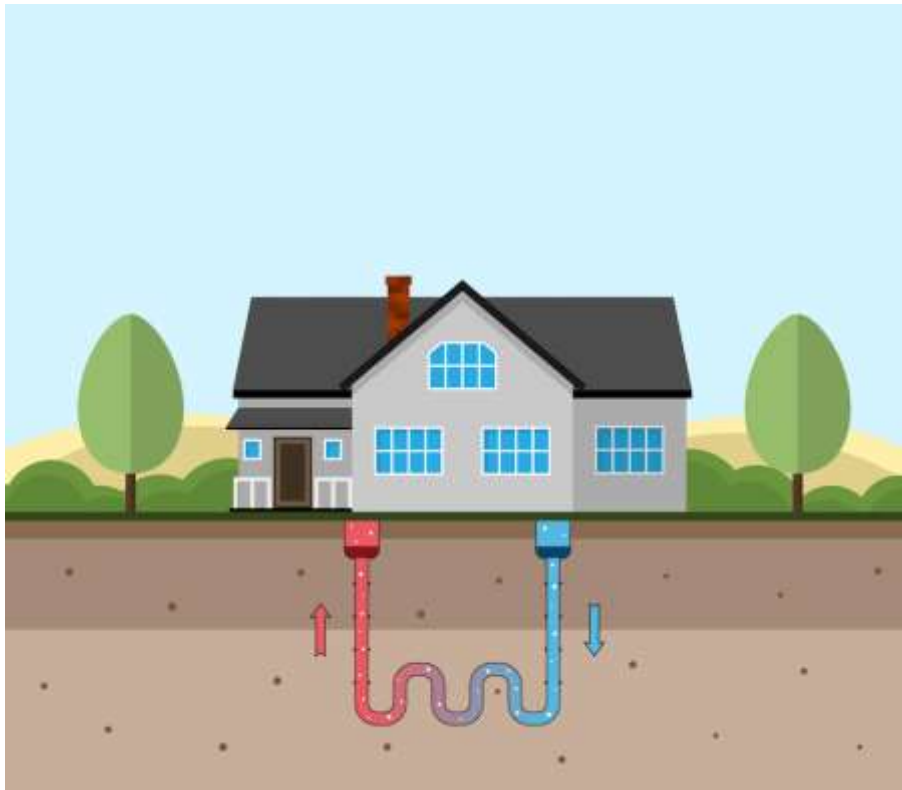




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΛΟΠΟΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΛΥΨΗ ΕΤΗΣΙΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΕ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΚΑΛΟΓΕΡΗΣ ΗΛΙΑΣ ΑΜ: 6158

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Ι. Δ. ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2021

Πρόλογος

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Διπλωματική Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και αναφέρεται στην μεθοδολογία υπολογισμού Γεωθερμικών συστημάτων.

Αρχικά, αναλύεται ο όρος της Γεωθερμίας και οι κατηγορίες στις οποίες εντάσσεται. Στη συνέχεια μελετάται η Ηλιακή ακτινοβολία, αναφέρεται πόσο χρήσιμη είναι για τον άνθρωπο καθώς και οι δυνατότητες αποθήκευσης και εκμετάλλευσης της Ηλιακής ενέργειας. Στο τέλος δίνονται αριθμητικοί υπολογισμοί ενός πλήρους Γεωθερμικού Συστήματος Θέρμανσης – Ψύξης, σε συνδυασμό με την ηλιακή ενέργεια για διώροφη κατοικία.

Στο σημείο αυτό, επιθυμώ να ευχαριστήσω τους γονείς μου, οι οποίοι ήταν αυτοί που με υποστήριξαν όλα τα χρόνια των σπουδών μου, την συζυγό μου, Μαργαρίτα και την κόρη μας, Αναστασία, για τη δύναμη που μου έδιναν καθημερινά και τη βοήθεια που μου πρόσφεραν απλόχερα.

Επίσης, ιδιαίτερης μνείας χρήζει η Ενεργειακή Κατασκευαστική *T. Παπαδάτος* και ο εργοδότης μου, ο οποίος πίστεψε σε εμένα από την πρώτη μέρα της πρακτικής μου έως και σήμερα, με συμβούλευε τεχνικά και μου παραχώρησε όλα τα πρακτικά εργαλεία που απαιτούνταν για την εκπόνηση της εν λόγω εργασίας.

Τέλος, αποτελεί χρέος μου να αναφερθώ στον επιβλέποντα καθηγητή, Ι. Καλογήρου, ο οποίος, παρόλη την καθυστέρηση λόγω προσωπικών περιπετειών, ήταν σε όλη αυτή τη διαδρομή παρών, συμβάλλοντας καθοριστικά στην ολοκλήρωση του πονήματος.

Είμαι ευγνώμων.

Η. Καλογέρης

Μάιος 2021

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Φοιτητής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο Φοιτητής
ΚΑΛΟΓΕΡΗΣ ΗΛΙΑΣ

.....


(Υπογραφή)

Περίληψη

Με αφορμή την υπερκατανάλωση και την εξάντληση των ορυκτών καυσίμων του πλανήτη, με την υπερβολική επιβάρυνση της βιόσφαιρας από την ανθρωπογενή ρύπανση, μετά από την απροβλημάτιστη δημιουργία κτισμάτων – από απλά διαμερισμάτια έως τεράστιες υπερκατασκευές – τα οποία υπερκαταναλώνουν, υπέρκοστιζούν και υπερ-ρυπαίνουν, ήρθε επιτέλους η στιγμή να προβληματιστούμε ή να εφαρμόσουμε κανόνες που αφορούν κτίρια χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας χρησιμοποιώντας μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται συστήματα και εφαρμογές της Γεωθερμίας. Παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή, από το πως ανακαλύφθηκε και πως εξελίχθηκε στο πέρασμα του χρόνου καθώς και τα πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα που υπάρχουν από την εκμετάλευση της γεωθερμίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται τα θερμικά ηλιακά συστήματα μιας και στη χώρα μας η εκμετάλευση της ηλιακής ενέργειας έχει πολλά ωφέλη καθώς και διάφορα συστήματα θέρμανσης Ζεστών Νερών Χρήσης από την ηλιακή ενέργεια, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρατίθεται μελέτη για διώροφη κατοικία, με την χρήση αβαθούς γεωθερμίας με οριζόντιο κλειστό κύκλωμα για θέρμανση και ψύξη αυτής, σε συνδυασμό με την ηλιακή ενέργεια για τα Ζεστά Νερά Χρήσης. Στη συνέχεια συγκρίνεται η ίδια κατοικία με συμβατικά συστήματα λέβητα και κλιματισμού όπως κατα το πλείστον είναι εξοπλισμένα τα σπίτια στην Ελλάδα.

Τέλος συγκρίνονται και αναλύονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν βάση των παραπάνω (εξοικονόμηση ενέργειας, χρημάτων κλπ).

Abstract

Because of the over-consumption and depletion of the planet's fossil fuels, with the excessive burden of the biosphere from man-made pollution, after the trouble-free creation of buildings - from simple apartments to huge superstructures - which over-consume or over-consume, is time to think about or apply rules for

low-energy buildings using renewable energy sources. In the first chapter I analyze systems and applications of Geothermal energy. I present a historical background, from how it was discovered and how it evolved over time as well as the advantages - disadvantages that exist from the exploitation of geothermal energy.

In the second chapter I analyze the thermal solar systems since in our country the exploitation of solar energy has many benefits as well as various Hot Water heating systems, advantages and disadvantages.

In the third chapter I present a study for a two-storey house, using shallow geothermal with horizontal closed circuit for heating and cooling, in combination with solar energy for Hot Water. Then I compare the same house with conventional boiler and air conditioning systems as most houses in Greece are equipped.

Finally, I compare and analyze the conclusions that emerged based on the above (energy savings, money, etc.).

Πίνακας Περιεχομένων

ΕΞΩΦΥΛΛΟ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Γεωθερμικά συστήματα και εφαρμογές

1.1	Εισαγωγή	3
1.2	Περιγραφή και αρχές λειτουργίας γεωθερμικών συστημάτων	3
1.2.1	Σύντομη ιστορική αναδρομή	6
1.2.2	Γεωθερμική ενέργεια και γενικές αρχές λειτουργίας συστημάτων εκμετάλλευσής της	8
1.2.3	Συστήματα γεωθερμίας και εφαρμογές στην καθημερινή ζωή	10
1.3	Αβαθής γεωθερμία	13
1.3.1	Τύποι γεωεναλλάκτη και η λειτουργία τους	14
1.3.2	Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας	22
1.3.3	Σύστημα εκμετάλλευσης αβαθούς γεωθερμίας για οικιακές εφαρμογές – Μέρη του συστήματος – Λειτουργία	25
1.4	Γεωθερμία: Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα	26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Θερμικά ηλιακά συστήματα

2.1	2.1 Εισαγωγή – Τι είναι τα θερμικά ηλιακά συστήματα	28
2.2	Τύποι ηλιακών συλλεκτών και εναλλακτών	30
2.2.1	Είδη ηλιακών συλλεκτών	30
2.2.2	Είδη εναλλακτών θερμότητας	39
2.3	Ηλιακή ενέργεια – τρόποι εκμετάλλευσης και δυνατότητες	47

2.4	Η ηλιακή ενέργεια ως εναλλακτικός τρόπος για παροχή ζεστού νερού χρήσης	48
2.4.1	Συστήματα Ζεστών Νερών Χρήσης	49
2.4.2	Συστήματα Combi και Combi plus – Κεντρικό Ηλιακό Συστήμα	51
2.5	Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα της χρήσης ηλιακής ενέργειας	54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Γεωθερμική και τεχνοοικονομική μελέτη διώροφης κατοικίας

3.1	Εισαγωγή - Πληροφορίες έργου	56
3.2	Συστήματα θέρμανσης – ψύξης χώρου	60
3.2.1	Μονάδες εξαναγκασμένης ανακυκλοφορίας	60
3.2.2	Θερμαντικά σώματα	61
3.2.3	Θερμικές απώλειες – Ψυκτικά φορτία	63
3.3	Διαστασιολόγηση του Γεωθερμικού (οριζόντιου) συστήματος στο έδαφος	63
3.3.1	Παροχή αντλίας νερού οριζόντιου γήινου εναλλάκτη	67
3.3.2	Ονομαστική διάμετρος σωλήνωσης εναλλάκτη	68
3.3.3	Θερμική αντίσταση συναλλαγής θερμότητας με το έδαφος.....	69
3.3.4	Μήκος εναλλάκτη.....	71
3.3.5	Υπολογισμός κυκλοφορητή	72
3.3.6	Δοχείο Διαστολής	73
3.4	Υπολογισμός κόστους οριζόντιου γεωθερμικού συστήματος	75
3.5	Υπολογισμός κόστους Λειτουργίας οριζόντιου γεωθερμικού συστήματος	78
3.5.1	Βαθμός απόδοσης COP & EER της αντλίας θερμότητας	78
3.5.2	Διαστασιολόγηση ηλιακού θερμικού συστήματος για ZNX ...	78
3.5.3	1 ^ο Σενάριο – Κάλυψη αναγκών οικίας με χρήση Γεωθερμίας και Ηλιακών διπλής ενεργείας	80
3.5.4	2 ^ο Σενάριο – Κάλυψη αναγκών κτιρίου με χρήση λέβητα πετρελαίου και κλιματιστικών τύπου Split	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Σύγκριση 1^{ου} & 2^{ου} σεναρίου

4.1	Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας	88
4.1.1	Γραφήματα Καταναλισκώμενης Ενέργειας.....	89
4.2	Ετήσια εξοικονόμηση κόστους λειτουργίας.....	90
4.3	Ενεργειακή Κλάση	90

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Συμπεράσματα	93
Πίνακας Εικόνων & Σχεδίων	94
Βιβλιογραφία	97
Παραρτήματα I – Μελέτη Θέρμανσης	100
Παραρτήματα II – Μελέτη Κλιματισμού	139
Παραρτήματα III – Διάμετρος Σωλήνωσης Εναλλάκτη	201
Παραρτήματα IV – Χαρακτ/ικά Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας ...	202

Εισαγωγή

Όλοι σχεδόν οι τομείς της ζωής του ανθρώπου συνδέονται άρρηκτα με την ενέργεια. Ο φωτισμός, η θέρμανση, οι μετακινήσεις, η βιομηχανία είναι μερικοί μόνο από τους τομείς που συνδέονται άμεσα με τη χρήση και την κατανάλωση ενέργειας. Η χρήση των ενεργειακών, ορυκτών ως επί το πλείστον, πόρων του πλανήτη για την κάλυψη των ολοένα αυξανόμενων αναγκών της σύγχρονης κοινωνίας, έχει αρχίσει να οδηγεί στην εξάντλησή τους, στην αύξηση των τιμών τους, ενώ παράλληλα έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ατμοσφαιρική ρύπανση, η όξινη βροχή είναι αποτέλεσμα των διαδικασιών παραγωγής ενέργειας στις οποίες χρησιμοποιούνται ορυκτά κυρίως καύσιμα (άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο).

Τις τελευταίες δεκαετίες υπάρχει μία στροφή προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ), οι οποίες χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για την κάλυψη των πάγιων αναγκών του ανθρώπου.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ή ήπιες μορφές ενέργειας) είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας προερχόμενες από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η κυκλοφορία του νερού και άλλες.

Τα βασικά χαρακτηριστικά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι δύο. Καταρχάς, η εκμετάλλευσή τους δεν προϋποθέτει κανενός είδους ενεργητική παρέμβαση, όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως συμβαίνει με τις συμβατικές χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά μόνο την εκμετάλλευση της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, είναι «καθαρές» μορφές ενέργειας, «φιλικές» προς το περιβάλλον, οι οποίες δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα.¹³

Οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι: η ηλιακή ενέργεια, η αιολική, υδραυλική ενέργεια (υδατοπτώσεις), η γεωθερμική (υψηλής και χαμηλής ενθαλπίας), η βιομάζα και οι θάλασσες (ενέργεια κυμάτων και

παλιρροϊκή, ενέργεια των ωκεανών λόγω διαφοράς θερμοκρασίας των νερών στην επιφάνεια και σε μεγάλο βάθος.¹⁴

Ο χαρακτηρισμός «ανανεώσιμες» είναι κάπως καταχρηστικός, αφού ορισμένες από αυτές τις πηγές, όπως η γεωθερμική ενέργεια, δεν ανανεώνονται σε κλίμακα χιλιετιών. Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά ανανεώσιμη,¹⁵ εφόσον δεν γίνεται υπεράντληση.¹⁶

Γεωθερμία ή γεωθερμική ενέργεια ονομάζουμε τη φυσική θερμική ενέργεια της Γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια.¹⁷

Στα κεφάλαια που θα ακολουθήσουν θα γίνει αναφορά στη συγκεκριμένη μορφή ενέργειας, στα γεωθερμικά συστήματα που υπάρχουν και τις εφαρμογές τους στην καθημερινή ζωή και θα εξεταστεί η επίτευξη ενεργειακής κάλυψης κατοικίας σε συνδυασμό με τεχνικοοικονομική ανάλυση με σκοπό τη βέλτιστη απόδοση με το μικρότερο δυνατό κόστος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Γεωθερμικά συστήματα και εφαρμογές

1.1 Εισαγωγή

Γεωθερμία ή γεωθερμική ενέργεια ονομάζουμε τη φυσική θερμική ενέργεια της Γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια.¹⁷ Όπως προκύπτει από τα ηφαίστεια, τις θερμές πηγές και από μετρήσεις σε γεωτρήσεις, στο εσωτερικό της γης αναπτύσσονται αρκετά υψηλές θερμοκρασίες, που υπερβαίνουν τους 5000 °C στον πυρήνα. Η θερμότητα αυτή η οποία περιέχεται στο εσωτερικό της γης αποτελεί στην ουσία την γεωθερμική ενέργεια και είναι αρκετά μεγάλη, ώστε μπορεί να θεωρηθεί πρακτικά ανεξάντλητη μορφή ενέργειας για τις ανθρώπινες απαιτήσεις.¹⁸

1.2 Περιγραφή και αρχές λειτουργίας γεωθερμικών συστημάτων

Η γεωθερμική ενέργεια είναι μία φυσική πηγή ενέργειας γήινης προέλευσης, που βρίσκεται σε ένα γεωλογικό χώρο ο οποίος σχηματίζει στο σύνολό του ένα γεωθερμικό σύστημα. Κάθε τέτοιο σύστημα περιλαμβάνει:

- Πηγή θερμότητας (εσωτερικά στρώματα της γης). Μπορεί να πρόκειται είτε για μια μαγματική διείσδυση (με θερμοκρασίες 600-1200°C), η οποία βρίσκεται σε μικρά βάθη (3-10 km), είτε για την κανονική θερμική ροή της γης, η οποία δημιουργεί ολοένα θερμότερους σχηματισμούς αναλογικά με το βάθος.⁴
- Υπόγειες δεξαμενές (reservoir): Πρόκειται στην ουσία για ένα σύστημα θερμών διαπερατών πετρωμάτων, μέσω των οποίων γίνεται η κυκλοφορία ή ο εγκλωβισμός των κυκλοφορούντων ρευστών, τα οποία απάγουν θερμότητα.
- Σε ορισμένες περιπτώσεις οι δεξαμενές αποθήκευσης μπορεί να έχουν δημιουργηθεί με τεχνητό τρόπο.⁴
- Γεωθερμικά ρευστά (συνήθως νερό) για τη μεταφορά της θερμότητας από τη δεξαμενή στο σημείο παραγωγής ενέργειας. Συνήθως είναι μετεωρικής ή επιφανειακής προέλευσης (σπανιότερα μαγματικής), σε υγρή ή αέρια φάση και κάποιες φορές μπορεί να περιέχουν σημαντικές ποσότητες διαλυμένων στερεών ουσιών και αερίων. Όπως συμβαίνει και με τη δεξαμενή αποθήκευσης, το υγρό μεταφοράς μπορεί να έχει δημιουργηθεί με τεχνητό τρόπο.⁴

Η μετάδοση της θερμότητας γίνεται με δύο τρόπους:

α) Με αγωγή από το εσωτερικό προς την επιφάνεια με ρυθμό 0,04 - 0,06 W/m²

β) Μέσω ρευμάτων μεταφοράς, τα οποία περιορίζονται κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών, λόγω της ύπαρξης ηφαιστειακών και υδροθερμικών φαινομένων.¹⁷

Τα γεωθερμικά συστήματα κατηγοριοποιούνται βάσει διαφόρων κριτηρίων. Μια πρώτη ταξινόμηση της γεωθερμικής ενέργειας ανάλογα με το επίπεδο θερμοκρασίας (το οποίο οδηγεί και στις διαφορετικές χρήσεις της) είναι η ακόλουθη:

- Υψηλής Ενθαλπίας (>150 °C) που χρησιμοποιείται συνήθως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Μέσης Ενθαλπίας (από 80 έως 150 °C) η οποία χρησιμοποιείται για θέρμανση ή/και ξήρανση ξυλείας καθώς και αγροτικών προϊόντων. Υπάρχουν και ορισμένες περιπτώσεις που δύναται να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Χαμηλής Ενθαλπίας (25 έως 80 °C). Χρησιμοποιείται κυρίως για θέρμανση χώρων, θέρμανση θερμοκηπίων, στις ιχθυοκαλλιέργειες, και για την παραγωγή γλυκού νερού.
- Αβαθής Γεωθερμία (< 25° C). Χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον για την θέρμανση και τον κλιματισμό είτε οικιών είτε μεγαλύτερων κτιρίων.

Μία ακόμα ταξινόμηση των γεωθερμικών συστημάτων (αναφέρθηκε ήδη μία βάσει των επιπέδων θερμοκρασίας), ξεκινώντας από τα ευρύτερα διαδεδομένα και περισσότερο υποσχόμενα για μελλοντικές εφαρμογές, είναι η ακόλουθη.⁴

- Υδροθερμικά
- Αβαθούς γεωθερμίας
- Θερμών-Ξηρών πετρωμάτων
- Γεωπεπιεσμένης ενέργειας
- Ενέργειας μάγματος

Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας είναι εξαιρετικά σημαντική για τον άνθρωπο, αφού βρίσκει πολλές εφαρμογές και καλύπτει μεγάλο μέρος των αναγκών του.

Στην προηγούμενη παράγραφο αναφέρθηκαν δύο τρόποι μετάδοσης θερμότητας βάσει των οποίων διακρίνονται τα υδροθερμικά γεωθερμικά συστήματα σε α) συστήματα συναγωγής (convective systems) ή δυναμικά συστήματα και β) συστήματα αγωγής (conductive systems) ή στατικά συστήματα.⁴

Τα συστήματα συναγωγής διακρίνονται περαιτέρω σε δύο υποκατηγορίες :

- Συστήματα ατμού

Πρόκειται για περατούς σχηματισμούς όπου η κυκλοφορία του ρευστού γίνεται με φυσικό τρόπο. Στα κλειστά κυκλώματα συναγωγής οι ατμοί παγιδεύονται από στεγανά καλύμματα και η θερμοκρασία ξεπερνάει τους 200°C. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται ένα γεωθερμικό σύστημα ατμού (θερμοπίδακας Strokkur) στην Ισλανδία.



εικ. 1.1: Ο θερμοπίδακας Strokkur στην Ισλανδία σε ηρεμία και κατά τη διάρκεια έκρηξης το 2006.²⁵ (Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Strokkur>)

- Συστήματα θερμού νερού

1. Υψηλής θερμοκρασίας (>150° C): Πρόκειται για ανοιχτά ή κλειστά κυκλώματα συναγωγής με βάθος που φθάνει έως τα 3 Km.

2. Μέσης θερμοκρασίας (90θ<150): Πρόκειται για σχεδόν οριζόντιους υδροφόρους ορίζοντες με τοπική αποστράγγιση του ψυχρού ύδατος ή κυκλοφορία του θερμού υπό πίεση.

3. Χαμηλής θερμοκρασίας (<90° C): Πρόκειται για ένα σύστημα σχεδόν ίδιο με της μέσης θερμοκρασίας, με τη διαφορά ότι η θερμοκρασία του νερού είναι χαμηλότερη, με μικρή ή χωρίς πίεση.

Στις εικόνες που ακολουθούν διακρίνονται δύο συστήματα θερμού νερού στην Νέα Ζηλανδία και την Ισλανδία αντίστοιχα.



εικ. 1.2: Η γεωθερμική πηγή του οικισμού Wairakei στην Νέα Ζηλανδία και ο ηφαιστειακός κρατήρας Krafla στην Ισλανδία.^{26,27} (Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Strokkur>)

Τα συστήματα αγωγής είναι μη περατοί σχηματισμοί με μεγάλο πορώδες που εκτείνονται σε βάθος 1-3 km όπου υπάρχουν εγκλωβισμένα ύδατα.⁴

Σε κάθε περίπτωση γίνεται ανταλλαγή θερμότητας με το έδαφος μέσω ενός υδάτινου διαλύματος.

Στις παραγράφους που ακολουθούν γίνεται μια σύντομη ιστορική αναδρομή στη γεωθερμική ενέργεια, πού και πώς ξεκίνησε η εκμετάλλευσή της, καθώς και στις εφαρμογές της γεωθερμίας ειδικά εκείνες που αφορούν σε οικιακή χρήση.

1.2.1 Σύντομη ιστορική αναδρομή

Βάσει ιστορικών στοιχείων, η πρώτη χρήση γεωθερμικής ενέργειας τοποθετείται δέκα χιλιάδες χρόνια πριν από τους Ινδιάνους της Βόρειας Αμερικής οι οποίοι συνήθιζαν να χρησιμοποιούν το νερό των θερμών πηγών για την κάλυψη των οικιακών αναγκών τους.

Η βιομηχανική εκμετάλλευση ωστόσο της γεωθερμίας ξεκίνησε πρώτα από την Ιταλία στα τέλη του 18^{ου} αιώνα στο Λαρνταρέλλο (Lardarello), κοντά στην Πίζα, όπου χρησιμοποιήθηκε ο φυσικός ατμός για την εξάτμιση των υδάτων που περιείχαν βορικό οξύ.¹⁹

Το 1904 δημιουργήθηκε από τον Ιταλό επιστήμονα Piero Ginori Conti ο πρώτος ουσιαστικά σταθμός παραγωγής ηλεκτρισμού με εκμετάλλευση της θερμότητας που ήταν αποθηκευμένη κάτω από την επιφάνεια της γης. Ο ατμός χρησιμοποιούνταν για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η οποία αρκούσε για να φωτίσει μόνο 5 ηλεκτρικούς λαμπτήρες.^{19,20}

Ακολούθησαν αξιοσημείωτες προσπάθειες εκμετάλλευσης της γεωθερμικής ενέργειας με αξιόλογα αποτελέσματα, όπως αυτή του John D. Grant στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής το 1922, ο οποίος δημιούργησε σταθμό παραγωγής ηλεκτρισμού, ικανό για την παραγωγή 250 κιλοβάτ ηλεκτρικού ρεύματος, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για το δημόσιο φωτισμό της τοπικής περιοχής. Δυστυχώς ο σταθμός έκλεισε σε σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα, μια που δεν μπορούσε να συναγωνιστεί τις διαθέσιμες και ευρέως χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας της εποχής εκείνης.¹⁹

Επίσης το 1958 ο σταθμός ηλεκτρικής ενέργειας Wairakei στη Νέα Ζηλανδία τέθηκε σε λειτουργία και έγινε ο δεύτερος πιο σημαντικός σε παραγωγή ηλεκτρισμού εκμεταλλεόμενος τη γεωθερμική ενέργεια. Αξίζει να σημειωθεί ότι ήταν ο πρώτος σταθμός στον οποίο χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία ατμογεννήτριας υψηλής παροχής (flash steam technology).²⁰

Ο πρώτος όμως γεωθερμικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρισμού μεγάλης κλίμακας έγινε πραγματικότητα στο Σαν Φρανσίσκο των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής τη δεκαετία του 60, με δυνατότητα παραγωγής 11 μεγαβάτ ηλεκτρικού ρεύματος.¹⁹

Στη δεκαετία του '70, η κρίση του πετρελαίου άρχισε να γίνεται αισθητή επηρεάζοντας πολλές χώρες ανά τον κόσμο. Η κατάσταση αυτή είχε ως συνέπεια την αναζήτηση νέων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, τόσο για βιομηχανικές αλλά και για οικιακές εφαρμογές, με αποτέλεσμα μέχρι το 1980 οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας αποτελούσαν δημοφιλή λύση στη μείωση των εξόδων θέρμανσης και ψύξης.

Στην Ελλάδα δε η έρευνα για την αναζήτηση γεωθερμικής ενέργειας ξεκίνησε το 1971 με βασικό φορέα το ΙΓΜΕ (Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών) και έως το 1979 αφορούσε μόνο τις περιοχές υψηλής ενθαλπίας. Συντάχθηκε ο προκαταρκτικός χάρτης γεωθερμικής ροής του ελληνικού χώρου, όπου διαπιστώθηκε ότι η γεωθερμική ροή στην Ελλάδα είναι σε πολλές περιοχές πιο έντονη από τη μέση γήινη. Από το 1971 ερευνήθηκαν οι περιοχές: Μήλος, Νίσυρος, Λέσβος, Μέθανα, Σουσάκι, Καμένα Βούρλα, Θερμοπύλες, Υπάτη, Αιδηψός, Κίμωλος, Πολύαιγος, Σαντορίνη, Κως, Νότια Θεσσαλία, Αλμωπία, Σιντική, Βισαλτία, Ηράκλεια, περιοχή Ξάνθης, Σαμοθράκη και άλλες.²¹

Ωστόσο δεν υπήρξε η αναμενόμενη εξέλιξη. Κάτω από το 1% του βεβαιωμένου γεωθερμικού δυναμικού της χώρας έχει αξιοποιηθεί μέχρι σήμερα. Δεν υπάρχουν εφαρμογές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Καταλυτικό ρόλο έπαιξε το κακό ξεκίνημα που έλαβε χώρα στη Μήλο, όταν το 1989 έγινε έκρηξη στη μονάδα που είχε δημιουργηθεί εκεί, με αποτέλεσμα να κλείσει το εργοστάσιο.²²

Σε παγκόσμιο επίπεδο, το 2005 μόνο, 72 χώρες ανέπτυξαν γεωθερμικές εφαρμογές χαμηλής-μέσης θερμοκρασίας, γεγονός το οποίο δηλώνει σημαντική πρόοδο σε σχέση με το 1995, όταν σχετικές εφαρμογές υπήρχαν μόνο σε 28 χώρες. Η εγκατεστημένη θερμική ισχύς γεωθερμικών μονάδων μέσης και χαμηλής θερμοκρασίας ανήλθε το 2007 στα 28268 MW, παρουσιάζοντας μια αύξηση της τάξης του 75% σε σχέση με το 2000, και μέση ετήσια αύξηση 12%.²¹

Ωστόσο υπάρχουν ακόμα πολλές δυνατότητες εξάπλωσης και χρήσης της γεωθερμίας, που μαζί με τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές δείχνουν να αποτελούν έναν τρόπο αντιμετώπισης της περιβαλλοντικής ρύπανσης αλλά και του προβλήματος της μείωσης των ενεργειακών αποθεμάτων των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

1.2.2 Γεωθερμική ενέργεια και γενικές αρχές λειτουργίας συστημάτων εκμετάλλευσής της

Στην παράγραφο αυτή θα δοθεί η περιγραφή ενός γενικού και απλοποιημένου μοντέλου σχετικά με τον τρόπο που λαμβάνεται η φυσική θερμική ενέργεια της γης, ο οποίος χρησιμοποιείται κυρίως για θέρμανση κτιρίων και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

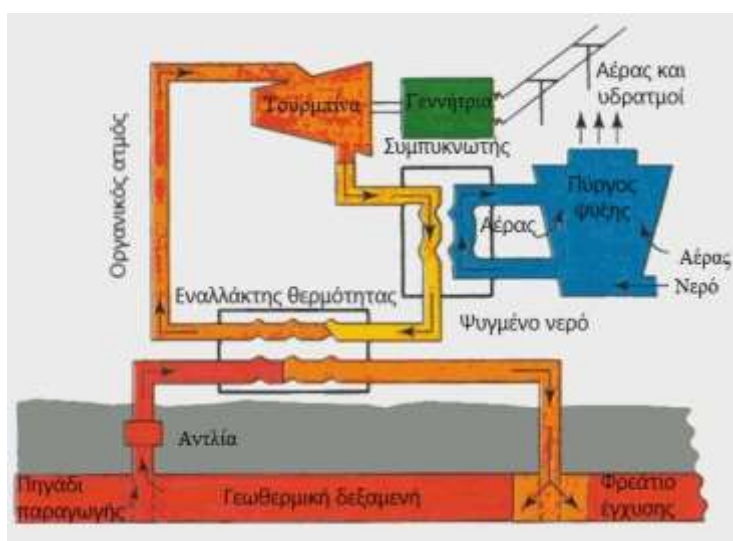
Αρχικά το πρώτο και αναγκαίο βήμα σε κάθε τέτοιο σύστημα, είναι στην ουσία η “λήψη” αυτής της ενέργειας από τους ατμούς, το ζεστό νερό και τα θερμά πετρώματα που βρίσκονται στο φλοιό της γης. Το κατά πόσο η προσπάθεια θα είναι επιτυχής θα εξαρτηθεί από τη θερμοκρασία του νερού και κατ’επέκταση τη θερμοκρασία των πετρωμάτων και ποια ποσότητα νερού διοχετεύεται στα πετρώματα αυτά. Η παροχέτευση γίνεται μέσω του φρεατίου έγχυσης, διαπερνάει τις ρωγμές των πετρωμάτων και επιστρέφει μέσω του πηγαδιού επαναφοράς προς την επιφάνεια, όπου λόγω της υψηλής πίεσης το νερό μετατρέπεται σε ατμό.²³

Το επόμενο βήμα είναι η αφαλάτωση των υδρατμών, που γίνεται συνήθως στον κεντρικό θάλαμο διαχωρισμού.

Στη συνέχεια ο ατμός μεταφέρεται στους εναλλάκτες θερμότητας οι οποίοι βρίσκονται εντός του ηλεκτροπαραγωγικού σταθμού.

Από τους εναλλάκτες, οι υδρατμοί δύνανται να μεταφερθούν περαιτέρω στις στροβιλογεννήτριες ατμού όπου μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια ενώ ταυτόχρονα μέσω των σωλήνων εξάτμισης ελευθερώνεται η αχρησιμοποίητη ενέργεια.

Στους εναλλάκτες θερμότητας οι ατμοί ψύχονται και μετατρέπονται σε συμπύκνωμα, ενώ η παραγόμενη θερμότητα μεταφέρεται στο κρύο νερό μέσα στους εναλλάκτες θερμότητας (συμπύκνωσης). Στους εναλλάκτες θερμότητας ο ατμός ψύχεται και συμπυκνώνεται και η θερμότητα που παράγεται μεταφέρεται στο κρύο νερό του συστήματος-κυκλώματος. Το κρύο νερό στη συνέχεια μεταφέρεται μέσω άντλησης από τα πηγάδια στις δεξαμενές αποθήκευσης. Από εκεί διοχετεύεται στους εναλλάκτες, όπου αυξάνεται η θερμοκρασία του, και στη συνέχεια φθάνει σε βρασμό καθώς διέρχεται από τους απαερωτές. Στη φάση αυτή εκλύεται οξυγόνο μαζί με άλλα αέρια που δύναται να προκαλέσουν διαβρώσεις (όταν θερμαίνονται) τα οποία και απομακρύνονται στο τελικό στάδιο ψύξης του νερού.²³ Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται σχηματικά το μοντέλο λειτουργίας ενός συστήματος για τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρισμού.



εικ. 1.3: Αρχή λειτουργίας συστήματος παραγωγής ηλεκτρισμού με χρήση γεωθερμικής ενέργειας.²³(Πηγή: <https://interestingenergyfacts.blogspot.com>)

Συνοπτικά, πρόκειται για μία διαδικασία αύξησης της θερμοκρασίας του νερού και την μετατροπή του σε ατμό, ο οποίος με τη σειρά του χρησιμοποιείται είτε για τη λειτουργία μιας στροβιλογεννήτριας παραγωγής ηλεκτρισμού, είτε διερχόμενος μέσα από τους εναλλάκτες θερμότητας και θερμαίνοντας το νερό, για την παραγωγή της απαραίτητης θερμότητας που απαιτεί η κεντρική θέρμανση κατοικιών ή βιομηχανικών εγκαταστάσεων.

1.2.3 Συστήματα γεωθερμίας και εφαρμογές στη καθημερινή ζωή

Αντίθετα με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, όπου η θερμική ενέργεια της γης μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό, σε πολλές περιπτώσεις η θερμότητα χρησιμοποιείται εξ αρχής για την επίτευξη ενός ευρέος φάσματος εφαρμογών.

Το κατάλληλο για αυτούς τους σκοπούς, φάσμα των θερμοκρασιών κυμαίνεται μεταξύ $\sim 10^{\circ}\text{C}$ έως $\sim 150^{\circ}\text{C}$.

Δεδομένης της έκτασης που καλύπτουν οι συγκεκριμένες θερμοκρασίες στα ανώτερα τμήματα του φλοιού της γης, οι προαναφερθείσες εφαρμογές δύνανται να πραγματοποιηθούν σχεδόν οπουδήποτε υπάρχει επαρκής ροή από το εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια.⁹

Η εκμετάλλευση της φυσικής θερμικής ενέργειας της γης βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς τομείς όπως:

- Ηλεκτροπαραγωγή ($\theta > 90^{\circ}\text{C}$)
- Θέρμανση χώρων (καλοριφέρ για $\theta > 60^{\circ}\text{C}$, αερόθερμο για $\theta > 40^{\circ}\text{C}$, ενδοδαπέδιο σύστημα ($\theta > 25^{\circ}\text{C}$))
- Ψύξη και κλιματισμό (με χρήση αντλιών θερμότητας απορρόφησης για $\theta > 60^{\circ}\text{C}$, ή με υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας για $\theta < 30^{\circ}\text{C}$)
- Θέρμανση θερμοκηπίων και εδαφών (επιτάχυνση διαδικασίας ανάπτυξης με θερμότητα $\theta > 25^{\circ}\text{C}$), ή/και για αντιπαγετική προστασία
- Ιχθυοκαλλιέργειες ($\theta > 15^{\circ}\text{C}$) λόγω του ότι τα ψάρια χρειάζονται ορισμένη θερμοκρασία για την ανάπτυξή τους
- Βιομηχανικές εφαρμογές, όπως αφαλάτωση θαλασσινού νερού ($\theta > 60^{\circ}\text{C}$), ξήρανση αγροτικών προϊόντων
- Θερμά λουτρά για $25 < \theta < 40^{\circ}\text{C}$

Ήδη δόθηκε το παράδειγμα ενός μοντέλου γεωθερμικής ενέργειας σε ότι αφορά στην παραγωγή ηλεκτρισμού και θέρμανση χώρων. Ακολουθούν ορισμένα

σύντομα παραδείγματα για τη χρήση της γεωθερμίας και σε μερικούς άλλους τομείς της ανωτέρω λίστας.

1. Θερμοκήπια

Πρόκειται για την πιο διαδεδομένη εφαρμογή στα συστήματα χαμηλής ενθαλπίας στη γεωργία. Μεταξύ άλλων, οι βασικότεροι λόγοι για τη χρήση γεωθερμικής ενέργειας σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις, είναι οι σχετικά απλές διατάξεις και η εύκολη εγκατάσταση με φθινό κόστος και συνεχή λειτουργία.⁸

Στην περίπτωση που το γεωθερμικό ρευστό είναι διαβρωτικό, ένας εναλλάκτης θερμότητας με πλάκες μπορεί να απομονώσει το ρευστό από τον υπόλοιπο θερμικό εξοπλισμό. Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται ένα σύστημα θέρμανσης είναι: μονάδες θέρμανσης (με ή χωρία πλαστικούς σωλήνες διανομής), σωλήνες με πτυχώσεις, γυμνούς σωλήνες, μονάδα πηνίο ανεμιστήρα (ή συνδυασμό αυτών), και όλα τα παραπάνω δύναται να χρησιμοποιηθούν και σε συνδυασμό με συστήματα θέρμανσης ορυκτών καυσίμων.

Για τη διάταξη που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί είναι απαραίτητο να έχουν ληφθεί υπόψη παράμετροι όπως οι απώλειες θερμοκρασίας από μεταφορά μέσω της οροφής ή/και των τοίχων καθώς και διεισδύσεις και απώλειες αερισμού του χώρου εξαιτίας της θέρμανσης του εξωτερικού ψυχρού αέρα.

Ως εκ τούτου κατά τη διάρκεια της σχεδίασης του κυκλώματος πρέπει να συνυπολογίζονται οι συγκεκριμένοι παράμετροι για την επιλογή του εξοπλισμού.⁸

2. Ιχθυοκαλλιέργειες:

Πρόκειται για μία από τις απλούστερες άμεσες χρήσεις της γεωθερμίας. Τα γεωθερμικά ρευστά χρησιμεύουν για την βελτίωση των συνθηκών θερμοκρασίας που απαιτούνται για την εκτροφή, την ανάπτυξη και την υγεία των εκτρεφόμενων ειδών.

Στο σχεδιασμό των λιμνών και των υδάτινων καναλιών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν και για τον υπολογισμό των απωλειών θερμότητας, είναι απαραίτητος ο καθορισμός του επιπέδου θερμοκρασίας στο οποίο πρέπει να διατηρείται το νερό. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαίο να ληφθούν υπόψη όλοι οι παράγοντες οι οποίοι επιφέρουν απώλειες θερμότητας.

Στην περίπτωση που οι εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν ανοιχτές λίμνες, οι απώλειες θερμότητας λόγω αγωγής μέσω των τοιχωμάτων της λίμνης-δεξαμενής, καθώς και λόγω συναγωγής διαμέσου της επιφάνειας, θερμικής ακτινοβολίας και εξάτμισης.⁹

Φυσικά οι αντισταθμιστικοί παράγοντες είναι σημαντικοί, μια που η απώλειες θερμότητας λόγω αγωγής μειώνονται με το πέρασμα του χρόνου αφού οι θερμικές βαθμίδες μειώνονται σημαντικά καθώς το έδαφος περιφερειακά της λίμνης θερμαίνεται όλο και περισσότερο. Ως εκ τούτου ο παράγοντας αυτός δε θα πρέπει να προκαλεί ανησυχία μακροπρόθεσμα, ωστόσο πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στα αρχικά στάδια σχεδίασης και λειτουργίας των εγκαταστάσεων.⁹

Τέλος σημαντική παράμετρος στον τομέα των ιχθυοκαλλιεργειών, που θα πρέπει να αποτελεί αντικείμενο ανησυχίας, είναι η καταλληλότητα των γεωθερμικών ρευστών για τα είδη που πρόκειται να αναπαραχθούν ή να καλλιεργηθούν (αν πρόκειται για φυτά). Σε αυτήν την περίπτωση εναλλάκτες θερμότητας εγκαθίστανται, ώστε να εξασφαλιστεί η απαιτούμενη μεταφορά θερμότητας.⁹

3. Ξήρανση αγροτικών προϊόντων

Η ξήρανση αγροτικών προϊόντων διαφόρων ειδών, αποτελεί ακόμα μία ευρέως διαδεδομένη και συχνή χρήση της γεωθερμίας. Ο κύριος στόχος αυτών των εφαρμογών είναι η ελάττωση της ποσότητας του νερού στο προς αποξήρανση προϊόν.

Για την αποξήρανση των λαχανικών χρησιμοποιούνται κυρίως γεωθερμικά ρευστά θερμοκρασίας μεταξύ $\sim 110^{\circ}\text{C}$ και $\sim 170^{\circ}\text{C}$, διερχόμενα από τον εναλλάκτη (ζεστού) νερού -αέρα. Ο θερμαινόμενος αέρας εισέρχεται στον κλίβανο ξήρανσης (πυριαντήριο) με τους διάτρητους μάντες μεταφοράς από ανοξείδωτο χάλυβα, ή στους θαλάμους θέρμανσης. (Σε αρκετές περιπτώσεις, η ξήρανση επιτυγχάνεται με περισσότερα από ένα στάδια αποξήρανσης σε διαφορετικές θερμοκρασίες, για μεγαλύτερη εκμετάλλευση της διαθέσιμης θερμότητάς. Η υγρασία που θα περιέχεται στο τελικό προϊόν είναι της τάξεως του 3-6%. Γενικά τα ρευστά που χρησιμοποιούνται για τέτοιους σκοπούς έχουν ένα εύρος θερμοκρασίας μεταξύ $30-50^{\circ}\text{C}$.⁹

Σε κάθε περίπτωση ο βασικός σκοπός είναι η μεταφορά θερμότητας μέσω αγωγής και η σχετιζόμενη με αυτή ενέργεια και αλλαγή της θερμοκρασίας που οδηγεί στην αφαίρεση ποσοστού υγρασίας από το προϊόν.

Στην παράγραφο αυτή δόθηκαν κάποια ενδεικτικά παραδείγματα χρήσης της γεωθερμίας, από τα οποία γίνεται εμφανής η χρησιμότητα της, τόσο σε βιομηχανικές εφαρμογές, αλλά και σε εφαρμογές της καθημερινής ζωής του ανθρώπου.

1.3 Αβαθής Γεωθερμία

Η γεωθερμία χαρακτηρίζεται ως αβαθής όταν η εκμεταλλεύσιμη ενέργεια βρίσκεται σε βάθος (για τον Ελλαδικό χώρο) μικρότερο των 150 μέτρων από την επιφάνεια (Μπορεί να διαφέρει από χώρα σε χώρα). Σε αυτή την περίπτωση, η θερμότητα προκύπτει από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και η θερμοκρασία του υπεδάφους παραμένει σταθερή και είναι περίπου ίση με την μέση ετήσια θερμοκρασία του αέρα για τον συγκεκριμένο τόπο. Για την Ελλάδα αυτό μεταφράζεται σε θερμοκρασία 20°C περίπου για όλη την επικράτεια. Η αβαθής γεωθερμία έχει το πλεονέκτημα ότι είναι σχεδόν παντού διαθέσιμη και εκμεταλλεύσιμη, αρκετά εύκολη στην αξιοποίησή της τόσο για σκοπούς θέρμανσης όσο και ψύξης. Μπορεί δε να συνδυαστεί και με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ηλιακή).^{28,29}

Η εκμετάλλευση και αξιοποίηση της αβαθούς γεωθερμίας γίνεται μέσω των λεγόμενων συστημάτων γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (ΓΑΘ). τα οποία αποτελούνται από:

- Ένα σύστημα εναλλαγής θερμότητας εντός του εδάφους, (γεωεναλλάκτης θερμότητας είτε υδρογεώτρηση).
- Μια γεωθερμική αντλία θερμότητας.
- Σύστημα θέρμανσης/ψύξης χαμηλών θερμοκρασιών εντός του κτηρίου

Στις επόμενες παραγράφους παρουσιάζονται αναλυτικά τα γεωθερμικά συστήματα, οι γεωθερμικές αντλίες, το δίκτυο σωληνώσεων με το οποίο συνδέονται (γεωεναλλάκτες) και η λειτουργία τους.³⁰

1.3.1 Τύποι γεωεναλλάκτη και η λειτουργία τους

Ο γεωεναλλάκτης είναι ένα κλειστό κύκλωμα σωληνώσεων το οποίο χρησιμοποιείται για τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ δύο ή και περισσότερων ρευστών. Μέσα σε αυτές τις σωληνώσεις κυκλοφορούν διαλύματα νερού – αντιψυκτικών. Για την αποφυγή ανάμειξης των ρευστών συνήθως υπάρχει ένα στερεό διαχωριστικό τοίχωμα, αν και υπάρχουν περιπτώσεις που τα ρευστά έρχονται σε άμεση επαφή μεταξύ τους. Η τοποθέτηση του συστήματος γίνεται μέσα στο έδαφος οριζοντίως ή καθέτως και συνδέεται με γεωθερμική αντλία, μέσω της οποίας το διάλυμα που κυκλοφορεί στους σωλήνες απορροφά (θέρμανση) ή αποδίδει (ψύξη) θερμότητα στο έδαφος.^{33,34}

Δύο είναι οι βασικές κατηγορίες συστημάτων εναλλαγής θερμότητας.

- Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος
- I. Οριζόντια γεωθερμικά συστήματα (εκσκαφή)
- II. Κατακόρυφα γεωθερμικά συστήματα (γεωτρήσεις)
- Γεωθερμικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος

Στα κλειστά κυκλώματα, οι οριζόντιοι γεωεναλλάκτες είναι σωλήνες εντός του εδάφους σε οριζόντια διάταξη μέσα σε τάφρους, ενώ οι κατακόρυφοι είναι σωλήνες εντός του εδάφους σε κατακόρυφη διάταξη μέσα σε γεωτρήσεις. Στα ανοικτού τύπου κυκλώματα το νερό αντλείται από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα από την παραγωγική γεώτρηση και επανεισάγεται στη γεώτρηση επανεισαγωγής.^{30,35}

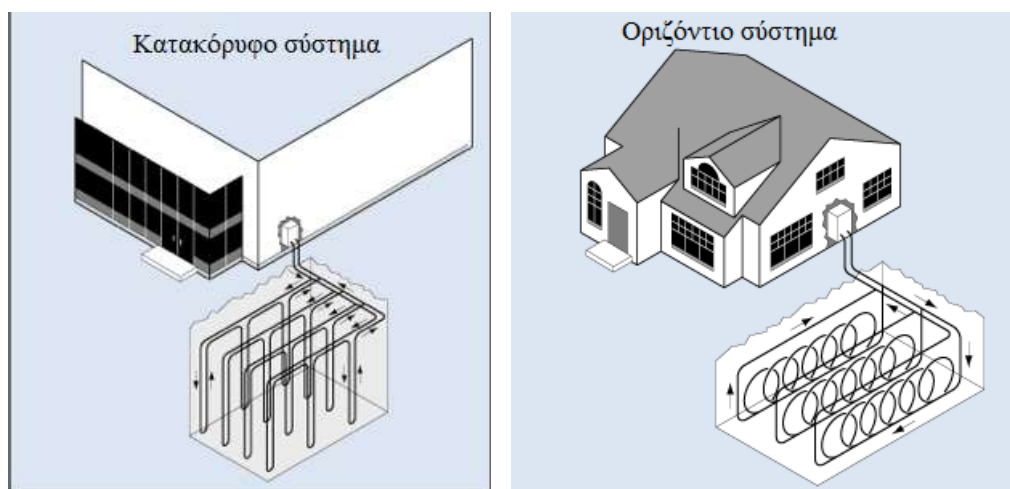
Γεωθερμικά συστήματα κλειστού κυκλώματος:

Αποτελούνται από υπόγειο δίκτυο πλαστικών σωλήνων υψηλής αντοχής (γεωεναλλάκτης), το οποίο λειτουργεί σαν εναλλάκτης θερμότητας, με διάρκεια ζωής άνω των 50 ετών.

Στους γεωθερμικούς εναλλάκτες, οι οποίοι συνδέονται με την αντλία θερμότητας ολοκληρώνοντας το κύκλωμα, κυκλοφορεί διάλυμα νερού αναμεμιγμένο με φιλικό προς το περιβάλλον αντιψυκτικό.

Στο κύκλωμα κλειστού βρόχου λαμβάνει χώρα η συνεχής επανακυκλοφορία του υπό πίεση διαλύματος το οποίο μεταφέρει τη θερμότητα. Προκειμένου να υπάρχει ομαλή τροφοδοσία της αντλίας θερμότητας η χρήση κυκλοφορητή είναι απαραίτητη.³⁵

Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνονται οι δύο τύποι (οι οποίοι θα εξεταστούν αναλυτικότερα στη συνέχεια) εναλλακτών κλειστού βρόχου.



Σχήμα 1.4: Κατακόρυφος - οριζόντιος γεωεναλλάκτης κλειστού βρόχου και εγκατάσταση κυκλώματος σε λίμνη-σπειροειδής διάταξη.³⁷ (Πηγή: <https://fenleynicol.wordpress.com>)

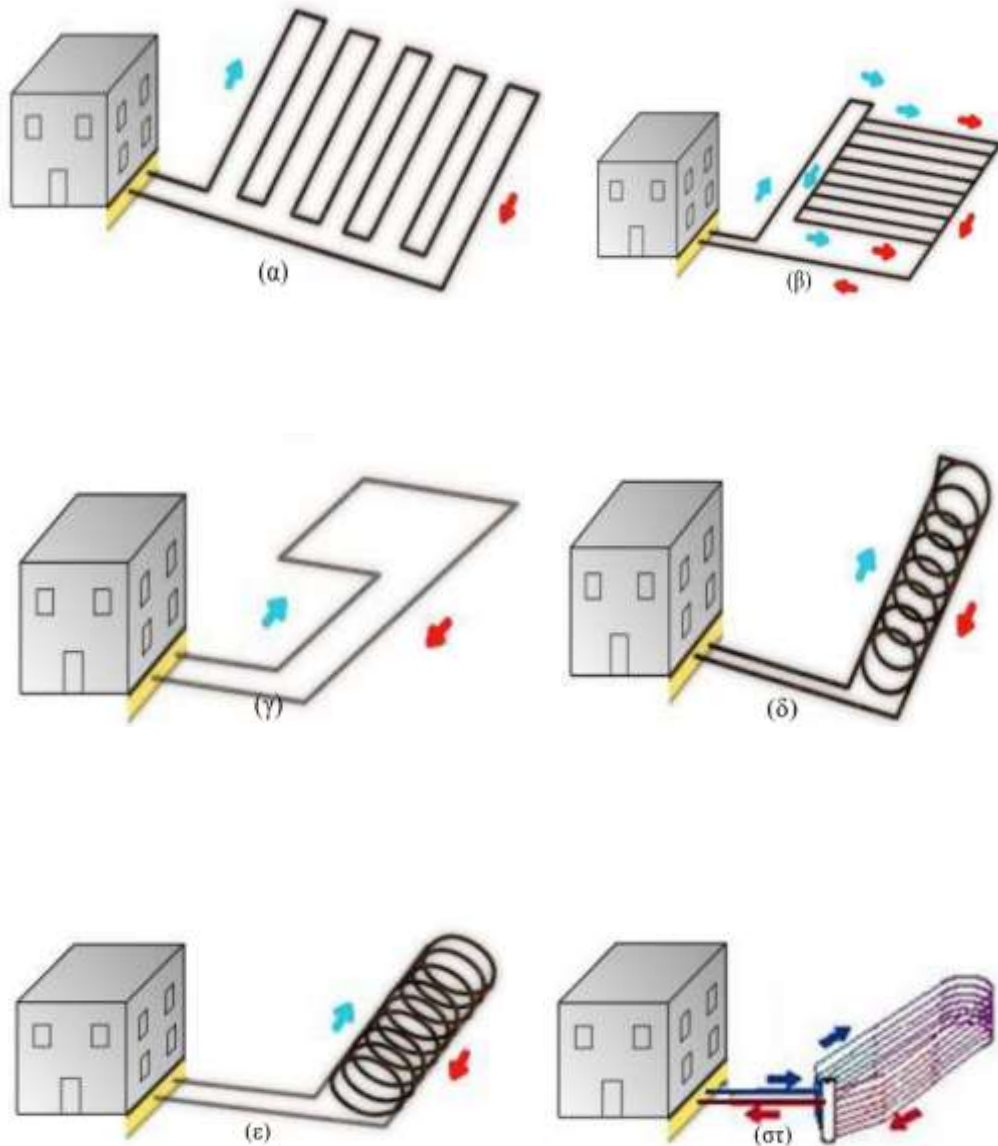
Ένα από τα πλεονεκτήματα σε αυτού του είδους τα συστήματα είναι ότι λόγω του κλειστού κυκλώματος γης-θερμαινόμενου χώρου δεν παρουσιάζονται επικαθίσεις και ως εκ τούτου οι απαιτήσεις συντήρησης είναι μειωμένες.

