

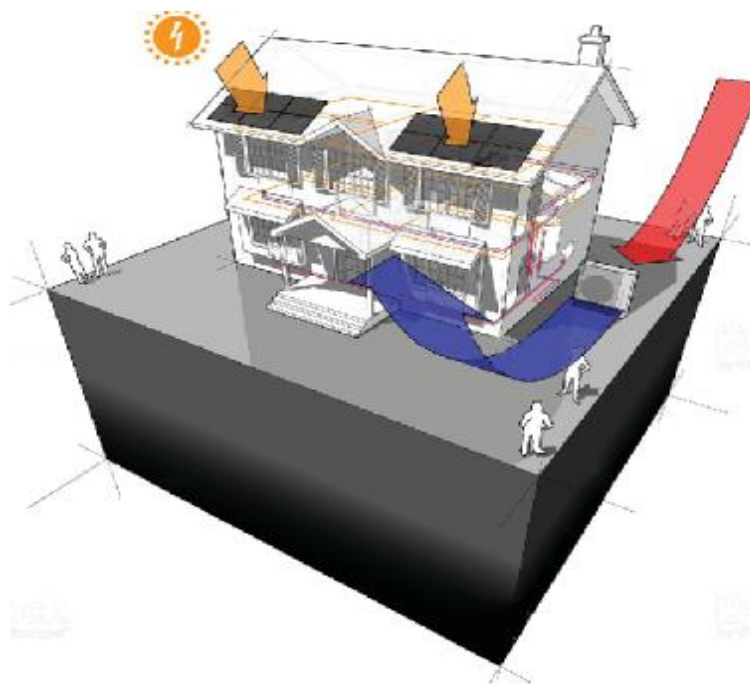
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΥΨΗ ΤΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΟΙΚΙΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ
ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΛΙΤΣΑΚΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

ΣΤΑΘΕΡΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΡΩΜΑΙΟΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ, ΧΗΜΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΠΑΤΡΑ, 2018

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή εργασία είναι ένα κομμάτι που αποτελεί την κορύφωση των σπουδών μας στο ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας και αποτελεί μία πολύμηνη προσπάθεια για το καλύτερο δυνατόν αποτέλεσμα.

Καθ'όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μας, μας κέντρισε το ενδιαφέρον η ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων και η χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, πράγμα το οποίο έπαιξε σημαντικό ρόλο για την επιλογή του συγκεκριμένου θέματος.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την οικογένεια μας για την στήριξη και την υπομονή που έδειξαν σε όλη τη διάρκεια της προσπάθειας μας, καθώς και τον καθηγητή μας κ. Α. Ρωμαίο που συνέβαλλε στην πραγματοποίηση αυτής της εργασίας.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι σπουδαστές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι σπουδαστές

(Ονοματεπώνυμο)

.....

(Υπογραφή)

(Ονοματεπώνυμο)

.....

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία αυτή αναφέρεται στη μελέτη και εγκατάσταση για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μιας νεόδμητης κατοικίας στη Πάρο, με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ειδικότερα, στο πρώτο κεφάλαιο αναλύονται οι απαραίτητες θεωρητικές γνώσεις των fan coil, της αντλίας θερμότητας, των φωτοβολταϊκών πάνελ και των ηλιακών συλλεκτών.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναλυτικά ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων της οικίας μας βάσει του κανονισμού TOTEE K.EN.AK και ASHRAE αντίστοιχα.

Στο τρίτο κεφάλαιο υπολογίζονται αναλυτικά τα fan coils βάσει της μελέτης θέρμανσης και ψύξης που έγινε παραπάνω. Εφόσον έχει γίνει η επιλογή των μοντέλων των fan coil, στο τέταρτο κεφάλαιο προχωράμε στην διαστασιολόγηση της αντλίας θερμότητας για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών στη δυσμενέστερη περίπτωση.

Αρχικά, στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται η εύρεση της μέσης ηλιακής ακτινοβολίας για την Πάρο από τον ιστότοπο του PVGIS. Ύστερα μετά από έρευνα αγοράς επιλέγεται το μοντέλο του φωτοβολταϊκού πάνελ που θα χρησιμοποιηθεί μαζί με το μοντέλο του inverter και του μετρητή ενέργειας. Στη συνέχεια, γίνεται ο υπολογισμός τριών περιπτώσεων με διαφορετικές εγκαταστημένες ισχύς του φωτοβολταϊκού μας συστήματος καθώς και της σκίασης. Έχοντας υπολογίσει όλα τα παραπάνω, στο έκτο κεφάλαιο γίνεται μία ανάλυση στον τρόπο λειτουργίας ολόκληρης της εγκατάστασης από την συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας μέχρι την κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης, θέρμανσης και ψύξης της οικίας μέσω των fan coils.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο πραγματοποιείται η οικονομοτεχνική ανάλυση, η εξαγωγή συμπερασμάτων και ο υπολογισμός του χρόνου απόσβεσης για την κάθε περίπτωση εγκατεστημένης ισχύος του φωτοβολταϊκού συστήματος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	v
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	11
1.1 Fan Coil Units (FCU)	11
1.1.1 Αρχή λειτουργίας fan coils	11
1.1.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα fan coils.....	12
1.2 Αντλία θερμότητας	12
1.2.1 Αρχή λειτουργίας αντλίας θερμότητας	12
1.2.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα αντλίας θερμότητας.....	14
1.3 Α.Π.Ε	14
1.3.1 Τι είναι Α.Π.Ε.	14
1.3.2 Ηλιακοί συλλέκτες.....	15
1.3.2.1 Αρχή λειτουργίας ηλιακών συλλεκτών.....	16
1.3.3 Φωτοβολταϊκά συστήματα.....	16
1.3.3.1 Αρχή λειτουργίας του διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ	19
2.1 Μελέτη θερμικών απωλειών κτιρίου.....	19
2.2 Μελέτη ψυκτικών φορτίων κτηρίου.....	33
2.2.1.1 Θερμικά κέρδη κτιρίου	41
2.2.1.2 Θερμικά κέρδη λόγω εξοπλισμού, ανθρώπων και φωτισμού	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : FAN COILS	44
3.1 Επιλογή και εγκατάσταση των fan coils.....	44
3.2 Επιλογή και εγκατάσταση πετσετοθηκών	46
3.3 Υπολογισμός σωληνώσεων κεντρικής θέρμανσης.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ	52
4.1 Επιλογή και εγκατάσταση αντλίας θερμότητας	52
4.2 Σχεδιάγραμμα ροής μονοσωλήνιου συστήματος	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ	56
5.1 Επιλογή φωτοβολταϊκών πάνελ.....	56
5.2 Υπολογισμοί φωτοβολταϊκών	64
5.3 Σκίαση	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ.....	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	84
7.1 Οικονομοτεχνική ανάλυση	84
7.2 Συμπεράσματα και μελλοντική εργασία	86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	92
ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ	92

