χρήση είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, όπου για την Αθήνα είναι 37.90°.

Στο υπό μελέτη κτίριο ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών καθώς και η γωνία κλίσης της εγκατάστασης τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 15.3 - Γωνία κλίσης της εγκατάστασης

Σύστημα	Προσανατολισμός	Γωνία κλίσης [°]
1	ΝΟΤΙΟΣ	45

Έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για επιμέρους γωνίες κλίσεως των ηλιακών συλλεκτών, όπου παρουσιάστηκαν μικρές διαφορές στο φορτίο κάλυψης του υπό μελέτη κτιρίου.

Παρακάτω δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας (KWh/m²), για την περιοχή της της Αθήνας, για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση 45° .

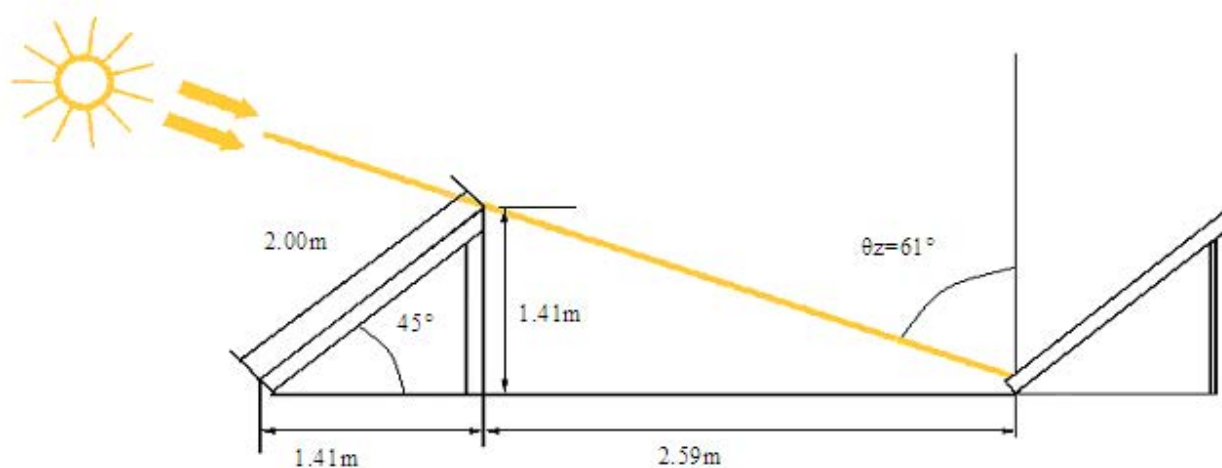
Πίνακας 15.4 - Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (KWh/m²) για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια

	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε οριζ. επίπεδο (KWh/m ²)	63.0	79.0	117.7	154.3	195.4	214.0	222.4	202.7	152.6	109.0	70.7	55.7
Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε επίπεδο 45.0°	104.0	108.0	135.0	151.0	171.0	178.0	189.0	190.0	167.0	144.0	114.0	98.0

Προκειμένου για τη σωστή τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών και για την αποφυγή αλληλοσκίασης, υπολογίστηκε η κατάλληλη μεταξύ τους απόσταση τοποθέτησης ως προς τον άξονα βορρά - νότου. Η απόσταση αυτή υπολογίστηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο). Για την περιοχή της Αθήνας (γεωγραφικό πλάτος $\varphi = 37.90^\circ$), η ηλιακή απόκλιση στις 21 Δεκεμβρίου είναι $\delta = -23.45^\circ$.

Για την ηλιακή απόκλιση αυτή η ζενιθιακή γωνία (θ_z) κατά το ηλιακό μεσημέρι, είναι περίπου 61° . Με βάση αυτή τη γωνία και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη, υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν οι ηλιακοί συλλέκτες μεταξύ τους, όταν τοποθετηθούν υπό γωνία, για να μην αλληλοσκιάζονται.

Στο παρακάτω πίνακα δίνεται σχηματική απεικόνιση της διάταξης και απόστασης τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών για το υπό μελέτη κτίριο.



Σύστημα 1

Σχήμα 15.2 - Απόσταση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, ως προς το νότο

Με βάση την ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, τις διαστάσεις τους και τη διαθέσιμη επιφάνεια, η οποία δεν παρουσιάζει προβλήματα σκιασμού, εκτιμήθηκε ο αριθμός ηλιακών συλλεκτών που μπορούν να εγκατασταθούν στο υπό μελέτη κτίριο.

Στη συνέχεια υπολογίστηκε το φορτίο κάλυψης για τους συγκεκριμένους ηλιακούς συλλέκτες όπως περιγράφονται στη μελέτη διαστασιολόγησης και τη συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό τοποθέτησης.

Στο παρακάτω πίνακα, δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα υπολογισμών για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Πίνακας 15.5 - Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη φορτίου ZNX από ηλιακούς συλλέκτες

	Μέσο μηνιαίο φορτίο (KWh/mo)	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. (KWh/mo)	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. - fi (%)	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. (%)
I	623.37	230.26	36.9	36.9
Φ	567.93	239.11	42.1	36.9
M	599.95	298.89	49.8	36.9
A	526.55	334.31	63.5	36.9
M	470.23	378.59	80.5	36.9
I	381.83	381.83	100.0	36.9
I	349.52	349.52	100.0	36.9
A	345.92	345.92	100.0	36.9
Σ	374.86	369.74	98.6	36.9
O	455.82	318.82	69.9	36.9
N	514.34	252.40	49.1	36.9
Δ	590.94	216.97	36.7	36.9
Σύνολο	5801.28	3716.36		
Μέσος όρος ετησίως			64.1	36.9

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης ανέρχεται σε 64.06%. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες κυμαίνονται από 36.7% έως και 100.0%. Η μεγαλύτερη κάλυψη παρουσιάζεται το μήνα Ιούνιο για τη δεδομένη κλίση εγκατάστασης.

Η εγκατάσταση μεγαλύτερης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών, θα δημιουργούσε προβλήματα αλληλοσκίασης μεταξύ των επιφανειών, κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να μεταβάλλεται η κλίση των ηλιακών συλλεκτών ιδιαίτερα τους εαρινούς και φθινοπωρινούς μήνες, ώστε να υπάρχει ακόμα μεγαλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια κάλυψη των θερμικών φορτίων για ZNX από τους ηλιακούς

συλλέκτες. Σε περίπτωση μεταβολής της κλίσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών, αυτή δεν μπορεί να υπερβεί την επιλεγείσα κλίση.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η κύρια χρήση του κτιρίου είναι : Μονοκατοικία.

Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό στις κατοικίες δε λαμβάνεται υπόψη για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Έτσι, η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό θα υπολογισθεί μόνο για άλλη χρήση κτιρίου και θα συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την ενεργειακή πιστοποίηση του αντίστοιχου τμήματος του κτιρίου.

ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ

Στο κτίριο δεν εφαρμόζεται διόρθωση (συνφ) λόγω χαμηλής εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος.

Πίνακας 15.6 - Γενικά δεδομένα για τις θερμικές ζώνες

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Μονοκατοικία	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	246.7	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² K)]	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Γ	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701 - 1/2010, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	229	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²)	0.75	Μόνο για κατοικίες από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701 - 1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	1	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

Πίνακας 15.7 - Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης

Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (KWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.76	5.21	3.14	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	4.70	20.86
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	2.96	12.82	17.56	17.15	4.87	0.00	0.00	0.00	55.36
Ζεστό νερό χρήσης	2.47	2.06	1.89	1.21	0.57	0.00	0.00	0.00	0.03	0.86	1.64	2.35	13.08

Πίνακας 15.8 - Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο (Μονοκατοικία)
Θέρμανση	4.1	0.0
Ψύξη	30.8	35.2
Φωτισμός	0.0	0.0
ZNX	18.9	13.1
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	285.4
Σύνολο	53.8	13.1

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του τμήματος του υπο μελέτη κτιρίου, φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία A+ (βλ. επόμενο σχήμα).

Άρα υπερπληρεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ, για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτιρίου αναφοράς.

ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ $EP \leq 0.33$	
A $0.33 R_R < EP \leq 0.50 R_R$	
B+ $0.50 R_R < EP \leq 0.75 R_R$	
B $0.75 R_R < EP \leq 1.00 R_R$	A+
Γ $1.00 R_R < EP \leq 1.41 R_R$	18.61 kWh/m ²
Δ $1.41 R_R < EP \leq 1.82 R_R$	
Ε $1.82 R_R < EP \leq 2.27 R_R$	
Ζ $2.27 R_R < EP \leq 2.73 R_R$	
Η $2.73 R_R < EP$	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

Σχήμα 15.3 - Λίστα ενεργειακών αποδόσεων

Στο τέλος της εργασίας βρίσκονται όλοι οι αναλυτικοί υπολογισμοί της ενεργειακής μελέτης που εκτελέστηκε με το πρόγραμμα ΚΕΝΑΚ - 4Μ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας : Η Χρήση Αιολικής και Ηλιακής Ενέργειας στην Ελλάδα, Νικολαΐδου Νίκη.
- [2] Οδηγός εκπόνησης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, Σταμάτης πέρδιος.
- [3] Μηχανική φωτοβολταϊκών συστημάτων, Σ.Ν . Καπλάνης.
- [4] Κλιματισμός, Αντ. Ασημακόπουλου.
- [5] Θερμάνσεις, Δημ. Ιωαννίδη - Μαν. Γεωργακάκη.
- [6] Εναλλακτικές μορφές ενέργειας, Βασίλειος Δ. Μπιτζιώνης - Δημήτριος Β. Μπιτζιώνης.
- [7] Γεωθερμία και κλιματισμός - Θεωρία και πρακτικοί κανόνες, Νικόλαος Ψαράς.
- [8] Αναλυτική Προσέγγιση Κεντρικών Θερμάνσεων, Μιχάλης Γρ. Βραχόπουλος.

Ιστοσελίδες

- [1] www.cres.gr - προβολή: 13/12/13 (γενικές πληροφορίες)
- [2] www.allaboutenergy.gr - προβολή: 13/12/13 (γενικές πληροφορίες)
- [3] www.going-green.gr - προβολή: 13/12/13
(πληροφορίες πάνω στην ενεργειακή μελέτη και τα φωτοβολταϊκά)
- [4] www.aircoline.gr - προβολή: 13/12/13 (γενικές πληροφορίες)
- [5] www.sma-hellas.com/el.html - προβολή: 13/12/13
(πληροφορίες για φωτοβολταϊκά)
- [6] el.wikipedia.org - προβολή: 14/12/13 (γενικές πληροφορίες)
- [7] www.energolab.gr - προβολή: 14/12/13 (γενικές πληροφορίες)
- [8] www.austinenergy.com - προβολή: 14/12/13 (γενικές πληροφορίες)
- [9] artiondp.wordpress.com - προβολή: 14/12/13
(πληροφορίες πάνω στην ενεργειακή μελέτη και τα φωτοβολταϊκά)
- [10] www.econews.gr - προβολή: 14/12/13 (γενικές πληροφορίες)
- [11] www.iqsolarpower.com - προβολή: 14/12/13
(πληροφορίες για φωτοβολταϊκά και ηλιακούς θερμοσίφωνες)
- [12] www.3ds.com.gr - προβολή: 15/12/13
(πληροφορίες για θέρμανση, ψύξη, γεωθερμία και ενεργειακό τζάκι)
- [13] <http://www.celsius.gr/> - προβολή: 15/12/2013
(πληροφορίες πάνω στα fan coils και τις αντλίες θερμότητας)
- [14] e-forum.forumotion.com - προβολή: 15/12/13 (γενικές πληροφορίες)
- [15] <http://www.mgd-energy.gr> - προβολή: 15/12/13
(πληροφορίες πάνω στην ενεργειακή μελέτη)
- [16] <http://www.ypeka.gr> - προβολή: 15/12/13
(πληροφορίες πάνω στην ενεργειακή μελέτη)

Αθήνα

Μάρτιος - 2014

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

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

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

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

- α) Απώλειες θερμοπερατότητας Q_o , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοίχοι, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ)
- β) Απώλειες λόγω προσαιξήσεων.
- γ) Απώλειες αερισμού χώρου Q_L .

α) Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$F(t_i - t_a)$$

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

όπου:

Q_o : Απώλειες θερμότητας

F: Επιφάνεια του δομικού τμήματος m^2

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

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

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

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

β) Οι προσαυξήσεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

β1) προσαύξηση Z_H την επίδραση του προσανατολισμού.
($Z_H=-5$ για Ν,ΝΔ,ΝΑ $Z_H=+5$ για Β,ΒΔ,ΒΑ και $Z_H=0$ για Δ και Α)

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

β2.1) Z_D για DIN77

Τιμή D

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

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

Επομένως οι θερμικές απαιτήσεις μαζί με τις προσαυξήσεις είναι:

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

γ) Οι απώλειες αερισμού Q_L υπολογίζονται εναλλακτικά:

γ1) από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

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

όπου:

V: Όγκος εισερχομένου αέρα σε m^3/s
c: Ειδική θερμότητα του αέρα σε $kJ/g K$
ρ: Πυκνότητα του αέρα σε kg/m^3

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

$$Q_L = \Sigma Q A_i, \text{ όπου:}$$

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

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

α: Συντελεστής διείσδυσης αέρα
Σl: Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)
R: Συντελεστής διεισδυτικότητας (στο DIN 4701/83 ορίζεται ο συντελεστής r).
H: Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής H προσαυξάνεται αυτόματα για ύψος πάνω από 10 m σύμφωνα με τον συντελεστή ϵ_{GA}).
Δt: 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:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L$$

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

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

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

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

Στοιχεία Κτιρίου

Πόλη	Αθήνα - Αστεροσκοπείο
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	0
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	2
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού	DIN77
Σύστημα Μονάδων	Watt

Τυπικά Στοιχεία - Εξ. Τοίχοι

Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Εξωτερικών Τοίχων
T 1	Δοκός 25cm Μόνωση 5cm	0.64
T 2	Τοιχίο 20cm Μόνωση 5cm	0.66
T 3	Τοίχος Συρομένων Μόνωση 5cm	0.55
T 4	Βαρύ Σκυρόδεμα 20cm Μόνωση 3cm	0.99
T 5	Τοίχος Συρομένων χωρίς Μόνωση	1.66
T 6	Βαρύ Σκυρόδεμα 20cm Μόνωση 3cm	0.99

Τυπικά Στοιχεία - Εσ. Τοίχοι

Εσ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Εσωτερικών Τοίχων
E 1	Εσωτερική τοιχοποιία 10	1.74

Τυπικά Στοιχεία - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Οροφών
O 1	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδεμα	0.44
O 2	Οροφή Σκυροδέματος 14cm Αμόν.	3.26

Τυπικά Στοιχεία - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k (Watt/m ² K) Δαπέδων
Δ 1	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Μόνωση 5cm	0.60
Δ 2	Δαπ.Ξύλινο σε Εδαφος Μόν. 5cm	0.65

Τυπικά Στοιχεία - Ανοίγματα

Ανοίγματα	Περιγραφή	Πλάτος (m)	Υψος (m)	Συντ.κ (Watt/m ² K) Ανοιγμάτων	Συντ.α	Φύλλα
A1	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό πλαίσιο)			3.72		
A2	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)			5.23		
A3	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)			3.49		

Επίπεδο : Επίπεδο 1 Χώρος : 1
Ονομασία Χώρου ΣΑΛΟΝΙ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	N		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.64	20.00	17.28
T3	N		3.95	3	11.85	1	11.85	4.49	7.36	0.55	20.00	80.96
A1	N	α	1.95	2.3	4.49	1	4.49		4.49	3.72	20.00	334.1
T2	N		2.6	3	7.80	1	7.80	3.14	4.66	0.66	20.00	61.51
A1	N	α	1	3.14	3.14	1	3.14		3.14	3.72	20.00	233.6
T4	A		0.7	3	2.10	1	2.10		2.10	0.99	0	
T3	A		4.9	3	14.70	1	14.70	2.30	12.40	0.55	0	
A3	A	α	1	2.3	2.30	1	2.30		2.30	3.49	0	
T1	A		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50	0.64	0	
T1	B		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.64	0	
E1	B		0.8	3	2.40	1	2.40		2.40	1.74	0	
T4	B		1.6	3	4.80	1	4.80		4.80	0.99	0	
T2	B		3.95	3	11.85	1	11.85	0.84	11.01	0.66	20.00	145.3
A1	B	α	0.7	1.2	0.84	1	0.84		0.84	3.72	20.00	62.50
T1	B		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.64	20.00	17.28
T1	Δ		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.64	20.00	17.28
T2	Δ		4.7	3	14.10	1	14.10	3.36	10.74	0.66	20.00	141.8
A1	Δ	α	1.4	2.4	3.36	1	3.36		3.36	3.72	20.00	250.0
T1	Δ		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50	0.64	20.00	19.20
T2	Δ		0.7	3	2.10	1	2.10		2.10	0.66	20.00	27.72

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 1409

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 5 % 70
 Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5
 Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 0
 $D=Q_0/(F_{ges} \times \Delta t) = 1409 / (0.0 \times 20) = 0.00$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 1479

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_ixR_xH_xΔt_xZ_Γ) = 513.2
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.58
 Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9
 Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων Z_Γ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=V_xρ_xc_xΔt =
 Όγκος χώρου V = κx3= 0
 Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 1992

Επίπεδο : Επίπεδο 1 Χώρος : 2
Ονομασία Χώρου ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

Είδος Επιφάνειας	Προ σανατ ολισμός	Αφαι ρού μενη	Πάχ ος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ άνεια (m ²)	Αριθ. Επιφ.αν.	Συνολ. Επιφ.αν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ.αν. (m ²)	Επιφ.αν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T4	N			1.5	3	4.50	1	4.50		4.50	0.99	20.00	89.10
T2	N			2.85	3	8.55	1	8.55	3.36	5.19	0.66	20.00	68.51
A1	N	α		1.4	2.4	3.36	1	3.36		3.36	3.72	20.00	250.0
T1	A			4.05	3	12.15	1	12.15		12.15	0.64	20.00	155.5
A1	A	α		1.4			1				3.72	20.00	
T1	A			0.2	3	0.60	1	0.60		0.60	0.64	20.00	7.68
E1	B			1.7	3	5.10	1	5.10		5.10	1.74	0	
T6	Δ			0.8	3	2.40	1	2.40		2.40	0.99	20.00	47.52
T5	Δ			4.9	3	14.70	1	14.70		14.70	1.66	0	
T1	Δ			0.5	3	1.50	1	1.50		1.50	0.64	0	

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 618

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 5 % 31

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 0

$D=Q_0/(F_{ges} \times \Delta t) = 618 / (0.0 \times 20) = 0.00$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 649

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) = 189.4

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.58

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_αcxΔt =

Όγκος χώρου V = χx3= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 839

Επίπεδο : Επίπεδο 1 Χώρος : 3
Ονομασία Χώρου ΚΟΥΖΙΝΑ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E1	N		2.5	3	7.50	1	7.50		7.50	1.74	0	
T1	N		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.64	0	
T2	N		1.4	3	4.20	1	4.20	2.30	1.90	0.66	20.00	25.08
A3	N	α	1	2.3	2.30	1	2.30		2.30	3.49	20.00	160.5
T2	A		4.3	3	12.90	1	12.90	5.75	7.15	0.66	20.00	94.38
A1	A	α	2.5	2.3	5.75	1	5.75		5.75	3.72	20.00	427.8
T2	B		1.4	3	4.20	1	4.20		4.20	0.66	20.00	55.44
E1	B		2.75	3	8.25	1	8.25		8.25	1.74	0	
E1	Δ		3.85	3	11.55	1	11.55		11.55	1.74	0	

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 763

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 5 % 38

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 0

D=Q₀/(F_{ges} x Δt)= 763/ (0.0 x 20) = 0.00

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 801

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_ixR_xH_xΔt_xZΓ) = 295.0

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.58

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=VxρxαxΔt =

Όγκος χώρου V = αx3= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 1096

Επίπεδο : Επίπεδο 1 Χώρος : 4
Ονομασία Χώρου ΛΟΥΤΡΟ

Είδος Επιφάνειας	Προ σανατ ολισμός	Αφαι ρού μενη	Πάχ ος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ άνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E1	N			2.2	3	6.60	1	6.60		6.60	1.74	0	
T2	A			1.8	3	5.40	1	5.40	0.70	4.70	0.66	20.00	62.04
A1	A	α		0.7	1	0.70	1	0.70		0.70	3.72	20.00	52.08
E1	B			2.2	3	6.60	1	6.60		6.60	1.74	0	
E1	Δ			1.8	3	5.40	1	5.40	2.30	3.10	1.74	0	
A3	Δ	α		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30	3.49	20.00	160.5

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 275

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 5 % 14

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 0

$D=Q_0/(F_{ges} \times \Delta t)= 275/ (0.0 \times 20) = 0.00$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 288

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZ_Γ) = 182.1

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.58

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων Z_Γ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_αcxΔt =

Όγκος χώρου V = χx3= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 470

Επίπεδο : Επίπεδο 1 Χώρος : 5
Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ

Είδος Επιφάνειας	Προ σανατ ολισμός	Αφαι ρού μενη	Πάχ ος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ άνεια (m ²)	Αριθ. Επιφ.αν.	Συνολ. Επιφ.αν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ.αν. (m ²)	Επιφ.αν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	N			0.15	3	0.45	1	0.45		0.45	0.64	0	
E1	N			3.7	3	11.10	1	11.10	2.30	8.80	1.74	0	
A3	N	α		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30	3.49	0	
T1	N			0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.64	0	
E1	N			2.3	3	6.90	1	6.90		6.90	1.74	0	
T1	A			0.4	3	1.20	1	1.20		1.20	0.64	20.00	15.36
T5	A			3.1	3	9.30	1	9.30	3.61	5.69	1.66	20.00	188.9
A1	A	α		1.57	2.3	3.61	1	3.61		3.61	3.72	20.00	268.6
T4	B			1.5	3	4.50	1	4.50		4.50	0.99	20.00	89.10
T2	B			2.65	3	7.95	1	7.95		7.95	0.66	20.00	104.9
T1	B			0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.64	20.00	17.28
T2	B			2.2	3	6.60	1	6.60	0.84	5.76	0.66	20.00	76.03
A1	B	α		0.7	1.2	0.84	1	0.84		0.84	3.72	20.00	62.50
T1	B			0.4	3	1.20	1	1.20		1.20	0.64	20.00	15.36
T1	Δ			0.4	3	1.20	1	1.20		1.20	0.64	5	3.84
T2	Δ			3.2	3	9.60	1	9.60		9.60	0.66	5	31.68

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 874

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 5 % 44

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 0

$D=Q_0/(F_{ges} \times \Delta t) = 874 / (0.0 \times 20) = 0.00$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 917

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl x R x H x Δt x ZΓ) = 210.2

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.58

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=V x ρ x c x Δt =

Όγκος χώρου V = x x 3 = 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 1127

Επίπεδο : Επίπεδο 1 Χώρος : 6
 Ονομασία Χώρου ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

Είδος Επιφάνειας	Προ σανατ ολισμός	Αφαι ρού μενη	Πάχ ος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ άνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. θερμικ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E1				1	3	3.00	1	3.00		3.00	1.74	5	26.10
A3		α		0.8	2.2	1.76	1	1.76		1.76	3.49	5	30.71

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ = 57

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = % 0

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 0

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 0

D=Q₀/(Fges x Δt)= 57/ (0.0 x 20) = 0.00

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) = 57

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) = 27.32

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.58

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_αcxΔt =

Όγκος χώρου V = xχ³= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 84

Επίπεδο : Επίπεδο 2 Χώρος : 1
Ονομασία Χώρου ΛΟΥΤΡΟ

Είδος Επιφάνεια	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	κ	Watt/m ² K	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	N		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.64		20.00	17.28
T2	N		2.15	3	6.45	1	6.45	0.84	5.61	0.66		20.00	74.05
A1	N	α	0.7	1.2	0.84	1	0.84		0.84	3.72		20.00	62.50
T4	A		0.3	3	0.90	1	0.90		0.90	0.99		0	
E1	A		1.9	3	5.70	1	5.70		5.70	1.74		0	
E1	B		2.3	3	6.90	1	6.90	2.30	4.60	1.74		0	
A3	B	α	1	2.3	2.30	1	2.30		2.30	3.49		0	
T2	Δ		1.7	3	5.10	1	5.10		5.10	0.66		20.00	67.32
T1	Δ		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50	0.64		20.00	19.20

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 240

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 5 % 12

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 0

$D=Q_0/(F_{ges} \times \Delta t) = 240 / (0.0 \times 20) = 0.00$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 252

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl x R x H x Δt x ZΓ) = 69.21

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.58

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=V x ρ x c x Δt =

Όγκος χώρου V = κx3= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 322

Επίπεδο : Επίπεδο 2 Χώρος : 2
Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απόλ. (Watt)
T4	N		0.25	3	0.75	1	0.75		0.75	0.99	20.00	14.85
T2	N		2.85	3	8.55	1	8.55	0.84	7.71	0.66	20.00	101.8
A1	N	α	0.7	1.2	0.84	1	0.84		0.84	3.72	20.00	62.50
T4	N		1.5	3	4.50	1	4.50		4.50	0.99	20.00	89.10
T4	A		0.25	3	0.75	1	0.75		0.75	0.99	20.00	14.85
T3	A		4.09	3	12.27	1	12.27		12.27	0.55	20.00	135.0
T1	A		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50	0.64	20.00	19.20
T6	B		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.99	0	
E1	B		4.15	3	12.45	1	12.45	2.30	10.15	1.74	0	
A3	B	α	1	2.3	2.30	1	2.30		2.30	3.49	0	
E1	B		3	3	9.00	1	9.00		9.00	1.74	0	
T4	Δ		0.3	3	0.90	1	0.90		0.90	0.99	0	
T4	Δ		1.5	3	4.50	1	4.50		4.50	0.99	20.00	89.10

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 526

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 5 % 26

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 0

$D=Q_0/(F_{ges} \times \Delta t) = 526 / (0.0 \times 20) = 0.00$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 553

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) = 69.21

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.58

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_ρc_xΔt =

Όγκος χώρου V = κx3= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 622

Επίπεδο : Επίπεδο 2 Χώρος : 3
Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2

Είδος Επιφάνειας	Προ- σανατο- λισμός	Αφαι- ρού- μενη	Πάχ- ος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ- άνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. k (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απόλ. (Watt)
E1	N			2	3	6.00	1	6.00		6.00	1.74	0	
T1	N			0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.64	0	
T2	N			1.45	3	4.35	1	4.35		4.35	0.66	20.00	57.42
E1	N			0.5	3	1.50	1	1.50		1.50	1.74	0	
T3	A			4.3	3	12.90	1	12.90	3.68	9.22	0.55	20.00	101.4
A1	A	α		1.6	2.3	3.68	1	3.68		3.68	3.72	20.00	273.8
T2	B			1.4	3	4.20	1	4.20		4.20	0.66	20.00	55.44
E1	B			2.55	3	7.65	1	7.65		7.65	1.74	5	66.56
E1	Δ			3.6	3	10.80	1	10.80	2.30	8.50	1.74	20.00	295.8
A3	Δ	α		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30	3.49	0	

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 850

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 5 % 43

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 0

D=Q₀/(F_{ges} x Δt)= 850/ (0.0 x 20) = 0.00

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 893

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZ_Γ) = 142.1

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.58

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων Z_Γ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=VxρxcxΔt =

Όγκος χώρου V = x_x3= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 1035

Επίπεδο : Επίπεδο 2 Χώρος : 4
Ονομασία Χώρου ΥΠΙΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	N		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.64	0	
E1	N		1.2	3	3.60	1	3.60	2.30	1.30	1.74	0	
A3	N	α	1	2.3	2.30	1	2.30		2.30	3.49	0	
E1	N		2.4	3	7.20	1	7.20		7.20	1.74	5	62.64
T1	N		0.15	3	0.45	1	0.45		0.45	0.64	5	1.44
T1	A		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50	0.64	20.00	19.20
T3	A		3.15	3	9.45	1	9.45		9.45	0.55	20.00	103.9
T4	A		0.25	3	0.75	1	0.75		0.75	0.99	20.00	14.85
T4	B		1.5	3	4.50	1	4.50		4.50	0.99	20.00	89.10
T2	B		2.65	3	7.95	1	7.95		7.95	0.66	20.00	104.9
T1	B		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35	0.64	20.00	17.28
T1	Δ		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50	0.64	20.00	19.20
T2	Δ		2.9	3	8.70	1	8.70		8.70	0.66	20.00	114.8
T1	Δ		0.2	3	0.60	1	0.60		0.60	0.64	20.00	7.68

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 555

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 5 % 28

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 0

$D=Q_0/(F_{ges} \times \Delta t) = 555 / (0.0 \times 20) = 0.00$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 583

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZ_Γ) =

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.58

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων Z_Γ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_αcxΔt =

Όγκος χώρου V = κx3= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 583

Επίπεδο : Επίπεδο 2 Χώρος : 5
Ονομασία Χώρου ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Αφαιρούμενη Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m ²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m ²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m ²)	Επιφαν. Υπολ. (m ²)	Συντελ. κ (Watt/m ² K)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
E1	N		4.45	3	13.35	1	13.35	2.30	11.05	1.74	0	
A3	N	α	1	2.3	2.30	1	2.30		2.30	3.49	0	
E1	A		1.8	3	5.40	1	5.40	2.30	3.10	1.74	5	26.97
A3	A	α	1	2.3	2.30	1	2.30		2.30	3.49	5	40.14
E1	A		4	3	12.00	1	12.00		12.00	1.74	0	
T6	B		0.25	3	0.75	1	0.75		0.75	0.99	20.00	14.85
T2	B		2.35	3	7.05	1	7.05		7.05	0.66	20.00	93.06
E1	B		1.65	3	4.95	1	4.95	2.30	2.65	1.74	0	
A3	B	α	1	2.3	2.30	1	2.30		2.30	3.49	0	
T4	Δ		1.5	3	4.50	1	4.50		4.50	0.99	20.00	89.10
T2	Δ		2	3	6.00	1	6.00		6.00	0.66	20.00	79.20
T3	Δ		2.1	3	6.30	1	6.30	2.30	4.00	0.55	20.00	44.00
A1	Δ	α	1	2.3	2.30	1	2.30		2.30	3.72	20.00	171.1

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 558

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 5 % 28

Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ZH = 5

Προσαύξηση λόγω διακοπών ZD = 0

$D=Q_0/(F_{ges} \times \Delta t) = 558 / (0.0 \times 20) = 0.00$

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 586

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣI_xR_xH_xΔt_xZΓ) = 150.3

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.58

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=V_{χρ}ρ_cxΔt =

Όγκος χώρου V = χx3= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n = 0.5

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 737

Κυκλώματα - Σώματα - Ιδιοκτησίες

Επ.	α/α	Ονομασία Χώρου Watt	Qθ	Αρ.Κυκλ/τος	Αρ.Σώματος	Ιδιοκ.
1	1	ΣΑΛΟΝΙ 1992				
1	2	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	839			
1	3	ΚΟΥΖΙΝΑ	1096			
1	4	ΛΟΥΤΡΟ	470			
1	5	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	1127			
1	6	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	84			
2	1	ΛΟΥΤΡΟ	322			
2	2	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ	622			
2	3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2		1035		
2	4	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3		583		
2	5	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	737			
Συνολικές Απώλειες			8907			

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)

Επίπεδο : Επίπεδο 1

1	ΣΑΛΟΝΙ :	1992	
2	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ :	839	
3	ΚΟΥΖΙΝΑ :	1096	
4	ΛΟΥΤΡΟ :	470	
5	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ :	1127	
6	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ :	84	

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 5609

Επίπεδο : Επίπεδο 2

1	ΛΟΥΤΡΟ :	322	
2	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ :	622	
3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2 :	1035	
4	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3 :	583	
5	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ :	737	

Συνολικές Απώλειες Επιπέδου : 3298

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου : 8907

ΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΕΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΧΩΡΟΣ
1	1
1	2
1	3
1	4
1	5
1	6
2	1
2	2
2	3
2	4
2	5

Υπολογισμός Ενεργειακής Κατανάλωσης με τη μέθοδο των Βαθμομερών

Συντελεστής Συνολικών Απωλειών Κτιρίου Ktot : 445.35 Watt K
Συντελεστής Απόδοσης του Συστήματος Θέρμανσης : 0.8

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς tb = 10 °C DDtb : 317
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς tb =10 °C Qy : 4235316.30 Watt/έτος

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς tb = 15 °C DDtb : 930
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς tb =15 °C Qy : 12425375.90 Watt/έτος

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς tb = 18 °C DDtb : 1428
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς tb =18 °C Qy : 19078964.29 Watt/έτος

Βαθμομέρες Θέρμανσης ως προς την Θερμοκρασία Αναφοράς tb = 25 °C DDtb : 2840
Ετήσια Κατανάλωση ως προς τη Θερμοκρασία Αναφοράς tb =25 °C Qy : 37944158.67 Watt/έτος

Έλεγχος κτιρίου κατά EN 12831

Δεν έχει επιλεγεί μεθοδολογία υπολογισμού κατά EN 12831

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΜΕΛΕΤΗ ΨΥΞΗΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

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

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

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

1. Εξωτερικοί τοίχοι

$$Q_i = K \times A \times Dt_{ei}$$

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
- Dt_{ei}: 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:

$$Dt_{ei} = (Dt_{emi} + D)$$

για ενδιάμεσο χρώμα:

$$Dt_{ei} = 0.78 \times (Dt_{emi} + D) + 0.22 \times (Dt_{esi} + D)$$

για ανοικτό χρώμα:

$$Dt_{ei} = 0.55 \times (Dt_{emi} + D) + 0.45 \times (Dt_{esi} + D)$$

όπου:

D: Ο συντελεστής διόρθωσης τοίχων

Dt_{emi} : Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ανάλογα με τον προσανατολισμό και το βάρος, για τοίχο εκτεθειμένο σε ήλιο

Dt_{esi} : Ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά από πίνακα, ανάλογα με το βάρος, για τοίχο σκιασμένο (Βόρειος προσανατολισμός)

Αν ο τοίχος είναι σκιασμένος, τότε το σκιασμένο τμήμα του τοίχου υπολογίζεται με ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά ($Dt_{esi} + D$) ενώ το υπόλοιπο τμήμα με την θερμοκρασιακή διαφορά που αναφέρθηκε παραπάνω δηλαδή:

$$Q_i = (K \times Dt_{ei} \times R_e) + (K \times (Dt_{esi} + D) \times R_{es})$$

όπου:

R_e : Επιφάνεια εκτεθειμένη στον ήλιο

R_{es} : Σκιασμένη επιφάνεια

2. Οροφές

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

3. 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.

$$Q_i = K \times A \times Dt_i$$

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

4. Δάπεδα

Τα φορτία από τα δάπεδα υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q = K \times A \times Dt$$

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)

5. Ανοίγματα

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

$$Q_i = Q_{ki} + Q_{ai}$$

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:

$$Q_{ki} = K \times A \times D_i$$

όπου:

i : Οι ώρες της ημέρας

K : Η θερμική αγωγιμότητα του ανοίγματος

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος

D_i : Η ισοδύναμη θερμοκρασιακή διαφορά για αγωγιμότητα ανοιγμάτων κατά την ώρα i .

Ο υπολογισμός της ισοδύναμης θερμοκρασιακής διαφοράς για αγωγιμότητα ανοιγμάτων (D_i) 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:

$$Q_{ai} = (A \times D_i \times ES_{out\ i} \times E_{Sin} \times S_1 \times S_2 \times (1 + (A_i \times 0.007 / 300))) \times (1 + ((19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4)) + (A \times D_{esi} \times (1 - ES_{out\ i}) \times E_{Sin} \times S_1 \times S_2 \times (1 + (A_i \times 0.007 / 300))) \times (1 + ((19.5 - T_{adp}) \times 0.005 / 4))$$

όπου:

i : Οι ώρες της ημέρας 8πμ-6μμ

A : Το εμβαδόν της επιφάνειας του ανοίγματος

D_i : Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό τζάμι, για τον δοθέντα προσανατολισμό

D_{esi} : Το ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από κοινό σκιασμένο τζάμι (βόρειος προσανατολισμός)

E_{Sout} : Ο συντελεστής εξωτερικής σκίασης

E_{Sin} : Ο συνολικός συντελεστής για ηλιακό θερμικό κέρδος μέσα από τζάμια με ή χωρίς μηχανισμό σκίασης

S_1 : 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

S_2 : Συντελεστής που εξαρτάται από την ύπαρξη ή όχι ομίχλης. Έχει τιμή 1 για περιοχή χωρίς ομίχλη και τιμή 0.90 για περιοχή με ομίχλη

A_t : Το υψόμετρο στο οποίο βρίσκεται το κτίριο

T_{adp} : Η τιμή του σημείου δρόσου

6. Φορτία φωτισμού

Τα θερμικά κέρδη λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$q_{\text{tot}} = q_{c,\theta} + q_{r,\theta} = (q_{t,\theta} \times C_p) + R_p \times (r_0 \times q_{r,\theta} + r_1 \times q_{r,\theta-1} + \dots + r_{23} \times q_{r,\theta-23})$$

όπου:

$$q_{t,\theta}: q_{\theta} \times L_c \times H_{c,\theta}$$

$$q_{r,\theta}: q_{t,\theta} \times R_p$$

q_{θ} : Φορτίο φωτισμού ανά ώρα θ

L_c : Συντελεστής φωτισμού

$H_{c,\theta}$: Ετεροχρονισμός ανά ώρα θ

R_p, C_p : Ποσοστό ακτινοβολιών και μεταγωγικών θερμικών κερδών.

r_0, r_1, \dots : Συντελεστές ακολουθίας ακτινοβολίας

Τα θερμικά κέρδη του προηγούμενου βήματος χωρίζονται σε δύο μέρη, το ακτινοβολιών και το μεταγωγικό κομμάτι. Ο διαχωρισμός γίνεται με χρήση του ενδεικτικού πίνακα της ASHRAE που ένα μέρος του φαίνεται και παρακάτω:

Ακτινοβολιών (%) R_p	Μεταγωγικό C_p (%)	
100	0	Εκπεμπόμενη ηλιακή ενέργεια χωρίς εσωτερική σκίαση
63	37	Ανοίγματα με εσωτερική σκίαση
63	37	Απορροφημένη ηλιακή ενέργεια (από εξωτερική σκίαση)
0	100	Προσαγωγή και απόρριψη αέρα
56	44	Άτομα καθισμένα σε θέατρο. Πολύ ελαφρά εργασία
52	48	Εργασία γραφείου, όρθιοι, ελαφρά εργασία, περπάτημα.
88	12	Υπολογιστής
63	37	Οθόνη
78	22	Αντιγραφικό

7. Υπολογισμός φορτίων ατόμων

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

k

$$Q_{ai} = \sum_{j=1}^k F_{aj} \times N_{ji}$$

k

$$Q_{li} = \sum_{j=1}^k F_{lj} \times N_{ji}$$

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 0	98	93	10 5	86	11 2	79	11 9	73	125
Ελαφρά εργασία (Εργοστάσιο)	10 0	16 0	93	16 7	86	17 4	79	18 1	73	187
Μέτριος Χορός	12 0	20 2	11 1	21 1	10 3	21 9	95	22 7	87	235
Βαριά εργασία (Εργοστάσιο)	16 5	24 0	15 3	25 2	14 2	26 3	13 1	27 4	12 1	284
Βαριά εργασία (Γυμναστήριο)	18 7	26 3	17 3	27 7	16 0	29 0	14 7	30 3	13 5	315

8. 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:

k

$$Q_a = \left(\sum_{j=1}^k F_{a_j} \times N_j \right) + Q_1$$

k

$$Q_l = \left(\sum_{j=1}^k F_{l_j} \times N_j \right) + Q_2$$

όπου:

Q_a: Το συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές

Q_l: Το συνολικό λανθάνον φορτίο από συσκευές

j: Ο τύπος της συσκευής σύμφωνα με τον πίνακα 7

F_{a_j}: Το αισθητό φορτίο μιάς συσκευής τύπου j

F_{l_j}: Το λανθάνον φορτίο μιάς συσκευής τύπου j

N_j: Ο αριθμός των συσκευών τύπου j που λειτουργούν στο χώρο

Q₁: Συνολικό αισθητό φορτίο από συσκευές που δεν περιέχονται στους πίνακες

Q₂: 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 (kcal/h)	Λανθάνον Φορτίο (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	-

9. 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:

$$Q_i = \left(\sum_{j=1}^n P_j \times a_j \times b \right) \times Dt_i$$

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 λόγο 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

Dt_i : Η διαφορά της εξωτερικής από την εσωτερική θερμοκρασία ξηρού βολβού κατά την ώρα i

10. 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:

$$Q_{a_i} = 0.29 \times V \times n \times Dt_i$$

$$Q_{l_i} = 0.71 \times V \times n \times D_g$$

όπου:

Q_{a_i} : Το αισθητό φορτίο αερισμού την ώρα i

Q_{l_i} : Το λανθάνον φορτίο αερισμού την ώρα i

V : Ο όγκος του χώρου

n : Ο αριθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα

Dt_i : 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

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

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 (m²)
- Αριθμός Όμοιων Επιφανειών
- Συνολική Επιφάνεια (m²)
- Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m²)
- Επιφάνεια Υπολογισμού (m²)
- 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 φύλλα.