I. Οριζόντιοι γεωεναλλάκτες

Στα οριζόντια γεωθερμικά συστήματα, χρησιμοποιούνται εναλλάκτες τοποθετημένοι παράλληλα με την επιφάνεια του εδάφους σε βάθος της τάξης των 1.2 με 1.8 m σε μία ή περισσότερες στρώσεις σωλήνων.³⁵

Οι οριζόντιοι σωλήνες συνήθως έχουν σχήμα U και μπορεί εκτός από παράλληλα μεταξύ τους να είναι τοποθετημένοι σε περισσότερα από ένα επίπεδα. Η ροή του νερού γίνεται προς την ίδια κατεύθυνση. Στην περίπτωση της διάταξης

περισσότερων επιπέδων, η διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ νερού και εδάφους είναι μεγαλύτερη σε σχέση με την παράλληλη διάταξη, συνεπώς το νερό φθάνει στον εξατμιστή έχοντας χαμηλότερη θερμοκρασία και συνεπώς τη μείωση της απόδοσης της αντλίας θερμότητας.⁶ Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται τα είδη συστημάτων οριζόντιων εναλλακτών.



Σχήμα 1.5: Συστήματα οριζόντιων εναλλακτών: απλής μορφής σε σειρά(α), απλής μορφής παράλληλα(β), απλής μορφής ενός βρόχου(γ), σπειροειδής διάταξη-οριζόντια τοποθέτηση(δ), σπειροειδής διάταξη κατακόρυφη τοποθέτηση(ε), διάταξη κατακόρυφης τοποθέτησης(στ).³⁸

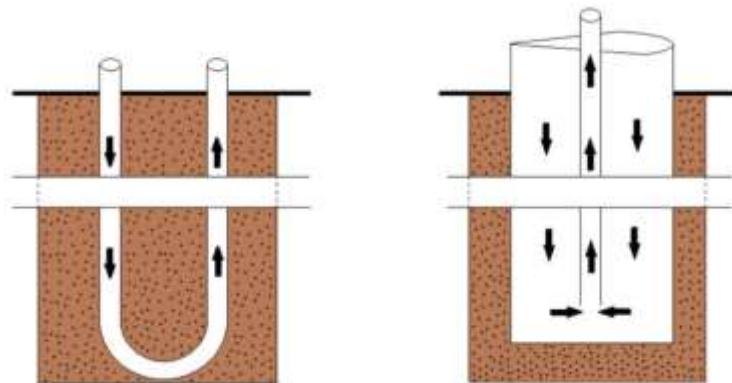
(Πηγή: <https://repository.kallipos.gr/bitstream>)

II. Κατακόρυφοι γεωεναλλάκτες

Στα συστήματα αυτού του τύπου ο γεωθερμικός εναλλάκτης τοποθετείται κάθετα στην επιφάνεια του εδάφους, στο εσωτερικό γεωτρήσεων (οι οποίες έχουν ανοιχθεί με γεωτρήσιμο), σε βάθη κυμαινόμενα από 50 έως 150 m.³⁵

Η κυκλοφορία του διαλύματος νερού-αντιψυκτικού υγρού στην γεωθερμική αντλία ακολουθεί την ίδια αρχή όπως και στα οριζόντια συστήματα. Ένας τρόπος ταξινόμησης των κατακόρυφων γεωεναλλακτών είναι με βάση τον τρόπο που γίνεται η ανταλλαγή θερμότητας από τα κανάλια ροής στη γεωμετρία της διατομής τους.

Οι κατακόρυφοι σωλήνες μπορεί να είναι ομόκεντροι ή σχήματος U. Στο σχήμα 1.6 απεικονίζονται οι δύο βασικοί τύποι κατακόρυφων γεωθερμικών εναλλακτών βάσει της διάταξης των αγωγών καθώς και της κυκλοφορίας του νερού.



Σχήμα 1.6: Τύποι κατακόρυφων γεωθερμικών εναλλακτών, ομόκεντρος και σχήματος U.³⁹

(Πηγή: <https://repository.kallipos.gr/bitstream>)

Ακολουθεί μία επιγραμματική επισκόπηση των κατηγοριών των κατακόρυφων γεωεναλλακτών.

Γεωεναλλάκτης τύπου U:

Επίτευξη εναλλαγής θερμότητας μέσω ενός ή περισσότερων σχήματος U σωληνώσεων μέσα στην οπή της γεώτρησης. Αναλόγως την περιοχή, οι γεωτρήσεις γεμίζουν είτε με υπόγεια ύδατα, είτε τεχνητά με κάποιο υλικό σφράγισης (μπεντονίτη, τσιμέντο, χαλαζιακή άμμο).³⁹

Γεωεναλλάκτης μονού σωλήνα τύπου U:

Σε αυτούς τους γεωεναλλάκτες, η ανταλλαγή θερμότητας με το έδαφος λαμβάνει χώρα στα κανάλια ροής (και προς τις δύο κατευθύνσεις, άνω-κάτω). Παρουσιάζουν το πλεονέκτημα της απλότητας στο σχεδιασμό, της ευκολίας στη μεταφορά και της σχετικά απλής εγκατάστασής τους. Σαν μειονεκτήματα θα μπορούσαν να αναφερθούν οι τυχόν διαρροές λόγω ακατάλληλης τήξης στις καμπύλες των σωλήνων και τη χαλαρότητα των κατώτερων τμημάτων. Επίσης μειονέκτημα αποτελεί η περιορισμένη ικανότητα μεταφοράς θερμότητας(ειδικά στη μη τυρβώδη ροή).

Γεωεναλλάκτης μονής τύπου U σωλήνας με αποστάτες:

Στο συγκεκριμένο τύπο παρατηρείται αύξηση της θερμικής απόδοσης αν η τοποθέτηση των σωλήνων γίνει κοντά στο τοίχωμα της γεώτρησης (χρήση αποστατών).

Γεωεναλλάκτης πολλαπλών αυλών τύπου U-σωλήνα:

Οι διπλοί, τριπλοί και πολλαπλοί τύπου U-σωλήνες αποτελούν επεκτάσεις του μονού τύπου U σωλήνα. Παρουσιάζουν αποτελεσματικότερη επιφάνεια μεταφοράς θερμότητας και μείωση της επίδρασης της θερμικής αντίστασης των πλαστικών σωλήνων.³⁹

Ομοαξονικός γεωεναλλάκτης:

Το βασικό χαρακτηριστικό του είναι ότι η ανταλλαγή θερμότητας γίνεται είτε μέσω του εισερχόμενου, είτε μέσω του εξερχόμενου καναλιού ροής (η κατεύθυνση ροής δύναται να διαφέρει κατά την εισαγωγή ή άντληση θερμότητας). Ο εσωτερικός σωλήνας επιστροφής μπορεί να μονωθεί με σκοπό την αποφυγή θερμικού βραχυκυκλώματος, ανάμεσα στα ανοδικά και καθοδικά κανάλια ροής.

Ομοαξονικός γεωεναλλάκτης χωρίς επένδυση:

Η απλούστερη διάταξη των καναλιών ροής σε έναν κατακόρυφο γεωεναλλάκτη θερμότητας επιτυγχάνεται με την εισαγωγή ενός πλαστικού σωλήνα στον πυθμένα της γεώτρησης. Στο συγκεκριμένο είδος αυτού του ανοικτού

γεωεναλλάκτη ευνοείται πολύ η μεταφορά θερμότητας επειδή λόγω του ότι το ρευστό (το οποίο μεταφέρει τη θερμότητα) έρχεται σε άμεση επαφή με τα τοιχώματα της γεώτρησης.³⁹

Ομοαξονικός γεωεναλλάκτης τύπου σωλήνα - σε - σωλήνα:

Απαιτείται συνήθως λόγω ασταθών τοιχωμάτων της γεώτρησης ή λόγω γεωχημικών αιτιών. Υπάρχει δυνατότητα ανάπτυξης κλειστού δακτυλιοειδή αγωγού, με την επένδυση της γεώτρησης με ένα αδιαπέραστο υλικό. Πρόκειται για μία σχετικά δύσκολη και δαπανηρή διαδικασία σε σύγκριση με του τύπου U και για αυτό το λόγο η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται μόνο στις περιπτώσεις αβαθών γεωτρήσεων σε κρυσταλλικά πετρώματα.

Ομοαξονικός γεωεναλλάκτης με μαλακή επένδυση:

Υπάρχει δυνατότητα εφαρμογής μίας εύκαμπτης μαλακής επένδυσης, όπου μετά την εισαγωγή θα ωθείται προς τα τοιχώματα της γεώτρησης όταν στο εσωτερικό υπάρχει ρευστό. Από τη στιγμή που δεν υπάρχει υλικό πλήρωσης μεταξύ επένδυσης και τοιχώματος του φρέατος, μπορεί να θεωρηθεί σαν πλεονέκτημα ωστόσο, δοκιμές έδειξαν προβλήματα με διαρροές.³⁹

Γεωεναλλάκτης πολλών καναλιών:

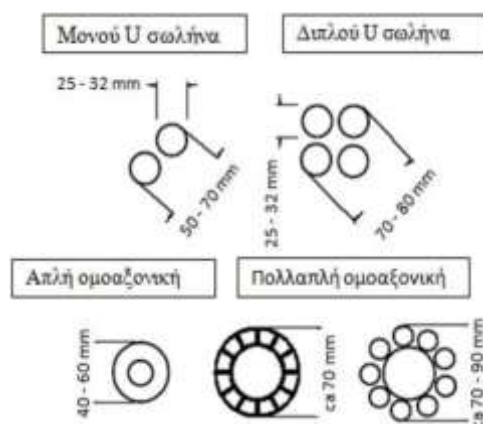
Υπάρχει δυνατότητα διαχωρισμού του εξωτερικού καναλιού ροής σε μικρότερους θαλάμους. Ο συγκεκριμένος σχεδιασμός παρουσιάζει ομοιότητες με τον τύπου U σωλήνων λόγω της θερμικής αντίστασης του υλικού πλήρωσης μεταξύ του εξωτερικού σωλήνα και του φρεατίου και της πιθανότητας θερμικού βραχυκυκλώματος ανάμεσα στα εξωτερικά και εσωτερικά κανάλια ροής.

Γεωεναλλάκτης πολλών σωλήνων - Πολλαπλός ομοαξονικός γεωεναλλάκτης:

Δίνεται η δυνατότητα συναρμολόγησης του εξωτερικού καναλιού με μικρότερους αγωγούς. Δοκιμές έδειξαν υψηλή απόδοση της συγκεκριμένης διάταξης.

Για τα κανάλια ροής χρησιμοποιούνται τυποποιημένοι σωλήνες πολυαιθυλενίου μιας ποικιλίας μεγεθών. Στην αγορά δε διατίθενται τέτοιου είδους εμπορικά

προϊόντα. Υπάρχουν δε παράμετροι στο συγκεκριμένο σχεδιασμό αναφορικά με την εγκατάσταση και το κόστος που χρήζουν περαιτέρω μελέτης.³⁹ Στο Σχ. 1.7 φαίνονται τα είδη κατακόρυφων εναλλακτών με βάση την διάταξη των αγωγών.



Σχήμα 1.7: Τύποι κατακόρυφων γεωθερμικών εναλλακτών.³⁹ (Πηγή: Βαβούρας 2016)

Συγκριτικά θα μπορούσε να ειπωθεί ότι τα κατακόρυφα συστήματα έχουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα οριζόντια και αυτό γιατί αφενός “δεσμεύουν” μικρότερες επιφανειακές εκτάσεις γης για την εγκατάστασή τους και αφετέρου είναι πιο σταθερά αφού δεν επηρεάζονται σχεδόν καθόλου από εποχικές μεταβολές εξαιτίας του μεγαλύτερου βάθους στο οποίο έχουν εγκατασταθεί.³⁵

Γεωθερικά συστήματα ανοιχτού κυκλώματος:

Στους γεωεναλλάκτες ανοιχτού κυκλώματος χρησιμοποιούνται είτε υπόγεια ύδατα (από υδρογεωτρήσεις) είτε επιφανειακά (λίμνες, πηγάδια, ποτάμια, ή από τη θάλασσα), ως πηγές θερμότητας - ψύξης και χώρους απόθεσης/επιστροφής του νερού. Το νερό αντλείται από υπόγειους ταμιευτήρες κάνοντας χρήση γεωτρήσεων και ενδιάμεσων εναλλακτών νερού-νερού, οι οποίοι παρεμβάλλονται μεταξύ της γεωθερμικής αντλίας και του (ανοιχτού) κυκλώματος.³⁵ Στην αβαθή γεωθερμία ανοιχτού κυκλώματος απαιτούνται δύο τουλάχιστον γεωτρήσεις. Η μία εξυπηρετεί τις ανάγκες για άντληση νερού από τους υπόγειους υδροφόρους και διοχέτευσης στη γεωθερμική αντλία η οποία εναποθέτει ή απορροφά ενέργεια στο σύστημα μας προτού το νερό επιστρέψει στον ταμιευτήρα από τη δεύτερη γεώτρηση.

Τα συγκεκριμένα συστήματα ενδείκνυνται για περιοχές με ρηχό υδροφόρο ορίζοντα έτσι ώστε οι απαιτήσεις για γεωτρήσεις νερού να μην είναι μεγάλες. Και σε αυτή την περίπτωση αξιοποιείται η ιδιότητα της σταθερής θερμοκρασίας των υδάτων του υπόγειου ταμιευτήρα καθ' όλο τον χρόνο ανεξάρτητα από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες που επικρατούν.³⁵

1.3.2 Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας

Οι Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας εκμεταλλεύονται ως πηγή θερμότητας, τη θερμότητα των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών, τόσο των επιφανειακών όσο και των υπόγειων, με σκοπό τη θέρμανση ή/και την ψύξη χώρων (αντιστροφή διαδικασίας θέρμανσης) ή/και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιείται είναι πιστοποιημένο για τη φιλικότητα που παρουσιάζει ως προς το περιβάλλον.³⁰ Η συγκεκριμένη τεχνολογία βασίζεται στο γεγονός ότι κάτω από την επιφάνεια της γης, η θερμοκρασία παραμένει σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, μεγαλύτερη σε σχέση με τον ατμοσφαιρικό αέρα κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ψυχρότερη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Το μεγάλο πλεονέκτημα τους είναι ότι εκμεταλλεύονται την ήδη υπάρχουσα θερμότητα του εδάφους ή του νερού το οποίο βρίσκεται αρκετά μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης, αντί για την παραγωγή αυτής μέσω μηχανικών κινητήρων και χρήση ορυκτών καυσίμων.³¹

Μία γεωθερμική αντλία θερμότητας αποτελείται από τα εξής βασικά εξαρτήματα:

- Συμπιεστή
- Συμπυκνωτή
- Ατμοποιητή
- Βαλβίδα εκτόνωσης

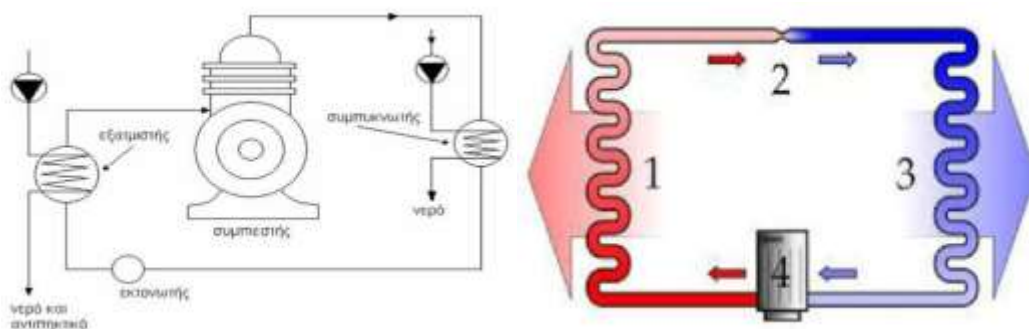
Μέσω των γεωθερμικών αντλιών επιτυγχάνεται υψηλή απόδοση με τη μεταφορά θερμότητας από την πηγή στον χώρο που πρόκειται να θερμανθεί. Αν και το κόστος εγκατάστασης είναι σχετικά ακριβό, αυτού του είδους οι αντλίες έχουν πολύ χαμηλότερο κόστος λειτουργίας ακριβώς επειδή εκμεταλλεύονται τη σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους θερμοκρασία της “πηγής”. Επιπλέον οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας έχουν μεγάλο προσδόκιμο ζωής,

χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις συντήρησης, η λειτουργικότητά τους δεν εξαρτάται από την εξωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας, συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης άλλων μορφών ενέργειας κατά ένα ποσοστό 30%-60%, παρουσιάζουν εξαιρετική απόδοση στον έλεγχο της υγρασίας, είναι αξιόπιστες και είναι κατάλληλες για όλους σχεδόν τους χώρους. Δύναται δε να χρησιμοποιηθούν ακόμα και σε ακραίες κλιματικές συνθήκες (σε σχέση με τις αντλίες αέρος) με πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα.³¹

Τα δύο βασικά είδη γεωθερμικών αντλιών (νερού-νερού και εδάφους-νερού) που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας παρουσιάζονται στη συνέχεια της εργασίας.

Αντλία θερμότητας νερού-νερού:

Η λειτουργία τους βασίζεται στον ψυκτικό κύκλο. Πρόκειται για έναν συνεχόμενο κύκλο εκτόνωσης - συμπίεσης ενός ρευστού σύμφωνα με το παρακάτω σχήμα: ³²



Σχήμα 1.8: Αρχή λειτουργίας αντλίας θερμότητας νερού νερού-Ψυκτικός κύκλος.^{32,6}

(Πηγή: <https://alphaclima.gr>)

Στις συγκεκριμένες αντλίες και οι δύο εναλλάκτες είναι εναλλάκτες νερού. Το ψυκτικό μέσο στην ουσία μεταφέρει θερμότητα από τη μια μάζα νερού στην άλλη.

Το υγρό (ψυκτικό μέσο) που ρέει μέσα στις σωλήνες, βρίσκεται υπό μεγάλη πίεση και θερμοκρασία εξερχόμενο από το συμπιεστή. Στις σωλήνες αποβάλλεται η θερμότητα που απέδωσε κατά τη συμπίεση ο συμπιεστής. Στη συνέχεια, η πίεση του υγρού μειώνεται στον εκτονωτή, και εξατμίζεται (λόγω της πτώσης της πίεσης) στον εξατμιστή, όπου ψύχεται και προσλαμβάνει θερμότητα. Ακολουθεί συμπίεση (στον συμπιεστή), υγροποίηση, θέρμανση και αποβολή θερμότητας του κρύου πλέον (ψυκτικού) υγρού. Η διαδικασία αυτή

1.3.3 Σύστημα εκμετάλλευσης αβαθούς γεωθερμίας για οικιακές εφαρμογές – Μέρη του συστήματος - Λειτουργία

Στην αβαθή γεωθερμία μια πλήρης εγκατάσταση αποτελείται κυρίως από τα παρακάτω τμήματα.³⁵

- Γεωθερμική αντλία θερμότητας (ΓΑΘ).
 - Γεωθερμικός εναλλάκτης (γεωεναλλάκτης).
- I. Κλειστού κυκλώματος (κάθετο – γεωτρήσεις, οριζόντιο, σπειροειδές).
- II. Ανοικτού κυκλώματος (γεωτρήσεις, πηγάδια, λίμνες, ποτάμια, θάλασσα).
- Σύστημα θέρμανσης/ψύξης εντός του κτιρίου (αεραγωγοί, ενδοδαπέδια-ενδοτοιχία, fan coils, καλοριφέρ).

Στις προηγούμενες παραγράφους παρουσιάστηκαν ήδη οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας καθώς και οι γεωεναλλάκτες με αναφορές στα είδη και τον τρόπο λειτουργίας τους.

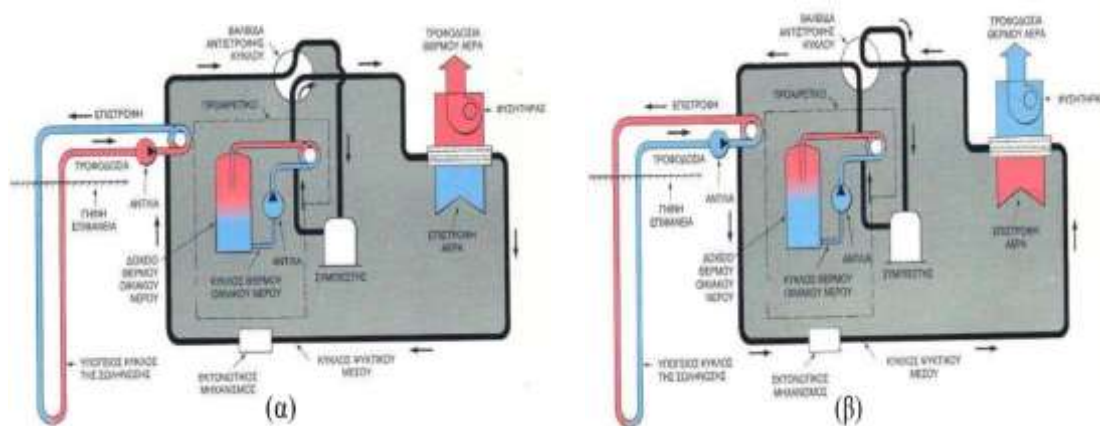
Γεγονός είναι ότι η εγκατάσταση θέρμανσης και ψύξης μιας κατοικίας, δεν διαφέρει σε τίποτε από τις ήδη γνωστές εγκαταστάσεις. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ενδοδαπέδιο ή ενδοτοιχίο σύστημα θέρμανσης και δροσισμού, σύστημα fan coils για θέρμανση και ψύξη. Ακόμη και η χρήση θερμαντικών σωμάτων είναι δυνατή, ωστόσο θα είναι αρκετά μεγάλου μεγέθους.

Κλείνοντας το κεφάλαιο δίνεται ενδεικτικά η περιγραφή ενός ολοκληρωμένου συστήματος αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας με χρήση φυσητήρα (fan coil) για θέρμανση και ψύξη ενός κτιρίου.

Αρχικά για τη διανομή του αέρα (θερμού ή ψυχρού) μέσα στο χώρο, χρησιμοποιείται ένας φυσητήρας. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός στοιχείου το οποίο στην ουσία παίζει το ρόλο εναλλάκτη θερμότητας αέρα-ψυκτικού μέσου. Μέσω του φυσητήρα εξασφαλίζεται η μετακίνηση του αέρα προς το σύστημα διανομής του κλιματιζόμενου χώρου.

Συνήθως χρησιμοποιείται ένα κλειστό τετρασωλήνιο σύστημα για τη θέρμανση (και του νερού οικιακής χρήσης), το οποίο αξιοποιεί το θερμό συμπιεσμένο (στον συμπιεστή της αντλίας θερμότητας) αέριο. Στο στάδιο αυτό η μεταφορά της θερμότητας από ένα μέσο σε ένα άλλο γίνεται με ευκολία, όταν αυτά ρέουν μέσω του εναλλάκτη προς αντίθετες διευθύνσεις.⁶

Ωστόσο η ύπαρξη ξεχωριστού εναλλάκτη θερμότητας, ίδιου τύπου με τον πρώτο είναι απαραίτητη. Το θερμό νερό οικιακής χρήσης συμπιέζεται και κυκλοφορεί στις σωληνώσεις με τη βοήθεια αντλίας. Το δε ψυκτικό μέσο το οποίο κυκλοφορεί στον εξωτερικό σωλήνα του εναλλάκτη θερμότητας, αποδίδει θερμότητα στο (ψυχρότερο) νερό οικιακής χρήσης που διέρχεται μέσα από τον εσωτερικό σωλήνα του ίδιου εναλλάκτη. Δηλαδή, το θερμό ψυκτικό μέσο και το ψυχρότερο νερό ρέουν προς διαφορετικές κατευθύνσεις μέσα στο εναλλάκτη θερμότητας γεγονός που συμβάλλει στη μείωση της θερμοκρασίας του ψυκτικού μέσου και παράλληλα θερμαίνεται το νερό οικιακής χρήσης.⁶ Τα περισσότερα σύγχρονα συστήματα περιλαμβάνουν εναλλάκτες θερμότητας που όχι μόνο συνεισφέρουν στη μείωση της θερμοκρασίας του ψυκτικού μέσου αλλά και λόγω της συμπύκνωσης επιτυγχάνεται αύξηση της μεταφοράς θερμότητας. Στα σχήματα που ακολουθούν παρουσιάζεται ένα ολοκληρωμένο σύστημα (κλειστού) κύκλου τόσο κατά τη διαδικασία τη θέρμανσης του χώρου, όσο και κατά την ψύξη.



Σχήμα 1.10: Σύστημα κλειστού κύκλου στη θέση θέρμανσης (α) και στη θέση ψύξης (β).⁶(Πηγή: Τσίτσος, Μυτιληναίος 2008)

Τα συστήματα αυτά συνήθως καλύπτουν το 100% των αναγκών μιας οικίας για θερμό νερό.

1.4 Γεωθερμία: Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Προβλήματα και πλεονεκτήματα

Η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας αντιμετωπίζει ορισμένα προβλήματα, στα οποία θα πρέπει να δοθεί λύση προκειμένου να αξιοποιηθεί στο μέγιστο βαθμό η εναλλακτική αυτή μορφή ενέργειας. Τα βασικότερα από τα προβλήματα αυτά είναι: ¹⁷

- Σχηματισμός επικαθίσεων (καθαλατώσεις ή αποθέσεις) σε όλες σχεδόν τις επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το γεωθερμικό ρευστό. Τα γεωθερμικά ρευστά εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας και παραμονής τους σε άμεση επαφή με διάφορα πετρώματα περιέχουν συνήθως σημαντικές ποσότητες διαλυμένων αλάτων και αερίων.
- Διάβρωση των μεταλλικών επιφανειών. Η αλλαγή των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών των ρευστών κατά το στάδιο της εκμετάλλευσης δύναται να οδηγήσει στη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για τη χημική προσβολή των μεταλλικών επιφανειών.
- Περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που προέρχονται από τη διάθεση ρευστών μετά τη χρήση, τις εκπομπές τοξικών αερίων κυρίως υδρόθειου λόγω της έντονης οσμής του και της σχετικής τοξικότητάς του, τις διαρροές κατά την ανόρυξη γεωτρήσεων, τον αυξημένο θόρυβο, τη δημιουργία μικροσεισμικότητας και τις καθιζήσεις.

Ωστόσο τα πλεονεκτήματα και τα οφέλη της γεωθερμίας είναι αρκετά και σημαντικά. Ενδεικτικά αναφέρονται ορισμένα από αυτά, όπως: ^{5,40}

- Συνεχής παροχή ενέργειας, υψηλού συντελεστή λειτουργίας ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες.
- Μικρό κόστος λειτουργίας, συντήρησης, εγκατάστασης και εξοπλισμού. Οι γεωθερμικές αντλίες δεν παρουσιάζουν βλάβες μετά από παρατεταμένη χρήση όπως τα περισσότερα συμβατικά συστήματα.
- Απουσία θορύβου κατά τη λειτουργία της
- Ελάχιστες έως μηδενικές εκπομπές αερίων στο περιβάλλον
- Μικρή απαίτηση εκτάσεων γης
- Αποτελεί τοπική μορφή ενέργειας και συνεπώς μπορεί να συμβάλλει στην οικονομική ανάπτυξη της γεωθερμικής περιοχής

- Συμβολή στη μείωση τής ενεργειακής εξάρτησης μίας χώρας, λόγω του περιορισμού εισαγωγών στα ορυκτά καύσιμα
- Μεγαλύτερη ασφάλεια σε σχέση με μία εγκατάσταση πετρελαίου ή φυσικού αερίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Θερμικά ηλιακά συστήματα

2.1 Εισαγωγή

Ο ήλιος αποτελεί μία εξαιρετική και παράλληλα την αφθονότερη πηγή ακτινοβολούμενης ενέργειας για τον πλανήτη μας. Από την ακτινοβολία-ενέργεια που φτάνει μέχρι τη γήινη ατμόσφαιρα, το (περίπου) 31% ανακλάται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, το 47% φθάνει μέχρι την επιφάνεια της γης (το 33% του ποσοστού που φθάνει στην ατμόσφαιρα απορροφάται από τους ωκεανούς, ενώ το 14% από την ξηρά), το 23% παίζει ρόλο στη ρύθμιση του κλίματος και 0.1% απορροφάται από τα φυτά. Η ροή της ηλιακής ακτινοβολίας η οποία προσπίπτει σε μία μοναδιαία επιφάνεια κάθετη στις ακτίνες του ήλιου στο όριο της ατμόσφαιρας, ονομάζεται ηλιακή σταθερά και ισούται με 1367 W/m^2 .²

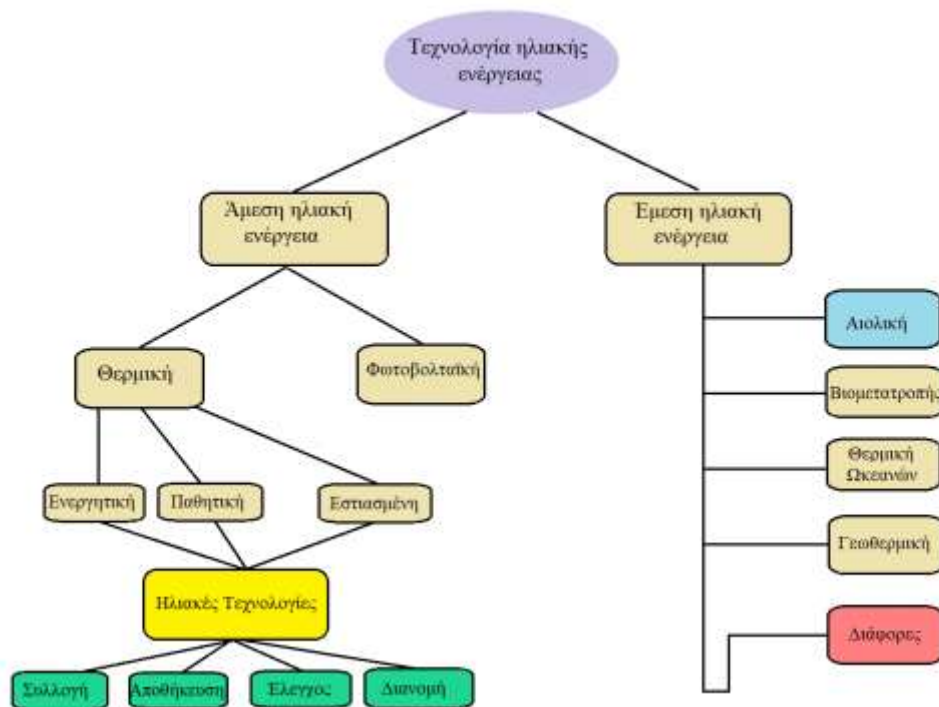
Σχετικά με την εκμετάλλευση της ενέργειας που προέρχεται από τον ήλιο, υπάρχουν δύο βασικές επιλογές. Αφενός τα φωτοβολταϊκά συστήματα, στα οποία γίνεται απευθείας μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, και αφετέρου τα ηλιοθερμικά συστήματα όπου η ηλιακή ακτινοβολία χρησιμοποιείται για την παροχή θερμότητας σε ένα θερμοδυναμικό σύστημα παράγοντας με αυτόν τον τρόπο μηχανική ενέργεια η οποία με τη σειρά της μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική. Στα εμπορικά διαθέσιμα φωτοβολταϊκά συστήματα, η απόδοση είναι της τάξης του 10-15%, ενώ στα ηλιακά θερμικά συστήματα η αντίστοιχη απόδοση μπορεί να φτάσει μέχρι και 30%.¹⁰

Η εκμετάλλευση της ηλιακής θερμικής ενέργειας έχει ξεκινήσει εδώ και χιλιάδες χρόνια με την παρουσία σχισμών-χαραμιάδων και παράθυρων στα κτίσματα και είναι γνωστή ως παθητική ηλιακή ενέργεια. Διαφορετικές γωνίες πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων το καλοκαίρι και το χειμώνα, λαμβάνονταν υπόψη στο σχεδιασμό και τον προσανατολισμό των κτισμάτων έτσι ώστε να καθίσταται δυνατή η μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα και αντιστρόφως το καλοκαίρι.

Ενεργά η τεχνολογία για την αξιοποίηση της προερχόμενης από τον ήλιο ενέργεια αναπτύχθηκε περίπου το 1900, όταν οι πρώτοι ηλιακοί συλλέκτες που

προορίζονταν για τη θέρμανση του νερού προωθήθηκαν στην αγορά. Σήμερα, μία ποικιλία εφαρμογών όπως η θέρμανση πισίνων, η εξασφάλιση ζεστού νερού οικιακής χρήσης, η θέρμανση χώρων, η τηλεθέρμανση, η ηλιακή ψύξη, και η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης από ηλιακές θερμοηλεκτρικές μονάδες έχουν παγκόσμια απήχηση στην αγορά. Από το 2005 δε, όπου οι τιμές στα φωτοβολταϊκά συστήματα έγιναν προσιτές, αποτελούν ανταγωνιστικό παράγοντα των θερμικών ηλιακών συστημάτων σε πολλές από τις προαναφερόμενες εφαρμογές.¹²

Κλείνοντας με την εισαγωγική παράγραφο, παρατίθεται μία σχηματική αναπαράσταση κατηγοριοποίησης των τεχνολογιών της ηλιακής ενέργειας.



Σχήμα 2.1: Κατηγορίες τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας.² (Πηγή: Newton 2007)

2.2 Τύποι ηλιακών συλλεκτών και εναλλακτών

Ο ηλιακός συλλέκτης είναι μία συσκευή η οποία αποθηκεύει και/ή συγκεντρώνει την προερχόμενη από τον ήλιο ακτινοβολία. Χρησιμοποιείται κυρίως για “ηλιακή θέρμανση” και/ή για την παροχή ζεστού νερού χρήσης. Ωστόσο δύναται να υπάρχουν μεγάλες εγκαταστάσεις ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ενέργειας (συγκεντρωτικά θερμικά ηλιακά συστήματα), όπως το σύστημα παραβολικού κοίλου κατόπτρου (solar parabolic trough), οι ηλιακοί πύργοι, ή συσκευές που λειτουργούν χωρίς τη χρήση νερού όπως οι ηλιακοί αεροθερμαντήρες.^{41,42} Στις παραπάνω εφαρμογές είναι απαραίτητη η ανταλλαγή θερμότητας ανάμεσα σε δύο ρευστά. Η διεργασία αυτή λαμβάνει χώρα σε συγκεκριμένες συσκευές που ονομάζονται εναλλάκτες θερμότητας (heat exchangers). Ο εναλλάκτης θερμότητας στην ουσία επιτρέπει τη μετάδοση του θερμικού φορτίου από το ένα ρευστό στο άλλο. Συναντάται κυρίως σε συστήματα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, κύκλους παραγωγής ισχύος, συσκευές ανάκτησης θερμότητας, χημικές διεργασίες και σε άλλες εφαρμογές. Οι απλούστερες μορφές εναλλακτών επιτρέπουν την απευθείας ανάμιξη του ψυχρού και του θερμού ρευστού. Ωστόσο ο πιο συνηθισμένος τύπος εναλλάκτη είναι εκείνος όπου τα δύο ρευστά διαχωρίζονται με κάποιου είδους τοίχωμα. Υπάρχουν πολλά είδη τοιχωμάτων (απλά επίπεδα τοιχώματα, πτερύγια (fins) και ανακλαστήρες (baffles)). Η μεταφορά ενέργειας γίνεται μέσω αγωγής, συναγωγής και σπανιότερα μέσω ακτινοβολίας. Οι παράγοντες που υπεισέρχονται στον σχεδιασμό των εναλλακτών είναι αρκετοί, όπως η θερμική ανάλυση, το μέγεθος, το βάρος, η κατασκευαστική αντοχή, η πτώση πίεσης και φυσικά το κόστος. Στις επόμενες παραγράφους δίνεται μια περιγραφή τόσο των ηλιακών συλλεκτών όσο και των εναλλακτών.⁴⁶

2.2.1 Είδη ηλιακών συλλεκτών

Τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται ένα θερμικό ηλιακό σύστημα είναι τα εξής ⁴⁵ :

1. Σύστημα συλλογής της ηλιακής ενέργειας (ηλιακοί συλλέκτες)
2. Σύστημα αποθήκευσης
3. Βοηθητικό σύστημα παραγωγής θερμότητας
4. Κυκλοφορητές και συστήματα ελέγχου (σε μεγάλες εγκαταστάσεις)

Οι τύποι ηλιακών θερμικών συστημάτων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν βάσει διαφόρων κριτηρίων. Ένας βασικός διαχωρισμός των ηλιακών συλλεκτών είναι σε συγκεντρωτικούς και μη-συγκεντρωτικούς.

Συγκεντρωτικά ηλιακά θερμικά συστήματα (ΣΘΗ)

Πρόκειται για συλλέκτες με πολύ μεγαλύτερη επιφάνεια ανοίγματος σε σχέση με την επιφάνεια απορρόφησης (επιπλέον κάτοπτρα με τα οποία επιτυγχάνεται μεγαλύτερη εστίαση της ηλιακής ακτινοβολίας στον απορροφητή) εγκλωβίζοντας μόνο την κύρια συνιστώσα της Η/Μ ακτινοβολίας.⁴² Χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια παράγονται μεγάλες ποσότητες θερμότητας, η οποία με τη σειρά της χρησιμοποιείται για την παροχή της απαιτούμενης ενέργειας για την πραγματοποίηση χημικών αντιδράσεων. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (με τη μετατροπή του ζεστού νερού σε ατμό) η οποία κινεί μία τουρμπίνα που είναι συνδεδεμένη με γεννήτρια.⁴³

Οι βασικοί τύποι των ΣΘΗ είναι τέσσερεις.

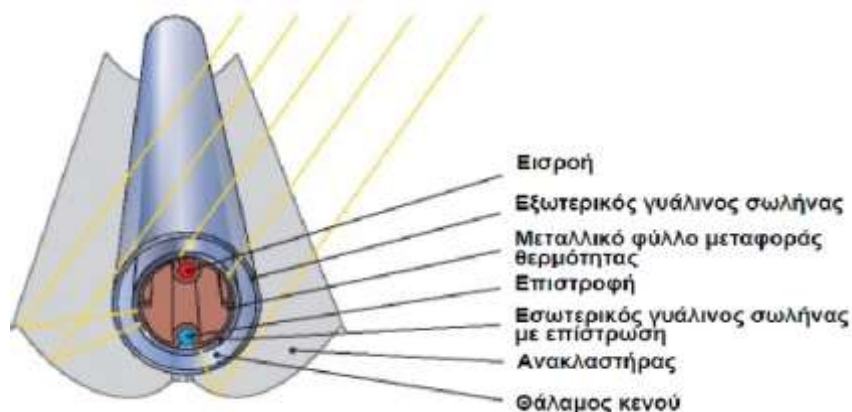
- Σύστημα παραβολικού κοίλου κατόπτρου ή παραβολικός συγκεντρωτικός συλλέκτης.

Το παραβολικό σχήμα βοηθάει στην συγκέντρωση του ηλιακού φωτός στον σωλήνα-αποδέκτη ο οποίος είναι τοποθετημένος στη μέση του κοιλώματος έτσι ώστε να παγιδεύει την εστιασμένη ακτινοβολία καθώς αυτή αντανακλάται από τα κάτοπτρα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται έως και 80 φορές συγκέντρωση της ηλιακής ακτινοβολίας.⁴³ Τέτοιου είδους μονάδες φθάνουν σε μήκος τα 100 μέτρα, ενώ η επιφάνεια ανοίγματος (άνοιγμα/πλάτος) τα 6 μέτρα ή και περισσότερο. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται το μεγαλύτερο σύστημα παραβολικών κοίλων κατόπτρων στην Αριζόνα.



Εικόνα 2.2: Σύστημα παραβολικών κοίλων κατόπτρων στην Αριζόνα (πηγή: Abengoa Solar / Wikimedia Commons).⁴³

Οι αποδέκτες (γυάλινοι σωλήνες κενού) ελαχιστοποιούν τις θερμικές απώλειες ενώ παράλληλα μεγιστοποιούν το ποσοστό απορρόφησης του φωτός). Περιέχουν ρευστό μεταφοράς θερμότητας, συνήθως λάδι σε υψηλές θερμοκρασίες, το οποίο αντλείται διαμέσου του σωλήνα με σκοπό τη συσσώρευση και μεταφορά θερμότητας σε εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Λειτουργούν κατά μέσο όρο σε θερμοκρασίες 400°C . Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται τα μέρη ενός παραβολικού συγκεντρωτικού συλλέκτη.⁴³



Σχήμα 2.3: Παραβολικός συγκεντρωτικός συλλέκτης.⁴⁴ (Πηγή: <https://docplayer.gr>)

- Γραμμικοί συλλέκτες Fresnel

Πρόκειται για συστήματα λιγότερο αποτελεσματικά σε σχέση με αυτά των παραβολικών συλλεκτών, ωστόσο είναι πολύ οικονομικότερα όσον αφορά το κόστος εγκατάστασης από τη στιγμή που τα κατοπτρικά τμήματα στηρίζονται απευθείας στο έδαφος χωρίς να χρειάζεται ειδική υποστηρικτική δομή. Αυτό συνεπάγεται λιγότερα υλικά και συνεπώς χαμηλότερο κόστος κατασκευής-εγκατάστασης. Ένα σύστημα γραμμικών συλλεκτών Fresnel αποτελείται λωρίδες κοίλων κατόπτρων τοποθετημένα με τέτοιο τρόπο που να προσεγγίζουν τα συστήματα παραβολικών κατόπτρων.

Η καμπυλότητα των μικρών τμημάτων αναπαράγει ως ένα βαθμό τη δράση-αποτέλεσμα μιας ολόκληρης επιφάνειας κοίλων φακών, ωστόσο επειδή αυτό επιτυγχάνεται μόνο κατά ένα μέρος, έχει σαν αποτέλεσμα το σημείο εστίασης να είναι λιγότερο έντονο. Αυτό συνεπάγεται τη μείωση της μέγιστης θερμοκρασίας που θα μπορούσε να επιτευχθεί. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα σύστημα από γραμμικούς συλλέκτες Fresnel.⁴³



Σχήμα 2.4: Γραμμικοί συλλέκτες Fresnel. ⁴³ (πηγή: Novatec Solar / Wikimedia Commons).

- Ηλιακοί πύργοι

Οι ηλιακοί πύργοι τείνουν με γρήγορους ρυθμούς να καθιερωθούν σαν το στάνταρ μοντέλο ηλιακών συλλεκτών αν και προπορεύονται οι παραβολικοί συγκεντρωτικοί συλλέκτης από άποψη εγκατεστημένης ισχύος. Οι διατάξεις των

κατόπτρων που χρησιμοποιούνται στους πύργους αποτελούν μία προσέγγιση συστήματος ηλιοθερμικών παραβολικών πιάτων.

Πρόκειται για τεράστιες συστοιχίες καθρεπτών που ονομάζονται ηλιοστάτες και καταλαμβάνουν μεγάλη έκταση. Οι ηλιοστάτες βρίσκονται στερεωμένοι στο έδαφος, ωστόσο είναι κατασκευασμένοι με τρόπο ώστε να μπορούν να στρέφονται προς δύο κατευθύνσεις, παρακολουθώντας έτσι την κίνηση του ήλιου στον ουρανό, αντανακλώντας συνεχώς το ηλιακό φως στην κορυφή του πύργου.

Μέχρι στιγμής, οι εμπορικές μονάδες πύργων λειτουργούν σε θερμοκρασίες περίπου $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, ενώ τα πειραματικά συστήματα έχουν ξεπεράσει τους $1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Το πρακτικό όριο των $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ περίπου, επιβάλλεται από την ικανότητα του αποδέκτη και του ρευστού μεταφοράς θερμότητας, και όχι από τη χωρητικότητα του ηλιοστατικού πεδίου ή στην πραγματικότητα της διαθέσιμης ποσότητας ηλιακού φωτός. Η πλεονάζουσα θερμότητα μπορεί να αποθηκευτεί μέσα σε μια δεξαμενή τήγματος άλατος. Ο ηλιακός πύργος PS10 (Planta Solar 10), στη Σεβίλλη της Ισπανίας, ήταν το πρώτο εμπορικό έργο της συγκεκριμένης κατηγορίας και λειτουργεί από τις αρχές του 2009. Στην εικόνα βλέπουμε τον PS10 ηλιακό πύργο.⁴³



Σχήμα 2.5: Ο ηλιακός πύργος PS10 στη Σεβίλλη.⁴³ (πηγή: afloresm/Flickr Commons).

- Ηλιακά πιάτα

Τα συγκεκριμένα ηλιοθερμικά συστήματα χρησιμοποιούν ένα παραβολικό πιάτο ώστε να μπορούν να ανιχνεύουν τον ήλιο και να αντανακλούν το ηλιακό φως σε ένα σημείο εστίασης. Ο τελικός συντελεστής συγκέντρωσης δύναται να είναι πολύ υψηλός, αλλά οι δυσκολία και το κόστος εγκατάστασης ξεπερνούν κατά πολύ τα υπόλοιπα συστήματα. Κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να ακολουθούν τον ήλιο και προς τις δύο κατευθύνσεις, εντοπίζοντας τόσο την ανύψωση του καθώς μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και κατά τη διάρκεια του έτους.

Αν και πρόκειται για τα αποτελεσματικότερα συστήματα συγκέντρωσης ηλιακής ακτινοβολίας, δεν είναι εμπορικά ευρέως διαδεδομένα. Η πρώιμη ανάπτυξη τους οδήγησε στην ενσωμάτωση και χρήση ενός συγκεκριμένου τύπου κινητήρα, που ονομάζεται κινητήρας Striling, ο οποίος κατέστησε τα συστήματα αυτά πολύ ακριβά.

Η κατασκευή συστημάτων που να υποστηρίζουν τόσο το παραβολικό πιάτο όσο και το δέκτη, και παράλληλα να έχουν την δυνατότητα παρακολούθησης της κίνησης του ήλιου και προς τις δύο κατευθύνσεις, έχει σαν αποτέλεσμα τον περιορισμό του μεγέθους τους και της εμπορικής τους ζήτησης στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.⁴³

Μη-συγκεντρωτικά ηλιακά θερμικά συστήματα

Οι μη συγκεντρωτικοί συλλέκτες, σε αντίθεση με τους συγκεντρωτικούς, παρουσιάζουν διαστάσεις ανοίγματος (περιοχή που δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία) περίπου ίδιες με του απορροφητήρα (περιοχή που απορροφά την ακτινοβολία). Δεν διαθέτουν επιπλέον εξαρτήματα εκτός από τον συλλέκτη.⁴²

Οι μη συγκεντρωτικοί συλλέκτες χρησιμοποιούνται συνήθως σε οικιακά και εμπορικά κτίρια για θέρμανση χώρων.

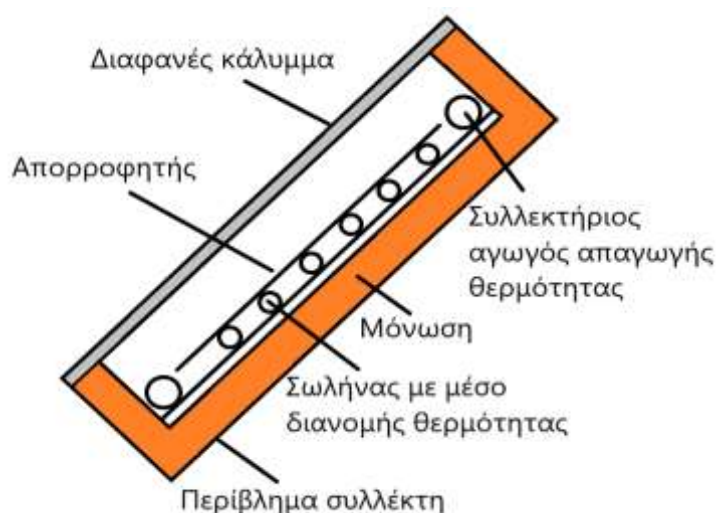
Η χρήση αυτών των ηλιακών συλλεκτών παρέχει μια εναλλακτική λύση για την οικιακή θέρμανση νερού χρησιμοποιώντας θερμαντήρα νερού, μειώνοντας ενδεχομένως το ενεργειακό κόστος με την πάροδο του χρόνου. Κατά αντιστοιχία με τους οικιακούς χώρους, ένας μεγάλος αριθμός από αυτούς τους συλλέκτες μπορεί να συνδυαστεί κατάλληλα σε διατάξεις και να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ηλιακούς θερμοηλεκτρικούς σταθμούς.⁴¹

Οι συνηθέστεροι συλλέκτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως για τους ανωτέρω σκοπούς είναι οι εξής:

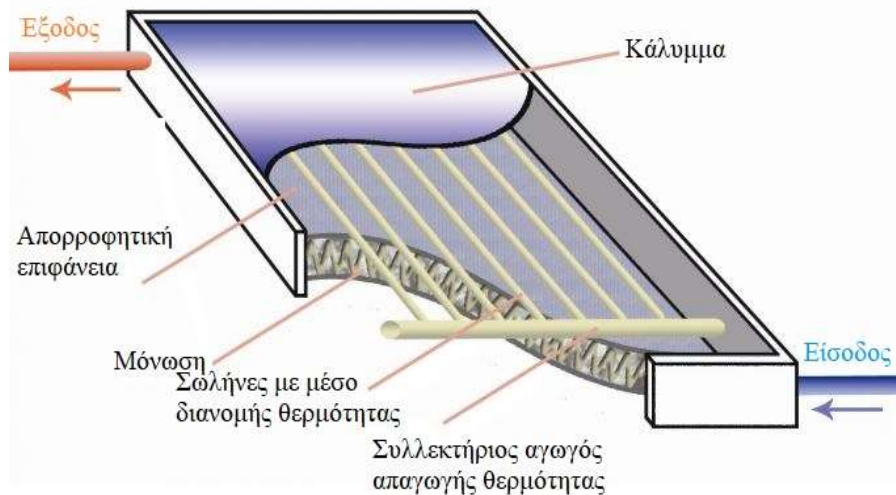
- Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες

Πρόκειται για μεταλλικά πλαίσια τα οποία φέρουν ένα διαφανές κάλυμμα επάνω σε μία σκουρόχρωμη απορροφητική επιφάνεια (πίατο). Στα πλευρικά σημεία και το κάτω μέρος του συλλέκτη συνήθως υπάρχει μονωτικό υλικό έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες θερμότητας (από διαρροές στα υπόλοιπα μέρη του συλλέκτη). Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το διαφανές κάλυμμα και προσπίπτει επάνω στο απορροφητικό πιάτο, το οποίο με τη σειρά του θερμαίνεται μεταφέροντας τη θερμότητα αυτή στο νερό ή στον αέρα που συγκρατείται μεταξύ του καλύμματος και της απορροφητικής επιφάνειας. Σε ορισμένες περιπτώσεις τα απορροφητικά πιάτα βάφονται με ειδικά επιχρίσματα σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να απορροφούν και να συγκρατούν τη θερμότητα καλύτερα σε σχέση με την παραδοσιακή μαύρη βαφή. Τα υλικά κατασκευής τους είναι συνήθως μέταλλα (χαλκός ή αλουμίνιο) τα οποία είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας.⁴¹

Στα επόμενα σχήματα διακρίνονται τα βασικά μέρη ενός επίπεδου συλλέκτη



A.



B.

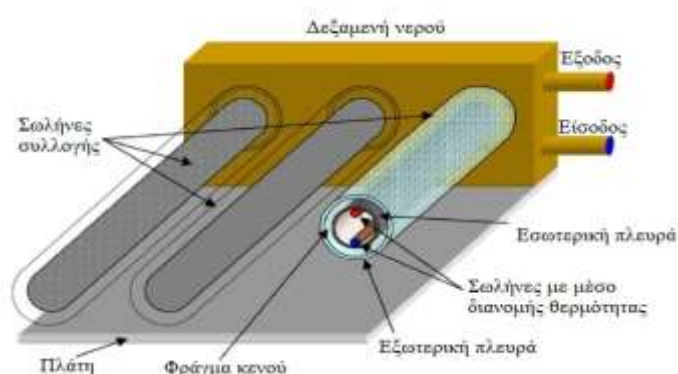
Σχήμα 2.6 A, B.: Τα βασικά τμήματα ενός επίπεδου συλλέκτη.⁴⁴ (Πηγή: JIAXING PASSION NEW ENERGY TECHNOLOGY CO.)

- Συλλέκτες κενού

Αυτός ο τύπος ηλιακού συλλέκτη χρησιμοποιεί μια σειρά σωλήνων κενού (διπλής υάλωσης) για τη θέρμανση του νερού χρήσης. Το κενό αυτό αξιοποιείται για την παγίδευση της ηλιακής ενέργειας, ενώ ελαχιστοποιούνται οι απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον. Ένας εσωτερικός μεταλλικός αγωγός που λειτουργεί ως πλάκα απορρόφησης, συνδέεται με ένα σωλήνα θερμότητας προκειμένου να μεταφερθεί η θερμότητα που συλλέγεται από τον ήλιο στο νερό. Αυτός ο αγωγός θερμότητας είναι ουσιαστικά ένας σωλήνας όπου το ρευστό βρίσκεται σε συγκεκριμένη πίεση. Σε αυτή την πίεση, στο "καυτό" άκρο του σωλήνα περιέχεται το υγρό σε συνθήκες βρασμού, ενώ το "κρύο" περιέχει συμπυκνωμένους ατμούς. Με αυτόν τον τρόπο καθίσταται δυνατή η αποτελεσματικότερη μετακίνηση της θερμικής ενέργειας από το ένα άκρο του σωλήνα στο άλλο. Μόλις η θερμότητα από τον ήλιο μετακινηθεί από το θερμό άκρο του σωλήνα θερμότητας στο άκρο συμπύκνωσης, η θερμική ενέργεια μεταφέρεται στο νερό που θερμαίνεται για χρήση.

Το πιο βασικό μειονέκτημα τους είναι οι κατασκευαστικές τους δυσκολίες εξαιτίας της απαραίτητης υποπίεσης που πρέπει να επιτευχθεί και των διαφορετικών υλικών που καλούνται να συνυπάρξουν για τη δημιουργία θέρμανσης και ψύξης. Ως εκ τούτου το κόστος κατασκευής είναι υψηλό όπως και

η τιμή πώλησης. Τα βασικά τμήματα του συλλέκτη κενού καθώς και λεπτομέρεια από αντίστοιχο σωλήνα παρουσιάζονται στα σχήματα που ακολουθούν.