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενέργεια απ' όπου κι αν προέρχεται, είτε από συμβατικές πηγές (π.χ. άνθρακας, πετρέλαιο, φυσικό αέριο) είτε από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (π.χ. ηλιακή, αιολική, γεωθερμική, βιομάζα) αποτελεί σημαντικό κομμάτι στην καθημερινότητα του κάθε ανθρώπου και αποτελεί πηγή ζωής. Ο ήλιος για παράδειγμα, είναι η κύρια πηγή ενέργειας για την διατήρηση ζωής στη Γη.

Η συνεχώς αυξανόμενη κατανάλωση ορυκτών καυσίμων τα τελευταία χρόνια για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών (π.χ. θέρμανση) οδήγησε σε περιβαλλοντικά προβλήματα και αύξηση των τιμών λόγω της μείωσης αυτών των πόρων. Η αύξηση κατανάλωσης καυσίμων σε συνδυασμό με την μείωση τους μας οδηγεί σε άλλες λύσεις, την εκμετάλευση των λεγόμενων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Με αυτόν τον τρόπο εκμεταλευόμαστε πηγές ενέργειας όπως ο ήλιος ή το νερό οι οποίες είναι ανεξάντλητες, με μηδενικό κόστος και επιπλέον δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον με ρύπους.

Για την εκμετάλευση τέτοιων πηγών ενέργειας ήταν αναγκαία η ανάπτυξη και σχεδίαση συστημάτων όπως για παράδειγμα τα φωτοβολταϊκά, έτσι ώστε να συλλέγουν ηλιακή ακτινοβολία και να την μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια στην προκειμένη περίπτωση. Η εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων παρουσιάζουν μία ραγδαία αύξηση εφόσον αποτελούν και μία οικονομικότερη λύση. Στην χώρα μας ακόμα δεν παρατηρείται σε τόσο μεγάλο βαθμό παρόλο που λόγω κλίματος και γεωγραφικής θέσης είναι ιδανική για χρήση τέτοιων συστημάτων.

Στόχος μας σε αυτή την εργασία, η μελέτη και εγκατάσταση συστημάτων για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της οικίας μας με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με σκοπό να δώσουμε μία οικονομικότερη και πιο οικολογική λύση. Η μελέτη αυτή θα περιλαμβάνει τον υπολογισμό:

- των θερμικών απωλειών,
- των ψυκτικών φορτίων,
- των fan coils,
- της αντλίας θερμότητας και
- των φωτοβολταϊκών πάνελ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο : ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

1.1 Fan Coil Units (FCU)

1.1.1 Αρχή λειτουργίας fan coils

Τα fan coils – όπως υποδηλώνει και η λέξη – είναι διατάξεις ανεμιστήρα–στοιχείου τα οποία χρησιμοποιούνται για θέρμανση αλλά και ψύξη. Παρέχουν μεγάλη ευελιξία και ποικίλουν ως προς την κατασκευαστική τους μορφή στην αγορά.

Υπάρχουν fan coils δαπέδου, δαπέδου κρυφά, καναλάτα αλλά και οροφής. Διαθέτουν διακόπτη για την εναλλαγή από θέρμανση σε ψύξη. Ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής του ανεμιστήρα έχουμε fan coils τριών ή περισσότερων ταχυτήτων (χαμηλή, μεσαία και υψηλή ταχύτητα). Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως στις περισσότερες περιπτώσεις για χρήση του ανεμιστήρα σε υψηλές ταχύτητες δημιουργούνται θέματα θορύβου. Επίσης, είναι δυνατόν να έχουμε θέρμανση και ψύξη ταυτόχρονα σε δύο διαφορετικούς χώρους.

Τα fan coils τροφοδοτούνται με νερό από αντλίες θερμότητας, λέβητα αλλά και οποιαδήποτε άλλη πηγή ενέργειας. Ένα μειονέκτημα είναι η υγραποίηση (δημιουργία συμπυκνωμάτων) γύρω από τους σωλήνες, σύννηθες φαινόμενο σε περιπτώσεις που δεν είναι κατάλληλα μονωμένοι οι σωλήνες. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφικά αποτελέσματα με την πάροδο του χρόνου εφόσον θα εμποτίζεται το δάπεδο μας. Στο κάτω μέρος τους φέρουν μία λεκάνη συγκέντρωσης καθώς και σωλήνα αποχέτευσης των συμπυκνωμάτων που δημιουργούνται από τους υδρατμούς.