Χρονικοί συντελεστές αγωγιμότητας τοίχων

[ASHRAE F29.28 - Πίνακας 20]

Type	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
11	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
12	0.07	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
13	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
14	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02
15	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03
16	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
17	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
18	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
19	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
20	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04
21	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
22	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
23	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
24	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02
25	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
26	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
27	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02
28	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03
29	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
30	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
31	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
32	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
33	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
34	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
35	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00

Χρονικοί συντελεστές αγωγιμότητας οροφών

[ASHRAE F29.30 - Πίνακας 21]

Type	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.06	0.05	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
8	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.07	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
15	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
16	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04
17	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
18	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
19	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03

Αντιπροσωπευτικοί χρονικοί συντελεστές μη ηλιακής ακτινοβολίας για ελαφριές έως βαριές κατασκευές και εξωτερικές ζώνες

[ASHRAE F29.33 - Πίνακας 24]

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Ελαφριά - Με μοκέτα - 10%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Με μοκέτα - 50%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα - 10%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα - 50%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα - 90%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Μέση - Με μοκέτα - 10%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Με μοκέτα - 50%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα - 10%	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα - 50%	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα - 90%	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Βαριά - Με μοκέτα - 10%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαριά - Με μοκέτα - 50%	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαριά - Με μοκέτα - 90%	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαριά - Χωρίς μοκέτα - 10%	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
Βαριά - Χωρίς μοκέτα - 50%	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαριά - Χωρίς μοκέτα - 90%	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Αντιπροσωπευτικοί χρονικοί συντελεστές ηλιακής ακτινοβολίας για ελαφριές έως βαριές κατασκευές και εξωτερικές ζώνες

[ASHRAE F29.33 - Πίνακας 25]

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Ελαφριά - Με μοκέτα - 10%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Ελαφριά - Με μοκέτα - 50%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα - 10%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα - 50%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα - 90%	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Μέση - Με μοκέτα - 10%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Με μοκέτα - 50%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα - 10%	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα - 50%	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα - 90%	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
Βαριά - Με μοκέτα - 10%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Βαριά - Με μοκέτα - 50%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Βαριά - Με μοκέτα - 90%	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Βαριά - Χωρίς μοκέτα - 10%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαριά - Χωρίς μοκέτα - 50%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαριά - Χωρίς μοκέτα - 90%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Αντιπροσωπευτικοί χρονικοί συντελεστές μη ηλιακής ακτινοβολίας για ελαφριές έως βαριές κατασκευές και εσωτερικές ζώνες

[ASHRAE F29.33 - Πίνακας 24]

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
Ελαφριά - Με μοκέτα	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Ελαφριά - Χωρίς μοκέτα	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Μέση - Με μοκέτα	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Μέση - Χωρίς μοκέτα	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Βαριά - Με μοκέτα	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Βαριά - Χωρίς μοκέτα	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02

Χρονικοί συντελεστές αγωγιμότητας τοίχων & οροφών

[ASHRAE F29.28-30 - Tables 20-21]

Τύπος	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
T1 - 22	0.05	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
T2 - 17	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
T3 - 17	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
T4 - 33	0.08	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03
O1 - 18	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04
O2 - 14	0.09	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02

Αντιπροσωπευτικές τιμές RTS ηλιακής και μη ακτινοβολίας για ελαφριές έως βαριές κατασκευές

[ASHRAE F29.33 - Tables 24-25]

Τύπος	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
ΣΑΛΟΝΙ - Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ - Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
ΚΟΥΖΙΝΑ - Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
ΛΟΥΤΡΟ - Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ - Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Μέση - Με μοκέτα -	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ΛΟΥΤΡΟ - Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1 - Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2 - Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3 - Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ - Ελαφριά - Με μοκέτα - 90%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΠΟΛΗ : Αθήνα

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C): 26
 ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%): 50
 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%): 39
 ΔΙΑΦΟΡΑ Τ ΕΞΩΤ. - Τ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ (°C) : 5
 ΔΙΑΦΟΡΑ Τ ΕΔΑΦΟΥΣ - Τ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ (°C) : -5

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ (1 - 15): 2
 ΤΥΠΙΚΟ ΥΨΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ (m): 3

ΣΥΣΤ. ΜΟΝΑΔΩΝ: Watt
 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ: ASHRAE RTS

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ - ΜΕΓ. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ (°C)

	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
<u>23 ΙΟΥΛ. - 35.7 - 13.3</u>											
ΕΞΩΤΕΡ. ΘΕΡΜ. 24.5	26.3	28.3	30.5	32.6	34.2	35.3	35.7	35.3	34.4	32.9	
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΒΑ	54.4	50.3	44.0	38.5	40.3	41.8	42.4	42.1	40.7	38.5	35.3
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Α	65.5	64.3	59.1	51.4	42.1	41.8	42.4	42.1	40.7	38.5	35.3
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΝΑ	55.5	59.8	60.5	58.3	53.2	45.7	42.7	42.1	40.7	38.5	35.3
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Ν	30.9	39.5	47.3	53.4	57.1	57.7	55.3	50.3	43.2	38.8	35.3
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΝΔ	29.7	32.5	35.4	40.0	51.4	60.7	66.9	69.3	67.1	60.3	48.3
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Δ	29.7	32.5	35.2	38.0	40.9	52.9	64.3	72.6	76.1	73.3	60.6
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΒΔ	29.7	32.5	35.2	38.0	40.3	42.2	49.2	58.1	64.3	65.7	58.0
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Β	30.2	32.7	35.2	38.0	40.3	41.8	42.4	42.3	41.1	42.6	42.2
ΔΤ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ	-6.5	-4.7	-2.7	-0.5	1.6	3.2	4.3	4.7	4.3	3.4	1.9
<u>24 ΑΥΓ. - 34.5 - 12.7</u>											
ΕΞΩΤΕΡ. ΘΕΡΜ. 23.8	25.5	27.4	29.5	31.6	33.1	34.1	34.5	34.1	33.2	31.8	
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΒΑ	49.5	45.1	38.4	36.8	38.7	40.1	40.6	40.2	38.8	36.4	33.0
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Α	64.6	63.7	58.1	49.8	39.8	40.1	40.6	40.2	38.8	36.4	33.0
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΝΑ	58.3	63.2	64.0	61.4	55.7	47.5	41.0	40.2	38.8	36.4	33.0
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Ν	34.8	44.1	52.3	58.6	62.1	62.4	59.5	53.7	45.7	37.0	33.1
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΝΔ	28.4	31.1	34.2	43.2	55.0	64.4	70.5	72.3	69.0	59.8	42.1
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Δ	28.4	31.1	33.9	36.5	39.3	52.4	64.1	72.2	74.9	69.4	48.5
Ηλιακή Θερμ. Αέρα ΒΔ	28.4	31.1	33.9	36.5	38.7	40.3	44.4	53.5	59.5	59.5	45.7
Ηλιακή Θερμ. Αέρα Β	28.6	31.1	33.9	36.5	38.7	40.1	40.6	40.2	38.9	36.8	35.6
ΔΤ ΜΗ ΚΛΙΜ. ΧΩΡΩΝ	-7.2	-5.5	-3.6	-1.5	0.6	2.1	3.1	3.5	3.1	2.2	0.8

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εξ. Τοίχοι

Εξ.Τοίχοι	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k Kcal/m ² h c Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Χρώμα
T1	Δοκός 25cm Μόνωση 5cm	B	G15	22	0.64	500	
T2	Τοιχίο 20cm Μόνωση 5cm	B	H6	17	0.66	500	
T3	Τοίχος Συρομένω ν Μόνωση 5cm	C	G10	17	0.55	300	
T4	Βαρύ Σκυρόδεμ α 20cm Μόνωση 3cm	B	H8	33	0.99	500	
T5							
T6							
T7							
T8							
T9							
T10							
T11							

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εσ. Τοίχοι

Εσ.Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k Kcal/m ² hc Εσ. Τοίχων Δαπέδων
E1	Εσωτερική τοιχοποιία 15	1.51

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k Kcal/m ² hc Τοίχων Οροφών	Βάρος kg/m ²	Χρώμα
01	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδεμ α	5	1	18	0.44	100	
02	Οροφή Σκυροδέματ ος 14cm Αμόν.	3	2	14	3.26	100	
03							
04							

05						
----	--	--	--	--	--	--

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k Kcal/m ² hc Εσ. Τοίχων Δαπέδων
Δ1	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Μόνωση 5cm	0.60
Δ2	Δαπ.Ξύλινο σε Εδαφος Μόν. 5cm	0.65

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Ανοίγματα

Ανοίγμ.	Περιγραφή	Πλάτ. (m)	Υψος (m)	Συντ.k Kcal/m ² hc Ανοιγμάτων	Συντ. Τζαμ.	Ειδ. Πλαισ.	Συντ.α
A1	Διπλό διακένου 6mm (μεταλλικό πλαίσιο)			3.70			
A2	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)			5.20			
A3	Ανοίγμα χωρίς τζάμι (μεταλλικό πλαίσιο)			5.81			

Επίπεδο : Επίπεδο 1

Χώρος : 1

Ονομασία : ΣΑΛΟΝΙ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T4	N		1.5	3	4.50	1	4.50		4.50	0.22		
T2	N		2.85	3	8.55	1	8.55	3.36	5.19			
A1	N		1.4	2.4	3.36	1	3.36		3.36		ΣΚΙΑ	
T1	A		4.05	3	12.15	1	12.15		12.15			
A1	A		1.4			1					ΣΚΙΑ	
T1	A		0.2	3	0.60	1	0.60		0.60			
E1	B		1.7	3	5.10	1	5.10		5.10			
T6	Δ		0.8	3	2.40	1	2.40		2.40			
T5	Δ		4.9	3	14.70	1	14.70		14.70			
T1	Δ		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T4	4.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	5.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	12.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T6	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	14.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T4	4.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	5.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	3.36	298	326	351	376	393	393	379	360	329	322	365
T1	12.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	0.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	5.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T6	2.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	14.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Άτομα (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.30	0.33	0.35	0.38	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.32	0.36
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	0.33	0.35	0.38	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.32	0.36

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 1
 Χώρος : 2
 Ονομασία : ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T4	N		1.5	3	4.50	1	4.50		4.50			
T2	N		2.85	3	8.55	1	8.55	3.36	5.19			
A1	N		1.4	2.4	3.36	1	3.36		3.36		ΣΚΙΑ	
T1	A		4.05	3	12.15	1	12.15		12.15			
A1	A		1.4			1					ΣΚΙΑ	
T1	A		0.2	3	0.60	1	0.60		0.60			
E1	B		1.7	3	5.10	1	5.10		5.10			
T6	Δ		0.8	3	2.40	1	2.40		2.40			
T5	Δ		4.9	3	14.70	1	14.70		14.70			
T1	Δ		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T4	4.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	5.19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	3.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	12.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T6	2.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	14.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T4	4.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	5.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A1	3.36	298	326	351	376	393	393	379	360	329	322	365
T1	12.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	0.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	5.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T6	2.40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	14.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.30	0.33	0.35	0.38	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.32	0.36
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	0.33	0.35	0.38	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.32	0.36

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 1
 Χώρος : 3
 Ονομασία : ΚΟΥΖΙΝΑ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
E1	N		2.5	3	7.50	1	7.50		7.50			
T1	N		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35			
T2	N		1.4	3	4.20	1	4.20	2.30	1.90			
A3	N		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30		ΣΚΙΑ	
T2	A		4.3	3	12.90	1	12.90	5.75	7.15			
A1	A		2.5	2.3	5.75	1	5.75		5.75		ΣΚΙΑ	
T2	B		1.4	3	4.20	1	4.20		4.20			
E1	B		2.75	3	8.25	1	8.25		8.25			
E1	Δ		3.85	3	11.55	1	11.55		11.55			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
E1	7.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	1.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A3	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	7.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	5.75	0.75	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	4.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	8.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	11.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ

E1	7.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	1.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	2.30	204	223	240	258	269	269	260	247	225	221	250
T2	7.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	5.75	2689	2118	1252	1012	907	839	773	714	648	637	709
T2	4.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	8.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	11.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	2.89	2.34	1.49	1.27	1.18	1.11	1.03	0.96	0.87	0.86	0.96
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Λανθάνον											
Σύνολο	2.89	2.34	1.49	1.27	1.18	1.11	1.03	0.96	0.87	0.86	0.96

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 1
Χώρος : 4
Ονομασία : ΛΟΥΤΡΟ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
E1	N		2.2	3	6.60	1	6.60		6.60			
T2	A		1.8	3	5.40	1	5.40	0.70	4.70			
A1	A		0.7	1	0.70	1	0.70		0.70		ΣΚΙΑ	
E1	B		2.2	3	6.60	1	6.60		6.60			
E1	Δ		1.8	3	5.40	1	5.40	2.30	3.10			
A3	Δ		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30		ΣΚΙΑ	

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
E1	6.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	4.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	0.70	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	6.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.69	0.93	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
E1	6.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	4.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	0.70	244	140	112	102	98	94	88	82	76	74	83
E1	6.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	3.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	2.30	205	224	240	258	269	269	260	479	850	1128	1032

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Αισθητό)											
Άτομα (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.45	0.36	0.35	0.36	0.37	0.36	0.35	0.56	0.93	1.20	1.12
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.45	0.36	0.35	0.36	0.37	0.36	0.35	0.56	0.93	1.20	1.12

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 1

Χώρος : 5

Ονομασία : ΥΠΙΝΟΔΩΜΑΤΙΟ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολι	k (W/m ²)	Μήκος (m)	Υψος ή	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ.	Αφαρ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ.	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ.
------------	-------------	-----------------------	-----------	--------	-------------------------	-------------	------------	-------------	-------------	--------------	--------------	------------

	σμός	Κ)		Πλάτος (m)			(m ²)	(m ²)	(m ²)			Σκίαση ς
T1	N		0.15	3	0.45	1	0.45		0.45			
E1	N		3.7	3	11.10	1	11.10	2.30	8.80			
A3	N		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30			ΣΚΙΑ
T1	N		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35			
E1	N		2.3	3	6.90	1	6.90		6.90			
T1	A		0.4	3	1.20	1	1.20		1.20			
T5	A		3.1	3	9.30	1	9.30	3.61	5.69			
A1	A		1.57	2.3	3.61	1	3.61		3.61			ΣΚΙΑ
T4	B		1.5	3	4.50	1	4.50		4.50			
T2	B		2.65	3	7.95	1	7.95		7.95			
T1	B		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35			
T2	B		2.2	3	6.60	1	6.60	0.84	5.76			
A1	B		0.7	1.2	0.84	1	0.84		0.84			ΣΚΙΑ
T1	B		0.4	3	1.20	1	1.20		1.20			
T1	Δ		0.4	3	1.20	1	1.20		1.20			
T2	Δ		3.2	3	9.60	1	9.60		9.60			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	8.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	6.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	5.69	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	3.61	0.75	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T4	4.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	7.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	5.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	9.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	0.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	8.80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	2.30	204	223	240	258	269	269	260	247	225	221	250
T1	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	6.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	5.69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	3.61	1688	1330	786	636	569	527	485	449	407	400	445
T4	4.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	7.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	5.76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	0.84	75	82	88	94	98	98	95	90	82	81	91
T1	1.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T2	9.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
----	------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	1.97	1.63	1.11	0.99	0.94	0.89	0.84	0.79	0.71	0.70	0.79
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	1.97	1.63	1.11	0.99	0.94	0.89	0.84	0.79	0.71	0.70	0.79

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 1
 Χώρος : 6
 Ονομασία : ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
E1			1	3	3.00	1	3.00		3.00			
A3			0.8	2.2	1.76	1	1.76		1.76		ΣΚΙΑ	

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
E1	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3	1.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
E1	3.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	1.76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 2
 Χώρος : 1
 Ονομασία : ΛΟΥΤΡΟ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T1	N		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35			
T2	N		2.15	3	6.45	1	6.45	0.84	5.61			
A1	N		0.7	1.2	0.84	1	0.84		0.84		ΣΚΙΑ	
T4	A		0.3	3	0.90	1	0.90		0.90			
E1	A		1.9	3	5.70	1	5.70		5.70			
E1	B		2.3	3	6.90	1	6.90	2.30	4.60			
A3	B		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30		ΣΚΙΑ	
T2	Δ		1.7	3	5.10	1	5.10		5.10			
T1	Δ		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	5.61	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T4	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	5.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	5.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	5.61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	0.84	75	82	88	94	98	98	95	90	82	81	91
T4	0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	5.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	4.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	2.30	204	223	240	258	269	269	260	247	225	221	250
T2	5.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Σύνολ)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ο)											
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.28	0.31	0.33	0.35	0.37	0.37	0.35	0.34	0.31	0.30	0.34
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.28	0.31	0.33	0.35	0.37	0.37	0.35	0.34	0.31	0.30	0.34

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 2
 Χώρος : 2
 Ονομασία : ΥΠΙΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T4	N		0.25	3	0.75	1	0.75		0.75			
T2	N		2.85	3	8.55	1	8.55	0.84	7.71			
A1	N		0.7	1.2	0.84	1	0.84		0.84		ΣΚΙΑ	
T4	N		1.5	3	4.50	1	4.50		4.50			
T4	A		0.25	3	0.75	1	0.75		0.75			
T3	A		4.09	3	12.27	1	12.27		12.27			
T1	A		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50			
T6	B		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35			
E1	B		4.15	3	12.45	1	12.45	2.30	10.15			
A3	B		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30		ΣΚΙΑ	
E1	B		3	3	9.00	1	9.00		9.00			
T4	Δ		0.3	3	0.90	1	0.90		0.90			
T4	Δ		1.5	3	4.50	1	4.50		4.50			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T4	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	7.71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T4	4.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T4	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	12.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T6	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	10.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T4	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T4	4.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T4	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	7.71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	0.84	75	82	88	94	98	98	95	90	82	81	91
T4	4.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T3	12.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T6	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	10.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	2.30	204	223	240	258	269	269	260	247	225	221	250
E1	9.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	0.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	4.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.28	0.31	0.33	0.35	0.37	0.37	0.35	0.34	0.31	0.30	0.34
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.28	0.31	0.33	0.35	0.37	0.37	0.35	0.34	0.31	0.30	0.34

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Αισθητό											
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 2
 Χώρος : 3
 Ονομασία : ΥΠΙΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
E1	N		2	3	6.00	1	6.00		6.00			
T1	N		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35			
T2	N		1.45	3	4.35	1	4.35		4.35			
E1	N		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50			
T3	A		4.3	3	12.90	1	12.90	3.68	9.22			
A1	A		1.6	2.3	3.68	1	3.68		3.68		ΣΚΙΑ	
T2	B		1.4	3	4.20	1	4.20		4.20			
E1	B		2.55	3	7.65	1	7.65		7.65			
E1	Δ		3.6	3	10.80	1	10.80	2.30	8.50			
A3	Δ		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30		ΣΚΙΑ	

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
E1	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	4.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T3	9.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	3.68	0.75	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	4.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	7.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	8.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.69	0.93	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
E1	6.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T2	4.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	1.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3	9.22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	3.68	1721	1355	801	648	580	537	495	457	415	408	454
T2	4.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	7.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	8.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	2.30	205	224	240	258	269	269	260	479	850	1128	1032

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	1.93	1.58	1.04	0.91	0.85	0.81	0.75	0.94	1.26	1.54	1.49
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	1.93	1.58	1.04	0.91	0.85	0.81	0.75	0.94	1.26	1.54	1.49

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 2
 Χώρος : 4
 Ονομασία : ΥΠΙΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
T1	N		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35			
E1	N		1.2	3	3.60	1	3.60	2.30	1.30			
A3	N		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30		ΣΚΙΑ	
E1	N		2.4	3	7.20	1	7.20		7.20			
T1	N		0.15	3	0.45	1	0.45		0.45			
T1	A		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50			
T3	A		3.15	3	9.45	1	9.45		9.45			
T4	A		0.25	3	0.75	1	0.75		0.75			
T4	B		1.5	3	4.50	1	4.50		4.50			
T2	B		2.65	3	7.95	1	7.95		7.95			
T1	B		0.45	3	1.35	1	1.35		1.35			
T1	Δ		0.5	3	1.50	1	1.50		1.50			
T2	Δ		2.9	3	8.70	1	8.70		8.70			
T1	Δ		0.2	3	0.60	1	0.60		0.60			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	7.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T1	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	9.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T4	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T4	4.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	7.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	8.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T1	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
T1	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	1.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	2.30	204	223	240	258	269	269	260	247	225	221	250
E1	7.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	0.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

T3	9.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	4.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	7.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	1.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	8.70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T1	0.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.20	0.22	0.24	0.26	0.27	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.25
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.20	0.22	0.24	0.26	0.27	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.25

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 2
 Χώρος : 5
 Ονομασία : ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

Επιφάνειες

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	k (W/m ² K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Εσωτ. Σκίαση	Σκίαση Προβ.	Αυθ. Συντ. Σκίασης
A3	N		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30		ΣΚΙΑ	
E1	A		1.8	3	5.40	1	5.40	2.30	3.10			
A3	A		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30		ΣΚΙΑ	
E1	A		4	3	12.00	1	12.00		12.00			
T6	B		0.25	3	0.75	1	0.75		0.75			
T2	B		2.35	3	7.05	1	7.05		7.05			
E1	B		1.65	3	4.95	1	4.95	2.30	2.65			
A3	B		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30		ΣΚΙΑ	
T4	Δ		1.5	3	4.50	1	4.50		4.50			
T2	Δ		2	3	6.00	1	6.00		6.00			
T3	Δ		2.1	3	6.30	1	6.30	2.30	4.00			
A1	Δ		1	2.3	2.30	1	2.30		2.30		ΣΚΙΑ	

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
A3	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	3.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3	2.30	0.75	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E1	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T6	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	7.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E1	2.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T4	4.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T2	6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T3	4.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.69	0.93	1.00

Φορτία Ανα Επιφάνεια και Ωρα (Watt)

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ. (m ²)	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
A3	2.30	204	223	240	258	269	269	260	247	225	221	250
E1	3.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	2.30	1076	847	501	405	363	336	309	286	259	255	284

E1	12.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T6	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	7.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E1	2.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A3	2.30	204	223	240	258	269	269	260	247	225	221	250
T4	4.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	6.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3	4.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
A1	2.30	205	224	240	258	269	269	260	479	850	1128	1032

Πρόσθετα Φορτία ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Αισθητό)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Άτομα (Σύνολο)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ωρα (KWatt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	1.69	1.52	1.22	1.18	1.17	1.14	1.09	1.26	1.56	1.82	1.82
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	1.69	1.52	1.22	1.18	1.17	1.14	1.09	1.26	1.56	1.82	1.82

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ωρα (Watt)

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Μέγιστα Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού (Watt)

Αισθητό: 0

Λανθάνον: 0

Συνολικός όγκος αέρα (m³/h): 0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 1

Χώρος : 1
Ονομασία : ΣΑΛΟΝΙ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.30	0.33	0.35	0.38	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.32	0.36
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	0.33	0.35	0.38	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.32	0.36

Χώρος : 2
Ονομασία : ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.30	0.33	0.35	0.38	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.32	0.36
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	0.33	0.35	0.38	0.39	0.39	0.38	0.36	0.33	0.32	0.36

Χώρος : 3
Ονομασία : ΚΟΥΖΙΝΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	2.89	2.34	1.49	1.27	1.18	1.11	1.03	0.96	0.87	0.86	0.96
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	2.89	2.34	1.49	1.27	1.18	1.11	1.03	0.96	0.87	0.86	0.96

Χώρος : 4

Όνομασία : ΛΟΥΤΡΟ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.45	0.36	0.35	0.36	0.37	0.36	0.35	0.56	0.93	1.20	1.12
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.45	0.36	0.35	0.36	0.37	0.36	0.35	0.56	0.93	1.20	1.12

Χώρος : 5

Όνομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	1.97	1.63	1.11	0.99	0.94	0.89	0.84	0.79	0.71	0.70	0.79
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	1.97	1.63	1.11	0.99	0.94	0.89	0.84	0.79	0.71	0.70	0.79

Χώρος : 6

Όνομασία : ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Επίπεδο : Επίπεδο 2

Χώρος : 1
Ονομασία : ΛΟΥΤΡΟ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.28	0.31	0.33	0.35	0.37	0.37	0.35	0.34	0.31	0.30	0.34
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.28	0.31	0.33	0.35	0.37	0.37	0.35	0.34	0.31	0.30	0.34

Χώρος : 2
Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.28	0.31	0.33	0.35	0.37	0.37	0.35	0.34	0.31	0.30	0.34
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.28	0.31	0.33	0.35	0.37	0.37	0.35	0.34	0.31	0.30	0.34

Χώρος : 3
Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	1.93	1.58	1.04	0.91	0.85	0.81	0.75	0.94	1.26	1.54	1.49
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	1.93	1.58	1.04	0.91	0.85	0.81	0.75	0.94	1.26	1.54	1.49

Χώρος : 4
 Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	0.20	0.22	0.24	0.26	0.27	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.25
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	0.20	0.22	0.24	0.26	0.27	0.27	0.26	0.25	0.23	0.22	0.25

Χώρος : 5
 Ονομασία : ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ωρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	1.69	1.52	1.22	1.18	1.17	1.14	1.09	1.26	1.56	1.82	1.82
Λανθάνον	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Σύνολο	1.69	1.52	1.22	1.18	1.17	1.14	1.09	1.26	1.56	1.82	1.82

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
23 ΙΟΥΛ.	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8
24 ΑΥΓ.	10	9	6	6	6	6	5	6	7	6	5

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
23 ΙΟΥΛ.											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ:	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8
ΦΩΤΙΣΜΟΣ:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ.:	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ:	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8
24 ΑΥΓ.											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ:	10	9	6	6	6	6	5	6	7	6	5
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	10	9	6	6	6	6	5	6	7	6	5
ΦΩΤΙΣΜΟΣ:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ.:	10	9	6	6	6	6	5	6	7	6	5
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ:	10	9	6	6	6	6	5	6	7	6	5

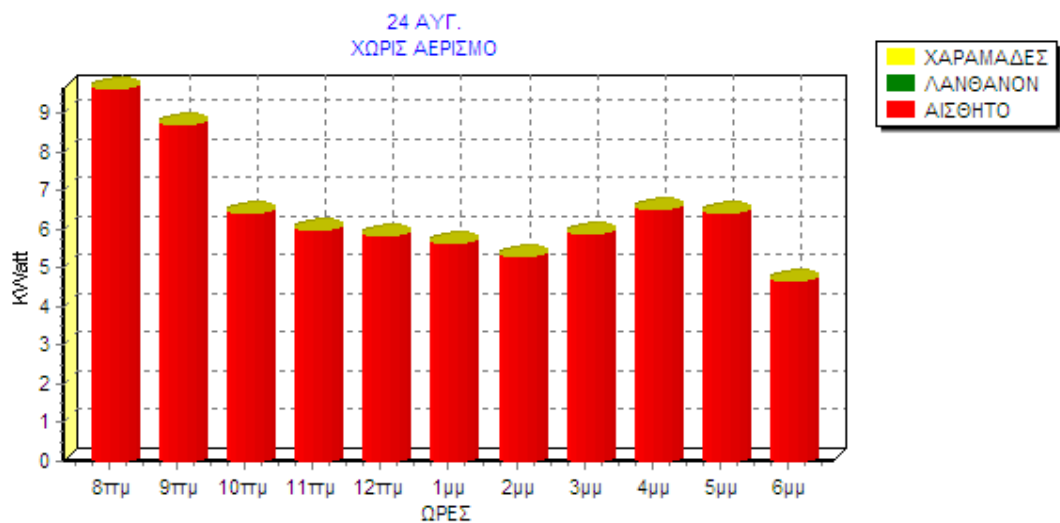
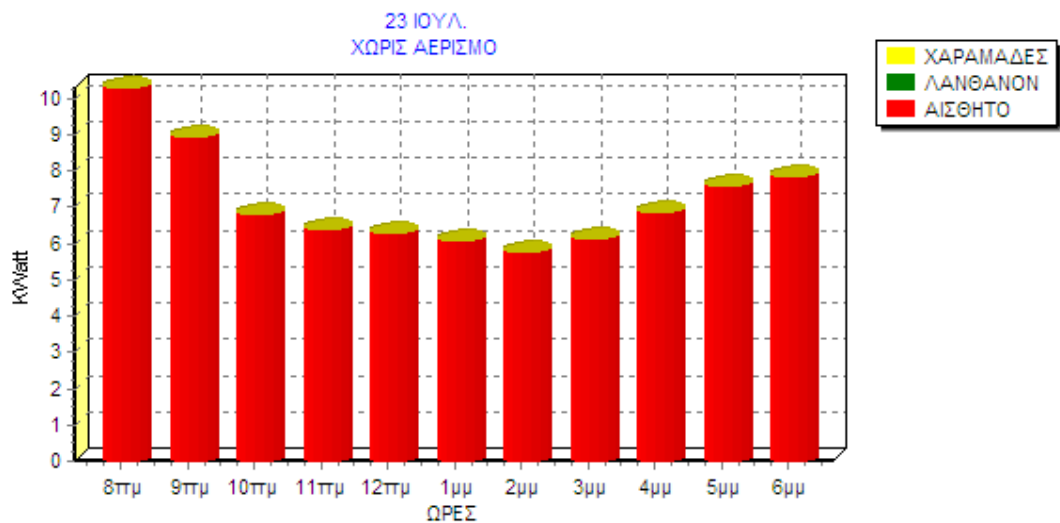
ΦΟΡΤΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ KW

ΩΡΕΣ	8πμ	9πμ	10πμ	11πμ	12πμ	1μμ	2μμ	3μμ	4μμ	5μμ	6μμ
23 ΙΟΥΛ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1											
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ:	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8
ΦΩΤΙΣΜΟΣ:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ.:	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8

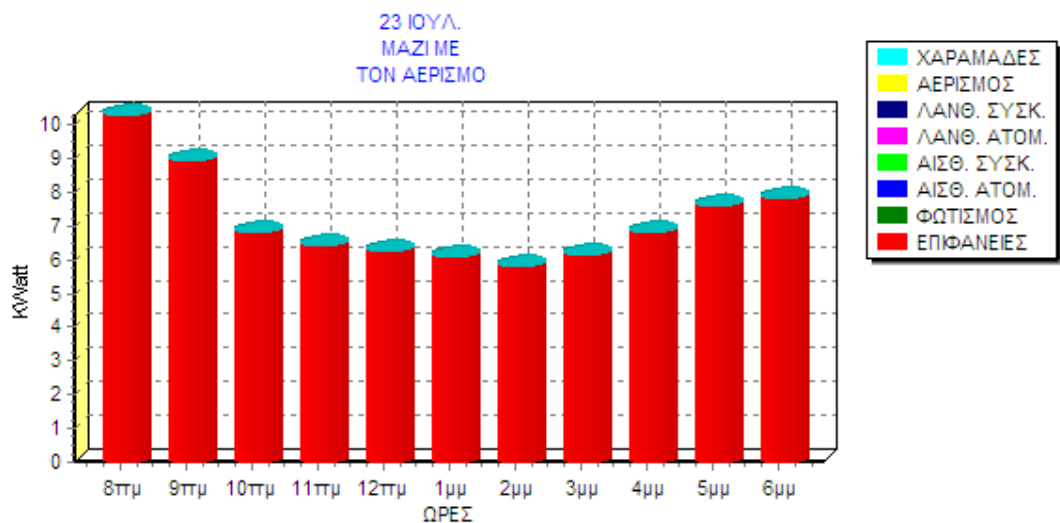
24 ΑΥΓ. ΣΥΣΤΗΜΑ: 1

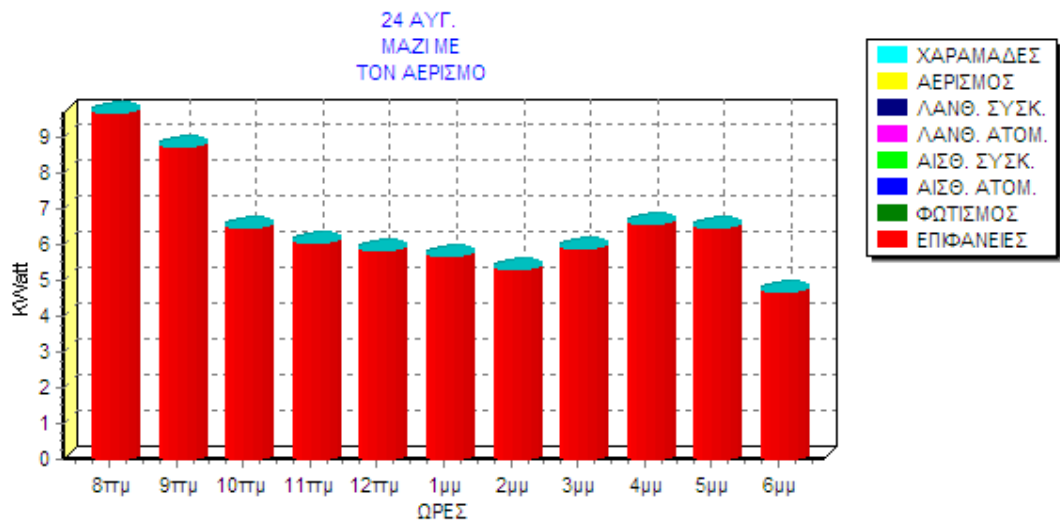
ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ:	10	9	6	6	6	6	5	6	7	6	5
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	10	9	6	6	6	6	5	6	7	6	5
ΦΩΤΙΣΜΟΣ:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rad.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ.:	10	9	6	6	6	6	5	6	7	6	5
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.:	10	9	6	6	6	6	5	6	7	6	5

Διαγράμματα Συγκεντρωτικών Φορτίων Κτιρίου Χωρίς Αερισμό

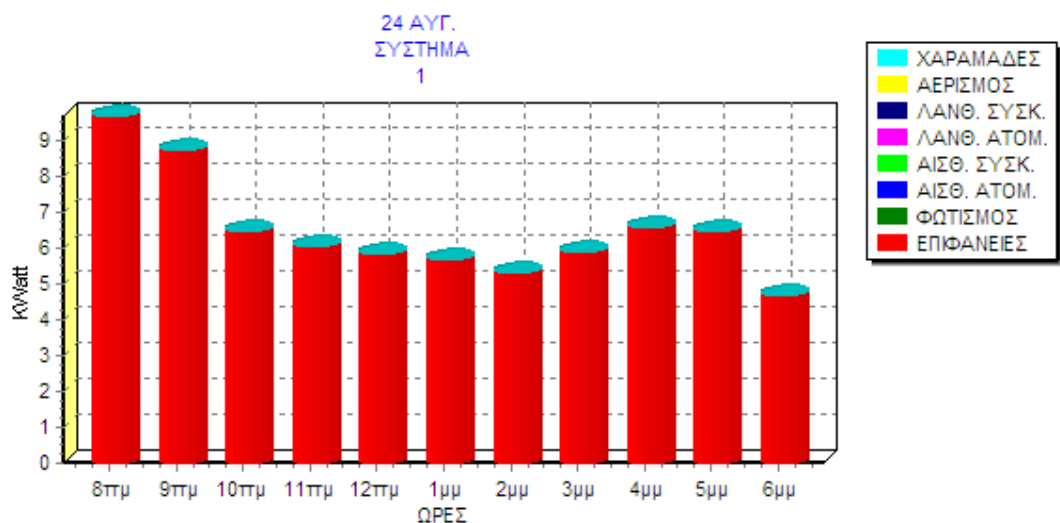
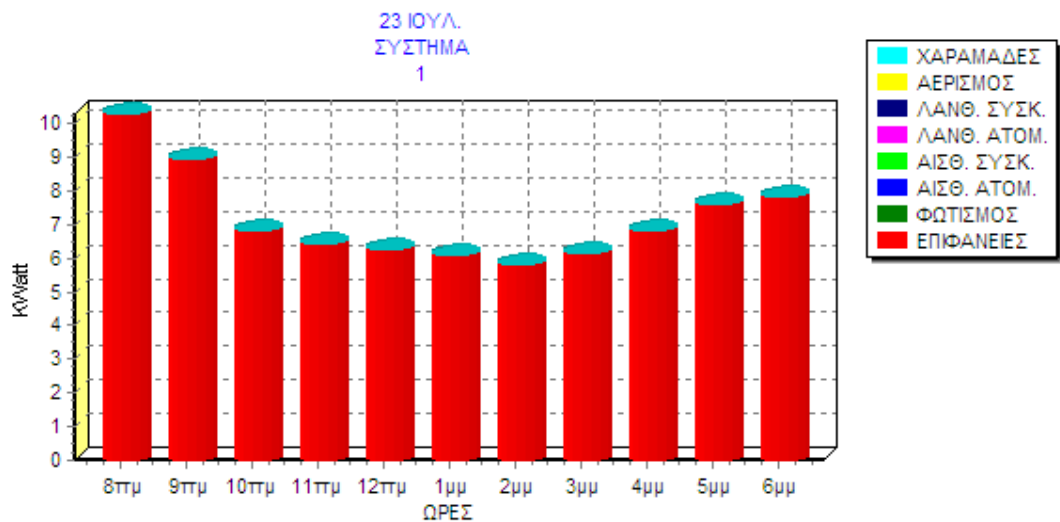


Διαγράμματα Συγκεντρωτικών Φορτίων Κτιρίου Με Αερισμό





Διαγράμματα Συστημάτων



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

ΜΕΛΕΤΗ FAN COILS

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη βασίζεται στην Ashrae και στην ακόλουθη βιβλιογραφία:

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

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Η επιλογή διατομής σωλήνα σε κάποιο τμήμα δικτύου γίνεται δεδομένης της παροχής και με περιορισμό για την ταχύτητα. Ειδικότερα, οι υπολογισμοί γίνονται με βάση τα παρακάτω:

α) Οι παροχές στα τμήματα που καταλήγουν σε μονάδες Fan Coils καθορίζονται από την απόδοση των Fan Coils σύμφωνα με τους πίνακες ή τα διαγράμματα του κατασκευαστή, για τις αντίστοιχες συνθήκες θερμοκρασιών περιβάλλοντος, νερού κλπ. Η διατομή του σωλήνα θα επιλεγεί με βάση την παροχή για την δυσμενέστερη ώρα (δηλαδή την μέγιστη παροχή).

β) Οι παροχές αθροίζονται στους κόμβους (διακλαδώσεις) του δικτύου.

γ) Οι σχέσεις που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς είναι:

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

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

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

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

όπου:

Q: Παροχή σε m³/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 m²/sec

δ) Οι τριβές στα εξαρτήματα (γωνίες, ταυ, κρουνοί κλπ) κάθε τμήματος του δικτύου υπολογίζονται με την σχέση:

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

όπου:

Σζ: Συνολική αντίσταση των εξαρτημάτων του κλάδου

ρ: Πυκνότητα νερού

Η πτώση πίεσης μέσα σε κάθε μονάδα FCU, υπολογίζεται αναλυτικά, με βάση την χαρακτηριστική του αντίσταση ζ που δίνει ο κατασκευαστής και την παραπάνω σχέση.

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

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

- Τμήμα δικτύου
- Μήκος τμήματος (m)
- Φορτίο FCU (Kcal/h ή w ή Kbtu/h)
- Διαφορά Θερμοκρασίας Δt (°C)
- Παροχή Νερού (m³/h)
- Διάμετρος Σωλήνα (mm)
- Ταχύτητα Νερού (m/s)
- Συνολική αντίσταση εξαρτημάτων Σζ
- Τριβή Εξαρτημάτων (mYΣ)
- Τριβή Σωληνώσεων (mYΣ)
- Ολική Τριβή Τμήματος (mYΣ)

Κάθε τμήμα δικτύου συμβολίζεται με την αρίθμηση των κόμβων του παρεμβάλλοντας τελεία (.) πχ. 1.2 το τμήμα ανάμεσα στους κόμβους 1 και 2.

α) περίπτωση κλασσικού δικτύου: τα μήκη των σωλήνων είναι διπλάσια (περιλαμβάνουν και τις επιστροφές) και τα εξαρτήματα διπλά.

β) περίπτωση αντεπιστροφής (reverse return): παρουσιάζεται το δίκτυο της προσαγωγής κανονικά και της επιστροφής χωριστά. Στα τμήματα επιστροφής αντί για τελείες παρεμβάλλονται παύλες (πχ. τμήμα 4-7).