Σχήμα 2.7: Συλλέκτης κενού. ⁴⁴

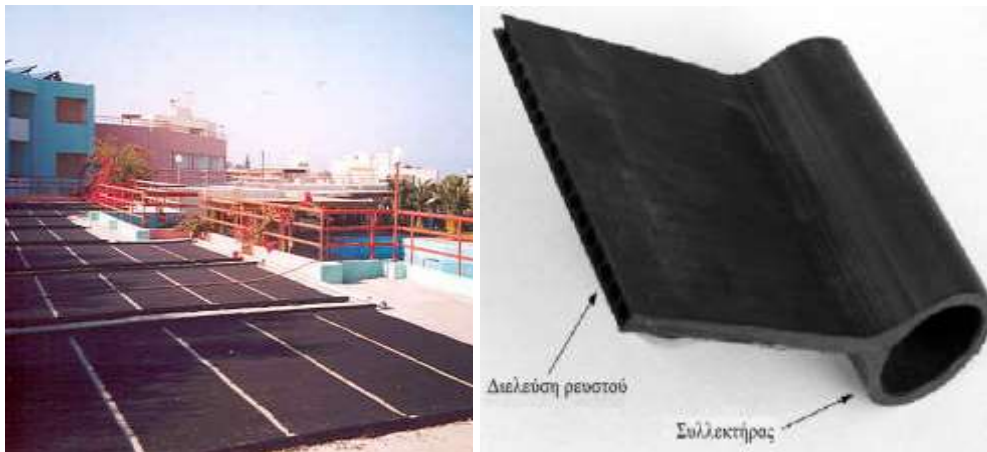


Σχήμα 2.8: Λεπτομέρεια από σωλήνα που χρησιμοποιείται στους συλλέκτες κενού. ⁴⁵(Πηγή: <http://ape.chania.teicrete.gr>)

- Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα για θέρμανση πισίνας
- Οι εφαρμογές τους είναι περιορισμένες καθώς χρησιμοποιούνται μόνο σε κολυμβητικές δεξαμενές, όπου τα επιθυμητά επίπεδα θερμοκρασίας είναι σχετικά χαμηλά (25°C). Η επιφάνεια που καταλαμβάνουν οι ηλιακοί συλλέκτες είναι περίπου το **80%** της επιφάνειας της πισίνας. Θα μπορούσε να θεωρηθεί πλεονέκτημα το γεγονός ότι δεν απαιτείται επιπρόσθετος εξοπλισμός, όπως μονάδα αποθήκευσης ή εναλλάκτες θερμότητας που επιβαρύνουν τον προϋπολογισμό. Το κόστος τους είναι σχετικά χαμηλό (70-100€/m²), όπως και ο χρόνος αποπληρωμής τους.

Ανάλογα με τις υπάρχουσες συνθήκες, το νερό κατευθύνεται είτε προς τους συλλέκτες είτε προς την βοηθητική πηγή ενέργειας (όταν αυτή υπάρχει). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την επέκταση της κολυμβητικής περιόδου από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο. Χαρακτηριστικά θα μπορούσε να αναφερθεί ότι στην περίπτωση που χρησιμοποιηθούν επίπεδοι συλλέκτες, η επιφάνειά τους χρειάζεται το **60%** της επιφάνειας της πισίνας.⁴⁵

Η μορφή των συγκεκριμένων συλλεκτών φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 2.9: Εγκατάσταση συλλεκτών χωρίς κάλυμμα για θέρμανση πισίνας και λεπτομέρεια συλλέκτη χωρίς κάλυμμα. (Πηγή: <http://ape.chania.teicrete.gr>)

2.2.2 Είδη εναλλακτών θερμότητας

Οι εναλλάκτες θερμότητας χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες βάσει:

1. Τρόπου μεταφοράς θερμότητας
2. Το είδος της ροής των ρευστών
3. Τις κατασκευαστικές τους ιδιότητες

Στη συνέχεια της εργασίας θα γίνει αναφορά στην κάθε κατηγορία και στα είδη που η κάθε μία περιλαμβάνει.

Τρόπος μεταφοράς θερμότητας

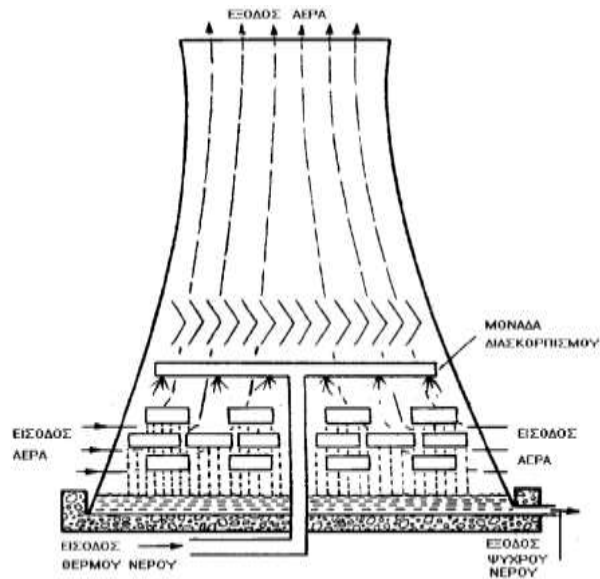
Ανάλογα με τον τρόπο μεταφοράς της θερμότητας οι εναλλάκτες διακρίνονται στις εξής υποκατηγορίες:

- Άμεσης μετάδοσης

Σε αυτόν τον τύπο εναλλακτών η μεταφορά θερμότητας λαμβάνει χώρα από το θερμότερο στο ψυχρότερο ρευστό με άμεση επαφή ή ανάμιξη των δύο ρευστών.

Το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου τύπου εναλλακτών αποτελούν οι

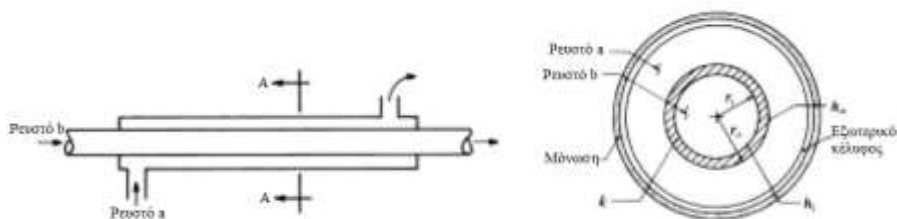
πύργοι ψύξης του νερού των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.⁴⁷ Στο ακόλουθο σχήμα παρουσιάζεται ένας εναλλάκτης άμεσης μετάδοσης.



Σχήμα 2.10: Πύργος ψύξης φυσικού ελκυσμού.⁴⁷ (Πηγή: <https://opencourses.auth.gr>)

- Έμμεσης μετάδοσης

Σε αυτήν την περίπτωση το θερμό και το ψυχρό ρευστό ρέουν στον εναλλάκτη ταυτόχρονα, ενώ διαχωρίζονται από ενδιάμεσα τοιχώματα μέσω των οποίων γίνεται η μεταφορά θερμότητας. Τυπικά δείγματα αυτού του τύπου εναλλακτών αποτελούν οι ατμολέβητες, οι συμπυκνωτές και τα θερμαντικά σώματα. Στο επόμενο σχήμα φαίνεται η πλάγια όψη και τομή ενός εναλλάκτη έμμεσης μετάδοσης.



Σχήμα 2.11: Εναλλάκτης έμμεσης μετάδοσης (διπλού σωλήνα).⁴⁶

(Πηγή: <https://www.eng.auth.gr>)

- Ημίμεσης μετάδοσης ή αναγεννητές

Πρόκειται για διατάξεις στις οποίες η ίδια επιφάνεια θέρμανσης εκτίθεται διαδοχικά στο θερμό και το ψυχρό ρευστό. Η θερμότητα του ρευστού μεταφέρεται στην επιφάνεια μέσω απαγωγής και αποθηκεύεται σε αυτή. Στη συνέχεια και όταν επέλθει διακοπή της ροής του θερμού ρευστού και ακολουθεί

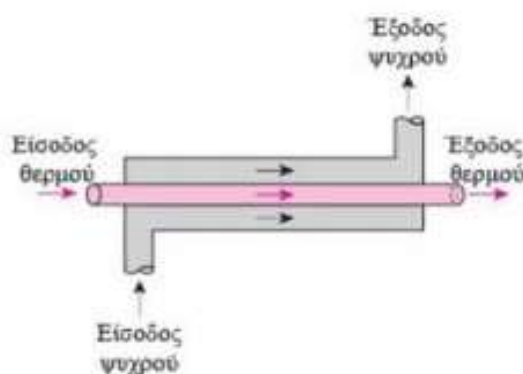
η ροή του ψυχρού, η επιφάνεια αποδίδει στο ψυχρό ρευστό την θερμότητα που έχει αποθηκευτεί. Ο πιο γνωστός τύπος αναγεννητή είναι ο προθερμαντής αέρα τύπου Ljungstrom.⁴⁷

Είδος της ροής των ρευστών

Ανάλογα με τον τύπο της ροής, οι εναλλάκτες διακρίνονται σε:

- Ομορροής

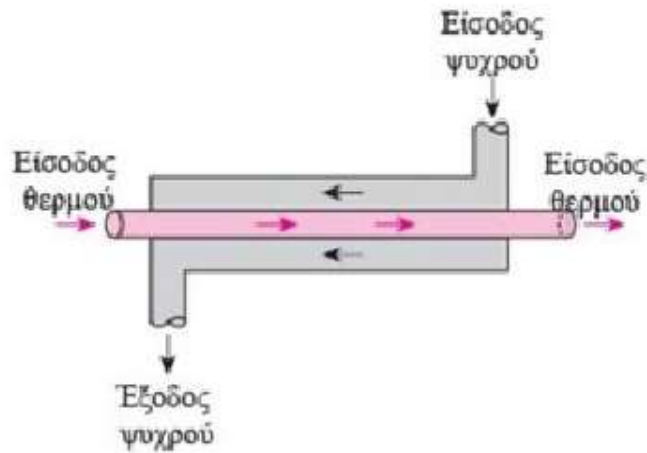
Όταν και τα δύο ρευστά κινούνται στην ίδια κατεύθυνση, η ροή χαρακτηρίζεται ως παράλληλη ροή των δύο ρευστών, δηλαδή ομορροή (parallel-flow).⁴⁶ Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζεται η ομορροή σε έναν εναλλάκτη θερμότητας διπλού σωλήνα.



Σχήμα 2.12: Παράλληλη ροή σε εναλλάκτη διπλού σωλήνα.⁴⁷

- Αντιρροής

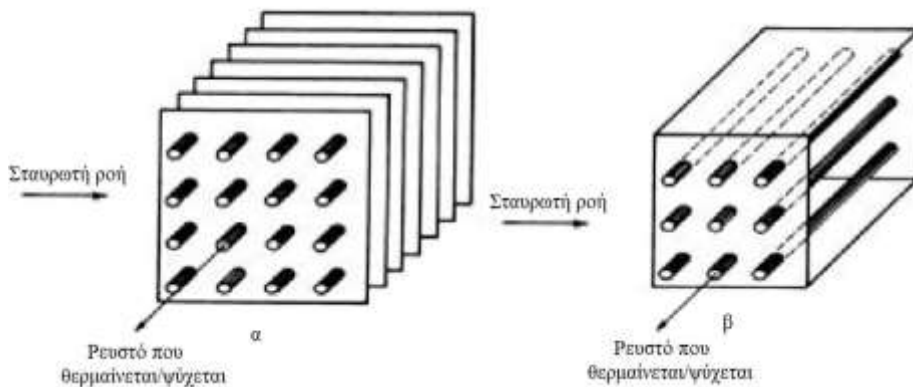
Αν τα δύο ρευστά κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις, τότε έχουμε αντιρροή (counter-flow). Στην πράξη η μεταφορά θερμότητας γίνεται αποτελεσματικότερα στους εναλλάκτες αντιρροής, λόγω της μεγαλύτερης μέσης διαφοράς στη θερμοκρασία ανά μονάδα μήκους σωλήνα. Στο ακόλουθο σχήμα παρουσιάζεται η λειτουργία ενός εναλλάκτη αντιρροής.



Σχήμα 2.13: Εναλλάκτης αντιρροής διπλού σωλήνα.⁴⁷ (Πηγή: <https://opencourses.auth.gr>)

- Σταυρωτής ροής

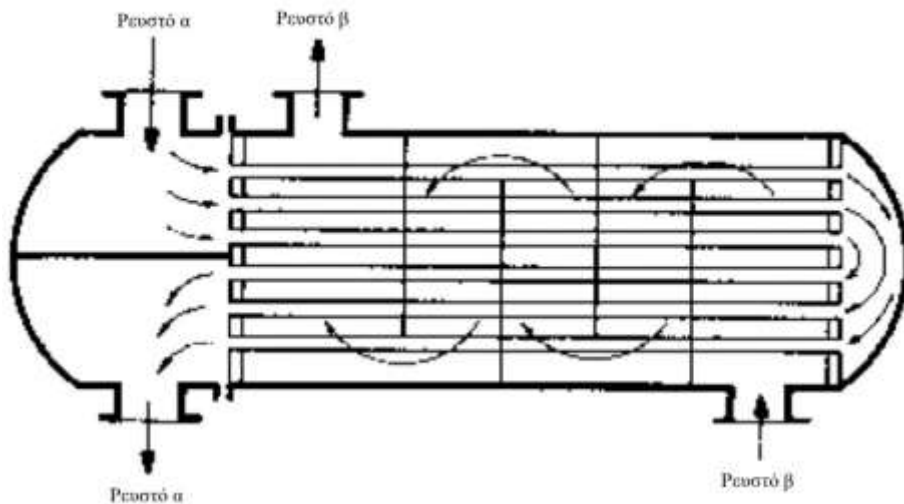
Σε αυτούς τους εναλλάκτες τα επίπεδα ροής των ρευστών είναι κάθετα μεταξύ τους. Αν το ρευστό κινείται ελεύθερα, κατά τη διέλευσή του από τον εναλλάκτη, τότε υπάρχει ανάμειξη (mixing) του ρευστού. Η σταυρωτή ροή επιτυγχάνεται με χρήση ή όχι πτερυγίων όπως φαίνεται στο σχήμα που ακολουθεί.⁴⁶



Σχήμα 2.14: Ρευστά χωρίς ανάμειξη λόγω των πτερυγίων τα οποία εμποδίζουν την κίνηση του ρευστού στις κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις ροής (α) και ανάμειξη ρευστού που ρέει εκτός σωλήνων (β) .⁴⁶ (Πηγή: <https://www.eng.auth.gr>)

- Μικτής ροής

Είναι οι εναλλάκτες στους οποίους η ροή είναι ένας συνδυασμός από τα είδη που προαναφέρθηκαν. Στο παρακάτω σχήμα δίνεται ένα παράδειγμα συνδυασμού ομορροής, αντιρροής και σταυρωτής ροής.



Σχήμα 2.15: Εναλλάκτης δέσμης σωλήνων με ανακλαστήρες.⁴⁶

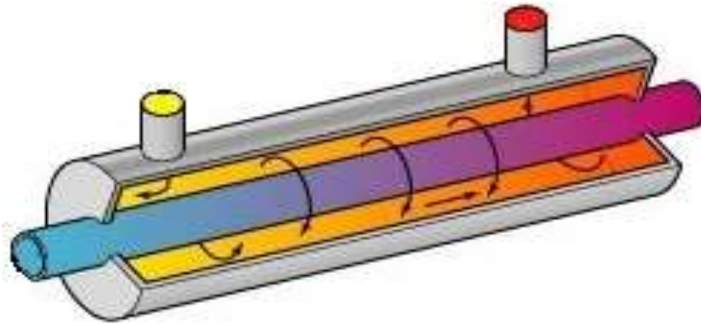
(Πηγή: <https://www.eng.auth.gr>)

Τις κατασκευαστικές τους ιδιότητες

Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους οι εναλλάκτες διακρίνονται στις εξής υποκατηγορίες:

- Ομοκεντρικοί κυκλικής διατομής

Η απλούστερη κατασκευή αυτού του είδους εναλλάκτη αποτελείται από δύο ομοαξονικούς σωλήνες όπου τα ρευστά ρέουν προς την ίδια ή αντίθετη κατεύθυνση. Το ένα ρευστό διαρρέει τον μικρότερο σωλήνα ενώ το δεύτερο διαρρέει το χώρο που βρίσκεται ανάμεσα στους σωλήνες. Ως απλούστεροι είναι και φθηνότεροι τόσο ως προς την κατασκευή όσο και ως προς την συντήρησή τους. Χρησιμοποιούνται όπου δεν υπάρχουν μεγάλες απαιτήσεις, καθώς δεν έχουν μεγάλη απόδοση, κυρίως στις μικρές βιομηχανίες. Στο επόμενο σχήμα απεικονίζεται ένας ομοκεντρικός εναλλάκτης κυκλικής διατομής.⁴⁸

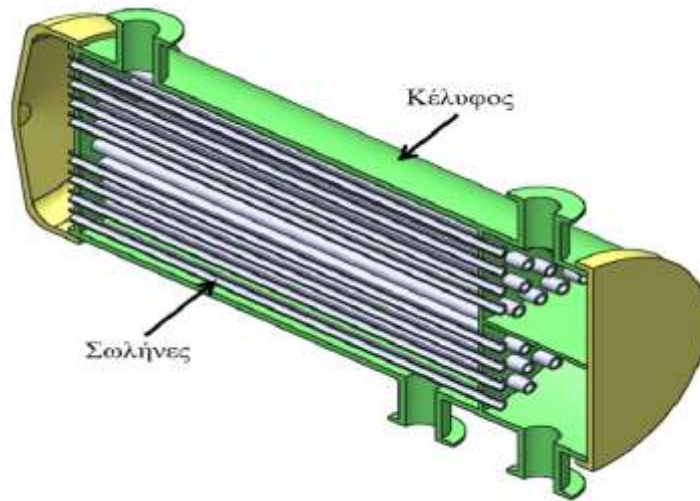


Σχήμα 2.16: Ομοκεντρικός εναλλάκτης κυκλικής διατομής.⁴⁹

(Πηγή: <https://www.britannica.com>)

- Εναλλάκτες κελύφους

Πρόκειται για εναλλάκτες μικτής ροής. Αποτελούνται από το κέλυφος και δέσμη σωλήνων. Η κυκλοφορία του ενός ρευστού λαμβάνει χώρα στο κέλυφος ενώ το δεύτερο ρευστό κυκλοφορεί ανάμεσα στους σωλήνες. Η διαδρομή του πρώτου ρευστού (στο κέλυφος) είναι διακλαδισμένη λόγω της ύπαρξης των μεταλλικών πλακών οι οποίες συντελούν στη συνεχή αλλαγή της διεύθυνσης. Επιτυγχάνεται έτσι τυρβώδης ροή, με αποτέλεσμα μεγαλύτερους συντελεστές μετάδοσης θερμότητας. Οι διαφορές των εναλλακτών του συγκεκριμένου τύπου έγκειται αφενός στον αριθμό των κελυφών (εξωτερικές διαδρομές) και αφετέρου στον αριθμό των σωλήνων (εσωτερικές διαδρομές). Πρόκειται για ευρέως διαδεδομένους τύπους εναλλακτών. Συναντώνται τόσο στον τομέα μεγάλων χημικών διεργασιών, όσο και για σκοπούς θέρμανσης (παραγωγή ζεστού νερού για όπου αυτό απαιτείται. Χρησιμοποιούνται με εξίσου καλά αποτελέσματα και για την ψύξη παρεχόμενου αέρα. Στα πλεονεκτήματά τους περιλαμβάνονται η αντοχή σε υψηλές πιέσεις, οι μικρές απαιτήσεις όσον αφορά στη συντήρησή τους και δεν φράζουν εύκολα. Μειονέκτημα τους θεωρείται η χαμηλή τους απόδοση για ίδιους όγκους συσκευών, ειδικά σε σύγκριση με τους πλακοειδείς εναλλάκτες. Οι εναλλάκτες αυτού του τύπου φαίνονται στο επόμενο σχήμα.⁴⁸

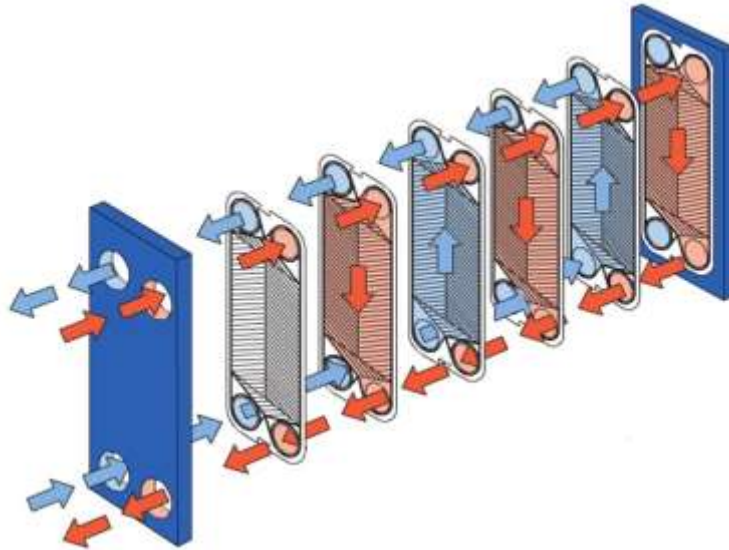


Σχήμα 2.17: Εναλλάκτης κελύφους-σωλήνων. ⁵⁰

(Πηγή: <https://www.researchgate.net>)

- Πλακοειδείς

Πρόκειται για την πιο ευρέως διαδεδομένη κατηγορία εναλλακτών. Κατασκευάζονται από ανοξείδωτες λεπτές πλάκες μεγάλης επιφάνειας, οι οποίες ενώνονται μεταξύ τους με συγκόλληση ή σύσφιξη. Μεταξύ των πλακών υπάρχει μικρό διάκενο. Ανάμεσα σε κάθε στρώση κυκλοφορεί μόνο το ένα ρευστό. Με αυτόν τον τρόπο τα ρευστά μεταξύ των οποίων γίνεται η ανταλλαγή θερμοκρασίας, καταλαμβάνουν τον χώρο ανάμεσα στις πλάκες διαδοχικά το ένα μετά το άλλο. Έτσι, η επιφάνεια εναλλαγής είναι αρκετά μεγαλύτερη από το μέγεθος του εναλλάκτη, αφού η ανταλλαγή ενέργειας μεταξύ των ρευστών γίνεται σε όλες τις πλάκες συγχρόνως. Οι εναλλάκτες αυτοί δύναται να διαφέρουν ως προς τον τρόπο κατασκευής των πλακών. Ο τελικός σκοπός είναι η επίτευξη αποτελεσματικότερης μετάδοσης θερμότητας.⁴⁸ Τα πλεονεκτήματά τους είναι πολλά. Ενδεικτικά θα μπορούσαν να αναφερθούν η μεγάλη ισχύς σε σχέση με το μέγεθός τους, το μικρό τους βάρος, οι ελάχιστες απώλειες, γενικά αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις, ο εύκολος καθαρισμός τους και η δυνατότητα μεταβολής της επιφάνειάς τους. Μειονεκτήματα τους είναι το υψηλό κόστος και η συχνή συντήρηση που απαιτείται. Ένας τύπος πλακοειδή εναλλάκτη παρουσιάζεται στο επόμενο σχήμα.



Σχήμα 2.18: Πλακοειδής εναλλάκτης.⁵¹

(Πηγή:<https://test.alfalaval.com>)

- Σπειροειδείς εναλλάκτες

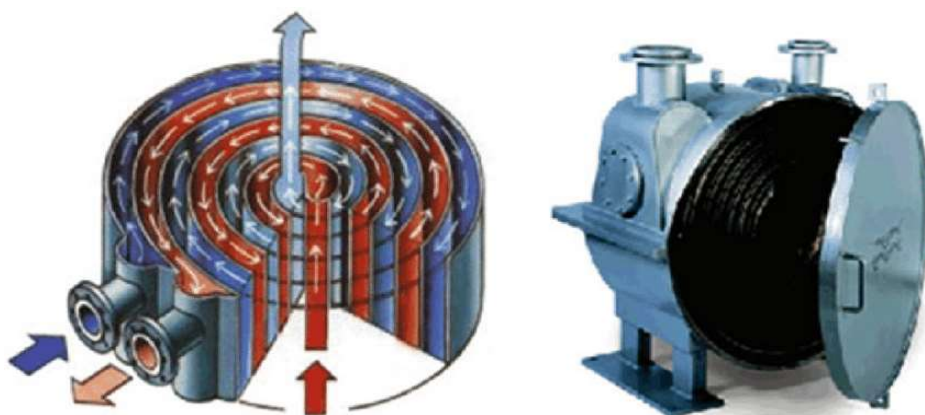
Γενικά είναι μικρότεροι σε σχέση με τα άλλα είδη. Η ροή των ρευστών γίνεται σε σπειροειδείς επιφάνειες που τις χωρίζουν υπερυψωμένες προεξοχές. Η απόσταση μεταξύ των καναλιών είναι σχετικά μικρή και η ελικοειδής τους μορφή έχει σαν αποτέλεσμα το μήκος διαδρομής να είναι μεγάλο. Συνεπώς η απόδοση τους είναι πολύ ικανοποιητική ακόμα κι αν πρόκειται για εναλλάκτες μικρού μεγέθους. Η διατομή των εσωτερικών τοιχωμάτων τους, όπου λαμβάνει χώρα η ανταλλαγή θερμότητας, είναι συνήθως μεγάλη κι ως εκ τούτου οι εναλλάκτες αυτού του τύπου είναι αρκετά ισχυροί και ανθεκτικούς για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα εσωτερικά τοιχώματα που εναλλάσσουν την θερμότητα έχουν συχνά μεγάλη διατομή, παράμετρος που καθιστά τους σπειροειδείς εναλλάκτες πολύ ισχυρούς και ανθεκτικούς σε απαιτητικές συνθήκες για μεγάλο χρονικό διάστημα.⁴⁸

Στους σπειροειδείς εναλλάκτες συναντώνται τρεις βασικοί τύποι ροών.

1. Αντιροή, όπου στην περίπτωση αυτή τα ρευστά συνήθως είναι υγρά με σκοπό τη συμπύκνωση ή εφαρμογές ψύξης αερίου.
2. Το ένα ρευστό να βρίσκεται σε σπειροειδή διαδρομή ενώ το άλλο σε εγκάρσια. Σε κάθε πλευρά του εναλλάκτη βρίσκονται συγκολλημένες οι σπειροειδείς διαδρομές. Η συγκεκριμένη κατηγορία ροής ενδείκνυται για το χειρισμό αερίου χαμηλής πυκνότητας (διαρρέοντας την εγκάρσια διαδρομή, αποφεύγονται οι απώλειες πίεσης).

3. Υγρό με υγρό, με βασική προϋπόθεση ο ρυθμός ροής του ενός να είναι πολύ μεγαλύτερος από του άλλου.

Οι σπειροειδείς εναλλάκτες βρίσκουν εφαρμογές στην παστερίωση, στην ανάκτηση θερμότητας καθώς και σε προθερμάνσεις. Στο επόμενο σχήμα απεικονίζεται ένας σπειροειδής εναλλάκτης και η ο τρόπος κυκλοφορίας των ρευστών σε αυτόν.



Σχήμα 2.19: Σπειροειδής εναλλάκτης θερμότητας.⁵⁰

(Πηγή: <https://www.researchgate.net>)

- Συμπαγείς και μη συμπαγείς εναλλάκτες

Πρόκειται για κατηγορίες εναλλακτών βάσει της πυκνότητας των κατασκευαστικών τους στοιχείων. Λόγω κατασκευής παρουσιάζουν αποτελεσματικότερη θερμοεναλλαγή. Η ροή σε αυτού του είδους τους εναλλάκτες είναι εγκάρσια και αντίθετη. Χρησιμοποιούνται κυρίως για μεταφορά θερμότητας μεταξύ αερίων ή μεταξύ ρευστών μικρού συντελεστή συναγωγής. Χαρακτηριστικοί εναλλάκτες αυτού του τύπου είναι τα ψυγεία των αυτοκινήτων, οι υαλοκεραμικοί αεροστροβιλικί εναλλάκτες και ο αναγεννητήρας μιας μηχανής Stirling.

2.3 Ηλιακή ενέργεια-τρόποι εκμετάλλευσης και δυνατότητες

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας βρίσκει εφαρμογές άμεσα ή έμμεσα σε πολλούς τομείς της ζωής του ανθρώπου. Οι κυριότεροι τρόποι άμεσης εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας είναι τρεις και βρίσκονται σε συνεχή εξέλιξη τόσο ως προς την απόδοσή τους όσο και ως προς την οικονομική τους βιωσιμότητα. Ο παλαιότερος τρόπος είναι η χρήση των ηλιακών συλλεκτών, όπου χρησιμοποιούνται για θέρμανση εγκαταστάσεων ή κυκλώματος νερού.

Πρόκειται για έναν ευρέως διαδεδομένο τρόπο ο οποίος προωθείται μέσω επιδοτήσεων, εγγυήσεων και τεχνικών-τεχνολογικών βελτιώσεων.

Ένας άλλος τρόπος αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στη θερμοδυναμική και αναπτύχθηκε πριν μερικά χρόνια με την εγκατάσταση στη Γαλλία της ηλιακής καμίνου Odeillo ή ο ηλιοθερμικός σταθμός Themis 2 MW, και τώρα χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα στην Καλιφόρνια.

Η απευθείας μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα (φωτοβολταϊκά) φαίνεται να αποτελεί τον πλέον υποσχόμενο τρόπο στον τομέα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας. Για μερικά χρόνια η CEA (Central Electricity Authority) εργάζεται για την ανάπτυξη αυτού του τομέα και την ενίσχυση των δυνατοτήτων του ενώ γίνεται παράλληλη προσπάθεια εξάλειψής των περιορισμών του.⁷

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η βασική χρήση της ηλιακής ενέργειας είναι αφενός για σκοπούς παραγωγής θερμότητας (θέρμανση του νερού), και αφετέρου για τη μετατροπή της σε ηλεκτρισμό με τη χρήση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Υπάρχει προοπτική για ακόμα μεγαλύτερη δυνατότητα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας, ειδικά αν ξεπεραστούν κάποια εμπόδια που σχετίζονται με το σχετικά υψηλό κόστος κατασκευής του εξοπλισμού, την έλλειψη επιδοτήσεων και το μέγεθος τους αναφορικά με τις απαιτήσεις αποθήκευσης.

2.4 Η ηλιακή ενέργεια ως εναλλακτικός τρόπος για παροχή ζεστού νερού χρήσης

Τα ηλιακά θερμικά συστήματα ζεστού νερού χρήσης ή ZNX για λόγους συντομίας (από δω και στο εξής θα αναφέρονται στην παρούσα εργασία με το ακρωνύμιο), αποτελούν έναν από τους πλέον διαδεδομένους τρόπους θέρμανσης και παροχής ζεστού νερού στην Ευρώπη και όχι μόνο.

Είναι ειδικά σχεδιασμένα ώστε να καλύπτουν το 100% των αναγκών για ζεστό νερό κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και το 40-80% κατά τη διάρκεια όλου του έτους, συμπεριλαμβανομένων και των συμπληρωματικών ενσωματωμένων θερμαντικών συσκευών όπως οι ηλεκτρικοί ή θερμαντήρες αερίου.¹¹

Τα συστήματα αυτά είναι ιδιαίτερα δημοφιλή σε περιοχές με χαμηλές απαιτήσεις θέρμανσης χώρων. Στην Ισπανία και σε άλλες χώρες τα ηλιακά θερμικά συστήματα ZNX είναι σχεδόν “υποχρεωτικά” στα καινούργια κτίρια.

Τα συστήματα Combi και Combi+ κερδίζουν συνεχώς έδαφος στην αγορά, όπου η θέρμανση/ψύξη χώρων αποτελεί επιπλέον ανάγκη. Τα συστήματα αυτού του τύπου είναι μεγαλύτερα και εξοικονομούν περισσότερη ενέργεια.¹¹

Όλα τα ηλιακά συστήματα αποτελούνται ουσιαστικά από δύο βασικά μέρη:

1) Συλλογής, όπου η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει (αφού διαπεράσει την ηλιοδιαπερατή επιφάνεια), απορροφάται από επιφάνεια με μεγάλο συντελεστή απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας.

Αναλόγως της θερμοχωρητικότητας της επιφάνειας απορρόφησης, η ενέργεια θα αποθηκευτεί είτε εντός της επιφάνειας είτε θα μεταφερθεί σε ξεχωριστό τμήμα μεγάλης θερμοχωρητικότητας, το καλούμενο τμήμα αποθήκευσης. Τα δύο μέρη συνδέονται με σωληνώσεις, ωστόσο σε περιπτώσεις μεγαλύτερων συστημάτων δύναται να είναι και χωριστά η κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου να γίνεται μέσω αντλιών, ειδικά όταν το τμήμα αποθήκευσης βρίσκεται σε διαφορετικό χώρο από το τμήμα συλλογής.

Τα δυο αυτά μέρη του συστήματος περιλαμβάνουν από ένα τμήμα που καθορίζει την απόδοση του συστήματος. Για το τμήμα συλλογής βασικό στοιχείο θεωρείται ο συλλέκτης ενώ όσον αφορά στο τμήμα αποθήκευσης, κύριο μέρος του τμήματος αποτελεί ο συσσωρευτής θερμότητας (θερμοδοχείο). Το υπόλοιπο σύστημα αποτελείται από δίκτυο σωληνώσεων, όργανα ελέγχου και ασφαλείας.³

Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης με τη χρήση ηλιακής ενέργειας χρησιμοποιούνται οι Ηλιακοί θερμοσίφωνες (φυσικής κυκλοφορίας), τα συστήματα βεβιασμένης κυκλοφορίας και τα Κεντρικά Ηλιακά Συστήματα.

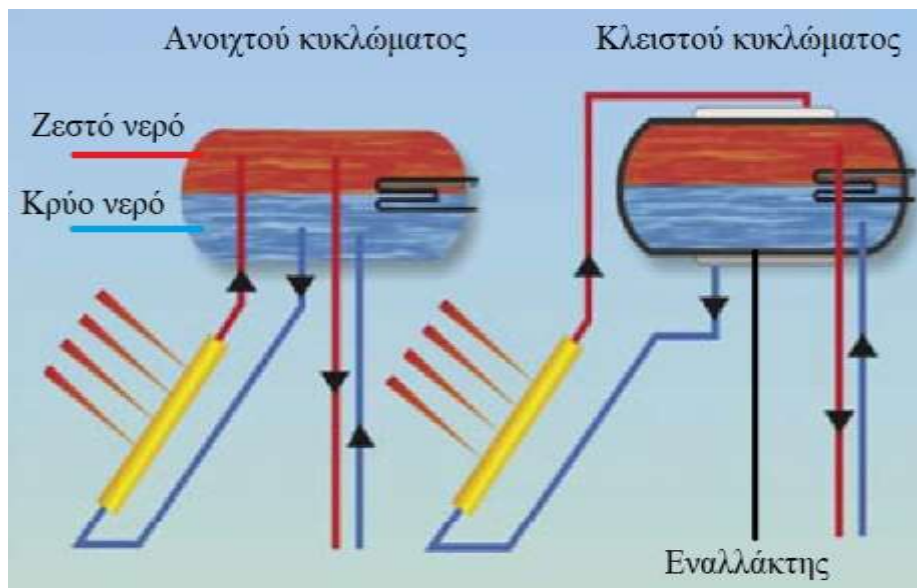
2.4.1 Συστήματα Ζεστών Νερών Χρήσης

Θερμοσίφωνες:

Στα συγκεκριμένα συστήματα χρησιμοποιείται η βαρύτητα για την κυκλοφορία του ρευστού μετάδοσης θερμότητας (συνήθως νερό) μεταξύ του συλλέκτη και της δεξαμενής αποθήκευσης. Το μέσο θερμαίνεται στο συλλέκτη, ανεβαίνει μέχρι την κορυφή της δεξαμενής όπου και ψύχεται. Στη συνέχεια ρέει πίσω στον

πυθμένα του συλλέκτη. Το ζεστό νερό που προορίζεται για οικιακή χρήση λαμβάνεται είτε απευθείας από τη δεξαμενή, είτε έμμεσα μέσω του εναλλάκτη (στη δεξαμενή). Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα ενός θερμοσιφωνικού συστήματος έγκειται στη λειτουργία του χωρίς την παρουσία αντλίας και συσκευής ελέγχου (controller). Αυτή η ιδιότητα καθιστά το σύστημα απλούστερο, ανθεκτικότερο και οικονομικά αποδοτικότερο.

Στα συστήματα του συγκεκριμένου τύπου η δεξαμενή αποθήκευσης πρέπει να βρίσκεται δίπλα ή επάνω από τον συλλέκτη. Η δεξαμενή στερεώνεται στο συλλέκτη και το σύστημα (δεξαμενής-συλλέκτης) τοποθετείται στη στέγη του κτιρίου. Τα συστήματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε ψυχρότερα κλίματα, ωστόσο στην περίπτωση αυτή η δεξαμενή τοποθετείται σε εσωτερικό χώρο.¹¹ Ένα σωστά σχεδιασμένο θερμοσιφωνικό σύστημα έχει πολύ υψηλή απόδοση. Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται ένα τέτοιο σύστημα κλειστού και ανοιχτού κυκλώματος.



Σχήμα 2.20: Θερμοσιφωνικό σύστημα 1) ανοιχτού και 2) κλειστού κυκλώματος.⁴⁵

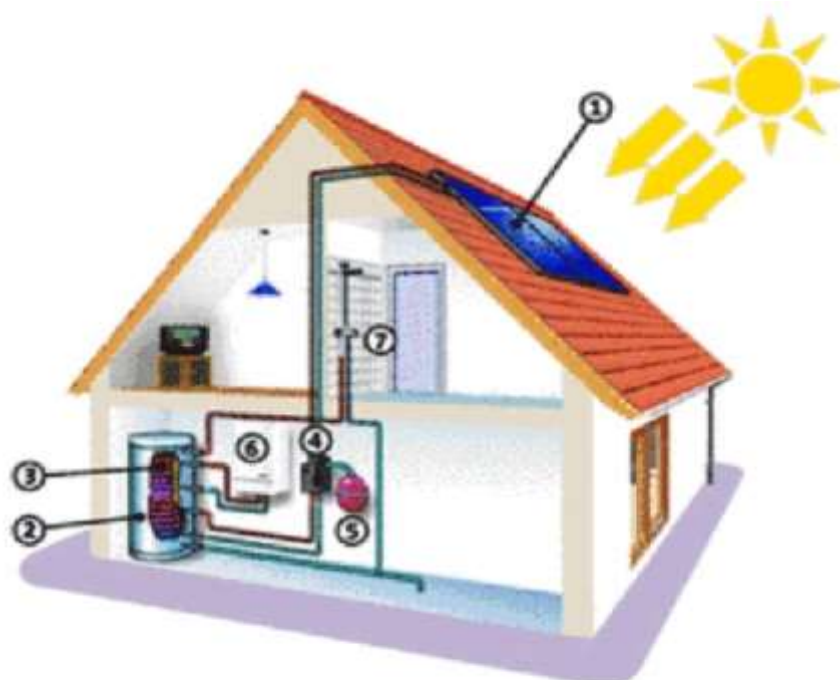
(Πηγή:<http://ape.chania.teicrete.gr>)

Βεβιασμένης κυκλοφορίας:

Είναι συστήματα με ευρεία χρήση στις χώρες της Κεντρικής και Νότιας Ευρώπης. Η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε σημείο καθώς η κυκλοφορία του ρευστού μετάδοσης θερμότητας επιτυγχάνεται μέσω αντλίας. Ως εκ τούτου ο συνδυασμός-ενσωμάτωση τους με άλλα θερμαντικά συστήματα είναι ευκολότερος. Από αισθητικής πλευράς

παρουσιάζει το πλεονέκτημα ότι η δεξαμενή αποθήκευσης δεν είναι απαραίτητο να τοποθετηθεί στη στέγη.

Πρόκειται μεν για ένα σύστημα πολύ πιο ευέλικτο σε σχέση με τα θερμοσιφωνικά, ωστόσο παρουσιάζει μεγαλύτερη πολυπλοκότητα. Η χρήση αισθητήρων είναι απαραίτητη όπως και η ύπαρξη συστήματος ελέγχου και αντλίας. Ένα σύστημα βεβιασμένης κυκλοφορίας το οποίο είναι καλά σχεδιασμένο παρουσιάζει την ίδια αποδοτικότητα και αξιοπιστία με τα θερμοσιφωνικά.¹¹ Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται ένα παράδειγμα ενός τυπικού συστήματος ZNX της συγκεκριμένης κατηγορίας.



1. Συλλέκτης-2. Δεξαμενή αποθήκευσης-3.Εναλλάκτης θερμότητας-4. Μονάδα ελέγχου-5. Δοχείο διαστολής-6. Εφεδρικός θερμαντήρας-7. Καταναλωτής

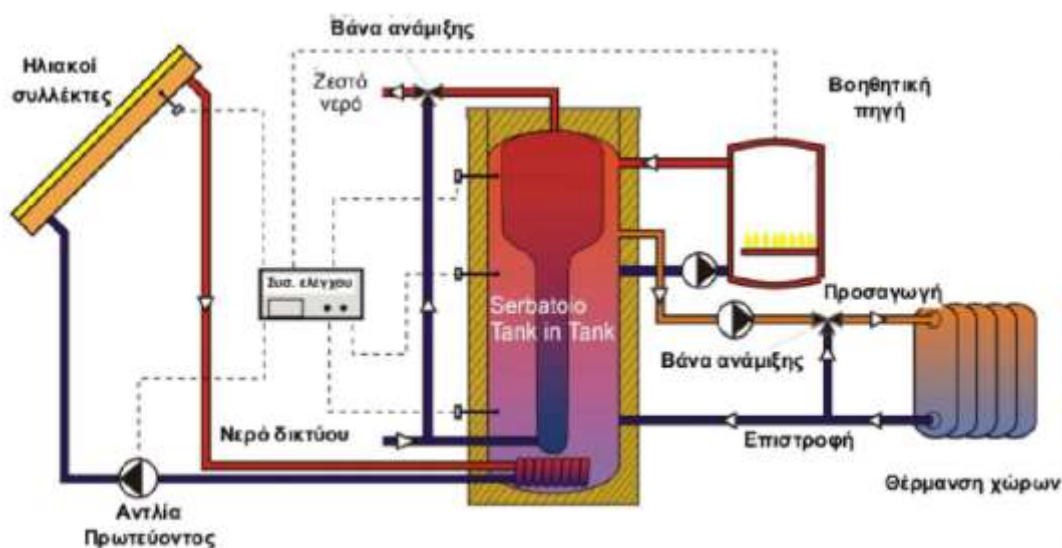
Σχήμα 2.21: Ένα τυπικό σύστημα ZNX βεβιασμένης κυκλοφορίας.¹¹

(Πηγή:<http://ape.chania.teicrete.gr>)

2.4.2 Συστήματα Combi και Combi plus - Κεντρικά Ηλιακά Συστήματα:

Στην Ελλάδα το μεγαλύτερο μέρος των εγκαταστάσεων ηλιακών συλλεκτών αποτελείται από αυτόνομους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες για την παραγωγή ZNX, οι οποίοι εξυπηρετούν συνήθως νοικοκυριά, ή κεντρικές εγκαταστάσεις ZNX σε κτίρια του τριτογενή τομέα και μεγάλες εγκαταστάσεις (συγκροτήματα κατοικιών, ξενοδοχεία). Στο εξωτερικό, είναι πολύ συνηθισμένο να χρησιμοποιούνται κεντρικές εγκαταστάσεις για την παραγωγή ZNX σε

συνδυασμό με τη θέρμανση χώρων (συστήματα Combi), οι οποίες εκμεταλλεύονται τους ίδιους ηλιακούς συλλέκτες.⁴⁵ Μια τυπική εγκατάσταση ηλιακού συστήματος Combi περιλαμβάνει τους ηλιακούς συλλέκτες, τη δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού και ένα εφεδρικό σύστημα θέρμανσης (συνήθως λέβητα). Η εγκατάσταση μπορεί επίσης να αποτελείται από μια δεξαμενή αποθήκευσης θερμότητας και ένα ανεξάρτητο μπόιλερ ZNX, τα οποία δύναται να συνδυαστούν σε ένα δοχείο με κάθετη θερμοκρασιακή διαστρωμάτωση. Κατά αυτόν τον τρόπο καλύπτονται οι διαφορετικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις για ZNX και θέρμανση χώρων. Η επιφάνεια συλλογής μπορεί να κυμαίνεται από δέκα έως αρκετές εκατοντάδες τετραγωνικά μέτρα. Όσο μεγαλύτερο το σύστημα τόσο μικρότερο ποσοστό ZNX παρέχει με χρήση της ηλιακής ενέργειας. Επίσης λειτουργεί σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα την υψηλή του απόδοση (παραγωγή θερμικής ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο της επιφάνειας συλλογής. Συνήθως πρόκειται για συστήματα βεβιασμένης κυκλοφορίας αλλά μπορούν να αποτελούνται και από συστοιχίες θερμοσιφώνων.¹¹ Παρακάτω απεικονίζεται μία τυπική διάταξη συστήματος Combi



Σχήμα 2.22: Διάταξη συστήματος Combi.⁴⁵

(Πηγή: <http://ape.chania.teicrete.gr>)

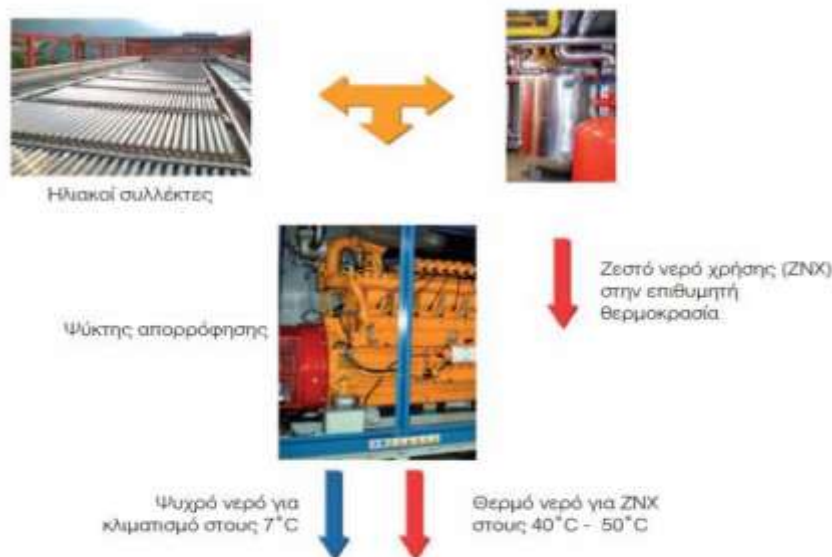
Αναφορικά με τα συστήματα Combi-plus είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες ZNX, θέρμανσης και ψύξης χώρων. Αυτό

επιτυγχάνεται λόγω του ότι τα μέγιστα ψυκτικά φορτία το καλοκαίρι συμπίπτουν με την υψηλή διαθεσιμότητα ηλιακής ενέργειας.⁴⁵

Συνεπώς τα ηλιακά συστήματα Combi καλύπτουν ανάγκες ZNX και θέρμανσης χώρων, ενώ τα συστήματα Combi plus καλύπτουν επιπλέον και τις κλιματιστικές ανάγκες ενός χώρου (ηλιακός κλιματισμός). Τα μέρη που απαιτούνται για την εγκατάσταση του ηλιακού κλιματισμού είναι τα εξής:

1. Ηλιακοί συλλέκτες οι οποίοι παρέχουν την απαιτούμενη θερμότητα για τη λειτουργία του ψύκτη
2. Η δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού
3. Η μονάδα ψύξης
4. Το σύστημα κλιματισμού
5. το εφεδρικό σύστημα θέρμανσης - ψύξης το οποίο είτε ενσωματώνεται στην εγκατάσταση είτε ως εφεδρική θέρμανση, είτε ως εφεδρικός ψύκτης ή και τα δύο.

Στο επόμενο σχήμα φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο παράγεται ZNX, ενώ ταυτόχρονα καλύπτονται οι ανάγκες θέρμανσης/ψύξης μέσω ενός συστήματος Combi-plus.



Σχήμα 2.23: Τρόπος λειτουργίας συστήματος Combi-plus.⁴⁵

(Πηγή: <http://ape.chania.teicrete.gr>)

2.5 Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα της χρήσης ηλιακής ενέργειας

Σε αυτό το σημείο της παρούσας εργασίας θα ήταν συνετό να εξεταστεί συνοπτικά η δυνατότητα χρήσης της ηλιακής ενέργειας και να παρουσιαστούν τόσο τα πλεονεκτήματα όσο και τα μειονεκτήματα της ειδικά σε ότι αφορά στην κάλυψη οικιακών αναγκών.

Πλεονεκτήματα

- Η ηλιακή ενέργεια ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας δεν τελειώνει ποτέ με κυριολεκτική έννοια του όρου. Όσο ο ήλιος υφίσταται, θα υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια.
- Η ηλιακή ενέργεια βρίσκεται παντού (σχεδόν σε όλη τη γη) σε αντίθεση με ορισμένες άλλες μορφές ενέργειας. Ακόμα και σε δύσκολες κλιματολογικές συνθήκες, για κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα είναι διαθέσιμη.
- Οι απαιτήσεις για τη σύσταση εγκαταστάσεων προκειμένου εξόρυξης ορυκτών καυσίμων κάτω από την επιφάνεια της γης είναι τεράστιες. Το αποτέλεσμα ένα τεράστιο κόστος εγκατάστασης όσο και λειτουργίας. Οι απαιτήσεις αυτές δεν υφίστανται στην περίπτωση της ηλιακής ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια είναι πανταχού παρούσα.
- Οι διακυμάνσεις στις τιμές των ορυκτών καυσίμων δεδομένου ότι εξαρτώνται από ορισμένους παράγοντες παγκόσμιας προσφοράς και ζήτησης κάτι που προφανώς δε συμβαίνει με την ηλιακή ενέργεια αφού παρέχεται δωρεάν.
- Η καύση των ορυκτών καυσίμων έχει σαν αποτελέσματα την απελευθέρωση επιβλαβών αερίων καθώς και άλλων υποπροϊόντων τα περισσότερα από τα οποία οδηγούν στην καταστροφής της στιβάδας του όζοντος. Η ηλιακή ενέργεια προκαλεί μηδενική ρύπανση και είναι εκατό τοις εκατό μια καθαρή και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας.
- Οποιοδήποτε οικονομικό κόστος συνδέεται με την ηλιακή ενέργεια αφορά μόνο στα έξοδα εγκατάστασης-συντήρησης. Δεν φορολογείται και είναι απαλλαγμένη από κάθε είδους δασμού.⁵²

Μειονεκτήματα

- Το βασικό μειονέκτημα της ηλιακής ενέργειας είναι το αρχικό κόστος. Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι αρκετά ακριβοί, κυρίως λόγω του κόστους υλικών και της πολυπλοκότητας του σχεδιασμού τους. Αυτό είναι ένα γεγονός που μπορεί μερικές φορές, να αποδειχθεί αποτρεπτικό ειδικά στην περίπτωση της οικιακή χρήσης.
- Οι άσχημες κλιματολογικές συνθήκες λειτουργούν ανασταλτικά στην ποσότητα του φωτός του ήλιου που φτάνει στο ηλιακό πάνελ. Αυτό κατ'επέκταση θα επηρεάσει την ποσότητα της ενέργειας που παράγεται.
- Κατά τη διάρκεια των νυχτερινών ωρών φυσικά δεν είναι διαθέσιμο το φως του ήλιου. Στην περίπτωση πρέπει η “αποθήκευση” της ηλιακής ακτινοβολίας να είναι αρκετά μεγάλη ώστε να επαρκεί και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά τη διάρκεια της νύχτας.⁵²

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Γεωθερμική και τεχνοοικονομική μελέτη διώροφης κατοικίας

3.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί μελέτη εφαρμογής γεωθερμίας σε διώροφη κατοικία, με στόχο την κάλυψη των αναγκών που απαιτείται για την θέρμανση και κλιματισμό αυτού.