Σε αντίθεση με τα κοινά σώματα η λειτουργία των fan coils είναι απλούστερη. Η μονάδα διαθέτει δύο σωλήνες. Τον σωλήνα παροχής νερού (κάτω μέρος) και τον σωλήνα επιστροφής (πάνω μέρος). Το νερό οδηγείται στο εσωτερικό της μονάδας όπου ρέει ανάμεσα στα στοιχεία. Την στιγμή εκείνη αρχίζει η περιστροφή του ανεμιστήρα με αποτέλεσμα την εισαγωγή του αέρα από το κάτω μέρος, Κατά την είσοδο του στον ανεμιστήρα ο αέρας περνάει από φίλτρο για τον καθαρισμό του από σκόνη και προσμείξεις. Στην συνέχεια οδηγείται προς την έξοδο (επάνω μέρος) έχοντας πλέον αποκτήσει την επιθυμητή θερμοκρασία με την βοήθεια της ροής του νερού στα στοιχεία (coils) και απελευθερώνεται στον χώρο. Η ταχύτητα του ανεμιστήρα, η επιθυμητή θερμοκρασία καθώς και η λειτουργία ψύξης ή θέρμανσης ελέγχεται μέσω ενός ηλεκτρικού θερμοστάτη. Σε αντίθεση με τα κοινά σώματα θέρμανσης η ροή στα fan coils είναι βεβαιασμένη.



Εικόνα 1.1 : *Fan coil* δαπέδου

1.1.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα fan coils

Μερικά από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν τα fan coils είναι τα εξής:

- ∅ Εύκολα στην τοποθέτηση
- ∅ Ποικιλία σε μορφή και είδος (δαπέδου, οροφής κ.α.)
- ∅ Γρήγορη απόσβεση χρημάτων
- ∅ Υψηλή απόδοση με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
- ∅ Δυνατότητα ψύξης αλλά και θέρμανσης – ευελιξία
- ∅ Χρήση φυσικών πηγών ενέργειας (αέρας, νερό) αντί για πετρέλαιο
- ∅ Φιλικό προς το περιβάλλον

Παρ' όλα αυτά παρουσιάζουν και μειονεκτήματα τα οποία θα πρέπει να λαμβάνουμε υπ' όψη κατά την αγορά και εγκατάσταση τέτοιων μονάδων. Αυτά είναι:

- ∅ Απαιτούν συχνή συντήριση των τμημάτων τους (π.χ. φίλτρα αέρος)
- ∅ Υγροποίηση υδρατμών γύρω από τους σωλήνες σε περιπτώσεις κακής μόνωσης
- ∅ Λόγω του ηλεκτρονικού χειρισμού των παραμέτρων (ταχύτητα ανεμιστήρα, θερμοκρασία, εναλλαγή από θέρμανση σε ψύξη) υπάρχει μία μικρή καθυστέρηση απόκρισης.

1.2 Αντλία θερμότητας

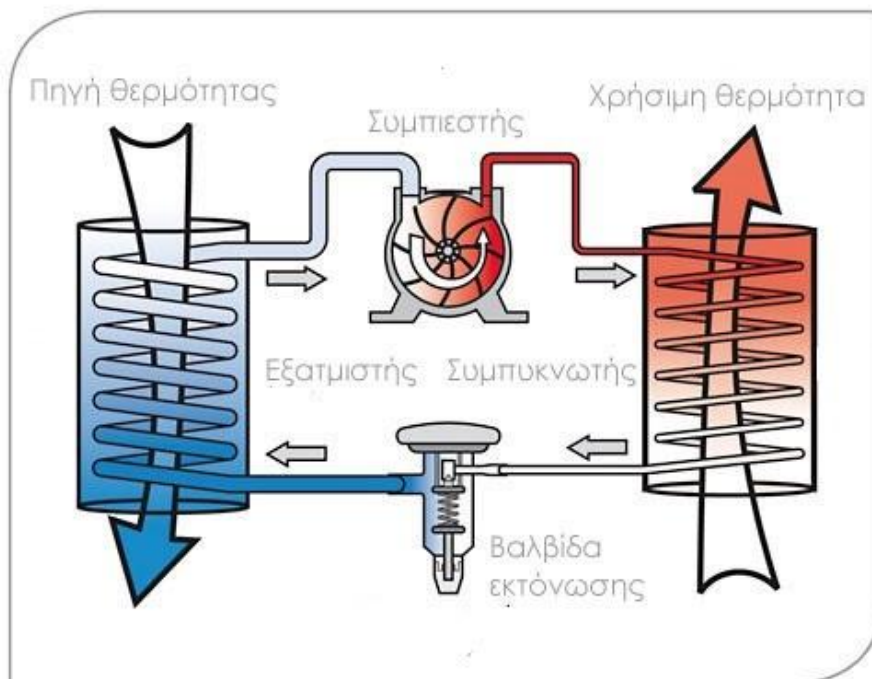
1.2.1 Αρχή λειτουργίας αντλίας θερμότητας

Ως αντλία θερμότητας ορίζουμε μία μηχανολογική διάταξη η οποία μας δίνει την δυνατότητα μεταφοράς ενέργειας από έναν χώρο χαμηλής θερμοκρασίας σε έναν χώρο υψηλότερης θερμοκρασίας. Η αρχή λειτουργίας μίας αντλίας θερμότητας βασίζεται στον ψυκτικό κύκλο (Σχ. 1.2) – ο οποίος αναλύεται παρακάτω. Υπάρχουν τρεις κατηγορίες (μέχρι στιγμής τουλάχιστον) αντλιών θερμότητας οι οποίες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το ρευστό στο οποίο προσλαμβάνει ή αποβάλλει ενέργεια η αντλία μας. Αυτές είναι:

- (α) αέρος/αέρος
- (β) αέρος/νερού, και
- (γ) νερού/νερού.

Κεφάλαιο 1^ο : Θεωρητικό υπόβαθρο

Ένα μεγάλο πλεονέκτημα που έχουν αυτές οι διατάξεις είναι η απόδοση τους η οποία χαρακτηρίζεται από το COP. Η τιμή αυτή κυμαίνεται από 2.5-3 έως και 5 σε κάποιες περιπτώσεις ανάλογα την ενεργειακή κλάση. Σαν αποτέλεσμα έχουμε την μεγάλη οικονομία για την κάλυψη των αναγκών μας σε θέρμανση- ψύξη σε σχέση με την χρήση συμβατικών πηγών ενέργειας (πετρέλαιο). **Για παράδειγμα**, στην περίπτωση που η αντλία θερμότητας έχει βαθμό απόδοσης COP = 3 τότε αυτό σημαίνει πως για μία οικία με ενεργειακές ανάγκες 8.000 kWh απαιτείται η κατανάλωση περίπου 2.666 kWh ηλεκτρικής ενέργειας (το 1/3 των ενεργειακών αναγκών). Λαμβάνοντας υπ' όψη πως η τιμή ρεύματος για 1 kWh είναι 0.18 € τότε το συνολικό κόστος είναι περίπου 480 €. Στην περίπτωση χρήσης πετρελαίου τότε αρκεί να σκεφτούμε πως για την ανάγκη κάλυψης 8.000 kWh απαιτούνται περίπου 777 λίτρα πετρελαίου όπου για 0.92 €/lit το κόστος ανέρχεται στα 715 €. Οι αντλίες θερμότητας προς το παρόν δεν είναι ευρέως διαδεδομένες στην χώρα μας, αν και τα τελευταία χρόνια υπάρχει μία αύξηση.