Στοιχεία Δικτύου

Θερμοκρασία Νερού (°C)	50
Διαφορά Θερμοκρασίας Μονάδων FC (°C)	5
Τύπος Κύριου Σωλήνα	Χαλκοσωλήνας ευθύγραμμος
Συντ. Τραχύτητας Κύριου Σωλήνα (μm)	1.5
Τύπος Δευτερεύοντος Σωλήνα	Χαλκοσωλήνας εύκαμπτος
Συντ. Τραχύτητας Δευτερεύοντος Σωλήνα (μm)	1.5
Σύστημα Μονάδων	KWatt
Αναλυτικός υπολογισμός περιεχόμενου νερού	1

Υπολογισμοί Σωληνώσεων Fan Coils

Τμ. Δικτ.	Μήκος Σωλήνα (m)	Φορτίο FC (KWatt)	Διαφορά Θερμοκρ. (°C)	Παροχή Νερού (m³/h)	Τύπος Σωλήνα	Διάμ. Σωλήνα (mm)	Ταχ. Νερού (m/s)	Σζ Εξαρτημ.	Τριβ. Εξ/FC (mΥΣ)	Τριβές Σωλην. (mΥΣ)	Ολικές Τριβές (mΥΣ)
1.2	3.5			1.762	K		0.357	8.700	0.057	0.013	0.070
2.8	9	1.300	5	0.224	K		0.170	5.200	0.008	0.021	0.029
2.3	7.2			0.883	K	DN25	0.500	3.500	0.045	0.093	0.138
3.7	16	0.520	5	0.090	K	DN15	0.124	10.40	0.008	0.032	0.041
3.4	7.2			0.793	K	DN25	0.449	3.500	0.036	0.077	0.113
4.5	6.8	1.200	5	0.207	K	DN15	0.286	5.200	0.022	0.058	0.080
4.6	13	0.900	5	0.155	K	DN15	0.214	15.60	0.036	0.067	0.104
4.7	8	2.500	5	0.431	K	DN15	0.595	3.800	0.069	0.245	0.314
2.9	12.4			0.655	K	DN20	0.579	3.500	0.060	0.274	0.334
9.10	13.5	1.300	5	0.224	K	DN15	0.310	18.20	0.089	0.132	0.221
9.11	11.8	0.700	5	0.121	K	DN15	0.167	8.200	0.012	0.040	0.051
9.12	11.2			0.310	K	DN15	0.428	10.80	0.101	0.193	0.293
12.13	3	0.600	5	0.103	K	DN15	0.143	2.600	0.003	0.008	0.010
12.14	3.6			0.207	K	DN15	0.286	5.600	0.023	0.031	0.054
14.15	6	0.400	5	0.069	K	DN15	0.095	5.200	0.002	0.008	0.010
14.16	5.6	0.800	5	0.138	K		0.105	5.200	0.003	0.006	0.009

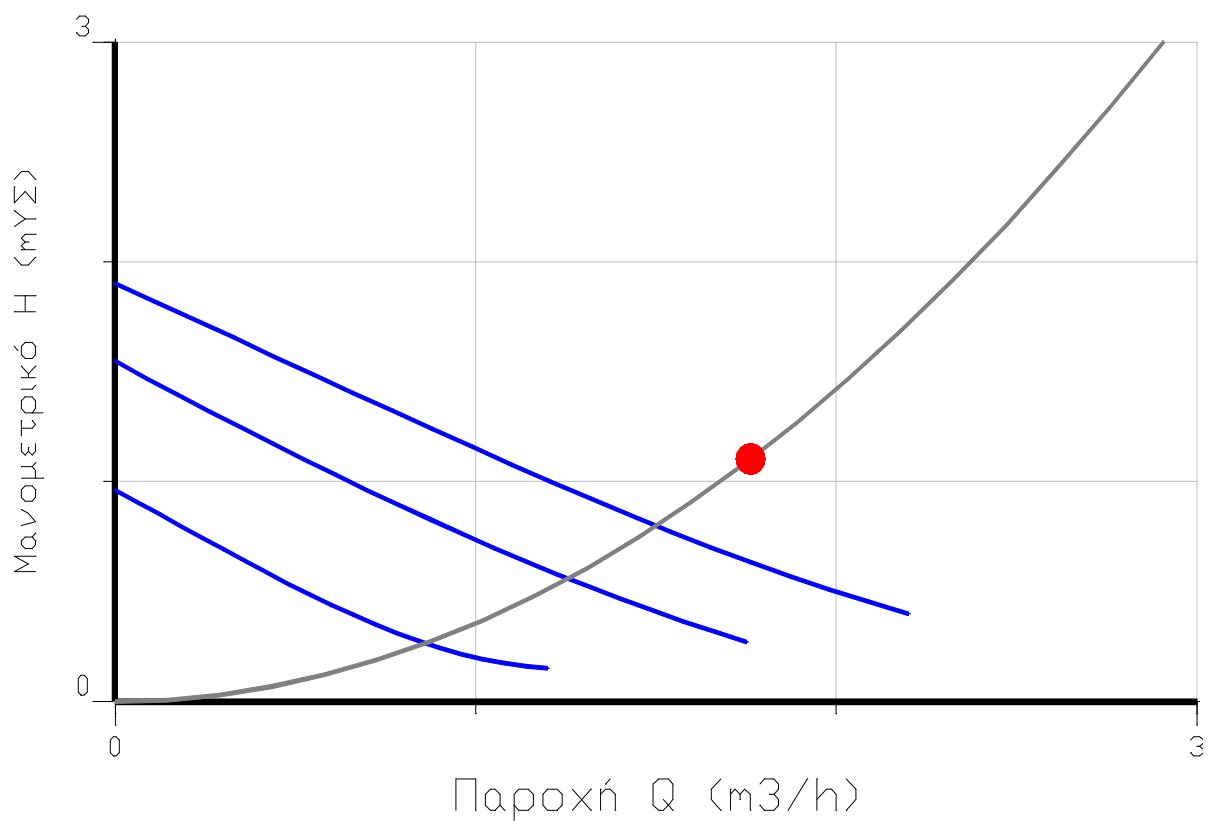
Υπολογισμοί Μονάδων Fan Coils

Τμ. Δικτ.	Κλιματ. Χώρος	Αισθ. Φορτ. Χώρου (KWatt)	Λανθ.ν Φορτ. Χώρου (KWatt)	Θερμ. Εισ. Νερού (°C)	Διαφορά Θερμοκρ. (°C)	Παροχή Νερού (m³/h)	Είδος Μονάδας FC	Ταχύτητα Ανεμιστήρα FC	Αποδ. Αισθ. Φορτίο (KWatt)	Αποδ. Λανθ. Φορτίο (KWatt)
1.2						1.762				
2.8			1.3	50	5	0.224		1		
2.3						0.883				
3.7			0.52	50	5	0.090		1		
3.4						0.793				
4.5			1.2	50	5	0.207		1		
4.6			0.9	50	5	0.155		1		
4.7			2.5	50	5	0.431		1		
2.9						0.655				
9.10			1.3	50	5	0.224		1		
9.11			0.7	50	5	0.121		1		
9.12						0.310				
12.13			0.6	50	5	0.103		1		
12.14						0.207				
14.15			0.4	50	5	0.069		1		
14.16			0.8	50	5	0.138		1		

Υπολογισμός Ψυκτικού Συγκροτήματος

Υπολογισμός Ψυκτικού Συγκροτήματος	
Ψυκτικό Φορτίο (KWatt)	10.22
Ετεροχρονισμός	1
Απαιτούμενο Φορτίο	10.22
Τύπος Ψυκτ. Συγκροτήματος που Επιλέγεται	DAIKIN EUWA 5G 12.0 KW
Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	35
Θερμοκρασία Αναχώρησης (°C)	7
Διάμετρος Σωλ. Τροφοδοσίας Συλλεκτών	FBSP 1"
Χωρητικότητα ψυκτικού συγκροτήματος (l)	
Κόστος	
Υπολογισμός Πύργου Ψύξης (για Υδρόψυκτο Σύστημα)	
Θερμοκρασία Εισερχόμενου Νερού (°C)	15
Θερμοκρασία Εξερχόμενου Νερού (°C)	20
Θερμοκρασία Υγρού Θερμομ. Αέρα (°C)	
Αποδιδόμενο Φορτίο (KWatt)	12
Παροχή Νερού (l/h)	
Ποσότητα Αέρα (m³/h)	
Ισχύς Κινητήρα	
Κόστος	

A/A Κυκλοφορητή	1
Παροχή Νερού Q (m³/h)	1.762
Δυσμενέστερος Κλάδος	1..15
Τριβές Δικτύου (mΥΣ)	0.761
Συντελεστής C (C=ΔP/Q²) Τριβών Ψυκτικού Συγκροτήματος (mΥΣ)/(m³/h)²	0.02
Συντελεστής C (C=ΔP/Q²) Τριβών Τριόδου (mΥΣ)/(m³/h)²	0.05
Συντελεστής C (C=ΔP/Q²) Τριβών Βαλβίδας Αντεπιστροφής (mΥΣ)/(m³/h)²	0.04
Συντελεστής C (C=ΔP/Q²) Υπόλοιπων Τριβών (mΥΣ)/(m³/h)²	
Μανομετρικό Υ (mΥΣ)	1.102511
Τύπος Αντλίας που Επιλέγεται	WILO Star RS 25/2
Μέγεθος	92.5x180x130 (mm)
Παροχή	2.2 m³/h
Μανομετρικό Ύψος	1.95 MΥΣ
Ισχύς Κινητήρα	9 W
Ηλεκτρικά Δεδομένα	0.21A - 230V - 1900n



Πτώσεις πιέσεων στους κλάδους (mΥΣ)

Πτώση πίεσης στον κλάδο 1..8	:	0.099
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1..7	:	0.249
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1..5	:	0.401
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1..6	:	0.425
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1..7	:	0.635
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1..10	:	0.625
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1..11	:	0.455
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1..13	:	0.707
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1..15	:	0.761
Πτώση πίεσης στον κλάδο 1..16	:	0.760

Δυσμενέστερος κλάδος 1..15 : 0.761

Έλεγχοι Πτώσης Θερμοκρασιών στα Fan Coils

Δεν υπάρχουν Fan Coils με πτώση θερμοκρασίας μεγαλύτερη από 10 °C

Έλεγχοι Ταχυτήτων στις Σωληνώσεις

Δεν υπάρχουν σωληνώσεις με ταχύτητα ρευστού εκτος ορίων-

Αναλυτική Προμέτρηση

A/A	Περιγραφή	Αναλυτική Ποσότητα	Ποσοτ.
0			0
0	ΣΩΛΗΝΕΣ		0
0			0
0	Χαλυβδοσωλήνας 1/2"	(9.00+16.00+6.80+13.00 +8.00+	0
0		13.50+11.80+11.20+3.0 0+3.60+	0
0		6.00+5.60)	107.5
0	Χαλυβδοσωλήνας 3/4"	12.40	12.4
0	Χαλυβδοσωλήνας 1"	(7.20+7.20)	14.4
0	Χαλυβδοσωλήνας 1.25"	3.50	3.5

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Fan-Coils

1. ΓΕΝΙΚΑ

Για την παραπάνω μελέτη λήφθηκε υπόψη επιθυμητή θερμοκρασία θερμαινόμενων χώρων ίση με 26 °C. Η θερμοκρασία προσαγωγής του νερού θα είναι ίση με 50 °C

2. ΨΥΚΤΙΚΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ

Το ψυκτικό συγκρότημα θα έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Ψυκτικό Φορτίο :10.220 KWatt
 Εξωτερική Θερμοκρασία :35 °C
 Θερμοκρασία Αναχώρησης :7 °C
 Διάμετρος Σωλήνα :FBSP 1"

3. ΑΝΤΛΙΑ

Για την κυκλοφορία του νερού θα τοποθετηθεί αντλία στην επιστροφή. Η αντλία πρέπει να έχει παροχή ίση με 1.762 m³/h.

Επίσης θα πρέπει να έχει μανομετρικό ύψος Η ίσο με 1.103M.Y.Σ..

Προτείνεται αντλία με τα παρακάτω στοιχεία:

Τύπος : WILO Star RS 25/2
 Μέγεθος : 92.5x180x130 (mm)
 Παροχή : 2.2 m³/h
 Μανομετρικό : 1.95 ΜΥΣ
 Ισχύς Κινητήρα : 9 W
 Ηλεκτρικά δεδομ. : 0.21A - 230V - 1900n

4. ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

Επιλέγεται Δοχείο Διαστολής με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Το δοχείο διαστολής που εκλέγεται είναι REFLEX 25 N και έχει χωρητικότητα ίση με 25lt/3bar

5. ΜΟΝΑΔΕΣ FAN COILS

Οι μονάδες θα είναι χαλύβδινες, εγχώριας προέλευσης. Θα τοποθετηθούν με επιμέλεια και θα συνδεθούν στο δίκτυο του νερού. Το είδος και το μέγεθος των μονάδων φαίνεται στα σχέδια και το επισυναπτόμενο ειδικό έντυπο.

6. ΣΩΛΗΝΕΣ

Οι σωλήνες του δικτύου θα τοποθετηθούν σύμφωνα με τα σχέδια. Τα οριζόντια τμήματά τους θα παρουσιάζουν κλίση 1/100 έως 5/100. Τα τμήματα των σωλήνων που βρίσκονται μέσα στο δάπεδο, ή αυτά που διέρχονται από τις πλάκες των ορόφων θα περιτυλιχθούν με ειδικό ρυτιδωτό χαρτί.

Στην αρχή κάθε κατακόρυφης στήλης θα τοποθετηθεί βάννα με κρουνό κένωσης ανάλογης διαμέτρου.

7. ΔΟΚΙΜΗ

Μετά την αποπεράτωση του δικτύου των σωληνώσεων και πριν από την τοποθέτηση των μονάδων fcu θα τεθεί το δίκτυο υπό υπερπίεση 8 ατμοσφαιρών για τρεις συνεχείς ώρες.

Εφόσον δεν παρουσιαστεί καμμία διαρροή, θα τοποθετηθούν τα fan coils. Θα γεμίσει με νερό, θα κλείσουν τα ελεύθερα άκρα των σωλήνων και θα τεθεί το δίκτυο με υπερπίεση 4 ατμοσφαιρών επί δύο συνεχείς ώρες. Σε περίπτωση κάποιας διαρροής, η οποία μπορεί να διαπιστωθεί εύκολα από την πτώση πίεσης που σημειώνεται στο μανόμετρο, θα επισκευαστεί η σχετική ατέλεια, θα αντικατασταθούν τα ελαττωματικά εξαρτήματα και η δοκιμή θα επαναληφθεί.

Στη συνέχεια θα τεθεί η εγκατάσταση σε λειτουργία υπό συνθήκες πλήρους λειτουργίας με παράλληλο έλεγχο της στεγανότητας των ενώσεων και παρεμβασμάτων κατά τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Οποιαδήποτε τροποποίηση της μελέτης αυτής μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο μετά από τη σύμφωνη γνώμη του συντάκτη της μελέτης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη αφορά την τεchnο-οικονομική αξιολόγηση συστήματος Φωτοβολταϊκών Συλλεκτών συνδεδεμένων με το δίκτυο της ΔΕΗ. Η σύνταξη της βασίστηκε στα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) Εφαρμογές της Ηλιακής Ενέργειας, Ε. Βαζαίος
- β) Φωτοβολταϊκές Εγκαταστάσεις, Στ. Πέρδιος
- γ) German Solar Energy Society, 'Planning and installing Photovoltaic Systems: A Guide for installers, Architects and Engineers.' James and James/Earthscan, 2005

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Υπολογισμός Ηλεκτρικής Ενέργειας ΦΒ Πλαισίου

Λαμβάνοντας υπόψιν τους συντελεστές μείωσης της απόδοσης, η μέγιστη αποδιδόμενη ηλεκτρική ενέργεια, που παράγουν Ν ΦΒ πλαίσια επί ένα χρονικό διάστημα, δίνεται από τη σχέση:

$$E_{m\pi} = E_{HA} \cdot N \cdot S_{\pi} \cdot \eta_{\pi} \cdot \sigma_{\alpha} \cdot \sigma_{\kappa} \cdot \sigma_{\mu}$$

Όπου:

E_{HA} : ενέργεια προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας

S_{π} : επιφάνεια ΦΒ πλαισίου

η_{π} : βαθμός απόδοσης ΦΒ πλαισίου $\eta_{\pi} = \eta_{STC} \cdot \sigma_{\gamma} \cdot \sigma_{\delta} \cdot \sigma_{\theta} \cdot \sigma_{\rho}$

η_{STC} : βαθμός απόδοσης ΦΒ πλαισίου σε πρότυπες συνθήκες ελέγχου STC

$\sigma_{\gamma} / \sigma_{\rho} / \sigma_{\theta} / \sigma_{\delta}$: συντελεστής γήρανσης/ρύπανσης/θερμοκρασίας/διδόου

$\sigma_{\alpha} / \sigma_{\kappa} / \sigma_{\mu}$: συντελεστής ανομοιογένειας/καλωδιώσεων/απωλειών μεταφοράς ενέργειας

Επίδραση της θερμοκρασίας

Η απόδοση των Φ/Β στοιχείων επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία. Ο συντελεστής απόδοσης που δίνεται για τα ηλιακά στοιχεία ή για τα Φ/Β πλαίσια αντιστοιχεί σε μια συμβατική θερμοκρασία 20°C, που συχνά, τους θερινούς μήνες διαφέρει αξιόλογα από την πραγματική θερμοκρασία του στοιχείου. Έχει μετρηθεί ότι λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται αλλά και λόγω των ηλεκτρικών απωλειών που πραγματοποιούνται πάνω τους, στις αντιστάσεις σειράς, τα ηλιακά στοιχεία αποκτούν κατά τη λειτουργία τους θερμοκρασία μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος κατά 25 ως 30 C, ανάλογα με την ταχύτητα του ανέμου.

Για τη διόρθωση του παραπάνω σφάλματος χρησιμοποιείται ο αδιάστατος συντελεστής σ_θ που ορίζεται ως εξής:

$$\sigma_\theta = 1 - ((t_a + 30) - 25) \cdot 0.04$$

όπου:

- t_a : η μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα

Βαθμός Απόδοσης ΦΒ Πλαισίου

Το πηλίκο της μέγιστης αποδιδόμενης ηλεκτρικής ισχύος προς την προσπίπτουσα ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας, ονομάζεται βαθμός απόδοσης η_{π} του ΦΒ πλαισίου.

$$\eta_{\pi} = \frac{P_{m\pi}}{P_{HA}}$$

όπου:

- $P_{m\pi}$: μέγιστη αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς ΦΒ πλαισίου
 P_{HA} : ισχύς προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας

Αν η ισχύς της ηλιακής ακτινοβολίας δίνεται ανά μονάδα επιφάνειας, δηλαδή σε, η σχέση του βαθμού απόδοσης γίνεται

$$\eta_{\pi} = \frac{P_{m\pi}}{P_{HA} \cdot S_{\pi}}$$

όπου:

- $P_{m\pi}$: μέγιστη αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς ΦΒ πλαισίου
 P_{HA} : ισχύς προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας
 S_{π} : επιφάνεια ΦΒ πλαισίου

Ο βαθμός απόδοσης η_{π} του ΦΒ πλαισίου επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

- **Γήρανση**

Η απόδοση του ΦΒ πλαισίου μειώνεται λόγω της αλλοίωσης των υλικών κατασκευής των ΦΒ στοιχείων. Για τη διαχρονική μείωση της απόδοσης λαμβάνουμε το **συντελεστή γήρανσης $\sigma_y = 0,90$** .

- **Ρύπανση επιφάνειας**

Η απόδοση του ΦΒ πλαισίου μειώνεται λόγω της ρύπανσης της επιφάνειας του από την επικάλυψη σκόνη, φύλλων, χιονιού, αλατιού από τη θάλασσα, εντόμων, ακαθαρσιών κλπ. Γι' αυτό λαμβάνουμε ένα συντελεστή ρύπανσης σ_p με τις ακόλουθες τιμές:

- $\sigma_p = 0,95$ για πλαίσια που καθαρίζονται συχνά
 0,90 για πλαίσια ελαφρώς σκονισμένα
 0,80 για πλαίσια οριζόντια και ακάθαρτα

- **Δίοδος αντεπιστροφής**

Η δίοδος αντεπιστροφής ΔA , που εμποδίζει την εκφόρτιση του ηλεκτρικού συσσωρευτή διαμέσου του ΦΒ πλαισίου, όταν αυτό δεν φωτίζεται, προκαλεί απώλειες ενέργειας της τάξης του 1%. Οι απώλειες αυτές λαμβάνονται υπόψιν με τον **συντελεστή απωλειών διόδου $\sigma_\delta = 0,99$** .

Στους υπολογισμούς των ΦΒ συστημάτων, ο βαθμός απόδοσης η_{STC} του ΦΒ πλαισίου, που δίνεται σε πρότυπες συνθήκες ελέγχου STC, θα πρέπει να πολλαπλασιάζεται με το γινόμενο των συντελεστών μείωσης της απόδοσης ($\sigma_{\gamma} \cdot \sigma_{\delta} \cdot \sigma_{\theta} \cdot \sigma_{\rho}$).

3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Η οικονομική αξιολόγηση της ΦΒ εγκατάστασης γίνεται με βάση τους εξής οικονομικούς συντελεστές

- τη καθαρά παρούσα αξία και
- τον εσωτερικό συντελεστή απόδοσης της εγκατάστασης.

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής καθορίζει το έτος από το οποίο αρχίζει η επένδυση να χαρακτηρίζεται βιώσιμη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΟΝΟΜΑ ΠΟΛΗΣ :		ΑΘΗΝΑ			
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ :		38.0°			
ΚΛΙΣΗ ΣΥΛΛΕΚΤΗ :		30.0°			
ΜΗΝΑΣ	ΑΕΡΑ (°C)	ΗΜΕΡΕΣ ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ (KWh/m ²)	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ ΑΝΑ ΜΗΝΑ (KWh/m ²)	ΗΛ.ΑΚΤΙΝ.	ΗΛ.ΑΚΤΙΝ.
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	31	11.0	3.05	94.52	
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28	12.0	3.53	98.87	
ΜΑΡΤΙΟΣ	31	13.0	4.32	133.87	
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	30	16.0	4.63	138.86	
ΜΑΙΟΣ	31	20.0	5.77	178.79	
ΙΟΥΝΙΟΣ	30	25.0	6.19	185.78	
ΙΟΥΛΙΟΣ	31	27.0	6.35	196.79	
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	31	27.0	6.32	195.96	
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	24.0	5.59	167.71	
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	31	20.0	4.43	137.47	
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	30	16.0	3.74	112.35	
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	31	13.0	2.66	82.56	
ΣΥΝΟΛΟ			1723.53		

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΕΣ	ΗΛ.ΑΚΤΙΝ./ΜΗΝΑ	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΗΛ. ΕΝΕΡΓΕΙΑ
ΠΑΡΑΓ. ΗΛ. ΕΝΕΡΓ./ΗΜΕΡΑ	(KWh)	(KWh)	(KWh)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	31	94.52	643.17
20.75			
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28	98.87	669.85
23.92			
ΜΑΡΤΙΟΣ	31	133.87	903.09
29.13			
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	30	138.86	924.63
30.82			
ΜΑΙΟΣ	31	178.79	1169.76
37.73			
ΙΟΥΝΙΟΣ	30	185.78	1188.45
39.61			
ΙΟΥΛΙΟΣ	31	196.79	1247.46
40.24			
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	31	195.96	1242.21
40.07			
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	167.71	1077.75
35.93			
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	31	137.47	899.43
29.01			
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	30	112.35	748.12
24.94			
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	31	82.56	556.99
17.97			
ΣΥΝΟΛΟ	1723.53	11270.91	

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)	Κ.Π.Α. (€)	Ε.Σ.Α. (%)	Χ.Α. (ΕΤΗ)
1.66	0	1000.00	1.00

Διάρκεια ζωής εγκατάστασης 20 χρόνια

ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟΥ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ

Το ΦΒ σύστημα που είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο περιλαμβάνει τη ΦΒ συστοιχία, το μετατροπέα τάσεως DC-AC (inverter) και δυο μετρητές για την εξερχόμενη και εισερχόμενη ηλεκτρική ενέργεια.

1.Επιθυμητή ισχύς αιχμής ΦΒ συστοιχίας $P_{ρΣ} = 10.00 \text{ KW}_p$.

2.Επιθυμητή επιφάνεια εγκατάστασης ΦΒ συστοιχίας $S_{Σ} : 88.66 \text{ m}^2$

3.Γωνία κλίσης πλαισίων

Επιλέγεται γωνία κλίσης $\beta = 30.00^\circ$ και νότιος προσανατολισμός.

4.Αριθμός συλλεκτών

Επιλέγεται **συλλέκτης τύπου** με ισχύ αιχμής συλλέκτη $P_{ρΠ} = 0.27 \text{ kW}_p$

$$N = \frac{P_{ρΣ}}{P_{ρΠ}} = 38 \text{ συλλέκτες}$$

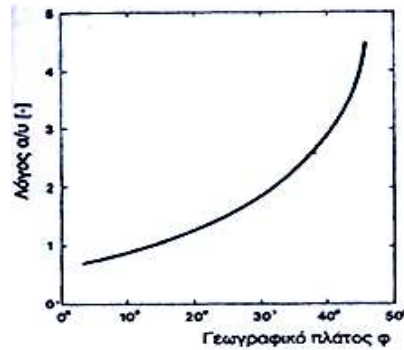
5.Συνδεσμολογία ΦΒ συστοιχίας – Απαιτούμενη απόσταση μεταξύ των συλλεκτών

Κατά την τοποθέτηση των ΦΒ πλαισίων της συστοιχίας απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή, γιατί δεν πρέπει η μια σειρά πλαισίων να σκιάζει αισθητά την επόμενη.

Η ελάχιστη απόσταση μεταξύ δυο γειτονικών σειρών ΦΒ πλαισίων υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\epsilon = \alpha + \gamma \cdot \text{συν}\beta = 2.23 \text{ (m)}$$

Η ελεύθερη απόσταση α προκύπτει από τον λόγο α/γ , που υπολογίζεται από το διάγραμμα του σχήματος με βάση το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής εγκατάστασης της ΦΒ συστοιχίας,



Σχήμα 59: Καμπύλη του λόγου της ελεύθερης απόστασης a μεταξύ δύο γειτονικών σειρών ΦΒ πλαισίων προς την επικάλυψη του ύψους u , σε συνάρτηση με το γεωγραφικό πλάτος φ του τόπου.

και ο υπολογισμός της επικάλυψης του ύψους της κατασκευής στήριξης γίνεται από τη σχέση:

$$u = \gamma \cdot \eta\mu\beta - \delta = 0.51 \text{ m}$$

όπου:

$\gamma = 1.02$: μήκος ΦΒ πλαισίων σε m

$\beta = 30.00^\circ$: γωνία κλίσης ΦΒ πλαισίων σε ($^\circ$)

: υψομετρική διαφορά ανάμεσα στα στηρίγματα δύο σειρών ΦΒ πλαισίων ($\delta = 0$ για στήριξη στο ίδιο επίπεδο) σε m

6.Εμβαδόν οριζόντιας έκτασης

Το εμβαδόν της οριζόντιας έκτασης που απαιτείται για την τοποθέτηση των ΦΒ πλαισίων ή συστοιχιών, δίνεται από τη σχέση:

$$S_E = S_0 \frac{\varepsilon}{\gamma \cdot \text{συν}\beta} \quad (\text{m}^2) \quad S_E = 138.25 \quad (\text{m}^2)$$

S_0 : Εμβαδόν οριζόντιας προβολής όλων των ΦΒ πλαισίων σε m^2

$$S_0 = S_{\Pi} \cdot N \cdot \text{συν}\beta$$

S_{Π} : Εμβαδόν ΦΒ πλαισίου σε m^2

N : Αριθμός ΦΒ πλαισίων

E : ελάχιστη απόσταση μεταξύ δυο γειτονικών σειρών ΦΒ πλαισίων σε m

γ : μήκος ΦΒ πλαισίου σε m

β : γωνία κλίσης πλαισίων σε ($^\circ$)

Παρατηρούμε ότι το απαιτούμενο εμβαδόν τοποθέτησης των ΦΒ πλαισίων καλύπτεται πλήρως από τα τετραγωνικά της επιθυμητής επιφάνειας εγκατάστασης.

7.Ισχύς αιχμής εγκατάστασης

Η υπολογιζόμενη ισχύς αιχμής της εγκατάστασης είναι το γινόμενο της ισχύος αιχμής συλλέκτη επί τον αριθμό συλλεκτών της εγκατάστασης:

$$P = 0.27 \cdot 38 = 10.26 \text{ KW}_p$$

Παρατηρούμε ότι η υπολογιζόμενη ισχύς αιχμής της εγκατάστασης υπερκαλύπτει την επιθυμητή ισχύ αιχμής των **10.00 KW_p**.

8.Ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια

Η ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια για το 1^ο έτος υπολογίζεται από τη σχέση:

$$E_{m\Sigma} = E_{HA} \cdot N \cdot P_{p\Pi} \cdot \sigma_{\gamma} \cdot \sigma_{\rho} \cdot \sigma_{\theta} \cdot \sigma_{\delta} \cdot \sigma_{\alpha} \cdot \sigma_{\kappa} \cdot \sigma_{\mu} \Rightarrow$$

$$E_{m\Sigma} = 11270.91 \text{ kWh/έτος}$$

Όπου:

$E_{HA} = 1723.53$:ετήσια ενέργεια προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας (kWh/m² έτος)

$N = 38$:αριθμός ΦΒ πλαισίων

$P_{p\Pi} = 0.27$:ισχύς αιχμής ΦΒ πλαισίου

$\sigma_{\gamma} = 0.90$:συντελεστής γήρανσης

$\sigma_{\rho} = 0.90$:συντελεστής ρύπανσης για πλαίσια ελαφρώς σκονισμένα

$\sigma_{\delta} = 0.99$:συντελεστής απωλειών διόδου

$\sigma_{\theta} = 0.93$:συντελεστής θερμοκρασίας $\sigma_{\theta} = 1 - ((t_{\alpha} + 30) - 25) \cdot 0,04$
(t_{α} μέση μηνιαία θερμοκρασία αέρα)

$\sigma_{\alpha} = 0.98$: συντελεστής ανομοιογένειας πλαισίων

$\sigma_{\kappa} = 0.98$: συντελεστής καλωδιώσεων σύνδεσης πλαισίων

$\sigma_{\mu} = 0.92$:συντελεστής απωλειών μεταφοράς ενέργειας από την έξοδο της ΦΒ συστοιχίας μέχρι την κατανάλωση.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5

ΜΕΛΕΤΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΑΣ

Πληροφορία έργου	<u>Δείτε Βάση δεδομένων έργου</u>	
Όνομασία έργου	Ενεργειακή μελέτη διώροφης κατοικίας με χρήση Α.Π.Ε.	
Τοποθεσία έργου	Αττική	
Συντάχθηκε για	Τ.Ε.Ι. Πειραιά	
Συντάχθηκε από	Χρυσικόπουλος Κ. - Κουτρουλίδης Χ.	
Τύπος έργου	Συμπαγωγή θερμότητας & ψύξης	
Τύπος ανάλυσης	Μέθοδος 1	
Θερμογόνος ικανότητα αναφοράς	Ανώτερη Θερμογόνος Ικανότητα (ΑΘΙ)	
Δείξε ρυθμίσεις	<input type="checkbox"/>	
Συνθήκες αναφοράς τοποθεσίας	<u>Επιλέξτε τοποθεσία κλιματικών δεδομένων</u>	
Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Athens/Hellenkion	
Δείξε δεδομένα	<input checked="" type="checkbox"/>	

	Μονάδα	Θέση κλιματολογικών δεδομένων	Τοποθεσία έργου
Γεωγραφικό πλάτος	°B	37,9	37,9
Γεωγραφικό μήκος	°A	23,7	23,7
Υψόμετρο	m	15	15
Θερμοκρασία θέρμανσης βάσει σχεδιασμού	°C	3,1	
Θερμοκρασία ψύξης βάσει σχεδιασμού	°C	33,8	
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	15,2	

Μήνας	Θερμοκρασία αέρα	Σχετική υγρασία	Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια	Ατμοσφαιρική πίεση	Ταχύτητα ανέμου	Θερμοκρασία εδάφους	Βαθμό-ημέρες θέρμανσης	Βαθμο-ημέρες ψύξης
	°C	%	kWh/m ² /ημ	kPa	m/Δευτε ρόλεπτο	°C	°C-ημ	°C-ημ
Ιανουάριος	9,9	69,1%	2,14	100,2	3,3	10,9	251	0
Φεβρουάριος	9,8	66,7%	2,88	100,1	3,6	11,4	230	0
Μάρτιος	11,7	66,1%	4,00	99,9	3,5	13,8	195	53
Απρίλιος	15,2	64,3%	5,37	99,7	3,0	17,6	84	156
Μαΐος	19,9	59,8%	6,43	99,7	3,0	22,6	0	307
Ιούνιος	24,7	54,1%	7,46	99,6	3,3	27,3	0	441
Ιούλιος	27,6	48,3%	7,36	99,5	3,7	29,5	0	546
Αύγουστος	27,6	48,6%	6,62	99,5	3,8	29,2	0	546
Σεπτέμβριος	24,0	55,6%	5,21	99,8	3,3	26,1	0	420
Οκτώβριος	19,2	63,2%	3,44	100,1	3,2	21,3	0	285
Νοέμβριος	14,6	69,7%	2,18	100,1	3,2	16,0	102	138
Δεκέμβριος	11,2	70,8%	1,73	100,1	3,4	12,2	211	37
Ετήσιο	18,0	61,3%	4,58	99,9	3,4	19,9	1.073	2.928
Μετρημένο σε (m)					10,0	0,0		

Σχεδιασμός Φορτίου και Δικτύου RETScreen - Έργο συμπαραγωγής θερμότητας & ψύξης

Έργο παραγωγής θερμότητας	Μονάδα	
Σύστημα θέρμανσης βασικής περίπτωσης	Μεμονωμένο κτίριο - θέρμανση χώρων	
Θερμαινόμενη επιφάνεια δαπέδου του κτιρίου	m ²	247
Τύπος Καυσίμου		Ηλεκτρική ενέργεια
Υπολογισμός φορτίου θέρμανσης		
Φορτίο θέρμανσης για κτίριο	W/m ²	40,5
Ζήτηση βάσης οικιακού ζεστού νερού θέρμανσης	%	10%
Συνολική απαίτηση θέρμανσης	MWh	16
Συνολική αιχμή φορτίου θέρμανσης	kW	10,0
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια	MWh	17
Τιμή Καυσίμου	\$/kWh	0,000
Κόστος καυσίμου		\$
		-
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης		
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης τελικής χρήσης	%	0%
Καθαρή αιχμή φορτίου θέρμανσης	kW	10,0
Καθαρή ζήτηση θέρμανσης	MWh	16

Έργο ψύξης	Μονάδα	
Σύστημα ψύξης βασικής περίπτωσης	Μεμονωμένο κτίριο - ψύξη χώρων	
Ψυχόμενη επιφάνεια δαπέδου για το κτίριο	m ²	247
Τύπος Καυσίμου		Ηλεκτρική ενέργεια
Υπολογισμός φορτίου ψύξης		
Φορτίο ψύξης για κτίριο	W/m ²	48,6
Συνολική ζήτηση ψύξης	MWh	37
Συνολικό φορτίο αιχμής ψύξης	kW	12,0
Κατανάλωση καυσίμου - ετήσια	MWh	12
Τιμή Καυσίμου	\$/kWh	0,000
Κόστος καυσίμου		\$
		-
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης προτεινόμενης περίπτωσης		
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης τελικής χρήσης	%	0%
Καθαρή αιχμή φορτίου ψύξης	kW	12,0
Καθαρή ζήτηση ψύξης	MWh	37

Μήνας	Μέσο φορτίο ψύξης kW	Μέσο φορτίο θέρμανσης kW
Ιανουάριος	0	4
Φεβρουάριος	0	5
Μάρτιος	1	3
Απρίλιος	3	1
Μαΐος	5	0
Ιούνιος	7	0
Ιούλιος	9	0
Αύγουστος	9	0
Σεπτέμβριος	7	0
Οκτώβριος	5	0
Νοέμβριος	2	2
Δεκέμβριος	1	4
Αιχμή φορτίου - ετήσιο	12	10

Φορτίο και ζήτηση προτεινόμενης περίπτωσης

Φορτίο αιχμής του συστήματος kW
 Ενεργειακή απαίτηση του συστήματος MWh

Θέρμανση

10

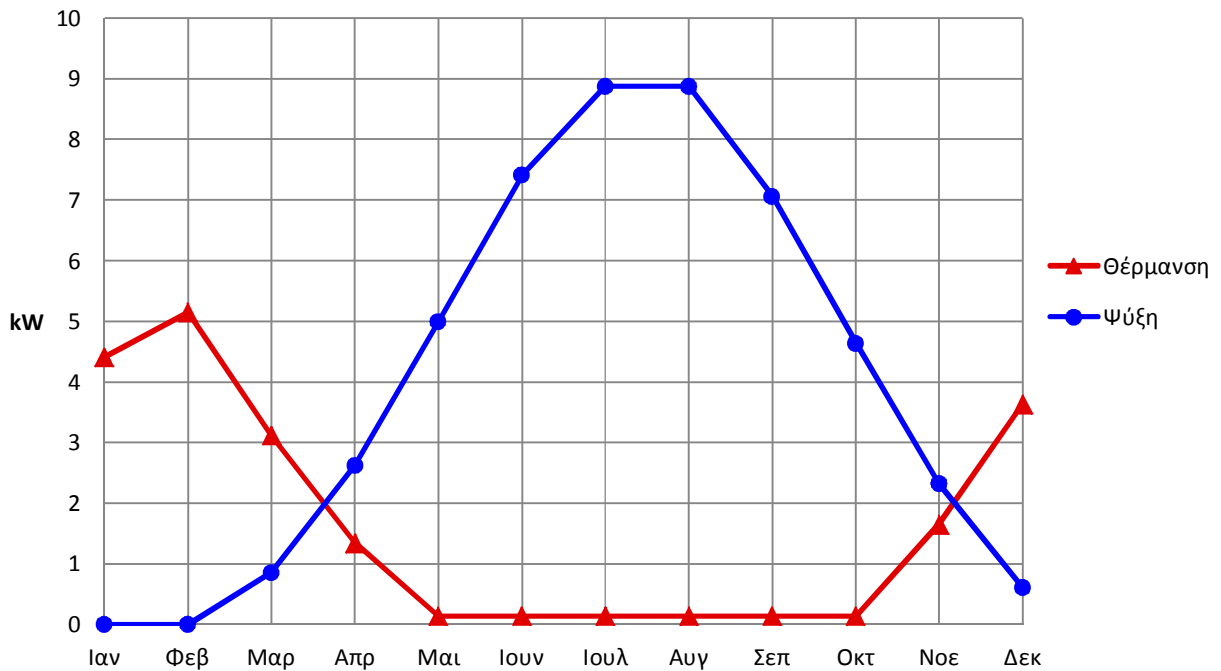
16

Ψύξη

12

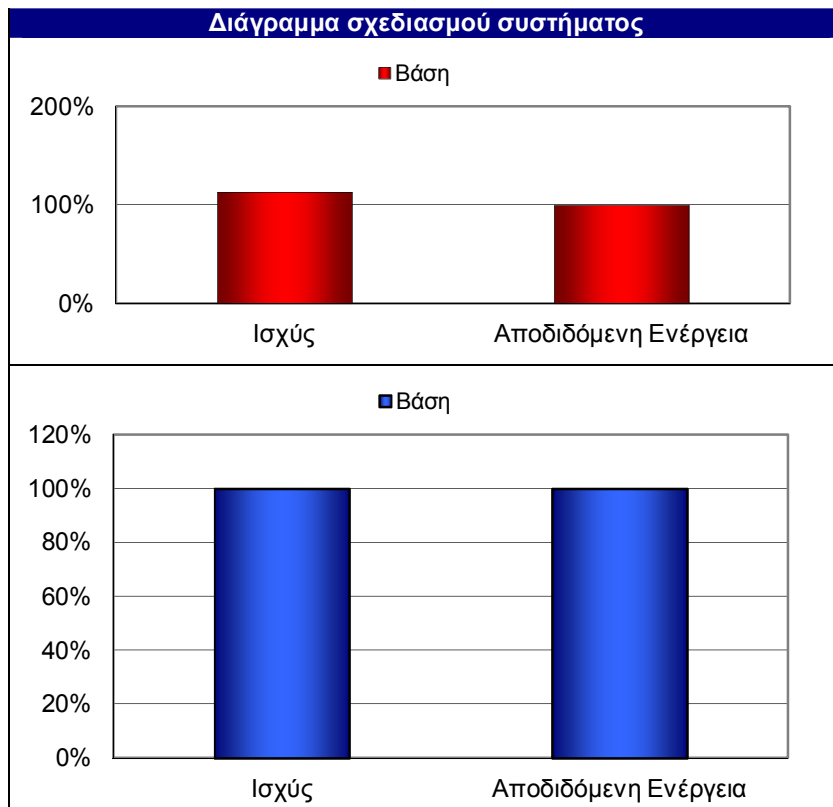
37

Base case system load characteristics graph



Προτεινόμενη περίπτωση συστήματος ψύξης			
Σύστημα ψύξης βασικού φορτίου			
Τεχνολογία	Αντλία θερμότητας		
Τύπος Καυσίμου	Ηλεκτρική ενέργεια		
Τιμή Καυσίμου	\$/MWh	0,000	
Ισχύς	kW	12,0	100,0%
Κατασκευαστής	American Geothermal		
Μοντέλο	DXG-360A		
Αποδιδόμενη ψύξη	MWh	31	100,0%
Σύστημα ψύξης φορτίου αιχμής			
Τεχνολογία	Δεν απαιτείται		

Σύστημα θέρμανσης προτεινόμενης περίπτωσης			
Επιλογή Συστήματος	Σύστημα φορτίου βάσης		
Σύστημα θέρμανσης φορτίου βάσης			
Τεχνολογία	Αντλία θερμότητας		
Μέθοδος επιλογής καυσίμου	Μόνο ένα καύσιμο		
Τύπος Καυσίμου	Ηλεκτρική ενέργεια		
Τιμή Καυσίμου	\$/MWh	0,000	
Αντλία θερμότητας			
Ισχύς	kW	11,3	113,3%
Αποδιδόμενη θερμότητα	MWh	16	100,0%
Κατασκευαστής	American Geothermal		
Μοντέλο	DXG-360A		



Γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας			
Αντλία θερμότητας	Μονάδα	Θέρμανση	Ψύξη
Ισχύς	Kw	11,3	12,0
Κατασκευαστής	American Geothermal		
Μοντέλο	DXG-360A		
Βαθμός απόδοσης	Μέτριο		
Συντελεστής επίδοσης - σχεδίαση		3,2	4,5
Συντελεστής επίδοσης - σχεδίαση		3,5	4,2
Συνθήκες τοποθεσίας	Μονάδα	Τοποθεσία έργου	Θέση κλιματολογικών δεδομένων
Τύπος εδάφους		Ελαφρύ χώμα - στεγνό	
Θερμοκρασία εδάφους	°C	14,0	19,9
Πλάτος (διακύμανση) θερμοκρασίας εδάφους	°C	15,0	15,2
Γεωθερμικός εναλλάκτης θερμότητας			
Τύπος	Οριζόντιος κλειστός βρόγχος		
Κριτήρια σχεδιασμού		Θέρμανση	
Επιφάνεια εδάφους	m ²	90	<85
Σχεδιάγραμμα		Τυποποιημένο	
Μήκος βρόγχου	m	70	
Μήκος αυλακιού	m	35	
Ειδικά κόστη έργου		Ποσότητα	
Κυκλοφορητής	Kw	0,2	
Κυκλοφορούν ρευστό	m ³	0,01	
Αυλακώνοντας και επιχωματώνοντας	M	35	
Βρόγχος σωληνώσεων	M	70	
Εξαρτήματα & βαλβίδες	Kw	14,7	

1
μονάδα(-
ες)

Τυποποιημένα στοιχεία γεωθερμικού εναλλάκτη

RETScreen

Σύστημα	Θέρμανση
Τεχνολογία	Αντλία θερμότητας
Τύπος	Πηγή : έδαφος
Κατασκευαστής	American Geothermal
Μοντέλο	DXG-360A
Χωρητικότητα ανά μονάδα	kW 11,3
Αριθμός μονάδων	1
Ισχύς	kW 11,3

COP Θέρμανσης: 4,4
Ισχύς ψύξεως: 11,7 kW
COP Ψύξης: 5

✓ ✗ 🌐 📄 ?