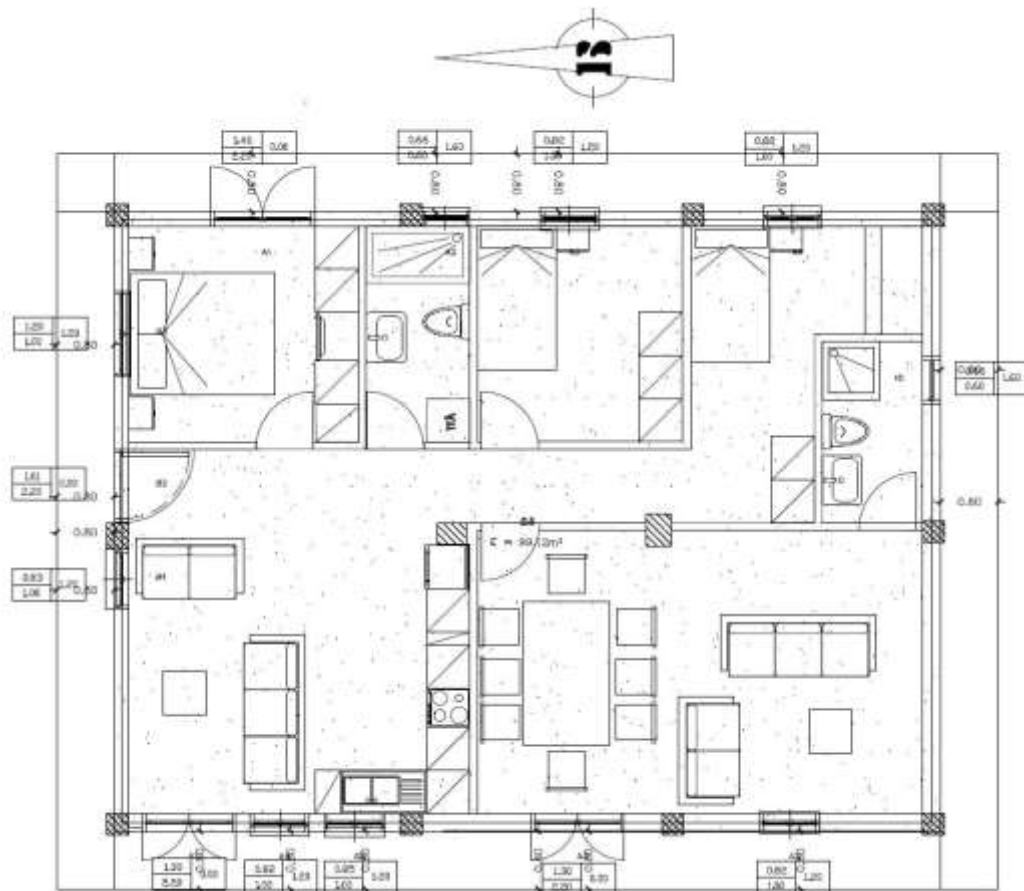
Η μελέτη θα περιέχει :

- Αρχιτεκτονικά σχέδια με σκοπό τον υπολογισμό έκτασης της κατοικίας και εύρεσης του προσανατολισμού.
- Ανάλυση των δομικών χαρακτηριστικών του κτιρίου για τον υπολογισμό των θερμικών & ψυκτικών φορτίων.
- Μελέτη των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων της κατοικίας.
- Διαστασιολόγηση συστήματος Γεωθερμίας.
- Κοστολόγηση γεωθερμικού συστήματος

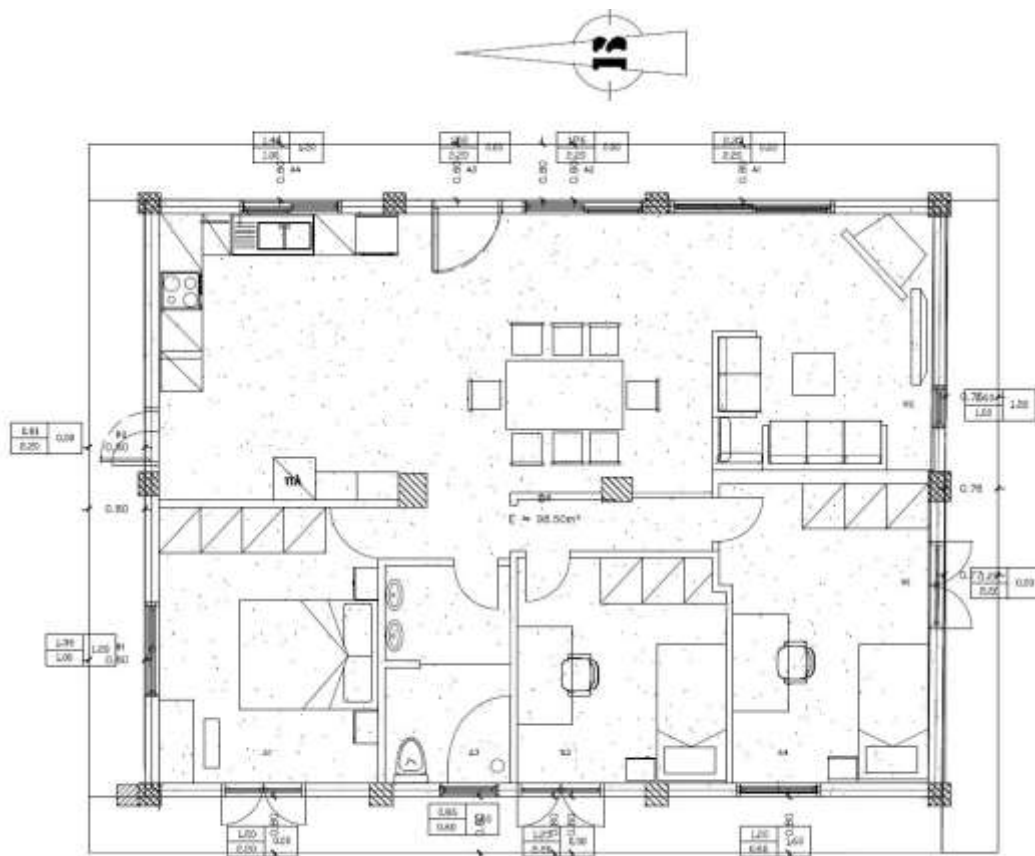
Η διώροφη κατοικία που θα μελετηθεί για την εγκατάσταση της γεωθερμίας βρίσκεται στα Ιόνια Νησιά, στη Ζάκυνθο, στη περιοχή Μαχαιράδο. Το κτίριο αποτελείται από δύο επίπεδα, Ισόγειο και Α' όροφο, καθε επίπεδο αποτελεί ξεχωριστό διαμέρισμα. Η συνολική επιφάνεια της κατοικίας είναι 198m².

Η έκταση που καταλαμβάνει είναι 100m² σε οικόπεδο συνολικής έκτασης 1700m². Το ισόγειο της κατοικίας με είσοδο από την Νότια πλευρά αποτελεί διαμέρισμα με 3 υπνοδωμάτια, 2 WC , 1 καθιστικό και 1 κουζίνα . Στον Α' όροφο με πρόσβαση από εξωτερική σκάλα στη Νοτιοδυτική πλευρά, έχουμε διαμέρισμα το οποίο, χωροταξιακά είναι παρόμοιο με το ισόγειο, αποτελείται από το καθιστικό - κουζίνα, 3 υπνοδωμάτια και 1 WC όπως παρατηρούμαι στα παρακάτω σχήματα 3.1 και 3.2 .

Το μηχανοστάσιο του σπιτιού βρίσκεται σε εξωτερικό χώρο δίπλα απο το κτίριο. Στον εξωτερικό χώρο της κατοικίας θα τοποθετηθεί το οριζόντιο κλειστό κύκλωμα αγωγών του γεωθερμικού συστήματος. Στη συνέχεια παρατίθενται αρχιτεκτονικά σχέδια – κατόψεις και εικόνες από την διώροφη κατοικία.



Σχήμα 3.1: Κάτοψη Ισογείου κτιρίου προς μελέτη (Πηγή: Πρόγραμμα GCAD της 4M)



Σχήμα 3.2 : Κάτοψη Α Ορόφου κτιρίου προς μελέτη (Πηγή: Πρόγραμμα GCAD της 4M)



Εικόνα 3.1: Οικία προς Μελέτη



Εικόνα 3.2: Ζάκυνθος Ιερός Ναός Αγίου Διονυσίου



Εικόνα 3.3: Πόλη Ζακύνθου, φωτογραφία από το Ενετικό Κάστρο του νησιού

Κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (Κέλυφος)

- **Εξωτερικοί τόχοι, Δοκάρια - Κολώνες**

Το Ισόγειο καθώς και ο Α όροφος αποτελούνται γύρω γύρω απο τοίχο διπλού τούβλου συνολικού πάχους 20 cm χωρίς θερμομόνωση - μονωτικό φελιζόλ, με συνολικό συντελεστή θερμοπερατότητας $U=1.397 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Οι κολώνες έχουν πάχος 25cm χωρίς κάποια μόνωση και συντελεστή θερμοπερατότητας $k=3.165 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

- **Δάπεδο - Στέγη**

Το δάπεδο στο ισόγειο είναι αμόνωτο σε επαφή με το έδαφος με $U= 1,853 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, ενώ η στέγη του Α ορόφου αποτελείται από πλάκα μονωμένη με $U= 0,490 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

- **Ανοίγματα - Παράθυρα**

Τα κουφώματα του κτιρίου είναι με θερμοδιακοπή και έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U=2,4 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

- **Ενδιάμεσοι τοίχοι**

Στο ισόγειο και στον Α όροφο οι εσωτερικοί τοίχοι αποτελούνται από γυψοσανίδα και πετροβάμβακα πυκνότητας 50 kg με $U=1,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

3.2 Σύστημα θέρμανσης - ψύξης χώρων

- Τα δύο διαμερίσματα θα θερμαίνονται και ψύχονται με μονάδες εξαναγκασμένης ανακυκλοφορίας αέρα (fan coil units) μέσω μονοσωληνίου δικτύου με θερμοκρασίες 45/40 C για την θέρμανση και 7/12 για την ψύξη καθώς ο έλεγχός τους θα γίνεται μέσω επιτοίχιου θερμοστάτη σε κάθε επίπεδο.

3.2.1 Μονάδες εξαναγκασμένης ανακυκλοφορίας αέρα (fan coil units)

Είναι εσωτερικές μονάδες κλιματισμού ψύξης θέρμανσης που λειτουργούν σε κύκλωμα νερού.

Συνδυάζονται και λειτουργούν άψογα με τις **γεωθερμικές αντλίες θερμότητας** λόγω των χαρακτηριστικών τους και της απόδοσης τους σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Είναι αθόρυβα καλαίσθητα και με ελάχιστη κατανάλωση.

Διατίθενται σε τύπο δαπέδου, τοίχου και οροφής.



Εικόνα 3.4: Fancoil τοίχου.



Εικόνα 3.5: Fan Coil Οροφής.

Μεγάλο πλεονέκτημα στον κλιματισμό με **γεωθερμική αντλία**

θερμότητας είναι η απαλλαγή από τις πολλές εξωτερικές μονάδες που απαιτούν τα κλιματιστικά τύπου split.

Εφαρμογές

Η εφαρμογή των μονάδων fan coil και η χρήση τους σαν σώματα ψύξης θέρμανσης εσωτερικών χώρων σε συνδυασμό με την **γεωθερμική αντλία θερμότητας** έχει πολλά οφέλη.

Πλεονεκτήματα

- Χαμηλό κόστος κατανάλωσης
- Οικονομικός τρόπος ψύξης - θέρμανσης σε συνδυασμό με ΓΑΘ
- Εύκολη τοποθέτηση
- Ακίνδυνο
- Συνδυάζει και θέρμανση και Ψύξη
- Εξωτερική καλαισθησία του σπιτιού μας
- Χαμηλή τιμή αγοράς

Τιμές:

Οι τιμές των κλιματιστικών μονάδων τύπου fan coils κυμαίνονται από 250 € – έως 500 € ανάλογα με τον τύπο την συνολική ισχύ και τα χαρακτηριστικά τους.⁵³

3.2.2 Θερμαντικά σώματα

Θα ήθελα να αναφέρω πως τα κλασικά καλοριφέρ – θερμαντικά σώματα έχουν την δυνατότητα να συνδυαστούν με μηχανισμό γεωθερμικής αντλίας θερμότητας προσφέροντας καλής ποιότητας θέρμανσης στο χώρο, αλλά δεν μπορούν να συνδυαστούν για την παραγωγή δροσισμού ή ψύξης. Για την σωστή λειτουργίας τους η γεωθερμική αντλία θερμότητας απαιτείται να παράγει νερό υψηλότερης θερμοκρασίας από οποιοδήποτε άλλο σύστημα όπως για παράδειγμα οι παραπάνω μονάδες εξαναγκασμένης ανακυκλοφορίας αέρα (fan coil units ή ενδοδαπέδια θέρμανση). Οπότε χρειάζεται μεγαλύτερη ηλεκτρική κατανάλωση ενέργειας λόγω του χαμηλότερου συντελεστή απόδοσης.

Όμως παρά το γεγονός πως η ηλεκτρική ενέργεια παραμένει υψηλότερη και ο συντελεστής απόδοσης χαμηλότερος από τα άλλα τερματικά συστήματα που αξιοποιούν την αβαθή γεωθερμία, αξίζει να σημειωθεί πως το σύστημα με τα θερμαντικά σώματα και την ΓΑΘ παραμένει οικονομικότερο στη λειτουργία του

από ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης όπως καυστήρα λέβητα που χρησιμοποιεί ως καύσιμη ύλη το πετρέλαιο ή το αέριο.

Τα θερμαντικά σώματα συνήθως για την λειτουργία τους απαιτούν νερό θερμοκρασίας γύρω στους 60 °C με 80 °C. Μια πτώση περίπου στους 25 °C του νερού κυκλοφορίας σε αυτά θα απαιτούσε αύξηση της επιφάνειας των σωμάτων 30 % - 40 % για να πετύχουμε όμοια ενεργειακή απόδοση.

Αυτοί είναι οι λόγοι όπου επιλέξαμε τον συνδυασμό θέρμανσης και ψύξης με ΓΑΘ χρησιμοποιώντας fan coil units.

3.2.3 Θερμικές απώλειες - Ψυκτικά Φορτία

Έχοντας λάβει υπόψη τα δομικά στοιχεία του κτιρίου και τα αρχιτεκτονικά σχέδια μέσω του υπολογιστικού προγράμματος 4M θα γίνει ο υπολογισμός των φορτίων που χρειάζεται για την θέρμανση - ψύξη και στη συνέχεια θα γίνει ο υπολογισμός και η διαστασιολόγηση του συστήματος της γεωθερμίας.

Τα υπολογιστικά τεύχη της μελέτης παρουσιάζονται στο τέλος στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι & ΙΙ.

Θερμικές Απώλειες: Υπολογίσαμε μέσω του προγράμματος πως το απαραίτητο φορτίο είναι 16,038 kw.

Πίνακας 3.1: Θερμικές Απώλειες

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ (ΘΑ) KWheat	
16 KW	
Υπό συνθήκες	
T _{out min} :	2 °C
T _{in} :	20 °C
Προσαύξηση :	20 %
Αερισμοί :	0 ACH

Ψυκτικά φορτία: Για τους χώρους που θα κλιματίζονται υπολογίσαμε μέσω του προγράμματος πως το απαραίτητο φορτίο είναι 22kw.

Πίνακας 3.2: Ψυκτικά Φορτία

ΨΥΚΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ (ΨΦ) KW_{cool}	
22 KW	
Υπό συνθήκες	
T _{out max} :	36 °C
T _{in} :	26 °C
Προσαύξηση : 0 %	
Αερισμοί :	0 ACH

Στους παραπάνω πίνακες 3.1 και 3.2 αναφέρονται τα ψυκτικά φορτία και οι θερμικές απώλειες που υπολογίσθηκαν μέσω του προγράμματος της 4Μ. Αρχικά σχεδιάστηκε το κτιριακό κέλυφος στο πρόγραμμα GCAD KENAK και στη συνέχεια έγιναν οι υπολογισμοί στο πρόγραμμα FINE. Με αυτά τα στοιχεία θα γίνει ο υπολογισμός του γεωθερμικού συστήματος με οριζόντιο εναλλάκτη που θα αναλάβει την ψύξη και την θέρμανση του κτιρίου.

3.3 Διαστασιολόγηση του γεωθερμικού (οριζόντιου) συστήματος σε έδαφος

Αφού ολοκληρώσαμε τα παραπάνω βήματα , μπορούμε να προχωρήσουμε στον υπολογισμό και την διαστασιολόγηση του οριζόντιου συστήματος Γεωθερμίας.

Η επιλογή της κατάλληλης γεωθερμικής αντίας θερμότητας θα γίνει με βάση τα φορτία που υπολογίσθηκαν καθώς και ορισμένες παραμέτρους που θα αναφερθούν παρακάτω.

Στον παρακάτω πίνακα 3.3 αναφέρονται τα θερμικά και ψυκτικά φορτία που απαιτούνται βάσει των αποτελεσμάτων της μελέτης.

Πίνακας 3.3: Θερμικά και ψυκτικά φορτία

	Θερμικές Απώλειες	Ψυκτικά Φορτία	Επιφάνεια
Κατοικία	16 KW _{heat}	22KW _{cool}	200 m ²

Τελικά αποτελέσματα Θερμικών και Ψυκτικών φορτίων όπως φαίνονται στο πίνακα 3.3.

Η θερμοκρασία του εδάφους είναι ισχυρά εξαρτώμενη από τη γεωγραφική περιοχή της μελετης, έχει διαπιστωθεί ότι οι ατμοσφαιρικές συνθήκες επηρεάζουν τη θερμοκρασία σε μικρό σχετικό βάθος, συνήθως μέχρι τα 5m, ενώ έχουν μηδενική επίδραση κάτω των 31m. Η μεταβολή της θερμοκρασίας στα 2m βάθους από την επιφάνεια του εδάφους δεν μεταβάλλεται περισσότερο απο ± 2 °C κατά τη διάρκεια του έτους. Όλα αυτά εξαρτώνται βέβαια και απο τις θερμοφυσικές ιδιότητες του υλικού του υπεδάφους. Από τη διεθνή βιβλιογραφία δίνεται μέση ετήσια θερμοκρασία ανα περιοχή για το υπέδαφος.⁵⁵

Στον επόμενο πίνακα 4 αναφέρονται οι συνιστωμένες θερμοκρασίες που θα λειτουργεί το οριζόντιο γεωθερμικό κύκλωμα εναλλάκτη για την βέλτιστη και οικονομικότερη λειτουργία. Οι θερμοκρασίες εισόδου και εξόδου του υγρού στο γεωθερμικό εναλλάκτη εξαρτώνται από τη ρύθμιση της αντλίας θερμότητας και από τη θερμοκρασία του εδάφους.

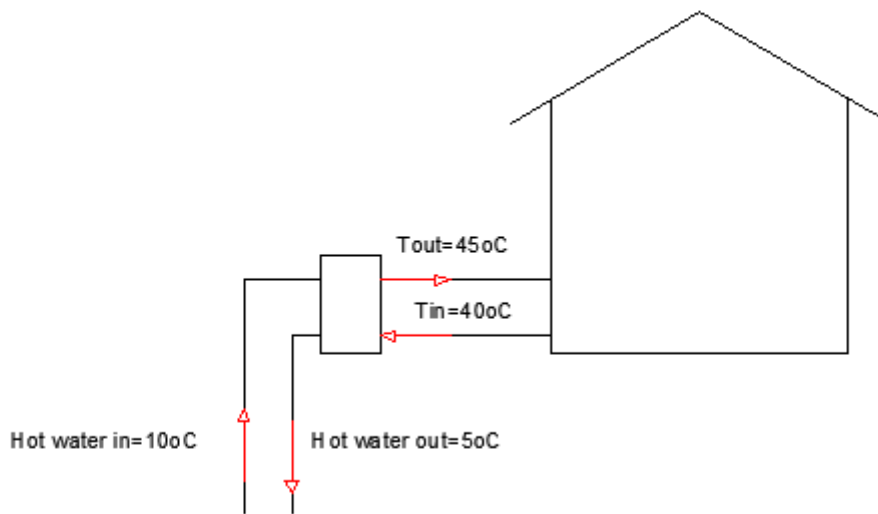
Πίνακας 3.4: Θερμοκρασίες Εναλλάκτη

ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ	ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ
40/45 °C	7/12 °C
5/10 °C	35/40 °C

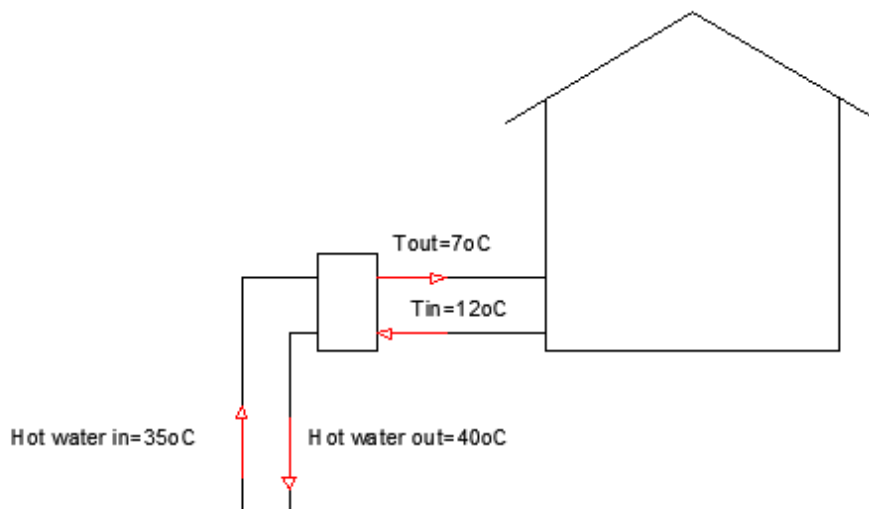
Στον παραπάνω πίνακα 3.4 παρουσιάζονται οι θερμοκρασίες του εναλλάκτη για την λειτουργία του συστήματος το χειμώνα και το καλοκαίρι. Για την χειμερινή περίοδο η θερμοκρασία εξόδου από τον συμπκνωτή είναι 45 °C και η θερμοκρασία εισόδου στο έδαφος είναι 5 °C. Για την θερινή περίοδο η θερμοκρασία εξόδου από τον εξατμιστή είναι 7 °C και η θερμοκρασία εισόδου στο έδαφος είναι 40 °C.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι θερμοκρασίες λειτουργίας στο σχήμα 3.3 και 3.4.

Συνιστωμένες θερμοκρασίες λειτουργίας οριζόντιου εναλλάκτη.



Σχήμα 3.3: Χειμερινή Λειτουργία ΓΑΘ



Σχήμα3.4: Θερινή Λειτουργία ΓΑΘ

Γεωθερμική Αντλία σε χειμερινή λειτουργία

Στην αναφερόμενη κατοικία ο ιδιοκτήτης μας πρότεινε τεχνολογία και προμήθεια μηχανημάτων της *CIAT AUREA 2* όπου οι αποδόσεις καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά επισυνάπτονται παρακάτω στο Παράρτημα IV, όπου C_c = Validated cooling capacity based on the operating limits = $P_{frigorific}$ = P_f , P_i = Compressor power input = P_a , H_c = Validated heating capacity based on the operating limits = $P_{calofiric}$ = P_c .

Με θερμοκρασία νερού στην έξοδο από τον συμπυκνωτή 45 °C , στην είσοδο του εξατμιστή 10 °C και καθώς η γεωθερμική αντλία θερμότητας πρέπει να υπερκαλήψει το $Q_{heat} = 16 \text{ kW}$ επιλέγουμε βάσει του πίνακα ΓΑΘ της *CIAT AUREA 2* τον τύπο *50 HT* με τα εξής χαρακτηριστικά:

Ψυκτική ισχύς : $P_f = 13,5 \text{ kW}$

Απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς : $P_a = 3,9 \text{ kW}$

Θερμικής ισχύς : $P_c = 17,7 \text{ kW}$

$P_c > 16 \text{ kW} = Q_{heat}$

Γεωθερμική Αντλία σε θερινή λειτουργία

Με θερμοκρασία νερού στην έξοδο από συμπυκνωτή 40 °C , στην είσοδο του εξατμιστή 12 °C και καθώς η γεωθερμική αντλία θερμότητας πρέπει να υπερκαλήψει το $Q_{cool} = 22 \text{ kW}$, επιλέγουμε βάσει του πίνακα ΓΑΘ της *CIAT AUREA 2* τον τύπο *80HT* με τα εξής χαρακτηριστικά:

Ψυκτική ισχύς : $P_f = 22,9 \text{ kW}$

Απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς : $P_a = 5,1 \text{ kW}$

Θερμικής ισχύς : $P_c = 27,8 \text{ kW}$

$P_f > 22 \text{ kW} = Q_{cool}$

Από τα παραπάνω στοιχεία διακρίνουμε ότι για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση η επιλογή της αντλίας *50HT* είναι ικανοποιητική. Για την κάλυψη των ψυκτικών αναγκών της κατοικίας όμως η εν λόγω αντλία είναι ανεπαρκής. Για την κάλυψη των ψυκτικών αναγκών επιλέγεται η αντλία τύπου *80HT*.

Μεταξύ των 2 αντλιών ΓΑΘ επιλέγουμε την *CIAT AUREA 2 80HT* για το λόγο ότι έχει την επάρκεια να καλύψει και τα θερμικά και τα ψυκτικά φορτία της κατοικίας.

ΓΑΘ: Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας

Στη συνέχεια αναφέρονται τα χαρακτηριστικά της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας *80HT* της εταιρίας *CIAT* όπου επιλέξαμε.

Λειτουργία Χειμώνα: Χαρακτηριστικά Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας 80HT

Όταν η θερμοκρασία νερού εξόδου απο τον συμπυκνωτή και εισόδου στον εξατμιστή είναι 45 °C και 10 °C αντίστοιχα έχουμε τα εξής χαρακτηριστικά :

Ψυκτική ισχύς : $P_f = 20,1 \text{ kW}$

Απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς : $P_a = 5,6 \text{ kW}$

Θερμικής ισχύς : $P_c = 25,6 \text{ Kw}$

Λειτουργία Θέρος: Χαρακτηριστικά Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας 80HT

Όταν η θερμοκρασία νερού εξόδου απο τον συμπυκνωτή και εισόδου στον εξατμιστή είναι 40 °C και 10 °C αντίστοιχα έχουμε τα εξής χαρακτηριστικά :

Ψυκτική ισχύς : $P_f = 22,8 \text{ kW}$

Απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς : $P_a = 5,1 \text{ kW}$

Θερμικής ισχύς : $P_c = 27,8 \text{ kW}$

Από τα παραπάνω χαρακτηριστικά της αντλίας θερμότητας βρίσκουμε:

3.3.1 Παροχή αντλίας νερού οριζόντιου γήινου εναλλάκτη

Η διάμετρος της σωλήνωσης έχει να κάνει με τη μεταφερόμενη ισχύ από τον κλιματιζόμενο χώρο προς το έδαφος και την παροχή του μέσου. Η επιλογή του διαμέτρου είναι τέτοια ώστε συναρτήσει της απαιτούμενης μεταφερόμενης παροχής εντός των σωληνώσεων, η ταχύτητα ροής να μην υπερβαίνει το 1- 1,5 m/sec, ώστε να επιτυγχάνεται στρωτή ροή.

Η μεταφερόμενη θερμική ισχύς και η παροχή μάζας του εργαζόμενου μέσου σχετίζονται με τη σχέση :

$$q_{lc} = m \cdot C_v \cdot (t_{wi} - t_{wo}) \text{ (υπολογισμος βάσει ψύξης)}$$

$$q_{lh} = m \cdot C_v \cdot (t_{wo} - t_w) \text{ (υπολογισμος βάσει θέρμανσης)}$$

όπου :

- m η παροχή μάζας του νερού μέσα στη σωλήνωση.
- $C_v = 4,184 \text{ KJoule}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού.
- t_{wi} η θερμοκρασία εισόδου του νερού στο γεωθερμικό εναλλάκτη.

- t_{wo} η θερμοκρασία εξόδου του νερού από το γεωθερμικό εναλλάκτη.
- Η απόλυτη τιμή της διαφοράς θερμοκρασίας ($t_{wi} - t_{wo}$) επιλέγεται από την αντλία θερμότητας του συστήματος συνήθως να ισούται με 5K.
- Από τις ανωτέρω σχέσεις, δοδείσης της ($t_{wi} - t_{wo}$) και του θερμικού φορτίου, υπολογίζεται τελικά η απαιτούμενη παροχή μάζας εντός της σωλήνωσης.⁵⁴

Στο γήινο εναλλάκτη τη χειμερινή περίοδο απορροφάται η ισχύς P_f ενώ τη θερινή περίοδο στο γήινο εναλλάκτη απορρίπτεται η ισχύς P_c .

$$Q = mc_p \Delta\theta \quad ,(3.1)$$

Χειμώνας : θερμικές απώλειες $q_{lh} = 16\text{kW} \Leftrightarrow$

$$q_{lh} = m_{wh} \cdot C_v \cdot (t_{wo} - t_{wi}) \Leftrightarrow 16 \text{ kW} = m_{wh} \cdot C_v \cdot 5\text{K} \Leftrightarrow m_{wh} = 0,764 \text{ kg/sec}$$

Καλοκαίρι : Ψυκτικά φορτία $q_{lc} = 22 \text{ kW} \Leftrightarrow$

$$q_{lc} = m_{wc} \cdot C_v \cdot (t_{wi} - t_{wo}) \Leftrightarrow 22 \text{ kW} = m_{wc} \cdot c_p \cdot 5\text{K} \Rightarrow m_{wc} = 1,051 \text{ kg/sec}$$

3.3.2 Ονομαστική διάμετρος σωλήνωσης εναλλάκτη

- Από την παροχή μάζας υπολογίζεται η παροχή όγκου με τη σχέση: $V = m / \rho$
- Η ταχύτητα της ροής σχετίζεται με τη διατομή και τη διάμετρο της σωλήνωσης από τη σχέση :

$$V = u \cdot A \Leftrightarrow V = u \cdot (\pi \cdot D^2) / 4 \Leftrightarrow u = (4 \cdot V) / (\pi \cdot D^2) \quad ,(3.2)$$

Από την ανωτέρω σχέση επιλεγεται η διάμετρος της σωλήνωσης ώστε η ταχύτητα ροής να μην υπερβαίνει το 1 - 1,5 m/sec.

- Παροχή όγκου :

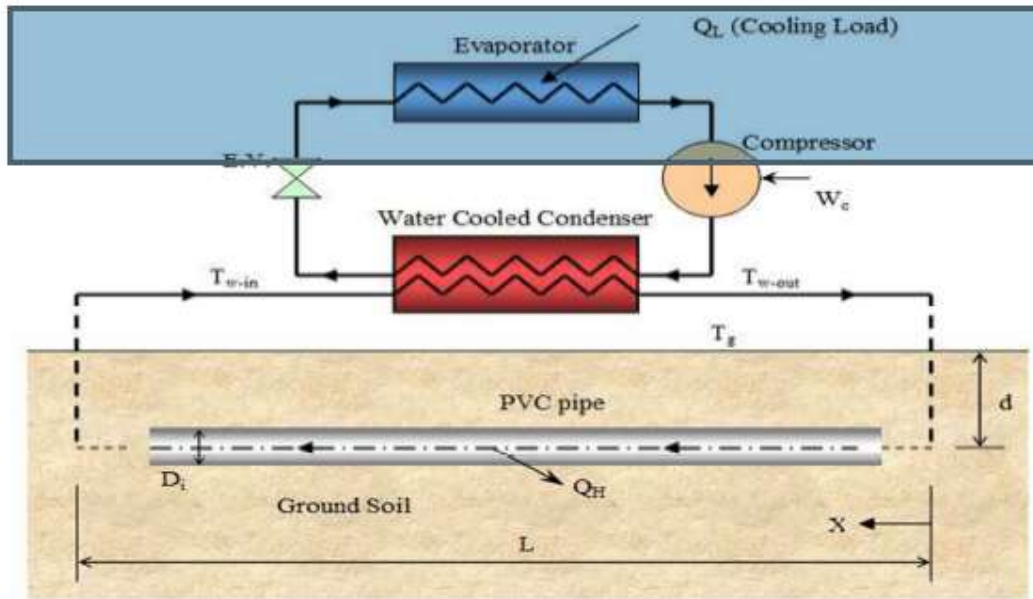
$$V = m / \rho \Leftrightarrow V = (0,764 \text{ kg/sec}) / (1000 \text{ kg/m}^3) \Leftrightarrow V = 0,764 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec} \quad (3.3)$$

- Αν επιλέξω μέγιστη ταχύτητα ροής ίση με 1,5m/sec, τότε η διάμετρος του εναλλάκτη θα πρέπει να είναι:

$$V = u \frac{\pi \cdot D^2}{4} \Leftrightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{u \cdot \pi}} \Leftrightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{u \cdot \pi}} \Leftrightarrow D = 0,031\text{m} \Leftrightarrow D = 31\text{mm} . \quad (3.4)$$

Σημειώνεται ότι η ανωτέρω υπολογισθείσα διάμετρος είναι η εσωτερική διάμετρος του εναλλάκτη. Οπότε με βάση τον πίνακα σωληνώσεων εναλλάκτη (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ) επιλέγεται σωλήνας πολυαιθυλενίου τύπου *PN DN40 PN12* με εξωτερική διάμετρο $D_o = 40 \text{ mm}$ και πάχος τοιχώματος $3,7 \text{ mm}$ και η τελική διάμετρος θα είναι $D_i = 40 \text{ mm} - 2 \cdot 3,7 \text{ mm} \Leftrightarrow D_i = 32,60 \text{ mm}$.⁵⁴

3.3.3 Θερμική Αντίσταση συναλλαγής θερμότητας με το έδαφος



Σχήμα 3.5: Θερμικές αντιστάσεις συναλλαγής θερμότητας με το έδαφος.⁵⁴

(Πηγή: <https://eclass.teicrete.gr>)

- Περιγραφή εδάφους – θερμική αγωγιμότητα του εδάφους ανα υλικό:

α. Άργιλος $1,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, β. Άμμος $2,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, γ. Ομοιογενές πέτρωμα $3,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Σε περίπτωση που ο τύπος του εδάφους δεν είναι γνωστός τότε $\lambda=2,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, (Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling CYS EN ISO 13790).

- Η συνολική θερμική αντίσταση μεταφοράς θερμότητας από τη σωλήνωση προς το έδαφος υπολογίζεται :

- Για θέρμανση : $R_{\text{total-h}} = R_{\text{conv-h}} + R_{\text{pipe}} + R_{\text{soil}}$,⁵⁴ (3.5)

Θερμική αντίσταση μεταφοράς θερμότητας από το νερό προς τη σωλήνωση :

$R_{\text{conv}} = 1 / (\pi \cdot D_i \cdot h_w)$, όπου ο συντελεστής συναγωγής του νερού, ισούται με $h_w = 4.017,49 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ για θέρμανση και $h_w = 3.306,63$

$W/(m^2 \cdot K)$ για ψύξη. Άρα καταλήγουμε στις παρακάτω θερμικές αντιστάσεις (3.6)

$$R_{conv-h} = 0,0024 \text{ m}\cdot\text{K}/\text{W} , \text{ για θέρμανση και } , (3.7)$$

$$R_{conv-c} = 0,0029 \text{ m}\cdot\text{K}/\text{W} , \text{ για ψύξη. (3.8)}$$

- Θερμική αντίσταση μεταφοράς θερμότητας μέσω της σωλήνωσης:

$$R_{pipe} = \frac{\ln(D_o/D_i)}{2 \cdot \pi \cdot K_{pipe}} , \text{ όπου } K_{pipe} = 0,42 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) \text{ ο συντελεστής θερμικής}$$

αγωγιμότητας του υλικού της σωλήνωσης. Άρα έχουμε :

$$R_{pipe} = \frac{\ln\left(\frac{40}{32,6}\right)}{2 \cdot \pi \cdot 0,42} \Leftrightarrow R_{pipe} = 0,0762 \text{ m}\cdot\text{K}/\text{W}. (3.9)$$

- Θερμική αντίσταση μεταφοράς θερμότητας από τη σωλήνωση προς το έδαφος: $R_{soil} = \frac{1}{S \cdot K_{soil}} \Leftrightarrow R_{soil} = \frac{1}{1,14 \cdot 2W/(\text{m}\cdot\text{K})} \Leftrightarrow R_{soil} = 0,4386 \text{ mK}/\text{W}.$

(3.10)

$K_{soil} = 2W / (\text{m}\cdot\text{K})$ η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους και ο συντελεστής S (conduction shape factor) δίνεται από την ακόλουθη σχέση ($d= 2\text{m}$ το βάθος τοποθέτησης του οριζοντίου γεωθερμικού εναλλάκτης):

$$S = \frac{2 \cdot \pi}{\ln\left(\frac{2d}{D_o} + \sqrt{\left(\frac{2d}{D_o}\right)^2 - 1}\right)} \Leftrightarrow S = 1.14. (3.11)$$

Οπότε η παραπάνω σχέση για θέρμανση:

$$R_{total-h} = R_{conv-h} + R_{pipe} + R_{soil} \Leftrightarrow R_{total-h} = (0,024 + 0,0762 + 0,4386) \Leftrightarrow$$

$$R_{total-h} = 0,5388 \text{ m}\cdot\text{K}/\text{W}.$$

για ψύξη:

$$R_{total-c} = R_{conv-c} + R_{pipe} + R_{soil} \Leftrightarrow R_{total-c} = (0,029 + 0,0762 + 0,4386) \Leftrightarrow$$

$$R_{total-c} = 0,5243 \text{ m}\cdot\text{K}/\text{W}. (3.12)$$

Παρατηρείται πως η μεγαλύτερη θερμική αντίσταση στη συναλλαγή της θερμότητας εμφανίζεται κατά τη μεταφορά με το έδαφος. Αντίστοιχα η μικρότερη εμφανίζεται κατά τη μεταφορά θερμότητας εντός του νερού.

3.3.4 Μήκος Εναλλάκτη

Το απαιτούμενο μήκος του γεωθερμικού εναλλάκτη μπορεί να υπολογιστεί για θέρμανση από την παρακάτω σχέση : ⁵⁴

$$- L_h = m_{wh} * C_v * R_{total-h} * \ln(t_{wo} / t_{wi}) , (3.13)$$

$$- L_c = m_{wc} \cdot C_v \cdot R_{total-c} \cdot \ln(t_{wo} / t_{wi}) \quad ,(3.14)$$

όπου οι δείκτες **h** και **c** υποδηλώνουν αντίστοιχα λειτουργία θέρμανσης και ψύξης.

Για τη λειτουργία θέρμανσης έχουμε ήδη υπολογίσει:

$$- m_{wc} = 0,764 \text{ kg/sec}$$

$$- m_{wh} = 1,051 \text{ kg/sec}$$

- Απαιτούμενο μήκος του γεωθερμικού εναλλάκτη για θέρμανση :

$$L_h = m_{wh} \cdot C_v \cdot R_{total-h} \cdot \ln(t_{wo} / t_{wi}) \Leftrightarrow ,(3.15)$$

$$\Leftrightarrow L_h = 0,764 \text{ kg/sec} \cdot 4184 \text{ joule/kg}\cdot\text{K} \cdot 0,5388 \text{ m}\cdot\text{K/W} \cdot \ln(10 / 5) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow L_h = 1193,56 \text{ m}$$

- Απαιτούμενο μήκος του γεωθερμικού εναλλάκτη για ψύξη:

$$L_h = m_{wh} \cdot C_v \cdot R_{total-h} \cdot \ln(t_{wo} / t_{wi}) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow L_h = 1,051 \text{ kg/sec} \cdot 4184 \text{ joule/kg}\cdot\text{K} \cdot 0,5243 \text{ m}\cdot\text{K/W} \cdot \ln(40 / 35) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow L_h = 306,63 \text{ m}$$

Αξίζει να τονίσουμε πως είναι πολύ σημαντική η εμπειρία του μελετητή για τη λήψη της τελικής απόφασης αν και σήμερα υπάρχουν προγράμματα που βοηθούν τον μελετητή να καταλείξει στο απαιτούμενο μήκος.

Ένας χρήσιμος εμπειρικός κανόνας είναι πως για την τοποθέτηση του εναλλάκτη σε βάθος 1,5 – 2 m και απόσταση μεταξύ σωληνώσεων 0,35 – 0,5 m η απόδοση του εναλλάκτη σε ισχύ ισούται περίπου με 30 W / m².

Ακολουθώντας το παραπάνω εμπειρικό κανόνα για μέγιστο φορτίο θέρμανσης 16 kW, θα απαιτηθούν: 16000Watt / 30 Watt/m² = 533.33 m².

Έστω ότι επιλέγουμε το μεγαλύτερο από τα υπολογισμένα μήκη του οριζόντιου γεωθερμικού εναλλάκτη, το οποίο ισούται με 1193,56 m, αν υποθέσουμε ότι θα εγκατασταθεί οριζόντιος εναλλάκτης συνολικού μήκους 1200 m σε δέκα παράλληλες σειρές απόστασης 0,5m μεταξύ τους. Τότε το μήκος κάθε σειράς θα ισούται με 1200m / 10 = 120 m και το πλάτος της εγκατάστασης θα ισούται με 9 · 0,5 m = 4,5m. Συνεπώς, απαιτούμενη έκταση για την εγκατάσταση γεωθερμικού εναλλάκτη υπολογίζεται σε 4,5 m · 120m = 540m².

Άρα η τιμή των 1193,56 m για το μήκος του γεωεναλλάκτη συμφωνεί με τα εμπειρικά δεδομένα.

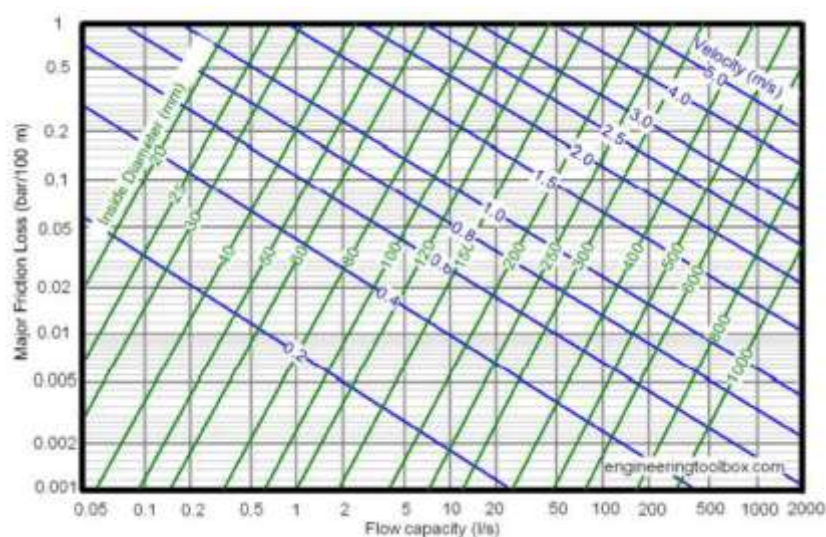
3.3.5 Υπολογισμός κυκλοφορητή

Σε αυτό το στάδιο είναι να υπολογιστούν οι απώλειες πίεσης που υπάρχουν στο γεωθερμικό εναλλάκτη θερμότητας καθώς και στο συνολικό κύκλωμα με σκοπό την επιλογή του κατάλληλου κυκλοφορητή. Οι συνολικές απώλειες προκύπτουν από το άθροισμα των παρακάτω απωλειών:

- Γραμμικές απώλειες δικτύου - γεωθερμικού εναλλάκτη.
- Τοπικές απώλειες πίεσης Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας με τυπική τιμή 0,25 – 0,3 bar.
- Τοπικές απώλειες πίεσης λοιπών εξαρτημάτων με τυπική τιμή 0,2bar.

Οι σωληνώσεις του δικτύου και του εναλλάκτη είναι από πολυαιθυλένιο υψηλής ποιότητας λόγω των σημαντικών ιδιοτήτων τους στη μεταφορά θερμότητας.

Παρακάτω ακολουθεί διάγραμμα που μας δίνει απώλεια πίεσης σε bar ανα 100m σωλήνωσης σε συνάρτηση με την διάμετρο (της σωλήνωσης), την παροχή και την ταχύτητα.



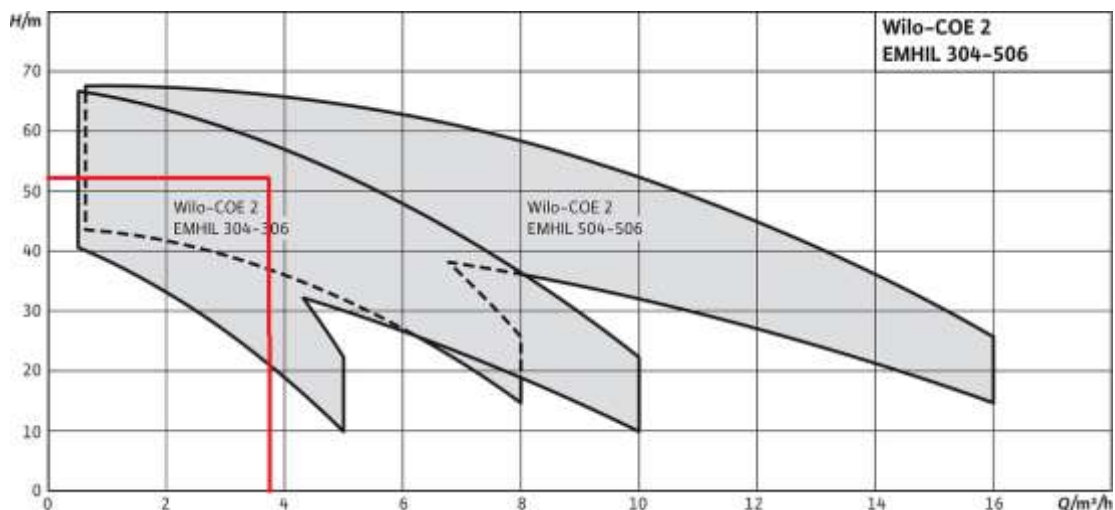
Σχήμα 3.6: Διάγραμμα απώλειας πίεσης σε bar ανά 100 μέτρα σωλήνωσης.⁵⁵

(Πηγή: <https://eclass.hmu.gr>)

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα οι απώλειες πίεσης για παροχή 1,051 lt/sec, ταχύτητα 1 m / s και εσωτερική διάμετρο 32,6mm οι απώλειες πίεσης ανά 100m σωλήνωσης οριζόντιου γεωθερμικού εναλλάκτη θερμότητας θα είναι $\Delta p/100 = 0,4 \text{ bar}$. Άρα οι γραμμικές απώλειες πίεσης εναλλάκτη θα είναι $1192\text{m}/100\text{m} = 11,92 \cdot 0,4\text{bar} = 4,768 \text{ bar} \cdot 10,197162\text{m H}_2\text{O} = 48,59\text{m H}_2\text{O}$. (μετατροπές μονάδων $1\text{bar} = 10.197162\text{m H}_2\text{O}$)¹¹⁶

Το άθροισμα των ανωτέρω απωλειών πίεσης δίνει τη συνολική πτώση πίεσης στο συνολικό υδραυλικό δίκτυο: $4,768\text{bar} + 0,3\text{bar} + 0,2\text{bar} = 7,65\text{ bar} \cdot 10,197162\text{m H}_2\text{O} = 53,68\text{m H}_2\text{O}$.

Από τη συνολική πτώση πίεσης που υπολογίσαμε και την συνολική παροχή $V = 3,78\text{ m}^3/\text{h}$, επιλέγεται από κατάλογο αντλιών της wilo κυκλοφορητής **Wilo - COE 2 EMHIL 304-506** με την παρακάτω χαρακτηριστική καμπύλη.



Σχήμα 3.7: Χαρακτηριστική καμπύλη κυκλοφορητή. Πηγή: *Wilo*.⁵⁶

(Πηγή: <https://wilo.com/gr/el/>)

3.3.6 Δοχείο Διαστολής

Σε κάθε υδραυλικό σύστημα είναι απαραίτητη η ύπαρξη δοχείου διαστολής. Το δοχείο διαστολής είναι ένα μικρό δοχείο που χρησιμοποιείται σε κλειστά συστήματα θέρμανσης με σκοπό να απορροφά την αύξηση πίεσης του νερού και έτσι να διατηρεί την πίεση του δικτύου σε αποδεκτά ορια.

Η διατήρηση της πίεσης είναι απαραίτητη για:

- Να αναπληρώνονται οι απώλειες του νερού του δικτύου που οφείλονται σε τυχόν μικροδιαρροές.
- Να παραλαμβάνεται η θερμική διαστολή του νερού λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας του.
- Να μην δημιουργούνται υποπίεσεις οι οποίες γίνονται αιτία ατμοποιήσεων στο δίκτυο.
- Να αποτρέπεται η σπηλαίωση στην αναρόφηση των κυκλοφορητών.
-

Ο όγκος του δοχείου διαστολής δίνεται από τη σχέση: ⁵⁵

$$V_t = V_s \cdot \frac{\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{-1}}{1 - \left(\frac{P_1}{P_2}\right)}, (3.16)$$

όπου:

- V_t : ο όγκος του δοχείου διαστολής σε m^3
- V_s : ο όγκος του νερού στην εγκατάσταση σε m^3
- t_1 : η χαμηλότερη θερμοκρασία του δικτύου ($0\text{ }^\circ\text{C}$)
- t_2 : η υψηλότερη θερμοκρασία του δικτύου ($50\text{ }^\circ\text{C}$)
- P_1 : η χαμηλότερη πίεση του δικτύου σε kPa
- P_2 : η υψηλότερη πίεση του δικτύου σε kPa
- V_1 : ο ειδικός όγκος του νερού στην χαμηλότερη θερμοκρασία σε m^3/kg
- V_2 : ο ειδικός όγκος του νερού στην υψηλότερη θερμοκρασία σε m^3/kg .

Ο ειδικός όγκος του νερού στη θερμοκρασία των $0\text{ }^\circ\text{C}$ είναι $V_1 = 0.0010002\text{ m}^3/\text{kg}$ ενώ στη θερμοκρασία των $50\text{ }^\circ\text{C}$ είναι $V_2 = 0.0010121\text{ m}^3/\text{kg}$.

Ως χαμηλότερη πίεση λαμβάνεται η απαραίτητη πίεση του δικτύου προσαυξημένη κατά $0,7\text{ bar}$ ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος να παρουσιαστεί υποπίεση.

Η ελάχιστη στατική πίεση για υδραυλικά δίκτυα θέρμανσης λαμβάνεται 2 m ($0,2\text{ bar}$). Συνεπώς η χαμηλότερη πίεση στο δίκτυο λαμβάνεται: $P_1 = 0,7 + 0,2 = 0,9\text{ bar} = 90\text{ kPa}$.

Ως υψηλότερη πίεση λαμβάνεται το άνω επιτρεπτό όριο πίεσης πριν το άνοιγμα της βαλβίδας ασφαλείας (εκτόνωσης). Αυτή σύμφωνα με τις προδιαγραφές πρέπει να είναι: $P_2 = P_1 + 1.3\text{ bar} = 2,2\text{ bar} = 220\text{ kPa}$.

- Μετά τον καθορισμό των απαιτούμενων μεγεθών, υπολογίζεται ο όγκος του δοχείου διαστολής :

$$V_t = V_s \cdot \frac{\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{-1}}{1 - \left(\frac{P_1}{P_2}\right)}, (3.17)$$

Ο όγκος του νερού στην εγκατάσταση είναι όγκος που υπάρχει στις σωληνώσεις του οριζόντιου εναλλάκτη :

$$V_s = 4 \cdot L \cdot \frac{\pi \cdot d \cdot n^2}{4}, (3.18)$$

$$\Leftrightarrow V_s = 3,8 \text{ m}^3.$$

$$V_t = V_s \cdot \frac{\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{-1}}{1 - \left(\frac{P_1}{P_2}\right)}, (3.19)$$

$$\Leftrightarrow V_t = 0,076 \text{ m}^3.$$

Από τυποποιημένα επιλέγεται δοχείο 60 lt.

3.4 Υπολογισμός κόστους οριζόντιου γεωθερμικού συστήματος

Στο οριζόντιο γεωθερμικό σύστημα όπως πρόεκυψε από την διαστασιολόγηση του οριζόντιου γεωθερμικού εναλλάκτη χρειαζόμαστε 533 m^2 ακάλυπτου χώρου. Η εκσκαφή σύμφωνα με εταιρία χωματουργικών έργων ανά m^3 για τα πρώτα 3 μετρά από το έδαφος κοστίζει από 4-7 €/m³ ανάλογα με το έδαφος. Στην περίπτωση μας έχουμε $533 \text{ m} \cdot 2 \text{ m}$ βάθος = 1066 m^3 . Έστω 5€/m³ το κόστος θα είναι $1066 \cdot 4 = 4264$ €.

Το μήκος του εναλλάκτη προέκυψε 1193,5 m. Σύμφωνα με την εταιρεία *Newtonools* πρωμήθειας σωληνώσεων πολυαιθυλενίου η τιμή ανά μέτρο είναι 1,25 ευρώ, συνεπώς το κόστος του σωλήνα θα είναι 1492 €.

Το δοχείο διαστολής που υπολογίστηκε κοστίζει 50 € καθώς και ο κυκλοφορητής της wilo 1400 €.