Σχήμα 1.2 : Ψυκτικός κύκλος

Στο παραπάνω σχήμα αναπαρίστανται μία διάταξη ψύξης με συμπίεση ατμών και οι τέσσερις διαδικασίες που εκτελούνται σε έναν κύκλο. Στο σημείο 1 (συμπιεστής) πραγματοποιείται συμπίεση του ψυκτικού μέσου από ατμό χαμηλής πίεσης (Low Pressure) σε ατμό υψηλής πίεσης (High Pressure). Στην συνέχεια στο σημείο 2 (συμπυκνωτής) πραγματοποιείται συμπύκνωση του ατμού υψηλής πίεσης σε υγρό υψηλής πίεσης ενώ παράλληλα αποβάλεται θερμότητα από το ψυκτικό μέσο προς το περιβάλλον. Η διεργασία από το σημείο 1 στο σημείο 2 γίνεται με ισεντροπική συμπίεση ($s = C = \text{σταθερό}$). Στο σημείο 3 (βαλβίδα εκτόνωσης) μειώνεται η πίεση του υγρού υψηλής πίεσης σε υγρό χαμηλής πίεσης. Η διεργασία από το σημείο 2 στο σημείο 3 γίνεται με την απόρριψη θερμότητας υπό

σταθερή πίεση ($P = C = \text{σταθερό}$). Στο σημείο 4 (εξατμιστής) το ψυκτικό μέσο προσλαμβάνει θερμότητα από τον χώρο χαμηλής θερμοκρασίας και εξατμίζεται. Έτσι από υγρό χαμηλής πίεσης μετατρέπεται σε αέριο χαμηλής πίεσης και οδηγείται ξανά στον συμπιεστή. Η διεργασία από το σημείο 3 στο σημείο 4 γίνεται με ισενθαλπική εκτόνωση ($h = C = \text{σταθερό}$) και η διεργασία από το σημείο 4 στο σημείο 1 με πρόσληψη θερμότητας υπό σταθερή πίεση ($P = C = \text{σταθερό}$). Ο κύκλος διεργασιών επαναλαμβάνεται συνεχώς (αένας) και σε αυτό βασίζεται η λειτουργία των αντλιών θερμότητας καθώς και κάθε άλλου ψυκτικού μέσου (ψυγείο, air condition κ.α.)

Συνήθως οι αντλίες θερμότητας αποτελούνται από δυο μονάδες μια εσωτερική και μια εξωτερική. Η εσωτερική μονάδα τοποθετείται στο μηχανοστάσιο δίπλα στον καυστήρα. Η εξωτερική τοποθετείται εξωτερικά και όσο πιο κοντά γίνεται στο μηχανοστάσιο. Ειδικά σε κτίρια που δεν υπάρχει διαθέσιμος εσωτερικός χώρος, υπάρχει δυνατότητα επιλογής αντλίας monobloc, η οποία τοποθετείται αποκλειστικά στον εξωτερικό χώρο.

1.2.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα αντλίας θερμότητας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα μίας αντλίας θερμότητας είναι:

- Ø Προσφέρουν ευελιξία αφού μπορούν να χρησιμοποιηθούν με κλασσικά σώματα, με ενδοδαπέδια θέρμανση, με fan coils καθώς και συνδυασμό των παραπάνω.
- Ø Ευκολία εγκατάστασης
- Ø Χαμηλό κόστος λειτουργίας
- Ø Αξιοπιστία
- Ø Χαμηλό κόστος συντήρησης
- Ø Μείωση χρήσης ορυκτών καυσίμων
- Ø Φιλικό προς το περιβάλλον (μειωμένη εκπομπή CO₂)
- Ø Εξαιρετικά χαμηλή στάθμη θορύβου

Οι αντλίες θερμότητας δεν παρουσιάζουν πολλά μειονεκτήματα, αυτά είναι:

- Ø Υψηλό κόστος εγκατάστασης
- Ø Σε περίπτωση λειτουργίας σε ακραίες θερμοκρασίες (όπως π.χ. υπό του μηδενός) παρατηρήται μείωση της απόδοσης τους.

1.3 Α.Π.Ε

1.3.1 Τι είναι Α.Π.Ε.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή αλλιώς ήπιες μορφές ενέργειας είναι μορφές ενέργειας που προέρχονται από την φύση όπως είναι ο άνεμος, η ηλιακή ακτινοβολία, η γεωθερμία και το νερό. Ως εκμεταλέυσιμη ενέργεια θεωρείται η αιολική, ηλιακή, βιομάζα, υδροθερμική, ενέργεια των ωκεανών κ.α. Κύριο χαρακτηριστικό των Α.Π.Ε. είναι πως για την εκμετάλευση τους δεν απαιτούνται παρεμβάσεις όπως εξόρυξη, άντληση και καύση καθώς προέρχονται

Κεφάλαιο 1^ο : Θεωρητικό υπόβαθρο

από την φύση. Επίσης, είναι φιλικές προς το περιβάλλον και παρόλο που προς το παρόν δεν χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίματα είναι μία αφετηρία για την επίλυση διαφόρων οικολογικών προβλημάτων. Συστήματα τα οποία εκμεταλεύονται τις ανανεώσιμες αυτές πηγές ενέργειας είναι οι ανεμογεννήτριες, τα φωτοβολταϊκά (με τα οποία θα ασχοληθούμε στην εργασία αυτή), οι κυψέλες καυσίμων, η βιομάζα και άλλες πολλές.