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6

ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΙΑΚΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη αφορά την τεχνο-οικονομική αξιολόγηση συστήματος Ηλιακών Συλλεκτών. Η σύνταξη της βασίστηκε στα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) Εφαρμογές της Ηλιακής Ενέργειας, Ε. Βαζαίος
- β) Solar Heating Design by the f chart method, Beckman, Klein & Duffie
- γ) Α' Σεμινάριο εφαρμογών Ηλιακής Ενέργειας, Πρακτικά

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

α) Υπολογισμός ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο

Οι διάφοροι μετεωρολογικοί σταθμοί λαμβάνουν μετρήσεις της ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο. Για τον υπολογισμό της μέσης ακτινοβολίας σε κεκλιμένο επίπεδο χρησιμοποιείται η μέθοδος των Liu και Jordan (1962). Η μέση μηνιαία ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο HT εκφράζεται ως εξής:

$$HT = R H$$

όπου:

- 2. H: η μέση μηνιαία ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο
- 3. R: ο συντελεστής μετατροπής που δίνεται από τον τύπο

$$R = (1-H_d/H) R_b + H_d/H (1+\cos s)/2 + r (1-\cos s)/2 \quad (1)$$

όπου:

- Hd: η μέση μηνιαία έμμεση ακτινοβολία
- Rb: ο λόγος της μέσης μηνιαίας ακτινοβολίας στο κεκλιμένο επίπεδο προς αυτή σε οριζόντιο επίπεδο.
- s: η κλίση της επιφανείας ως προς το οριζόντιο επίπεδο.
- r: ο συντελεστής ανάκλασης του εδάφους. Οι τιμές του κυμαίνονται από 0,2-0,7 (πχ. 0,7 για κάλυψη εδάφους με χιόνι).

Στην εξίσωση 1 ο πρώτος όρος εκφράζει τη συμμετοχή της άμεσης ακτινοβολίας, ο δεύτερος όρος τη συμμετοχή της έμμεσης ακτινοβολίας και ο τρίτος όρος τη συμμετοχή της ακτινοβολίας που αντανακλάται από το έδαφος πάνω στο συλλέκτη. Ο λόγος Hd/H εκφράζεται σαν συνάρτηση του συντελεστή αιθριότητας KT, που είναι ο λόγος της ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο προς αυτή που θα έφθανε σε οριζόντιο επίπεδο αν δεν υπήρχε ατμόσφαιρα.

Η σχέση μεταξύ Hd/H και KT δίνεται από την εμπειρική σχέση των Λάλα κ.α. που για τον Ελληνικό χώρο δίνει την πιο καλή προσαρμογή:

$$Hd/H = 1,446 - 2,965 \text{ KT} + 1,727 \text{ KT}^2$$

Το R_b , για επιφάνειες που είναι στραμμένες ακριβώς προς νότον, δίνεται σαν συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους ϕ και της κλίσης της επιφάνειας s από τον λόγο

$$(\cos(\phi-s)\cos\delta\sin\omega'+(\pi/180\omega'\sin(\phi-s)\sin\delta)) / (\cos\phi\cos\delta\sin\omega'+(\pi/180\omega'\sin\phi\sin\delta)).$$

όπου:

- ω_s : η ωριαία γωνία που δίνει ο ήλιος σε οριζόντιο επίπεδο
- $\omega_s = \arccos(-\tan\phi \tan\delta)$
- ω'_s : η ωριαία γωνία που δίνει ο ήλιος στην κεκλιμένη επιφάνεια
- $\omega'_s = \text{MIN}(\omega_s, \arccos(-\tan(\phi-s) \tan\delta))$
- δ : η ηλιακή απόκλιση
- $\delta = 23.45 \sin((360 \times (284 + n))/365)$

Ο τρόπος αυτός υπολογισμού ισχύει για επιφάνειες με νότιο προσανατολισμό, μπορεί δε να εφαρμοστεί χωρίς μεγάλο λάθος και για επιφάνειες με προσανατολισμό που αποκλίνει μέχρι 15 μοίρες από το νότο.

β) Μεθοδολογία υπολογισμών

Οι υπολογισμοί του προγράμματος γίνονται με την μέθοδο των καμπυλών f που αναπτύχθηκε από τους Αμερικάνους S. Klein, W. Beckman and Duffie. Η μέθοδος είναι κατάλληλη για τον υπολογισμό κατά πρώτο λόγο συστημάτων θέρμανσης, ενώ μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για υπολογισμό συστημάτων παραγωγής ζεστού νερού ή για συνδυασμό των δύο. Στα συστήματα αυτά χρησιμοποιείται υγρό (νερό βασικά ή κάποιο αντιπηκτικό διάλυμα) σαν μέσο μεταφοράς θερμότητας και νερό σαν μέσο αποθήκευσης της ενέργειας.

Για τη 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.

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

$$X = FR_{UL} \times (F'R/FR) \times (T_{ref} - T_a) \times \Delta t \times (AC/L) \times K_2 \times K_3$$

$$Y = FR_{(τα)n} \times (F'R/FR) \times (τα) / (τα)n \times HT \times (AC/L) \times K_4$$

όπου

- AC : η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών (m^2)
- $F'R/FR$: ο διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη εναλλάκτη.
- $FR_{UL}, FR_{(τα)n}$: χαρακτηριστικά μεγέθη του συλλέκτη, που προκύπτουν από
- $τα(η)$: την καμπύλη απόδοσης του.
- T_{ref} : θερμοκρασία αναφοράς που ορίζεται ίση με 100 βαθμούς C
- T_a : η μέση μηνιαία θερμοκρασία ημέρας
- Δt : η χρονική περίοδος κάθε μήνα (s)
- L : το μέσο μηνιαίο φορτίο (J)
- HT : η μέση μηνιαία ακτινοβολία που προσπίπτει στο επίπεδο του συλλέκτη ($J/m^2\text{-mo}$)
- $(τα)/(τα)n$: διορθωτικός συντελεστής
- K_2 : συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής
- K_3 : συντελεστής ζεστού νερού
- K_4 : 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 προσδιορισθούν οι συντελεστές X και Y. Η τιμή του f προκύπτει από την εξίσωση:

$$f = 1.029Y - 0.065X - 0.245YY + 0.0018XX + 0.0215YYY$$

για $0 < Y < 3$ και $0 < X < 18$

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.

γ) Συντελεστές διόρθωσης

γ1) Συντελεστής χωρητικότητας δεξαμενής

Αποδεικνύεται ότι αύξηση του όγκου της δεξαμενής πάνω από 50 λίτρα νερού ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτικής επιφάνειας βελτιώνει ελαφρά την ετήσια απόδοση του συστήματος. Αν ληφθεί υπόψη και το κόστος της δεξαμενής αποδεικνύεται ότι η βέλτιστη χωρητικότητα βρίσκεται μεταξύ 50 και 100 λίτρων νερού ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτικής επιφάνειας. Οι καμπύλες f έχουν αναπτυχθεί για χωρητικότητα δεξαμενής 75 l/m², μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και για τον υπολογισμό συστημάτων με άλλη χωρητικότητα δεξαμενής με τη βοήθεια του συντελεστή K2, που δίνεται από την εξίσωση:

$$K2 = (M/75)-0,25$$

όπου M είναι η χωρητικότητα της αποθήκης σε λίτρα ανά τετραγωνικό μέτρο συλλεκτών. Για M = 75 είναι φανερό ότι K2 = 1.

γ2) 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 τη θέρμανση νερού είναι μικρό ποσοστό του φορτίου για θέρμανση χώρου. Στην περίπτωση αυτή είναι K3= 1. Όταν το θερμικό φορτίο οφείλεται κυρίως ή αποκλειστικά στη θέρμανση νερού, τότε υπολογίζεται ο συντελεστής K3, που εξαρτάται από τη μέση μηνιαία θερμοκρασία του κρύου νερού Tm, και την επιθυμητή θερμοκρασία του ζεστού νερού Tw. Ο συντελεστής ζεστού νερού K3 υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$K3 = (11,6 + 1,18Tw + 3,86Tm - 2,32 Ta)/(100 - Ta)$$

Η μέθοδος των καμπυλών f, για τον υπολογισμό εγκαταστάσεων ζεστού νερού ισχύει υπό ορισμένες προϋποθέσεις: Πρώτα απ' όλα η κατανομή κατανάλωσης κατά τη διάρκεια του 24ώρου παρουσιάζει αιχμές στις 9πμ και στις 8μμ. Η κατανομή αυτή κατανάλωσης είναι η μέση για κατοικίες. Η κατανομή του θερμικού φορτίου στη διάρκεια της μέρας δεν έχει σοβαρή επίδραση στην απόδοση του ηλιακού συστήματος, όταν η δεξαμενή αποθήκευσης είναι γύρω στα 75 l/m² 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 τη θερμοκρασία Tw. Στην πραγματικότητα βέβαια κάτι τέτοιο δεν είναι απόλυτα σωστό, διότι μία ποσότητα ζεστού νερού θερμοκρασίας υψηλότερης από την Tw, αναμειγνυόμενη με κρύο νερό δίνει μεγαλύτερη ποσότητα νερού θερμοκρασίας Tw. Παρά τους περιορισμούς αυτούς όμως η μέθοδος των καμπυλών f παραμένει πολύ χρήσιμη για τον υπολογισμό της απόδοσης συστημάτων των συνδεσμολογιών που είδαμε πιο πάνω.

γ3) 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 $\varepsilon L C_{min}/(UA)_b$. Όπου εL είναι ο συντελεστής εκμετάλλευσης του εναλλάκτη του φορτίου. C_{min} είναι η ελάχιστη θερμοχωρητική παροχή στον εναλλάκτη, που συμπίπτει συνήθως με αυτή του αέρα. Το $(UA)_b$ είναι το γινόμενο του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας επί την εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου. Η βέλτιστη τιμή του συντελεστή $\varepsilon L C_{min}/(UA)_b$ από θερμικής σκοπιάς είναι απερίοριστα 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 $\varepsilon L C_{min}/(UA)_b = 2$. Για άλλες τιμές του συντελεστή η απόδοση του συστήματος υπολογίζεται με τη βοήθεια του παράγοντα K4 (για θέρμανση νερού ο συντελεστής K4 παίρνει τιμή 1).

$$K4 = 0,39 + 0,65 \exp(-0,139/(\varepsilon L C_{min}/(UA)_b))$$

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 με την διαφορά των θερμοκρασιών εισόδου των δύο ρευμάτων, δηλαδή ίση με $C_{min} \times (T_h - T_c)$.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

		ΟΝΟΜΑ ΠΟΛΗΣ	:	ΑΘΗΝΑ		
		ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ	:	40.0°		
		ΚΛΙΣΗ ΣΥΛΛΕΚΤΗ	:	45.0°		
ΜΗΝΑΣ	ΗΜΕΡΕΣ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ	ΘΕΡΜ/ΣΙΑ	ΗΛ.ΑΚΤΙΝ.		
ΗΛ.ΑΚΤΙΝ.	ΣΥΝΤ.	ΖΕΣΤ.ΝΕΡΟΥ	ΑΝΑ ΗΜΕΡΑ	ΑΝΑ ΜΗΝΑ	τα/τα	
	ΑΕΡΑ	(°C)	(MJ/m ²)	(MJ/m ²)		
	(°C)	(°C)				
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	31	11.0	50.0	13.13	406.96	
0.94						
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	28	12.0	50.0	14.17	396.84	
0.94						
ΜΑΡΤΙΟΣ	31	13.0	50.0	16.19	501.75	
0.93						
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	30	16.0	50.0	16.23	486.89	
0.93						
ΜΑΙΟΣ	31	20.0	50.0	19.36	600.20	
0.91						
ΙΟΥΝΙΟΣ	30	25.0	50.0	20.33	609.89	
0.89						
ΙΟΥΛΙΟΣ	31	27.0	50.0	21.02	651.75	
0.91						
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	31	27.0	50.0	21.81	676.13	
0.92						
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	30	24.0	50.0	20.57	617.05	
0.94						
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	31	20.0	50.0	17.57	544.81	
0.94						
ΝΕΟΜΒΡΙΟΣ	30	16.0	50.0	15.97	479.17	
0.94						
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	31	13.0	50.0	11.68	362.11	
0.94						
				ΣΥΝΟΛΟ		
				6333.54		

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

ΜΗΝΑΣ ΦΟΡΤΙΟ	ΗΜΕΡΕΣ ΣΥΝΤ. (GJ)	ΦΟΡΤΙΟ ΝΕΡΟΥ (GJ)	ΦΟΡΤΙΟ ΔΙΚΤΥΟΥ (GJ)	ΟΛΙΚΟ K3
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 0.9972	31	36.93	0.76	37.69
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 0.9972	28	33.36	0.69	34.05
ΜΑΡΤΙΟΣ 1.0569	31	34.99	0.76	35.75
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 1.1049	30	31.98	0.74	32.72
ΜΑΙΟΣ 1.1910	31	30.13	0.76	30.89
ΙΟΥΝΙΟΣ 1.2723	30	26.33	0.74	27.07
ΙΟΥΛΙΟΣ 1.3515	31	25.27	0.76	26.03
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 1.3515	31	25.27	0.76	26.03
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 1.2865	30	26.33	0.74	27.07
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 1.1910	31	30.13	0.76	30.89
ΝΕΟΜΒΡΙΟΣ 1.1049	30	31.98	0.74	32.72
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 1.0716	31	34.99	0.76	35.75
ΣΥΝΟΛΟ		367.67	8.99	376.66

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
ΕΜΒΑΔΟΝ ΣΥΛΛΕΚΤΗ : 10.00 m2

ΜΗΝΑΣ ΑΠΟΛΑΒΗ (GJ)	ΦΟΡΤΙΟ	ΣΥΝΤ.Χ	ΣΥΝΤ.Υ (%)	ΑΠΟΔΟΣΗ (GJ)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2.16	37.69	0.2148	0.0703	5.729
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2.14	34.05	0.2148	0.0759	6.285
ΜΑΡΤΙΟΣ 2.71	35.75	0.2345	0.0905	7.594
ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2.63	32.72	0.2501	0.0959	8.032
ΜΑΙΟΣ 3.22	30.89	0.2807	0.1225	10.434
ΙΟΥΝΙΟΣ 3.20	27.07	0.3099	0.1389	11.833
ΙΟΥΛΙΟΣ 3.50	26.03	0.3440	0.1579	13.430
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 3.69	26.03	0.3440	0.1656	14.163
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 3.44	27.07	0.3176	0.1485	12.699
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2.99	30.89	0.2807	0.1149	9.692
ΝΕΟΜΒΡΙΟΣ 2.61	32.72	0.2501	0.0954	7.982
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 1.83	35.75	0.2406	0.0660	5.130
ΣΥΝΟΛΟ 34.13				376.66

ΕΤΗΣΙΑ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΥΛΛΕΚΤΗ : 9.06 %

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 : ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ					
ΑΠΟ : 100 m2		ΕΩΣ : 1000 m2		ΒΗΜΑ : 5 ΣΥΜΜΕΚΤΕΣ	
ΕΜΒΑΔΟΝ (m2)	ΑΠΟΔΟΣΗ (%)	Κ.Π.Α. (€)	Ε.Σ.Α. (%)	Χ.Α. (ΕΤΗ)	
100.00	67.23	20164	402.56		0.33
110.00	71.48	21453	407.26		0.33
120.00	75.31	22608	409.33		0.32
130.00	78.55	23578	408.42		0.33
140.00	81.25	24376	405.00		0.33
150.00	83.59	25059	400.24		0.33
160.00	85.65	25654	394.68		0.34
170.00	87.50	26184	388.64		0.34
180.00	89.09	26627	381.93		0.35
190.00	90.49	27013	374.97		0.36
200.00	91.70	27337	367.77		0.36
210.00	92.81	27632	360.69		0.37
220.00	93.84	27900	353.73		0.38
230.00	94.79	28141	346.95		0.39
240.00	95.55	28324	339.94		0.40
250.00	96.11	28441	332.67		0.41
260.00	96.54	28519	325.35		0.42
270.00	96.94	28587	318.39		0.43
280.00	97.31	28646	311.68		0.43
290.00	97.66	28695	305.27		0.44
300.00	97.97	28737	299.10		0.45
310.00	98.27	28770	293.12		0.46
320.00	98.53	28794	287.32		0.47
330.00	98.70	28790	281.65		0.49
340.00	98.87	28782	276.09		0.50
350.00	99.01	28769	270.84		0.51
360.00	99.15	28752	265.72		0.52
370.00	99.27	28732	260.83		0.53
380.00	99.38	28708	256.07		0.54
390.00	99.44	28666	251.37		0.55
400.00	99.48	28622	246.86		0.56
410.00	99.53	28576	242.52		0.57
420.00	99.57	28530	238.37		0.58
430.00	99.61	28482	234.28		0.59
440.00	99.64	28434	230.38		0.60
450.00	99.67	28384	226.65		0.61
460.00	99.70	28334	222.99		0.63
470.00	99.73	28283	219.45		0.64
480.00	99.75	28232	216.03		0.65
490.00	99.78	28180	212.74		0.66
500.00	99.80	28127	209.56		0.67
510.00	99.82	28075	206.45		0.68
520.00	99.84	28022	203.46		0.69
530.00	99.86	27970	200.59		0.70
540.00	99.89	27917	197.78		0.71
550.00	99.91	27865	195.04		0.73
560.00	99.93	27813	192.41		0.74
570.00	99.96	27762	189.85		0.75
580.00	99.98	27711	187.35		0.76
590.00	100.00	27657	184.91		0.77
600.00	100.00	27598	182.53		0.78
610.00	100.00	27538	180.15		0.79
620.00	100.00	27479	177.89		0.80
630.00	100.00	27419	175.69		0.81
640.00	100.00	27360	173.55		0.82
650.00	100.00	27301	171.42		0.84
660.00	100.00	27241	169.40		0.85
670.00	100.00	27182	167.39		0.86
680.00	100.00	27122	165.44		0.87
690.00	100.00	27063	163.54		0.88
700.00	100.00	27004	161.71		0.89
710.00	100.00	26944	159.88		0.90
720.00	100.00	26885	158.11		0.91
730.00	100.00	26825	156.40		0.93
740.00	100.00	26766	154.69		0.94
750.00	100.00	26707	153.05		0.95
760.00	100.00	26647	151.41		0.96
770.00	100.00	26588	149.87		0.97
780.00	100.00	26528	148.28		0.98

790.00	100.00	26469	146.77	0.99
800.00	100.00	26410	145.29	0.95
810.00	100.00	26350	143.84	0.96
820.00	100.00	26291	142.43	0.97
830.00	100.00	26231	141.02	0.98
840.00	100.00	26172	139.68	0.99
850.00	100.00	26113	138.34	1.00
860.00	100.00	26053	137.04	1.01
870.00	100.00	25994	135.76	1.02
880.00	100.00	25934	134.49	1.03
890.00	100.00	25875	133.26	1.04
900.00	100.00	25816	132.05	1.05
910.00	100.00	25756	130.83	1.06
920.00	100.00	25697	129.67	1.07
930.00	100.00	25637	128.51	1.08
940.00	100.00	25578	127.41	1.09
950.00	100.00	25519	126.30	1.11
960.00	100.00	25459	125.21	1.12
970.00	100.00	25400	124.11	1.13
980.00	100.00	25340	123.08	1.14
990.00	100.00	25281	122.04	1.15
1000.00	100.00	25222	121.02	1.16

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 :

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ΑΠΟ : 100 m2

ΕΩΣ : 1000 m2

ΒΗΜΑ :

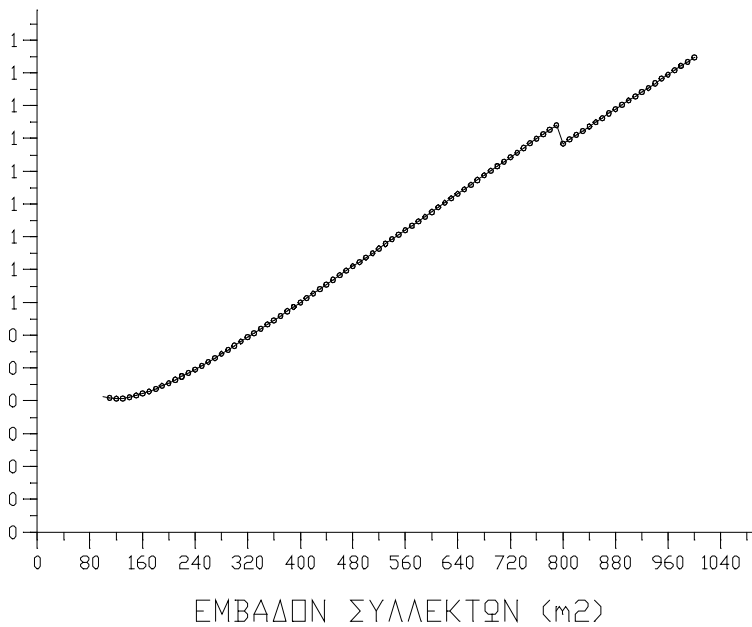
5

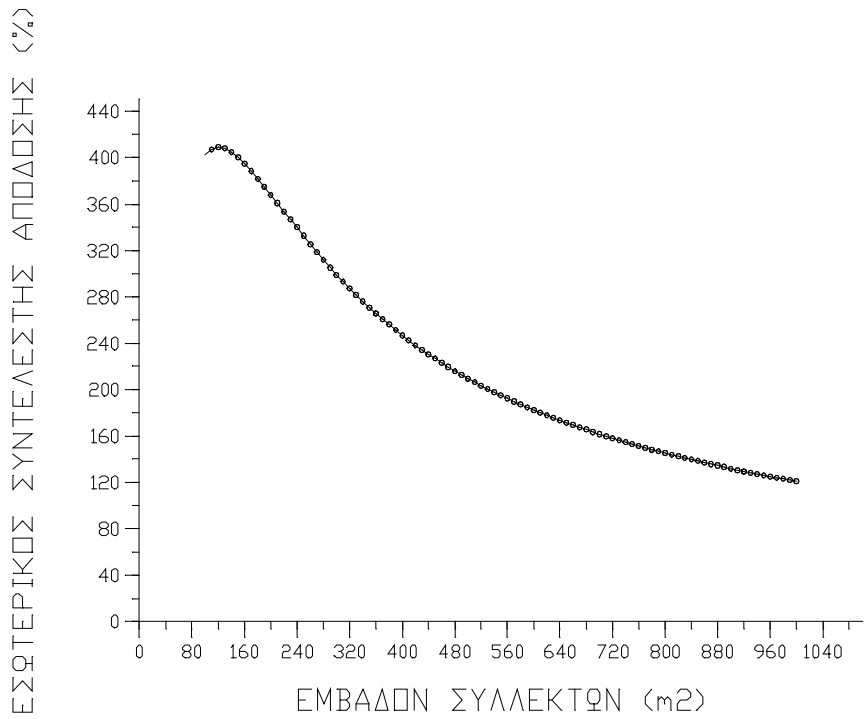
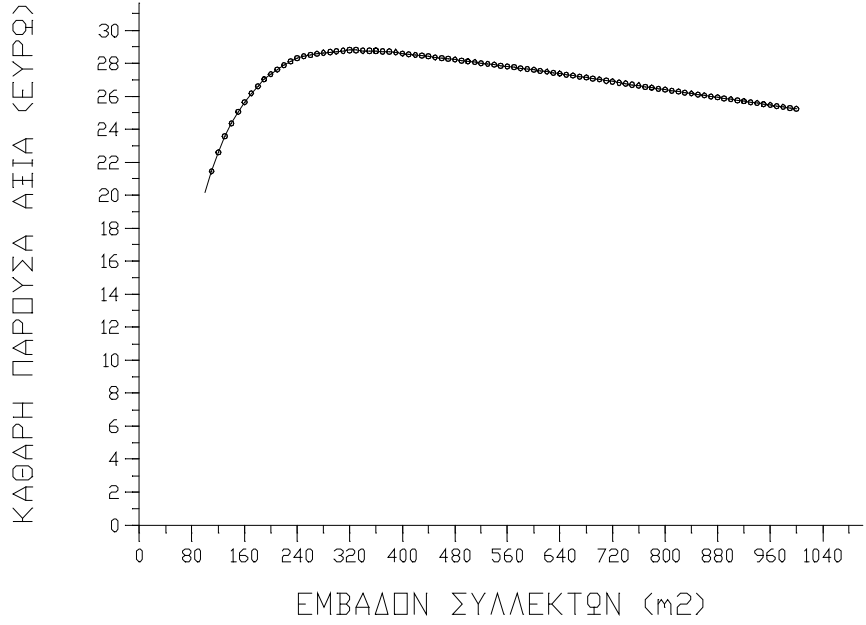
ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

ΕΜΒΑΔΟΝ ΚΟΣΤΟΣ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΕΡΔΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΚΟΣΤΟΣ ΚΟΣΤΟΣ	ΠΡΟΣ.ΠΟΣΟΣ. ΔΕΞ./ΠΡΟΣΘ.	ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	(€)
(m2)	(%)	(€)	(€)	(€)	(€)
100.00	67.23	0	0	1184	0
110.00	71.48	0	0	1243	0
120.00	75.31	0	0	1303	0
130.00	78.55	0	0	1362	0
140.00	81.25	0	0	1422	0
150.00	83.59	0	0	1481	0
160.00	85.65	0	0	1540	0
170.00	87.50	0	0	1600	0
180.00	89.09	0	0	1659	0
190.00	90.49	0	0	1719	0
200.00	91.70	0	0	1778	0
210.00	92.81	0	0	1837	0
220.00	93.84	0	0	1897	0
230.00	94.79	0	0	1956	0
240.00	95.55	0	0	2016	0
250.00	96.11	0	0	2075	0
260.00	96.54	0	0	2134	0
270.00	96.94	0	0	2194	0
280.00	97.31	0	0	2253	0
290.00	97.66	0	0	2313	0
300.00	97.97	0	0	2372	0
310.00	98.27	0	0	2431	0
320.00	98.53	0	0	2491	0
330.00	98.70	0	0	2550	0
340.00	98.87	0	0	2610	0
350.00	99.01	0	0	2669	0
360.00	99.15	0	0	2728	0
370.00	99.27	0	0	2788	0
380.00	99.38	0	0	2847	0
390.00	99.44	0	0	2907	0
400.00	99.48	0	0	2966	0
410.00	99.53	0	0	3025	0
420.00	99.57	0	0	3085	0
430.00	99.61	0	0	3144	0
440.00	99.64	0	0	3204	0
450.00	99.67	0	0	3263	0
460.00	99.70	0	0	3322	0
470.00	99.73	0	0	3382	0
480.00	99.75	0	0	3441	0
490.00	99.78	0	0	3501	0
500.00	99.80	0	0	3560	0
510.00	99.82	0	0	3619	0
520.00	99.84	0	0	3679	0
530.00	99.86	0	0	3738	0
540.00	99.89	0	0	3798	0
550.00	99.91	0	0	3857	0
560.00	99.93	0	0	3916	0
570.00	99.96	0	0	3976	0
580.00	99.98	0	0	4035	0
590.00	100.00	0	0	4095	0
600.00	100.00	0	0	4154	0
610.00	100.00	0	0	4213	0
620.00	100.00	0	0	4273	0
630.00	100.00	0	0	4332	0
640.00	100.00	0	0	4392	0
650.00	100.00	0	0	4451	0
660.00	100.00	0	0	4510	0
670.00	100.00	0	0	4570	0
680.00	100.00	0	0	4629	0
690.00	100.00	0	0	4689	0
700.00	100.00	0	0	4748	0
710.00	100.00	0	0	4807	0
720.00	100.00	0	0	4867	0
730.00	100.00	0	0	4926	0
740.00	100.00	0	0	4986	0
750.00	100.00	0	0	5045	0

760.00	100.00	0	0	5104	0
770.00	100.00	0	0	5164	0
780.00	100.00	0	0	5223	0
790.00	100.00	0	0	5283	0
800.00	100.00	0	0	5342	0
810.00	100.00	0	0	5401	0
820.00	100.00	0	0	5461	0
830.00	100.00	0	0	5520	0
840.00	100.00	0	0	5580	0
850.00	100.00	0	0	5639	0
860.00	100.00	0	0	5698	0
870.00	100.00	0	0	5758	0
880.00	100.00	0	0	5817	0
890.00	100.00	0	0	5877	0
900.00	100.00	0	0	5936	0
910.00	100.00	0	0	5995	0
920.00	100.00	0	0	6055	0
930.00	100.00	0	0	6114	0
940.00	100.00	0	0	6174	0
950.00	100.00	0	0	6233	0
960.00	100.00	0	0	6292	0
970.00	100.00	0	0	6352	0
980.00	100.00	0	0	6411	0
990.00	100.00	0	0	6471	0
1000.00	100.00	0	6530	0	31752

ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (ΕΤΗ)





ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89). για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με τα άρθρα 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν,Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/6.4.2010) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας του συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Ειδικότερα, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

- 20701-1/2010: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
- 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
- 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων».

Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.) πέραν του άμεσου κέρδους, εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ.) και συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θέρμανσης (Σ.Η.Θ.) θα καλυφθεί στην αμέσως επόμενη φάση με την έκδοση των ακόλουθων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που θα καθορίσουν με σαφήνεια τις παραμέτρους και τις προδιαγραφές των σχετικών μελετών - εγκαταστάσεων:

- 20701-X/2010: «Βιοκλιματικός σχεδιασμός».
- 20701-X/2010: «Εγκαταστάσεις ΑΠΕ. σε κτήρια».
- 20701-X/2010: «Εγκατασταθείς Σ.Η.Θ. σε κτήρια».

Σύμφωνα με την εγκύκλιο οικ.1603/4.10.2010: «Για την καλύτερη δυνατή εφαρμογή των απαιτήσεων της παραγράφου 1 του άρθρου 3 «Σχεδιασμός Κτιρίου», απαιτείται συστηματική προσέγγιση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου με επαρκή τεχνική τεκμηρίωση, στη βάση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας και έως την έκδοση σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Στην περίπτωση που αποδεδειγμένα υπάρχουν αρκετά περιορισμοί (πολεοδομικού, τεχνικού, αισθητικού, οικονομικού χαρακτήρα, κ.ά.) που ενδεχομένως αποκλείουν την εφαρμογή της βέλτιστης ενεργειακά λύσης, υποβάλλεται υποχρεωτικά Τεχνική Έκθεση, η οποία θα τεκμηριώνει επαρκώς τους λόγους μη εφαρμογής κάθε μίας από τις περιπτώσεις της παραγράφου 1 του άρθρου 8.

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για την σωστή λειτουργία του κτηρίου, μέσω:

- του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτηρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο. την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κ.ά.,

- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα αλλά και πλαισίου,
- της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανεγγμένης) πρωτογενούς ενέργειας.
- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ. ά. και της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

Στοιχεία Κτιρίου

Πόλη	Αθήνα (Ελληνικό)
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	1
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1 - 15)	2
Τυπικό Ύψος Επιπέδου (m)	3
Κλιματική Ζώνη	ΖΩΝΗ Β
Γωνία Περιστροφής	0
Υψόμετρο μεγαλύτερο των 500m	ΟΧΙ
Χρήση Κτιρίου	Μονοκατοικία
Τύπος κατασκευής	Φέρων οργ. από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Βάθος δαπέδου στο έδαφος (m)	0
Περίμετρος κτιρίου (m)	54.6
Νέο ή ριζικά ανακαινιζόμενο κτίριο	1
Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας	3
Θερμομονωτική προστασία	2
Επιθυμητό συνολικό εμβαδό (m ²)	246
Επιθυμητός συνολικός όγκος (m ³)	740
Τμήμα κτηρίου	
Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής U _m όπως προκύπτει από υπολογισμούς (για κτήρια πριν τον Κανονισμό Θερμομόνωσης)	1

Γενικά Στοιχεία				
ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	Κατοικία	<input checked="" type="checkbox"/>	Γραφείων	<input type="checkbox"/>
	Προσωρινής διαμονής	<input type="checkbox"/>	Βιομηχανίας και βιοτεχνίας	<input type="checkbox"/>
	Συνάθροισης κοινού	<input type="checkbox"/>	Αποθήκευσης	<input type="checkbox"/>
	Εκπαίδευσης	<input type="checkbox"/>	Στάθμευσης και πρατηρίων υγρών καυσίμων	<input type="checkbox"/>
	Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	<input type="checkbox"/>	Άλλη:	
	Σωφρονισμού	<input type="checkbox"/>	
	Εμπορίου	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Μικτή χρήση	Κατοικίες	Αριθμός:		
	Γραφεία	Αριθμός:		
	Καταστήματα	Αριθμός:		
	Άλλη	Αριθμός:		
Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας:				
Έτος ολοκλήρωσης της κατασκευής:				
Ταχυδρομική Διεύθυνση:				
Ονοματεπώνυμο υπευθύνου:			
	Ιδιοκτήτης <input type="checkbox"/>	Διαχειριστής <input type="checkbox"/>		
	Άλλο.....			
Τηλέφωνο / Fax:				
Ηλεκτρονική Διεύθυνση:				
Ιδιοκτησιακό καθεστώς		Χρήστες		
Ιδιωτικό	<input checked="" type="checkbox"/>	Ιδιώτες	<input checked="" type="checkbox"/>	
Δημόσιο	<input type="checkbox"/>	Δημόσιο	<input type="checkbox"/>	
Μικτό	<input type="checkbox"/>	Ιδιώτες και Δημόσιο	<input type="checkbox"/>	
Ένας ιδιοκτήτης	<input type="checkbox"/>			
Πολλοί ιδιοκτήτες	<input type="checkbox"/>			

Όροφοι	
Αριθμός ορόφων	2
Μέσο ύψος ορόφου (m)	3

Εμβαδόν / Αρ. Χρηστών	
Συνολικό εμβαδόν χώρων (m ²)	246.67
Ωφέλιμο Θερμαινόμενο εμβαδόν (m ²)	246.67
Ωφέλιμο Ψυχόμενο εμβαδόν (m ²)	123.33
Μέγιστος συμβατικός αριθμός χρηστών	
Τρέχων αριθμός χρηστών	

Όγκος	
Συνολικός όγκος (m ³)	740.01
Ωφέλιμος Θερμαινόμενος όγκος (m ³)	740.01
Ωφέλιμος Ψυχόμενος όγκος (m ³)	750.00

Θερμικές ζώνες	
Αριθμός:	1

ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ Αριθμός Θερμικής Ζώνης 1

14. ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ						
α/α	Προσανατολισμός 14.1.1	Εμβαδόν τοιχοποιίας 14.1.2	Τύπος κατασκευής 14.1.3	Ολικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U (W/m ² *K) 14.1.4	Χρώμα / υλικό επιφάνειας 14.1.5	Επαλήθευση 14.1.6
1	180	7.560	T2	0.390		
2	180	5.030	T1	0.450		
3	180	6.990	T1	0.450		
4	180	4.200	T1	0.450		
5	90	0.000	T1	0.450		
6	90	12.900	T2	0.390		
7	90	4.440	T1	0.450		
8	90	9.450	T2	0.390		
9	0	4.200	T1	0.450		
10	0	7.950	T1	0.450		
11	0	5.880	T1	0.450		
12	0	8.130	T1	0.450		
13	0	3.000	T1	0.450		
14	270	9.600	T1	0.450		
15	270	5.320	T1	0.450		
16	270	12.660	T1	0.450		
17	180	5.960	T1	0.450		
18	180	6.870	T1	0.450		
19	90	12.270	T2	0.390		
20	90	12.900	T2	0.390		
21	90	3.600	T1	0.450		
22	90	9.450	T2	0.390		
23	0	7.950	T1	0.450		
24	0	7.050	T1	0.450		
25	270	8.700	T1	0.450		
26	270	5.150	T1	0.450		
27	270	9.600	T2	0.390		
28	270	5.400	T1	0.450		

ΥΛΙΚΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ					
Τύπος κατασκευής	Δομικά υλικά	Πάχος (m)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (W/mK)	Ολικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U (W/m ² *K)	Επαλήθευση 14.1.6
T2	Επίχρισμα	0.020	0.872	0.370	
	Τοίχος	0.060	0.523		
	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφ	0.070	0.031		
	Κενό συρομένων	0.12			
	Τοίχος	0.060	0.523		
	Επίχρισμα	0.020	0.872		
T1	Ασβεστοτσιμεντοκο νίαμα	0.020	0.870	0.450	
	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	0.060	0.510		
	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	0.060	0.035		
	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	0.090	0.510		
	Ασβεστοτσιμεντοκο νίαμα	0.020	0.870		