Η αντλία θερμότητας, τα fan coil, εξαρτήματα – παρελκόμενα, καθώς και τα κόστη μελέτης-επιβλεψης έχουν ως έξης :

Αντλία θερμότητας *CIAT AUREA 2 80HT* = 5.000

Ηλεκτρολόγος : 1.000

Υδραυλικός : 2.000

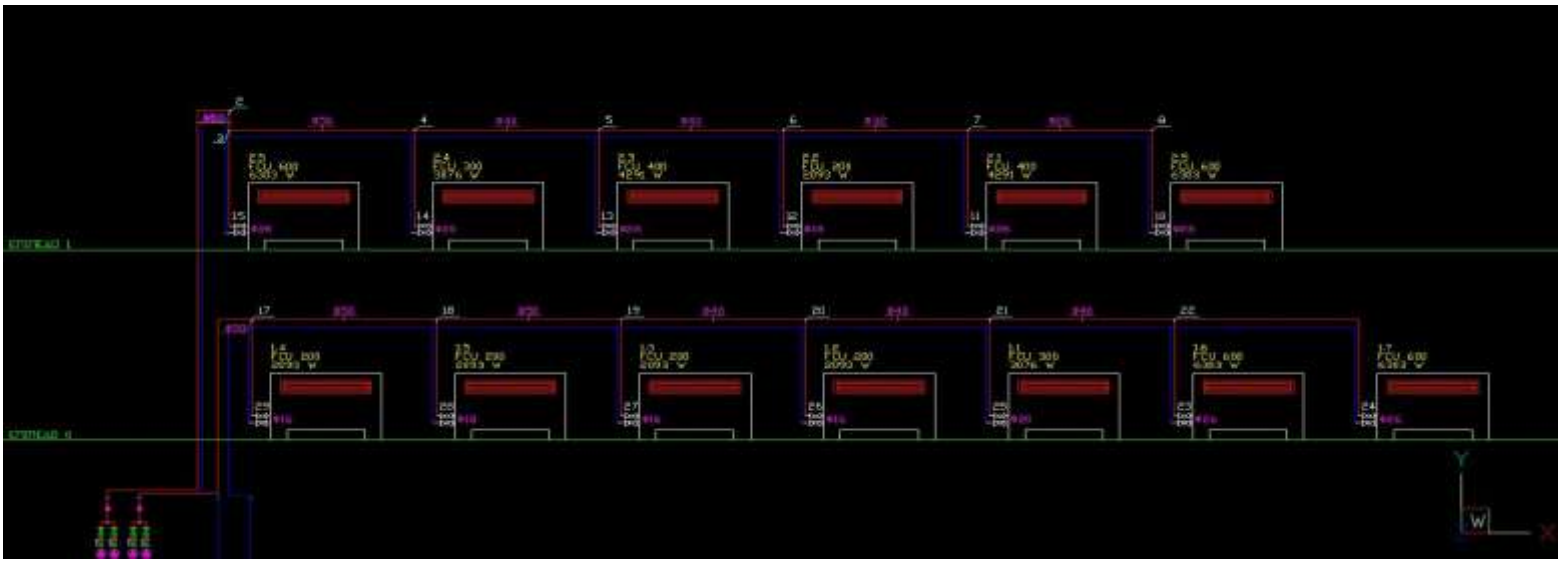
Ψυκτικός : 300

Μελέτη επίβλεψη : 400

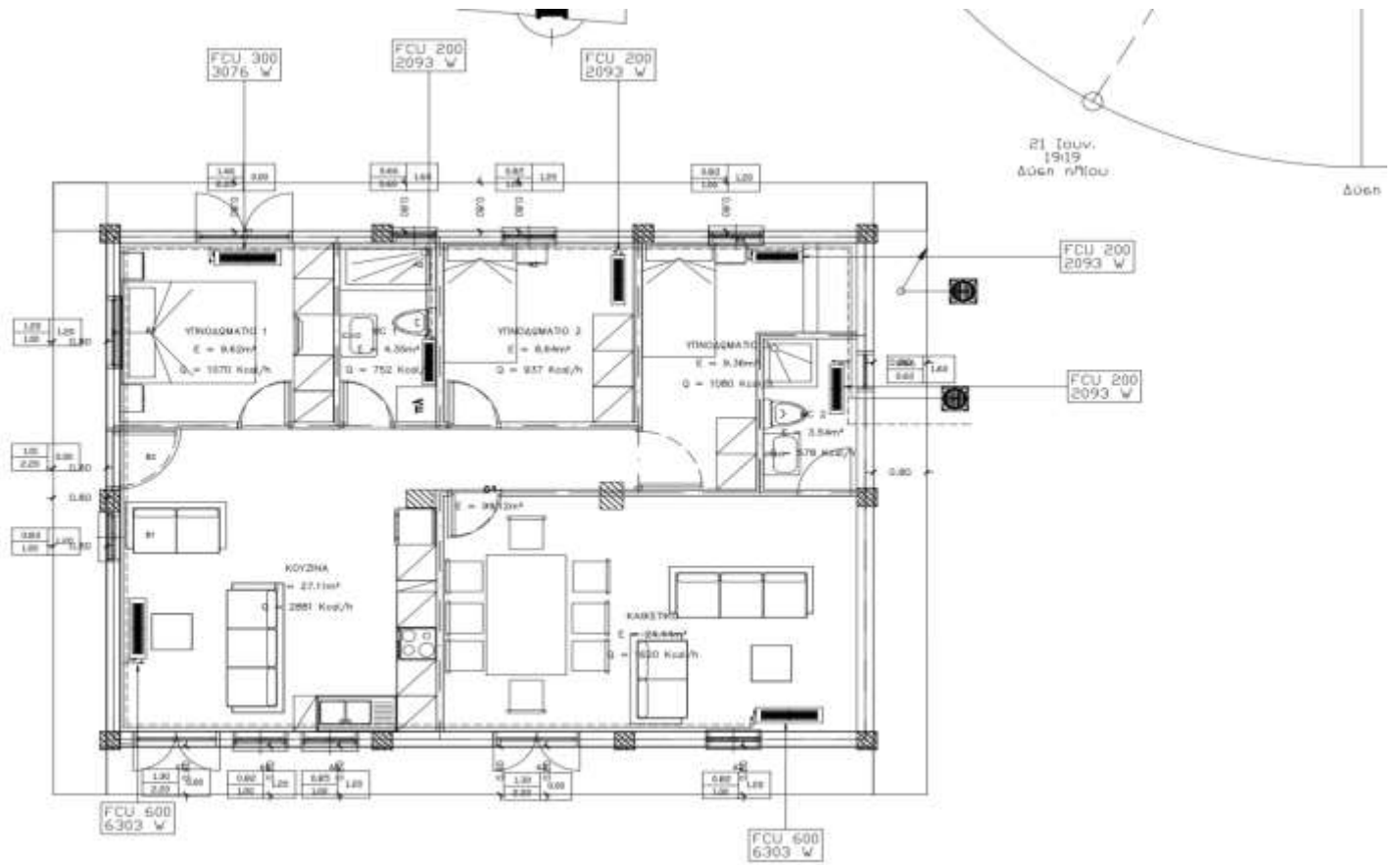
Εξαρτήματα – Παρελκόμενα: 1.000

Εγκατάσταση fan-coil: 4.000

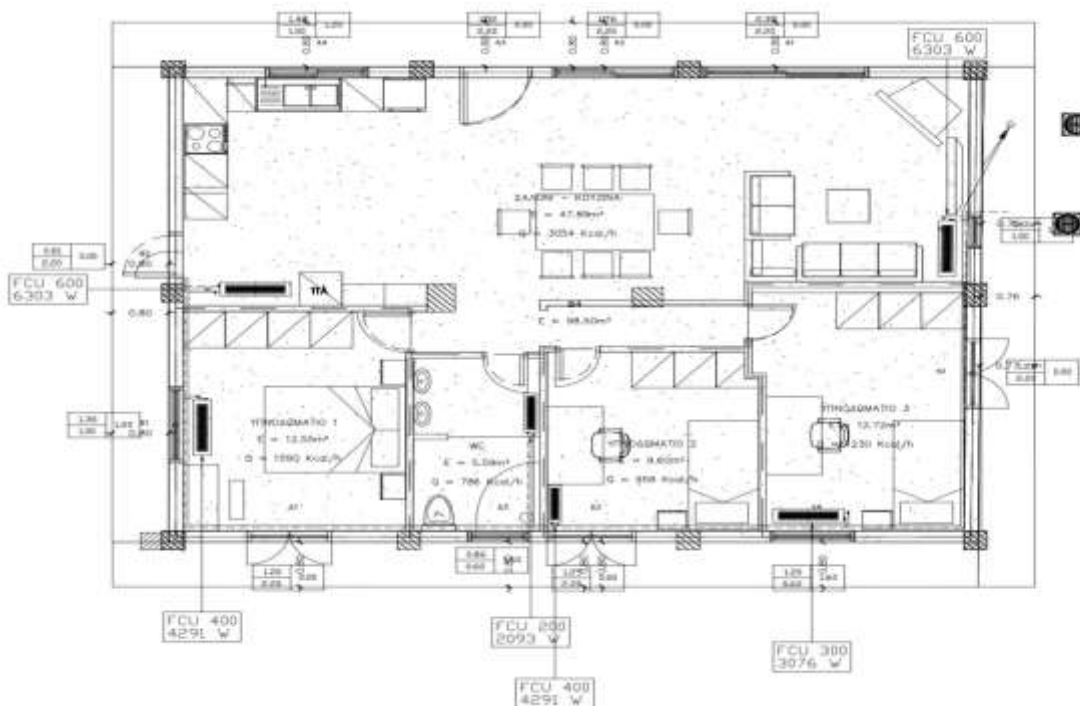
νολο 19,506 ΕΥΡΩ



Σχήμα 3.8: Κατακόρυφο Διάγραμμα Υδραυλικής σύνδεσης Επιπέδου 1 & 2 απο το πρόγραμμα FINE της 4M, σύνδεση από την Αντλία της ΓΑΘ στα συστήματα Fan Coils.



Σχήμα 3.9: Κάτοψη Ισογείου με τοποθετημένα τα συστήματα των Fan Coils στο πρόγραμμα FI-NE της 4Μ.



Σχήμα 3.10: Κάτοψη Α Ορόφου με τοποθετημένα τα συστήματα των Fan Coils στο πρόγραμμα FINE της 4Μ.

3.5 Υπολογισμός κόστους λειτουργίας οριζόντιου γεωθερμικού συστήματος

Σε αυτό το κεφάλαιο θα ασχοληθούμε με την εξοικονόμηση ενέργειας που έχουμε από την χρήση της γεωθερμίας και απο τη χρήση του ηλιασμού. Αρχικά στο πρώτο Σενάριο θα κάνουμε χρήση γεωθερμίας για την κάλυψη των αναγκών της οικίας (θέρμανη - ψύξη χώρων) σε συνεργασία με την ηλιακή ενέργεια για ΖΝΧ, και στο δεύτερο σενάριο θα κάνουμε χρήση λέβητα πετρελαίου για θέρμανση, τοπικές αερόψυκτες αντλίες τύπου SPLIT (κλιματιστικό) για ψύξη των χώρων και 2 Θερμοσίφωνες. Στη συνέχεια θα συγκρίνουμε τα δύο Σενάρια και θα κάνουμε οικονομοτεχνική ανάλυση.

3.5.1 Βαθμός απόδοσης COP & EER της αντλίας θερμότητας

Ο βαθμός απόδοσης της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας υπολογίζεται για τον χειμώνα COP και το καλοκαίρι EER διαιρώντας αντίστοιχα την θερμική και ψυκτική απόδοση της αντλίας προς την απαιτούμενη - καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια σε κάθε περίπτωση.

Πίνακας 3.5: Βαθμός απόδοσης ΓΑΘ για λειτουργία σε Θέρμανση ή Ψύξη.

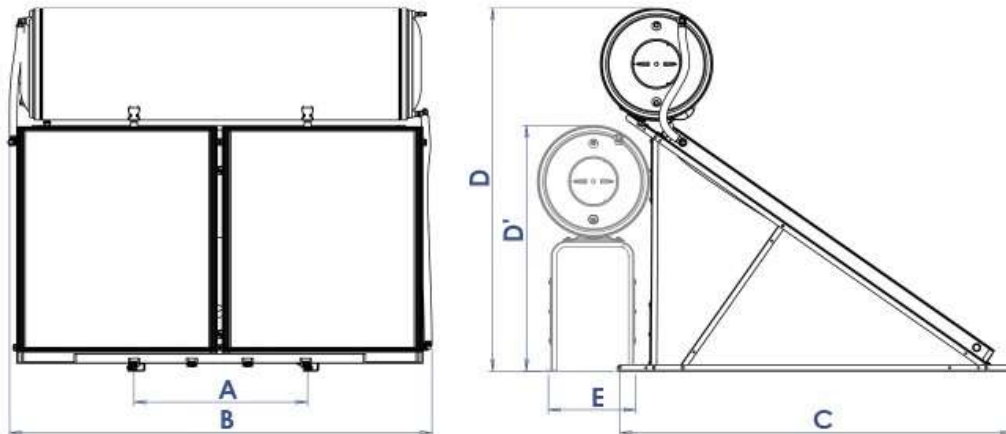
Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας <i>CIAT AUREA 2 80HT</i>	
ΘΕΡΜΑΝΣΗ (COP)	ΨΥΞΗ (EER)
$\frac{P_c}{P_a} = \frac{25,6kW}{5,6kW} = 4,57$	$\frac{P_f}{P_a} = \frac{22,8kW}{5,1kW} = 4,47$

Πίνακας 5 Βαθμός απόδοσης ΓΑΘ για λειτουργία σε Θέρμανση ή Ψύξη.

3.5.2 Διαστασιολόγηση ηλιακού θερμικού συστήματος για Ζεστά Νερά Χρήσης

Με βάση τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων, σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό κάλυψης από το ηλιακό σύστημα σε ετήσια βάση καθορίζεται σε ποσοστό 60%. Ο μέσος όρος κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης σε λίτρα ανά άτομο την ημέρα σε μονοκατοικία - πολυκατοικία είναι 40 - 50 λίτρα(λτ/ημέρα/άτομο).⁵

Άρα, εφόσον το κάθε επίπεδο φιλοξενεί από 4 άτομα καταλήγουμε στο βέλτιστο συμπέρασμα χρήσης ηλιακών με δεξαμενή αποθήκευσης 200lt. Η Ζάκυνθος ανήκει στη Ζώνη Α οπότε τα ηλιακά μας πάνελ αρκούν να είναι επιλεκτικά 3m² (1.5m² ανά ηλιακό πάνελ, δύο ανα δεξαμενή) σε κλίση 45⁰ τοποθετημένα στην πλάκα του Α Ορόφου ΝοτιοΔυτικά για την καλύτερη απόδοση.



ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΕΛΙΟΣ ΤΑΡΑΤΣΑΣ (σε cm).

ΤΥΠΟΣ	A	B	C	D	ΧΑΜΗΛΗ ΒΑΣΗ	
					E	D'
120ΛΤ/1,5μ2	70	112	153	161	45	128
120ΛΤ/2,0μ2	70	112	203	189	45	128
160ΛΤ/2,0μ2	90	121	203	189	45	128
160ΛΤ/2,6μ2	90	138	203	153	45	128
160ΛΤ/3,0μ2	90	219	153	161	45	128
200ΛΤ/2,6μ2	90	145	203	189	45	128
200ΛΤ/3,0μ2	90	219	153	161	45	128
200ΛΤ/4,0μ2	90	219	203	189	45	128
300ΛΤ/4,0μ2	90	219	203	189	45	128
300ΛΤ/5,2μ2	90	271	203	189	45	128

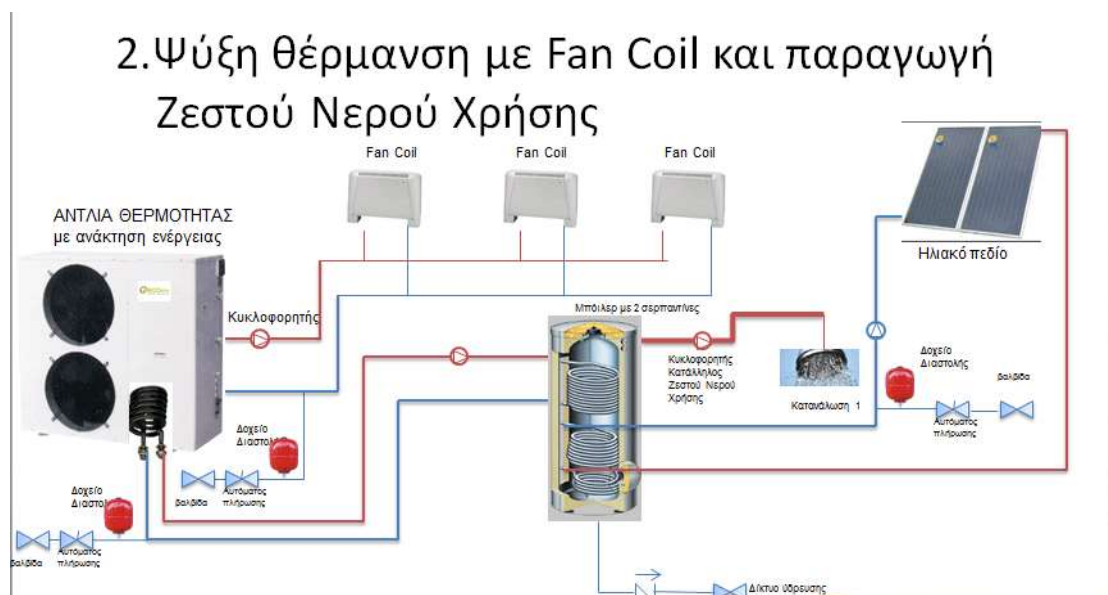
Σχήμα 3.11: Διαστάσεις και m² ηλιακών πάνελ.⁵⁸

(Πηγή: <https://www.xourisydravlika.gr>)

3.5.3 1^ο Σενάριο - Κάλυψη αναγκών οικίας με Χρήση Γεωθερμίας και Ηλιακού διπλής ενεργείας

Θα αναλυθεί το κόστος λειτουργίας του πρώτου Σεναρίου, με βάση αυτό το σενάριο πρέπει να καλύψουμε τις ανάγκες της κατοικίας για θέρμανση και κλιματισμό με Γεωθερμία.

Βάσει του μελετητικού - υπολογιστικού προγράμματος της 4M έχουμε υπολογίσει τις τιμές των αναγκών για θέρμανση και κλιματισμό της οικίας.



Σχήμα 3.12: Σύνδεση ΓΑΘ με Fan Coils, δεξαμενή αποθήκευσης ZNX III ενεργείας και Ηλιακών Πάνελ.⁵⁷ (Πηγή: <https://www.kas.com.gr/product>)

ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Υποθέτουμε πως η χειμερινή και η θερινή περίοδος διαρκεί 4 μήνες και η λειτουργία του συστήματος θα είναι 8 ώρες καθημερινά ανά περίπτωση.

(κατανάλωση γεωθερμικού συστήματος σε kWh για την θέρμανση)

Πίνακας 3.6:

Καταναλισκόμενη ενέργεια ΓΑΘ σε kWh. ΓΑΘ = Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας, ΘΧ = Θέρμανση Χώρων , COP(βαθμός απόδοσης)= Coefficient of Performance.

ΓΑΘ για θέρμανση χώρων	Θέρμανση χώρων Χειμώνα	Ώρες Λειτουργίας θέρμανσης ημερησίως	Φορτίο θέρμανσης ανα ημέρα	Βαθμός απόδοσης ΓΑΘ	Εκτίμηση καταναλισκόμενης ενέργειας
Φορτία ανά χώρο κατοικίας	kw	Η	kwh	COP	kWhel
Φορτία χώρων ισογείου	8,92	8	71,36	4,57	15,61
Φορτία χώρων Ά Ορόφου	7,12	8	56,96	4,57	12,46
ΣΥΝΟΛΟ ΟΙΚΙΑΣ			128,32	-	28,07

Ο παραπάνω πίνακας 3.6 μας δείχνει την κατανάλωση ενέργειας σε kWh της ΓΑΘ για να καλύψει θερμικές ανάγκες. Αρχικά έχει υπολογισθεί το φορτίο που πρέπει να καλυφεί η ΓΑΘ καθημερινά έχοντας θεωρήσει πως η λειτουργία για θέρμανση θα είναι 8 ώρες ημερησίως. Στη συνέχεια διαιρείται το ημερήσιο φορτίο με τον βαθμό απόδοσης της ΓΑΘ (COP) για να υπολογισθεί η ηλεκτρική ενέργεια που θα καταναλωθεί.

Όποτε καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η ΓΑΘ θα καταναλώνει ημερησίως για 8 ώρες χρήση 28,07 kWhel.

Στον πίνακα 3.7 που ακολουθεί αναφέρεται το κόστος λειτουργίας της ΓΑΘ σε ευρώ όπως προαναφέρθηκε για τετράμηνη χρήση σε καθημερινή λειτουργία οχτώ ώρες καθώς και το κόστος για το ζεστό νερό χρήσης.

Πίνακας 3.7: Κόστος λειτουργίας ΓΑΘ. (ΓΑΘ = Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας, ΖΝΧ:Ζεστά νερά χρήσης)

ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΛΕΤΟΥΡΓΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΟΣΤΟΥΣ				
	kWh/ημέρα	Ημέρες Χρήσης	kWh/τετράμηνο	€/kWhel	€
ΘΕΡ. ΧΩΡ.	28,07	120	3368,4	0,175	589,47
ZNX	8	120	960	0,175	168
ΣΥΝΟΛΟ					757,47€

Αναλυτικά : Για την θέρμανση του κτιρίου πολλαπλασιάζεται η ημερήσια κατανάλωση των κιλοβάτ της ΓΑΘ με το σύνολο των ημερών λειτουργίας επί την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος που παρέχεται απο τον πάροχο της ΔΕΗ. Καθώς επίσης για τα ΖΝΧ ενώ στο σενάριο χρησιμοποιούνται δύο Ηλιακά διπλής ενεργείας χωρητικότητας 200 lt το καθένα, θεωρείται ημερήσια χρήση 1 ώρα τοπικού ηλεκτρικού θερμαντήρα 4kw, ανά δεξαμενή ενεργείας καθώς κατα την χειμερινή περίοδο ίσως υπάρξουν μέρες με έντονη συννεφιά ή χρειαστεί υποβοήθηση κατα τις νυχτερινές ώρες. Άρα πολλαπλασιάζεται η ισχύς των δύο θερμαντήρων (2x4kW = 8kw) με το σύνολο των ημερών επί την ημερήσια λειτουργία (1 ώρα) επί την τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος που παρέχεται από τον πάροχο της ΔΕΗ.

ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Υποθέτουμε πως η θερινή περίοδος διαρκεί 4 μήνες και η λειτουργία του συστήματος θα είναι 8 ώρες καθημερινά ανά περίπτωση.

Πίνακας 3.8: Καταναλισκόμενη ενέργεια ΓΑΘ σε kWh για την Ψύξη Χώρων. ΓΑΘ = Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας, ΨΧ = Ψύξη Χώρων, EER(βαθμός απόδοσης)= Energy Efficiency Ratio.

ΓΑΘ για Ψύξη Χώρων	Ψύξη χώρων Χειμώνα	Ώρες Λειτουργίας ψύξης ημερησίως	Φορτίο Ψύξης την ημέρα	EER ΓΑΘ	Εκτιμομένα kWhel ανα ημέρα
Φορτία ανά χώρο κατοικίας	kw	Η	kwh	EER	kWhel
Συνολικά ψυκτικά φορτία χώρων Ισογείου & Α ορόφου	22	8	176	5,1	34,5
	ΣΥΝΟΛΟ ΟΙΚΙΑΣ		176		34,5

Ο παραπάνω πίνακας 3.8 μας δείχνει την κατανάλωση ενέργειας σε kwh της ΓΑΘ για να καλύψει ψυκτικές ανάγκες. Αρχικά έχει υπολογισθεί το φορτίο που πρέπει να καλυφει η ΓΑΘ καθημερινά έχοντας θεωρήσει πως η λειτουργία για ψύξη θα είναι 8 ώρες ημερησίως. Στη συνέχεια διαιρείται το ημερήσιο φορτίο με

τον βαθμό απόδοσης της ΓΑΘ σε ψύξη (EER) για να η ηλεκτρική ενέργεια που θα καταναλωθεί.

Όποτε καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η ΓΑΘ θα καταναλώνει ημερησίως για 8 ώρες χρήση 34,5 kWhel.

Στον επόμενο πίνακα αναφέρεται το κόστος λειτουργίας της ΓΑΘ σε ευρώ όπως προαναφέρθηκε για τετράμηνη χρήση σε καθημερινή λειτουργία οχτώ ώρες καθώς και το κόστος για το ζεστό νερό χρήσης θεωρώντας ημερήσια χρήση 1 ώρα τοπικού ηλεκτρικού θερμαντήρα 4kw ανά δεξαμενή ενεργείας σε περίπτωση πουχρειαστεί υποβοήθηση.

Πίνακας 3.9: Κόστος λειτουργίας ΓΑΘ. (ΓΑΘ = Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας, ΖΝΧ:Ζεστά νερά χρήσης)

ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΛΕΤΟΥΡΓΙΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΟΣΤΟΥΣ				
	kWh/ημέρα	Ημέρες Χρήσης	kWh/τετράμηνο	€/kWhel	€
ΨΥΞΗ ΧΩΡΟΥ	34,5	120	4140	0,175	724,5
ΖΝΧ	8	120	960	0,175	168
ΣΥΝΟΛΟ					892,5€

Ψύξη Χώρου: Υπολογίζεται ως εξής. Αρχικά υπολογίζεται το σύνολο των ημερών χρήσης λειτουργίας με την ημερήσια κατανάλωση σε kWh και στη συνέχεια το αποτέλεσμα αυτό επί την τιμή της kWh του ηλεκτρικού ρεύματος.

ΖΝΧ: Υπολογίζεται όπως και κατά την χειμερινή περίοδο. Υποτίθεται πως για την υποβοήθηση των δύο δεξαμενών ενεργείας χρησιμοποιούνται δύο τοπικοί ηλεκτρικοί θερμαντήρες και η ισχύς των θερμαντήρων ($2 \cdot 4 \text{ kW} = 8\text{kW}$) επί την ημερήσια κατανάλωση (1 ώρα) επί το σύνολο των ημερών επί την τιμή της κιλοβατώρας.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να αναφέρω πως οι νέες αντλίες θερμότητας είναι τύπου inverter και προσαρμόζουν την ταχύτητα του ηλεκτροκινητήρα (η

εξοικονόμηση ανέρχεται στο 30% ηλεκτρικής ενέργειας και είναι πιο αποδοτικά) και όχι τύπου On/Off που ξοδεύουν ενέργεια κατά την εκκίνηση και την διακοπή, οπότε συνίσταται για μεγαλύτερη οικονομία να δουλεύουν συνεχόμενα χωρίς διακοπές έτσι ώστε να συντηρούν την απαραίτητη θερμοκρασία στο χώρο καθώς και κατά την διάρκεια του καλοκαιριού εφόσον έχουμε υπολογίσει την κατάλληλη δεξαμενή αποθήκευσης του Ζεστού Νερού Χρήσης η υποβοήθηση ίσως να μην χρειαστεί ποτέ. Επίσης, οι 8 ώρες λειτουργίας της ΓΑΘ ανα ημέρα είναι μια εκτίμηση για να μπορέσουμε να κάνουμε την σύγκριση των δύο σεναρίων στο 4^ο Κεφάλαιο.

3.5.4 2^ο Σενάριο - Κάλυψη αναγκών κτιρίου με Χρήση Λέβητα Πετρελαίου και Κλιματιστικών τύπου Split

Θα αναλυθεί το κόστος λειτουργίας του δεύτερου Σεναρίου, με βάση αυτό το σενάριο πρέπει να καλύψουμε τις ανάγκες της κατοικίας για θέρμανση και κλιματισμό με σύστημα πετρελαίου (συμβατικός λέβητας) και διαιρούμενα κλιματιστικά - τοπικές αερόψυκτες αντλίες (split). Οι τιμές και αποδόσεις των μηχανημάτων που υπάρχουν στην υπάρχουσα διώροφη κατοικία είναι παλιότερης γενιάς όπως στα περισσότερα σπίτια της Ελλάδας που δεν έχουν βελτιωθεί ενεργειακά.

Βάσει του μελετητικού - υπολογιστικού προγράμματος της 4M έχουμε υπολογίσει τις τιμές των αναγκών για θέρμανση και κλιματισμό της οικίας.

ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Υποθέτουμε πως η χειμερινή και η θερινή περίοδος διαρκεί 4 μήνες και η λειτουργία του συστήματος θα είναι 8 ώρες καθημερινά ανά περίπτωση.

Πίνακας 3.10. Κατανάλωση – Συνολικό κόστος συστήματος πετρελαίου για την Θέρμανση

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΓΙΑ ΘΧ	kWh/ημέρα	Kwh/4μήνες	Απόδοση λέβητα η	kWh/4μήνες πετρέλαιο	Kgr (πετρέλαιο)	Λίτρα πετρελαίου	Τιμή λίτρου	Κόστος €
Κατανάλωση πετρελαίου για ΘΧ	128,32	15398,4	0,87	17699,3	1609	2172,15	0,9	1954,9
Μονάδες								
1kgr petrol=11kwh								
1 kgr petrol = 1.35 lt petrol								

Στον παραπάνω πίνακα 3.10 υπολογίζεται το κόστος πετρελαίου για την θέρμανση της διώροφης κατοικίας. Εφόσον η ημερήσια λειτουργία του λέβητα πετρελαίου θα είναι 8 ώρες την ημέρα βρίσκονται οι απαιτούμενες kwh ανά ημέρα και στη συνέχεια σε τετράμηνη χρήση, μετά με βάση την απόδοση του λέβητα και τη θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου τα λίτρα πετρελαίου. Τέλος πολλαπλασιάζονται τα λίτρα με την σημερινή τιμή του πετρελαίου θέρμανσης στη Ζάκυνθο και έχουμε το παραπάνω αποτέλεσμα.

Πίνακας 3.11. Συνολικό κόστος για Ζεστά Νερά Χρήσης κατά τη χειμερινή περίοδο

	kWh /ημέρα	kWh /4μήνες	Απόδοση ηλ.θερ. η	kWh /4μήνες	Τιμή kwh σε €	Κόστος €
Κατανάλωση ΗΛ. ΡΕΥΜΑΤΟΣ για ΖΝΧ	24	2880	1	2880	0.175	504
Θερμοσίφωνα 60lt ανα όροφο με Τοπικό Ηλεκτρικό Θερμαντήρας 4 kw .						

Στον παραπάνω πίνακα 3.11 για την κάλυψη των Ζεστών Νερών Χρήσης υπάρχουν δύο ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες χωρητικότητας 60λτ με ηλεκτρικό θερμαντήρα 4 kw. Οπότε 8 kw για κάθε ώρα χρήσης και στα δύο διαμερίσματα έχουμε 24kw ανά ημέρα για 3 ώρες χρήση και 2880kw για τους 4 μήνες, άρα με την σημερινή τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος καταλήγουμε στο παραπάνω κοστολογικό συμπέρασμα.

ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ

Υποθέτουμε πως η θερινή περίοδος διαρκεί 4 μήνες και η λειτουργία των κλιματιστικών – split unit θα είναι 8 ώρες καθημερινά ανά περίπτωση.

Πίνακας 3.12: Κατανάλωση των SPILT σε kWh για την ψύξη του κτιρίου και υπολογισμός κόστους

ΓΑΘ για Ψύξη Χώρων	Ψύξη χώρων Χειμώνα	Ώρες Λειτουργίας ψύξης ημερησίως	Εκτιμομένα kWhel ανά ημέρα	Εκτιμομένα kW ανά 4μηνο	EER SPLIT	Εκτιμομένα kWhel ανα 4μηνο	Τιμή kwh σε €	Κόστος €
Φορτία χώρων Ισογείου & Α Ορόφου	22kW	8h	176 kWhel	21120 kWhel	2.5	8448 kWhel	0,175	1478,4 €

Ψύξη Κτιρίου: Η κάλυψη αναγκών – ψυκτικών φορτίων γίνεται με τοπικές κλιματιστικές μονάδες και το κόστος λειτουργίας τους υπολογίζεται ως εξής, διαιρούνται οι απαιτούμενες kWh που απαιτούνται στο τετράμηνο χρήσης με τον βαθμό απόδοσης EER = 2.5 (για κλιματιστικά δεκαετίας και άνω) και στην συνέχεια με την τιμή της κιλοβατοώρας της ΔΕΗ και έχουμε το παραπάνω αποτέλεσμα.

Πίνακας 3.13: Συνολικό κόστος για Ζεστά Νερά Χρήσης κατά τη θερινή περίοδο.

	kWh/ημέρα	Kwh/4μήνες	Απόδοση ηλ.θερ. n	kWh/4μήνες	Τιμή kwh σε €	Κόστος €
Κατανάλωση ΗΛ. ΡΕΥΜΑΤΟΣ για ΖΝΧ	24	2880	1	2880	0.175	504
Θερμοσίφωνα 60λτ ανα όροφο με Τοπικό Ηλεκτρικό Θερμαντήρας 4 kw .						

Στον παραπάνω πίνακα 3.13 για την κάλυψη των Ζεστών Νερών Χρήσης υπάρχουν δύο ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες χωρητικότητας 60λτ με ηλεκτρικό θερμαντήρα 4 kw. Οπότε 8 kw για κάθε ώρα χρήσης και στα δύο διαμερίσματα έχουμε 24kw ανά ημέρα για 3 ώρες χρήση και 2880kw για τους 4 μήνες, άρα με την σημερινή τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος καταλήγουμε στο παραπάνω κοστολογικό συμπέρασμα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Σύγκριση 1^{ου} και 2^{ου} Σεναρίου

4.1 Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας

Στο παρακάτω πίνακα συγκεντρώνω τα αποτελέσματα των καταναλώσεων ενέργειας για κάθε Σενάριο για την καλύτερη σύγκριση των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 4.1: Ετήσια συγκεντρωτική λειτουργία σε kW για το 1^ο & 2^ο Σενάριο(ΘΧ: θέρμανση χώρων, ΨΧ: ψύξη χώρων, ΓΑΘ: γεωθερμική αντλία θερμότητας, ΖΝΧ: ζεστάνερά χρήσης)

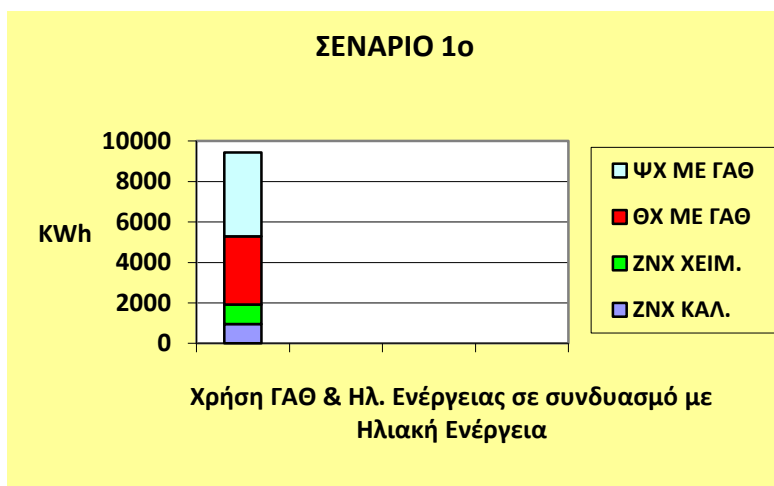
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ							
1 ^ο Σενάριο(ΓΑΘ & ΗΛΙΑΚΑ)				ΛΕΒΗΤΑΣ ΠΕΤ. & ΜΟΝΑ. SPLIT UNIT			
ΧΕΙΜΩΝΑ		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ		ΧΕΙΜΩΝΑ		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
ΘΧ	ΖΝΧ	ΨΧ	ΖΝΧ	ΘΧ	ΖΝΧ	ΨΧ	ΖΝΖ
3368,4	960	4140	960	17699,3	2880	8448	2880
kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Total: 4328,4		Total: 5100 kWh		Total: 20579 kWh		Total: 11328 kWh	
kWh							
TOTAL: ΧΕΙ. + ΚΑΛ. = 9428,4 kWh				TOTAL: ΧΕΙ. + ΚΑΛ. = 31907 kWh			

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρούμε πως έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας με το 1^ο Σενάριο ίσο με 22479 kWh ετησίως έναντι του δεύτερου σεναρίου, δηλαδή η εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται στο 70,3%. Είναι αξιοσημείωτη η εξοικονόμηση ενέργειας στην περίπτωση της θέρμανσης με Γεωθερμία της τάξεως 81%, ενώ κατά την διάρκεια του καλοκαιριού σε λειτουργία ψύξης η εξοικονόμηση απο την γεωθερμία φτάνει το 51% σε σύγκριση με τα διαιρούμενα κλιματιστικά τύπου Split.Επίσης εξοικονόμηση ενέργειας έχουμε και στα Ζεστά Νερά Χρήσης της τάξεως του 66,7%.

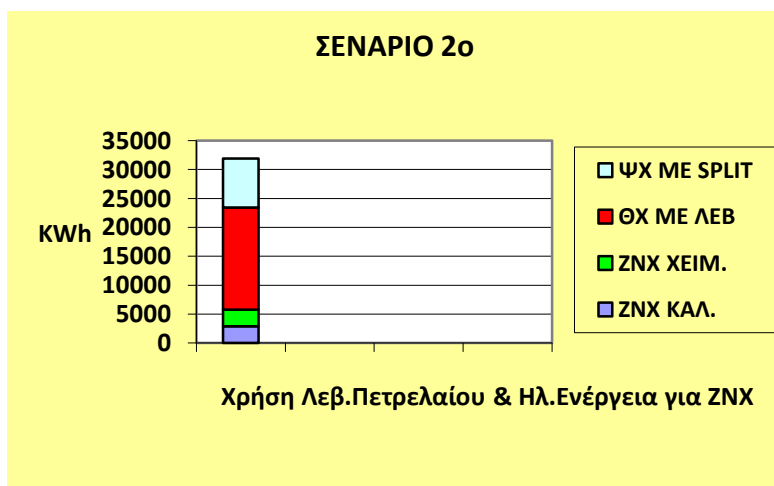
4.1.1 Γραφήματα Καταναλισκώμενης Ενέργειας

Στα παρακάτω Γραφήματα 4.2 & 4.3 απεικονίζονται οι καταναλώσεις ενέργειας των Σεναρίων 1 & 2 αντίστοιχα. Είναι αξιοσημείωτη η εξοικονόμηση ενέργειας η οποία επιτυγχάνεται στην περίπτωση με χρήση της Γεωθερμίας (Σενάριο 1). Αντίστοιχα στην περίπτωση του πετρελαίου (Σενάριο 2) παρατηρούνται αυξημένες καταναλώσεις για την κάλυψη των ίδιων αναγκών με την περίπτωση της γεωθερμίας.

Πίνακας 4.2: Ετήσια Καταναλισκώμενη Ενέργεια με το 1ο Σενάριο



Πίνακας 4.3: Ετήσια Καταναλισκώμενη Ενέργεια με το 2ο Σενάριο



4.2 Ετήσια εξοικονόμηση κόστους λειτουργίας

Πίνακας 4.3: Ετήσια συγκεντρωτική λειτουργία κόστους για το 1^ο & 2^ο Σενάριο(ΘΧ: θέρμανση χώρων, ΨΧ: ψύξη χώρων, ΓΑΘ: γεωθερμική αντλία θερμότητας, ΖΝΧ: ζεστάνερά χρήσης).

ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ							
1 ^ο Σενάριο(ΓΑΘ & ΗΛΙΑΚΑ)				ΛΕΒΗΤΑΣ ΠΕΤ. & ΜΟΝΑ. SPLIT UNIT			
ΧΕΙΜΩΝΑ		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ		ΧΕΙΜΩΝΑ		ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	
ΘΧ	ΖΝΧ	ΨΧ	ΖΝΧ	ΘΧ	ΖΝΧ	ΨΧ	ΖΝΖ
589,47	168	724,5	168	1954,9	504	1478,4	504
€	€	€	€	€	€	€	€
Total: 757,47€		Total: 892,5€		Total: 2458,9€		Total: 1982,4€	
TOTAL: ΧΕΙ. + ΚΑΛ. = 1649,97€				TOTAL: ΧΕΙ. + ΚΑΛ. = 4441,3€			



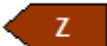
Από τον παραπάνω πίνακα συμπεραίνεται πως η εξοικονόμηση κόστους λειτουργίας με την χρήση του 1^{ου} Σεναρίου, σε σύγκριση με το 2^ο Σενάριο, είναι 62,85%, αυτο μεταφράζεται σε 2791,33€ λιγότερα το χρόνο. Είναι αξιοσημείωτη η εξοικονόμηση χρημάτων που προκύπτει σε ετήσια λειτουργία με την χρήση Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας και Ηλιακής Ενέργειας για θέρμανση - δροσισμό και ΖΝΧ των δύο διαμερισμάτων της διώροφης κατοικίας έναντι του συμβατικού λέβητα πετρελαιου,των ηλεκτρικών θερμοσιφώνων και των διαιρουμενων κλιματιστικών ON/OFF.

4.3 Ενεργειακή Κλάση

Παρακάτω παρουσιάζεται το ΠΕΑ (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης) που προέκυψε από τη σύγκριση των Δύο Σεναρίων από το πρόγραμμα της 4M KENAK. Στην Αριστερή στήλη βλέπουμε την υπάρχουσα ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου με τον Λέβητα πετρελαίου - Θερμοσίφωνες - Κλιματιστικά (όπως αναφέρεται στο Δεύτερο Σενάριο) και στην Δεξιά στήλη βλέπουμε την ενεργειακή αναβάθμιση που θα δεχτεί το κτίριο με την Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας και τον Ηλιακό διπλής ενεργείας.

Η Δυνητική Ενεργειακή Κλάση μπορεί να αναβαθμιστεί κι άλλο εάν ο ιδιοκτήτης επιθυμεί να βελτιώσει το κέλυφος του κτιρίου με θερμοπρόσοψη καθώς επίσης και να τοποθετήσει φωτοβολταϊκά στην πλάκα του Α Ορόφου για να μηδενίσει την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει η ΓΑΘ.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου:		Αρ. ασφαλείας:	
Ημερομηνία έκδοσης:		Ημερομηνία Ισχύος:	
Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:			
Χρήση:	Μονοκατοικία		
Κλιματική Ζώνη:	A		
Συνολική επιφάνεια:	197.617		
Ωφέλιμη επιφάνεια:	197.617		
Ενεργειακή κατηγορία:		Υφιστάμενη	Δυνητική
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:			
EP ≤ 0,33 R_R	A+		
0,33 R_R < EP ≤ 0,5 R_R	A		
0,50 R_R < EP ≤ 0,75 R_R	B+		
0,75 R_R < EP ≤ 1,00 R_R	B		
1,00 R_R < EP ≤ 1,41 R_R	Γ		
1,41 R_R < EP ≤ 1,82 R_R	Δ		
1,82 R_R < EP ≤ 2,27 R_R	E		
2,27 R_R < EP ≤ 2,73 R_R	Z		
2,73 R_R < EP	H		

*Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με την (1η) σύσταση

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας	
Κτηρίου Αναφοράς [Kwh/m ²]	99.80
Επιθεωρούμενου κτηρίου [Kwh/m ²]	250.10
Πραγματική Ετήσια κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτιρίου	
Ηλεκτρικής ενέργειας [Kwh/m ²]:	
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [Kwh/m ²]:	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [Kwh/m ²]:	
Ετήσιες εκπομπές CO₂ Επιθεωρούμενου Κτιρίου	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [Kg/m ²]	70.00
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [Kg/m ²]	
Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>
Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα αέρα <input checked="" type="checkbox"/>

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλου		Αρ. Ασφαλείας	
Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m²]			

	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός
Κτήριο αναφοράς	24.6	48.5	24.7	
Επιθεωρούμενο κτήριο	65.4	41.0	24.7	

Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ενέργειας ανά Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m²]

Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική	0.0	9.5	26.6	0.0	36.1	21.42
Πετρέλαιο	132.3	0.0	0.0	0.0	132.3	78.58
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Ηλιακή	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Βιομάζα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Γεωθερμία	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλη ΑΠΕ	0	0	0	0	0.0	0.00
Σύνολο	132.3	9.5	26.6	0.0	168.4	100.00

Χρησιμοποιείται το ΠΕΑ για να:

*συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτιρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής του σε ενεργειακή κατηγορία

*πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

1. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΟΡ. ΕΝΑΛΛΑΚΤΗ ΓΙΑ ΘΕΡΜ. - ΨΥΞΗ,2 ΗΛΙΑΚΟΥΣ II

2.

3.

Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής [έτη]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ [kg/m ²]	Ενεργειακή κατηγορία
		[Kwh/m ²]	[%]	[€/Kwh]			
1.	0.0	137.3	54.9	0.0	0.0	32.1	Γ
2.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Ονοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή

Σφραγίδα

A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή:

Υπογραφή

Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος – ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ και την περίοδο αποπληρωμής.

• Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Συμπεράσματα

Μελετώντας όλα τα παραπάνω η συγκεκριμένη έρευνα - πτυχιακή εργασία έδωσε βάρος στην γεωθερμία, και κατέληξε στο συμπέρασμα πώς η επιλογή της γεωθερμίας για την θέρμανση και τον δροσισμό ενός σπιτιού έχει ως αποτέλεσμα τη μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας σε kWh καθώς και εξοικονόμηση κόστους λειτουργίας (€). Το ίδιο παρατηρείται και στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τα Ζεστά Νερά Χρήσης. Με αυτό τον τρόπο έχουμε καθαρότερη μορφή ενέργειας με την ελάχιστη δυνατή επιβάρυνση στο περιβάλλον, κάτι το οποίο μπορεί να μηδενιστεί καθώς οι αντλίες θερμότητας συνδυάζονται άψογα με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως τα φωτοβολταϊκά ώστε να είναι ηλεκτρικά ανεξάρτητη και να λειτουργεί χωρίς κόστος. Επίσης αξίζει να σημειώσουμε πως η αντλίες έχουν χαμηλό κόστος (μηδαμινά έξοδα) συντήρησης σε σχέση με τους λέβητες πετρελαίου.

Το κόστος εγκατάστασης του συστήματος γεωθερμίας είναι σχεδόν τέσσερις φορές μεγαλύτερο από ενός συμβατικού συστήματος θέρμανσης και είναι ένα απο τα μειονεκτήματα του όμως το συνολικό κόστος για την λειτουργία του είναι σχεδόν το μισό και λιγότερο. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας καταναλώνουν ετησίως ηλεκτρική ενέργεια κόστους ίσο με το 40% - 50% του κόστους πετρελαίου για τον λέβητα. Με τις τιμές πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας που υπάρχουν σήμερα, σε μια κατοικία 200 m² όπως της μελέτης μας εξοικονομούνται ετησίως 2790 €. Μπορεί το μεγαλύτερο μειονέκτημα της Γεωθερμίας να είναι το αρχικό κόστος κατασκευής όμως όταν μιλάμε για νέες κατασκευές ή ριζική ανακαίνιση η απόσβεση του αρχικού κόστους εγκατάστασης γίνεται σε διάστημα σχεδόν 5 - 6 ετών όταν πρόκειται για σωστή αρχική μελέτη και εγκατάσταση.

Τέλος θα ήθελα να αναφέρω πως οι γεωθερμικές αντλίες τα φωτοβολταϊκά και τα ηλιακά για ΖΝΧ επιδοτούνται απο τα προγράμματα ενεργειακής αναβάθμισης (εξοικονόμηση κατ'οίκον του ΥΠΕΚΑ) σε ποσοστό 50%-80%.

Πίνακας Εικόνων & Σχημάτων

Σχήματα:

- 1.1 Ο θερμοπίδακας Strokkur στην Ισλανδία σε ηρεμία και κατά τη διάρκεια έκρηξης το 2006.
- 1.2 Η γεωθερμική πηγή του οικισμού Wairakei στην Νέα Ζηλανδία και ο ηφαιστειακός κρατήρας Krafla στην Ισλανδία.
- 1.3 Αρχή λειτουργίας συστήματος παραγωγής ηλεκτρισμού με χρήση γεωθερμικής ενέργειας.
- 1.4 Κατακόρυφος - οριζόντιος γεωεναλλάκτης κλειστού βρόχου και εγκατάσταση κυκλώματος σε λίμνη-σπειροειδής διάταξη.
- 1.5 Συστήματα οριζόντιων εναλλακτών: απλής μορφής σε σειρά(α), απλής μορφής παράλληλα(β), απλής μορφής ενός βρόχου(γ), σπειροειδής διάταξη-οριζόντια τοποθέτηση(δ), σπειροειδής διάταξη κατακόρυφη τοποθέτηση(ε), διάταξη κατακόρυφης τοποθέτησης(στ).
- 1.6 Τύποι κατακόρυφων γεωθερμικών εναλλακτών, ομόκεντρος και σχήματος U.
- 1.7 Τύποι κατακόρυφων γεωθερμικών εναλλακτών.
- 1.8 Αρχή λειτουργίας αντλίας θερμότητας νερού νερού-Ψυκτικός κύκλος.
- 1.9 Αρχή λειτουργίας αντλίας θερμότητας εδάφους νερού.
- 1.10 Σύστημα κλειστού κύκλου στη θέση θέρμανσης (α) και στη θέση ψύξης(β).

Σχήματα:

- 2.1 Κατηγορίες τεχνολογιών ηλιακής ενέργειας.
- 2.2 Σύστημα παραβολικών κοίλων κατόπτρων στην Αριζόνα (πηγή: Abengoa Solar / Wikimedia Commons).
- 2.3 Παραβολικός συγκεντρωτικός συλλέκτης.
- 2.4 Γραμμικοί συλλέκτες Fresnel (πηγή: Novatec Solar / Wikimedia Commons).
- 2.5 Ο ηλιακός πύργος PS10 στη Σεβίλλη (πηγή: afloresm/Flickr Commons).
- 2.6 A, B.: Τα βασικά τμήματα ενός επίπεδου συλλέκτη (πηγή: JIAXING PASSION NEW ENERGY TECHNOLOGY CO.
- 2.7 Συλλέκτης κενού.

- 2.8 Λεπτομέρεια από σωλήνα που χρησιμοποιείται στους συλλέκτες κενού.
 - 2.9 Εγκατάσταση συλλεκτών χωρίς κάλυμμα για θέρμανση πισίνας και λεπτομέρεια συλλέκτη χωρίς κάλυμμα.
 - 2.10 Πύργος ψύξης φυσικού ελκυσμού.
 - 2.11 Εναλλάκτης έμμεσης μετάδοσης (διπλού σωλήνα).
 - 2.12 Παράλληλη ροή σε εναλλάκτη διπλού σωλήνα.
 - 2.13 Εναλλάκτης αντιροής διπλού σωλήνα.
 - 2.14 Ρευστά χωρίς ανάμιξη λόγω των πτερυγίων τα οποία εμποδίζουν την κίνηση του ρευστού στις κάθετες μεταξύ τους διευθύνσεις ροής (α) και ανάμιξη ρευστού που ρέει εκτός σωλήνων (β).
 - 2.15 Εναλλάκτης δέσμης σωλήνων με ανακλαστικές.
 - 2.16 Ομοκεντρικός εναλλάκτης κυκλικής διατομής.
 - 2.17 Εναλλάκτης κελύφους-σωλήνων.
 - 2.18 Πλακοειδής εναλλάκτης.
 - 2.19 Σπειροειδής εναλλάκτης θερμότητας.
 - 2.20 Θερμοσιφωνικό σύστημα 1) ανοιχτού και 2) κλειστού κυκλώματος.
 - 2.21 Ένα τυπικό σύστημα ZNX βεβιασμένης κυκλοφορίας.
 - 2.22 Διάταξη συστήματος Combi.
 - 2.23 Τρόπος λειτουργίας συστήματος Combi-plus.
- Σχήματα:
- 3.1 Κάτοψη Ισογείου κτιρίου προς μελέτη
 - 3.2 Κάτοψη Α΄Ορόφου κτιρίου προς μελέτη
 - 3.3 Διαστάσεις και m² ηλιακών πάνελ
 - 3.4 Χειμερινή Λειτουργία ΓΑΘ
 - 3.5 Θερινή Λειτουργία ΓΑΘ
 - 3.6 Θερμικές αντιστάσεις συναλλαγής θερμότητας με το έδαφος
 - 3.7 Διάγραμμα απώλειας πίεσης σε bar ανά 100 μέτρα σωλήνωσης
 - 3.8 Χαρακτηριστική καμπύλη κυκλοφορητή. Πηγή: *Wilo*
 - 3.9 Κατακόρυφο Διάγραμμα Υδραυλικής σύνδεσης Επιπέδου1 & 2 απο το πρόγραμμα FINE της 4M, σύνδεση από την Αντλία της ΓΑΘ στα συστήματα Fan Coils
 - 3.10 Κάτοψη Ισογείου με τοποθετημένα τα συστήματα των Fan Coils στο πρόγραμμα FINE της 4M

- 3.11 Κάτοψη Α Ορόφου με τοποθετημένα τα συστήματα των Fan Coils στο πρόγραμμα FINE της 4Μ
- 3.12 Διαστάσεις και m² ηλιακών πάνελ
Εικόνες
 - 3.1 Οικία προς Μελέτη
 - 3.2 Ζάκυνθος Ιερός Ναός Αγίου Διονυσίου
 - 3.3 Πόλη Ζακύνθου, φωτογραφία από το Ενετικό Κάστρο του νησιού
 - 3.4 Fancoil τοίχου
 - 3.5 Fan Coil Οροφής

Βιβλιογραφία¹

1. Αϊλαμάκης Ε., *Εναλλάκτες θερμότητας*, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., Ηράκλειο, 2017
2. Αμανατίδης Ε., *Ήπιες μορφές ενέργειας, Ηλιακή ενέργεια*, Πολυτεχνική σχολή, Τμήμα χημικών μηχανικών, eclass.upatras
3. Βαβούρας Στ., *Ηλιακό σύστημα για την θέρμανση και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κτίριο κατοικίας*, Α.Π.Θ., Τμήμα μηχανολόγων μηχανικών, Οκτώβριος 2016
4. Κουτσούκος Π., *Ήπιες μορφές ενέργειας, γεωθερμία*, eclass.upatras, 2017-18
5. Πέτρος Χ Παπαϊωάννου, *Ά Έκδοση, 2012 Οδηγός Σχεδιασμού Εγκαταστάσεων*
6. Τσίτσος Ν. Γ., Μυτιληναίος Β., *Αντλία θερμότητας εδάφους-νερού & νερού-νερού, στοιχεία μελέτης*, Ελευσίνα 2008
7. Boulanger P. and Desmettre D. etc., *The three ways to exploit solar energy*, Technological Research Division CEA/Cadarache
8. Boyd T. L. and Lund J. W., *Geothermal heating of greenhouses and aquaculture facilities*, Geo-Heat Center, Oregon Institute of Technology Klamath Falls
9. Glassey W. E., *Geothermal Energy-Renewable Energy and Environment*, CRC Press, 2010
10. Newton Ch. C., *A concentrated solar thermal energy system*, FAMUFSU College of engineering, The Florida state University, 2007
11. Solar domestic hot water heating (SDHW)- Technology- ST Energy-ESTIF, Brussels, 2020
12. Wolfgang S., *Solar thermal technologies for domestic hot water preparation and space heating*, Institute for Structural Engineering and Material Sciences, Unit of Energy Efficient Buildings, University of Innsbruck, Innsbruck, Austria, 2016
13. https://el.wikipedia.org/wiki/Ανανεώσιμες_πηγές_ενέργειας
14. <http://www.allaboutenergy.gr/Piges23.html>
15. <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/geothermal.htm>
16. <http://www.ypeka.gr/rescampaing2008/downloads/mythoi-geothermia.pdf>

¹ Οι παραπάνω καταχωρήσεις αφορούν τα εξής:

1. Ελληνικό Βιβλίο, 2. Ξενόγλωσσο Βιβλίο, 3. Δημοσίευση σε περιοδικό, 4. Δημοσίευση σε πρακτικά συνεδρίου.