Ενδεικτικά αναφέρουμε κάποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αυτών.

Πλεονεκτήματα:

- Ø Φιλικές προς το περιβάλλον (μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα)
- Ø Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα οι Α.Π.Ε. δεν εξαντλούνται
- Ø Κατασκευή και συντήρηση σχετικά απλές, μεγάλη διάρκεια ζωής
- Ø Μηδενικό κόστος παραγωγής

Μειονεκτήματα:

- Ø Λόγω του μικρού συντελεστή απόδοσης που έχουν χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματικές πηγές ενέργειας
- Ø Εξαρτώνται από τις καιρικές συνθήκες και το γενικότερα το κλίμα της περιοχής που πρόκειται να εγκατασταθούν
- Ø Υψηλό κόστος εκμετάλευσης

1.3.2 Ηλιακοί συλλέκτες

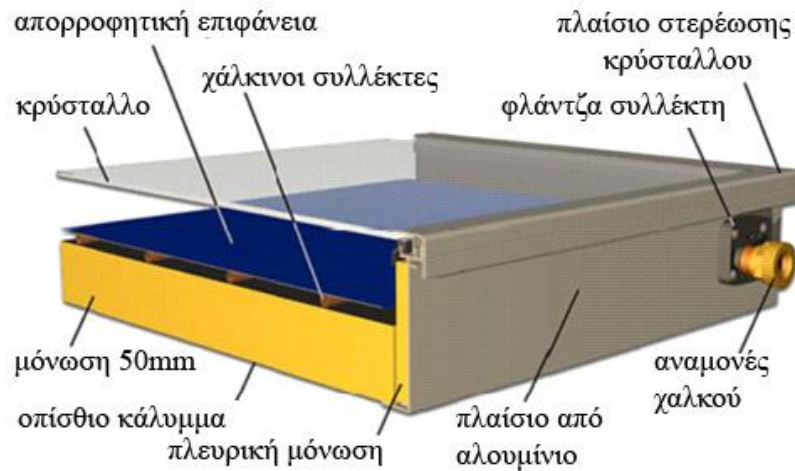
Οι ηλιακοί συλλέκτες ή αλλιώς καθρέπτες αποτελούν το σημαντικότερο μέρος ενός ηλιακού θερμοσίφωνα και είναι γνωστοί ως το τμήμα απορρόφησης και συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας.



Σχήμα 1.3 : Ηλιακός συλλέκτης

Τα μέρη από τα οποία αποτελούνται είναι τα εξής:

- Ø την επιφάνεια (πλάκα) συλλογής και απορρόφησης της ακτινοβολίας
- Ø τους σωλήνες ροής του νερού
- Ø την κάλυψη της πλάκας απορρόφησης – τζάμι ασφαλείας, και
- Ø το θερμικά μονωμένο πλαίσιο πάνω στο οποίο στερεώνονται τα εξαρτήματα



Σχήμα 1.4 : Ηλιακός συλλέκτης σε τομή και επιμέρους τμήματα

1.3.2.1 Αρχή λειτουργίας ηλιακών συλλεκτών

Η λειτουργία των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στο χώρο ανάμεσα στην πλάκα απορρόφησης και τη γυάλινη επικάλυψη. Καταρχήν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στην απορροφητική πλάκα, ανεβάζοντας τη θερμοκρασία της. Η πλάκα με τη σειρά της εκπέμπει μεγάλους μήκους κύματος ακτινοβολία (θερμική ακτινοβολία) για την οποία το τζάμι που καλύπτει την πλάκα είναι σχεδόν αδιαφανές. Έτσι η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (η ζέστη) παγιδεύεται ανάμεσα στην πλάκα και το τζάμι, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση όσον αφορά τη θέρμανση του νερού (που κυκλοφορεί σε σωλήνες που είναι σ' επαφή με την πλάκα στο πίσω μέρος της ή ενσωματωμένοι σ' αυτή). Συνήθως γίνεται και η εγκατάσταση μίας δεξαμενής αποθήκευσης του νερού (boiler) ώστε να έχουμε περισσότερα οφέλη ως προς την χρήση του ζεστού νερού. Οι κρίσιμοι παράγοντες για την καλή απόδοση του συστήματος είναι η μεγάλη απορροφητικότητα της πλάκας στην ηλιακή ακτινοβολία, ο μικρός συντελεστής εκπομπής της πλάκας στη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία και η μεγάλη αδιαφάνεια του κρυστάλλου για τη δεύτερη. Τα υλικά που προσφέρουν την καλύτερη σχέση απόδοσης-τιμής είναι γυαλί και επιφάνεια από αλουμίνιο ή χαλκό με επίστρωση τιτανίου.

1.3.3 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) αποτελούν ένα σημαντικό τομέα στον κλάδο των Α.Π.Ε. Είναι συστήματα τα οποία εκμεταλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία για την μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια.

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από ένα ή και περισσότερα πάνελ ή αλλιώς πλαίσια φωτοβολταϊκών στοιχείων καθώς και το σύνολο των εξαρτημάτων και συσκευών (όπως μπαταρίες, inverters κ.α) που απαιτούνται για την μετατροπή της ενέργειας - ηλιακή στην επιθυμητή της μορφή - ηλεκτρική.

Για την καλύτερη κατανόηση των Φ/Β συστημάτων θεωρούμε αναγκαίο να έχουμε κάποιες βασικές γνώσεις των επιμέρους συσκευών από τα οποία αποτελούνται.

☐ Φωτοβολταϊκά πλαίσια – πάνελ : Αποτελεί το βασικό δομικό στοιχείο παραγωγής ενέργειας. Διαφοροποιούνται ανάλογα με τα υλικά κατασκευής τους σε κρυσταλλικού (μονοκρυσταλλικά, πολυκρυσταλλικά) και άμορφου πυριτίου. Συνήθως τοποθετούνται σε σειρά ή και παράλληλα μεταξύ τους (συστοιχία – strings) για μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας.