ΦΕΡΩΝ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ						
Γ/α	Προσανατολισμός 14.2.1	Εμβαδόν φέροντος οργανισμού 14.2.2	Τύπος κατασκευής 14.2.3	Ολικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U (W/m ² *K) 14.2.4	Χρώμα / υλικό επιφάνειας 14.1.5	Επαλήθευση 14.1.6
1	180	1.350	T4	0.432	0.40	
2	180	0.750	T3	0.384	0.40	
3	180	4.500	T3	0.384	0.40	
4	90	0.750	T3	0.384	0.40	
5	90	0.000	T4	0.432	0.40	
6	0	4.500	T3	0.384	0.40	
7	0	1.350	T4	0.432	0.40	
8	0	1.200	T4	0.432	0.40	
9	270	1.200	T4	0.432	0.40	
10	270	0.750	T3	0.384	0.40	
11	270	3.750	T3	0.384	0.40	
12	270	1.500	T4	0.432	0.40	
13	270	1.500	T4	0.432	0.40	
14	180	1.350	T4	0.432	0.40	
15	180	0.750	T3	0.384	0.40	
16	180	4.500	T3	0.384	0.40	
17	90	0.000	T3	0.384	0.40	
18	90	0.000	T4	0.432	0.40	
19	90	0.000	T4	0.432	0.40	
20	90	0.750	T3	0.384	0.40	
21	0	4.500	T3	0.384	0.40	
22	0	1.350	T4	0.432	0.40	
23	0	0.750	T3	0.384	0.40	
24	270	1.500	T4	0.432	0.40	
25	270	0.600	T4	0.432	0.40	
26	270	4.500	T3	0.384	0.40	
27	270	0.000	T3	0.384	0.40	
28	270	1.500	T4	0.432	0.40	
29	270	4.500	T3	0.384	0.40	

ΥΛΙΚΑ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ					
Τύπος κατασκευής	Δομικά υλικά	Πάχος (m)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (W/mK)	Ολικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U (W/m ² *K)	Επαλήθευση 14.1.6
T4	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0.020	0.870	0.432	
	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	0.250	2.500		
	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	0.070	0.035		
	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0.020	0.870		
T3	Επίχρισμα	0.030	0.872	0.337	
	Μεμβράνη πολυαιθυλ.	0.010	0.023		
	Υαλοβάμβακας	0.06	0.027		
	Σκυρόδεμα Β 160	0.200	2.035		
	Επίχρισμα	0.010	0.872		

ΟΡΟΦΗ – ΣΤΕΓΗ / ΔΩΜΑ							
α/α	Προσανατολισμός 14.3.1	Κλίση	Εμβαδόν (m ²) 14.3.1	Τύπος κατασκευής 14.3.2	Ολικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U (W/m ² *K) 14.3.3	Χρώμα / υλικό επιφάνειας 14.1.5	Επαλήθευση 14.1.6
1	Ο		131.560	Ο2	0.397	0.65	
2	Ο		131.560	Ο2	0.397	0.65	

ΥΛΙΚΑ ΟΡΟΦΗΣ-ΣΤΕΓΗΣ / ΔΩΜΑΤΟΣ					
Τύπος κατασκευής	Δομικά υλικά	Πάχος (m)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (W/mK)	Ολικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U (W/m ² *K)	Επαλήθευση 14.1.6
Ο2	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0.020	0.870	0.397	
	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	0.200	2.500		
	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	0.050	0.200		
	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	0.070	0.035		
	Ασβεστοκονίαμα	0.020	0.870		


ΔΑΠΕΔΟ						
α/α	Εμβαδόν (m ²) 14.4.1	Τύπος κατασκευής 14.4.2	Τύπος δαπέδου 14.4.3	Τύπος εδάφους 14.4.4	Ολικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U (W/m ² *K) 14.4.5	Επαλήθευση 14.1.6
1	33.150	Δ1			0.424	
2	15.977	Δ1			0.424	
3	17.213	Δ1			0.424	
4	3.960	Δ1			0.424	
5	23.100	Δ2			0.596	
6	4.485	Δ1			0.424	
7	17.600	Δ2			0.596	
8	12.765	Δ2			0.596	
9	4.590	Δ1			0.424	
10	14.000	Δ2			0.596	
11	19.580	Δ2			0.596	

ΥΛΙΚΑ ΔΑΠΕΔΟΥ					
Τύπος κατασκευής	Δομικά υλικά	Πάχος (m)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (W/mK)	Ολικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U (W/m ² *K)	Επαλήθευση 14.1.6
Δ1	Μάρμαρο	0.02	3.488	0.424	
	Ασβεστοκονίαμα	0.020	0.872		
	Γαρμπυλ/δεμα Β 225	0.060	1.105		
	Μονωτικό υλικό	0.080	0.041		
	Στεγάνωση	0.010	0.174		
	Πλάκα	0.200	2.035		
Δ2	Ξύλινο δάπεδο	0.020	0.209	0.596	
	Ξύλινο υπόστρωμα	0.020	0.140		
	Μονυάλ	0.050	0.041		
	Πλάκα	0.100	2.035		

ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ								
α/α	Προσανατολισμός 14.1.1	Εμβαδόν ανοίγματος 14.5.1	Τύπος ανοίγματος 14.5.2	Συντελεστής Θερμοπερατότητας, U (W/m ² *K) 14.5.2	Συντελεστής θερμικών ηλιακών κερδών g-value 14.5.3	Τύπος σκίασης	Γωνία σκίασης	Επαλήθευση 14.1.6
1	180	4.290	A1	2.80				
2	180	0.720	A1	2.80				
3	180	2.200	A1	2.80				
4	180	0.780	A1	2.80				
5	180	0.780	A1	2.80				
6	180	0.000	A1	2.80				
7	90	1.120	A1	2.80				
8	90	1.120	A1	2.80				
9	90	5.500	A1	2.80				
10	90	0.360	A1	2.80				
11	90	3.454	A1	2.80				
12	0	0.720	A1	2.80				
13	0	0.720	A1	2.80				
14	270	0.680	A1	2.80				
15	270	0.720	A1	2.80				
16	270	0.720	A1	2.80				
17	180	0.490	A1	2.80				
18	180	0.840	A1	2.80				
19	180	0.840	A1	2.80				
20	90	1.650	A1	2.80				
21	90	1.650	A1	2.80				
22	90	1.920	A1	2.80				
23	90	1.200	A1	2.80				
24	90	3.611	A1	2.80				
25	270	0.850	A1	2.80				

ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ				Επαλήθευση 14.1.6
α/α	Τύπος δομικού στοιχείου	Τύπος θερμογέφυρας 14.6.1	Μήκος (m)	
1	T5 - T1	ΕΕΓ - 13	3	
2	T2 - T5	ΕΣΓ - 11 (50%)	6	
3	T1 - T3	ΕΕΓ - 23	3	
4	T3 - T1	ΕΕΓ - 12	3	
5	T2 - A1	Λ - 5	6.5	
6	T1 - A1	Λ - 5	2.8	
7	T1 - A1	Λ - 5	3.6	
8	T1 - T5	ΕΕΓ - 13	6	
9	T1 - T1	ΕΕΓ - 11	6	
10	T2 - A1	ΑΚ - 10	9.4	
11	T1 - T1	ΕΣΓ - 9	3	
12	T1 - T1	ΕΣΓ - 9	3	
13	T1 - T5	ΕΔΣ - 2	3	
14	T2 - T5	ΕΔΣ - 3 (50%)	6	
15	T2 - A1	ΑΚ - 6	7.6	
16	T2 - T3	ΕΕΓ - 12	3	
17	T3 - T1	ΕΔΣ - 3	3	
18	T1 - T5	ΕΔΣ - 3	3	
19	T1 - A1	Λ - 5	3.2	
20	T1 - T5	ΕΕΓ - 14	3	
21	T1 - T3	ΕΣΓ - 10 (50%)	3	
22	T3 - A1	Λ - 5	4.6	
23	T1 - T1	ΕΣΓ - 16	3	
24	T1 - A1	Λ - 5	3.4	
25	T1 - T5	ΕΕΓ - 14	6	
26	T1 - A1	Λ - 5	6.8	
27	T1 - T5	ΕΕΓ - 14	3	
28	T5 - T1	ΕΕΓ - 14	3	
29	T1 - T3	ΕΔΣ - 5	3	
30	T1 - A1	Λ - 5	3.4	
31	T1 - A1	Λ - 5	6.8	
32	T2 - A1	ΑΚ - 11	12.8	
33	T2 - A1	ΑΚ - 5	7.7	
34	T1 - A1	Λ - 5	4	
35	T2 - A1	ΑΚ - 5	7.7	
36	T2 - A1	ΑΚ - 5	6.4	
37	T1 - T3	ΕΕΓ - 23	3	
38	T3 - T1	ΕΕΓ - 12	3	
39	T1 - T5	ΕΕΓ - 13	3	
40	T1 - T1	ΕΕΓ - 11	3	
41	T2 - T3	ΕΕΓ - 12	3	
42	T3 - T1	ΕΔΣ - 3	3	
43	T1 - T5	ΕΔΣ - 3	3	

ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΔΡΑΝΕΙΑ ΖΩΝΗΣ	
Πολύ ελαφριά κατασκευή	<input type="checkbox"/>
Ελαφριά κατασκευή	<input type="checkbox"/>
Μέση κατασκευή	<input type="checkbox"/>
Βαριά κατασκευή	<input checked="" type="checkbox"/>
Πολύ βαριά κατασκευή	<input type="checkbox"/>

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	Αρ. Πρωτ.:	
	ΧΡΗΣΗ: Μονοκατοικία Κτίριο <input checked="" type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου) Κλιματική Ζώνη: Β Διεύθυνση: Τ.Κ..... Πόλη: Έτος κατασκευής:..... Συνολική επιφάνεια (m ²): 246 Όνομα ιδιοκτήτη:	
	ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m²*έτος)]
	ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
	A+ EP ≤ 0.33	 18.61
	A 0.33 R_R < EP ≤ 0.50 R_R	
	B+ 0.50 R_R < EP ≤ 0.75 R_R	
	B 0.75 R_R < EP ≤ 1.00 R_R	
	Γ 1.00 R_R < EP ≤ 1.41 R_R	
Δ 1.41 R_R < EP ≤ 1.82 R_R		
Ε 1.82 R_R < EP ≤ 2.27 R_R		
Ζ 2.27 R_R < EP ≤ 2.73 R_R		
Η 2.73 R_R < EP		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ		
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]: 77.93	A+	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: 18.61		
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [KgCO ₂ /m ²] 0.00		
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας και Εκπομπές CO ₂	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>	
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh]: _____ Καύσιμα [lt ή Nm ³]: _____	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: _____	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>	
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]: _____	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>	

Αρ. Πρωτ.:

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση						Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική		Θέρμανση	<input checked="" type="checkbox"/>	Ψύξη	<input checked="" type="checkbox"/>	Αερισμός	<input type="checkbox"/>	-106.12
		Φωτισμός	<input type="checkbox"/>	Συσκευές	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input checked="" type="checkbox"/>	
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση	<input type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input type="checkbox"/>	0.00
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση	<input type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input type="checkbox"/>	0.00
	Άλλο:.....	Θέρμανση	<input type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input type="checkbox"/>	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση	<input checked="" type="checkbox"/>	Ψύξη	<input checked="" type="checkbox"/>	Φωτισμός	<input type="checkbox"/>	171.61
		Συσκευές	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input checked="" type="checkbox"/>			
	Βιομάζα	Θέρμανση	<input checked="" type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input type="checkbox"/>	
	Γεωθερμία	Θέρμανση	<input type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input type="checkbox"/>	
	Άλλο:.....	Θέρμανση	<input type="checkbox"/>	Ψύξη	<input type="checkbox"/>	Φωτισμός	<input type="checkbox"/>	
	Συσκευές	<input type="checkbox"/>	ZNX	<input type="checkbox"/>				
Σύνολο								

ΣΥΝΟΛΟ

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση [kWh/m²]

Θέρμανση.....49.87..... Φωτισμός.....0.00.....
 Ψύξη20.27..... Συσκευές.....
 Αερισμός0.00..... Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)...1.42.....

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

- 1
- 2
- 3

Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας*		Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
		(kWh/m ²)	(%)		
1					
2					
3					

* Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.

Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ:

Όνοματεπώνυμο Επιθεωρητή:

Α.Μ. Επιθεωρητή:

Σφραγίδα:

Υπογραφή:

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

1Α. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

1.Πόλη	Αθήνα (Ελληνικό)
2.Ζώνη	B

1Β. ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

1.Επιφάνεια οροφών	Fd =	263.120 m ²
2.Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	Fw =	241.510 m ²
3.Επιφάνεια δαπέδων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	Fdl =	0.000 m ²
4.Επιφάνεια δαπέδων/οροφών σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς ΜΘΧ	Fg =	166.420 m ²
5.Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς ΜΘΧ	Fwe =	10.350 m ²
6.Επιφάνεια ανοιγμάτων	Ff =	36.935 m ²
7.Επιφάνεια γυάλινων προσόψεων	Fgf =	0.000 m ²
8.Όγκος κτιρίου	V =	740.010 m ³
9.Λόγος	A/V =	0.971 1/m

1Γ. ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ U = 0.530 W/m²K**1Δ. ΜΕΓΙΣΤΗ ΕΠΙΤΡΕΠΤΗ ΤΙΜΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Um = 0.745 W/m²K**

A/V m ⁻¹	Um σε W/m ² K			
	ζωνη Α	ζωνη Β	ζωνη Γ	ζωνη Δ
<=0.2	1.26	1.14	1.05	0.96
0.3	1.20	1.09	1.00	0.92
0.4	1.15	1.03	0.95	0.87
0.5	1.09	0.98	0.90	0.83
0.6	1.03	0.93	0.86	0.78
0.7	0.98	0.88	0.81	0.73
0.8	0.92	0.83	0.76	0.69
0.9	0.86	0.78	0.71	0.64
>=1.0	0.81	0.73	0.66	0.60

1Ε. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΕΣΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ U**Ζώνη 1**

Είδος Επιφ.	Προσαν.	Γειτνιάζων	Επιφάνεια F	Συντελ. U	b	bXUxF
T4	180	ΕΠ	1.350	0.432	1.000	0.583
T2	180	ΕΠ	7.560	0.390	1.000	2.948
A1	180	ΕΠ	4.290	2.800	1.000	12.012
T1	180	ΕΠ	5.030	0.450	1.000	2.264
A1	180	ΕΠ	0.720	2.800	1.000	2.016
A1	180	ΕΠ	2.200	2.800	1.000	6.160
T3	180	ΕΠ	0.750	0.384	1.000	0.288
T1	180	ΕΠ	6.990	0.450	1.000	3.146
A1	180	ΕΠ	0.780	2.800	1.000	2.184
A1	180	ΕΠ	0.780	2.800	1.000	2.184
T1	180	ΕΠ	4.200	0.450	1.000	1.890
A1	180	ΕΠ	0.000	2.800	1.000	0.000
T3	180	ΕΠ	4.500	0.384	1.000	1.728
T3	90	ΕΠ	0.750	0.384	1.000	0.288
T1	90	ΕΠ	0.000	0.450	1.000	0.000
A1	90	ΕΠ	1.120	2.800	1.000	3.136
A1	90	ΕΠ	1.120	2.800	1.000	3.136
T2	90	ΕΠ	12.900	0.390	1.000	5.031
A1	90	ΕΠ	5.500	2.800	1.000	15.400

T1	90	ΕΠ	4.440	0.450	1.000	1.998
A1	90	ΕΠ	0.360	2.800	1.000	1.008
T4	90	ΕΠ	0.000	0.432	1.000	0.000
T2	90	ΕΠ	9.450	0.390	1.000	3.686
A1	90	ΕΠ	3.454	2.800	1.000	9.671
T1	0	ΕΠ	4.200	0.450	1.000	1.890
T3	0	ΕΠ	4.500	0.384	1.000	1.728
T1	0	ΕΠ	7.950	0.450	1.000	3.578
T4	0	ΕΠ	1.350	0.432	1.000	0.583
T1	0	ΕΠ	5.880	0.450	1.000	2.646
A1	0	ΕΠ	0.720	2.800	1.000	2.016
T4	0	ΕΠ	1.200	0.432	1.000	0.518
T1	0	ΕΠ	8.130	0.450	1.000	3.659
A1	0	ΕΠ	0.720	2.800	1.000	2.016
T1	0	ΕΠ	3.000	0.450	1.000	1.350
T4	270	ΕΠ	1.200	0.432	1.000	0.518
T1	270	ΜΟΧ	9.600	0.450	0.500	2.160
T3	270	ΜΟΧ	0.750	0.384	0.500	0.144
T3	270	ΕΠ	3.750	0.384	1.000	1.440
T1	270	ΕΠ	5.320	0.450	1.000	2.394
A1	270	ΕΠ	0.680	2.800	1.000	1.904
T4	270	ΕΠ	1.500	0.432	1.000	0.648
T1	270	ΕΠ	12.660	0.450	1.000	5.697
A1	270	ΕΠ	0.720	2.800	1.000	2.016
A1	270	ΕΠ	0.720	2.800	1.000	2.016
T4	270	ΕΠ	1.500	0.432	1.000	0.648
Δ1	Ε	ΦΕ	33.150	0.342	0.500	5.669
Δ1	Ε	ΦΕ	15.977	0.342	0.500	2.732
Δ1	Ε	ΦΕ	17.213	0.342	0.500	2.943
Δ1	Ε	ΦΕ	3.960	0.342	0.500	0.677
Δ2	Ε	ΦΕ	23.100	0.428	0.500	4.943
O2	O		131.560	0.397	1.000	52.229
T4	180	ΕΠ	1.350	0.432	1.000	0.583
T1	180	ΕΠ	5.960	0.450	1.000	2.682
A1	180	ΕΠ	0.490	2.800	1.000	1.372
T3	180	ΕΠ	0.750	0.384	1.000	0.288
T1	180	ΕΠ	6.870	0.450	1.000	3.091
A1	180	ΕΠ	0.840	2.800	1.000	2.352
A1	180	ΕΠ	0.840	2.800	1.000	2.352
T3	180	ΕΠ	4.500	0.384	1.000	1.728
T3	90	ΕΠ	0.000	0.384	1.000	0.000
T2	90	ΕΠ	12.270	0.390	1.000	4.785
A1	90	ΕΠ	1.650	2.800	1.000	4.620
A1	90	ΕΠ	1.650	2.800	1.000	4.620
T4	90	ΕΠ	0.000	0.432	1.000	0.000
T2	90	ΕΠ	12.900	0.390	1.000	5.031
A1	90	ΕΠ	1.920	2.800	1.000	5.376
T1	90	ΕΠ	3.600	0.450	1.000	1.620
A1	90	ΕΠ	1.200	2.800	1.000	3.360
T4	90	ΕΠ	0.000	0.432	1.000	0.000
T2	90	ΕΠ	9.450	0.390	1.000	3.686
A1	90	ΕΠ	3.611	2.800	1.000	10.111
T3	90	ΕΠ	0.750	0.384	1.000	0.288
T3	0	ΕΠ	4.500	0.384	1.000	1.728
T1	0	ΕΠ	7.950	0.450	1.000	3.578
T4	0	ΕΠ	1.350	0.432	1.000	0.583
T1	0	ΕΠ	7.050	0.450	1.000	3.172
T3	0	ΕΠ	0.750	0.384	1.000	0.288
T4	270	ΕΠ	1.500	0.432	1.000	0.648
T1	270	ΕΠ	8.700	0.450	1.000	3.915
T4	270	ΕΠ	0.600	0.432	1.000	0.259
T3	270	ΕΠ	4.500	0.384	1.000	1.728
T1	270	ΕΠ	5.150	0.450	1.000	2.317
A1	270	ΕΠ	0.850	2.800	1.000	2.380
T3	270	ΕΠ	0.000	0.384	1.000	0.000

T2	270	ΕΠ	9.600	0.390	1.000	3.744
T1	270	ΕΠ	5.400	0.450	1.000	2.430
T4	270	ΕΠ	1.500	0.432	1.000	0.648
T3	270	ΕΠ	4.500	0.384	1.000	1.728
O2	O	ΕΠ	131.560	0.397	1.000	52.229
Δ1	E		4.485	0.424	0.500	0.951
Δ2	E		17.600	0.596	0.500	5.245
Δ2	E		12.765	0.596	0.500	3.804
Δ1	E		4.590	0.424	0.500	0.973
Δ2	E		14.000	0.596	0.500	4.172
Δ2	E		19.580	0.596	0.500	5.835
ΣΥΝΟΛΟ			718.335			349.820

Θερμικές Γέφυρες

Επιφ. 1	Επιφ. 2	Περιγραφή	Μήκος	Ψ	b	b _κ λ _κ Ψ
T5	T1	ΕΞΓ - 13	3	0.00	1	0.000
T2	T5	ΕΣΓ - 11 (50%)	6	0.050	1	0.300
T1	T3	ΕΞΓ - 23	3	0.55	1	1.650
T3	T1	ΕΞΓ - 12	3	0.05	1	0.150
T2	A1	Λ - 5	6.5	0.00	1	0.000
T1	A1	Λ - 5	2.8	0.00	1	0.000
T1	A1	Λ - 5	3.6	0.00	1	0.000
T1	T5	ΕΞΓ - 13	6	0.00	1	0.000
T1	T1	ΕΞΓ - 11	6	-0.20	1	-1.200
T2	A1	ΑΚ - 10	9.4	0.10	1	0.940
T1	T1	ΕΣΓ - 9	3	0.10	1	0.300
T1	T1	ΕΣΓ - 9	3	0.10	1	0.300
T1	T5	ΕΔΣ - 2	3	0.00	1	0.000
T2	T5	ΕΔΣ - 3 (50%)	6	0.125	1	0.750
T2	A1	ΑΚ - 6	7.6	0.35	1	2.660
T2	T3	ΕΞΓ - 12	3	0.05	1	0.150
T3	T1	ΕΔΣ - 3	3	0.25	1	0.750
T1	T5	ΕΔΣ - 3	3	0.25	1	0.750
T1	A1	Λ - 5	3.2	0.00	1	0.000
T1	T5	ΕΞΓ - 14	3	0.15	1	0.450
T1	T3	ΕΣΓ - 10 (50%)	3	0.050	1	0.150
T3	A1	Λ - 5	4.6	0.00	1	0.000
T1	T1	ΕΣΓ - 16	3	0.65	1	1.950
T1	A1	Λ - 5	3.4	0.00	1	0.000
T1	T5	ΕΞΓ - 14	6	0.15	1	0.900
T1	A1	Λ - 5	6.8	0.00	1	0.000
T1	T5	ΕΞΓ - 14	3	0.15	1	0.450
T1	A1	Λ - 5	3.4	0.00	1	0.000
T1	A1	Λ - 5	6.8	0.00	1	0.000
T2	A1	ΑΚ - 11	12.8	0.30	1	3.840
T2	A1	ΑΚ - 5	7.7	0.55	1	4.235
T1	A1	Λ - 5	4	0.00	1	0.000
T2	A1	ΑΚ - 5	7.7	0.55	1	4.235
T2	A1	ΑΚ - 5	6.4	0.55	1	3.520
T1	T3	ΕΞΓ - 23	3	0.55	1	1.650
T3	T1	ΕΞΓ - 12	3	0.05	1	0.150
T1	T5	ΕΞΓ - 13	3	0.00	1	0.000
T1	T1	ΕΞΓ - 11	3	-0.20	1	-0.600
T2	T3	ΕΞΓ - 12	3	0.05	1	0.150
T3	T1	ΕΔΣ - 3	3	0.25	1	0.750
T1	T5	ΕΔΣ - 3	3	0.25	1	0.750
T5	T1	ΕΞΓ - 14	3	0.15	0.500	0.225
T1	T3	ΕΔΣ - 5	3	0.35	0.500	0.525
ΣΥΝΟΛΟ						30.830

***** ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ *****

ΖΩΝΗ 1

Συντελεστής BEMS: 1.00

Συντελεστής BEMS ηλεκτρ: 1.00

Cm = 260000.00

ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η απόδοση Σ.Θ. 1 λαμβάνεται 3.2

Η απόδοση Σ.Θ. 2 λαμβάνεται 0.5

Λαμβάνεται συντελεστής θερμικών απωλειών διανομής από πίνακες = 0.95

Υπολογίζεται βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων (εκπομπής θερμότητας) από πίνακες = 0.93

Λαμβάνεται ποσοστό λειτουργίας βοηθ. συστημάτων (χειμερινή περίοδος) από πίνακα 4.15 = 50.00%

ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Υπολογίζεται βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων = 1.00

Λαμβάνεται EER (Σύστημα ψύξης 1) = 2.50

ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Το ημερήσιο φορτίο Vd υπολογίζεται ίσο με 301.37 l/ημέρα

ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Κτίριο κατοικίας, ο φωτισμός αγνοείται

***** ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ *****

ΖΩΝΗ 1

Συντελεστής BEMS: 1.00

Συντελεστής BEMS ηλεκτρ: 1.00

Cm = 250000

ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η απόδοση Σ.Θ. 1 λαμβάνεται 3.2

Η απόδοση Σ.Θ. 2 λαμβάνεται 0.5

Λαμβάνεται συντελεστής θερμικών απωλειών διανομής Κ.Α. από πίνακες = 0.94

Υπολογίζεται βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων (εκπομπής θερμότητας) Κ.Α. από πίνακες = 0.93

Λαμβάνεται ποσοστό λειτουργίας βοηθ. συστημάτων Κ.Α. (χειμερινή περίοδος) από πίνακα 4.15 = 50.00%

Υπολογίζεται βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων (εκπομπής θερμότητας) Κ.Α. = 1.00

ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Λαμβάνεται συντελεστής απωλειών διανομής ψύξης Κ.Α. από πίνακες = 1.00

Λαμβάνεται EER Σ.Ψ. 1 = 3.00

Κτίριο κατοικίας, η ενεργειακή κατανάλωση ψύξης θεωρείται 50% (TOTEE, 4.2.1β)

Λαμβάνεται ποσοστό λειτουργίας βοηθ. συστημάτων Κ.Α. (θερινή περίοδος) από πίνακα 4.15 = 30.00%

ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η θερμοκρασία νερού δικτύου λαμβάνεται από τον πίνακα 2.6 ίση με 10.10 βαθμούς C

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

Λαμβάνεται βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων Κ.Α. (0.99 ηλεκτρικά συστ., 0.95 για συστήματα με εναλλάκτη/σερπαντίνα) : 0.93

Λαμβάνεται συντελεστής απωλειών διανομής ΖΝΧ Κ.Α. = 0.88 (1 σε τοπικές μονάδες παραγωγής, TOTEE 4.8.3 σελ. 109)

Λέβητας ΖΝΧ Πετρελαίου

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

Το ημερήσιο φορτίο Vd λαμβάνεται από τους πίνακες ίσο με 301.37 l/ημέρα

ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Κτίριο κατοικίας, ο φωτισμός αγνοείται στο Κ.Α. (TOTEE 5.1.1)

Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών

Περιεχόμενα

1. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων
2. Υπολογισμός ισοδύναμων συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.....
3. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις.....
4. Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία
5. Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία
6. Διαφανή δομικά στοιχεία
7. Μη θερμαινόμενοι χώροι
8. Θερμογέφυρες
9. Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_{in} του κτιρίου.....
10. Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

1. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός
συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου 1
Αριθμός φύλλου 1.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερική τοιχοποιία 25



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/ λ (m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.060	0.510	0.118
3	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.060	0.035	1.714
4	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.090	0.510	0.176
5	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
				$\Sigma d=0.250$	$R_L=2.054$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2.054
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{o\lambda}$	(m ² K)/W	2.224

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0.450
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K)	0.5

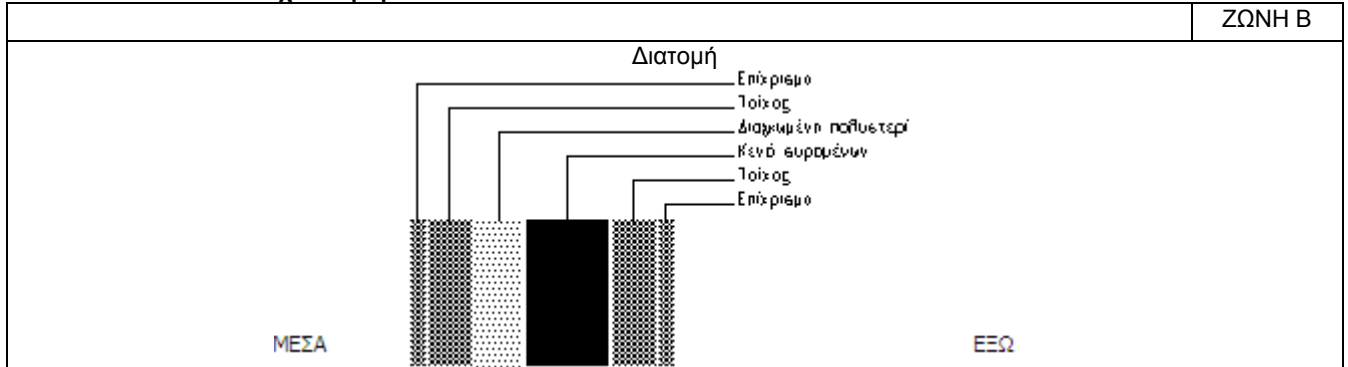
Πρέπει $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου	1
Αριθμός φύλλου	1.2

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοίχοι συρομένων 35



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023
2	Τοίχος	1200	0.060	0.523	0.115
3	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφ	12-30	0.070	0.031	2.258
4	Κενό συρομένων		0.12		
5	Τοίχος	1200	0.060	0.523	0.115
6	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			Σd=0.350		R _Λ =2.396

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2.396
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² K)/W	2.566

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.390
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	U _{max}	W/(m ² K)	0.5

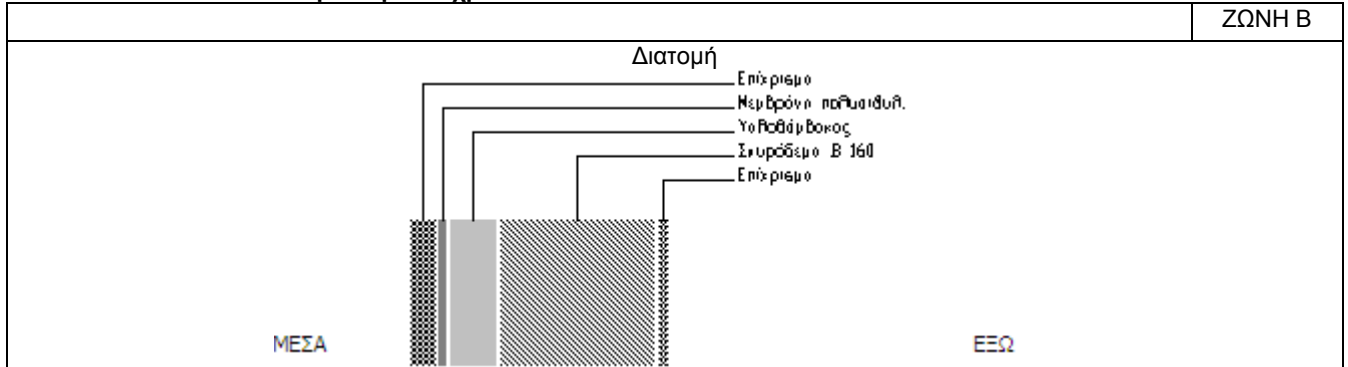
Πρέπει U <= U_{max}
ΙΣΧΥΕΙ

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός
συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου	1
Αριθμός φύλλου	1.3

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οπλισμ.σκυρ.-Επίχρισ



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.030	0.872	0.034
2	Μεμβράνη πολυαιθυλ.		0.010	0.023	0.435
3	Υαλοβάμβακας	65	0.06	0.027	2.222
4	Σκυρόδεμα Β 160	2400	0.200	2.035	0.098
5	Επίχρισμα	1900	0.010	0.872	0.011
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			Σd=0.310		R_Λ=2.801

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2.801
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² K)/W	2.971

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.337
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	U _{max}	W/(m ² K)	0.5

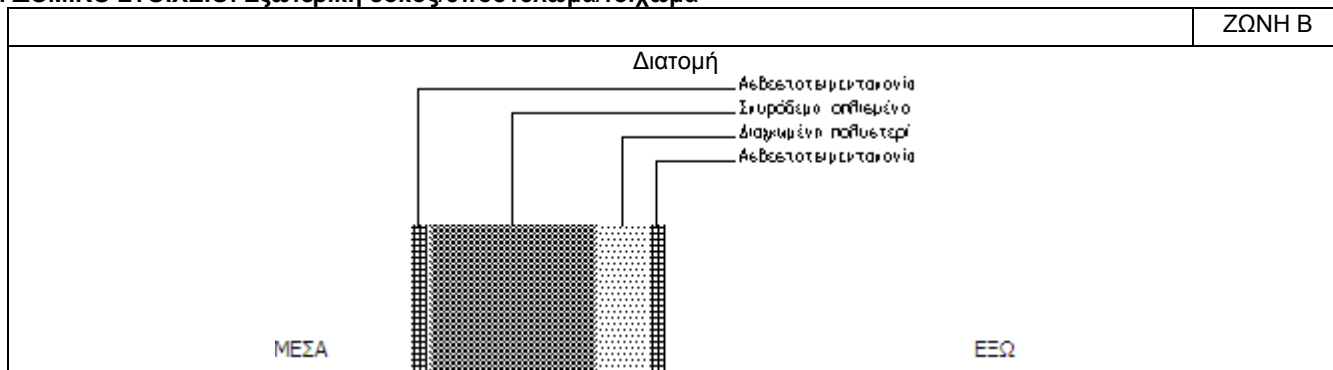
Πρέπει U <= U_{max}
ΙΣΧΥΕΙ

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου 1
Αριθμός φύλλου 1.4

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερική δοκός/υποστύλωμα/τοίχωμα



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.250	2.500	0.100
3	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000
4	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			Σd=0.360		R _Λ =2.146

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2.146
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² K)/W	2.316

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.432
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	U _{max}	W/(m ² K)	0.5

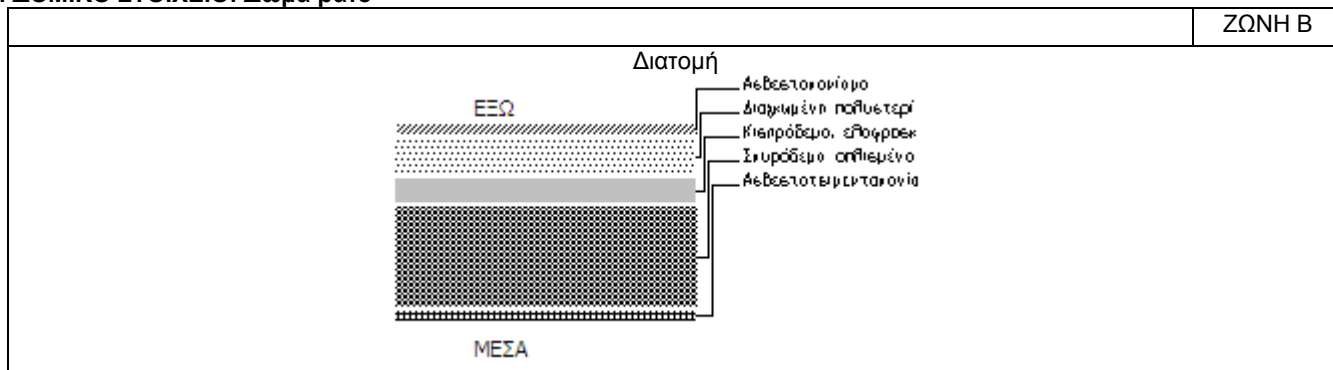
Πρέπει U <= U_{max}
ΙΣΧΥΕΙ

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου 1
Αριθμός φύλλου 2.2

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δώμα βατό



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.200	2.500	0.080
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250
4	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000
5	Ασβεστοκονίαμα	1900	0.020	0.870	0.023
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			Σd=0.360		R_Λ=2.376

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.100
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2.376
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² K)/W	2.516

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.397
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	U _{max}	W/(m ² K)	0.45

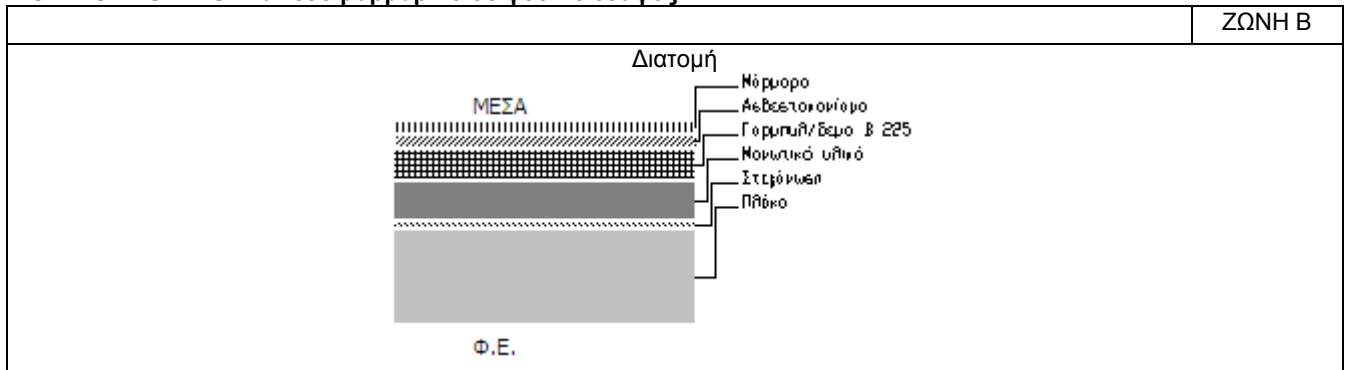
Πρέπει U <= U_{max}
ΙΣΧΥΕΙ

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός
συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου 1
Αριθμός φύλλου 4.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο μαρμάρινο σε φυσικό έδαφος



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Μάρμαρο		0.02	3.488	0.006
2	Ασβεστοκονίαμα		0.020	0.872	0.023
3	Γορμπυλ/δεμα Β 225		0.060	1.105	0.054
4	Μονωτικό υλικό		0.080	0.041	1.951
5	Στεγάνωση	1050	0.010	0.174	0.057
6	Πλάκα	2400	0.200	2.035	0.098
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			Σd=0.390		R_Λ=2.190

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2.190
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² K)/W	2.360

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.424
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	U _{max}	W/(m ² K)	0.90

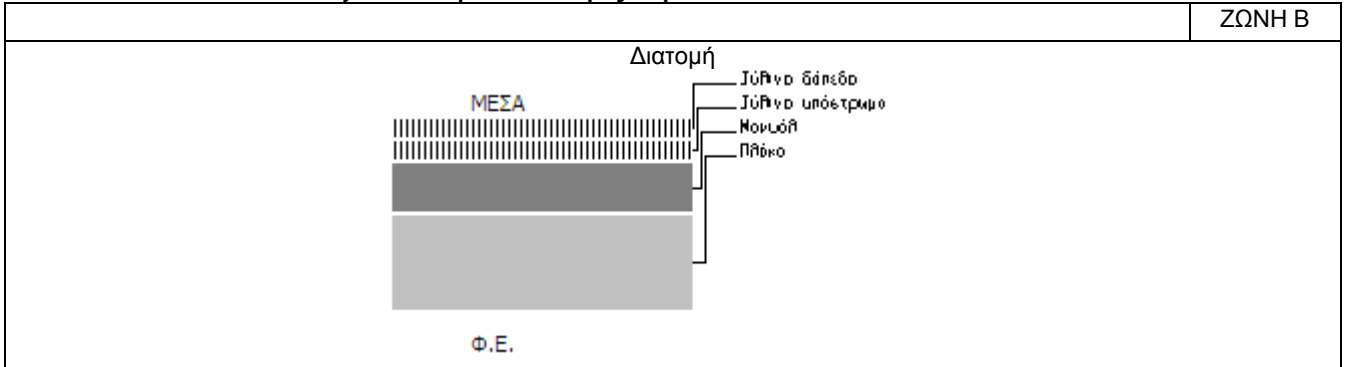
Πρέπει U <= U_{max}
ΙΣΧΥΕΙ

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός
συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου 1
Αριθμός φύλλου 4.2

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο ξύλινο σε φυσικό έδαφος 10γ



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Ξύλινο δάπεδο	900	0.020	0.209	0.096
2	Ξύλινο υπόστρωμα	550	0.020	0.140	0.143
3	Μονυάλ		0.050	0.041	1.220
4	Πλάκα	2400	0.100	2.035	0.049
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			Σd=0.190		R _Λ =1.507

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	1.507
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{ολ}	(m ² K)/W	1.677

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.596
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	U _{max}	W/(m ² K)	0.90

Πρέπει U <= U_{max}
ΙΣΧΥΕΙ

2. Υπολογισμός ισοδύναμων συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος

πλάκες σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	Φύλ.	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
Δάπεδο	4.1	0.424	33.150	54.600	1.214	0.0	0.342
Δάπεδο	4.1	0.424	15.977	54.600	0.585	0.0	0.342
Δάπεδο	4.1	0.424	17.213	54.600	0.630	0.0	0.342
Δάπεδο	4.1	0.424	3.960	54.600	0.145	0.0	0.342
Δάπεδο	4.2	0.596	23.100	54.600	0.846	0.0	0.428

3. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις

Τύπος πλαισίου: Μέταλλο με θερμοδιακοπή 6 mm
U_f πλαισίου: 7 W/m²K

Τύπος υαλοπίνακα: Διπλό απόστασης 6mm (μετ.ισ.πλ.7.5cm)
U_g υαλοπίνακα: 3.3 W/m²K
g υαλοπίνακα σε κάθ. προσπτ.: 0.75
g υαλοπίνακα: 0.68

γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλου και πλαισίου Ψ_g: 0.02 W/mK
μέσο πλάτος πλαισίου: 0.075 m

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m ²]
A1			1	0.00

Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου [m ²]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m ²]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L _g [m]	U κουφώματος [W/(m ² K)]	g _w κουφώματος
A1	-0.02	0.02	0%		2.80	0.54

4. Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.3	U=	0.384
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.25	3	0.75
		ΣΑ =	0.75

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.1	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	4.05	3	12.15
2	-0.7	1.6	-1.12
3	-0.7	1.6	-1.12
4	-4.3	3	-12.90
5	-2.5	2.2	-5.50
6	1.6	3	4.80
7	-0.6	0.6	-0.36
		ΣΑ =	4.44

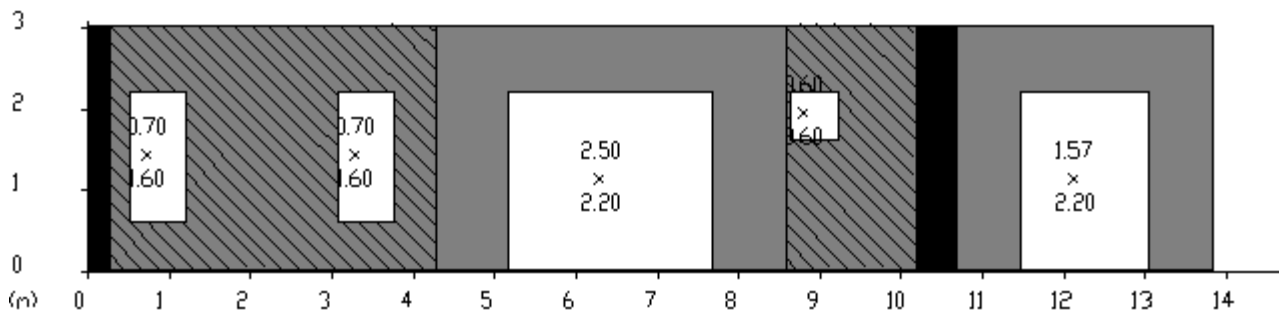
Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Συρόμενο	
φύλ.:	1.2	U=	0.390
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	4.3	3	12.90
2	3.15	3	9.45
		ΣΑ =	22.35

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.4	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.5	3	1.50
2	-3.15	3	-9.45
3	-1.57	2.2	-3.45
		ΣΑ =	0.00

ΤΟΙΧΟΙ : 26.79 m²
 ΜΠΕΤΟΝ : 0.75 m²
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 11.55 m²



Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: N

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.4	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.45	3	1.35
		ΣΑ =	1.35

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: N

δομ. στοιχ.:		Συρόμενο	
φύλ.:	1.2	U=	0.390
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	3.95	3	11.85
2	-1.95	2.2	-4.29
		ΣΑ =	7.56

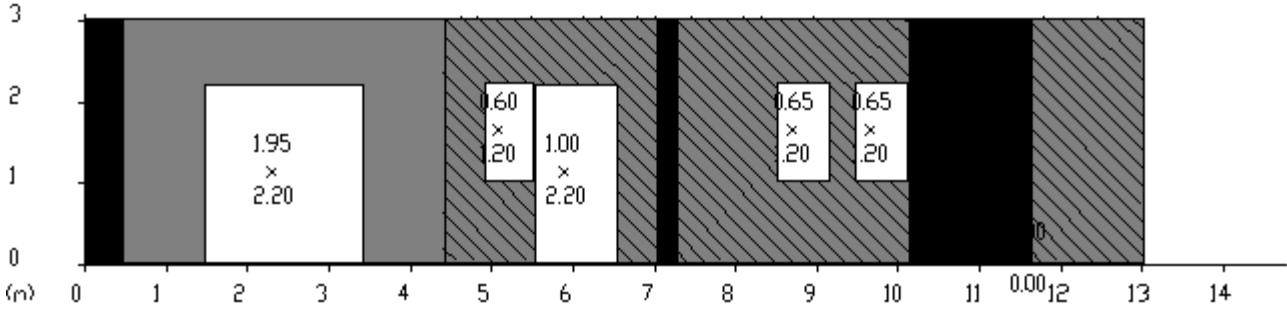
Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: N

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.1	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	2.65	3	7.95
2	-0.6	1.2	-0.72
3	-1	2.2	-2.20
4	2.85	3	8.55
5	-0.65	1.2	-0.78
6	-0.65	1.2	-0.78
7	1.4	3	4.20
8	-		-0.00
		ΣΑ =	16.22

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: N

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.3	U=	0.384
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.25	3	0.75
2	1.5	3	4.50
		ΣΑ =	5.25

ΤΟΙΧΟΙ : 23.78 m²
 ΜΠΕΤΟΝ : 6.60 m²
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 8.77 m²



Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: Δ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.4	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.4	3	1.20
2	0.5	3	1.50
3	0.5	3	1.50
		ΣΑ =	4.20

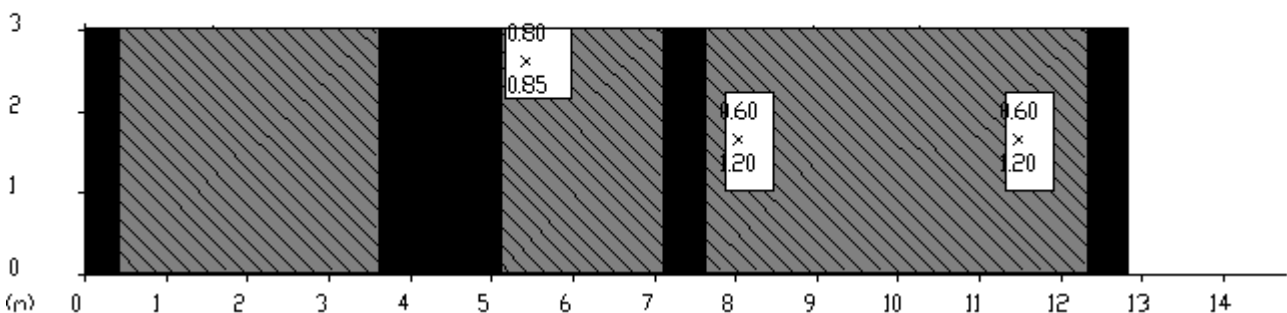
Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: Δ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.3	U=	0.384
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1.25	3	3.75
		ΣΑ =	3.75

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: Δ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.1	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	2	3	6.00
2	-0.8	0.85	-0.68
3	4.7	3	14.10
4	-0.6	1.2	-0.72
5	-0.6	1.2	-0.72
		ΣΑ =	17.98

ΤΟΙΧΟΙ : 27.58 m²
 ΜΠΕΤΟΝ : 8.70 m²
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 2.12 m²



Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.1	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1.4	3	4.20
2	2.65	3	7.95
3	2.2	3	6.60
4	-0.6	1.2	-0.72
5	2.95	3	8.85
6	-0.6	1.2	-0.72
7	1	3	3.00
		ΣΑ =	29.16

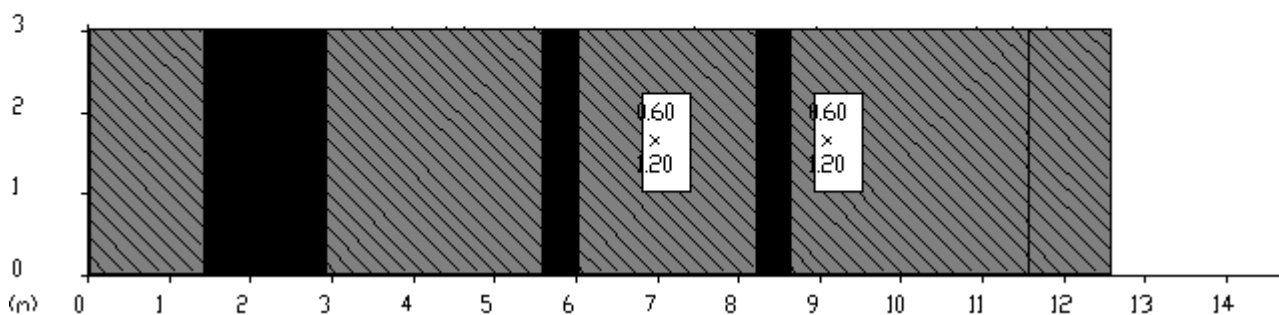
Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.3	U=	0.384
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1.5	3	4.50
		ΣΑ =	4.50

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.4	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.45	3	1.35
2	0.4	3	1.20
		ΣΑ =	2.55

ΤΟΙΧΟΙ : 29.16 m²
 ΜΠΕΤΟΝ : 7.05 m²
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 1.44 m²



Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Προς ΜΟΧ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.1	U=	0.450
		b	0.84
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	3.2	3	9.60
		ΣΑ =	9.60

Ζώνη: 1

Όροφος: Επίπεδο 1

Προς ΜΟΧ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.3	U=	0.384
		b	0.84
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.25	3	0.75
		ΣΑ =	0.75

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU [W/K]
A	Φέρων οργανισμός	0.384	0.75	1	0.29
A	Τοιχοποιία	0.450	4.44	1	2.00
A	Συρόμενο	0.390	22.35	1	8.72
A	Φέρων οργανισμός	0.432	0.00	1	0.00
N	Φέρων οργανισμός	0.432	1.35	1	0.58
N	Συρόμενο	0.390	7.56	1	2.95
N	Τοιχοποιία	0.450	16.22	1	7.30
N	Φέρων οργανισμός	0.384	5.25	1	2.02
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	4.20	1	1.81
Δ	Φέρων οργανισμός	0.384	3.75	1	1.44
Δ	Τοιχοποιία	0.450	17.98	1	8.09
B	Τοιχοποιία	0.450	29.16	1	13.12
B	Φέρων οργανισμός	0.384	4.50	1	1.73
B	Φέρων οργανισμός	0.432	2.55	1	1.10
ΜΟΧ	Τοιχοποιία	0.450	9.60	0.5	2.16
ΜΟΧ	Φέρων οργανισμός	0.384	0.75	0.5	0.14
			130.41		53.45

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU [W/K]
A	Φέρων οργανισμός	0.384	0.75	1	0.29
A	Τοιχοποιία	0.450	4.44	1	2.00
A	Συρόμενο	0.390	22.35	1	8.72
A	Φέρων οργανισμός	0.432	0.00	1	0.00
N	Φέρων οργανισμός	0.432	1.35	1	0.58
N	Συρόμενο	0.390	7.56	1	2.95
N	Τοιχοποιία	0.450	16.22	1	7.30
N	Φέρων οργανισμός	0.384	5.25	1	2.02
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	4.20	1	1.81
Δ	Φέρων οργανισμός	0.384	3.75	1	1.44
Δ	Τοιχοποιία	0.450	17.98	1	8.09
B	Τοιχοποιία	0.450	29.16	1	13.12
B	Φέρων οργανισμός	0.384	4.50	1	1.73
B	Φέρων οργανισμός	0.432	2.55	1	1.10
ΜΟΧ	Τοιχοποιία	0.450	9.60	0.839	3.63
ΜΟΧ	Φέρων οργανισμός	0.384	0.75	0.839	0.24
			130.41		55.01

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.3	U=	0.384
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.25	3	0.75
2	-4.09	3	-12.27
3	-0.75	2.2	-1.65
4	-0.75	2.2	-1.65
5	0.25	3	0.75
		ΣΑ =	0.75

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Συρόμενο	
φύλ.:	1.2	U=	0.390
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	4.09	3	12.27
2	4.3	3	12.90
3	3.15	3	9.45
		ΣΑ =	34.62

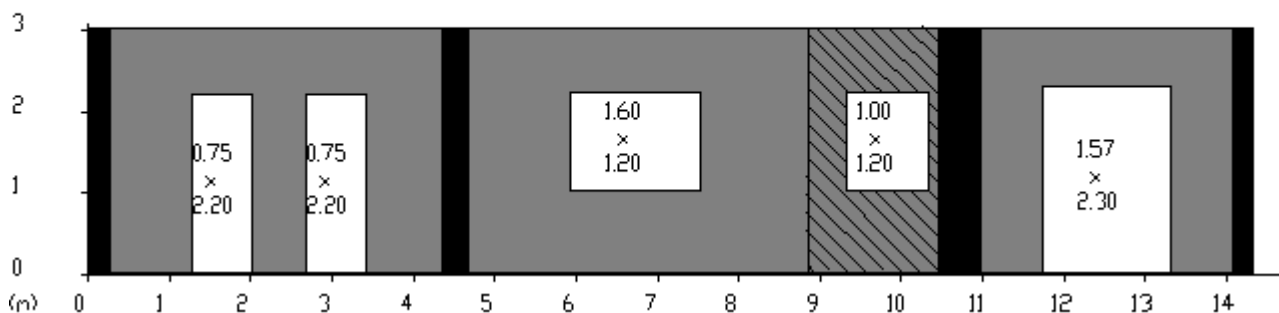
Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.4	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.3	3	0.90
2	-4.3	3	-12.90
3	-1.6	1.2	-1.92
4	0.5	3	1.50
5	-3.15	3	-9.45
6	-1.57	2.3	-3.61
		ΣΑ =	0.00

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.1	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1.6	3	4.80
2	-1	1.2	-1.20
		ΣΑ =	3.60

ΤΟΙΧΟΙ : 38.22 m²
 ΜΠΕΤΟΝ : 0.75 m²
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 10.03 m²



Ζώνη: 1
 Όροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Ν

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.4	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.45	3	1.35
		ΣΑ =	1.35

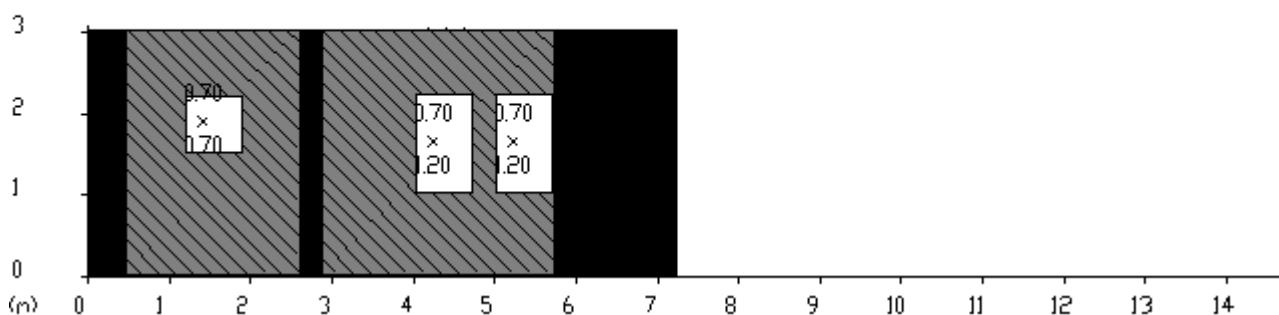
Ζώνη: 1
 Όροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Ν

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.1	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	2.15	3	6.45
2	-0.7	0.7	-0.49
3	2.85	3	8.55
4	-0.7	1.2	-0.84
5	-0.7	1.2	-0.84
		ΣΑ =	12.83

Ζώνη: 1
 Όροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Ν

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.3	U=	0.384
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.25	3	0.75
2	1.5	3	4.50
		ΣΑ =	5.25

ΤΟΙΧΟΙ : 12.83 m²
 ΜΠΕΤΟΝ : 6.60 m²
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 2.17 m²



Ζώνη: 1
 Όροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Δ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.4	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.5	3	1.50
2	0.2	3	0.60
3	0.5	3	1.50
		ΣΑ =	3.60

Ζώνη: 1
 Όροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Δ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.1	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	2.9	3	8.70
2	2	3	6.00
3	-1	0.85	-0.85
4	1.8	3	5.40
		ΣΑ =	19.25

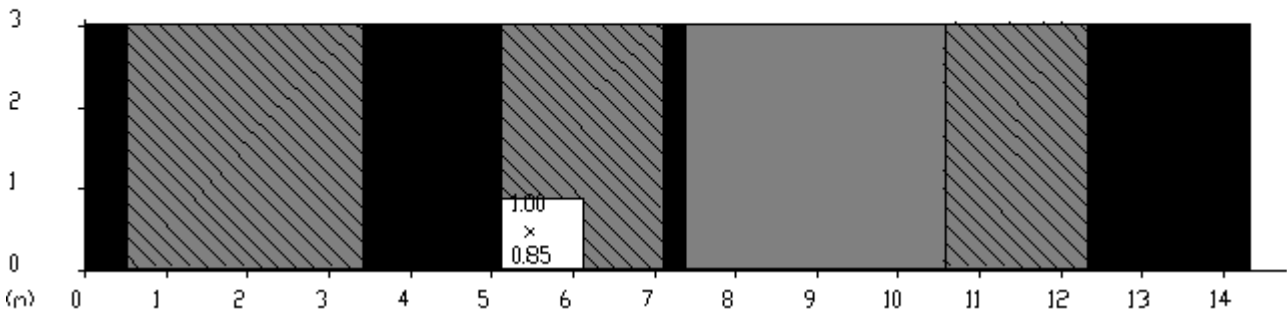
Ζώνη: 1
 Όροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Δ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.3	U=	0.384
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1.5	3	4.50
2	0.25	3	0.75
3	-3.2	3	-9.60
4	1.5	3	4.50
		ΣΑ =	9.00

Ζώνη: 1
 Όροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Δ

δομ. στοιχ.:		Συρόμενο	
φύλ.:	1.2	U=	0.390
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	3.2	3	9.60
		ΣΑ =	9.60

ΤΟΙΧΟΙ : 28.85 m²
 ΜΠΕΤΟΝ : 12.60 m²
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.85 m²



Ζώνη: 1
 Όροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.3	U=	0.384
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1.5	3	4.50
2	0.25	3	0.75
		ΣΑ =	5.25

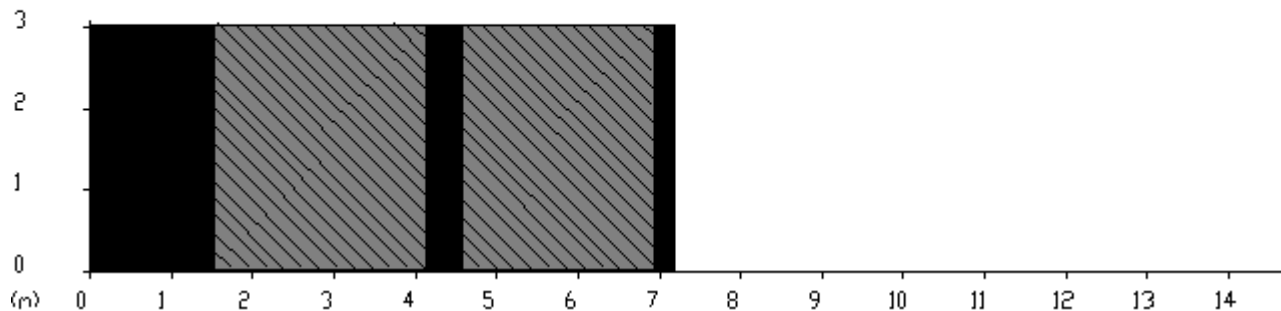
Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.1	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	2.65	3	7.95
2	2.35	3	7.05
		ΣΑ =	15.00

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 2
 Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.4	U=	0.432
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.45	3	1.35
		ΣΑ =	1.35

ΤΟΙΧΟΙ : 15.00 m²
 ΜΠΕΤΟΝ : 6.60 m²
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m²



Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU [W/K]
A	Φέρων οργανισμός	0.384	0.75	1	0.29
A	Συρόμενο	0.390	34.62	1	13.50
A	Φέρων οργανισμός	0.432	0.00	1	0.00
A	Τοιχοποιία	0.450	3.60	1	1.62
N	Φέρων οργανισμός	0.432	1.35	1	0.58
N	Τοιχοποιία	0.450	12.83	1	5.77
N	Φέρων οργανισμός	0.384	5.25	1	2.02
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	3.60	1	1.56
Δ	Τοιχοποιία	0.450	19.25	1	8.66
Δ	Φέρων οργανισμός	0.384	9.00	1	3.46
Δ	Συρόμενο	0.390	9.60	1	3.74
B	Φέρων οργανισμός	0.384	5.25	1	2.02
B	Τοιχοποιία	0.450	15.00	1	6.75
B	Φέρων οργανισμός	0.432	1.35	1	0.58
			121.45		50.55

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU [W/K]
A	Φέρων οργανισμός	0.384	0.75	1	0.29
A	Συρόμενο	0.390	34.62	1	13.50
A	Φέρων οργανισμός	0.432	0.00	1	0.00
A	Τοιχοποιία	0.450	3.60	1	1.62
N	Φέρων οργανισμός	0.432	1.35	1	0.58
N	Τοιχοποιία	0.450	12.83	1	5.77
N	Φέρων οργανισμός	0.384	5.25	1	2.02
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	3.60	1	1.56
Δ	Τοιχοποιία	0.450	19.25	1	8.66
Δ	Φέρων οργανισμός	0.384	9.00	1	3.46
Δ	Συρόμενο	0.390	9.60	1	3.74
B	Φέρων οργανισμός	0.384	5.25	1	2.02
B	Τοιχοποιία	0.450	15.00	1	6.75
B	Φέρων οργανισμός	0.432	1.35	1	0.58
			121.45		50.55

5. Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Δάπεδο προς έδαφος

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς έδαφος	
φύλ.:	4.1	U' =	0.342
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	6.5	5.1	33.15
2	4.15	3.85	15.98
3	4.05	4.25	17.21
4	1.8	2.2	3.96
			70.30

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Δάπεδο προς έδαφος

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς έδαφος	
φύλ.:	4.2	U' =	0.428
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	6.6	3.5	23.10
			23.10

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο του ίδιου κτηρίου

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο	
φύλ.:	4.1	U' =	0.342
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	6.5	5.1	33.15
2	4.15	3.85	15.98
3	4.05	4.25	17.21
4	1.8	2.2	3.96
			70.30

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο του ίδιου κτηρίου

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο	
φύλ.:	4.2	U' =	0.428
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	6.6	3.5	23.10
			23.10

Ζώνη: 1
 Οροφος: Επίπεδο 1
 Οροφή

δομ. στοιχ.:		Οροφή	
φύλ.:	2.2	U' =	0.397
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	14.30	9.2	131.56
			131.56

Ζώνη: 1

Οροφος: Επίπεδο 2

Δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο του ίδιου κτηρίου

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο	
φύλ.:	4.1	U' =	0.424
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1.95	2.3	4.49
2	1.8	2.55	4.59
			9.07

Ζώνη: 1

Οροφος: Επίπεδο 2

Δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο του ίδιου κτηρίου

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο	
φύλ.:	4.2	U' =	0.596
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	4.4	4	17.60
2	3.7	3.45	12.76
3	3.5	4	14.00
4	4.45	4.4	19.58
			63.95

Ζώνη: 1

Οροφος: Επίπεδο 2

Οροφή

δομ. στοιχ.:		Οροφή	
φύλ.:	2.2	U' =	0.397
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	14.3	9.2	131.56
			131.56

Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

όροφος	δομικό στοιχείο	ΣΑ [m ²]	U' [W/(m ² K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
1	δάπεδο	70.30	0.342	24.04	1.000	24.04
	δάπεδο	23.10	0.428	9.89	1.000	9.89
	Οροφή	131.56	0.397	52.23	1.000	52.23
	Οροφή	131.56	0.397	52.23	1.000	52.23
		356.52				

Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

όροφος	δομικό στοιχείο	ΣΑ [m ²]	U' [W/(m ² K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
1	δάπεδο	70.30	0.342	24.04	1.000	24.04
	δάπεδο	23.10	0.428	9.89	1.000	9.89
	δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο	70.30	0.342	24.04	0.500	12.02
	δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο	23.10	0.428	9.89	0.500	4.94
	Οροφή	131.56	0.397	52.23	1.000	52.23
2	δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο	9.07	0.424	3.85	0.500	1.92
	δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο	63.95	0.596	38.11	0.500	19.06
	Οροφή	131.56	0.397	52.23	1.000	52.23
		522.94				176.33

6. Μη θερμαινόμενοι χώροι

Κατακόρυφα δομικά στοιχεία ΜΘΧ:

Προσανατολισμός: Δ

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.1	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	3.55	3	10.650
		ΣΑ =	10.65

Προσανατολισμός: Β

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.1	U=	0.450
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	2.95	3	8.850
2	-1.4	2.3	-3.220
		ΣΑ =	5.63

Οριζόντια δομικά στοιχεία ΜΘΧ: ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων ΜΘΧ: ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

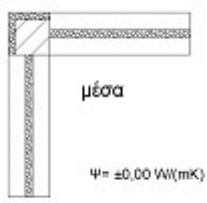
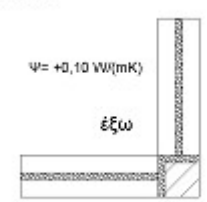
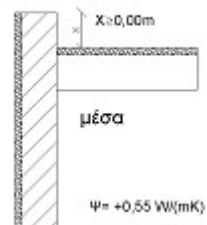
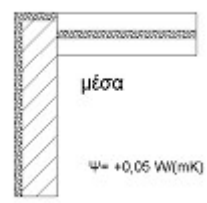
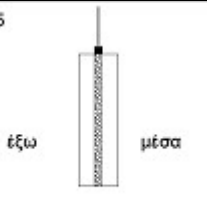
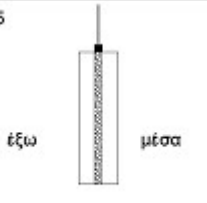
προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	ΣbxAxU [W/K]
Δ	Τοιχοποιία	0.450	10.65	4.79
Β	Τοιχοποιία	0.450	5.63	2.53
Β	Πόρτα	6.000	3.22	19.32
			19.50	26.65

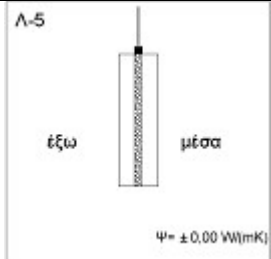
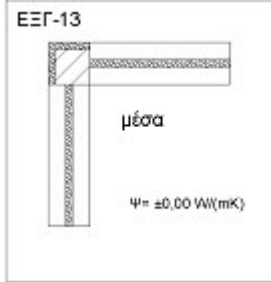
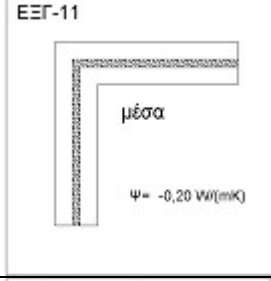
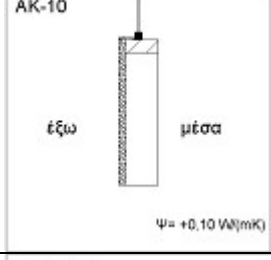
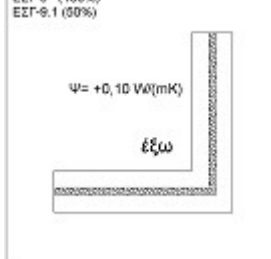

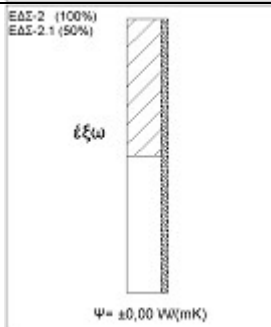
Οριζόντια δομικά στοιχεία ΜΘΧ:

7. Θερμογέφυρες

Ζώνη: 1

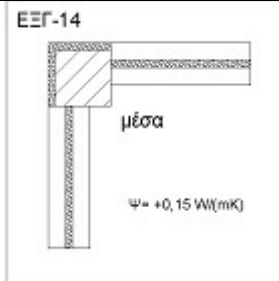
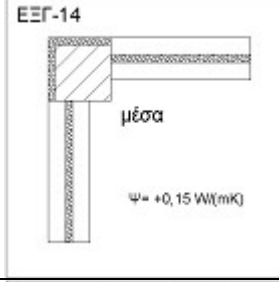
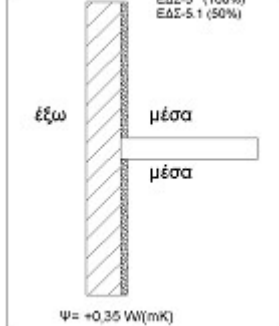
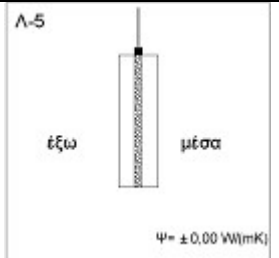
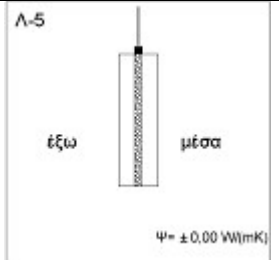

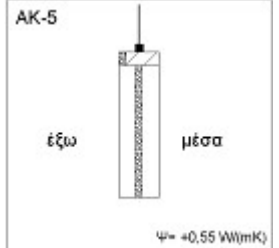
Για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

επίπεδο	Σχήμα	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(b \times \Psi)$ [W/K]
1	<p>ΕΞΓ-13</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00$ W/(mK)</p>	ΕΞΓ - 13	0.00	3	1	0.0
1	<p>ΕΞΓ-11 (100%) ΕΞΓ-11.1 (50%)</p>  <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,10$ W/(mK)</p>	ΕΞΓ - 11 (50%)	0.050	6	1	0.3
1	<p>ΕΞΓ-23</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55$ W/(mK)</p>	ΕΞΓ - 23	0.55	3	1	1.7
1	<p>ΕΞΓ-12</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05$ W/(mK)</p>	ΕΞΓ - 12	0.05	3	1	0.2
1	<p>Λ-5</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00$ W/(mK)</p>	Λ - 5	0.00	6.5	1	0.0
1	<p>Λ-5</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00$ W/(mK)</p>	Λ - 5	0.00	2.8	1	0.0

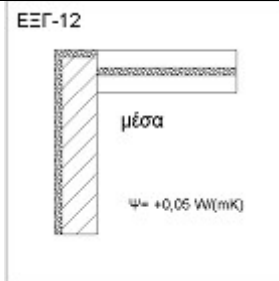
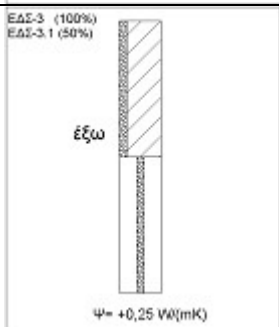
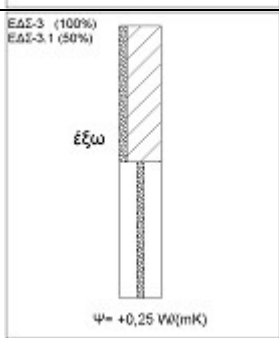
1	<p>Λ-5</p>  <p>έξω μέσα</p> <p>Ψ= ± 0,00 W/(mK)</p>	Λ - 5	0.00	3.6	1	0.0
1	<p>ΕΞΓ-13</p>  <p>μέσα</p> <p>Ψ= ± 0,00 W/(mK)</p>	ΕΞΓ - 13	0.00	6	1	0.0
1	<p>ΕΞΓ-11</p>  <p>μέσα</p> <p>Ψ= -0,20 W/(mK)</p>	ΕΞΓ - 11	-0.20	6	1	-1.2
1	<p>ΑΚ-10</p>  <p>έξω μέσα</p> <p>Ψ= +0,10 W/(mK)</p>	ΑΚ - 10	0.10	9.4	1	0.9
1	<p>ΕΣΓ-9 (100%) ΕΣΓ-9.1 (50%)</p>  <p>Ψ= +0,10 W/(mK)</p> <p>έξω</p>	ΕΣΓ - 9	0.10	3	1	0.3
1	<p>ΕΣΓ-9 (100%) ΕΣΓ-9.1 (50%)</p>  <p>Ψ= +0,10 W/(mK)</p> <p>έξω</p>	ΕΣΓ - 9	0.10	3	1	0.3
1	<p>ΕΔΣ-2 (100%) ΕΔΣ-2.1 (50%)</p>  <p>έξω</p> <p>Ψ= ± 0,00 W/(mK)</p>	ΕΔΣ - 2	0.00	3	1	0.0

1	<p>ΕΔΣ-3 (100%) ΕΔΣ-3.1 (50%)</p> <p>Εξω</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΔΣ - 3 (50%)	0.125	6	1	0.8
1	<p>ΑΚ-6</p> <p>Εξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,35 \text{ W/(mK)}$</p>	ΑΚ - 6	0.35	7.6	1	2.7
1	<p>ΕΞΓ-12</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 12	0.05	3	1	0.2
1	<p>ΕΔΣ-3 (100%) ΕΔΣ-3.1 (50%)</p> <p>Εξω</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΔΣ - 3	0.25	3	1	0.8
1	<p>ΕΔΣ-3 (100%) ΕΔΣ-3.1 (50%)</p> <p>Εξω</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΔΣ - 3	0.25	3	1	0.8
1	<p>Λ-5</p> <p>Εξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	3.2	1	0.0

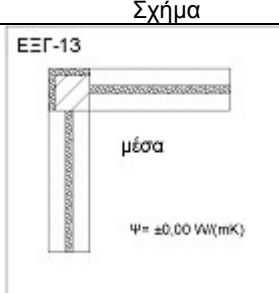
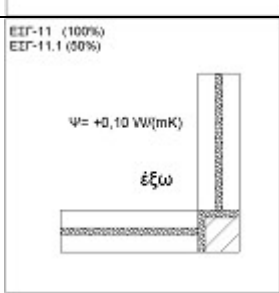
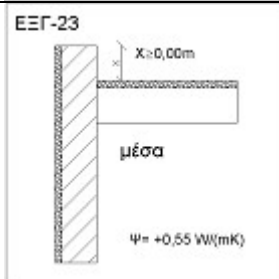
1	<p>ΕΞΓ-14</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 14	0.15	3	1	0.5
1	<p>ΕΞΓ-10 (100%) ΕΞΓ-10.1 (50%)</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΣΓ - 10 (50%)	0.050	3	1	0.2
1	<p>Λ-5</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	4.6	1	0.0
1	<p>ΕΞΓ-16 (100%) ΕΞΓ-16.1 (50%)</p> <p>έξω</p> <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p> <p>$X \geq 0,00\text{m}$</p>	ΕΣΓ - 16	0.65	3	1	1.9
1	<p>Λ-5</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	3.4	1	0.0
1	<p>ΕΞΓ-14</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 14	0.15	6	1	0.9
1	<p>Λ-5</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	6.8	1	0.0





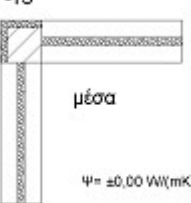

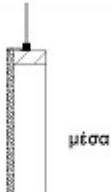
1	 <p>ΕΞΓ-14</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 14	0.15	3	1	0.5
1	 <p>ΕΞΓ-14</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 14	0.15	3	0.500	0.2
1	 <p>ΕΔΣ-5 (100%) ΕΔΣ-5.1 (50%)</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,35 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΔΣ - 5	0.35	3	0.500	0.5
2	 <p>Λ-5</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	3.4	1	0.0
2	 <p>Λ-5</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	6.8	1	0.0
2	 <p>ΑΚ-11</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,30 \text{ W/(mK)}$</p>	ΑΚ - 11	0.30	12.8	1	3.8
2	 <p>ΑΚ-5</p> <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	ΑΚ - 5	0.55	7.7	1	4.2

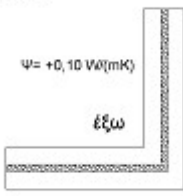

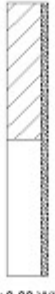

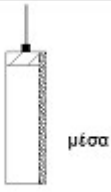

2	<p>Λ-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	4	1	0.0
2	<p>ΑΚ-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	ΑΚ - 5	0.55	7.7	1	4.2
2	<p>ΑΚ-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	ΑΚ - 5	0.55	6.4	1	3.5
2	<p>ΕΞΓ-23</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 23	0.55	3	1	1.7
2	<p>ΕΞΓ-12</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 12	0.05	3	1	0.2
2	<p>ΕΞΓ-13</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 13	0.00	3	1	0.0
2	<p>ΕΞΓ-11</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 11	-0.20	3	1	-0.6

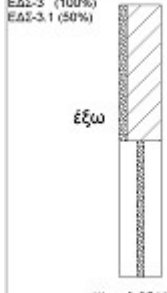
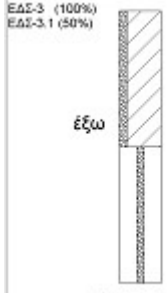
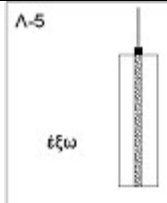
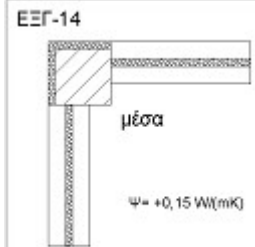
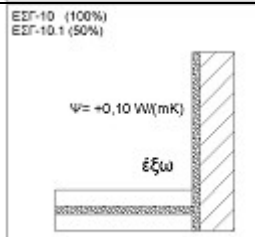
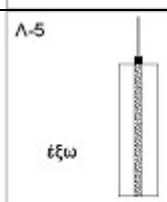
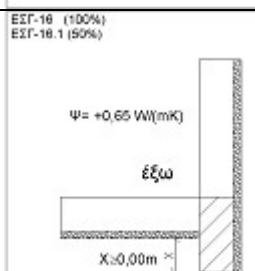
2		EΞΓ - 12	0.05	3	1	0.2
2		EΔΣ - 3	0.25	3	1	0.8
2		EΔΣ - 3	0.25	3	1	0.8
				192.70		30.8

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

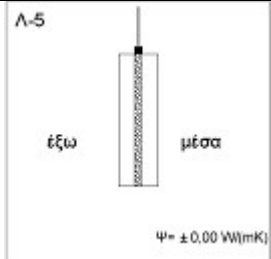

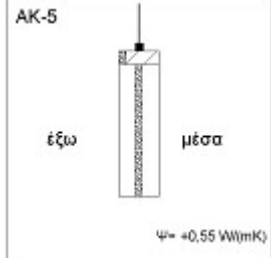
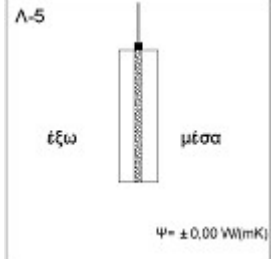
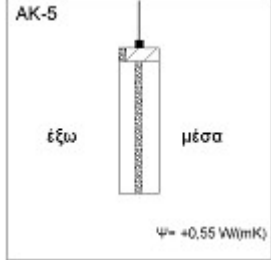
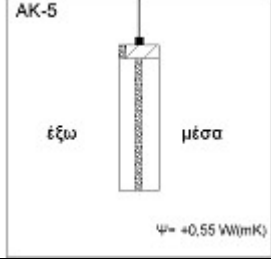
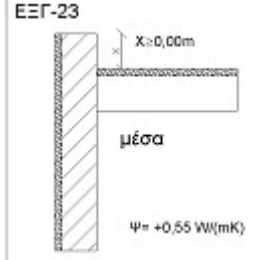
επίπεδο	Σχήμα	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	Σ(bxixΨ) [W/K]
1		EΞΓ - 13	0.00	3	1	0.0
1		EΞΓ - 11 (50%)	0.050	6	1	0.3
1		EΞΓ - 23	0.55	3	1	1.7

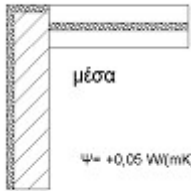

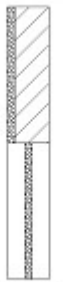
1	<p>ΕΞΓ-12</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 12	0.05	3	1	0.2
1	<p>Λ-5</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	6.5	1	0.0
1	<p>Λ-5</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	2.8	1	0.0
1	<p>Λ-5</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	3.6	1	0.0
1	<p>ΕΞΓ-13</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 13	0.00	6	1	0.0
1	<p>ΕΞΓ-11</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 11	-0.20	6	1	-1.2
1	<p>ΑΚ-10</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}$</p>	ΑΚ - 10	0.10	9.4	1	0.9