17. <https://sites.google.com/site/amesidemocratiaellenon/geothermike-energeia>
18. http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_geothermal.htm
19. <https://www.conserve-energy-future.com/geothermalenergyhistory.php>
20. <https://www.clean-energy-ideas.com/geothermal/geothermal-energy/history-of-geothermal-energy/>
21. <https://el.wikipedia.org/wiki/Γεωθερμία>
22. <https://energypress.gr/news/geothermia-stin-ellada-os-ananeosimi-pigi-energeias>
23. <https://interestingenergyfacts.blogspot.com/2008/03/geothermal-energy-use-and-working.html>
24. <https://en.wikipedia.org/wiki/Strokkur>
25. <https://en.wikipedia.org/wiki/Wairakei>
26. <https://en.wikipedia.org/wiki/Krafla>
27. <http://www.poseidonenergy.gr/products.htm>
28. http://ziogos.gr/?page_id=30
29. https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4776/1/02_chapter_03.pdf
30. <https://www.energy.gov/eere/geothermal/geothermal-heat-pumps>
31. <https://alphaclima.gr/store/wp-content/uploads/2019/03/arxi-leitourgeias-antlias.pdf>
32. https://en.wikipedia.org/wiki/Heat_exchanger
33. <http://kataskevesktirion.gr/o-omoaxonikos-geωenaλλάκτης>
34. http://www.gaiadrill.gr/el/CNT/shallow_geothermal_energy.aspx
35. http://www.ergon.com.gr/systimata_geothermias.php
36. <https://fenleynicol.wordpress.com/2012/03/16/types-of-geothermal-loops/>
37. https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4778/1/02_chapter_05.pdf
38. https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/4777/1/02_chapter_04.pdf
39. <http://www.hellenic-college.gr/works/energy-sources/geothermia.htm>
40. https://energyeducation.ca/encyclopedia/Solar_collector
41. https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_thermal_collector
42. <https://www.science.org.au/curious/technology-future/concentrating-solar-thermal>
43. <https://docplayer.gr/2558280-2-iliakoi-syllektes-typoi-kai-vasikes-di-otites.html>

45. http://ape.chania.teicrete.gr/gr/files/HPIESI_Pres_04_Solar_Collectors.pdf
46. https://www.eng.auth.gr/~chemtech/foititika/fd/heat_exchangers/ch05_enallaktes_A4.pdf
47. <https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/OCRS421>
48. [Παρουσιάσεις/Enothta5_Enallaktes.pdf](https://www.eng.auth.gr/~chemtech/foititika/fd/heat_exchangers/ch05_enallaktes_A4.pdf)
49. <https://www.britannica.com/technology/concentric-tube-heat-exchanger>
50. <https://www.researchgate.net>
51. [https://test.alfalaval.com/da/microsites/pakningsforsynede pladevarmevekslere](https://test.alfalaval.com/da/microsites/pakningsforsynede_pladevarmevekslere)
52. https://energyaneza.blogspot.com/2012/12/blog-post_5.html
53. <https://ilektroytomatismoi.blogspot.com/2014/11/fan-coil.html>
54. <https://eclass.teicrete.gr/modules/document/index.php?course=TM179&download=/53da0e87dchv/53da0f1eR2c8.pdf>
55. <https://eclass.hmu.gr/modules/document/index.php?course=TM179&download=/53da0e87dchv/53da0eb4BUcc.pdf>
56. <https://wilo.com/gr/el/>
57. <https://www.kas.com.gr/product>
58. https://www.xourisydravlika.gr/products_img/1494344981_0_Dimensions_AE_FR.jpg

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Υπολογισμός Θερμικών Απωλειών

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN 12831.

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Με βάση τον ΕΛΟΤ EN 12831, οι θερμικές απώλειες ενός χώρου συνίστανται από:

α) Απώλειες θερμοπερατότητας Φ_T , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοιχοί, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ.).

β) Απώλειες αερισμού χώρου Φ_T .

2.1.α) Οι θερμικές απώλειες θερμοπερατότητας για έναν θερμαινόμενο χώρο (i), $\Phi_{T,i}$ υπολογίζονται ως εξής:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e)$$

όπου:

$H_{T,ie}$: συντελεστής θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο (i) στο περιβάλλον (e) διαμέσου του κελύφους του κτιρίου, (W/K).

$H_{T,iue}$: συντελεστής θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο (i) στο περιβάλλον (e) διαμέσου ενός μη θερμαινόμενου χώρου (u), (W/K).

$H_{T,ig}$: συντελεστής θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο (i) στο έδαφος (g), (W/K).

$H_{T,ij}$: συντελεστής θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο (i) σε ένα γειτνιάζοντα θερμαινόμενο χώρο (j) με σημαντική θερμοκρασιακή διαφορά πχ. ένας γειτνιάζων θερμαινόμενος χώρος μέσα στο ίδιο κτίριο ή ένας θερμαινόμενος χώρος σε γειτνιάζον κτίριο, (W/K).

$\vartheta_{int,i}$: εσωτερική θερμοκρασία του θερμαινόμενου χώρου (i), (°C).

ϑ_e : εξωτερική θερμοκρασία, (°C).

2.1.β) Ο συντελεστής θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών από ένα θερμαινόμενο χώρο (i) στο περιβάλλον (e), εξαρτάται από όλα τα δομικά στοιχεία του κτιρίου και τις θερμικές γέφυρες που διαχωρίζουν το θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον, όπως είναι οι τοίχοι, τα δάπεδα, οι οροφές, οι πόρτες και τα παράθυρα. Ο συντελεστής $H_{T,ie}$ υπολογίζεται ως εξής:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U \cdot e_k + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot e_l$$

όπου:

A_k :Εμβαδόν του δομικού στοιχείου (k) σε (m²).

e_k, e_l :Συντελεστές διόρθωσης λόγω της έκθεσης στις κλιματικές επιδράσεις. Η προκαθορισμένη τιμή των συντελεστών αυτών είναι το 1.

U :Συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων υπολογιζόμενος σύμφωνα με EN ISO 6946, EN ISO 10077-1 και τις ενδείξεις που δίνονται στις ευρωπαϊκές τεχνικές εγκρίσεις, (W/m²K).

l_l :Μήκος της γραμμικής θερμικής γέφυρας (l) μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου σε (m).

Ψ_l :Γραμμική θερμική αγωγιμότητα μιας γραμμικής θερμικής γέφυρας (l) (W/mK).

2.1.γ) Αν υπάρχει ένας μη θερμαινόμενος χώρος (u) μεταξύ ενός θερμαινόμενου χώρου (i) και του περιβάλλοντος (e), ο συντελεστής θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών $H_{T,iue}$, από το θερμαινόμενο χώρο προς το περιβάλλον, υπολογίζεται ως εξής:

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot k \cdot b_u + \sum_l \Psi_l \cdot l_l \cdot b_u$$

όπου:

b_u : συντελεστής μείωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπ' όψιν τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του μη θερμαινόμενου χώρου και του περιβάλλοντος.

Αν η θερμοκρασία του μη θερμαινόμενου χώρου ϑ_u καθορίζεται ή υπολογίζεται, ο b_u δίνεται από τη σχέση:

$$b_u = \frac{\vartheta_{intj} - \vartheta_u}{\vartheta_{intj} - \vartheta_e}$$

2.1.δ) Η ροή θερμικών απωλειών διαμέσου δαπέδων ή τοίχων υπογείου, που έχουν άμεση ή έμμεση επαφή με το έδαφος, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Αυτοί περιλαμβάνουν το εμβαδόν και την εκτεθειμένη περίμετρο της πλάκας δαπέδου, το βάθος του δαπέδου του υπογείου σε σχέση με την επιφάνεια του εδάφους, και τις θερμικές ιδιότητες του εδάφους.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας θερμικών απωλειών $H_{T,ig}$, από ένα θερμαινόμενο χώρο (i) στο έδαφος (g) υπολογίζεται ως εξής:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_W$$

όπου:

f_{g1} : συντελεστής διόρθωσης που λαμβάνει υπ' όψιν την επίδραση από την ετήσια διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας. Ο συντελεστής έχει προκαθορισμένη τιμή 1.45.

f_{g2} : συντελεστής ελάττωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπ' όψιν τη διαφορά της μέσης ετήσιας εξωτερικής θερμοκρασίας και της εξωτερικής θερμοκρασίας σχεδιασμού. Δίνεται από τον τύπο:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,j} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,j} - \theta_e}$$

A_k : εμβαδόν του δομικού στοιχείου (k) που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος σε τετραγωνικά μέτρα (m²).

$U_{equiv,k}$: ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k) (σε Watt/m²K), που καθορίζεται από τον τύπο δαπέδου (Διαγράμματα ΕΛΟΤ) και τη χαρακτηριστική παράμετρο Β' (Β' = Εμβαδόν/0.5 * Περίμετρος).

G_w : συντελεστής διόρθωσης που λαμβάνει υπ' όψιν την επίδραση από το νερό του εδάφους. Λαμβάνει τις τιμές:

$G_w = 1.00$ αν η απόσταση μεταξύ της υποτιθέμενης στάθμης νερού και της πλάκας δαπέδου είναι μεγαλύτερη από 1 m.

$G_w = 1.15$ αν η απόσταση μεταξύ της υποτιθέμενης στάθμης νερού και της πλάκας δαπέδου είναι μικρότερη από 1 m.

2.1.ε) Ο συντελεστής θερμοπερατότητας $H_{T,ij}$ εκφράζει τη ροή θερμότητας λόγω μετάδοσης από ένα θερμαινόμενο χώρο (i) σε ένα γειτονικό θερμαινόμενο χώρο που θερμαίνεται σε μια σημαντικά διαφορετική θερμοκρασία. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας $H_{T,ij}$ υπολογίζεται ως εξής:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$$

όπου:

f_{ij} : συντελεστής ελάττωσης θερμοκρασίας που λαμβάνει υπ' όψιν την διαφορά θερμοκρασίας του γειτονικού χώρου και της εξωτερικής θερμοκρασίας και δίνεται από τον τύπο:

$$f_{ij} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{outside}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

A_k : εμβαδόν του δομικού στοιχείου (k), (m²).

$U_{equiv,k}$: ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου (k), (W/m²K).

2.2) Οι θερμικές απώλειες αερισμού $\Phi_{V,i}$ για ένα θερμαινόμενο χώρο (i) υπολογίζονται ως εξής:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$$

όπου:

$H_{V,i}$: συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού, (W/K).

$\theta_{int,i}$: εσωτερική θερμοκρασία του θερμαινόμενου χώρου (i), (°C).

θ_e : εξωτερική θερμοκρασία, (°C).

Ο συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού $H_{V,i}$ ενός θερμαινόμενου χώρου (i) υπολογίζεται ως εξής:

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot \dot{V}_i$$

όπου:

\dot{V}_i : παροχή αέρα του θερμαινόμενου χώρου (i), (m³/s).

Ο υπολογισμός της παροχής εξαρτάται από την ύπαρξη συστήματος αερισμού.

Χωρίς σύστημα αερισμού

Στην περίπτωση αυτή, η παροχή αέρα υπολογίζεται ως εξής:

$$\dot{V}_i = \max (\dot{V}_{inf,i} , \dot{V}_{min,i})$$

$\dot{V}_{inf,i}$: η παροχή αέρα μέσω των χαραμάδων και του κελύφους του κτιρίου.

$\dot{V}_{min,i}$: η ελάχιστη παροχή αέρα που απαιτείται για λόγους υγιεινής.

Η παροχή αέρα λόγω διείσδυσης από το κέλυφος του κτιρίου υπολογίζεται ως εξής:

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 V_i n_{50} e_i \epsilon_i$$

όπου,

n_{50} : ρυθμός εναλλαγών αέρα ανά ώρα (h⁻¹) που προκύπτει από μια διαφορά πίεσης 50 Pa μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού του κτιρίου που περιλαμβάνει τις επιδράσεις των στομιών προσαγωγής αέρα.

V_i : ο όγκος του θερμαινόμενου χώρου (i), (m³).

e_i : συντελεστής θωράκισης.

ϵ_i : συντελεστής διόρθωσης ύψους που λαμβάνει υπόψιν του την προσαύξηση λόγω ανεμόπτωσης και το ύψος του θερμαινόμενου χώρου από το έδαφος.

Η ελάχιστη παροχή που απαιτείται για λόγους υγιεινής υπολογίζεται ως εξής:

$$\dot{V}_{\min,i} = n_{\min} V_i$$

όπου:

n_{\min} : ελάχιστες εναλλαγές αέρα ανά ώρα, (h^{-1}).

ii) Με σύστημα αερισμού

Αν υπάρχει σύστημα αερισμού, ο τύπος που υπολογίζει την παροχή αέρα είναι ο εξής:

$$\dot{V}_i = \dot{V}_{\inf,i} + \dot{V}_{su,i} \cdot f_{V,i} + \dot{V}_{mech,\inf,i}$$

όπου:

$\dot{V}_{su,i}$: αέρας προσαγωγής, (m^3/h).

$f_{V,i}$: συντελεστής διόρθωσης θερμοκρασίας που υπολογίζεται από τον τύπο:

$$f_{V,i} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{su,i}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}$$

όπου $\theta_{su,i}$ η θερμοκρασία του εισερχόμενου αέρα.

$\dot{V}_{mech,\inf,i}$: πλεόνασμα εξερχόμενου αέρα (σε m^3/h) όπου:

$$\dot{V}_{mech,\inf,i} = \max(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0):$$

\dot{V}_{ex} = παροχή εξερχόμενου αέρα για ολόκληρο το κτίριο, (m^3/h).

\dot{V}_{su} = παροχή εισερχόμενου αέρα για ολόκληρο το κτίριο, (m^3/h).

2.3) Επαναθέρμανση

Τέλος, για τον υπολογισμό της επαναθέρμανσης χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$\Phi_{RH,i} = A_i f_{RH}$$

όπου:

A_i = το εμβαδόν του δαπέδου του θερμαινόμενου χώρου, (m^2).

f_{RH} = συντελεστής διόρθωσης, (W/m^2).

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

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

Είδος στοιχείου (πχ. **T**=τοίχος, **A**=Ανοιγμα, **O**=οροφή **Δ**=Δάπεδο)

Προσανατολισμός

Γειτνιάζων χώρος

Πάχος

Μήκος

Ύψος ή πλάτος

Επιφάνεια

Αριθμός όμοιων επιφανειών

Συνολική Επιφάνεια

Αφαιρούμενη Επιφάνεια

Επιφάνεια Υπολογισμού

Συντελεστής k

Ισοδύναμος Συντελεστής k

Θερμοκρασία γειτονικού χώρου

Συντελεστής $e_k/b_u/f_{ij}$

Καθαρές Θερμικές Απώλειες

β) στο κάτω μέρος του πίνακα συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις, οι απώλειες αερισμού και οι θερμικές γέφυρες εξωτερικών και εσωτερικών επιφανειών με πλήρη ανάλυση.

Στοιχεία Κτιρίου

Πόλη	Ζάκυνθος
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	2
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	EN 12831
Σύστημα Μονάδων	Kcal/h

Τυπικά Στοιχεία - Εξ. Τοίχοι

Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Kcal/m ² hc) Εξωτερικών Τοίχων
T1	Διπλός Δρομικός Μόνωση 4cm	0.55
T2	Διπλός Ορθοδρομικός Μόνωση 6cm	0.6
T3	Δρομικός/Ορθοδρομ. Μόνωση 4cm	0.58
T4	Δρομικός/Ορθοδρομ. Μόνωση 6cm	1.28
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.45
T6	Λιθοδομή 60cm	2.00
T7	Δοκός 20cm Μόνωση 5cm	0.56
T8	Δοκός 25cm Μόνωση 5cm	0.55
T9	Τοιχίο 20cm Μόνωση 5cm	0.57

Τυπικά Στοιχεία - Εσ. Τοίχοι

Εσ. Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. k (Kcal/m ² hc) Εσωτερικών Τοίχων
E1	Εσωτερική τοιχοποιία 10	1.5
E2	Εσωτερική τοιχοποιία 15	1.3
E3	Γυψοσανίδα	1.5

Τυπικά Στοιχεία - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Συντ. k (Kcal/m ² hc) Οροφών
O1	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδεμα	0.38
O2	Οροφή Σκυροδέματος 14cm Αμόν.	2.8
O3	Στέγη Μονωμένη-Κεραμίδια Γαλλ.	0.38

Τυπικά Στοιχεία - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k (Kcal/m ² hc) Δαπέδων
Δ1	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Μόνωση 5cm	0.52

Δ2	Δαπ.Μαρμ.σε Pilotis Μόν. 5cm	0.54
Δ3	Δαπ.Μαρμ.σε μη θερ.χώρο(M.5cm)	0.58
Δ4	Δαπ.Ξύλινο σε Εδαφος Μόν. 5cm	0.56
Δ5	Δαπ.Ξύλ. σε Pilotis Μόνωση 5cm	0.42
Δ6	Δαπ.Ξύλ. σε Pilotis Αμόνωτο	2.14

Τυπικά Στοιχεία - Ανοίγματα

Ανοίγματα	Περιγραφή	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συντ.κ (Kcal/m ² hc) Ανοιγμάτων	Συντ.α	Φύλλα
A1	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.46	2.20	4.5		2
A2	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.30	2.20	4.5		2
A3	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	0.66	0.60	4.5		1
A4	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	0.82	1.00	4.5		2
A5	Διπλό διακένου 12mm (ξύλινο πλαίσιο)	0.85	1.00	2.6		2
A6	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)	0.83	1.00	3.0		2
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.01	2.20	3.0		1
A8	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	1.20	1.00	4.5		2
A9	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό πλαίσιο)	1.20	2.20	5.2		2
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	1.25	2.20	2.4		2
A11		1.25	2.20			2
A12		1.36	1.00			2
A13		0.86	0.60			1
A14		1.20	0.60			1
A15		0.60	1.00			1

A16		2.35	2.20			2
A17		1.76	2.20			2
A18		1.02	2.20			1
A19		1.46	1.00			2
A20		0.81	2.20			1
A21		0.80	2.20			1
A22		1.02	2.20			1
A23		0.80	2.20			1
A24		0.80	2.20			1
A25		0.80	2.20			1
A26		0.74	2.20			1
A27		0.63	2.20			1
A28		0.63	2.20			1
A29		0.71	2.20			1

Υπολογισμοί Απωλειών Θερμοπερατότητας						
Θερμικές απώλειες απ' ευθείας στο περιβάλλον						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (Kcal/m ² hC)	ek	Ak·Uk·ek (KCal/hC)	
T9	Τοιχίο 20cm Μόνωση 5cm	5.25	0.57	1.000	2.99	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	1.60	0.45	1.000	0.72	
T9	Τοιχίο 20cm Μόνωση 5cm	4.75	0.57	1.000	2.71	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	1.50	0.45	1.000	0.68	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·ek W/K					26.96	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	ek	Ψk·lk·ek (KCal/hC)	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.46	1.000	0.69	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.46	1.000	0.69	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.20	1.000	0.62	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.20	1.000	0.62	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.20	1.000	0.57	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.20	1.000	0.57	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.00	1.000	0.58	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.00	1.000	0.58	
Συνολικές απώλειες θερμικών γεφυρών Σk Ψk·lk·ek W/K					4.91	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών απευθείας στο περιβάλλον Ht,ie = Σk Ak·Uk·ek + Σk Ψk·lk·ek						31.88
Θερμικές απώλειες προς μη θερμαινόμενους χώρους						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	bu	Ak·Uk·bu (KCal/hC)	
E3	Γυψοσανίδα	9.00	1.5	0.556	7.50	
E3	Γυψοσανίδα	7.38	1.5	0.556	6.15	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·bu W/K					13.65	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	bu	Ψk·lk·bu (KCal/hC)	
Συνολικό Θερμικών Γεφυρών Σk Ψk·lk·bu W/K					4.91	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων Ht,iue = Σk Ak·Uk·bu + Σk Ψk·lk·bu						13.65
Θερμικές απώλειες προς το έδαφος						
Υπολογισμός του B		Ag (m ²)	P (m)	B'=2·Ag/P (m)		
		9.62	6.80	2.83		
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Uk (KCal/m ² hC)	Uequiv,k (KCal/m ² hC)	Ak (m ²)	Ak·Uequiv,k (KCal/hC)	
Δ4	Δαπ. Ξύλινο σε Έδαφος Μόν. 5cm	0.56	0.322	9.62	3.10	
Σύνολο των ισοδύναμων δομικών στοιχείων Σk Ak·Uequiv,k W/K					3.10	
Διορθωτικοί παράγοντες		fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw	
		0	0.111	1.00	0.161	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών προς το έδαφος Ht,ig = (Σk Ak·Uequiv,k)·fg1·fg2·Gw						0.50
Θερμικές απώλειες προς θερμαινόμενους χώρους σε διαφορετική θερμοκρασία						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	fij	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	fij·Ak·Uk (KCal/hC)	
Συνολικός συντελ. θερμικών απωλειών προς γειτονικό χώρο, θερμαινόμενο σε άλλη θερμοκρασία Ht,ij = Σk fij·Ak·Uk						0.00
Συνολικός συντελεστής απωλειών θερμοπερατότητας Ht,i = Ht,ie + Ht,iue + Ht,ig + Ht,ij W/K						46.03
Θερμοκρασιακά δεδομένα						
Εξωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θe	°C	2	
Εσωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θint,i	°C	20	

Διαφορά θερμοκρασίας (σχεδιασμού)	$\theta_{int,i}-\theta_e$	°C	18		
Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας $\Phi_{t,i} = H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ W				828	
Προσαύξηση %			20		
Συνολικές Απώλειες Θερμοπερατότητας με προσαύξηση					994.0
Υπολογισμοί Απωλειών Αερισμού					
Όγκος δωματίου	V_i	m ³	28.86		
Εξωτερική θερμοκρασία	θ_e	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία	$\theta_{int,i}$	°C	20		
Ελάχιστες εναλλαγές αέρα υγιεινής	$n_{min,i}$	1/h	0.5		
Ελάχιστη παροχή αέρα υγιεινής	$V_{min,i}$	m ³ /h	14.43		
Αριθμός Εναλλαγών/Ω στα 50 Pa	n_{50}	1/h	4		
Συντελεστής θωράκισης	e		0.02		
Συντελεστής διόρθωσης ύψους	ϵ		1.00		
Παροχή αέρα Διείσδυσης	$V_{inf,i}$	m ³ /h	4.62		
Επιλεγμένη τιμή για υπολογισμούς	V_i	m ³ /h	14.43		
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού (σχεδιασμού)	$H_{v,i}$	KCal/hC	4.22		
Διαφορά θερμοκρασιών	$\theta_{int}-\theta_e$	°C	18		
Θερμικές απώλειες αερισμού (σχεδιασμού)	$\Phi_{v,i}$	KCal/h	75.93	75.93	
Υπολογισμοί Ικανότητας Ανάκτησης Θέρμανσης					
Συντελεστής επαναθέρμανσης	f_{RH}	KCal/m ² h	0		
Εμβαδόν δαπέδου	A_i	m ²	9.62		
Ικανότητα Ανάκτησης Θέρμανσης	$\Phi_{RH,i}$	KCal/h	0.00	0.00	
Συνολικές Απώλειες Σχεδιασμού					
Συνολικές θερμικές απώλειες		$\Phi_{HL,i}$	KCal/h		1070

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ Χώρος : 1
Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ Χώρος : 2
Ονομασία Χώρου WC 1

Υπολογισμοί Απωλειών Θερμοπερατότητας						
Θερμικές απώλειες απ' ευθείας στο περιβάλλον						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (Kcal/m ² hC)	ek	Ak-Uk-ek (KCal/hC)	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
T9	Τοιχίο 20cm Μόνωση 5cm	0.12	0.57	1.000	0.07	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.73	0.45	1.000	0.33	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.75	0.45	1.000	0.34	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak-Uk-ek W/K					14.00	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	ek	Ψk-lk-ek (KCal/hC)	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.66	1.000	0.31	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.66	1.000	0.31	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.45	1.000	0.28	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.45	1.000	0.28	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
Συνολικές απώλειες θερμικών γεφυρών Σk Ψk-lk-ek W/K					2.26	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών απευθείας στο περιβάλλον Ht,ie = Σk Ak-Uk-ek + Σk Ψk-lk-ek						16.26
Θερμικές απώλειες προς μη θερμαινόμενους χώρους						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	bu	Ak-Uk-bu (KCal/hC)	
E3	Γυψοσανίδα	2.13	1.5	0.556	1.78	
E3	Γυψοσανίδα	9.00	1.5	0.556	7.50	
E3	Γυψοσανίδα	9.00	1.5	0.556	7.50	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak-Uk-bu W/K					16.78	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	bu	Ψk-lk-bu (KCal/hC)	
Συνολικό Θερμικών Γεφυρών Σk Ψk-lk-bu W/K					2.26	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων Ht,iue = Σk Ak-Uk-bu + Σk Ψk-lk-bu						16.78
Θερμικές απώλειες προς το έδαφος						
Υπολογισμός του B		Ag (m ²)	P (m)	B'=2·Ag/P (m)		
		4.35	1.65	5.27		
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Uk (KCal/m ² hC)	Uequiv,k (KCal/m ² hC)	Ak (m ²)	Ak-Uequiv,k (KCal/hC)	
Δ4	Δαπ. Ξύλινο σε Έδαφος Μόν. 5cm	0.56	0.273	4.35	1.19	
Σύνολο των ισοδύναμων δομικών στοιχείων Σk Ak-Uequiv,k W/K					1.19	
Διορθωτικοί παράγοντες		fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw	
		0	0.111	1.00	0.161	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών προς το έδαφος Ht,ig = (Σk Ak-Uequiv,k)·fg1·fg2·Gw						0.19
Θερμικές απώλειες προς θερμαινόμενους χώρους σε διαφορετική θερμοκρασία						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	fij	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	fij·Ak·Uk (KCal/hC)	
Συνολικός συντελ. θερμικών απωλειών προς γειτονικό χώρο, θερμαινόμενο σε άλλη θερμοκρασία Ht,ij = Σk fij·Ak·Uk						0.00

Συνολικός συντελεστής απωλειών θερμοπερατότητας $H_{t,i} = H_{t,ie} + H_{t,iue} + H_{t,ig} + H_{t,ij}$ W/K				33.23		
Θερμοκρασιακά δεδομένα						
Εξωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)	θ_e	°C	2			
Εσωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)	$\theta_{int,i}$	°C	20			
Διαφορά θερμοκρασίας (σχεδιασμού)	$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	18			
Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας $\Phi_{t,i} = H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ W				598		
Προσαύξηση %			20			
Συνολικές Απώλειες Θερμοπερατότητας με προσαύξηση					717.6	
Υπολογισμοί Απωλειών Αερισμού						
Όγκος δωματίου	V_i	m ³	13.05			
Εξωτερική θερμοκρασία	θ_e	°C	2			
Εσωτερική θερμοκρασία	$\theta_{int,i}$	°C	20			
Ελάχιστες εναλλαγές αέρα υγιεινής	$n_{min,i}$	1/h	0.5			
Ελάχιστη παροχή αέρα υγιεινής	$V_{min,i}$	m ³ /h	6.53			
Αριθμός Εναλλαγών/Ω στα 50 Pa	n_{50}	1/h	4			
Συντελεστής θωράκισης	e		0.02			
Συντελεστής διόρθωσης ύψους	ϵ		1.00			
Παροχή αέρα Διείδυσης	$V_{inf,i}$	m ³ /h	2.09			
Επιλεγμένη τιμή για υπολογισμούς	V_i	m ³ /h	6.53			
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού (σχεδιασμού)	$H_{v,i}$	KCal/hC	1.91			
Διαφορά θερμοκρασιών	$\theta_{int} - \theta_e$	°C	18			
Θερμικές απώλειες αερισμού (σχεδιασμού)	$\Phi_{v,i}$	KCal/h	34.34	34.34		
Υπολογισμοί Ικανότητας Ανάκτησης Θέρμανσης						
Συντελεστής επαναθέρμανσης	fRH	KCal/m ² h	0			
Εμβαδόν δαπέδου	A_i	m ²	4.35			
Ικανότητα Ανάκτησης Θέρμανσης	$\Phi_{RH,i}$	KCal/h	0.00	0.00		
Συνολικές Απώλειες Σχεδιασμού						
Συνολικές θερμικές απώλειες				$\Phi_{HL,i}$	KCal/h	751.9

Υπολογισμοί Απωλειών Θερμοπερατότητας						
Θερμικές απώλειες απ' ευθείας στο περιβάλλον						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (Kcal/m ² hC)	ek	Ak·Uk·ek (KCal/hC)	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	4.42	0.57	1.000	2.52	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	1.45	0.45	1.000	0.65	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.08	0.45	1.000	0.04	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·ek W/K					16.47	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	ek	Ψk·lk·ek (KCal/hC)	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.82	1.000	0.39	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.82	1.000	0.39	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.90	1.000	0.56	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.90	1.000	0.56	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
Συνολικές απώλειες Θερμικών γεφυρών Σk Ψk·lk·ek W/K					2.97	
Συνολικός συντελεστής Θερμικών απωλειών απευθείας στο περιβάλλον Ht,ie = Σk Ak·Uk·ek + Σk Ψk·lk·ek					19.44	
Θερμικές απώλειες προς μη θερμαινόμενους χώρους						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	bu	Ak·Uk·bu (KCal/hC)	
E3	Γυψοσανίδα	6.48	1.5	0.556	5.40	
E3	Γυψοσανίδα	9.00	1.5	0.556	7.50	
E3	Γυψοσανίδα	9.00	1.5	0.556	7.50	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·bu W/K					20.40	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	bu	Ψk·lk·bu (KCal/hC)	
Συνολικό Θερμικών Γεφυρών Σk Ψk·lk·bu W/K					2.97	
Συνολικός συντελεστής Θερμικών απωλειών διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων Ht,iue = Σk Ak·Uk·bu + Σk Ψk·lk·bu					20.40	
Θερμικές απώλειες προς το έδαφος						
Υπολογισμός του B		Ag (m ²)	P (m)	B'=2·Ag/P (m)		
		8.64	3.10	5.57		
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Uk (KCal/m ² hC)	Uequiv,k (KCal/m ² hC)	Ak (m ²)	Ak·Uequiv,k (KCal/hC)	
Δ4	Δαπ. Ξύλινο σε Έδαφος Μόν. 5cm	0.56	0.268	8.64	2.32	
Σύνολο των ισοδύναμων δομικών στοιχείων Σk Ak·Uequiv,k W/K					2.32	
Διορθωτικοί παράγοντες		fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw	
		0	0.111	1.00	0.161	
Συνολικός συντελεστής Θερμικών απωλειών προς το έδαφος Ht,ig = (Σk Ak·Uequiv,k)·fg1·fg2·Gw					0.37	
Θερμικές απώλειες προς θερμαινόμενους χώρους σε διαφορετική θερμοκρασία						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	fij	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	fij·Ak·Uk (KCal/hC)	
Συνολικός συντελ. Θερμικών απωλειών προς γειτονικό χώρο, θερμαινόμενο σε άλλη θερμοκρασία Ht,ij = Σk fij·Ak·Uk					0.00	
Συνολικός συντελεστής απωλειών θερμοπερατότητας Ht,i = Ht,ie + Ht,iue + Ht,ig + Ht,ij W/K					40.21	
Θερμοκρασιακά δεδομένα						
Εξωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θe	°C	2	
Εσωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θint,i	°C	20	
Διαφορά θερμοκρασίας (σχεδιασμού)			θint,i-θe	°C	18	
Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας Φt,i = Ht,i·(θint,i - θe) W					724	
Προσαύξηση %					20	
Συνολικές Απώλειες Θερμοπερατότητας με προσαύξηση					868.7	

Υπολογισμοί Απωλειών Αερισμού				
Όγκος δωματίου	V_i	m ³	25.92	
Εξωτερική θερμοκρασία	θ_e	°C	2	
Εσωτερική θερμοκρασία	$\theta_{int,i}$	°C	20	
Ελάχιστες εναλλαγές αέρα υγιεινής	$n_{min,i}$	1/h	0.5	
Ελάχιστη παροχή αέρα υγιεινής	$V_{min,i}$	m ³ /h	12.96	
Αριθμός Εναλλαγών/Ω στα 50 Pa	n_{50}	1/h	4	
Συντελεστής Θωράκισης	e		0.02	
Συντελεστής διόρθωσης ύψους	ϵ		1.00	
Παροχή αέρα Διείδυσης	$V_{inf,i}$	m ³ /h	4.15	
Επιλεγμένη τιμή για υπολογισμούς	V_i	m ³ /h	12.96	
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού (σχεδιασμού)	$H_{v,i}$	KCal/hC	3.79	
Διαφορά θερμοκρασιών	$\theta_{int}-\theta_e$	°C	18	
Θερμικές απώλειες αερισμού (σχεδιασμού)	$\Phi_{v,i}$	KCal/h	68.20	68.20
Υπολογισμοί Ικανότητας Ανάκτησης Θέρμανσης				
Συντελεστής επαναθέρμανσης	f_{RH}	KCal/m ² h	0	
Εμβαδόν δαπέδου	A_i	m ²	8.64	
Ικανότητα Ανάκτησης Θέρμανσης	$\Phi_{RH,i}$	KCal/h	0.00	0.00
Συνολικές Απώλειες Σχεδιασμού				
Συνολικές θερμικές απώλειες	$\Phi_{HL,i}$	KCal/h		936.9

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ Χώρος : 3
Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ Χώρος : 4
 Ονομασία Χώρου WC 2

Υπολογισμοί Απωλειών Θερμοπερατότητας						
Θερμικές απώλειες απ' ευθείας στο περιβάλλον						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (Kcal/m ² hC)	ek	Ak·Uk·ek (KCal/hC)	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	3.58	0.57	1.000	2.04	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	1.27	0.45	1.000	0.57	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.05	0.45	1.000	0.02	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·ek W/K					9.23	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	ek	Ψk·lk·ek (KCal/hC)	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.66	1.000	0.31	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.66	1.000	0.31	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.55	1.000	0.49	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.55	1.000	0.49	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
Συνολικές απώλειες θερμικών γεφυρών Σk Ψk·lk·ek W/K					2.69	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών απευθείας στο περιβάλλον Ht,ie = Σk Ak·Uk·ek + Σk Ψk·lk·ek						11.92
Θερμικές απώλειες προς μη θερμαινόμενους χώρους						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	bu	Ak·Uk·bu (KCal/hC)	
E3	Γυψοσανίδα	4.20	1.5	0.556	3.50	
E3	Γυψοσανίδα	4.20	1.5	0.556	3.50	
E3	Γυψοσανίδα	7.65	1.5	0.556	6.38	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·bu W/K					13.38	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	bu	Ψk·lk·bu (KCal/hC)	
Συνολικό Θερμικών Γεφυρών Σk Ψk·lk·bu W/K					2.69	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων Ht,iue = Σk Ak·Uk·bu + Σk Ψk·lk·bu						13.38
Θερμικές απώλειες προς το έδαφος						
Υπολογισμός του B		Ag (m ²)	P (m)	B'=2·Ag/P (m)		
		3.54	2.75	2.57		
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Uk (KCal/m ² hC)	Uequiv,k (KCal/m ² hC)	Ak (m ²)	Ak·Uequiv,k (KCal/hC)	
Δ4	Δαπ. Ξύλινο σε Έδαφος Μόν. 5cm	0.56	0.328	3.54	1.16	
Σύνολο των ισοδύναμων δομικών στοιχείων Σk Ak·Uequiv,k W/K					1.16	
Διορθωτικοί παράγοντες		fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw	
		0	0.111	1.00	0.161	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών προς το έδαφος Ht,ig = (Σk Ak·Uequiv,k)·fg1·fg2·Gw						0.19
Θερμικές απώλειες προς θερμαινόμενους χώρους σε διαφορετική θερμοκρασία						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	fij	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	fij·Ak·Uk (KCal/hC)	
Συνολικός συντελ. θερμικών απωλειών προς γειτονικό χώρο, θερμαινόμενο σε άλλη θερμοκρασία Ht,ij = Σk fij·Ak·Uk						0.00
Συνολικός συντελεστής απωλειών θερμοπερατότητας Ht,i = Ht,ie + Ht,iue + Ht,ig + Ht,ij W/K						25.49
Θερμοκρασιακά δεδομένα						

Εξωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)	θ_e	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)	$\theta_{int,i}$	°C	20		
Διαφορά θερμοκρασίας (σχεδιασμού)	$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	18		
Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας $\Phi_{t,i} = H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ W				459	
Προσαύξηση %			20		
Συνολικές Απώλειες Θερμοπερατότητας με προσαύξηση					550.5
Υπολογισμοί Απωλειών Αερισμού					
Όγκος δωματίου	V_i	m ³	10.62		
Εξωτερική θερμοκρασία	θ_e	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία	$\theta_{int,i}$	°C	20		
Ελάχιστες εναλλαγές αέρα υγιεινής	$n_{min,i}$	1/h	0.5		
Ελάχιστη παροχή αέρα υγιεινής	$V_{min,i}$	m ³ /h	5.31		
Αριθμός Εναλλαγών/Ω στα 50 Pa	n_{50}	1/h	4		
Συντελεστής Θωράκισης	e		0.02		
Συντελεστής διόρθωσης ύψους	ϵ		1.00		
Παροχή αέρα Διείδυσης	$V_{inf,i}$	m ³ /h	1.70		
Επιλεγμένη τιμή για υπολογισμούς	V_i	m ³ /h	5.31		
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού (σχεδιασμού)	$H_{v,i}$	KCal/hC	1.55		
Διαφορά θερμοκρασιών	$\theta_{int} - \theta_e$	°C	18		
Θερμικές απώλειες αερισμού (σχεδιασμού)	$\Phi_{v,i}$	KCal/h	27.94	27.94	
Υπολογισμοί Ικανότητας Ανάκτησης Θέρμανσης					
Συντελεστής επαναθέρμανσης	f_{RH}	KCal/m ² h	0		
Εμβαδόν δαπέδου	A_i	m ²	3.54		
Ικανότητα Ανάκτησης Θέρμανσης	$\Phi_{RH,i}$	KCal/h	0.00	0.00	
Συνολικές Απώλειες Σχεδιασμού					
Συνολικές θερμικές απώλειες		$\Phi_{HL,i}$	KCal/h		578.4

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ Χώρος : 5
 Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3

Υπολογισμοί Απωλειών Θερμοπερατότητας						
Θερμικές απώλειες απ' ευθείας στο περιβάλλον						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (Kcal/m ² hC)	ek	Ak·Uk·ek (KCal/hC)	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	3.75	0.57	1.000	2.14	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.75	0.45	1.000	0.34	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	4.82	0.57	1.000	2.75	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	1.60	0.45	1.000	0.72	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.43	0.45	1.000	0.19	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·ek W/K					19.40	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	ek	Ψk·lk·ek (KCal/hC)	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.50	1.000	0.29	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.50	1.000	0.29	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.82	1.000	0.39	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.82	1.000	0.39	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.20	1.000	0.62	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.20	1.000	0.62	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
Συνολικές απώλειες θερμικών γεφυρών Σk Ψk·lk·ek W/K					3.67	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών απευθείας στο περιβάλλον Ht,ie = Σk Ak·Uk·ek + Σk Ψk·lk·ek						23.07
Θερμικές απώλειες προς μη θερμαινόμενους χώρους						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	bu	Ak·Uk·bu (KCal/hC)	
E3	Γυψοσανίδα	9.30	1.5	0.556	7.75	
E3	Γυψοσανίδα	0.78	1.5	0.556	0.65	
E3	Γυψοσανίδα	5.10	1.5	0.556	4.25	
E3	Γυψοσανίδα	7.95	1.5	0.556	6.63	
E3	Γυψοσανίδα	4.50	1.5	0.556	3.75	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·bu W/K					23.03	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	bu	Ψk·lk·bu (KCal/hC)	
Συνολικό Θερμικών Γεφυρών Σk Ψk·lk·bu W/K					3.67	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων Ht,iue = Σk Ak·Uk·bu + Σk Ψk·lk·bu						23.03
Θερμικές απώλειες προς το έδαφος						
Υπολογισμός του B		Ag (m ²)	P (m)	B'=2·Ag/P (m)		
		9.36	5.35	3.50		
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Uk (KCal/m ² hC)	Uequiv,k (KCal/m ² hC)	Ak (m ²)	Ak·Uequiv,k (KCal/hC)	
Δ4	Δαπ. Ξύλινο σε Έδαφος Μόν. 5cm	0.56	0.308	9.36	2.88	

Σύνολο των ισοδύναμων δομικών στοιχείων $\sum k Ak \cdot U_{eqiv,k}$ W/K				2.88		
Διορθωτικοί παράγοντες	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw		
	0	0.111	1.00	0.161		
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών προς το έδαφος $H_{t,ig} = (\sum k Ak \cdot U_{eqiv,k}) \cdot fg1 \cdot fg2 \cdot Gw$					0.46	
Θερμικές απώλειες προς θερμαινόμενους χώρους σε διαφορετική θερμοκρασία						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	fij	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	fij·Ak·Uk (KCal/hC)	
Συνολικός συντελ. θερμικών απωλειών προς γειτονικό χώρο, θερμαινόμενο σε άλλη θερμοκρασία $H_{t,ij} = \sum k fij \cdot Ak \cdot Uk$					0.00	
Συνολικός συντελεστής απωλειών θερμοπερατότητας $H_{t,i} = H_{t,ie} + H_{t,iue} + H_{t,ig} + H_{t,ij}$ W/K					46.56	
Θερμοκρασιακά δεδομένα						
Εξωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θe	°C	2	
Εσωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θint,i	°C	20	
Διαφορά θερμοκρασίας (σχεδιασμού)			θint,i-θe	°C	18	
Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας $\Phi_{t,i} = H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ W					838	
Προσαύξηση %					20	
Συνολικές Απώλειες θερμοπερατότητας με προσαύξηση						1006
Υπολογισμοί Απωλειών Αερισμού						
Όγκος δωματίου			Vi	m ³	28.08	
Εξωτερική θερμοκρασία			θe	°C	2	
Εσωτερική θερμοκρασία			θint,i	°C	20	
Ελάχιστες εναλλαγές αέρα υγιεινής			nmin,i	1/h	0.5	
Ελάχιστη παροχή αέρα υγιεινής			Vmin,i	m ³ /h	14.04	
Αριθμός Εναλλαγών/Ω στα 50 Pa			n50	1/h	4	
Συντελεστής θωράκισης			e		0.02	
Συντελεστής διόρθωσης ύψους			ε		1.00	
Παροχή αέρα Διείδυσης			Vinf,i	m ³ /h	4.49	
Επιλεγμένη τιμή για υπολογισμούς			Vi	m ³ /h	14.04	
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού (σχεδιασμού)			Hv,i	KCal/hC	4.10	
Διαφορά θερμοκρασιών			θint-θe	°C	18	
Θερμικές απώλειες αερισμού (σχεδιασμού)			Φv,i	KCal/h	73.88	73.88
Υπολογισμοί Ικανότητας Ανάκτησης Θέρμανσης						
Συντελεστής επαναθέρμανσης			fRH	KCal/m ² h	0	
Εμβαδόν δαπέδου			Ai	m ²	9.36	
Ικανότητα Ανάκτησης Θέρμανσης			ΦRH,i	KCal/h	0.00	0.00
Συνολικές Απώλειες Σχεδιασμού						
Συνολικές θερμικές απώλειες			ΦHL,i	KCal/h		1080

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ Χώρος : 6
 Ονομασία Χώρου ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

Υπολογισμοί Απωλειών Θερμοπερατότητας						
Θερμικές απώλειες απ' ευθείας στο περιβάλλον						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (Kcal/m ² hC)	ek	Ak·Uk·ek (KCal/hC)	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	9.25	0.57	1.000	5.27	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	3.10	0.45	1.000	1.39	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.75	0.45	1.000	0.34	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	9.42	0.57	1.000	5.37	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	1.98	0.45	1.000	0.89	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.45	0.45	1.000	0.20	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·ek W/K					33.32	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	ek	Ψk·lk·ek (KCal/hC)	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.82	1.000	0.39	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.82	1.000	0.39	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.30	1.000	0.62	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.30	1.000	0.62	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.20	1.000	1.20	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	6.20	1.000	1.20	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.95	1.000	0.76	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.95	1.000	0.76	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
Συνολικές απώλειες θερμικών γεφυρών Σk Ψk·lk·ek W/K					8.08	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών απευθείας στο περιβάλλον Ht,ie = Σk Ak·Uk·ek + Σk Ψk·lk·ek						41.40
Θερμικές απώλειες προς μη θερμαινόμενους χώρους						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	bu	Ak·Uk·bu (KCal/hC)	
E3	Γυψοσανίδα	11.85	1.5	0.556	9.88	
E3	Γυψοσανίδα	16.38	1.5	0.556	13.65	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·bu W/K					23.53	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	bu	Ψk·lk·bu (KCal/hC)	
Συνολικό Θερμικών Γεφυρών Σk Ψk·lk·bu W/K					8.08	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων Ht,iue = Σk Ak·Uk·bu + Σk Ψk·lk·bu						23.53

Θερμικές απώλειες προς το έδαφος							
Υπολογισμός του B		Ag (m ²)	P (m)	B'=2·Ag/P (m)			
		24.44	10.85	4.51			
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Uk (KCal/m ² hC)	Uequiv,k (KCal/m ² hC)	Ak (m ²)	Ak·Uequiv,k (KCal/hC)		
Δ4	Δαπ. Ξύλινο σε Έδαφος Μόν. 5cm	0.56	0.287	24.44	7.01		
Σύνολο των ισοδύναμων δομικών στοιχείων Σk Ak·Uequiv,k W/K					7.01		
Διορθωτικοί παράγοντες		fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw		
		0	0.111	1.00	0.161		
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών προς το έδαφος Ht,ig = (Σk Ak·Uequiv,k)·fg1·fg2·Gw					1.13		
Θερμικές απώλειες προς θερμαινόμενους χώρους σε διαφορετική θερμοκρασία							
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Fij	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	fij·Ak·Uk (KCal/hC)		
Συνολικός συντελ. Θερμικών απωλειών προς γειτονικό χώρο, θερμαινόμενο σε άλλη θερμοκρασία Ht,ij = Σk fij·Ak·Uk					0.00		
Συνολικός συντελεστής απωλειών θερμοπερατότητας Ht,i = Ht,ie + Ht,iue + Ht,ig + Ht,ij W/K					66.06		
Θερμοκρασιακά δεδομένα							
Εξωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θe	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θint,i	°C	20		
Διαφορά θερμοκρασίας (σχεδιασμού)			θint,i-θe	°C	18		
Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας Φt,i = Ht,i·(θint,i - θe) W					1189		
Προσαύξηση %					20		
Συνολικές Απώλειες Θερμοπερατότητας με προσαύξηση						1427	
Υπολογισμοί Απωλειών Αερισμού							
Όγκος δωματίου			Vi	m ³	73.32		
Εξωτερική θερμοκρασία			θe	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία			θint,i	°C	20		
Ελάχιστες εναλλαγές αέρα υγιεινής			nmin,i	1/h	0.5		
Ελάχιστη παροχή αέρα υγιεινής			Vmin,i	m ³ /h	36.66		
Αριθμός Εναλλαγών/Ω στα 50 Pa			n50	1/h	4		
Συντελεστής Θωράκισης			e		0.02		
Συντελεστής διόρθωσης ύψους			ε		1.00		
Παροχή αέρα Διείδυσης			Vinf,i	m ³ /h	11.73		
Επιλεγμένη τιμή για υπολογισμούς			Vi	m ³ /h	36.66		
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού (σχεδιασμού)			Hv,i	KCal/hC	10.72		
Διαφορά θερμοκρασιών			θint-θe	°C	18		
Θερμικές απώλειες αερισμού (σχεδιασμού)			Φv,i	KCal/h	192.9	192.9	
Υπολογισμοί Ικανότητας Ανάκτησης Θέρμανσης							
Συντελεστής επαναθέρμανσης			fRH	KCal/m ² h	0		
Εμβαδόν δαπέδου			Ai	m ²	24.44		
Ικανότητα Ανάκτησης Θέρμανσης			ΦRH,i	KCal/h	0.00	0.00	
Συνολικές Απώλειες Σχεδιασμού							
Συνολικές θερμικές απώλειες			ΦHL,i	KCal/h		1620	

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ Χώρος : 7
 Ονομασία Χώρου ΚΟΥΖΙΝΑ

Υπολογισμοί Απωλειών Θερμοπερατότητας						
Θερμικές απώλειες απ' ευθείας στο περιβάλλον						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (Kcal/m ² hC)	ek	Ak·Uk·ek (KCal/hC)	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	5.73	0.57	1.000	3.27	
A1	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	3.21	4.5	1.000	14.44	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	2.53	0.45	1.000	1.14	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.93	0.45	1.000	0.42	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	2.87	0.57	1.000	1.64	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	2.38	0.45	1.000	1.07	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.75	0.45	1.000	0.34	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·ek W/K					82.02	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	ek	Ψk·lk·ek (KCal/hC)	
A1-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.83	1.000	0.39	
A1-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.83	1.000	0.39	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.01	1.000	0.48	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.05	1.000	0.98	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.05	1.000	0.98	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.30	1.000	0.62	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.30	1.000	0.62	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.82	1.000	0.39	

A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.82	1.000	0.39		
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.85	1.000	0.40		
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.85	1.000	0.40		
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.75	1.000	0.92		
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.75	1.000	0.92		
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54		
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54		
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54		
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54		
Συνολικές απώλειες θερμικών γεφυρών $\sum \Psi_k \cdot l_k \cdot e_k$ W/K					10.01		
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών απευθείας στο περιβάλλον $H_{t,ie} = \sum A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum \Psi_k \cdot l_k \cdot e_k$						92.03	
Θερμικές απώλειες προς μη θερμαινόμενους χώρους							
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	A_k (m ²)	U_k (KCal/m ² hC)	bu	$A_k \cdot U_k \cdot bu$ (KCal/hC)		
E3	Γυψοσανίδα	12.15	1.5	0.556	10.13		
E3	Γυψοσανίδα	6.78	1.5	0.556	5.65		
E3	Γυψοσανίδα	0.78	1.5	0.556	0.65		
E3	Γυψοσανίδα	6.48	1.5	0.556	5.40		
E3	Γυψοσανίδα	10.11	1.5	0.556	8.43		
Συνολικό Δομικών Στοιχείων $\sum A_k \cdot U_k \cdot bu$ W/K					30.26		
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψ_k (KCal/mhC)	lk (m)	bu	$\Psi_k \cdot l_k \cdot bu$ (KCal/hC)		
Συνολικό Θερμικών Γεφυρών $\sum \Psi_k \cdot l_k \cdot bu$ W/K					10.01		
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων $H_{t,iue} = \sum A_k \cdot U_k \cdot bu + \sum \Psi_k \cdot l_k \cdot bu$						30.26	
Θερμικές απώλειες προς το έδαφος							
Υπολογισμός του B		A_g (m ²)	P (m)	$B' = 2 \cdot A_g / P$ (m)			
		27.11	10.45	5.19			
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	U_k (KCal/m ² hC)	$U_{equiv,k}$ (KCal/m ² hC)	A_k (m ²)	$A_k \cdot U_{equiv,k}$ (KCal/hC)		
Δ4	Δαπ. Ξύλινο σε Εδαφος Μόν. 5cm	0.56	0.275	27.11	7.46		
Σύνολο των ισοδύναμων δομικών στοιχείων $\sum A_k \cdot U_{equiv,k}$ W/K					7.46		
Διορθωτικοί παράγοντες		fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw		
		0	0.111	1.00	0.161		
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών προς το έδαφος $H_{t,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot fg1 \cdot fg2 \cdot Gw$						1.20	
Θερμικές απώλειες προς θερμαινόμενους χώρους σε διαφορετική θερμοκρασία							
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Fij	A_k (m ²)	U_k (KCal/m ² hC)	$f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$ (KCal/hC)		
Συνολικός συντελ. θερμικών απωλειών προς γειτονικό χώρο, θερμαινόμενο σε άλλη θερμοκρασία $H_{t,ij} = \sum f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$						0.00	
Συνολικός συντελεστής απωλειών θερμοπερατότητας $H_{t,i} = H_{t,ie} + H_{t,iue} + H_{t,ig} + H_{t,ij}$ W/K						123.5	
Θερμοκρασιακά δεδομένα							
Εξωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θ_e	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			$\theta_{int,i}$	°C	20		
Διαφορά θερμοκρασίας (σχεδιασμού)			$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	18		
Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας $\Phi_{t,i} = H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ W						2223	
Προσαύξηση %					20		
Συνολικές Απώλειες Θερμοπερατότητας με προσαύξηση							2667
Υπολογισμοί Απωλειών Αερισμού							
Όγκος δωματίου				V_i	m ³	81.33	
Εξωτερική θερμοκρασία				θ_e	°C	2	
Εσωτερική θερμοκρασία				$\theta_{int,i}$	°C	20	
Ελάχιστες εναλλαγές αέρα υγιεινής				$n_{min,i}$	1/h	0.5	
Ελάχιστη παροχή αέρα υγιεινής				$V_{min,i}$	m ³ /h	40.66	

Αριθμός Εναλλαγών/Ω στα 50 Pa	n50	1/h	4	
Συντελεστής θωράκισης	e		0.02	
Συντελεστής διόρθωσης ύψους	ε		1.00	
Παροχή αέρα Διείδυσης	Vinf,i	m3/h	13.01	
Επιλεγμένη τιμή για υπολογισμούς	Vi	m3/h	40.66	
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού (σχεδιασμού)	Hv,i	KCal/hC	11.89	
Διαφορά θερμοκρασιών	θint-θε	°C	18	
Θερμικές απώλειες αερισμού (σχεδιασμού)	Φv,i	KCal/h	214.0	214.0
Υπολογισμοί Ικανότητας Ανάκτησης Θέρμανσης				
Συντελεστής επαναθέρμανσης	fRH	KCal/m²h	0	
Εμβαδόν δαπέδου	Ai	m²	27.11	
Ικανότητα Ανάκτησης Θέρμανσης	ΦRH,i	KCal/h	0.00	0.00
Συνολικές Απώλειες Σχεδιασμού				
Συνολικές θερμικές απώλειες	ΦHL,i	KCal/h		2881

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 1
 Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1