☐ Μπαταρία : Η μπαταρία αποθηκεύει την περίσσεια της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγουν τα φωτοβολταϊκά και την αποδίδει όταν υπάρχει ζήτηση. Μπαταρίες χρησιμοποιούνται κυρίως σε αυτόνομα, υβριδικά και συστήματα συνεχούς ρεύματος ενώ δεν συνηθίζεται η τοποθέτησή τους σε διασυνδεδεμένα συστήματα. Μερικοί τύποι μπαταριών που χρησιμοποιούνται για εφαρμογές ΑΠΕ είναι μπαταρίες μολύβδου-θεικού οξέως, νικελίου-καδμίου και μπαταρίες ιόντων λιθίου.

☐ Ρυθμιστής φόρτισης : Στην περίπτωση που το Φ/Β σύστημα έχει μπαταρία τότε είναι απαραίτητη και η τοποθέτηση ενός ρυθμιστή φόρτισης. Ο ρόλος αυτού είναι να προστατεύει την μπαταρία από τυχόν υπερφόρτιση, η επίβλεψη της διαδικασίας φόρτισης καθώς λειτουργεί και σαν MPPT (μέγιστο σημείο λειτουργίας – μέγιστο σημείο εντοπισμού).

☐ Αντιστροφέας – inverter : Ο αντιστροφέας αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της εγκατάστασης. Χρησιμοποιείται για την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος (DC) σε εναλλασσόμενο (AC).

Υπάρχουν διάφορα είδη φωτοβολταϊκών συστημάτων το κάθε ένα με διαφορετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η ανάγκη για την ύπαρξη διαφόρων ειδών Φ/Β συστημάτων δημιουργήθηκε λόγω των διαφόρων απαιτήσεων και γεωγραφικών ή άλλων περιορισμών. Ας δούμε λοιπόν ποια τα είδη αυτών:

☐ Διασυνδεδεμένα συστήματα με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.

☐ Αυτόνομα συστήματα με μπαταρία – συνήθως χρησιμοποιούνται σε περιοχές απομακρισμένες με περιορισμένο ή ακόμα και καθόλου ηλεκτρικό ρεύμα.

☐ Συστήματα συνεχούς ρεύματος

☐ Υβριδικά συστήματα, τα οποία αποτελούν συνδυασμό των παραπάνω

Πλεονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων:

☐ Φιλικά προς το περιβάλλον – μηδενικοί ρύποι

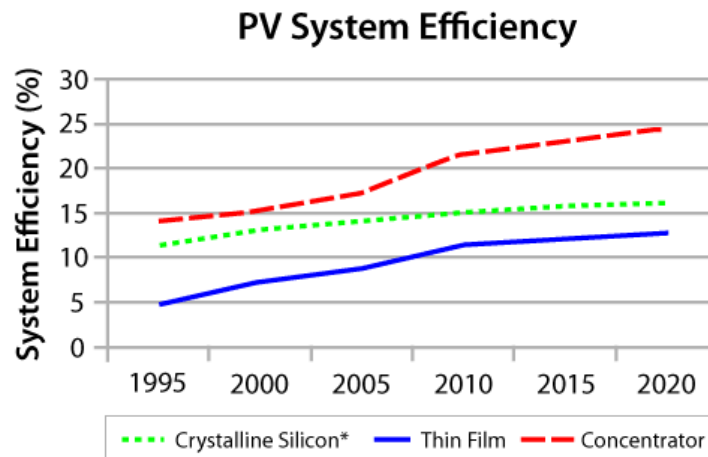
☐ Ο ήλιος αποτελεί ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, άφθονη και το κόστος για την παραγωγή της είναι μηδενικό

☐ Αθόρυβη λειτουργία συστήματος

☐ Ευελιξία στις εφαρμογές τους και εύκολη μελλοντική παρέμβαση (π.χ. επέκταση συστήματος)

Μειονεκτήματα φωτοβολταϊκών συστημάτων:

Το κυριότερο μειονέκτημα προς το παρόν αυτών των συστημάτων είναι το κόστος εγκατάστασης το οποίο ανέρχεται περίπου στα 2.500 ευρώ ανά κιλοβάτ καθώς και το κόστος συντήρησης.



Διάγραμμα 1.5 : Απόδοση φωτοβολταϊκού βάσει υλικού

1.3.3.1 Αρχή λειτουργίας του διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος

Τα διασυνδεδεμένα Φ/Β συστήματα αποτελούν την σημαντικότερη κατηγορία. Η ηλεκτρική ενέργεια σε αυτά τα συστήματα που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά παρέχεται κατευθείαν στο ηλεκτρικό δίκτυο. Για την χρήση του παραγόμενου ρεύματος είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός inverter για την μετατροπή του συνεχόμενου ρεύματος (DC) που παράγουν τα φωτοβολταϊκά σε εναλλασσόμενο (AC) το οποίο χρησιμοποιούν οι οικίες. Ένα ποσό ρεύματος με αυτού του είδους τα συστήματα το παρέχουμε στην ΔΕΗ.



Σχήμα 1.6 : Σχεδιάγραμμα διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο : ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ

2.1 Μελέτη θερμικών απωλειών κτιρίου

Το οίκημα που μας απασχολεί είναι μια μονοκατοικία που βρίσκεται στη Πάρο. Πρόκειται για νέο κτίσμα περίπου 150 τ.μ. ύψους 3 μέτρων, που πληρεί όλες τις σύγχρονες ενεργειακές προδιαγραφές που προβλέπει ο νόμος για τις καινούργιες κατοικίες.

Η διαδικασία για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών γίνεται σύμφωνα με τον κανονισμό Κ.Εν.Α.Κ. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Σκοπός μας είναι να υπολογίσουμε τα συνολικά θερμικά φορτία της οικίας μας.