1	<p>ΕΣΓ-9 (100%) ΕΣΓ-9.1 (50%)</p>  <p>Ψ= +0,10 W/(mK)</p> <p>έξω</p>	ΕΣΓ - 9	0.10	3	1	0.3
1	<p>ΕΣΓ-9 (100%) ΕΣΓ-9.1 (50%)</p>  <p>Ψ= +0,10 W/(mK)</p> <p>έξω</p>	ΕΣΓ - 9	0.10	3	1	0.3
1	<p>ΕΔΣ-2 (100%) ΕΔΣ-2.1 (50%)</p>  <p>έξω</p> <p>Ψ= ±0,00 W/(mK)</p>	ΕΔΣ - 2	0.00	3	1	0.0
1	<p>ΕΔΣ-3 (100%) ΕΔΣ-3.1 (50%)</p>  <p>έξω</p> <p>Ψ= +0,25 W/(mK)</p>	ΕΔΣ - 3 (50%)	0.125	6	1	0.8
1	<p>ΑΚ-6</p>  <p>έξω</p> <p>μέσα</p> <p>Ψ= +0,35 W/(mK)</p>	ΑΚ - 6	0.35	7.6	1	2.7
1	<p>ΕΞΓ-12</p>  <p>μέσα</p> <p>Ψ= +0,05 W/(mK)</p>	ΕΞΓ - 12	0.05	3	1	0.2

1	<p>ΕΔΣ-3 (100%) ΕΔΣ-3.1 (50%)</p>  <p>Εξω</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΔΣ - 3	0.25	3	1	0.8
1	<p>ΕΔΣ-3 (100%) ΕΔΣ-3.1 (50%)</p>  <p>Εξω</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΔΣ - 3	0.25	3	1	0.8
1	<p>Λ-5</p>  <p>Εξω μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	3.2	1	0.0
1	<p>ΕΞΓ-14</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,15 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 14	0.15	3	1	0.5
1	<p>ΕΣΓ-10 (100%) ΕΣΓ-10.1 (50%)</p>  <p>$\Psi = +0,10 \text{ W/(mK)}$</p> <p>Εξω</p>	ΕΣΓ - 10 (50%)	0.050	3	1	0.2
1	<p>Λ-5</p>  <p>Εξω μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	4.6	1	0.0
1	<p>ΕΣΓ-16 (100%) ΕΣΓ-16.1 (50%)</p>  <p>$\Psi = +0,65 \text{ W/(mK)}$</p> <p>Εξω</p> <p>$X \geq 0,00\text{m}$</p>	ΕΣΓ - 16	0.65	3	1	1.9

1	<p>Λ-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>Ψ= ± 0,00 W/(mK)</p>	Λ - 5	0.00	3.4	1	0.0
1	<p>ΕΞΓ-14</p> <p>μέσα</p> <p>Ψ= +0,15 W/(mK)</p>	ΕΞΓ - 14	0.15	6	1	0.9
1	<p>Λ-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>Ψ= ± 0,00 W/(mK)</p>	Λ - 5	0.00	6.8	1	0.0
1	<p>ΕΞΓ-14</p> <p>μέσα</p> <p>Ψ= +0,15 W/(mK)</p>	ΕΞΓ - 14	0.15	3	1	0.5
1	<p>ΕΞΓ-14</p> <p>μέσα</p> <p>Ψ= +0,15 W/(mK)</p>	ΕΞΓ - 14	0.15	3	0.839	0.4
1	<p>ΕΔΣ-5 (100%) ΕΔΣ-5.1 (50%)</p> <p>έξω μέσα</p> <p>μέσα</p> <p>Ψ= +0,35 W/(mK)</p>	ΕΔΣ - 5	0.35	3	0.839	0.9
2	<p>Λ-5</p> <p>έξω μέσα</p> <p>Ψ= ± 0,00 W/(mK)</p>	Λ - 5	0.00	3.4	1	0.0

2	<p>Λ-5</p>  <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	6.8	1	0.0
2	<p>AK-11</p>  <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,30 \text{ W/(mK)}$</p>	AK - 11	0.30	12.8	1	3.8
2	<p>AK-5</p>  <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	AK - 5	0.55	7.7	1	4.2
2	<p>Λ-5</p>  <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	Λ - 5	0.00	4	1	0.0
2	<p>AK-5</p>  <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	AK - 5	0.55	7.7	1	4.2
2	<p>AK-5</p>  <p>έξω μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	AK - 5	0.55	6.4	1	3.5
2	<p>ΕΞΓ-23</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,55 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 23	0.55	3	1	1.7

2	<p>ΕΞΓ-12</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 12	0.05	3	1	0.2
2	<p>ΕΞΓ-13</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 13	0.00	3	1	0.0
2	<p>ΕΞΓ-11</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = -0,20 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 11	-0.20	3	1	-0.6
2	<p>ΕΞΓ-12</p>  <p>μέσα</p> <p>$\Psi = +0,05 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΞΓ - 12	0.05	3	1	0.2
2	<p>ΕΔΣ-3 (100%) ΕΔΣ-3.1 (50%)</p>  <p>Εξω</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΔΣ - 3	0.25	3	1	0.8
2	<p>ΕΔΣ-3 (100%) ΕΔΣ-3.1 (50%)</p>  <p>Εξω</p> <p>$\Psi = +0,25 \text{ W/(mK)}$</p>	ΕΔΣ - 3	0.25	3	1	0.8
				192.70		31.3

8. Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_m του κτιρίου

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Θερμική Ζώνη	Εμβαδό [m ²]	Ύψος [m]	Όγκος [m ³]
Ζώνη 1	246.67	3.00	740
Συνολικά			740

	ΣΑ [m ²]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxI] [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	251.9	104.0
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	429.5	142.4
διαφανή δομικά στοιχεία	36.9	103.4
θερμογέφυρες	-	30.8
Συνολικά	718.3	380.7

$$\Sigma A/V=718.34(\text{m}^2)/740.01(\text{m}^3)=0.971$$

$$\text{Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό } U_{m,\max} 0.745[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

$$\text{Πραγματοποιούμενο } U_m=380.7(\text{W/K})/718.34(\text{m}^2)=0.530<0.745[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

9. Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο για τον υπολογισμό αθέλητου αερισμού

Όροφος	Τύπος	Κουφωμ α	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m ²]	Διείδουσ η αέρα [m ³ /(m ² h)]	Διείδουσ η αέρα [m ³ /h]
Επίπεδο 1	παράθυρο	A1			4.29	6.20	27
	παράθυρο	A1			0.72	6.20	4
	παράθυρο	A1			2.20	6.20	14
	παράθυρο	A1			0.78	6.20	5
	παράθυρο	A1			0.78	6.20	5
	παράθυρο	A1			0.00	6.20	0
	παράθυρο	A1			1.12	6.20	7
	παράθυρο	A1			1.12	6.20	7
	παράθυρο	A1			5.50	6.20	34
	παράθυρο	A1			0.36	6.20	2
	παράθυρο	A1			3.45	6.20	21
	παράθυρο	A1			0.72	6.20	4
	παράθυρο	A1			0.72	6.20	4
	παράθυρο	A1			0.68	6.20	4
	Επίπεδο 2	παράθυρο	A1			0.49	6.20
παράθυρο		A1			0.84	6.20	5
παράθυρο		A1			0.84	6.20	5
παράθυρο		A1			1.65	6.20	10
παράθυρο		A1			1.65	6.20	10
παράθυρο		A1			1.92	6.20	12
παράθυρο		A1			1.20	6.20	7
παράθυρο		A1			3.61	6.20	22
παράθυρο		A1			0.85	6.20	5
Συνολικά						229	

Η διείδυση του αέρα ανά τύπο κουφώματος λαμβάνεται από τον πίνακα 3.26 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701 - 1/2010.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ
Διεύθυνση

Μελέτη ενεργειακής απόδοσης

Έργο:

Διεύθυνση:

Μελετητές:

5 Μαΐου 2014

Περιεχόμενα

Παράρτημα 7	1
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	1
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	53
1.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ	54
1.2. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ.....	54
1.3. ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ.....	54
1.4. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ	55
1.5. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	55
2. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ	55
2.1. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ	58
2.2. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	59
2.3. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	59
3. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	60
3.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ	61
3.1.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	61
3.1.2. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ.....	61
3.1.3. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	62
3.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ	62
3.2.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΝΧ	62
3.2.2. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ	63
3.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	65
3.4. ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	65
4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	66
4.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	66
4.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	66
4.3. ΤΜΗΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	67
4.3.1. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	67
4.3.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	69
4.3.3. Κτηριακό κέλυφος κτηρίου	69
4.3.3.1. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	69
4.3.3.2. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος	71
6.3.3.3. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους.....	71
6.3.3.4. Δεδομένα για δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων	71
6.3.3.5. Δεδομένα για αερισμό μη θερμαινόμενων χώρων	72
6.3.3.6. Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία	72
4.3.4. Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτηρίου	73
4.3.4.1. Δεδομένα για σύστημα θέρμανσης χώρων	73
4.3.4.2. Δεδομένα για σύστημα ψύξης χώρων	75
4.3.4.3. Δεδομένα για σύστημα αερισμού	76
4.3.4.4. Δεδομένα για σύστημα ζεστού νερού χρήσης.....	76
4.3.4.5. Δεδομένα για σύστημα ηλιακών συλλεκτών	76
4.3.4.6. Δεδομένα για σύστημα φωτισμού	77
4.3.4.7. Δεδομένα κτηρίου αναφοράς	77
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	77
7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	78
7.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	79
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	80
ΛΙΣΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (CHECK LIST) ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ	81

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89) , για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με το άρθρο 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Ειδικότερα, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

- 20701-1/2010: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,
- 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»,
- 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων»,

Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.) πέραν του άμεσου κέρδους, εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) και συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θέρμανσης (Σ.Η.Θ.) θα καλυφθεί στην αμέσως επόμενη φάση με την έκδοση των ακόλουθων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που θα καθορίσουν με σαφήνεια τις παραμέτρους και τις προδιαγραφές των σχετικών μελετών - εγκαταστάσεων :

- 20701-X/2010: "Βιοκλιματικός σχεδιασμός".
- 20701-X/2010: "Εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. σε κτήρια".
- 20701-X/2010: "Εγκαταστάσεις Σ.Η.Θ. σε κτήρια".

Σύμφωνα με την εγκύκλιο οικ. 1603/4.10.2010: "Για την καλύτερη δυνατή εφαρμογή των απαιτήσεων της παραγράφου 1 του άρθρου 8 "Σχεδιασμός Κτηρίου", απαιτείται συστηματική προσέγγιση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηρίου με επαρκή τεχνική τεκμηρίωση, στη βάση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας και έως την έκδοση σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Στην περίπτωση που αποδεδειγμένα υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί (πολεοδομικού, τεχνικού, αισθητικού, οικονομικού χαρακτήρα, κ.ά.) που ενδεχομένως αποκλείουν την εφαρμογή της βέλτιστης ενεργειακά λύσης, υποβάλλεται υποχρεωτικά Τεχνική Έκθεση, η οποία θα τεκμηριώνει επαρκώς τους λόγους μη εφαρμογής κάθε μίας από τις περιπτώσεις της παραγράφου 1 του άρθρου 8. "

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για τη σωστή λειτουργία του κτηρίου, μέσω:

- του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτηρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κ.ά,
- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα, αλλά και πλαισίου,
- της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας,
- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως, ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ.ά. και

- της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

Το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Στον πίνακα 2.1, δίνονται αναλυτικά οι πραγματικές χρήσεις χώρων του κτηρίου ανά όροφο.

Πίνακας 2.1. Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτηρίου και επιφάνειες αυτών.

Επιφάνεια επιμέρους χώρων κτηρίου σε m ²		
Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Ζώνη 1 [m ²]	Σύνολο [m ²]
Κατοικίας	246.67	246.67

Επιφάνεια μη θερμαινόμενων χώρων κτηρίου σε m ²	
Μη θερμαινόμενος χώρος	Επιφάνεια m ²
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	10.36

1.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ

Ο εσωτερικός σχεδιασμός και η διαμόρφωση των χώρων στο κτίριο, έγιναν με γνώμονα τη μέγιστη εκμετάλλευση ή αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με την εποχή. Έγινε προσπάθεια τοποθέτησης ορισμένων εκ των κύριων χώρων στο νότιο προσανατολισμό, αλλά και στον ανατολικό, ώστε κατά τους χειμερινούς μήνες να γίνει δυνατή η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας τις πρωινές ώρες, ενώ κατά τους θερινούς μήνες να είναι ευχάριστη η χρήση των χώρων αυτών, προτού η εξωτερική θερμοκρασία να ανέβει αισθητά. Τέλος, η τοποθέτηση ορισμένων χώρων στους δυτικούς προσανατολισμούς έγινε ώστε να είναι δυνατή η χρήση του φυσικού δροσισμού ακόμη και τις πρώτες πρωινές ώρες κατά τη θερινή περίοδο.

1.2. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

Ως μέσο ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων επιλέχθηκαν οι πρόβολοι. Σε συνδυασμό με την κινητή ηλιοπροστασία, η οποία όμως δεν λαμβάνεται υπόψη κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου θεωρούνται ότι προσφέρουν επαρκή προστασία.

Πιο συγκεκριμένα, ο σκιασμός που προσφέρεται στο κτίριο φαίνεται αναλυτικά για κάθε άνοιγμα, για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων (ΕΝΑΚ 3 - ΕΝΑΚ 5). Για τα ανατολικά ανοίγματα δίνεται ο σκασμός στις 09:00, για τα νότια στις 12:00 και για τα δυτικά στις 15:00.

Σε όλα τα σχέδια δίνεται το ηλιακό αζιμούθιο για τις ίδιες μέρες και ώρες.

Οι συντελεστές σκίασης των ανοιγμάτων φαίνονται στα επισυναπτόμενα σχέδια.

Παρατήρηση: Οι γωνίες που αποτυπώνονται στο σχέδιο είναι οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς που υπολογίζονται σύμφωνα με τη σχέση [3.1] της παρούσας μελέτης.

1.3. ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Σε όλους τους κυρίως χώρους θα τοποθετηθούν ανοίγματα τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχει ειδική πρόνοια να τοποθετηθούν μεγάλα ανοίγματα.

1.4. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

Στο κτίριο μας τα ανοίγματα έχουν τοποθετηθεί εξασφαλίζοντας διαμπερή αερισμό, για τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού.

1.5. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το παθητικό σύστημα που επιλέχθηκε να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό του κτιρίου είναι αυτό του άμεσου κέρδους.

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται στο ελάχιστο. Έχει γίνει προσπάθεια ούτως ώστε το κτίριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

2. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 4.1:

Πίνακας 4.1.: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _R	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _T	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτές)	U _{FA}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U _{TU}	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U _{TB}	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _{FU}	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U _{FB}	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U _W	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικός ανοιγόμενες	U _{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 4.2:

Πίνακας 4.2.: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του

Λόγος A/V [m ⁻¹]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U _m [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

1. Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.1.
2. Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια του πίνακα 4.2.

1) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων, όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_a} \quad [4.1]$$

όπου,

d_j το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,

λ_j ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j ,

R_i και R_a οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και

R_s η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w δίνεται από τη σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad [4.2]$$

όπου,

U_f ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

U_g ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

A_f το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

l_g το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψ_g ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$U \leq U_{\delta, \sigma, \max} \quad [4.3]$$

όπου

U ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων [4.1] ή [4.2] και

$U_{\delta, \sigma, \max}$ η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο [πίνακας 4.1].

2) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα 4.1, απαιτείται και το Κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [4.4]$$

όπου:

- A_j το εμβαδό δομικού στοιχείου j
 U_j ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j ,
 Ψ_i ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i ,
 l_i το μήκος της θερμογέφυρας i και
 b μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$U_m \leq U_{m,max} \quad [4.5]$$

Όπου $U_{m,max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου και δίνεται στον πίνακα 4.1.

Σε περίπτωση που $U_m > U_{m,max}$ ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μια εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

- να βελτιώσει τη θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
- να βελτιώσει τη θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,
- να μειώσει τη δημιουργία θερμογεφυρών στο κτηριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών, ο μελετητής έχει δύο επιλογές:

1. να επακολουθήσει την απλουστευμένη μέθοδο με χρήση του πίνακα 15, της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010
2. να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 16α έως και 16λ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Ο μειωτικός συντελεστής b υπολογίζεται με χρήση της σχέσης 2.21 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Εναλλακτικά, και για λόγους απλοποίησης, μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,5.

Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η αναλυτική μέθοδος υπολογισμού των θερμογεφυρών.

2.1. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

Στον πίνακα 4.3 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.. Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας.

Πίνακας 4.3: Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Δομικό στοιχείο	Φύλλο ελέγχου	U [W/(m ² K)]	U_{\max} [W/(m ² K)] [Πίνακας 1]
Εξωτερική τοιχοποιία 25	1.1	0.450	0.5
Τοίχοι συρομένων 35	1.2	0.390	0.5
Οπλισμ.σκυρ.-Επιχρισ	1.3	0.337	0.5
Εξωτερική δοκός/υποστύλωμα/τοιχώμα	1.4	0.432	0.5
Δώμα βατό	2.2	0.397	0.45
Δάπεδο μαρμάρινο σε φυσικό έδαφος	4.1	0.424	0.90
Δάπεδο ξύλινο σε φυσικό έδαφος 10γ	4.2	0.596	0.90

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 για τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας δομικών υλικών με τιμή $\lambda \leq 0,18 \text{ W/(m.K)}$ οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. είναι ενδεικτικές. Οι τιμές που ελήφθησαν υπόψη για τα θερμομονωτικά υλικά προέκυψαν έπειτα από έρευνα αγοράς και με ευθύνη των μελετητών. Στη φάση της ενεργειακής επιθεώρησης που θα γίνει υποχρεωτικά με την αποπεράτωση της κατασκευής και πριν το κλείσιμο του φακέλου του κτηρίου στα αρμόδια Πολεοδομικά Γραφεία, ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει τα δελτία αποστολής των θερμομονωτικών υλικών καθώς και τα κατάλληλα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν.

Με βάση τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου και τον υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας U' και όχι αυτοί που δίνονται στον πίνακα 4.2. Ο αναλυτικός υπολογισμός τους γίνεται βάσει της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 και δίνεται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Στον πίνακα 4.4 δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές U' των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.

Πίνακας 4.4: Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
Δ1	0.424	33.150	0.0	0.342
Δ1	0.424	15.977	0.0	0.342
Δ1	0.424	17.213	0.0	0.342
Δ1	0.424	3.960	0.0	0.342
Δ2	0.596	23.100	0.0	0.428

2.2. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το Κτίριο θα λειτουργήσει ως Μονοκατοικία. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 3.0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της σχέσης 4.2 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Οι υπολογισμοί αυτοί δίνονται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

2.3. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του λόγου της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτηρίου προς τον όγκο τους. Στο Τεύχος Υπολογισμών δίνεται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού του λόγου A/V .

Όπως προέκυψε $A/V = 0.971 \text{ m}^{-1}$ το οποίο από τον πίνακα 4.1 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max} = 0.745 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Στον πίνακα 4.6 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των $Ux A$, καθώς και τα αθροίσματα των $\Psi x l$. Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m = 0.530 \text{ W/m}^2\text{K} \leq U_{m,max} = 0.745 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Συνεπώς το Κτίριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

Συνεπώς, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για το μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας U_m , το Κτίριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο. Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά όλοι οι υπολογισμοί.

Πίνακας 4.6: Συγκεντρωτικά στοιχεία κτηρίου

	$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]}$	$\Sigma[bxUxA] \text{ [W/K]}$ ή $\Sigma[bx\Psi l] \text{ [W/K]}$
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	251.9	104.0
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	429.5	142.4
διαφανή δομικά στοιχεία	36.9	103.4
θερμογέφυρες	-	30.8
Συνολικά	718.3	380.7
$[\Sigma(bxUxA) + \Sigma(bx\Psi l)] / \Sigma A$		0.530

3. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, πρέπει να πληρούν ορισμένες ελάχιστες προδιαγραφές όσον αφορά τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τους, όπως:

- Όπου τοποθετούνται κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) ή μονάδες παροχής νωπού αέρα ή μονάδες εξαερισμού και όσες από αυτές λειτουργούν με νωπό αέρα > 60% της παροχής τους, πρέπει να διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με απόδοση τουλάχιστον 50%.
- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή άλλου μέσου) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης-κλιματισμού και ΖΝΧ, πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη θερμομόνωση που καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ' ελάχιστον θερμομόνωση πάχους 19mm για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και 13mm για ΖΝΧ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$ στους 20°C (ή ισοδύναμα πάχη άλλου πιστοποιημένου θερμομονωτικού υλικού).
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$ στους 20°C, και ελάχιστο πάχος 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm (ή ισοδύναμα πάχη άλλων πιστοποιημένων θερμομονωτικών υλικών).
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής σε μερικά φορτία, ή άλλο πιστοποιημένο ισοδύναμο σύστημα.
- Σε μεγάλα δίκτυα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ ανά κλάδους, θα χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές με ρύθμιση στροφών ανάλογα με τη ζήτηση σε ΖΝΧ
- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών σε ΖΝΧ από ηλιοθερμικά συστήματα. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ΖΝΧ καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από $(1,15 \times 1/\eta)$, όπου " η " είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/ΕΚ. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του η , ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.
- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτήρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m² ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.
- Σε κτήρια με πολλές ιδιοκτησίες και κεντρικά συστήματα, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης, ψύξης, καθώς και ΖΝΧ (όπου εφαρμόζεται κεντρική παραγωγή/διανομή) και εφαρμόζεται κατανομή δαπανών με θερμοδομέτρηση.
- Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου.
- Σε όλα τα κτήρια του τριτογενή τομέα επιβάλλεται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95.

Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

Στο υπό μελέτη Κτίριο θα εξεταστούν ανεξάρτητα οι τυχόν διαφορετικές χρήσεις του, σε ό,τι αφορά την ενεργειακή τους κατάταξη. Για τον λόγο αυτό οι πιο πάνω περιορισμοί δεν ισχύουν για το σύνολο του κτηρίου, αλλά διαφοροποιούνται για κάθε μία από τις τυχόν χρήσεις του κτηρίου.

3.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Η ψύξη των χώρων του κτηρίου θα γίνεται με γεωθερμική αντλία θερμότητας. Η ΓΑΘ που τοποθετήσαμε θα καλύψει το πλήρες φορτίο θέρμανσης και ψύξης.

Παρατήρηση: Με τροποποίηση του ΚΤΙΡΙΟδομικού κανονισμού σχετικά με το άρθρο 25, οι ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες είναι πλέον υποχρεωτικές για όλα τα κτήρια με επιφάνεια άνω των 50 m². Κατά το σχεδιασμό (διαστασιολόγηση) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ελάχιστες προδιαγραφές για τα Η-Μ όπως καθορίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ. και να επιλέγονται τεχνολογίες που να έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν σε πλήρη και μερικά φορτία κατά τη θέρμανση ή ψύξη. Η υπερδιαστασιολόγηση του κεντρικού συστήματος λέβητα-καυστήρα για τη θέρμανση χώρων, μειώνει την τελική απόδοση του συστήματος σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στην παράγραφο 4.1.2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

3.1.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης του κτιρίου, έχει υπολογιστεί το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο του κτιρίου. Για τον υπολογισμό της ισχύος λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 20%, λόγω θερμικών απωλειών στο λέβητα, στο δίκτυο διανομής και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής θερμότητας θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Η διανομή στα διαμερίσματα γίνεται με σύστημα fan coils σύστημα, με μια κατακόρυφη κεντρικές σωλήνα προσαγωγής θερμού νερού και μια κατακόρυφη σωλήνα επιστροφής. Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ και η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 (πίνακας 4.7). Οι οριζόντιες στήλες του δικτύου διανομής, διέρχονται σχεδόν εξολοκλήρου από εσωτερικούς θερμαινόμενους χώρους, όπου δεν απαιτείται θερμομόνωση των σωληνώσεων.

3.1.2. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης του κτηρίου, έχει εγκατασταθεί ΓΑΘ η οποία διανέμει με fan coils την θερμότητα στο χώρο. Στη συγκεκριμένη περιοχή του κτηρίου, η χρήση των μονάδων ψύξης, παρατηρείται κυρίως τις μεσημεριανές ώρες, κατά τις ημέρες με θερμοκρασίες πάνω από 30°C. Η συνολική ψυκτική ισχύς της ΓΑΘ είναι 10Kw

Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30°C προκύπτει σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010. Τις βραδινές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που υπάρχει καύσωνας.

Στον πίνακα 5.1 που ακολουθεί, δίνονται αναλυτικά, η ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER των αντλιών θερμότητας που εγκατασταθούν στις επιμέρους ιδιοκτησίες του κτιρίου, σύμφωνα με τις μονάδες που επιλέχθηκαν κατά τη μελέτη ψύξης.

Πίνακας 5.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμότητας για κάθε ιδιοκτησία

Σύστημα	Τύπος	Ονομαστική ψυκτική ισχύς [KW]	Δείκτης αποδοτικότητας EER	Καύσιμο
1	Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη	10.0	2.500	Ηλεκτρισμός

Παρατήρηση: Σε περίπτωση που για το υπό μελέτη Κτίριο δεν προβλεπόταν η εγκατάσταση συστήματος ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται ότι το Κτίριο ψύχεται και το σύστημα ψύξης θα έχει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντίστοιχου κτηρίου αναφοράς, όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφος 4.2.1) και στον Κ.Εν.Α.Κ. Στην περίπτωση αυτή, στην παρούσα παράγραφο θα περιγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης του κτηρίου αναφοράς.

3.1.3. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Το Κτίριο, αναλόγως τη χρήση του, καλύπτει τις ανάγκες του για αερισμό μέσω φυσικού ή τεχνικού αερισμού και σύμφωνα πάντα με τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα που ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 2.4.3 (πίνακας 2.3).

Τα στοιχεία του συστήματος αερισμού του υπό μελέτη κτηρίου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 5.1.1: Στοιχεία συστήματος αερισμού

Ζώνη	Χρήση	Τύπος αερισμού	Απαιτήση για νωπό αέρα [m ³ /h/m ²]
Ζώνη 1	Μονοκατοικία	Φυσικός	0.75

3.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για το υπο μελέτη τμήμα ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 ανά χρήση, και είναι αυτή η τιμή που θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς.

- Μονοκατοικία: 110.00m³/έτος x 1000 lt/m³ / 365 ημέρες/έτος = 301.37 lt/ημέρα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο Κτίριο είναι 301.37 lt

Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 45°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου της Αθήνας όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, δίνονται στον πίνακα 5.2.

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου για Z.N.X. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \rho \cdot \Delta T$$

όπου:

V_d [lt/ημέρα] το ημερήσιο φορτίο, V_d = 301.37 (lt/ημέρα),

ρ [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήση, ρ = 1 (kg/ lt),

c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα, c = 4,18 kJ/(kg.K),

ΔT [K] ή [°C] θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της χαμηλότερης θερμοκρασίας του νερού δικτύου και της θερμοκρασίας του Z.N.X..

Εφαρμόζοντας την πιο πάνω σχέση και για τις θερμοκρασίες νερού δικτύου (πίνακας 5.2), υπολογίστηκε το ημερήσιο θερμικό φορτίο (kWh/ημέρα) για ZNX του κτηρίου για κάθε μήνα, όπως δίνεται στον πίνακα 5.2.

Ζώνη	Χρήση	V _d [lt/ημέρα]	V _{store} [lt]	Q _D [kWh/ημέρα]	P _n [kW]
Ζώνη 1	Μονοκατοικία	301.37	60.27	12.21	3.00

3.2.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ZNX

Για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης του υπό μελέτη κτηρίου, θα εγκατασταθούν τα παρακάτω συστήματα, όπως αυτά παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους πίνακες που ακολουθούν.

Οι σχέσεις υπολογισμού για τη συνολική χωρητικότητα και τη θερμική ισχύ είναι σύμφωνες με τις αντίστοιχες που αναφέρονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/1010 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 5.2.1: Στοιχεία συστήματος για ZNX

Σύστημα	Τύπος	Ισχύς [KW]	Βαθμός απόδοσης	Καύσιμο
1	Αντλία θερμότητας	12.0	3.300	Ηλεκτρισμός

Οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής ZNX θα είναι θερμομονωμένες σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και τα οριζόμενα στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (πίνακας 4.7).

3.2.2. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Το δώμα το κτηρίου είναι περίπου 150 m². Στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου δεν υπάρχει φυσικό ή τεχνητό εμπόδιο που να περιορίζει τον ηλιασμό του δώματος. Έτσι αποφασίστηκε η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών συνολικής έκτασης 10 m².

Παρατήρηση: Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφος 5.3.1.) κατά τη διαστασιολόγηση του συστήματος ηλιακών συλλεκτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες μεθοδολογίες όπως, η ωριαία προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, η μέθοδος καμπυλών *f* των S.klein, W.A.Beckman και J.A Duffie που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του Wincosin και οποιαδήποτε άλλη αναγνωρισμένη αναλυτική ή μη μέθοδος εφαρμόζεται μέχρι σήμερα. Στη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ηλιακών συλλεκτών πρέπει να αναφέρεται η μέθοδος και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικά, ενώ στην παρούσα μελέτη θα πρέπει να αναφέρονται τα αποτελέσματα και η τεκμηρίωση του ποσοστού κάλυψης του φορτίου Z.N.X.

Για τον υπολογισμό του φορτίου κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η μέθοδος καμπυλών *f* (S. klein, W.A. Beckman και J.A Duffie). Η μέθοδος αυτή, δίνει περίπου τα ίδια αποτελέσματα για την κάλυψη του φορτίου ζεστού νερού χρήσης, με την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού όπως δίνεται από το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης είναι επαρκής.

Για το συγκεκριμένο Κτίριο, μελετήθηκε η εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών, προκειμένου για την κάλυψη τουλάχιστον ενός μέρους του απαιτούμενου φορτίου για ζεστό νερό χρήσης. Τα στοιχεία των συλλεκτών που επιλέχθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα 5.4.

Η βέλτιστη γωνία κλίσης ηλιακών συλλεκτών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησης τους. Σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα, για τις ελληνικές περιοχές, η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη για ετήσια χρήση είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, όπου για την Αθήνα είναι 37.90°. Στο υπό μελέτη Κτίριο ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών καθώς και η γωνία κλίσης της εγκατάστασης τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Σύστημα	Προσανατολισμός	Γωνία κλίσης [°]
1	180	45

Έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για επιμέρους γωνίες κλίσεως των ηλιακών συλλεκτών, όπου παρουσιάστηκαν μικρές διαφορές στο φορτίο κάλυψης του υπό μελέτη κτηρίου.

Στον πίνακα 5.3 δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας (kWh/m²), για την περιοχή της της Αθήνας, για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση 45° .

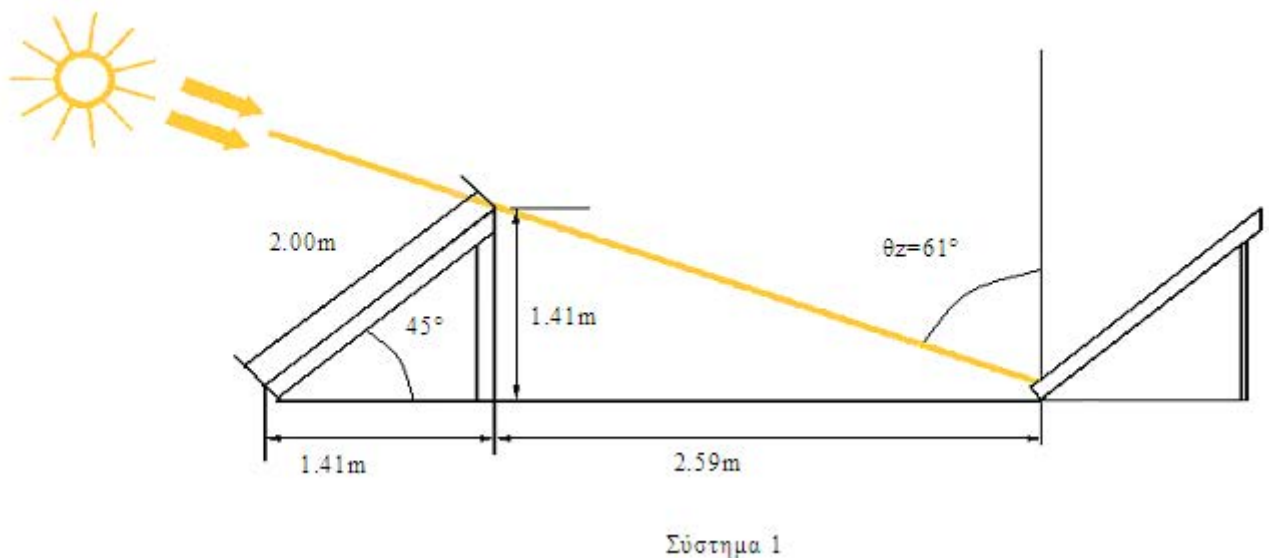
Πίνακας 5.3. Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m^2) για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια.

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε οριζ. επίπεδο (kWh/m^2)	63.0	79.0	117.7	154.3	195.4	214.0	222.4	202.7	152.6	109.0	70.7	55.7
Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε επίπεδο 45.0°	104.0	108.0	135.0	151.0	171.0	178.0	189.0	190.0	167.0	144.0	114.0	98.0

Προκειμένου για τη σωστή τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών και για την αποφυγή αλληλοσκίασης, υπολογίσθηκε η κατάλληλη μεταξύ τους απόσταση τοποθέτησης ως προς τον άξονα βορρά-νότου. Η απόσταση αυτή υπολογίσθηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο). Για την περιοχή της Αθήνας (γεωγραφικό πλάτος $\phi = 37.90^\circ$), η ηλιακή απόκλιση στις 21 Δεκεμβρίου είναι $\delta = -23.45^\circ$.

Για την ηλιακή απόκλιση αυτή η ζενιθιακή γωνία (θ_z) κατά το ηλιακό μεσημέρι, είναι περίπου 61° . Με βάση αυτή τη γωνία και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη, υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν οι ηλιακοί συλλέκτες μεταξύ τους, όταν τοποθετηθούν υπό γωνία, για να μην αλληλοσκιάζονται.

Στο σχήμα 5.2 δίνεται σχηματική απεικόνιση της διάταξης και απόστασης τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών για το υπό μελέτη Κτίριο.



Σχήμα 5.2. Απόσταση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, ως προς το νότο.

Με βάση την ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, τις διαστάσεις τους και τη διαθέσιμη επιφάνεια, η οποία δεν παρουσιάζει προβλήματα σκιασμού, εκτιμήθηκε ο αριθμός ηλιακών συλλεκτών που μπορούν να εγκατασταθούν στο υπό μελέτη Κτίριο. Στη συνέχεια υπολογίσθηκε το φορτίο κάλυψης για τους συγκεκριμένους ηλιακούς συλλέκτες όπως περιγράφονται στη μελέτη διαστασιολόγησης και τη συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό τοποθέτησης. Στο πίνακα 5.4, δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα υπολογισμών για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Πίνακας 5.4. Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη φορτίου ZNX από ηλιακούς συλλέκτες

	Μέσο μηνιαίο φορτίο (kWh/mo)	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. (kWh/mo)	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. - fi (%)	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. (%)
I	490.44	357.76	72.9	34.4
Φ	446.82	371.52	83.1	34.4
M	472.02	464.40	98.4	34.4
A	414.27	414.27	100.0	34.4
M	369.96	369.96	100.0	34.4
I	300.41	300.41	100.0	34.4
I	274.99	274.99	100.0	34.4
A	272.15	272.15	100.0	34.4
Σ	294.93	294.93	100.0	34.4
O	358.62	358.62	100.0	34.4
N	404.66	392.16	96.9	34.4
Δ	464.93	337.12	72.5	34.4
Σύνολο	4564.21	4208.29		
Μέσος όρος ετησίως			92.2	34.4

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης ανέρχεται σε 92.20%. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες κυμαίνονται από 72.5% έως και 100.0%. Η μεγαλύτερη κάλυψη παρουσιάζεται το μήνα Απρίλιο για τη δεδομένη κλίση εγκατάστασης.

Η εγκατάσταση μεγαλύτερης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών, θα δημιουργούσε προβλήματα αλληλοσκίασης μεταξύ των επιφανειών, κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να μεταβάλλεται η κλίση των ηλιακών συλλεκτών ιδιαίτερα τους εαρινούς και φθινοπωρινούς μήνες, ώστε να υπάρχει ακόμα μεγαλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια κάλυψη των θερμικών φορτίων για ZNX από τους ηλιακούς συλλέκτες. Σε περίπτωση μεταβολής της κλίσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών, αυτή δεν μπορεί να υπερβεί την επιλεγείσα κλίση.

Στο σχήμα 5.3, δίνεται μια σχηματική απεικόνιση της θέσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, με τον ακριβή αριθμό των πάνελς και την απόσταση τοποθέτησης μεταξύ των πάνελς.

Σχήμα 5.3. Θέση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, εκτός περιοχής σκίασης.

3.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η κύρια χρήση του κτηρίου είναι : Μονοκατοικία.

Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό στις κατοικίες δε λαμβάνεται υπόψη για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου. Έτσι, η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό θα υπολογισθεί μόνο για άλλη χρήση κτηρίου και θα συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την ενεργειακή πιστοποίηση του αντίστοιχου τμήματος του κτηρίου. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ

Στο Κτίριο δεν εφαρμόζεται διόρθωση (συνφ) λόγω χαμηλής εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος.

3.4. ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τη μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτηρίου:

1. Η εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, η οποία κρίνεται ως μη οικονομικά βιώσιμη εφαρμογή.
2. Η περίπτωση εγκατάστασης οριζόντιων γεωθερμικών εναλλακτών για τη λειτουργία αντλίας θερμότητας δεν μπορεί να εφαρμοστεί, λόγω ανεπαρκούς ελευθέρου οικοπέδου (υπολογίστηκε πως

υπάρχει δυνατότητα κάλυψης μόνο του 14% των απαιτούμενων ψυκτικών - θερμικών φορτίων του κτηρίου).

3. Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών όπως παρουσιάστηκε παραπάνω και η οποία είναι υποχρεωτική βάσει των κανονισμών, θα καλύψει μέρος του θερμικού φορτίου για ζεστό νερό χρήσης του κτηρίου. Λόγω της περιορισμένης επιφάνειας, δεν υπάρχει δυνατότητα εφαρμογής περαιτέρω εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών ή φωτοβολταϊκών στοιχείων.

4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων θα πρέπει να εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, οι θερμικές ζώνες ενός κτηρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου έγιναν με τη χρήση του υπολογιστικού εργαλείου ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Για τους επιμέρους υπολογισμούς και τη διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, κ.ά.), χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές οδηγίες, όπως εφαρμόζονται μέχρι σήμερα και αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους.

4.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα κλιματικά δεδομένα για την περιοχή της Αθήνας, είναι ενσωματωμένα στη βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, "Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών". Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους τους προσανατολισμούς, για την περιοχή της Αθήνας. Το υψόμετρο της περιοχής όπου θα κατασκευασθεί το Κτίριο είναι μικρότερο από τα 500 m. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

4.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης εκδίδεται ανά κύρια χρήση και για ξεχωριστές ιδιοκτησίες (Ν. 3851/2010-ΦΕΚ 85), ανεξαρτήτως εάν τα τμήματα του κτηρίου που αφορούν στις χρήσεις/ιδιοκτησίες εξυπηρετούνται από το ίδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης. Συνεπώς για το υπό μελέτη Κτίριο θα εκδοθεί ΠΕΑ για αντίστοιχη κύρια χρήση: Μονοκατοικία.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κάθε τμήματος του κτηρίου με διαφορετική κύρια χρήση, προσδιορίζονται τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. και στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο Κτίριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

- Η χρήση του κτηρίου, Μονοκατοικία,
- Οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.ά.) και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτηρίου (ωράριο, εσωτερικά κέρδη κ.ά).
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτηρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτηρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.), ο προσανατολισμός τους, τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (π.χ. εσωτερικοί τοίχοι) και άλλα.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών (διαφανών και μη) στοιχείων του κτηριακού κελύφους, όπως: η θερμοπερατότητα, η θερμική μάζα, η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, η διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία κ.ά.

- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων, όπως: ο τύπος των μονάδων παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής, ο τύπος των τερματικών μονάδων κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ZNX, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, η απόδοσή της, οι απώλειες του δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης, το σύστημα αποθήκευσης κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού όσον αφορά τους χώρους των καταστημάτων.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που έχουν επιλεγεί από τη μελέτη σχεδιασμού για το Κτίριο.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη τμήματος του φορτίου για ZNX.