Υπολογισμοί Απωλειών Θερμοπερατότητας						
Θερμικές απώλειες απ' ευθείας στο περιβάλλον						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (Kcal/m ² hC)	ek	Ak·Uk·ek (KCal/hC)	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	7.12	0.57	1.000	4.06	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	1.98	0.45	1.000	0.89	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	5.04	0.57	1.000	2.87	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	1.58	0.45	1.000	0.71	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.08	0.45	1.000	0.04	
O4		12.55		1.000	0.00	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·ek W/K					21.77	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	ek	Ψk·lk·ek (KCal/hC)	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.36	1.000	0.64	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.36	1.000	0.64	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.95	1.000	0.76	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.95	1.000	0.76	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.20	1.000	0.57	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.20	1.000	0.57	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.15	1.000	0.61	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.15	1.000	0.61	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54	
Συνολικές απώλειες θερμικών γεφυρών Σk Ψk·lk·ek W/K					6.24	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών απευθείας στο περιβάλλον Ht,ie = Σk Ak·Uk·ek + Σk Ψk·lk·ek						28.01
Θερμικές απώλειες προς μη θερμαινόμενους χώρους						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	bu	Ak·Uk·bu (KCal/hC)	
E3	Γυψοσανίδα	11.85	1.5	0.556	9.88	
E3	Γυψοσανίδα	9.60	1.5	0.556	8.00	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·bu W/K					17.88	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	bu	Ψk·lk·bu (KCal/hC)	
Συνολικό Θερμικών Γεφυρών Σk Ψk·lk·bu W/K					6.24	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων Ht,iue = Σk Ak·Uk·bu + Σk Ψk·lk·bu						17.88
Θερμικές απώλειες προς το έδαφος						
Υπολογισμός του B		Ag (m ²)	P (m)	B'=2·Ag/P (m)		
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Uk (KCal/m ² hC)	Uequiv,k (KCal/m ² hC)	Ak (m ²)	Ak·Uequiv,k (KCal/hC)	
Σύνολο των ισοδύναμων δομικών στοιχείων Σk Ak·Uequiv,k W/K					0.00	

Διορθωτικοί παράγοντες	fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw		
	0					
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών προς το έδαφος $H_{t,ig} = (\sum k A_k \cdot U_{eq,iv,k}) \cdot fg1 \cdot fg2 \cdot Gw$					0.00	
Θερμικές απώλειες προς θερμαινόμενους χώρους σε διαφορετική θερμοκρασία						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	fij	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	fij·Ak·Uk (KCal/hC)	
Συνολικός συντελ. Θερμικών απωλειών προς γειτονικό χώρο, θερμαινόμενο σε άλλη θερμοκρασία $H_{t,ij} = \sum k_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$					0.00	
Συνολικός συντελεστής απωλειών θερμοπερατότητας $H_{t,i} = H_{t,ie} + H_{t,iue} + H_{t,ig} + H_{t,ij}$ W/K					45.89	
Θερμοκρασιακά δεδομένα						
Εξωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)		θe	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)		θint,i	°C	20		
Διαφορά θερμοκρασίας (σχεδιασμού)		θint,i-θe	°C	18		
Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας $\Phi_{t,i} = H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ W					826	
Προσαύξηση %				20		
Συνολικές Απώλειες Θερμοπερατότητας με προσαύξηση						991.3
Υπολογισμοί Απωλειών Αερισμού						
Όγκος δωματίου $U_{eq,iv,k}$ (KCal/m ² hC)			Vi	m ³	37.65	
Εξωτερική θερμοκρασία 0.275			θe	°C	2	
Εσωτερική θερμοκρασία			θint,i	°C	20	
Ελάχιστες εναλλαγές αέρα υγιεινής fg2			nmin,i	1/h	0.5	
Ελάχιστη παροχή αέρα υγιεινής 0.111			Vmin,i	m ³ /h	18.83	
Αριθμός Εναλλαγών/Ω στα 50 Pa			n50	1/h	4	
Συντελεστής θωράκισης			e		0.02	
Συντελεστής διόρθωσης ύψους Ak (m ²)			ε		1.00	
Παροχή αέρα Διείσδυσης			Vinf,i	m ³ /h	6.02	
Επιλεγμένη τιμή για υπολογισμούς			Vi	m ³ /h	18.83	
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού (σχεδιασμού)			Hv,i	KCal/hC	5.50	
Διαφορά θερμοκρασιών θe			θint-θe	°C	18	
Θερμικές απώλειες αερισμού (σχεδιασμού)			Φv,i	KCal/h	99.06	99.06
Υπολογισμοί Ικανότητας Ανάκτησης Θέρμανσης						
Συντελεστής επαναθέρμανσης			fRH	KCal/m ² h	0	
Εμβαδόν δαπέδου			Ai	m ²	12.55	
Ικανότητα Ανάκτησης Θέρμανσης			ΦRH,i	KCal/h	0.00	0.00
Συνολικές Απώλειες Σχεδιασμού						
Συνολικές θερμικές απώλειες			ΦHL,i	KCal/h		1090

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 2
Ονομασία Χώρου WC

Υπολογισμοί Απωλειών Θερμοπερατότητας						
Θερμικές απώλειες απ' ευθείας στο περιβάλλον						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (Kcal/m ² hC)	ek	Ak·Uk·ek (KCal/hC)	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	1.75	0.57	1.000	1.00	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.90	0.45	1.000	0.40	
O4		5.59		1.000	0.00	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·ek W/K					14.66	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	ek	Ψk·lk·ek (KCal/hC)	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.86	1.000	0.41	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.86	1.000	0.41	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.80	1.000	0.35	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	1.80	1.000	0.35	
Συνολικές απώλειες Θερμικών γεφυρών Σk Ψk·lk·ek W/K					1.51	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών απευθείας στο περιβάλλον Ht,ie = Σk Ak·Uk·ek + Σk Ψk·lk·ek						16.17
Θερμικές απώλειες προς μη θερμαινόμενους χώρους						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	bu	Ak·Uk·bu (KCal/hC)	
E3	Γυψοσανίδα	3.18	1.5	0.556	2.65	
E3	Γυψοσανίδα	9.30	1.5	0.556	7.75	
E3	Γυψοσανίδα	9.30	1.5	0.556	7.75	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·bu W/K					18.15	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	bu	Ψk·lk·bu (KCal/hC)	
Συνολικό Θερμικών Γεφυρών Σk Ψk·lk·bu W/K					1.51	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων Ht,iue = Σk Ak·Uk·bu + Σk Ψk·lk·bu						18.15
Θερμικές απώλειες προς το έδαφος						
Υπολογισμός του B		Ag (m ²)	P (m)	B'=2·Ag/P (m)		
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Uk (KCal/m ² hC)	Uequiv,k (KCal/m ² hC)	Ak (m ²)	Ak·Uequiv,k (KCal/hC)	
Σύνολο των ισodύναμων δομικών στοιχείων Σk Ak·Uequiv,k W/K					0.00	
Διορθωτικοί παράγοντες		fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw	
		0				
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών προς το έδαφος Ht,ig = (Σk Ak·Uequiv,k)·fg1·fg2·Gw						0.00
Θερμικές απώλειες προς θερμαινόμενους χώρους σε διαφορετική θερμοκρασία						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	fij	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	fij·Ak·Uk (KCal/hC)	
Συνολικός συντελ. Θερμικών απωλειών προς γειτονικό χώρο, θερμαινόμενο σε άλλη θερμοκρασία Ht,ij = Σk fij·Ak·Uk						0.00
Συνολικός συντελεστής απωλειών θερμοπερατότητας Ht,i = Ht,ie + Ht,iue + Ht,ig + Ht,ij W/K						34.32
Θερμοκρασιακά δεδομένα						
Εξωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θe	°C	2	
Εσωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θint,i	°C	20	
Διαφορά θερμοκρασίας (σχεδιασμού)			θint,i-θe	°C	18	

Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας $\Phi_{t,i} = H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ W			618		
Προσαύξηση %		20			
Συνολικές Απώλειες Θερμοπερατότητας με προσαύξηση				741.4	
Υπολογισμοί Απωλειών Αερισμού					
Όγκος δωματίου θ_e	V_i	m ³	16.77		
Εξωτερική θερμοκρασία $\theta_{int,i}$	θ_e	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία $\theta_{int,i} - \theta_e$	$\theta_{int,i}$	°C	20		
Ελάχιστες εναλλαγές αέρα υγιεινής	$n_{min,i}$	1/h	0.5		
Ελάχιστη παροχή αέρα υγιεινής	$V_{min,i}$	m ³ /h	8.38		
Αριθμός Εναλλαγών/Ω στα 50 Pa	n_{50}	1/h	4		
Συντελεστής θωράκισης	e		0.02		
Συντελεστής διόρθωσης ύψους	ϵ		1.00		
Παροχή αέρα Διείσδυσης $U_{e,eq,i},k$ (KCal/m ² hC)	$V_{inf,i}$	m ³ /h	2.68		
Επιλεγμένη τιμή για υπολογισμούς 0.275	V_i	m ³ /h	8.38		
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού (σχεδιασμού)	$H_{v,i}$	KCal/hC	2.45		
Διαφορά θερμοκρασιών Δt	$\theta_{int} - \theta_e$	°C	18		
Θερμικές απώλειες αερισμού (σχεδιασμού)	$\Phi_{v,i}$	KCal/h	44.12	44.12	
Υπολογισμοί Ικανότητας Ανάκτησης Θέρμανσης					
Συντελεστής επαναθέρμανσης A_k (m ²)	f_{RH}	KCal/m ² h	0		
Εμβαδόν δαπέδου	A_i	m ²	5.59		
Ικανότητα Ανάκτησης Θέρμανσης	$\Phi_{RH,i}$	KCal/h	0.00	0.00	
Συνολικές Απώλειες Σχεδιασμού					
Συνολικές θερμικές απώλειες			$\Phi_{HL,i}$	KCal/h	785.5

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 3
 Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2

Υπολογισμοί Απωλειών Θερμοπερατότητας						
Θερμικές απώλειες απ' ευθείας στο περιβάλλον						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (Kcal/m ² hC)	ek	Ak·Uk·ek (KCal/hC)	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	4.75	0.57	1.000	2.71	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	1.50	0.45	1.000	0.68	
O4		9.60		1.000	0.00	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·ek W/K					16.65	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	ek	Ψk·lk·ek (KCal/hC)	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1.000	0.59	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1.000	0.59	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.00	1.000	0.58	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.00	1.000	0.58	
Συνολικές απώλειες Θερμικών γεφυρών Σk Ψk·lk·ek W/K					2.34	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών απευθείας στο περιβάλλον Ht,ie = Σk Ak·Uk·ek + Σk Ψk·lk·ek						18.99
Θερμικές απώλειες προς μη θερμαινόμενους χώρους						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	bu	Ak·Uk·bu (KCal/hC)	
E3	Γυψοσανίδα	0.60	1.5	0.556	0.50	
E3	Γυψοσανίδα	1.50	1.5	0.556	1.25	
E3	Γυψοσανίδα	6.18	1.5	0.556	5.15	
E3	Γυψοσανίδα	9.75	1.5	0.556	8.13	
E3	Γυψοσανίδα	8.25	1.5	0.556	6.88	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·bu W/K					21.91	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	bu	Ψk·lk·bu (KCal/hC)	
Συνολικό Θερμικών Γεφυρών Σk Ψk·lk·bu W/K					2.34	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων Ht,iue = Σk Ak·Uk·bu + Σk Ψk·lk·bu						21.91
Θερμικές απώλειες προς το έδαφος						
Υπολογισμός του B		Ag (m ²)	P (m)	B'=2·Ag/P (m)		
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Uk (KCal/m ² hC)	Uequiv,k (KCal/m ² hC)	Ak (m ²)	Ak·Uequiv,k (KCal/hC)	
Σύνολο των ισοδύναμων δομικών στοιχείων Σk Ak·Uequiv,k W/K					0.00	
Διορθωτικοί παράγοντες		fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw	
		0				
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών προς το έδαφος Ht,ig = (Σk Ak·Uequiv,k)·fg1·fg2·Gw						0.00
Θερμικές απώλειες προς θερμαινόμενους χώρους σε διαφορετική θερμοκρασία						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	fij	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	fij·Ak·Uk (KCal/hC)	
Συνολικός συντελ. θερμικών απωλειών προς γειτονικό χώρο, θερμαινόμενο σε άλλη θερμοκρασία Ht,ij = Σk fij·Ak·Uk						0.00
Συνολικός συντελεστής απωλειών θερμοπερατότητας Ht,i = Ht,ie + Ht,iue + Ht,ig + Ht,ij W/K						40.90
Θερμοκρασιακά δεδομένα						
Εξωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θε	°C	2	

Εσωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)	$\theta_{int,i}$	°C	20		
Διαφορά θερμοκρασίας (σχεδιασμού)	$\theta_{int,i}-\theta_e$	°C	18		
Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας $\Phi_{t,i} = H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ W				736	
Προσαύξηση %			20		
Συνολικές Απώλειες θερμοπερατότητας με προσαύξηση					883.3
Υπολογισμοί Απωλειών Αερισμού					
Όγκος δωματίου $\theta_{int,i}-\theta_e$	V_i	m ³	28.80		
Εξωτερική θερμοκρασία	θ_e	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία	$\theta_{int,i}$	°C	20		
Ελάχιστες εναλλαγές αέρα υγιεινής	$n_{min,i}$	1/h	0.5		
Ελάχιστη παροχή αέρα υγιεινής	$V_{min,i}$	m ³ /h	14.40		
Αριθμός Εναλλαγών/Ω στα 50 Pa	n_{50}	1/h	4		
Συντελεστής θωράκισης $U_{equiv,k}$ (KCal/m ² hC)	e		0.02		
Συντελεστής διόρθωσης ύψους 0.275	ϵ		1.00		
Παροχή αέρα Διείδυσης	$V_{inf,i}$	m ³ /h	4.61		
Επιλεγμένη τιμή για υπολογισμούς ζg^2	V_i	m ³ /h	14.40		
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού (σχεδιασμού)	$H_{v,i}$	KCal/hC	4.21		
Διαφορά θερμοκρασιών	$\theta_{int}-\theta_e$	°C	18		
Θερμικές απώλειες αερισμού (σχεδιασμού)	$\Phi_{v,i}$	KCal/h	75.78		75.78
Υπολογισμοί Ικανότητας Ανάκτησης Θέρμανσης					
Συντελεστής επαναθέρμανσης	f_{RH}	KCal/m ² h	0		
Εμβαδόν δαπέδου	A_i	m ²	9.60		
Ικανότητα Ανάκτησης Θέρμανσης	$\Phi_{RH,i}$	KCal/h	0.00		0.00
Συνολικές Απώλειες Σχεδιασμού					
Συνολικές θερμικές απώλειες	$\Phi_{HL,i}$	KCal/h			959.0

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 4
 Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3

Υπολογισμοί Απωλειών Θερμοπερατότητας						
Θερμικές απώλειες απ' ευθείας στο περιβάλλον						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (Kcal/m ² hC)	ek	Ak·Uk·ek (KCal/hC)	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	4.25	0.57	1.000	2.42	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	1.40	0.45	1.000	0.63	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	8.25	0.57	1.000	4.70	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	2.20	0.45	1.000	0.99	
O4		12.72		1.000	0.00	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·ek W/K					28.60	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	ek	Ψk·lk·ek (KCal/hC)	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.20	1.000	0.57	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.20	1.000	0.57	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.80	1.000	0.54	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	2.80	1.000	0.54	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1.000	0.59	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1.000	0.59	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.40	1.000	0.85	
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.40	1.000	0.85	
Συνολικές απώλειες θερμικών γεφυρών Σk Ψk·lk·ek W/K					5.10	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών απευθείας στο περιβάλλον Ht,ie = Σk Ak·Uk·ek + Σk Ψk·lk·ek						33.70
Θερμικές απώλειες προς μη θερμαινόμενους χώρους						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	bu	Ak·Uk·bu (KCal/hC)	
E3	Γυψοσανίδα	9.03	1.5	0.556	7.53	
E5		0.12		0.556	0.00	
E3	Γυψοσανίδα	0.93	1.5	0.556	0.78	
E3	Γυψοσανίδα	1.50	1.5	0.556	1.25	
E3	Γυψοσανίδα	0.60	1.5	0.556	0.50	
E3	Γυψοσανίδα	8.55	1.5	0.556	7.13	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·bu W/K					17.19	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	bu	Ψk·lk·bu (KCal/hC)	
E5-	ΣΣ - 3	0.250	3.000	1.111	0.72	
E5-	ΣΣ - 3	0.250	3.000	1.111	0.72	
Συνολικό Θερμικών Γεφυρών Σk Ψk·lk·bu W/K					6.54	
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων Ht,iue = Σk Ak·Uk·bu + Σk Ψk·lk·bu						18.62
Θερμικές απώλειες προς το έδαφος						

Υπολογισμός του B		Ag (m ²)	P (m)	B'=2·Ag/P (m)			
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Uk (KCal/m ² hC)	Uequiv,k (KCal/m ² hC)	Ak (m ²)	Ak·Uequiv,k (KCal/hC)		
Σύνολο των ισοδύναμων δομικών στοιχείων Σk Ak·Uequiv,k W/K					0.00		
Διορθωτικοί παράγοντες		fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw		
		0					
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών προς το έδαφος Ht,ig = (Σk Ak·Uequiv,k)·fg1·fg2·Gw					0.00		
Θερμικές απώλειες προς θερμαινόμενους χώρους σε διαφορετική θερμοκρασία							
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	fij	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	fij·Ak·Uk (KCal/hC)		
Συνολικός συντελ. Θερμικών απωλειών προς γειτονικό χώρο, θερμαινόμενο σε άλλη θερμοκρασία Ht,ij = Σk fij·Ak·Uk					0.00		
Συνολικός συντελεστής απωλειών θερμοπερατότητας Ht,i = Ht,ie + Ht,iue + Ht,ig + Ht,ij W/K					52.33		
Θερμοκρασιακά δεδομένα							
Εξωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θe	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)			θint,i	°C	20		
Διαφορά θερμοκρασίας (σχεδιασμού)			θint,i-θe	°C	18		
Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας Φt,i = Ht,i·(θint,i - θe) W					942		
Προσαύξηση %					20		
Συνολικές Απώλειες θερμοπερατότητας με προσαύξηση							1130
Υπολογισμοί Απωλειών Αερισμού							
Όγκος δωματίου			Vi	m ³	38.16		
Εξωτερική θερμοκρασία			θe	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία			θint,i	°C	20		
Ελάχιστες εναλλαγές αέρα υγιεινής			nmin,i	1/h	0.5		
Ελάχιστη παροχή αέρα υγιεινής			Vmin,i	m ³ /h	19.08		
Αριθμός Εναλλαγών/Ω στα 50 Pa			n50	1/h	4		
Συντελεστής θωράκισης			e		0.02		
Συντελεστής διόρθωσης ύψους			ε		1.00		
Παροχή αέρα Διείδυσης			Vinf,i	m ³ /h	6.11		
Επιλεγμένη τιμή για υπολογισμούς			Vi	m ³ /h	19.08		
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού (σχεδιασμού)			Hv,i	KCal/hC	5.58		
Διαφορά θερμοκρασιών			θint-θe	°C	18		
Θερμικές απώλειες αερισμού (σχεδιασμού)			Φv,i	KCal/h	100.4		100.4
Υπολογισμοί Ικανότητας Ανάκτησης Θέρμανσης							
Συντελεστής επαναθέρμανσης			fRH	KCal/m ² h	0		
Εμβαδόν δαπέδου			Ai	m ²	12.72		
Ικανότητα Ανάκτησης Θέρμανσης			ΦRH,i	KCal/h	0.00		0.00
Συνολικές Απώλειες Σχεδιασμού							
Συνολικές θερμικές απώλειες			ΦHL,i	KCal/h			1230

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ Χώρος : 5
 Ονομασία Χώρου ΣΑΛΟΝΙ - ΚΟΥΖΙΝΑ

Υπολογισμοί Απωλειών Θερμοπερατότητας						
Θερμικές απώλειες απ' ευθείας στο περιβάλλον						
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (Kcal/m ² hC)	ek	Ak·Uk·ek (KCal/hC)	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)	2.22	3.0	1.000	6.66	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	6.42	0.57	1.000	3.66	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	1.85	0.45	1.000	0.83	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.08	0.45	1.000	0.04	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	20.11	0.57	1.000	11.46	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.24	0.45	1.000	0.11	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.99	0.45	1.000	0.45	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.99	0.45	1.000	0.45	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	0.12	0.45	1.000	0.05	
T9	Τοίχιο 20cm Μόνωση 5cm	7.50	0.57	1.000	4.28	
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)	2.75	2.4	1.000	6.60	
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	2.05	0.45	1.000	0.92	
O4		47.89		1.000	0.00	
Συνολικό Δομικών Στοιχείων Σk Ak·Uk·ek W/K					75.17	
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	ek	Ψk·lk·ek (KCal/hC)	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1.000	0.28	
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.60	1.000	0.28	
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.70	1.000	0.72	

T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	3.70	1.000	0.72		
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	2.35	1.000	1.11		
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	2.35	1.000	1.11		
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.76	1.000	0.83		
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.76	1.000	0.83		
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.02	1.000	0.48		
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.46	1.000	0.69		
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	1.46	1.000	0.69		
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	11.15	1.000	2.16		
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	11.15	1.000	2.16		
A10-T2	ΥΠ - 7	0.550	0.81	1.000	0.38		
T9-O1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.10	1.000	0.79		
T9-Δ1	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	4.10	1.000	0.79		
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54		
T5-	ΣΣ - 3	0.250	2.500	1.000	0.54		
T5-	ΣΣ - 3	0.250	3.000	1.000	0.65		
T5-	ΣΣ - 3	0.250	3.000	1.000	0.65		
T5-	ΣΣ - 3	0.250	3.000	1.000	0.65		
T5-	ΣΣ - 3	0.250	3.000	1.000	0.65		
T5-	ΣΣ - 3	0.250	3.000	1.000	0.65		
T5-	ΣΣ - 3	0.250	3.000	1.000	0.65		
Συνολικές απώλειες θερμικών γεφυρών $\sum k \Psi k \cdot l k \cdot e k$ W/K					18.98		
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών απευθείας στο περιβάλλον $H_{t,ie} = \sum k A k \cdot U k \cdot e k + \sum k \Psi k \cdot l k \cdot e k$						94.15	
Θερμικές απώλειες προς μη θερμαινόμενους χώρους							
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	bu	Ak·Uk·bu (KCal/hC)		
E3	Γυψοσανίδα	9.90	1.5	0.556	8.25		
E3	Γυψοσανίδα	2.55	1.5	0.556	2.13		
E3	Γυψοσανίδα	3.18	1.5	0.556	2.65		
E3	Γυψοσανίδα	0.30	1.5	0.556	0.25		
E3	Γυψοσανίδα	6.48	1.5	0.556	5.40		
E3	Γυψοσανίδα	2.25	1.5	0.556	1.88		
E3	Γυψοσανίδα	9.30	1.5	0.556	7.75		
E5		0.15		0.556	0.00		
Συνολικό Δομικών Στοιχείων $\sum k A k \cdot U k \cdot b u$ W/K					28.31		
Κωδικός	Θερμική γέφυρα	Ψk (KCal/mhC)	lk (m)	bu	Ψk·lk·bu (KCal/hC)		
E5-	ΣΣ - 3	0.250	3.000	1.111	0.72		
E5-	ΣΣ - 3	0.250	3.000	1.111	0.72		
Συνολικό Θερμικών Γεφυρών $\sum k \Psi k \cdot l k \cdot b u$ W/K					20.41		
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων $H_{t,iue} = \sum k A k \cdot U k \cdot b u + \sum k \Psi k \cdot l k \cdot b u$						29.74	
Θερμικές απώλειες προς το έδαφος							
Υπολογισμός του B		Ag (m ²)	P (m)	B'=2·Ag/P (m)			
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	Uk (KCal/m ² hC)	Uequiv,k (KCal/m ² hC)	Ak (m ²)	Ak·Uequiv,k (KCal/hC)		
Σύνολο των ισοδύναμων δομικών στοιχείων $\sum k A k \cdot U_{equiv,k}$ W/K					0.00		
Διορθωτικοί παράγοντες		fg1	fg2	Gw	fg1·fg2·Gw		
		0					
Συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών προς το έδαφος $H_{t,ig} = (\sum k A k \cdot U_{equiv,k}) \cdot fg1 \cdot fg2 \cdot Gw$						0.00	
Θερμικές απώλειες προς θερμαινόμενους χώρους σε διαφορετική θερμοκρασία							
Κωδικός	Δομικό Στοιχείο	fij	Ak (m ²)	Uk (KCal/m ² hC)	fij·Ak·Uk (KCal/hC)		

Συνολικός συντελ. θερμικών απωλειών προς γειτονικό χώρο, θερμαινόμενο σε άλλη θερμοκρασία $H_{t,ij} = \sum k_{ij} \cdot A_k \cdot U_k$				0.00	
Συνολικός συντελεστής απωλειών θερμοπερατότητας $H_{t,i} = H_{t,ie} + H_{t,iue} + H_{t,ig} + H_{t,ij}$ W/K				123.9	
Θερμοκρασιακά δεδομένα					
Εξωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)	θ_e	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία (σχεδιασμού)	$\theta_{int,i}$	°C	20		
Διαφορά θερμοκρασίας (σχεδιασμού)	$\theta_{int,i} - \theta_e$	°C	18		
Συνολικές απώλειες θερμοπερατότητας $\Phi_{t,i} = H_{t,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$ W				2230	
Προσαύξηση %			20		
Συνολικές Απώλειες Θερμοπερατότητας με προσαύξηση					2676
Υπολογισμοί Απωλειών Αερισμού					
Όγκος δωματίου	V_i	m ³	143.7		
Εξωτερική θερμοκρασία	θ_e	°C	2		
Εσωτερική θερμοκρασία	$\theta_{int,i}$	°C	20		
Ελάχιστες εναλλαγές αέρα υγιεινής	$n_{min,i}$	1/h	0.5		
Ελάχιστη παροχή αέρα υγιεινής	$V_{min,i}$	m ³ /h	71.84		
Αριθμός Εναλλαγών/Ω στα 50 Pa	n_{50}	1/h	4		
Συντελεστής θωράκισης	e		0.02		
Συντελεστής διόρθωσης ύψους	ϵ		1.00		
Παροχή αέρα Διείσδυσης	$V_{inf,i}$	m ³ /h	22.99		
Επιλεγμένη τιμή για υπολογισμούς	V_i	m ³ /h	71.84		
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού (σχεδιασμού)	$H_{v,i}$	KCal/hC	21.00		
Διαφορά θερμοκρασιών	$\theta_{int} - \theta_e$	°C	18		
Θερμικές απώλειες αερισμού (σχεδιασμού)	$\Phi_{v,i}$	KCal/h	378.0		378.0
Υπολογισμοί Ικανότητας Ανάκτησης Θέρμανσης					
Συντελεστής επαναθέρμανσης	f_{RH}	KCal/m ³ h	0		
Εμβαδόν δαπέδου	A_i	m ²	47.89		
Ικανότητα Ανάκτησης Θέρμανσης	$\Phi_{RH,i}$	KCal/h	0.00		0.00
Συνολικές Απώλειες Σχεδιασμού					
Συνολικές θερμικές απώλειες	$\Phi_{HL,i}$	KCal/h			3054

Όνομα χώρου	V _i	θ _e	θ _{int,i}	θ _{int-θ_e}	V _i	H _{v,i}	Φ _{v,i}
	m ³	°C	°C	°C	m ³ /h	KCal/hC	KCal/h
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	28.86	2	20	18	14.43	4.22	75.93
WC 1	13.05	2	20	18	6.53	1.91	34.34
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	25.92	2	20	18	12.96	3.79	68.20
WC 2	10.62	2	20	18	5.31	1.55	27.94
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3	28.08	2	20	18	14.04	4.10	73.88
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	73.32	2	20	18	36.66	10.72	192.9
ΚΟΥΖΙΝΑ	81.33	2	20	18	40.66	11.89	214.0
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	37.65	2	20	18	18.83	5.50	99.06
WC	16.77	2	20	18	8.38	2.45	44.12
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	28.80	2	20	18	14.40	4.21	75.78
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3	38.16	2	20	18	19.08	5.58	100.4
ΣΑΛΟΝΙ - ΚΟΥΖΙΝΑ	143.7	2	20	18	71.84	21.00	378.0
Σύνολο	526.2						1385

Κυκλώματα - Σώματα - Ιδιοκτησίες

Επ. α/α Ονομασία Χώρου Φη|,Ι Αρ.Κυκλ/τος Αρ.Σώματος
Ιδιοκ. Kcal/h

1	1	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	1070
1	2	WC 1 752	
1	3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	937
1	4	WC 2 578	
1	5	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3	1080
1	6	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ 1620	
1	7	ΚΟΥΖΙΝΑ 2881	
2	1	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	1090
2	2	WC 786	
2	3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	959
2	4	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3	1230
2	5	ΣΑΛΟΝΙ - ΚΟΥΖΙΝΑ	3054
		Άθροισμα Απωλειών	16037
		Συνολικές Απώλειες	16038

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Kcal/h)

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

1	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	:	1070
2	WC 1	:	752
3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	:	937
4	WC 2	:	578
5	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3	:	1080
6	ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ	:	1620
7	ΚΟΥΖΙΝΑ	:	2881

Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου : 8918

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

1	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1	:	1090
2	WC	:	786
3	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2	:	959

4	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3	:	1230
5	ΣΑΛΟΝΙ - ΚΟΥΖΙΝΑ	:	3054

Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου : 7119

Άθροισμα Απωλειών Χώρων : 16037

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου : 16038

ΑΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΤΕΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΕΣ

ΕΠΙΠΕΔΟ	ΧΩΡΟΣ
---------	-------

1	1
1	2
1	3
1	4
1	5
1	6
1	7
2	1
2	2
2	3
2	4
2	5

Ο συνολικός όγκος κτιρίου στα στοιχεία κτιρίου 526.2
διαφέρει από το άθροισμα των επιμέρους όγκων των χώρων 526.26

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Υπολογισμός Ψυκτικών Φορτίων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με τη μεθοδολογία της ASHRAE RTS. Χρησιμοποιήθηκε επιπλέον και η ακόλουθη βιβλιογραφία:

i) ASHRAE Handbook of Fundamentals 2013

ii) ASHRAE Handbook of Systems and Equipment 2012

iii) ASHRAE Handbook of Applications 2011

iv) ASHRAE Standards for Natural and Mechanical Ventilation

v) ASHRAE Cooling and Heating Load Calculation Manual ASHRAE GRP 158

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Σύμφωνα με την ASHRAE, η διαδικασία υπολογισμού των ψυκτικών φορτίων για κάθε ένα από τα συνιστάμενα φορτία (τοιχοί, οροφές, ανοίγματα, φωτισμός, άτομα, συσκευές κ.τ.λ.) έχει ως ακολούθως:

1. Για κάθε στοιχείο υπολογίζουμε σε 24ώρη βάση όλες τις συνιστώσες του θερμικού κέρδους του για την ημέρα υπολογισμού.
2. Χωρίζουμε τα θερμικά κέρδη σε κέρδη λόγω ακτινοβολίας και λόγω αγωγιμότητας.
3. Εφαρμόζουμε τις χρονικές σειρές ακτινοβολίας για τον υπολογισμό της χρονικής καθυστέρησης στη μετατροπή της ακτινοβολίας σε ψυκτικά φορτία.
4. Προσθέτουμε το θερμικό κέρδος λόγω αγωγιμότητας και το χρονικά μετατοπισμένο (καθυστερημένο) θερμικό κέρδος λόγω ακτινοβολίας ώστε να υπολογίσουμε το ψυκτικό φορτίο για κάθε ώρα και για κάθε ένα από τα συνιστάμενα ψυκτικά φορτία.

Πιο αναλυτικά για κάθε ένα από τα παραπάνω βήματα έχουμε:

1i. Υπολογισμός θερμικού κέρδους για τοίχους και οροφές.

Το θερμικό κέρδος από τοίχους και οροφές προκύπτει από την ακόλουθη σχέση:

$$q_{i,\theta-n} = UA(t_{e,\theta-n} - t_{rc})$$

όπου:

- | | |
|------------------|--|
| $q_{i,\theta-n}$ | : Θερμότητα λόγω αγωγιμότητας για την επιφάνεια n ώρες νωρίτερα. |
| U | : Συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας επιφάνειας. |
| A | : Εμβαδόν επιφάνειας. |
| $t_{e,\theta-n}$ | : Ηλιακή θερμοκρασία αέρα n ώρες νωρίτερα. |
| t_{rc} | : Επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία δωματίου. |

Ο υπολογισμός των θερμικών κερδών λόγω αγωγιμότητας για κάθε ώρα γίνεται με την χρήση της χρονικής ακολουθίας αγωγιμότητας στα παραπάνω υπολογισμένα ποσά θερμότητας για τις προηγούμενες 23 ώρες:

$$q_{\theta} = c_0 q_{i,\theta} + c_1 q_{i,\theta-1} + c_2 q_{i,\theta-2} + c_3 q_{i,\theta-3} + \dots + c_{23} q_{i,\theta-23}$$

όπου:

q_{θ} : Ωριαίο θερμικό κέρδος επιφάνειας.
 $q_{i,\theta}$: Θερμότητα λόγω αγωγιμότητας για την ώρα υπολογισμού.
 $q_{i,\theta-n}$: Θερμότητα λόγω αγωγιμότητας n ώρες νωρίτερα.
 c_0, c_1, \dots κτλ. : Συντελεστές ακολουθίας αγωγιμότητας.

1ii. Υπολογισμός θερμικού κέρδους από το ανοίγματα

Το θερμικό κέρδος των ανοιγμάτων χωρίζεται σε τρία μέρη:

$$q_b = A E_{t,b} SHGC(\theta) IAC(\theta, \Omega)$$

$$q_d = A (E_{t,d} + E_{t,r}) \langle SHGC \rangle_D IAC_D$$

$$q_c = AU (T_{out} - T_{in})$$

όπου:

q_b : Θερμικό κέρδος άμεσης ακτινοβολίας
 A : Επιφάνεια ανοίγματος, (m²).
 $E_{t,b}$: Άμεση επιφανειακή ακτινοβολία.
 $SHGC(\theta)$: Συντελεστής άμεσου ηλιακού θερμικού κέρδους.
 $IAC(\theta, \Omega)$: Εσωτερικός ηλιακός συντελεστής εξασθένησης της άμεσης ακτινοβολίας.

q_d : Θερμικό κέρδος διάχυτης ακτινοβολίας
 A : Επιφάνεια ανοίγματος, (m²).
 $E_{t,d}$: Διάχυτη ακτινοβολία αέρα.
 $E_{t,r}$: Διάχυτη ακτινοβολία αντανάκλασης εδάφους.
 $\langle SHGC \rangle_D$: Συντελεστής διάχυτου ηλιακού θερμικού κέρδους.
 IAC_D : Εσωτερικός ηλιακός συντελεστής εξασθένησης της διάχυτης ακτινοβολίας.

q_c : Θερμικό κέρδος λόγω αγωγιμότητας
 A : Επιφάνεια ανοίγματος, (m²).
 U : Συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος περιλαμβάνοντας το πλαίσιο και τον προσανατολισμό τοποθέτησης.
 T_{out} : Εξωτερική θερμοκρασία, (°C).
 T_{in} : Εσωτερική θερμοκρασία, (°C).

Συνολικό θερμικό κέρδος ανοίγματος Q :

$$Q = q_b + q_d + q_c$$

1iii. Υπολογισμός θερμικού κέρδους από εσωτερικές επιφάνειες

Κάθε φορά που ένας κλιματιζόμενος χώρος γειτνιάζει με χώρο διαφορετικής θερμοκρασίας, η μεταφορά θερμότητας υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$q = UA(t_b - t_i)$$

όπου:

- q** : Θερμικό κέρδος.
- U** : Συντελεστής θερμοπερατότητας επιφάνειας.
- A** : Εμβαδόν επιφάνειας, (m²).
- t_b** : Θερμοκρασία του γειτνιάζοντα χώρου, (°C).
- t_i** : Εσωτερική θερμοκρασία του χώρου, (°C).

Όταν τίποτα δεν είναι γνωστό για το γειτνιάζοντα χώρο εκτός από το ότι είναι συμβατικής κατασκευής, δεν περιέχει πηγές θερμότητας και δεν έχει σημαντικό ηλιακό κέρδος, ως θερμοκρασιακή διαφορά $t_b - t_i$ μπορεί να θεωρηθεί η διαφορά μεταξύ του εξωτερικού αέρα και του κλιματιζόμενου χώρου μειωμένη κατά 3 K.

1iv. Υπολογισμός θερμικού κέρδους από το δάπεδο

Για δάπεδα σε άμεση επαφή με το έδαφος ή πάνω από έναν υπόγειο χώρο που δεν αερίζεται ούτε κλιματίζεται, η μεταφοράς θερμότητας μπορεί να αγνοηθεί κατά την περίοδο ψύξης καθώς συνήθως υπάρχει απώλεια θερμότητας και όχι κέρδος.

1v. Υπολογισμός εσωτερικών θερμικών κερδών

1v.1. Φωτισμός

Τα θερμικά κέρδη λόγω φωτισμού υπολογίζονται από τον ακόλουθο τύπο:

$$q_{el} = W F_{ul} F_{sa}$$

όπου:

- q_{el}** : Θερμικό κέρδος.
- W** : Ισχύς φωτιστικού.
- F_{ul}** : Συντελεστής φωτισμού.
- F_{sa}** : Ειδικός παράγοντας φωτισμού.

1v.2. Άτομα

Το θερμικό κέρδος λόγω ατόμων αποτελείται από αισθητό και λανθάνον φορτίο. Για τον υπολογισμό των φορτίων χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις:

$$q_s = q_{s, \text{per}} N$$

$$q_l = q_{l, \text{per}} N$$

όπου:

- q_s : Αισθητό φορτίο λόγω ατόμων.
- q_l : Λανθάνον φορτίο λόγω ατόμων.
- $q_{s, \text{per}}$: Αισθητό φορτίο ανά άτομο.
- $q_{l, \text{per}}$: Λανθάνον φορτίο ανά άτομο.
- N : Αριθμός ατόμων

1v.3. Συσκευές

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

$$q_s = Q_s \times F_U \times F_R$$

$$q_l = Q_l \times N$$

- q_s : Αισθητό θερμικό κέρδος συσκευής.
- q_l : Λανθάνον θερμικό κέρδος συσκευής.
- Q_s : Αισθητό φορτίο συσκευής.
- Q_l : Λανθάνον φορτίο συσκευής.
- F_U : Συντελεστής χρήσης συσκευής.
- F_R : Συντελεστής ακτινοβολίας συσκευής.
- N : Αριθμός συσκευών.

1v.4. Αερισμός

Το θερμικό κέρδος λόγω αερισμού αποτελείται από αισθητό και λανθάνον φορτίο. Για τον υπολογισμό των φορτίων χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες σχέσεις:

$$q_s = 1.23 Q_s \Delta t$$

$$q_l = 3010 Q_s \Delta W$$

όπου:

- q_s : Αισθητό φορτίο λόγω αερισμού.
- q_l : Λανθάνον φορτίο λόγω αερισμού.
- Q_s : Όγκος εισερχόμενου αέρα, (m^3/s).
- Δt : Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα, ($^{\circ}C$).
- ΔW : Διαφορά λόγου υγρασίας μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου αέρα, (kg υγρασίας / kg ξ.α.).

2. Διαχωρισμός θερμικών κερδών σε κέρδη λόγω ακτινοβολίας και λόγω αγωγιμότητας.

Τα θερμικά κέρδη για κάθε συνιστώσα (φωτισμός, άτομα, τοίχοι, οροφές, παράθυρα, συσκευές κ.λ.π.) για μια συγκεκριμένη ώρα είναι το άθροισμα του θερμικού κέρδους λόγω αγωγιμότητας για εκείνη την ώρα συν το χρονικά μετατοπισμένο θερμικό κέρδος λόγω ακτινοβολίας για εκείνη την ώρα και για τις προηγούμενες 23 ώρες.

Στον ακόλουθο πίνακα εμφανίζονται τυπικές τιμές για το διαχωρισμό του συνολικού θερμικού κέρδους σε κέρδος λόγω ακτινοβολίας και κέρδος λόγω αγωγιμότητας:

Παράγοντας ακτινοβολίας	Παράγοντας αγωγιμότητας	
0.60	0.40	Άτομα, τυπικές συνθήκες γραφείου
0.1 έως 0.8	0.9 έως 0.2	Συσκευές
ποικίλλει	ποικίλλει	Φωτισμός
0.46	0.54	Θερμικό κέρδος τοίχων και δαπέδων λόγω μετάδοσης
0.60	0.40	Θερμικό κέρδος οροφών λόγω μετάδοσης
0.33	0.67	Θερμικό κέρδος ανοιγμάτων λόγω μετάδοσης (SHGC > 0.5)
0.46	0.54	Θερμικό κέρδος ανοιγμάτων λόγω μετάδοσης (SHGC < 0.5)
1.00	0	Ηλιακό θερμικό κέρδος ανοιγμάτων (χωρίς εσωτερική σκίαση)
ποικίλλει	ποικίλλει	Ηλιακό θερμικό κέρδος ανοιγμάτων (με εσωτερική σκίαση)
0	1.00	Αερισμός

3. Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω ακτινοβολίας

Η μέθοδος RTS μετατρέπει το ποσοστό του θερμικού κέρδους λόγω ακτινοβολίας σε ψυκτικό φορτίο χρησιμοποιώντας τους αντίστοιχους χρονικούς παράγοντες ακτινοβολίας. Έτσι, το ψυκτικό φορτίο που οφείλεται στην ακτινοβολία υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_{r,\theta} = r_0 q_{r,\theta} + r_1 q_{r,\theta-1} + r_2 q_{r,\theta-2} + r_3 q_{r,\theta-3} + \dots + r_{23} q_{r,\theta-23}$$

όπου:

- $Q_{r,\theta}$: Ψυκτικό φορτίο ακτινοβολίας Q_r για την τρέχουσα ώρα θ .
- $q_{r,\theta}$: Θερμικό κέρδος λόγω ακτινοβολίας για την τρέχουσα ώρα.
- $q_{r,\theta-n}$: Θερμικό κέρδος λόγω ακτινοβολίας για n ώρες νωρίτερα.
- r_0, r_1, \dots κλπ. : Χρονικοί παράγοντες ακτινοβολίας.

4. Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω αγωγιμότητας

Το ψυκτικό φορτίο που οφείλεται στα κέρδη λόγω αγωγιμότητας υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$Q_{i,c} = q_{i,c}$$

όπου το $q_{i,c}$ είναι το ποσοστό του θερμικού κέρδους λόγω αγωγιμότητας του στοιχείου i (σε W) και δίνεται από τον τύπο:

$$q_{i,c} = q_{i,s} (1 - F_r)$$

$q_{i,s}$: Αισθητό ψυκτικό φορτίο του στοιχείου i .

F_r : Ποσοστό του θερμικού κέρδους λόγω ακτινοβολίας

5. Συνολικά Ψυκτικά Φορτία

Το στιγμιαίο ψυκτικό φορτίο του χώρου υπολογίζεται σύμφωνα με τις ακόλουθες εξισώσεις:

$$Q_s = \Sigma Q_{i,r} + \Sigma Q_{i,c}$$

$$Q_i = \Sigma q_{i,l}$$

όπου:

Q_s : Αισθητό ψυκτικό φορτίο χώρου.

Q_i : Λανθάνον ψυκτικό φορτίο χώρου.

$\Sigma Q_{i,r}$: Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω ακτινοβολίας για την τρέχουσα ώρα, υπολογιζόμενο από το θερμικό κέρδος του στοιχείου i .

$\Sigma Q_{i,c}$: Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω αγωγιμότητας για την τρέχουσα ώρα, υπολογιζόμενο από το θερμικό κέρδος του στοιχείου i .

$q_{i,l}$: Λανθάνον θερμικό κέρδος του στοιχείου i .

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται συγκεντρωτικά και αναλυτικά για όλες τις ώρες. 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

Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας k

Μήκος (m)

Ύψος ή Πλάτος (m)

Επιφάνεια (m^2)

Αριθμός Ομοίων Επιφανειών

Συνολική Επιφάνεια (m^2)

Αφαιρούμενη Επιφάνεια (m^2)

Επιφάνεια Υπολογισμού (m^2)

Εσωτερική Σκίαση

Σκίαση προβόλου

Αυθαίρετοι συντελεστές 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 (Btu/h, KW, ή Kcal/h).

5. Φορτία Αερισμού ανά ώρα (και μέγιστο) (Btu/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) Στη δεύτερη ομάδα παρουσιάζονται τα ψυκτικά φορτία όπως υπολογίστηκαν για κάθε στοιχείο, σύμφωνα με τους παραπάνω κανόνες υπολογισμών.

γ) Η τρίτη ομάδα περιέχει τα φορτία που οφείλονται σε πρόσθετες αιτίες, δηλαδή στον φωτισμό, τα άτομα, συσκευές και χαραμάδες 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 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.

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εξ. Τοίχοι

Εξ.Τοίχοι	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. κ W/m ² K	Βάρος kg/m ²	Χρώμα
T1	Διπλός Δρομικός Μόνωση 4cm	C	G1	17	0.64	300	2
T2	Διπλός Ορθοδρομικός Μόνωση 6cm	C	G4	17	0.70	300	2
T3	Δρομικός/Ορθοδρομ. Μόνωση 4cm	C	G6	17	0.67	300	2
T4	Δρομικός/Ορθοδρομ. Μόνωση 6cm	C	G7	17	1.49	300	2
T5	Τούβλο Διακ. Δρομικός Μον. 5cm	C	G8	17	0.52	300	2
T6	Λιθοδομή 60cm	A	G18	5	2.33	700	2
T7	Δοκός 20cm Μόνωση 5cm	B	G13	22	0.65	500	2
T8	Δοκός 25cm Μόνωση 5cm	B	G15	22	0.64	500	2
T9	Τοιχίο 20cm Μόνωση 5cm	B	H6	17	0.66	500	2

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Εσ. Τοίχοι

Εσ.Τοίχοι	Περιγραφή	Συντ. κ W/m ² K
E1	Εσωτερική τοιχοποιία 10	1.74
E2	Εσωτερική τοιχοποιία 15	1.51
E3	Γυψοσανίδα	1.74

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Οροφές

Οροφές	Περιγραφή	Τύπος ASHRAE CLTD	Τύπος ASHRAE TFM	Τύπος ASHRAE RTS	Συντ. k W/m ² K	Βάρος kg/m ²	Χρώμα
O1	Ταράτσα Μόν. 6cm Γαρμπιλόδεμα	E	G1	18	0.44	100	1.2
O2	Οροφή Σκυροδέματος 14cm Αμόν.	C	G2	14	3.26	100	1.2
O3	Στέγη Μονωμένη-Κεραμίδια Γαλλ.	D	G8	18	0.44	50	1.2

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Δάπεδα

Δάπεδα	Περιγραφή	Συντ. k W/m ² K
Δ1	Δαπ.Μαρμ.σε Εδαφος Μόνωση 5cm	0.60
Δ2	Δαπ.Μαρμ.σε Pilotis Μόν. 5cm	0.63
Δ3	Δαπ.Μαρμ.σε μη θερ.χώρο(M.5cm)	0.67
Δ4	Δαπ.Ξύλινο σε Εδαφος Μόν. 5cm	0.65
Δ5	Δαπ.Ξύλ. σε Pilotis Μόνωση 5cm	0.49
Δ6	Δαπ.Ξύλ. σε Pilotis Αμόνωτο	2.49

Τυπικά Στοιχεία Κτιρίου - Ανοίγματα

Ανοίγμ.	Περιγραφή	Πλάτ. (m)	Ύψος (m)	Συντ.k W/m ² K	Συντ. Τζαμ.	Ειδ. Πλαισι.	Συντ.α	Σύστημα Υαλοπινάκων
A1	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)			5.23	1	2		1
A2	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)			5.23	1	2		1
A3	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)			5.23	1	2		1

A4	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)			5.23	1	2		1
A5	Διπλό διακένου 12mm (ξύλινο πλαίσιο)			3.02	0.9	1		17
A6	Διπλό διακένου 12mm (μεταλλικό πλαίσιο)			3.49	0.9	2		19
A7	Ανοιγμα χωρίς τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)			3.49	1	1		
A8	Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο πλαίσιο)			5.23	1	2		1
A9	Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό πλαίσιο)			6.05	1	2		3
A10	Διπλό διακένου 6mm (πλαστικό πλαίσιο)			2.79	0.9			17

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ
 Χώρος : 1
 Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 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. Σκίαση
E3	E	1.74	3.00	3.00	9.00	1	9.00		9.00			
T9	A	0.66	3.20	3.00	9.60	1	9.60	4.81	4.79			
A10	A	2.79	1.46	2.20	3.21	1	3.21		3.21		ΣΚΙΑ	
T5	A	0.52	3.20	0.50	1.60	1	1.60		1.60			
T5	A	0.52	0.00	2.50		1						
T9	B	0.66	3.00	3.00	9.00	1	9.00	2.70	6.30			
A10	B	2.79	1.20	1.00	1.20	1	1.20		1.20		ΣΚΙΑ	
T5	B	0.52	3.00	0.50	1.50	1	1.50		1.50			
E3	E	1.74	3.20	3.00	9.60	1	9.60	1.76	7.84			
A7	E	3.49	0.80	2.20	1.76	1	1.76		1.76			
Δ4		0.65	1	9.62	9.62	1	9.62		9.62			

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
E3	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T9	4.79	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	3.21	1.00	0.96	0.78	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	1.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T9	6.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	7.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A7	1.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ4	9.62	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 Ώρα (Watt)

Είδ.	Επιφ.	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
------	-------	------	------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------

Επιφ.	Υπολ. (m ²)											
E3	9.00	-95	-76	-54	-28	-4	13	25	30	25	15	-1
T9	4.79	9	8	9	11	14	17	20	23	25	27	28
A10	3.21	1570	1690	1400	889	568	508	470	441	406	368	408
T5	1.60	2	2	2	3	4	4	5	6	7	7	7
T5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T9	6.30	9	8	7	6	6	7	8	10	12	14	17
A10	1.20	91	97	111	124	136	143	145	142	134	122	138
T5	1.50	2	1	1	1	1	1	1	2	2	3	3
E3	7.84	-83	-66	-47	-25	-4	12	22	26	22	13	-1
A7	1.76	-37	-30	-21	-11	-2	5	10	12	10	6	-1
Δ4	9.62	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31	-31

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	70	87.5

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, Ελαφρά εργασία	81	52	8	648	416	1064

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Χρονοπρόγραμμα											
Φορτίο Αισθητό	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Φορτίο Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (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	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85
Άτομα	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644

(Αισθητό)											
Άτομα (Λανθάνον)	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Άτομα (Σύνολο)	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060
Συσκευές (Αισθητό)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Χαραμάδες	-20	3	29	59	87	109	123	128	123	110	91

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (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	2270	2410	2153	1733	1504	1574	1637	1635	1586	1509	1514
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	2686	2784	2486	2066	1837	1949	2053	2051	2002	1925	1930

Φορτία Συσκευής Λόγω Αερισμού ανά Ώρα (Watt)

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 2

Ονομασία : WC 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
E3	E	1.74	1.45	3.00	4.35	1	4.35	1.76	2.59			
A7	E	3.49	0.80	2.20	1.76	1	1.76		1.76			

E3	E	1.74	3.00	3.00	9.00	1	9.00		9.00			
T9	A	0.66	1.45	3.00	4.35	1	4.35	1.88	2.47			
A10	A	2.79	0.66	0.60	0.40	1	0.40		0.40		ΣΚΙΑ	
T5	A	0.52	1.45	0.50	0.73	1	0.73		0.73			
T5	A	0.52	0.30	2.50	0.75	1	0.75		0.75			
E3	E	1.74	3.00	3.00	9.00	1	9.00		9.00			
Δ4		0.65	1	4.35	4.35	1	4.35		4.35			

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
E3	2.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A7	1.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T9	2.47	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	0.40	1.00	0.87	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	0.73	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ4	4.35	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 Ώρα (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
E3	2.59	-27	-22	-15	-8	-1	4	7	9	7	4	-0
A7	1.76	-37	-30	-21	-11	-2	5	10	12	10	6	-1
E3	9.00	-95	-76	-54	-28	-4	13	25	30	25	15	-1
T9	2.47	5	4	5	6	7	9	10	12	13	14	15
A10	0.40	196	196	98	65	59	57	55	52	49	44	50
T5	0.73	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
T5	0.75	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	3
E3	9.00	-95	-76	-54	-28	-4	13	25	30	25	15	-1
Δ4	4.35	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-14

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	70	87.5

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, Ελαφρά εργασία	81	52	8	648	416	1064

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Φορτίο Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (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	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85
Άτομα (Αισθητό)	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Άτομα (Λανθάνον)	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Άτομα (Σύνολο)	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060
Συσκευές (Αισθητό)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Χαραμάδες	-10	1	14	28	42	52	59	62	59	53	44

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (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	776	790	707	747	815	929	1021	1044	1032	999	953
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1192	1164	1040	1080	1147	1304	1437	1460	1448	1415	1369

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 3

Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 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
E3	E	1.74	2.90	3.00	8.70	1	8.70	1.76	6.94			
A7	E	3.49	0.80	2.20	1.76	1	1.76		1.76			
E3	E	1.74	3.00	3.00	9.00	1	9.00		9.00			
E5	E		0.00	3.00		1						
T9	A	0.66	2.90	3.00	8.70	1	8.70	2.35	6.35			
A10	A	2.79	0.82	1.00	0.82	1	0.82		0.82		ΣΚΙΑ	
T5	A	0.52	2.90	0.50	1.45	1	1.45		1.45			
T5	A	0.52	0.03	2.50	0.08	1	0.08		0.08			
E3	E	1.74	3.00	3.00	9.00	1	9.00		9.00			
Δ4		0.65	1	8.64	8.64	1	8.64		8.64			

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
E3	6.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A7	1.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E5		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T9	6.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	0.82	1.00	0.92	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	1.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