Αξίζει να σημειωθεί πως κατά την διαδικασία υπολογισμού των θερμικών απωλειών παίζουν διάφοροι παράγοντες ρόλο, όπως:

∅ το εμβαδόν της επιφάνειας που θέλουμε να εξετάσουμε

∅ ο συντελεστής θερμοπερατότητας U (διαφέρει ανάλογα με το είδος της επιφάνειας π.χ. ανοίγματα, τοίχοι, δοκάρια)

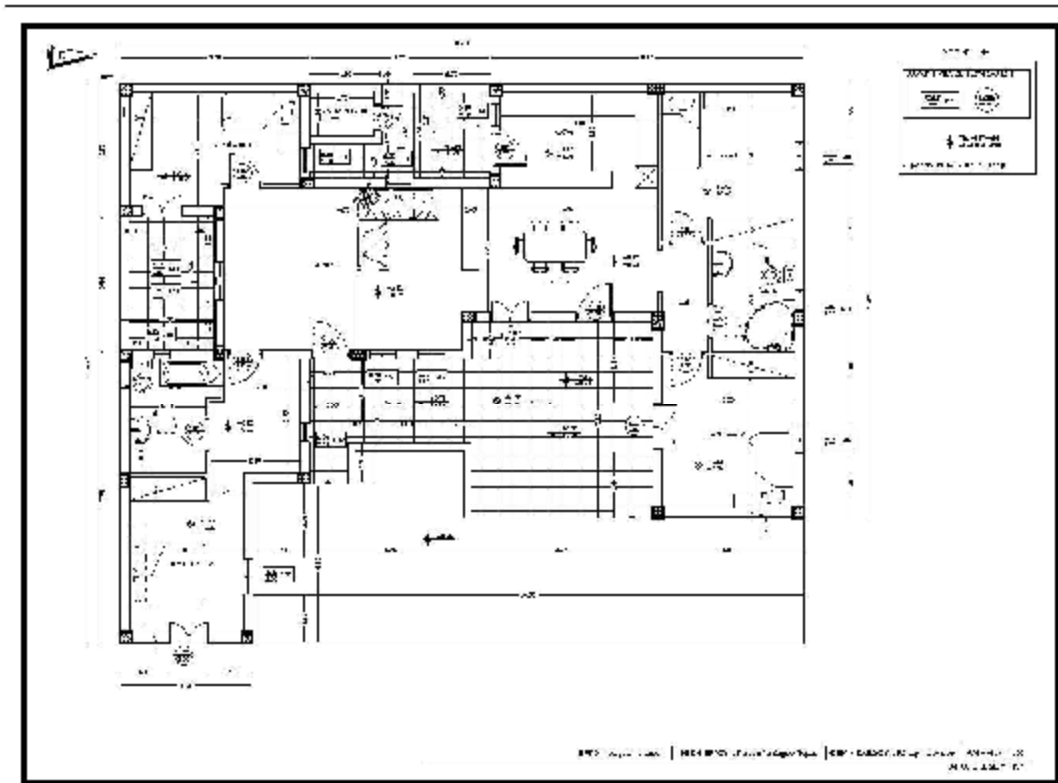
∅ η διαφορά θερμοκρασίας στην περιοχή που γίνονται οι υπολογισμοί (π.χ. στην Πάτρα είναι 21 °C)

Νομός	Κυκλάδες
Περιοχή	Πάρος
Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία (oC)	4
Επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία μη θερμενόμενων χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία εδάφους (°C)	10
Αριθμός επιπέδων κτιρίου	1
Σύστημα μονάδων	Watt

Πίνακας 2.1 : Στοιχεία κτηρίου

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Αναπαράσταση οικίας σε κάτοψη όπως πραγματοποιήθηκε στο AutoCAD 2007 με κλίμακα 1:50:



Για τον υπολογισμό των απωλειών είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε κάποιους βασικούς συμβολισμούς αλλά και τύπους. Αυτοί είναι:

$$\emptyset Q = U \times A \times \Delta\theta$$

Q = απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις (Watt)

U = συντελεστής θερμοπερατότητας ($W/m^2 \times ^\circ C$)

A = επιφάνεια (m^2)

$\Delta\theta$ = διαφορά θερμοκρασίας ($^\circ C$)

$$\emptyset Q_0 = Q \times (1 + z_H + z_0)$$

Q_0 = απώλειες θερμότητας χώρου μαζί με τις προσαυξήσεις (Watt)

z_H = προσαύξηση λόγω προσανατολισμού (%)

z_0 = προσαύξηση λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας (%)

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Ο συντελεστής προσαύξησης λόγω προσανατολισμού (z_H) έχει ως εξής:

+5 για Β, ΒΑ, ΒΔ

-5 για Ν, ΝΑ, ΝΔ

0 για Α, Δ

Ο συντελεστής προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας διαβάζεται από πίνακα.

$$\emptyset Q_{L1} = V \times \rho_{αέρα} \times C_{αέρα} \times \Delta\theta$$

Q_{L1} = απώλειες λόγω αερισμού (Watt)

V = όγκος αέρα (m^3)

$\rho_{αέρα}$ = πυκνότητα αέρα (kg/m^3)

$C_{αέρα}$ = ειδική θερμότητα αέρα ($J/kg^{\circ}C$)

$\Delta\theta$ = διαφορά θερμοκρασίας ($^{\circ}C$)

$$\emptyset Q_{L2} = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \rho_{αέρα} \times C_{αέρα} \times \Delta\theta$$

Q_{L2} = απώλειες λόγω χαραμάδων (Watt)

α = συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες του ανοίγματος ($m^3/(h.m)$)

Σl = συνολική περίμετρος ανοίγματος (m)

R = συντελεστής διεισδυτικότητας που εξαρτάται από το λόγο επιφάνειας των εξωτερικών προς τα εσωτερικά ανοίγματα

H = συντελεστής θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης

$C_{αέρα}$ = ειδική θερμότητα αέρα ($J/kg^{\circ}C$)

$\rho_{αέρα}$ = πυκνότητα αέρα (kg/m^3)

$\Delta\theta$ = διαφορά θερμοκρασίας ($^{\circ}C$)

Πίνακας για τον υπολογισμό θερμογεφυρών όπως δίδεται από τον Κ.Εν.Α.Κ. :

Πίνακας 15. Τιμές γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ θερμογεφυρών. Απλοποιητική μέθοδος.