4.3. ΤΜΗΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το εμβαδό και ο όγκος του υπό μελέτη τμήματος ανά χρήση δίνονται στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1: Εμβαδό και όγκος τμήματος

Θερμική Ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m ²]	Θερμαινόμενος όγκος [m ³]	Ψυχόμενος όγκος [m ³]
Ζώνη 1	250.000	250.000	740.000	750.000

4.3.1. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, η διακριτοποίηση ενός κτηρίου σε θερμικές ζώνες γίνεται με τα εξής κριτήρια:

- 1) Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων να διαφέρει περισσότερο από 4 Κ για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- 2) Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία.
- 3) Υπάρχουν χώροι στο Κτίριο που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- 4) Υπάρχουν χώροι στο Κτίριο που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών.
- 5) Υπάρχουν χώροι όπου το σύστημα του μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- ο διαχωρισμός του κτηρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο,
- ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτηρίου,
- τμήματα του κτηρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας του κτηρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Με βάση τα παραπάνω, τα γενικά δεδομένα για κάθε θερμική ζώνη του υπό μελέτη κτηρίου δίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

Πίνακας 6.2: Γενικά δεδομένα για τις θερμικές ζώνες

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Μονοκατοικία	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	246.7	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² K)]	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Γ	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	229	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²)	0.75	Μόνο για κατοικίες από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	1	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

4.3.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 έχουν καθορισθεί οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές.

Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας του τμήματος κατοικιών δίνονται αναλυτικά στον πίνακα 6.3.

Πίνακας 6.3: Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)		Προκαθορισμένη παράμετρος από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 και 20701-3/2010
Ωράριο λειτουργίας	18	
Ημέρες λειτουργίας	7	
Μήνες λειτουργίας	12	
Περίοδος θέρμανσης	1/11 έως 15/4	
Περίοδος ψύξης	15/5 έως 15/9	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	40	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45	
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m ³ /h/m ²)	0.75	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	200	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για Κτίριο αναφοράς (W/m ²)	6.4	
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m ³ /m ² έτος)	1.22	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	45	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	10.1	
Εκλύομενη θερμοκρασία από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	4.0	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.75	
Εκλύομενη θερμοκρασία από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	8.40	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.75	

4.3.3. Κτηριακό κέλυφος κτηρίου

4.3.3.1. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμα επίχρισμα. Όπου θεωρηθεί σκόπιμο πιθανόν να χρησιμοποιηθούν στρώσεις από πλάκες πεζοδρομίου ή κεραμικά πλακίδια κ.α. Σε κάθε περίπτωση, οι συντελεστές απορροφητικότητας και οι συντελεστές εκπομπής των δομικών στοιχείων λαμβάνονται από τον πίνακα 3.14 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Στον πίνακα 6.4.α δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα.

Πίνακας 6.4.α Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Όροφος	Τύπος	Δομικό στοιχείο	γ^1	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	α^2	ϵ^3
Επίπεδο 1	Τοίχος	T4	180	0.432	1.35	0.40	0.80
	Τοίχος	T2	180	0.390	7.56	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	180	0.450	5.03	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	180	0.384	0.75	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	180	0.450	6.99	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	180	0.450	4.20	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	180	0.384	4.50	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	90	0.384	0.75	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	90	0.450	0.00	0.40	0.80
	Τοίχος	T2	90	0.390	12.90	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	90	0.450	4.44	0.40	0.80
	Τοίχος	T4	90	0.432	0.00	0.40	0.80
	Τοίχος	T2	90	0.390	9.45	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	0	0.450	4.20	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	0	0.384	4.50	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	0	0.450	7.95	0.40	0.80
	Τοίχος	T4	0	0.432	1.35	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	0	0.450	5.88	0.40	0.80
	Τοίχος	T4	0	0.432	1.20	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	0	0.450	8.13	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	0	0.450	3.00	0.40	0.80
	Τοίχος	T4	270	0.432	1.20	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	270	0.384	3.75	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	270	0.450	5.32	0.40	0.80
	Τοίχος	T4	270	0.432	1.50	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	270	0.450	12.66	0.40	0.80
	Τοίχος	T4	270	0.432	1.50	0.40	0.80
	Δάπεδο	Δ1	E	0.424	33.15	0.00	0.00
	Δάπεδο	Δ1	E	0.424	15.98	0.00	0.00
	Δάπεδο	Δ1	E	0.424	17.21	0.00	0.00
	Δάπεδο	Δ1	E	0.424	3.96	0.00	0.00
	Δάπεδο	Δ2	E	0.596	23.10	0.00	0.00
	Οροφή	O2	O	0.397	131.56	0.65	0.80
Επίπεδο 2	Τοίχος	T4	180	0.432	1.35	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	180	0.450	5.96	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	180	0.384	0.75	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	180	0.450	6.87	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	180	0.384	4.50	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	90	0.384	0.00	0.40	0.80
	Τοίχος	T2	90	0.390	12.27	0.40	0.80
	Τοίχος	T4	90	0.432	0.00	0.40	0.80
	Τοίχος	T2	90	0.390	12.90	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	90	0.450	3.60	0.40	0.80
	Τοίχος	T4	90	0.432	0.00	0.40	0.80
	Τοίχος	T2	90	0.390	9.45	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	90	0.384	0.75	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	0	0.384	4.50	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	0	0.450	7.95	0.40	0.80
	Τοίχος	T4	0	0.432	1.35	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	0	0.450	7.05	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	0	0.384	0.75	0.40	0.80
	Τοίχος	T4	270	0.432	1.50	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	270	0.450	8.70	0.40	0.80
	Τοίχος	T4	270	0.432	0.60	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	270	0.384	4.50	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	270	0.450	5.15	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	270	0.384	0.00	0.40	0.80
	Τοίχος	T2	270	0.390	9.60	0.40	0.80
	Τοίχος	T1	270	0.450	5.40	0.40	0.80
	Τοίχος	T4	270	0.432	1.50	0.40	0.80
	Τοίχος	T3	270	0.384	4.50	0.40	0.80
	Οροφή	O2	O	0.397	131.56	0.65	0.80

4.3.3.2. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

πλάκες σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
Δ1	0.424	33.150	54.600	1.214	0.0	0.342
Δ1	0.424	15.977	54.600	0.585	0.0	0.342
Δ1	0.424	17.213	54.600	0.630	0.0	0.342
Δ1	0.424	3.960	54.600	0.145	0.0	0.342
Δ2	0.596	23.100	54.600	0.846	0.0	0.428

κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]

6.3.3.3. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους

Πίνακας 6.4.β Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους

Όροφος	Τύπος	Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	Γεινιάζων ΜΘΧ
Επίπεδο 1	Τοίχος	T1	0.450	9.60	ΛΕΒΗΤΟΣ ΤΑΣΙΟ
	Τοίχος	T3	0.384	0.75	ΛΕΒΗΤΟΣ ΤΑΣΙΟ

6.3.3.4. Δεδομένα για δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται τα δεδομένα των αδιαφανών δομικών στοιχείων των τυχόν μη θερμαινόμενων χώρων, που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και εκείνων που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος αντίστοιχα.

Πίνακας 6.4.γ Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων μ.θ.χ. σε επαφή με αέρα.

ΜΘΧ	Τύπος	Προσανατολισμός	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό [m ²]
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	T1	B	0.450	5.630
	T1	Δ	0.450	10.650

Πίνακας 6.4.δ Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων μ.θ.χ. σε επαφή με έδαφος.

ΜΘΧ	Τύπος	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό [m ²]	Εκτεθειμένη περίμετρος [m]	Μέσο βάθος έδρασης [m]

6.3.3.5. Δεδομένα για αερισμό μη θερμαινόμενων χώρων

Ο συνολικός αερισμός μη θερμαινόμενων χώρων υπολογίζεται βάσει του πίνακα 3.27 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Για το υπό μελέτη Κτίριο η παροχή αέρα των μη θερμαινόμενων χώρων καθώς και ο αερισμός τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΜΟΧ	Παροχή [$\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^3$]	Συνολικός όγκος [m^3]	Αερισμός [m^3/h]
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	0.5	31.08	15.54
	0.1	0.00	0.00

6.3.3.6. Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία

Στην παράγραφο 4.3 παρουσιάστηκαν αναλυτικά τα χαρακτηριστικά των κουφωμάτων που θα χρησιμοποιηθούν στο υπό μελέτη Κτίριο κατά περίπτωση.

Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους "g" σε κάθετη πρόσπτωση των υαλοπινάκων δηλώνεται από τον κατασκευαστή και φαίνεται στους αναλυτικούς υπολογισμούς που παρατίθενται.

Αναλυτικά οι υπολογισμοί σχετικά με τα διαφανή δομικά στοιχεία δίνονται στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Για κάθε κούφωμα υπολογίσθηκε ο συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} , ο συντελεστής σκίασης από προστέγασμα F_{ov} και ο συντελεστής σκίασης από πλευρικό F_{fin} .

Στα σχέδια ΕΝΑΚ-6 έως ΕΝΑΚ-9 δίνονται οι γωνίες σκίασης των κουφωμάτων από μακρινά εμπόδια (περιβάλλον κτηρίου), προστεγάσματα και πλευρικά σκίαστρα.

Στον πίνακα 6.5.α δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα για τα νότια ανοίγματα (άμεσου κέρδους) και στον πίνακα 6.5.β για όλα τα υπόλοιπα.

Πίνακας 6.5.α Δεδομένα κουφωμάτων άμεσου κέρδους.

Όροφος	Κούφωμα	γ	Εμβαδόν [m^2]	U [$\text{W}/(\text{m}^2 \text{K})$]	g_w	F_{hor} θέρμ.	F_{hor} ψύξη	F_{ov} θέρμ.	F_{ov} ψύξη	F_{fin} θέρμ.	F_{fin} ψύξη
Επίπεδο 1		180	4.29	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		180	0.72	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		180	2.20	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		180	0.78	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		180	0.78	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		180	0.00	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Επίπεδο 2		180	0.49	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.89
		180	0.84	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		180	0.84	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Πίνακας 6.5.β Δεδομένα κουφωμάτων.

Όροφος	Κούφωμα	γ	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	g_w	F _{hor} θέρμ.	F _{hor} ψύξη	F _{ov} θέρμ.	F _{ov} ψύξη	F _{fin} θέρμ.	F _{fin} ψύξη
Επίπεδο 1		90	1.12	2.800	0.54	1.00	1.00	0.65	0.57	1.00	1.00
		90	1.12	2.800	0.54	1.00	1.00	0.65	0.57	1.00	0.99
		90	5.50	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		90	0.36	2.800	0.54	1.00	1.00	0.56	0.47	0.88	0.97
		90	3.45	2.800	0.54	1.00	1.00	0.69	0.62	0.90	0.98
		0	0.72	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		0	0.72	2.800	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		270	0.68	2.800	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		270	0.72	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Επίπεδο 2		90	1.65	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
		90	1.65	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98
		90	1.92	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		90	1.20	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	0.71	0.92
		90	3.61	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.98
		270	0.85	2.800	0.54	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

4.3.4. Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτηρίου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτηρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων,
- Σύστημα ψύξης χώρων,
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης,
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης,

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, στο λογισμικό.

4.3.4.1. Δεδομένα για σύστημα θέρμανσης χώρων

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθεί για τη θερμική ζώνη με χρήση "Μονοκατοικία" .

Πίνακας 6.6. Δεδομένα συστήματος θέρμανσης τμήματος Μονοκατοικία

Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας: Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη ισχύος 10.0 kW και Ανοικτές εστίες καύσης ισχύος 10.0 kW											
Συνολική θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 3.200, 0.500											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός, Βιομάζα											
Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} :											
Συντελεστής μόνωσης n_{g2} :											
Πραγματικός βαθμός απόδοσης n_{gm} :											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠ	0	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (€/m ²):											
Δίκτυο διανομής θερμότητας: Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 12.000											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/> Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 50.00											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: 95.0%											
Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.93 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.12											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων			Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m ²)				
							5.27				
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 50% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί κάλυψης φορτίου για το σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)													
A /α	Τύπος	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1	Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη	0.500	0.500	0.500	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500
2	Ανοικτές εστίες καύσης	0.500	0.500	0.500	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500

Η υπολογισμένη ισχύς του λέβητα-καυστήρα, ελέγχθηκε για υπερδιαστασιολόγηση σύμφωνα με την σχέση 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Ο κυκλοφορητής που χρησιμοποιείται για την κυκλοφορία του θερμού νερού, έχει ισχύ που δίνεται από τον κατασκευαστή. Επειδή καλύπτει κάθε υπό μελέτη τμήμα, θα πρέπει να επιμεριστεί η ισχύς του αντίστοιχα με τα υπολογιζόμενα από τη μελέτη θέρμανσης θερμικά φορτία των τμημάτων.

Στον πίνακα 6.6. δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης του τμήματος με χρήση "Μονοκατοικία"

4.3.4.2. Δεδομένα για σύστημα ψύξης χώρων

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης του τμήματος με χρήση "Μονοκατοικία"

Πίνακας 6.7. Δεδομένα συστήματος ψύξης τμήματος "Μονοκατοικία"

Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής ψύξης: Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη ισχύος 10.0 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 2.500											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	0.5	ΙΟΥΝ	0.5
ΙΟΥΛ	0.5	ΑΥΓ	0.5	ΣΕΠ	0.5	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης: Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 12.000											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/> Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 7											
Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 12											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής: 95.0%											
Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: Άμεσα συστήματα (μονάδες ανεμιστήρα (fan coils), δαπέδου ή οροφής											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 1.00 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.14											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων			Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m ²)				
							4.46				
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 30% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

4.3.4.3. Δεδομένα για σύστημα αερισμού

Ο αερισμός που εφαρμόζεται σε όλους τους χώρους του κτηρίου είναι φυσικός και σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, η παροχή του αέρα θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νωπό αέρα.

Από τον πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 λαμβάνεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τη χρήση του υπό μελέτη τμήματος ως εξής :

- Μονοκατοικία: 0.75 m³/h/m²

4.3.4.4. Δεδομένα για σύστημα ζεστού νερού χρήσης

Τα στοιχεία (ισχύς, καύσιμο, δίκτυο διανομής κτλ) του συστήματος που χρησιμοποιείται στο υπό μελέτη Κτίριο για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης παρουσιάζονται στον πίνακα 6.8 που ακολουθεί.

Το δίκτυο διανομής είναι μονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και με ποσοστό απωλειών που φαίνεται παρακάτω.

Πίνακας 6.8. Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης

Σύστημα ζεστού νερού χρήσης ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Αντλία θερμότητας ισχύος 12.0 kW											
Θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 3.300											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ZNX από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠ	1	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Σύστημα ανακυκλοφορίας ZNX: ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι <input type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input checked="" type="checkbox"/>											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ZNX (%): 85.0%											
Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας											
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ZNX: 90%											

4.3.4.5. Δεδομένα για σύστημα ηλιακών συλλεκτών

Οι ηλιακοί συλλέκτες που θα εγκατασταθούν στο δώμα, έχουν τη δυνατότητα κάλυψης μέρος του ZNX του κτηρίου. Το είδος, η επιφάνεια, ο βαθμός αξιοποίησης, αλλά και τα υπόλοιπα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 6.9. που ακολουθεί:

Πίνακας 6.9. Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών

Ηλιακοί συλλέκτες θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)	
Είδος ηλιακού συλλέκτη	Επιλεκτικός
Χρήση ηλιακού συλλέκτη για: <input checked="" type="checkbox"/> ΖΝΧ <input checked="" type="checkbox"/> Θέρμανση χώρων	
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για ζεστό νερό χρήσης (%):	34
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για θέρμανση χώρων (%):	37
Εμβαδόν επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών (m ²):	10.0
Κλίση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών (°):	45
Προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών (°):	180
Συντελεστής σκίασης F-s:	1.00

4.3.4.6. Δεδομένα για σύστημα φωτισμού

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων φωτισμού του κτηρίου, όπου αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., συνοψίζονται παρακάτω:

Τα φωτιστικά που θα χρησιμοποιηθούν για του χώρους κατοικιών και για τους κοινόχρηστους μη θερμαινόμενους χώρους, δε λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

4.3.4.7. Δεδομένα κτηρίου αναφοράς

Τα δεδομένα του κτηρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, παράλληλα με την εισαγωγή και ανάλογα τη χρήση και τη λειτουργία του κτηρίου ή των θερμικών ζωνών και σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m²), όπως:

Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη

Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.)

Ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με το Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Ελκυσόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kW)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347

Η αυξημένη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά την τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο Κτίριο, καθώς και την έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής πρωτογενούς ενέργειας.

7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το υπό μελέτη τμήμα έχει χρήση "Μονοκατοικία" και τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη δίδονται στον πίνακα 7.1.

Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 7.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης τμήματος κτηρίου

Χρήση: Μονοκατοικία

Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥ Ν	ΙΟΥ Λ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.76	5.21	3.14	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	4.70	20.86
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	2.96	12.82	17.56	17.15	4.87	0.00	0.00	0.00	55.36
Ζεστό νερό χρήσης	0.08	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.21

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας ανά τελική χρήση δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 7.2. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Μονοκατοικία

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥ Ν	ΙΟΥ Λ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	7.2	5.4	3.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	4.8	21.5
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	3.7	3.6	1.0	0.0	0.0	0.0	11.0
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.5	1.5	1.9	1.7	1.5	1.2	1.1	1.1	1.2	1.5	1.6	1.4	17.1
Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Βοηθητικά συστήματα	1.5	1.4	1.5	0.7	0.2	0.4	0.4	0.4	0.2	0.0	1.5	1.5	9.6
Φωτοβολταϊ κά	4.0	4.3	5.7	6.7	7.9	8.4	8.8	8.6	7.2	5.8	4.4	3.7	75.5
Σύνολο	4.8	2.4	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	33.1

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) δίνονται στον πίνακα 7.3.:

Πίνακας 7.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο - "Μονοκατοικία"

Χρήση: Μονοκατοικία

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	
Βιομάζα	18.6
Σύνολο	-38.6

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα 7.4. που ακολουθεί.

Πίνακας 7.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Μονοκατοικία

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο Κτίριο (Μονοκατοικία)
Θέρμανση	28.0	49.9
Ψύξη	33.8	20.3
Φωτισμός	0.0	0.0
ZNX	16.0	1.4
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	218.9
Σύνολο	77.9	18.6

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο, δίνονται στον πίνακα 7.5.

Πίνακας 7.5. Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Χρήση: Μονοκατοικία

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²)
Βιομάζα	18.6	0.0
Σύνολο	-147.4	-56.7

7.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πίνακας 7.4) του τμήματος του υπο μελέτη κτηρίου, φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία A+ (βλ. επόμενο σχήμα σχήμα).

Άρα υπερπληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ, για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς.

ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ EP ≤ 0.33	
A 0.33 R _R < EP ≤ 0.50 R _R	
B+ 0.50 R _R < EP ≤ 0.75 R _R	
B 0.75 R _R < EP ≤ 1.00 R _R	A+
Γ 1.00 R _R < EP ≤ 1.41 R _R	18.61 kWh/m ²
Δ 1.41 R _R < EP ≤ 1.82 R _R	
E 1.82 R _R < EP ≤ 2.27 R _R	
Z 2.27 R _R < EP ≤ 2.73 R _R	
H 2.73 R _R < EP	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

Ενεργειακή κατάταξη τμήματος κτηρίου

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

Για τη σύνταξη της μελέτης αυτής χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πρότυπα, κανονισμοί, επιστημονικά συγγράμματα και δημοσιεύσεις :

Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων».

Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις».

Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010, «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- Κ.Εν.Α.Κ..».

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».

Duffie A John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.

ΛΙΣΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (CHECK LIST) ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ

Το Κτίριο πρέπει να πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και αφορούν τον σχεδιασμό του, τη θερμομονωτική επάρκεια του κτηριακού κελύφους και τις τεχνικές προδιαγραφές για ορισμένα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά οι ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να πληροί το Κτίριο.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη Κτίριο.
Στο σχεδιασμό του κτηρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι παράμετροι:	Για τον σχεδιασμό του κτηρίου εφαρμόστηκαν τα εξής:
Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών	Παράγραφος 3.1.
Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών	Παράγραφος 3.7.
Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.	
Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).	Παράγραφος 3.2.
Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος (Π.Η.Σ.), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (χρήση νοτίων ανοιγμάτων), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακού χώρου (θερμοκήπιο) κ.α. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών	Παράγραφος 3.6.
Ηλιοπροστασία κτηρίου	Παράγραφος 3.3.
Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.	Παράγραφος 3.5.
Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.	Παράγραφος 3.4.
Απαραίτητα σχέδια	
Σχέδια σκιασμού από μακρινά εμπόδια.	Αρ.Σχ. ENAK 2
Σχέδια σκιασμού από προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ.Σχ. ENAK 3-5
Σχέδια γωνιών σκιασμού ανοιγμάτων από μακρινά εμπόδια, προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ.Σχ. ENAK 6-9
Σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών παθητικών ηλιακών συστημάτων (εκτός άμεσου κέρδους), με σχηματικές τομές τρόπου λειτουργίας τους.	Δεν προβλέπονται τέτοια ΠΗΣ

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη Κτίριο.
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών τοίχων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, αλλά και με όμορα κτήρια, θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη ως ερχόμενων σε επαφή με τον αέρα. (Όλα τα κτήρια στον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας θεωρούνται ως πανταχόθεν ελεύθερα)	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δώματος (ή/και της πλοκής) θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δαπέδων σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών τοίχων σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των γυάλινων προσόψεων θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Δεν υπάρχουν γυάλινες προσόψεις
Ο μέσος συντελεστής $U_{\text{τη}}$ θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την αντίστοιχη τιμή του λόγου A/V .	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Τεύχος ελέγχου θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται:	
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων	Παράγραφος 4 Τεύχος Υπολογισμών
Αναλυτικές προμετρήσεις εμβαδών αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή: με εξωτερικό αέρα, με έδαφος, με μη θερμαινόμενους χώρους	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Αναλυτικές προμετρήσεις θερμογεφυρών	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m .	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη Κτίριο.
Σε κάθε κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.), με παροχή νωπού αέρα $\geq 60\%$ της ονομαστικής παροχής, εφαρμόζεται ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%	Παράγραφος 5.1.3.
Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή άλλου μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος ΖΝΧ, διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.	Παράγραφοι 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3. και 5.2
Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με σχετική ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010.	Παράγραφος 5.1.3.
Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης θερμοκρασίας (ή άλλο ισοδύναμο) για την αποδοτική αντιμετώπιση των μερικών φορτίων. Εάν υπάρχουν μεταβλητά φορτία δικτύου χρησιμοποιούνται συστήματα προσαρμογής του υδραυλικού σημείου λειτουργίας (π.χ. κυκλοφορητές μεταβλητής ικανότητας Δν-ρ)	Παράγραφοι 5.1.1. και 5.1.2.
Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος ανακυκλοφορίας ΖΝΧ, εφαρμόζεται κυκλοφορία με σταθερό $\Delta\rho$ και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών βάση της ζήτησης σε ΖΝΧ.	Παράγραφος 5.2
Κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. Τεκμηρίωση σε περίπτωση μη κάλυψης του ποσοστού 60% Κάλυψη των αναγκών σε ΖΝΧ από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας.	Παράγραφος 5.2.2.
Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτήρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m ² ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.	Παράγραφος 5.3.
Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης.	Παράγραφος 5.1.1.
Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών για τη θέρμανση χώρων, καθώς επίσης και σε κεντρικά συστήματα παραγωγής ΖΝΧ, εφαρμόζεται θερμιδομέτρηση	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτήρια του τριτογενή τομέα απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95.	Παράγραφος 5.4.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια	Εφαρμογή στο υπό μελέτη Κτίριο
Μελέτη τεχνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής σκοπιμότητας	
Το Κτίριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Β (Κτίριο αναφοράς) ή σε καλύτερη	Παράγραφοι 7.3 και 7.4
Το Κτίριο έχει μικρότερη ή ίση μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το Κτίριο αναφοράς.	Παράγραφοι 7.1. και 7.2.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	
Τεκμηρίωση μη απαίτησης εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης	Παράγραφος 5.4.
Τεκμηρίωση υπαγωγής ή μη στην περίπτωση ριζικής ανακαίνισης	Δεν απαιτείται
Σε περίπτωση υπαγωγής σε ριζική ανακαίνιση απαιτείται τεκμηρίωση με τεχνική έκθεση, των επιλεγμένων ή μη επεμβάσεων ως προς τις τεχνικές, λειτουργικές και οικονομικές δυσκολίες τη σχέση κόστους/οφέλους που προκύπτει από το βαθμό αναβάθμισης του κτηρίου και την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται.	Δεν απαιτείται

Ο μηχανικός

	Κτίριο υπό μελέτη		Κτίριο Αναφοράς		Διαφορά		Αξιολόγηση
	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m ²)	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m ²)	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Διαφορά απαιτούμενης πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	Ποσοστό διαφοράς (%)	
Θέρμανση							
Συνολική Ζήτηση	22.3	100.0%	23.9	100.0%	-1.6	-6.8%	
Ζήτηση	19.7	88.3%	21.0	87.9%	-1.3	-6.3%	
Σύστημα εκπομπής	1.5	6.7%	1.6	6.6%	-0.1	-6.3%	
Σύστημα διανομής	1.1	5.0%	1.3	5.5%	-0.2	-15.3%	
Κέρδος ηλιακής ενέργειας	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	22.3	44.6%	23.9	85.2%	-1.6	-6.8%	
Σύστημα παραγωγής	4.8	9.6%	3.7	13.3%	1.1	28.2%	6
Βοηθητικά συστήματα	22.8	45.8%	0.4	1.5%	22.4	5170.2%	1
Σύστημα BMS	-0.0	-0.0%	0.0	0.0%	-0.0		
Κατανάλωση	49.9	100.0%	28.0	100.0%	21.8	77.8%	

Ψύξη							
Ζήτηση	30.1	148.5%	66.5	196.6%	-36.4	-54.8%	
Σύστημα εκπομπής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα διανομής	1.6	7.8%	0.0	0.0%	1.6		5
Σύστημα παραγωγής	-15.7	-77.4%	-37.0	-109.2%	21.3	-57.6%	2
Βοηθητικά συστήματα	4.3	21.1%	4.3	12.6%	0.0	0.0%	
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	20.3	100.0%	33.8	100.0%	-13.6	-40.1%	
ZNX							
Συνολική Ζήτηση	55.9	100.0%	13.3	100.0%	42.6	321.4%	
Ζήτηση	42.8	76.5%	12.3	93.0%	30.4	246.6%	
Σύστημα εκπομπής	4.8	8.5%	0.9	7.0%	3.8	411.7%	4
Σύστημα διανομής	8.4	15.0%	-0.0	-0.0%	8.4		3
Κέρδος ηλιακής ενέργειας	-51.5	-92.2%	-2.0	-15.0%	-49.5	2490.1%	
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	4.4	306.8%	11.3	70.3%	-6.9	-61.3%	
Σύστημα παραγωγής	-3.5	-248.3%	4.8	29.9%	-8.3	-173.4%	
Σύστημα BMS	0.6	41.5%	-0.0	-0.2%	0.6	-1922.9%	
Κατανάλωση	1.4	100.0%	16.0	100.0%	-14.6	-91.1%	
Ύγρανση							
Ζήτηση	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα εκπομπής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα παραγωγής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0		
Λοιπά συστήματα							
Βοηθητικά συστήματα ΚΚΜ	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση Φωτισμού	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Συνολική κατανάλωση κτιρίου	18.6	0.0%	77.9	0.0%	-59.3	-76.1%	

Πιθανές διορθωτικές ενέργειες		
A/a	Διορθωτική ενέργεια	Μέγεθος προβλήματος (kWh/m ²)
1	Βελτίωση βοηθητικών συστημάτων θέρμανσης	22.4
2	Βελτίωση συστήματος παραγωγής ψύξης	21.3
3	Βελτίωση συστήματος διανομής ZNX	8.4
4	Βελτίωση συστήματος εκπομπής ZNX	3.8
5	Βελτίωση συστήματος διανομής ψύξης	1.6
6	Βελτίωση συστήματος παραγωγής θέρμανσης	1.1

Χρήση	Μονοκατοικία		
Συνολική επιφάνεια (m ²)	246.67	Αριθμός ορόφων	2
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m ²)	250.00	Τυπικό ύψος ορόφου (m)	3
Ψυχόμενη επιφάνεια (m ²)	250.00	Ύψος ισογείου (m)	3
Συνολικός όγκος (m ³)	740.01		
Θερμαινόμενος όγκος (m ³)	740.00	Αριθμός θερμικών ζωνών	1
Ψυχόμενος όγκος (m ³)	750.00	Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων	2
Έκθεση κτιρίου*	-1	Αριθμός ηλιακών χώρων	0

* -1: Μη επιλογή, 0: Εκτεθειμένο, 1: Ενδιάμεσο, 2: Προστατευμένο

Γενικά στοιχεία ζώνης 1

Χρήση Μονοκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m ²)	246.670
Αν. θερμοχωρητικότητα (kJ/m ² K)	260
Διατάξεις ελέγχου, αυτοματισμών	2
Διείσδυση από κουφώματα (m ³ /h)	228.99700
Αριθμός καμινάδων	
Αριθμός θυρίδων αερισμού	
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0
Κόστος ανεμιστήρων οροφής (€)	

Κέλυφος

Αδιαφανείς επιφάνειες

Τύπος

Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Οροφή Τοίχος Τοίχος
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος
 Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Τοίχος Οροφή

Περιγραφή

T4 T2 T1 T3 T1 T1 T3 T3 T1 T2
 T1 T4 T2 T1 T3 T1 T4 T1 T4 T1
 T1 T4 T3 T1 T4 T1 T4 O2 T4 T1
 T3 T1 T3 T3 T2 T4 T2 T1 T4 T2
 T3 T3 T1 T4 T1 T3 T4 T1 T4 T3
 T1 T3 T2 T1 T4 T3 O2

Προσ/σμός (deg)

180 180 180 180 180 180 180 90 90 90
 90 90 90 0 0 0 0 0 0
 0 270 270 270 270 270 270 180 180
 180 180 180 90 90 90 90 90 90
 90 0 0 0 0 270 270 270
 270 270 270 270 270 270

Κλίση (deg)

90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00
 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00
 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 0.00 90.00 90.00
 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00
 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00
 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 90.00 0.00

Εμβαδόν (m²)

1.350 7.560 5.030 0.750 6.990 4.200 4.500 0.750 0.000 12.900
 4.440 0.000 9.450 4.200 4.500 7.950 1.350 5.880 1.200 8.130
 3.000 1.200 3.750 5.320 1.500 12.660 1.500 131.560 1.350 5.960
 0.750 6.870 4.500 0.000 12.270 0.000 12.900 3.600 0.000 9.450
 0.750 4.500 7.950 1.350 7.050 0.750 1.500 8.700 0.600 4.500
 5.150 0.000 9.600 5.400 1.500 4.500 131.560

U (W/m²K)	0.432 0.390 0.450 0.384 0.450 0.450 0.384 0.384 0.450 0.390 0.450 0.432 0.390 0.450 0.384 0.450 0.432 0.450 0.432 0.450 0.450 0.432 0.384 0.450 0.432 0.450 0.432 0.397 0.432 0.450 0.384 0.450 0.384 0.384 0.390 0.432 0.390 0.450 0.432 0.390 0.384 0.384 0.450 0.432 0.450 0.384 0.432 0.450 0.432 0.384 0.450 0.384 0.390 0.450 0.432 0.384 0.397
Rse (m²K/W)	0.04 0.04
Απορροφητικότητα	0.40 0.65 0.40 0.65
Συν. εκπομπής	0.80 0.80
F_hor_h (-)	1.0000 0.9000 1.0000 0.9000
F_hor_c (-)	1.0000 0.9000 1.0000 0.9000
F_ov_h (-)	1.0000 0.9000
F_ov_c (-)	1.0000 1.0000

F_fin_h (-)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000
0.0000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000
0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	1.0000	0.9000
0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000
0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000
F_fin_c (-)	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000
0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000
0.0000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000
0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	1.0000	0.9000
0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000
0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000
Κόστος (€/m ²)	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	0.9000	1.0000	0.9000

Διαφανείς επιφάνειες

Τύπος	Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα									
Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα	Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα									
Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα	Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα									
Ανοιγόμενο κούφωμα Ανοιγόμενο κούφωμα Περιγραφή	A1 A1									
Προσ/σμός (deg)	180 180 180 180 180 180 90 90 90 90 90 0 0 270 270 270 180 180 180 90 90 90 90 90 270									
Κλίση (deg)	90.00 90.00									
Εμβαδόν (m ²)	4.290 0.720 2.200 0.780 0.780 0.000 1.120 1.120 5.500 0.360 3.454 0.720 0.720 0.680 0.720 0.720 0.490 0.840 0.840 1.650 1.650 1.920 1.200 3.611 0.850									
U (W/m ² K)	2.80 2.80									
g_w (-)	0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440									
0.5440	0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440									
0.5440	0.5440 0.5440 0.5440 0.5440 0.5440									
F_hor_h (-)	1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000									
1.0000	1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000 1.0000									

1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
F_hor_c (-)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
F_ov_h (-)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.6520	0.6520	1.0000
0.5560	0.6920	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
F_ov_c (-)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.5700	0.5700	1.0000
0.4700	0.6200	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
F_fin_h (-)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
0.8800	0.8960	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.8340	1.0000	1.0000
1.0000	1.0000	1.0000	0.7140	0.8960	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
F_fin_c (-)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.9900	1.0000
0.9700	0.9780	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000	0.8860	1.0000	1.0000
0.9900	0.9770	1.0000	0.9180	0.9780	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000
Κόστος (€/m ²)									

Σε επαφή με το έδαφος

Δάπεδο Δάπεδο Δάπεδο Δάπεδο Δάπεδο

Δ1 Δ1 Δ1 Δ1 Δ2

33.150 15.977 17.213 3.960 23.100

0.342 0.342 0.342 0.342 0.428

0.0 0.0 0.0 0.0 0.0

54.6 54.6 54.6 54.6 54.6

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Θέρμανση (Παραγωγή)

Τύπος	Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη	Ανοικτές εστίες καύσης
Πηγή ενέργειας	Electricity	Biomass
Ισχύς (kW)	10.0000	10.0000
Βαθμός απόδοσης	1	0.5000
COP (-)	3.2000	1
Κόστος (€/m ²)		

Θέρμανση (Δίκτυο Διανομής)

Τύπος	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Ti (°C)	50.00
Βαθμός απόδοσης	0.9500
Κόστος (€/m ²)	

Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)

Τύπος	Σώματα καλοριφέρ
Βαθμός απόδοσης	0.9300
Κόστος (€/m ²)	

Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)

Τύπος	Αντλίες, Ανεμιστήρες,
Αριθμός (-)	2, 10,
Ισχύς (kW)	0.3000 0.0700,

ΨΥΞΗ

Ψύξη (Παραγωγή)

Τύπος	Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη
Πηγή ενέργειας	Electricity
Ισχύς (kW)	10.0000
Βαθμός απόδοσης	1
Εν. αποδοτικότητα	2.5000
Κόστος (€/m ²)	

Ψύξη (Δίκτυο Διανομής)

Τύπος	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	0.9500
Κόστος (€/m ²)	

Ψύξη (Τερματικές μονάδες)

Τύπος	Κλιματιστικά
Βαθμός απόδοσης	1.0000
Κόστος (€/m ²)	

ΥΓΡΑΝΣΗ

Υγρανση (Παραγωγή)

Τύπος	
Πηγή ενέργειας	
Ισχύς (kW)	
Βαθμός απόδοσης	
Κόστος (€/m ²)	

Υγρανση (Δίκτυο Διανομής)

Τύπος	Τοπική παραγωγή
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	0.0000
Κόστος (€/m ²)	

Υγρανση (Τερματικές μονάδες)

Τύπος	Ψεкасμός
Βαθμός απόδοσης	1
Κόστος (€/m ²)	

ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

ΚΚΜ (Τμήμα θέρμανσης)

Παροχή αέρα (m ³ /h)
T _{i_h} (°C)
R _h (-)
Q _{r_h} (-)

ΚΚΜ (Τμήμα ψύξης)

Παροχή αέρα (m ³ /h)
T _{i_c} (°C)
R _c (-)
Q _{r_c} (-)

ΚΚΜ (Τμήμα ύγρανσης)

H _r (-)
E _{vent} (kW s/m ³)

ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ

ΖΝΧ (Παραγωγή)

Τύπος	Αντλία Θερμότητας (Α.Θ.)
Πηγή ενέργειας	Electricity
Ισχύς (kW)	12.0000
Βαθμός απόδοσης	3.3000
Κόστος (€/m ²)	

ΖΝΧ (Δίκτυο Διανομής)

Τύπος	Άμεση κατανάλωση
Χώρος διέλευσης	Πάνω από 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	0.8500
Κόστος (€/m ²)	

ΖΝΧ (Σύστημα αποθήκευσης)

Τύπος	Δεξαμενή
Βαθμός απόδοσης	0.9000
Κόστος (€/m ²)	

ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

Τύπος	Επιλεκτικός επίπεδος
Συν. α (-)	0.34400
Συν. β (-)	0.00000
Επιφάνεια (m ²)	10.00000
Προσ/σμός (deg)	180
F _s (-)	45.00000
Κόστος (€/m ²)	1.00000
Κόστος (€/m ²)	1.00000

ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ισχύς (kW)
Περιοχή ΦΦ (%)
Αυτ. ελέγχου ΦΦ
Αυτ. αν. κίνησης
Κόστος (€/m ²)

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ kWh/m ²	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	6.8	0.0	0.1	0.0
ΦΕΒ	5.2	0.0	0.0	0.0
ΜΑΡ	3.1	0.0	0.0	0.0
ΑΠΡ	0.2	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	3.0	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	12.8	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	17.6	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	17.2	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	4.9	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΝΟΕ	0.9	0.0	0.0	0.0
ΔΕΚ	4.7	0.0	0.1	0.0
ΣΥΝ	20.9	55.4	0.2	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ kWh/m ²	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	13.3	0.0	0.3	0.0
ΦΕΒ	10.6	0.0	0.2	0.0
ΜΑΡ	8.1	0.0	0.1	0.0
ΑΠΡ	2.3	0.0	0.1	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.5	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	5.0	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	6.4	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	6.3	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	2.0	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	0.1	0.0
ΝΟΕ	5.2	0.0	0.1	0.0
ΔΕΚ	10.3	0.0	0.3	0.0
ΣΥΝ	49.9	20.3	1.4	0.0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ kWh/m ²	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	7.2	0.0	1.5	0.0
ΦΕΒ	5.4	0.0	1.6	0.0
ΜΑΡ	3.1	0.0	1.9	0.0
ΑΠΡ	0.2	0.0	1.7	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	1.5	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	2.7	1.2	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	3.7	1.1	0.0
ΑΥΓ	0.0	3.6	1.1	0.0
ΣΕΠ	0.0	1.0	1.2	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.5	0.0
ΝΟΕ	0.9	0.0	1.6	0.0
ΔΕΚ	4.8	0.0	1.4	0.0
ΣΥΝ	0.0	0.0	0.0	0.0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ kWh/m ²	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	8.0	0.0	1.5	0.0
ΦΕΒ	6.3	0.0	1.4	0.0
ΜΑΡ	4.1	0.0	1.4	0.0
ΑΠΡ	0.3	0.0	1.3	0.0
ΜΑΙ	0.0	3.1	1.1	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	13.9	0.9	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	19.6	0.8	0.0
ΑΥΓ	0.0	19.2	0.8	0.0
ΣΕΠ	0.0	5.3	0.9	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.1	0.0
ΝΟΕ	1.2	0.0	1.2	0.0
ΔΕΚ	5.5	0.0	1.4	0.0
ΣΥΝ	25.4	61.2	13.8	0.0

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ kWh/m ²	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	8.7	0.0	1.7	0.0
ΦΕΒ	7.0	0.0	1.6	0.0
ΜΑΡ	4.5	0.0	1.7	0.0
ΑΠΡ	0.3	0.0	1.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	2.0	1.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	7.8	1.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	10.6	1.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	10.4	0.9	0.0
ΣΕΠ	0.0	3.1	1.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3	0.0
ΝΟΕ	1.4	0.0	1.4	0.0
ΔΕΚ	6.1	0.0	1.6	0.0
ΣΥΝ	28.0	33.8	16.0	0.0

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ kWh/m ²	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	7.9	0.0	1.7	0.0
ΦΕΒ	6.3	0.0	1.6	0.0
ΜΑΡ	4.1	0.0	1.7	0.0
ΑΠΡ	0.3	0.0	1.5	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.5	1.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	2.3	1.1	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	3.3	1.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	3.2	1.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.9	1.0	0.0
ΟΚΤ	0.0	0.0	1.3	0.0
ΝΟΕ	1.2	0.0	1.4	0.0
ΔΕΚ	5.4	0.0	1.6	0.0
ΣΥΝ	0.0	0.0	0.0	0.0