T5	0.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ4	8.64	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 Ώρα (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
E3	6.94	-73	-59	-41	-22	-3	10	20	23	20	11	-1
A7	1.76	-37	-30	-21	-11	-2	5	10	12	10	6	-1
E3	9.00	-95	-76	-54	-28	-4	13	25	30	25	15	-1
E5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T9	6.35	12	11	12	15	18	23	27	31	33	36	37
A10	0.82	401	418	287	148	129	121	115	109	101	92	103
T5	1.45	2	2	2	3	3	4	5	5	6	6	7
T5	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E3	9.00	-95	-76	-54	-28	-4	13	25	30	25	15	-1
Δ4	8.64	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28	-28

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	70	87.5

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, Ελαφρά εργασία	81	52	8	648	416	1064

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Φορτίο Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Φορτίο Λανθάν	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ον											
Σύνολο	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (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	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85
Άτομα (Αισθητό)	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Άτομα (Λανθάνον)	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Άτομα (Σύνολο)	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060
Συσκευές (Αισθητό)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Χαραμάδες	-11	2	16	32	48	59	67	70	67	60	49

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (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	928	968	865	814	885	1006	1104	1129	1112	1068	1021
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1344	1343	1198	1147	1218	1381	1520	1545	1528	1484	1437

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 4

Ονομασία : WC 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. Σκίαση
E3	E	1.74	1.40	3.00	4.20	1	4.20		4.20			
T9	N	0.66	2.55	3.00	7.65	1	7.65	1.72	5.93			
A10	N	2.79	0.66	0.60	0.40	1	0.40		0.40		ΣΚΙΑ	
T5	N	0.52	2.55	0.50	1.27	1	1.27		1.27			
T5	N	0.52	0.02	2.50	0.05	1	0.05		0.05			
E3	E	1.74	1.40	3.00	4.20	1	4.20		4.20			
E3	E	1.74	2.55	3.00	7.65	1	7.65		7.65			
Δ4		0.65	1	3.54	3.54	1	3.54		3.54			

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
E3	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T9	5.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	1.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	7.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Δ4	3.54	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 Ώρα (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
E3	4.20	-44	-35	-25	-13	-2	6	12	14	12	7	-1
T9	5.93	11	9	7	6	6	7	9	12	16	20	24
A10	0.40	30	32	37	41	45	48	48	47	45	41	46
T5	1.27	2	1	1	1	1	1	2	2	3	3	4
T5	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E3	4.20	-44	-35	-25	-13	-2	6	12	14	12	7	-1
E3	7.65	-81	-64	-46	-24	-4	11	21	25	21	13	-1

Δ4	3.54	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12
----	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	70	87.5

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, Ελαφρά εργασία	81	52	8	648	416	1064

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Φορτίο Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος	Συντ.	Συντ.	Αριθμός	Σύνολο	Σύνολο	Σύνολο
-------	-------	-------	---------	--------	--------	--------

Συσκευής	Αισθ.	Λανθ.	Συσκευών	Αισθ.	Λανθ.	
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (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	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85
Άτομα (Αισθητό)	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Άτομα (Λανθάνον)	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Άτομα (Σύνολο)	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060
Συσκευές (Αισθητό)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Χαραμάδες	-3	0	4	8	12	15	17	18	17	16	13

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (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	711	699	688	730	774	869	948	969	966	950	929
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1127	1074	1020	1062	1107	1243	1364	1385	1382	1366	1345

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 5

Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 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
E3	E	1.74	3.10	3.00	9.30	1	9.30		9.30			
E5	E		0.00	3.00		1						
E3	E	1.74	1.00	3.00	3.00	1	3.00	2.24	0.76			
A7	E	3.49	1.02	2.20	2.24	1	2.24		2.24			
E3	E	1.74	1.70	3.00	5.10	1	5.10		5.10			
E3	E	1.74	2.65	3.00	7.95	1	7.95		7.95			
E3	E	1.74	1.50	3.00	4.50	1	4.50		4.50			
T9	N	0.66	1.50	3.00	4.50	1	4.50	0.75	3.75			
T5	N	0.52	1.50	0.50	0.75	1	0.75		0.75			
T5	N	0.52	0.00	2.50		1						
T9	A	0.66	3.20	3.00	9.60	1	9.60	2.85	6.75			
A10	A	2.79	0.82	1.00	0.82	1	0.82		0.82		ΣΚΙΑ	
T5	A	0.52	3.20	0.50	1.60	1	1.60		1.60			
T5	A	0.52	0.17	2.50	0.43	1	0.43		0.43			
Δ4		0.65	1	9.36	9.36	1	9.36		9.36			

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
E3	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E5		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A7	2.24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	5.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	7.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T9	3.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T9	6.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	0.82	1.00	0.92	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	1.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ4	9.36	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 Ώρα (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
E3	9.30	-98	-78	-55	-29	-5	14	26	31	26	15	-2
E5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E3	0.76	-8	-6	-5	-2	-0	1	2	3	2	1	-0
A7	2.24	-48	-38	-27	-14	-2	7	13	15	13	7	-1
E3	5.10	-54	-43	-30	-16	-3	8	14	17	14	8	-1
E3	7.95	-84	-67	-47	-25	-4	12	22	26	22	13	-1
E3	4.50	-48	-38	-27	-14	-2	7	13	15	13	7	-1
T9	3.75	7	5	4	4	4	4	6	8	10	13	15
T5	0.75	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
T5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T9	6.75	13	12	13	16	20	24	28	32	36	38	40
A10	0.82	401	418	287	148	129	121	115	109	101	92	103
T5	1.60	2	2	2	3	4	4	5	6	7	7	7
T5	0.43	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Δ4	9.36	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	70	87.5

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπ	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ρόγραμμα											
Φορτίο	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, Ελαφρά εργασία	81	52	8	648	416	1064

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Φορτίο Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ον											
Σύνολο	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (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	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85
Άτομα (Αισθητό)	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Άτομα (Λανθάνον)	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Άτομα (Σύνολο)	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060
Συσκευές (Αισθητό)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Χαραμάδες	-11	2	17	34	50	62	70	73	70	63	52

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (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	896	943	849	808	890	1020	1124	1154	1138	1094	1042
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1312	1318	1182	1141	1222	1395	1540	1570	1554	1510	1458

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ
Χώρος : 6
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. Σκίαση
E3	E	1.74	3.95	3.00	11.85	1	11.85		11.85			
T9	Δ	0.66	6.20	3.00	18.60	1	18.60	7.53	11.07			
A10	Δ	2.79	0.82	1.00	0.82	1	0.82		0.82		ΣΚΙΑ	
A10	Δ	2.79	1.30	2.20	2.86	1	2.86		2.86		ΣΚΙΑ	
T5	Δ	0.52	6.20	0.50	3.10	1	3.10		3.10			
T5	Δ	0.52	0.30	2.50	0.75	1	0.75		0.75			
T9	N	0.66	3.95	3.00	11.85	1	11.85	2.43	9.42			
T5	N	0.52	3.95	0.50	1.98	1	1.98		1.98			
T5	N	0.52	0.18	2.50	0.45	1	0.45		0.45			
E3	E	1.74	6.20	3.00	18.60	1	18.60	1.76	16.84			
A7	E	3.49	0.80	2.20	1.76	1	1.76		1.76			
Δ4		0.65	1	24.44	24.44	1	24.44		24.44			

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
E3	11.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T9	11.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.74	1.00	1.00
A10	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.63	0.88	1.00	1.00
T5	3.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T9	9.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	1.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	16.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A7	1.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ4	24.44	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 Ώρα (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
E3	11.85	-125	-100	-71	-37	-6	18	33	39	33	20	-2
T9	11.07	34	29	25	22	20	19	19	21	26	33	42

A10	0.82	69	69	77	85	93	98	99	139	314	441	425
A10	2.86	239	242	269	295	324	342	360	822	1294	1589	1510
T5	3.10	8	6	6	5	4	4	4	5	6	7	9
T5	0.75	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
T9	9.42	17	14	11	10	9	11	14	19	25	32	38
T5	1.98	3	2	2	2	2	2	2	3	4	5	6
T5	0.45	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
E3	16.84	-178	-142	-100	-53	-8	25	47	56	47	28	-3
A7	1.76	-37	-30	-21	-11	-2	5	10	12	10	6	-1
Δ4	24.44	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79	-79

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	150	187.5

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	163	158	147	147	146	174	177	178	179	181	182

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, Ελαφρά εργασία	81	52	8	648	416	1064

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Φορτίο	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416

Λανθάνον											
Σύνολο	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (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	163	158	147	147	146	174	177	178	179	181	182
Άτομα (Αισθητό)	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Άτομα (Λανθάνον)	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Άτομα (Σύνολο)	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060
Συσκευές (Αισθητό)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Συσκευές	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ς (Λανθάνον)											
Συσκευές (Σύνολο)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Χαραμάδες	-19	3	28	56	82	102	115	120	115	104	85

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (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	872	905	972	1107	1247	1425	1559	2101	2744	3138	2988
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1288	1279	1304	1440	1580	1800	1975	2517	3160	3554	3404

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ
Χώρος : 7
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. Σκίαση
E3	E	1.74	4.05	3.00	12.15	1	12.15		12.15			
E3	E	1.74	3.00	3.00	9.00	1	9.00	1.76	7.24			
A7	E	3.49	0.80	2.20	1.76	1	1.76		1.76			
E3	E	1.74	1.00	3.00	3.00	1	3.00	2.24	0.76			
A7	E	3.49	1.02	2.20	2.24	1	2.24		2.24			
E3	E	1.74	2.90	3.00	8.70	1	8.70	1.76	6.94			
A7	E	3.49	0.80	2.20	1.76	1	1.76		1.76			
E3	E	1.74	4.85	3.00	14.55	1	14.55	3.52	11.03			
A7	E	3.49	0.80	2.20	1.76	1	1.76		1.76			
A7	E	3.49	0.80	2.20	1.76	1	1.76		1.76			
T9	B	0.66	5.05	3.00	15.15	1	15.15	6.51	8.64			
A1	B	5.23	0.83	1.00	0.83	1	0.83		0.83		ΣΚΙΑ	
A10	B	2.79	1.01	2.20	2.22	1	2.22		2.22		ΣΚΙΑ	
T5	B	0.52	5.05	0.50	2.53	1	2.53		2.53			
T5	B	0.52	0.37	2.50	0.93	1	0.93		0.93			
T9	Δ	0.66	4.75	3.00	14.25	1	14.25	7.66	6.59			
A10	Δ	2.79	1.30	2.20	2.86	1	2.86		2.86		ΣΚΙΑ	
A10	Δ	2.79	0.82	1.00	0.82	1	0.82		0.82		ΣΚΙΑ	
A10	Δ	2.79	0.85	1.00	0.85	1	0.85		0.85		ΣΚΙΑ	
T5	Δ	0.52	4.75	0.50	2.38	1	2.38		2.38			
T5	Δ	0.52	0.30	2.50	0.75	1	0.75		0.75			
Δ4		0.65	1	27.11	27.11	1	27.11		27.11			

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
E3	12.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	7.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A7	1.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	0.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A7	2.24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	6.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

A7	1.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	11.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A7	1.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A7	1.76	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T9	8.64	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A1	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A10	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	2.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T9	6.59	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	2.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.63	0.88	1.00	1.00
A10	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.74	1.00	1.00
A10	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.74	1.00	1.00
T5	2.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Δ4	27.11	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 Ώρα (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
E3	12.15	-129	-102	-72	-38	-6	18	34	40	34	20	-2
E3	7.24	-77	-61	-43	-23	-4	11	20	24	20	12	-1
A7	1.76	-37	-30	-21	-11	-2	5	10	12	10	6	-1
E3	0.76	-8	-6	-5	-2	-0	1	2	3	2	1	-0
A7	2.24	-48	-38	-27	-14	-2	7	13	15	13	7	-1
E3	6.94	-73	-59	-41	-22	-3	10	20	23	20	11	-1
A7	1.76	-37	-30	-21	-11	-2	5	10	12	10	6	-1
E3	11.03	-117	-93	-66	-35	-5	16	31	36	31	18	-2
A7	1.76	-37	-30	-21	-11	-2	5	10	12	10	6	-1
A7	1.76	-37	-30	-21	-11	-2	5	10	12	10	6	-1
T9	8.64	12	10	9	8	9	9	11	13	16	19	23
A1	0.83	68	74	87	99	111	119	121	120	114	104	115
A10	2.22	169	179	206	229	251	265	268	263	248	226	255
T5	2.53	3	2	2	2	2	2	3	3	4	4	5
T5	0.93	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
T9	6.59	21	18	15	13	12	11	12	13	15	19	25
A10	2.86	239	242	269	295	324	342	360	822	1294	1589	1510
A10	0.82	69	69	77	85	93	98	99	139	314	441	425
A10	0.85	71	72	80	88	96	102	102	144	325	457	441
T5	2.38	6	5	4	4	3	3	3	4	4	6	7
T5	0.75	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Δ4	27.11	-88	-88	-88	-88	-88	-88	-88	-88	-88	-88	-88

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	150	187.5

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	163	158	147	147	146	174	177	178	179	181	182

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, Ελαφρά εργασία	81	52	8	648	416	1064

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Φορτίο Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (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	163	158	147	147	146	174	177	178	179	181	182
Άτομα (Αισθητό)	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Άτομα (Λανθάνον)	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Άτομα (Σύνολο)	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060
Συσκευές (Αισθητό)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Χαραμάδες	-62	9	91	183	271	336	380	396	380	342	282

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (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	850	1004	1240	1554	1864	2163	2363	2961	3735	4168	3949
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1266	1378	1573	1887	2197	2537	2779	3377	4151	4584	4365

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 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
E3	E	1.74	3.95	3.00	11.85	1	11.85		11.85			
E3	E	1.74	3.20	3.00	9.60	1	9.60		9.60			
T9	B	0.66	3.95	3.00	11.85	1	11.85	3.34	8.51			
A10	B	2.79	1.36	1.00	1.36	1	1.36		1.36		ΣΚΙΑ	
T5	B	0.52	3.95	0.50	1.98	1	1.98		1.98			
T5	B	0.52	0.00	2.50		1						
T9	Δ	0.66	3.15	3.00	9.45	1	9.45	4.30	5.15			
A10	Δ	2.79	1.20	2.20	2.64	1	2.64		2.64		ΣΚΙΑ	
T5	Δ	0.52	3.15	0.50	1.58	1	1.58		1.58			
T5	Δ	0.52	0.03	2.50	0.08	1	0.08		0.08			
O4			1	12.55	12.55	1	12.55		12.55			

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
E3	11.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	9.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T9	8.51	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	1.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	1.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T9	5.15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	2.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.65	0.89	1.00	1.00
T5	1.58	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O4	12.55	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 Ώρα (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
E3	11.85	-125	-100	-71	-37	-6	18	33	39	33	20	-2
E3	9.60	-102	-81	-57	-30	-5	14	27	32	27	16	-2
T9	8.51	12	10	9	8	8	9	11	13	16	19	23
A10	1.36	104	109	126	140	154	162	164	161	152	139	156
T5	1.98	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4
T5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T9	5.15	16	14	12	10	9	9	9	10	12	15	19
A10	2.64	221	223	248	272	299	315	342	770	1205	1469	1396
T5	1.58	4	3	3	2	2	2	2	2	3	4	5
T5	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
O4	12.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	70	87.5

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι, Ελαφρά εργασία	81	52	8	648	416	1064

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

μα											
Φορτίο Αισθητό	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Φορτίο Λανθάν ον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπ ρόγραμ μα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Φορτίο Λανθάν ον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (Watt)

Είδος Φορτίο υ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Φωτισμ ός	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85
Άτομα (Αισθητ ό)	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Άτομα (Λανθάν ον)	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Άτομα (Σύνολο)	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060
Συσκευέ	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

ς (Αισθητό)											
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Χαραμάδες	-13	2	19	39	57	71	80	83	80	72	59

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (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	971	986	1036	1141	1250	1387	1508	1961	2382	2611	2515
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1387	1361	1369	1474	1583	1762	1924	2377	2798	3027	2931

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 2

Ονομασία : WC

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. Σκίαση
E3	E	1.74	1.80	3.00	5.40	1	5.40	1.39	4.01			
A7	E	3.49	0.63	2.20	1.39	1	1.39		1.39			
E3	E	1.74	3.10	3.00	9.30	1	9.30		9.30			
T9	Δ	0.66	1.80	3.00	5.40	1	5.40	1.42	3.98			
A10	Δ	2.79	0.86	0.60	0.52	1	0.52		0.52		ΣΚΙΑ	
T5	Δ	0.52	1.80	0.50	0.90	1	0.90		0.90			
E3	E	1.74	3.10	3.00	9.30	1	9.30		9.30			
O4			1	5.59	5.59	1	5.59		5.59			

Συντελεστές Σκίασης Επιφανειών

Είδ. Επιφ.	Επιφ. Υπολ.	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
------------	-------------	------	------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------

	(m ²)											
E3	4.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A7	1.39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T9	3.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	1.00	1.00
T5	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O4	5.59	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 Ώρα (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
E3	4.01	-42	-34	-24	-13	-2	6	11	13	11	7	-1
A7	1.39	-29	-24	-17	-9	-1	4	8	9	8	5	-0
E3	9.30	-98	-78	-55	-29	-5	14	26	31	26	15	-2
T9	3.98	12	11	9	8	7	7	7	8	9	12	15
A10	0.52	44	44	49	54	59	62	63	62	169	274	266
T5	0.90	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	3
E3	9.30	-98	-78	-55	-29	-5	14	26	31	26	15	-2
O4	5.59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	70	87.5

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 μμ	9 μμ	10 μμ	11 μμ	12 μμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο

Καθισμένος, Ελαφρά εργασία	81	52	8	648	416	1064
----------------------------------	----	----	---	-----	-----	------

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Φορτίο Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (Watt)

Είδος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
-------	------	------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------

Φορτίο												
Φωτισμός	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85	
Άτομα (Αισθητό)	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644	
Άτομα (Λανθάνον)	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416	
Άτομα (Σύνολο)	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060	
Συσκευές (Αισθητό)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Συσκευές (Σύνολο)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	
Χαραμάδες	-10	1	14	29	42	53	59	62	59	53	44	

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (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	632	647	668	747	826	946	1040	1064	1162	1238	1181
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1048	1022	1001	1079	1159	1320	1456	1480	1578	1654	1597

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 3

Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 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. Σκίαση

E3	E	1.74	0.20	3.00	0.60	1	0.60		0.60			
E3	E	1.74	0.50	3.00	1.50	1	1.50		1.50			
E3	E	1.74	2.80	3.00	8.40	1	8.40	1.39	7.01			
A7	E	3.49	0.63	2.20	1.39	1	1.39		1.39			
E3	E	1.74	3.25	3.00	9.75	1	9.75		9.75			
T9	Δ	0.66	3.00	3.00	9.00	1	9.00	4.25	4.75			
A10	Δ	2.79	1.25	2.20	2.75	1	2.75		2.75		ΣΚΙΑ	
T5	Δ	0.52	3.00	0.50	1.50	1	1.50		1.50			
E3	E	1.74	2.75	3.00	8.25	1	8.25		8.25			
O4			1	9.60	9.60	1	9.60		9.60			

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
E3	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	7.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A7	1.39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	9.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T9	4.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.65	0.89	1.00	1.00
T5	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	8.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
O4	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 Ώρα (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
E3	0.60	-6	-5	-4	-2	-0	1	2	2	2	1	-0
E3	1.50	-16	-13	-9	-5	-1	2	4	5	4	2	-0
E3	7.01	-74	-59	-42	-22	-3	10	20	23	20	12	-1
A7	1.39	-29	-24	-17	-9	-1	4	8	9	8	5	-0
E3	9.75	-103	-82	-58	-31	-5	15	27	32	27	16	-2
T9	4.75	15	13	11	9	9	8	8	9	11	14	18
A10	2.75	230	232	258	283	311	329	356	802	1255	1530	1454
T5	1.50	4	3	3	2	2	2	2	2	3	3	4
E3	8.25	-87	-70	-49	-26	-4	12	23	27	23	14	-1
O4	9.60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	70	87.5

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένοι, Ελαφρά εργασία	81	52	8	648	416	1064

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Φορτίο Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (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	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85
Άτομα (Αισθητό)	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Άτομα (Λανθάνον)	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Άτομα (Σύνολο)	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060
Συσκευές (Αισθητό)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Χαραμάδες	-14	2	21	42	62	77	87	91	87	78	64

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (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
Αισθητό	770	802	860	978	1098	1245	1375	1851	2292	2530	2392
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1186	1176	1193	1311	1431	1620	1791	2267	2708	2946	2808

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 4

Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 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
E3	E	1.74	3.05	3.00	9.15	1	9.15	0.12	9.03			
E5	E		0.04	3.00	0.12	1	0.12		0.12			
E3	E	1.74	1.05	3.00	3.15	1	3.15	1.56	1.59			
A7	E	3.49	0.71	2.20	1.56	1	1.56		1.56			
E3	E	1.74	0.50	3.00	1.50	1	1.50		1.50			
E3	E	1.74	0.20	3.00	0.60	1	0.60		0.60			
E3	E	1.74	2.85	3.00	8.55	1	8.55		8.55			
T9	Δ	0.66	2.80	3.00	8.40	1	8.40	2.12	6.28			
A10	Δ	2.79	1.20	0.60	0.72	1	0.72		0.72		ΣΚΙΑ	
T5	Δ	0.52	2.80	0.50	1.40	1	1.40		1.40			
T5	Δ	0.52	0.00	2.50		1						
T9	N	0.66	4.40	3.00	13.20	1	13.20	5.83	7.37			
A10	N	2.79	1.25	2.20	2.75	1	2.75		2.75		ΣΚΙΑ	
T5	N	0.52	4.40	0.50	2.20	1	2.20		2.20			
T5	N	0.52	0.00	2.50		1						
T5	N	0.52	0.35	2.50	0.88	1	0.88		0.88			
O4			1	12.72	12.72	1	12.72		12.72			

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
E3	9.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E5	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A7	1.56	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	8.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

T9	6.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.59	1.00	1.00
T5	1.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T9	7.37	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	2.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	2.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O4	12.72	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 Ώρα (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
E3	9.03	-96	-76	-54	-28	-4	13	25	30	25	15	-1
E5	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E3	1.59	-17	-13	-9	-5	-1	2	4	5	4	3	-0
A7	1.56	-33	-26	-19	-10	-2	5	9	10	9	5	-1
E3	1.50	-16	-13	-9	-5	-1	2	4	5	4	2	-0
E3	0.60	-6	-5	-4	-2	-0	1	2	2	2	1	-0
E3	8.55	-90	-72	-51	-27	-4	13	24	28	24	14	-1
T9	6.28	20	17	14	13	11	11	11	12	15	18	24
A10	0.72	60	61	68	74	82	86	87	85	233	379	369
T5	1.40	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3	4
T5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T9	7.37	13	11	9	7	7	9	11	15	20	25	29
A10	2.75	209	221	255	283	311	329	331	326	307	280	316
T5	2.20	3	3	2	2	2	2	3	4	5	6	7
T5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	0.88	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
O4	12.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	70	87.5

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπ	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ρόγραμμα											
Φορτίο	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, Ελαφρά εργασία	81	52	8	648	416	1064

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Φορτίο Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ον											
Σύνολο	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (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	76	74	69	69	68	81	83	83	84	84	85
Άτομα (Αισθητό)	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Άτομα (Λανθάνον)	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Άτομα (Σύνολο)	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060
Συσκευές (Αισθητό)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Χαραμάδες	-18	3	27	55	81	100	113	118	113	102	84

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (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	886	916	978	1095	1213	1360	1466	1491	1617	1711	1688
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1302	1291	1311	1428	1546	1735	1882	1907	2033	2127	2104

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ
Χώρος : 5
Ονομασία : ΣΑΛΟΝΙ - 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. Σκίαση
E3	E	1.74	3.30	3.00	9.90	1	9.90		9.90			
E3	E	1.74	0.85	3.00	2.55	1	2.55		2.55			
E3	E	1.74	1.80	3.00	5.40	1	5.40	1.39	4.01			
A7	E	3.49	0.63	2.20	1.39	1	1.39		1.39			
E3	E	1.74	0.10	3.00	0.30	1	0.30		0.30			
E3	E	1.74	2.90	3.00	8.70	1	8.70	1.39	7.31			
A7	E	3.49	0.63	2.20	1.39	1	1.39		1.39			
E3	E	1.74	0.75	3.00	2.25	1	2.25		2.25			
E3	E	1.74	3.15	3.00	9.45	1	9.45	0.15	9.30			
E5	E		0.05	3.00	0.15	1	0.15		0.15			
T9	N	0.66	3.70	3.00	11.10	1	11.10	2.53	8.57			
A10	N	2.79	0.60	1.00	0.60	1	0.60		0.60		ΣΚΙΑ	
T5	N	0.52	3.70	0.50	1.85	1	1.85		1.85			
T5	N	0.52	0.03	2.50	0.08	1	0.08		0.08			
T9	A	0.66	11.15	3.00	33.45	1	33.45	15.08	18.37			
A10	A	2.79	2.35	2.20	5.17	1	5.17		5.17		ΣΚΙΑ	
A10	A	2.79	1.76	2.20	3.87	1	3.87		3.87		ΣΚΙΑ	
A10	A	2.79	1.02	2.20	2.24	1	2.24		2.24		ΣΚΙΑ	
A10	A	2.79	1.46	1.00	1.46	1	1.46		1.46		ΣΚΙΑ	
T5	A	0.52	0.08	3.00	0.24	1	0.24		0.24			
T5	A	0.52	0.33	3.00	0.99	1	0.99		0.99			
T5	A	0.52	0.33	3.00	0.99	1	0.99		0.99			
T5	A	0.52	0.04	3.00	0.12	1	0.12		0.12			
T9	B	0.66	4.10	3.00	12.30	1	12.30	4.65	7.65			
A10	B	2.79	0.81	2.20	1.78	1	1.78		1.78		ΣΚΙΑ	
T5	B	0.52	4.10	0.50	2.05	1	2.05		2.05			
T5	B	0.52	0.00	2.50		1						
T5	B	0.52	0.33	2.50	0.82	1	0.82		0.82			
O4			1	47.89	47.89	1	47.89		47.89			

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
E3	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	2.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

E3	4.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A7	1.39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	7.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A7	1.39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E3	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E3	9.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
E5	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T9	8.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	1.85	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T9	18.37	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	5.17	1.00	0.96	0.78	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A10	3.87	1.00	0.96	0.78	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A10	2.24	1.00	0.96	0.78	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A10	1.46	1.00	0.92	0.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	0.24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T9	7.65	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A10	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T5	2.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T5	0.82	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
O4	47.89	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 Ώρα (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
E3	9.90	-105	-83	-59	-31	-5	15	28	33	28	16	-2
E3	2.55	-27	-21	-15	-8	-1	4	7	8	7	4	-0
E3	4.01	-42	-34	-24	-13	-2	6	11	13	11	7	-1
A7	1.39	-29	-24	-17	-9	-1	4	8	9	8	5	-0
E3	0.30	-3	-3	-2	-1	-0	0	1	1	1	0	-0
E3	7.31	-77	-62	-44	-23	-4	11	21	24	21	12	-1
A7	1.39	-29	-24	-17	-9	-1	4	8	9	8	5	-0
E3	2.25	-24	-19	-13	-7	-1	3	6	7	6	4	-0
E3	9.30	-98	-78	-55	-29	-5	14	26	31	26	15	-2
E5	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T9	8.57	15	12	10	9	9	10	13	18	23	29	34
A10	0.60	46	48	56	62	68	72	72	71	67	61	69
T5	1.85	3	2	2	1	1	2	2	3	4	5	6
T5	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T9	18.37	36	32	35	42	53	65	78	88	97	103	108

A10	5.17	2529	2722	2255	1433	915	819	758	710	654	593	657
A10	3.87	1893	2038	1688	1072	685	613	567	532	490	444	491
A10	2.24	1096	1179	977	621	397	355	328	308	283	257	284
A10	1.46	714	745	512	263	229	215	205	195	180	164	183
T5	0.24	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
T5	0.99	2	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5
T5	0.99	2	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5
T5	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
T9	7.65	11	9	8	8	8	8	10	12	14	17	20
A10	1.78	136	143	165	183	202	213	215	211	199	181	205
T5	2.05	2	2	2	2	2	2	2	2	3	4	4
T5		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	0.82	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
O4	47.89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Δεδομένα Φωτισμού (Watt)

Είδος Φωτισμού	Συντ.	Ισχύς (W)	Σύνολο
Φθορισμού γενικά	1.25	300	375

Χρονοδιάγραμμα Φωτισμού Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο	326	317	295	294	293	347	354	357	358	362	364

Δεδομένα Ατόμων (Watt)

Βαθμός Ενεργητικότητας	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Ατόμων	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Καθισμένος, Ελαφρά εργασία	81	52	8	648	416	1064

Χρονοδιάγραμμα Ατόμων Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπ	1.00	0.90	0.80	0.80	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

ρόγραμμα											
Φορτίο Αισθητό	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Φορτίο Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Δεδομένα Συσκευών (Watt)

Είδος Συσκευής	Συντ. Αισθ.	Συντ. Λανθ.	Αριθμός Συσκευών	Σύνολο Αισθ.	Σύνολο Λανθ.	Σύνολο
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64
Υπολογιστής	64	0	1	64	0	64

Χρονοδιάγραμμα Συσκευών Χώρου ανά Ώρα

Τίτλος	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Χρονοπρόγραμμα	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Φορτίο Αισθητό	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Φορτίο Λανθάνον	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Πρόσθετα Φορτία ανά Ώρα (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	326	317	295	294	293	347	354	357	358	362	364
Άτομα (Αισθητό)	648	601	548	538	533	576	627	636	640	643	644
Άτομα (Λανθάνον)	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Άτομα (Σύνολο)	1064	976	881	871	866	951	1043	1052	1056	1059	1060

Συσκευές (Αισθητό)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Συσκευές (Λανθάνον)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Συσκευές (Σύνολο)	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Χαραμάδες	-55	8	81	164	241	300	339	353	339	305	251

Συνολικά Φορτία Χώρου ανά Ώρα (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	7096	7644	6521	4694	3748	3793	3822	3770	3606	3375	3455
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	7512	8019	6854	5027	4081	4167	4238	4186	4022	3791	3871

Επίπεδο : ΙΣΟΓΕΙΟ

Χώρος : 1

Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

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	2270	2410	2153	1733	1504	1574	1637	1635	1586	1509	1514
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	2686	2784	2486	2066	1837	1949	2053	2051	2002	1925	1930

Χώρος : 2

Ονομασία : WC 1

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

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	776	790	707	747	815	929	1021	1044	1032	999	953
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1192	1164	1040	1080	1147	1304	1437	1460	1448	1415	1369

Χώρος : 3
Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

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	928	968	865	814	885	1006	1104	1129	1112	1068	1021
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1344	1343	1198	1147	1218	1381	1520	1545	1528	1484	1437

Χώρος : 4
Ονομασία : WC 2

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

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	711	699	688	730	774	869	948	969	966	950	929
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1127	1074	1020	1062	1107	1243	1364	1385	1382	1366	1345

Χώρος : 5
Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

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	896	943	849	808	890	1020	1124	1154	1138	1094	1042
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1312	1318	1182	1141	1222	1395	1540	1570	1554	1510	1458

Χώρος : 6
Ονομασία : ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

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	872	905	972	1107	1247	1425	1559	2101	2744	3138	2988
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1288	1279	1304	1440	1580	1800	1975	2517	3160	3554	3404

Χώρος : 7
Ονομασία : ΚΟΥΖΙΝΑ

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

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	850	1004	1240	1554	1864	2163	2363	2961	3735	4168	3949
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1266	1378	1573	1887	2197	2537	2779	3377	4151	4584	4365

Επίπεδο : Α ΟΡΟΦΟΣ

Χώρος : 1
Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1

Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

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	971	986	1036	1141	1250	1387	1508	1961	2382	2611	2515
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1387	1361	1369	1474	1583	1762	1924	2377	2798	3027	2931

Χώρος : 2
Ονομασία : WC
Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
---------------	------	------	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------

υ											
Αισθητό	632	647	668	747	826	946	1040	1064	1162	1238	1181
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1048	1022	1001	1079	1159	1320	1456	1480	1578	1654	1597

Χώρος : 3
Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 2
Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου υ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	770	802	860	978	1098	1245	1375	1851	2292	2530	2392
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1186	1176	1193	1311	1431	1620	1791	2267	2708	2946	2808

Χώρος : 4
Ονομασία : ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 3
Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου υ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	886	916	978	1095	1213	1360	1466	1491	1617	1711	1688
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	1302	1291	1311	1428	1546	1735	1882	1907	2033	2127	2104

Χώρος : 5
Ονομασία : ΣΑΛΟΝΙ - ΚΟΥΖΙΝΑ
Συνολικά Φορτία Χώρων Ανα Ώρα

Είδος Φορτίου υ	8 πμ	9 πμ	10 πμ	11 πμ	12 πμ	1 μμ	2 μμ	3 μμ	4 μμ	5 μμ	6 μμ
Αισθητό	7096	7644	6521	4694	3748	3793	3822	3770	3606	3375	3455
Λανθάνον	416	374	333	333	333	374	416	416	416	416	416
Σύνολο	7512	8019	6854	5027	4081	4167	4238	4186	4022	3791	3871

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΩΡΕΣ 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

18

23 ΙΟΥΛ.

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	7	9	8	6	6	7	7	9	11	
Rad.	:	5	6	5	4	4	3	3	4	5	6
Con.	:	2	3	2	2	2	3	4	5	6	6
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rad.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Con.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	8	7	7	6	6	7	8	8	8	8
Rad.	:	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
Con.	:	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	:	-0	0	0	1	1	1	1	2	2	2
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	:	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	:	18	19	18	16	16	18	19	21	23	
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	:	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ	:	23	23	22	20	20	22	24	26	28	29

24 ΑΥΓ.

ΦΟΡΤΙΑ ΧΩΡΟΥ											
ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	:	6	8	8	6	5	6	7	9	11	
Rad.	:	5	6	5	4	4	3	3	4	5	6

Con.	:	1	3	2	2	2	3	3	5	6	6
						4					
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
					1	1					
Rad.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
						1					
Con.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
						1					
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	8	7	7	7	6	6	7	8	8	8
					8	8					
Rad.	:	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
						5					
Con.	:	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3
						3					
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
					2	2					
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
						0					
Con.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
						1					
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	:	-0	-0	0	0	1	1	1	1	1	1
					1	1					
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	:	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
					5	5					
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0					
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	:	16	18	17	17	16	16	17	19	21	23
					23	21					
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	:	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
					5	5					
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0					
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0					
ΣΥΝΟΛΟ :		21	23	21	20	20	22	24	26	28	28
						26					

Rad.	:	5	6	5	4	4	3	3	4	5	6
Con.	:	1	3	2	2	2	3	3	5	6	6
ΦΩΤΙΣΜΟΣ	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rad.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Con.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΑΙΣΘ. ΑΤΟΜ.	:	8	7	7	6	6	7	8	8	8	8
Rad.	:	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
Con.	:	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3
ΑΙΣΘ. ΣΥΣΚ.	:	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Rad.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con.	:	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	:	-0	-0	0	1	1	1	1	1	1	1
ΛΑΝΘ. ΑΤΟΜ.	:	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5
ΛΑΝΘ. ΣΥΣΚ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝ.ΑΙΣ.ΧΩΡ	:	16	18	17	16	16	17	19	21	23	23
ΣΥΝ.ΛΑΝ.ΧΩΡ	:	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5
ΦΟΡΤΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ											
ΑΙΣΘ. ΑΕΡ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΛΑΝΘ. ΑΕΡ.	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ΣΥΝΟΛΟ ΣΥΣ.	:	21	23	21	20	20	22	24	26	28	28

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΜΗΝΑ ΚΑΙ ΩΡΑ ΧΩΡΙΣ ΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ (KW)

ΩΡΕΣ	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
23 ΙΟΥΛ.	23	23	22	20	20	22	24	26	28	29
24 ΑΥΓ.	21	23	21	20	20	22	24	26	28	28

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Διάμετρος σωλήνωσης εναλλάκτη

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

²<https://eclass.hmu.gr/modules/document/index.php?course=TM179&download=/53da0e87dc hv/53da0eb4BUcc.pdf>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV



Water-to-water reversible heat pumps

AUREA 2

Cooling capacity: 7 to 28 kW
Heating capacity: 9 to 36 kW

Neuvelles gammes

**Total comfort, slim design.
Environmentally sound heating.
The most ecological and cost-effective solution for your comfort.**


Cooling


Heating


Hydraulic module









Water-to-water reversible heat pumps

AUREA 2

QUICK SELECTION GUIDE

AUREA 2	30H	40H	50HT	65HT	80HT	100HT	120HT
Number of circuits	1						
Cooling capacity (1)	6.9	9.2	12.7	15.5	18.4	23.2	27.6
Compressor power input (1)	2.1	2.6	3.2	3.9	4.8	5.8	6.9
Heating capacity (2)	9.4	12.1	16.0	19.8	24.5	31	36.3
Compressor power input (2)	2	2.4	3.1	3.7	4.6	5.5	6.6
COP (2)	4.7	5	5.2	5.3	5.3	5.6	5.4
Sound power level - dBA (2)	56	56	58	61	61	63	66

(1) Cooling capacities given for chilled water at 7/12°C and a condenser temperature of 30/35°C

(2) Heating capacities given for hot water at 35/30°C and an evaporator temperature of 10°C



Water-to-water reversible heat pumps

AUREA 2

COOLING AND HEATING CAPACITIES

	Cold water outlet temp. (°C)	Hot water outlet temp. (°C)																		
		30			35			40			45			50			55			
		Cc KW	PI KW	Hc KW	Cc KW	PI KW	Hc KW	Cc KW	PI KW	Hc KW	Cc KW	PI KW	Hc KW	Cc KW	PI KW	Hc KW	Cc KW	PI KW	Hc KW	
30H	40% monopropylene glycol solution	-6	5.1	1.7	6.7	4.8	2.0	6.6	4.5	2.2	6.6	4.2	2.5	6.6	3.8	2.9	6.6	3.5	3.3	6.5
		-4	5.5	1.7	7.1	5.2	1.9	7.0	4.8	2.2	7.0	4.5	2.5	6.9	4.2	2.9	6.9	3.8	3.3	6.9
		-2	5.9	1.7	7.5	5.6	1.9	7.4	5.2	2.2	7.4	4.9	2.5	7.3	4.5	2.9	7.2	4.1	3.3	7.2
		0	6.4	1.7	8.0	6.0	1.9	7.9	5.6	2.2	7.8	5.3	2.5	7.7	4.9	2.9	7.6	4.5	3.3	7.5
		2	6.8	1.7	8.5	6.5	1.9	8.3	6.1	2.2	8.2	5.7	2.5	8.1	5.3	2.9	8.0	4.8	3.3	7.9
	Municipal water	5	8.0	1.6	9.6	7.5	1.9	9.4	7.0	2.2	9.1	6.5	2.5	9.0	6.1	2.9	8.8	5.6	3.2	8.6
		6	8.1	1.7	9.8	7.7	1.9	9.6	7.2	2.2	9.4	6.8	2.5	9.2	6.3	2.9	9.0	5.8	3.2	8.8
		7	8.4	1.7	10.1	8.0	1.9	9.8	7.5	2.2	9.6	7.0	2.5	9.4	6.5	2.9	9.2	6.0	3.2	9.1
		8	8.8	1.6	10.4	8.3	1.9	10.2	7.9	2.1	9.9	7.3	2.5	9.7	6.7	2.8	9.5	6.2	3.2	9.3
		10	9.3	1.7	11.0	8.8	1.9	10.7	8.3	2.2	10.4	7.8	2.5	10.2	7.2	2.8	9.9	6.7	3.2	9.7
		12	10.0	1.7	11.6	9.4	1.9	11.3	8.9	2.2	11.0	8.3	2.5	10.7	7.7	2.8	10.4	7.1	3.2	10.2
		15	11.0	1.7	12.6	10.4	1.9	12.3	9.8	2.2	11.9	9.2	2.5	11.6	8.6	2.8	11.3	7.9	3.2	11.0
		18	12.1	1.7	13.7	11.5	1.9	13.3	10.8	2.2	12.9	10.1	2.5	12.5	9.4	2.8	12.1	8.7	3.2	11.7
		20	12.8	1.7	14.4	12.1	1.9	14.0	11.4	2.2	13.5	10.7	2.5	13.1	10.0	2.8	12.7	9.2	3.1	12.2
40H	40% monopropylene glycol solution	-6	6.5	2.2	8.6	6.2	2.5	8.5	5.8	2.8	8.4	5.4	3.2	8.4	5.0	3.6	8.4	4.5	4.1	8.3
		-4	7.1	2.2	9.1	6.7	2.5	9.0	6.3	2.8	8.9	5.8	3.2	8.9	5.4	3.6	8.8	4.9	4.1	8.8
		-2	7.6	2.2	9.7	7.2	2.4	9.6	6.8	2.8	9.4	6.3	3.2	9.3	5.8	3.6	9.2	5.4	4.1	9.2
		0	8.3	2.1	10.3	7.8	2.4	10.1	7.3	2.8	10.0	6.8	3.2	9.8	6.3	3.6	9.7	5.8	4.1	9.6
		2	8.8	2.1	10.9	8.3	2.4	10.7	7.8	2.8	10.5	7.3	3.2	10.4	6.8	3.6	10.2	6.2	4.0	10.1
	Municipal water	5	10.2	2.1	12.2	9.6	2.4	12.0	9.0	2.8	11.7	8.5	3.2	11.5	7.8	3.6	11.2	7.2	4.0	11.0
		6	10.5	2.1	12.6	9.9	2.4	12.3	9.4	2.8	12.0	8.8	3.2	11.8	8.1	3.6	11.5	7.5	4.0	11.3
		7	10.9	2.1	13.0	10.3	2.4	12.7	9.7	2.8	12.4	9.1	3.2	12.1	8.4	3.6	11.8	7.8	4.0	11.6
		8	11.3	2.1	13.3	10.7	2.4	13.0	10.0	2.8	12.7	9.4	3.1	12.4	8.7	3.6	12.1	8.0	4.0	11.8
		10	12.1	2.1	14.1	11.4	2.4	13.7	10.8	2.8	13.4	10.1	3.1	13.1	9.3	3.5	12.7	8.6	4.0	12.4
		12	12.9	2.1	15.0	12.2	2.4	14.5	11.5	2.7	14.1	10.8	3.1	13.8	10.0	3.5	13.4	9.2	4.0	13.0
		15	14.2	2.1	16.3	13.4	2.4	15.8	12.7	2.7	15.3	11.9	3.1	14.9	11.0	3.5	14.4	10.3	3.9	14.1
		18	15.7	2.1	17.7	14.8	2.4	17.2	14.0	2.7	16.6	13.1	3.1	16.1	12.2	3.5	15.6	11.3	3.9	15.1
		20	16.6	2.1	18.6	15.7	2.4	18.0	14.8	2.7	17.5	13.9	3.1	16.9	12.9	3.5	16.3	12.0	3.9	15.7
40HT	40% monopropylene glycol solution	-6	6.6	2.0	8.5	6.2	2.2	8.4	5.8	2.5	8.2	5.4	2.8	8.1	5.0	3.2	8.0	4.5	3.6	7.9
		-4	7.1	2.0	9.1	6.7	2.3	8.9	6.3	2.5	8.7	5.9	2.8	8.6	5.4	3.2	8.4	4.9	3.6	8.3
		-2	7.7	2.0	9.6	7.3	2.3	9.4	6.8	2.5	9.2	6.4	2.9	9.1	5.9	3.2	8.9	5.4	3.6	8.8
		0	8.3	2.0	10.2	7.8	2.3	10.0	7.3	2.6	9.8	6.8	2.9	9.6	6.3	3.2	9.4	5.8	3.6	9.2
		2	8.9	2.0	10.9	8.4	2.3	10.6	7.9	2.6	10.4	7.4	2.9	10.1	6.8	3.2	9.9	6.3	3.6	9.7
	Municipal water	5	10.2	2.0	12.2	9.7	2.3	11.9	9.1	2.6	11.6	8.5	2.9	11.3	7.9	3.3	11.0	7.2	3.6	10.7
		6	10.6	2.0	12.6	10.0	2.3	12.2	9.4	2.6	11.9	8.8	2.9	11.6	8.1	3.3	11.3	7.5	3.7	11.0
		7	11.0	2.0	13.0	10.4	2.3	12.6	9.7	2.6	12.2	9.1	2.9	11.9	8.4	3.3	11.6	7.8	3.7	11.3
		8	11.4	2.0	13.3	10.7	2.3	13.0	10.1	2.6	12.6	9.4	2.9	12.2	8.7	3.3	11.9	8.0	3.7	11.5
		10	12.1	2.0	14.1	11.5	2.3	13.7	10.8	2.6	13.3	10.1	2.9	12.9	9.4	3.3	12.5	8.6	3.7	12.2
		12	12.9	2.0	14.9	12.2	2.3	14.5	11.5	2.6	14.1	10.8	2.9	13.6	10.0	3.3	13.2	9.3	3.7	12.8
		15	14.3	2.0	16.3	13.5	2.3	15.7	12.7	2.6	15.3	11.9	2.9	14.8	11.1	3.3	14.3	10.3	3.7	13.9
		18	15.7	2.0	17.7	14.9	2.3	17.1	14.0	2.6	16.6	13.1	2.9	16.0	12.2	3.3	15.4	11.3	3.7	14.9
		20	16.6	2.1	18.6	15.8	2.4	18.0	14.9	2.6	17.5	14.0	2.9	16.8	13.0	3.3	16.3	12.0	3.7	15.7

Cc: Validated cooling capacity based on the operating limits.
 PI: Compressor power input.
 Hc: Validated heating capacity based on the operating limits.

Glycol / water solution required.

Refer to the maintenance manual for information on adjusting the water flow rate on the outdoor exchanger (ground water loop).



Water-to-water reversible heat pumps

AUREA 2

COOLING AND HEATING CAPACITIES

	Cold water outlet temp. (°C)	Hot water outlet temp. (°C)																				
		30			35			40			45			50			55					
		Cc kW	PI kW	Hc kW	Cc kW	PI kW	Hc kW	Cc kW	PI kW	Hc kW	Cc kW	PI kW	Hc kW	Cc kW	PI kW	Hc kW	Cc kW	PI kW	Hc kW			
50HT	40% monopropylene glycol solution	-6	8.9	2.6	11.4	8.5	3.0	11.3	8.0	3.4	11.2	7.4	3.8	11.1	6.8	4.4	10.9	5.9	5.1	10.7		
		-4	9.6	2.6	12.1	9.1	3.0	12.0	8.6	3.4	11.8	8.0	3.8	11.7	7.4	4.4	11.5	6.6	5.1	11.3		
		-2	10.3	2.6	12.8	9.8	3.0	12.7	9.3	3.4	12.5	8.7	3.8	12.3	8.0	4.4	12.1	7.2	5.0	11.9		
		0	11.1	2.6	13.6	10.5	3.0	13.4	10.0	3.4	13.2	9.3	3.8	13.0	8.6	4.4	12.8	7.8	5.0	12.5		
		2	11.9	2.6	14.4	11.3	3.0	14.2	10.7	3.4	13.9	10.0	3.8	13.7	9.3	4.4	13.4	8.4	5.0	13.2		
	Municipal water	5	13.6	2.7	16.2	12.9	3.0	15.8	12.2	3.4	15.5	11.5	3.8	15.1	10.6	4.4	14.8	9.7	5.0	14.5		
		6	14.0	2.7	16.6	13.3	3.0	16.2	12.6	3.4	15.9	11.8	3.8	15.6	11.0	4.4	15.2	10.1	5.0	14.8		
		7	14.5	2.7	17.1	13.8	3.0	16.7	13.0	3.4	16.3	12.2	3.9	15.9	11.4	4.4	15.6	10.5	5.0	15.2		
		8	14.9	2.7	17.5	14.2	3.0	17.2	13.4	3.4	16.7	12.6	3.9	16.4	11.8	4.4	16.0	10.8	4.9	15.5		
		10	15.9	2.7	18.6	15.2	3.1	18.1	14.3	3.4	17.7	13.5	3.9	17.2	12.6	4.4	16.8	11.6	4.9	16.3		
		12	17.0	2.7	19.6	16.1	3.1	19.1	15.3	3.4	18.6	14.4	3.9	18.1	13.4	4.4	17.6	12.4	4.9	17.1		
		15	18.7	2.7	21.4	17.7	3.1	20.7	16.7	3.5	20.1	15.8	3.9	19.6	14.8	4.4	19.0	13.7	4.9	18.5		
		18	20.5	2.8	23.2	19.4	3.1	22.5	18.4	3.5	21.8	17.3	4.0	21.2	16.2	4.4	20.5	15.1	4.9	19.8		
		20	21.7	2.8	24.4	20.5	3.2	23.6	19.4	3.6	22.9	18.3	4.0	22.2	17.2	4.4	21.5	15.9	4.9	20.7		
		65HT	40% monopropylene glycol solution	-6	10.7	3.1	13.7	10.1	3.49	13.4	9.4	3.9	13.1	8.7	4.4	12.9	7.9	4.9	12.5	7.0	5.5	12.2
				-4	11.5	3.2	14.6	10.9	3.52	14.3	10.2	3.9	14.0	9.5	4.4	13.7	8.7	4.9	13.3	7.8	5.5	13.0
				-2	12.4	3.2	15.5	11.7	3.54	15.2	11.0	4.0	14.8	10.3	4.42	14.5	9.5	4.9	14.1	8.6	5.5	13.8
				0	13.4	3.2	16.4	12.7	3.57	16.1	11.9	4.0	15.8	11.1	4.5	15.4	10.3	5.0	15.0	9.4	5.5	14.6
2	14.4			3.2	17.5	13.6	3.60	17.1	12.8	4.0	16.7	12.0	4.5	16.3	11.1	5.0	15.9	10.2	5.6	15.4		
Municipal water	5		16.7	3.2	19.8	15.6	3.7	19.2	14.8	4.1	18.7	13.8	4.6	18.2	12.8	5.1	17.7	11.8	5.6	17.2		
	6		17.1	3.3	20.3	16.2	3.7	19.7	15.3	4.1	19.2	14.3	4.6	18.7	13.3	5.1	18.2	12.2	5.6	17.6		
	7		17.6	3.3	20.8	16.7	3.7	20.3	15.8	4.1	19.8	14.8	4.6	19.2	13.8	5.1	18.7	12.7	5.7	18.1		
	8		18.2	3.3	21.4	17.3	3.7	20.9	16.3	4.1	20.3	15.3	4.6	19.7	14.3	5.1	19.2	13.2	5.7	18.6		
	10		19.5	3.3	22.7	18.5	3.7	22.1	17.5	4.1	21.5	16.4	4.6	20.9	15.3	5.1	20.2	14.1	5.7	19.6		
	12		20.8	3.3	24.0	19.7	3.7	23.3	18.6	4.2	22.7	17.5	4.6	22.0	16.3	5.2	21.3	15.1	5.7	20.6		
	15		22.8	3.4	26.1	21.7	3.8	25.4	20.5	4.2	24.6	19.2	4.7	23.8	18.0	5.2	23.0	16.8	5.8	22.3		
	18		25.1	3.4	28.5	23.8	3.8	27.6	22.5	4.2	26.7	21.2	4.7	25.8	19.8	5.2	24.9	18.4	5.8	24.0		
	20		26.5	3.4	29.9	25.2	3.8	28.9	24.0	4.2	28.1	22.4	4.7	27.0	21.0	5.3	26.1	19.5	5.8	25.2		
	80HT		40% monopropylene glycol solution	-6	13.0	3.8	16.7	12.3	4.3	16.4	11.5	4.8	16.1	10.7	5.3	15.8	9.8	6.0	15.5	8.9	6.7	15.2
				-4	14.1	3.9	17.8	13.3	4.3	17.4	12.5	4.8	17.1	11.6	5.4	16.7	10.7	6.0	16.4	9.8	6.7	16.1
				-2	15.2	3.9	19.0	14.4	4.3	18.6	13.5	4.8	18.2	12.6	5.4	17.8	11.7	6.0	17.4	10.7	6.7	17.0
				0	16.4	3.9	20.2	15.5	4.4	19.7	14.6	4.9	19.3	13.7	5.4	18.9	12.7	6.0	18.4	11.6	6.7	18.0
2		17.6		3.9	21.5	16.7	4.4	21.0	15.8	4.9	20.5	14.8	5.5	20.0	13.7	6.1	19.5	12.6	6.8	19.0		
Municipal water		5	20.2	4.0	24.1	19.2	4.5	23.5	18.2	5.0	23.0	17.0	5.5	22.3	15.8	6.2	21.7	14.5	6.8	21.1		
		6	20.9	4.0	24.8	19.9	4.5	24.2	18.8	5.0	23.6	17.6	5.6	23.0	16.4	6.2	22.3	15.1	6.9	21.6		
		7	21.6	4.0	25.6	20.6	4.5	24.9	19.4	5.0	24.3	18.2	5.6	23.6	16.9	6.2	22.9	15.6	6.9	22.2		
		8	22.3	4.1	26.3	21.3	4.5	25.6	20.1	5.0	24.9	18.8	5.6	24.2	17.5	6.2	23.5	16.2	6.9	22.8		
		10	23.9	4.1	27.8	22.7	4.5	27.1	21.5	5.1	26.4	20.1	5.6	25.6	18.8	6.3	24.8	17.4	6.9	24.0		
		12	25.4	4.1	29.4	24.2	4.5	28.6	22.9	5.1	27.8	21.5	5.7	27.0	20.1	6.3	26.1	18.6	7.0	25.3		
		15	27.9	4.1	31.9	26.5	4.6	31.0	25.1	5.1	30.1	23.7	5.7	29.2	22.1	6.3	28.2	20.5	7.0	27.3		
		18	30.3	4.2	34.4	28.9	4.6	33.4	27.4	5.1	32.4	25.8	5.7	31.3	24.1	6.4	30.3	22.5	7.0	29.3		
		20	31.9	4.2	36.0	30.5	4.6	35.0	28.9	5.2	33.9	27.2	5.8	32.8	25.5	6.4	31.7	23.8	7.1	30.6		

Cc: Validated cooling capacity based on the operating limits.
 PI: Compressor power input.
 Hc: Validated heating capacity based on the operating limits.

Glycol / water solution required.
 Refer to the maintenance manual for information on adjusting the water flow rate on the outdoor exchanger (ground water loop).