1. Εξωτερικές γωνίες		Ψ [W/(mK)]
1	εξωτερική συνεχής θερμομόνωση	-0,10
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,30
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,90
2 εσωτερική συνεχής θερμομόνωση		-0,25
3	φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,15
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,05
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,65
2. Εσωτερικές γωνίες		Ψ [W/(mK)]
1 εξωτερική συνεχής θερμομόνωση		+0,05
2	εσωτερική συνεχής θερμομόνωση	+0,25
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,35
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,75
3	φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα	+0,10
	α. προεξοχή ενός εκ των δύο δομικών στοιχείων που συμβάλλουν στη γωνία χωρίς διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης	+0,50
	β. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης λόγω ύπαρξης δομικού στοιχείου	+0,90
3. Ενώσεις δομικών στοιχείων		Ψ [W/(mK)]
1 εξωτερική συνεχής θερμομόνωση		±0,00
2 εσωτερική συνεχής θερμομόνωση		±0,00
α. διακοπή της θερμομονωτικής στρώσης		+0,35
3		+0,25
φέρων οργανισμός με εξωτερική θερμομόνωση και τοιχοποιίες πλήρωσης με θερμομόνωση στον πυρήνα		
4. Δώμα / οροφή σε προεξοχή		Ψ [W/(mK)]
1	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη άνω παρειά	-0,05
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου	+0,30
	β. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,85
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης πλάκας λόγω ύπαρξης στηθαίου και συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,95
2	κατακόρυφα δομικά στοιχεία με συνεχή εξωτερική θερμομόνωση και πλάκα με θερμομόνωση στη κάτω παρειά	+0,55
	α. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας	+0,10
	β. ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,50
	γ. διακοπή συνέχειας θερμομόνωσης κατακόρυφου δομικού στοιχείου στη θέση της πλάκας και ένωση οπτοπλινθοδομής απευθείας με πλάκα (χωρίς ύπαρξη δοκού)	-0,50

Ο συντελεστής ανεμόπτωσης (α) διαβάζεται από τον Πίνακα 3.23 του φυλλαδίου Κ.Εν.Α.Κ.

Συντελεστής αεροδιαπερατότητας α		
Υλικό πλαισίου	Είδος ανοίγματος	α [m ³ /(h.m)]
Ξύλο	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	3,0
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	2,5
	Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	2,0
Μέταλλο ή Συνθετικό	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	1,5
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	1,4
	Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	1,2

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Ο συντελεστής διεισδυτικότητας (R) διαβάζεται από τον Πίνακα 3.24 του φυλλαδίου Κ.Εν.Α.Κ.

Συντελεστής διεισδυτικότητας R		
Εξωτερικό παράθυρο ή πόρτα	Λόγος εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα	R
Κούφωμα με ξύλινο πλαίσιο	< 3	0,9
	3 ÷ 9	0,7
Κούφωμα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο	< 6	0,9
	≥ 6	0,7

Ο συντελεστής θέσης του ανοίγματος και της ανεμόπτωσης διαβάζεται από τον Πίνακα 3.25 του φυλλαδίου Κ.Εν.Α.Κ.

Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H			
Ανεμόπτωση	Θέση εξωτερικής επιφάνειας	Τρόπος δόμησης	
		Όψεις σε επαφή με όμορου	Ελεύθερες όψεις
Κανονική	Προστατευμένη	0,78	1,10
	Ελεύθερη	1,32	1,87
	Άκρως απροστάτευτη	1,94	2,71
Ισχυρή	Προστατευμένη	1,32	1,87
	Ελεύθερη	1,94	2,71
	Άκρως απροστάτευτη	2,65	3,65

Ø $Q_{OL} = Q_0 + (Q_{L1} + Q_{L2})$, συνολικές θερμικές απώλειες σε Watt.

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Χώρος : Δωμάτιο 1													
Είδος επιφανείας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Υπολογισμός επιφανειών				Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις		Απώλειες θερμότητας χώρου
			Μήκος	Ύψος ή Πλάτος	Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού z _H	Διακοπτόμενης λειτουργίας z _O	
Τεξ	B	25	4.3	2.7	11.61	1.615	9.99	0.6	16	95.95			
Π	B	-	0.7	1.15	0.80	-	0.80	3.2	16	41.21			
K1	B	30	0.3	2.7	0.81	-	0.81	0.9	16	11.66			
Δ1	B	25	4.3	0.3	1.29	-	1.27	0.9	16	18.36			
Τεξ	A	25	3.75	2.7	10.12	0.81	9.31	0.6	16	89.42			
K2	A	30	0.3	2.7	0.81	-	0.81	0.9	16	11.66			
Δ2	A	25	3.75	0.3	1.12	-	1.12	0.9	16	16.2			
Τεξ	N	25	4.95	2.7	13.36	4.125	9.24	0.6	16	88.70			
Π	N	-	1.2	2.2	2.64	-	2.64	3.2	16	135.16			
Δ3	N	25	4.95	0.3	1.48	-	1.45	0.9	16	20.95			
O	-	15	3.5	4.05	14.17	-	14.17	0.5	16	113.4			
Δ	-	10	3.5	4.05	14.17	-	14.17	1.2	10	170.1			
										812.80	5	25	1056.64

Απώλειες λόγω αερισμού Q _{L1} (W)	54.24
Απώλειες λόγω χαραμάδων Q _{L2} (W)	62.64
Συνολικές απώλειες Q _{OL} (W)	1173.53

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Χώρος : Λουτρό 1													
Είδος επιφανείας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Υπολογισμός επιφανειών				Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις		Απώλειες θερμοτήτας χώρου
			Μήκος	Υψος ή Πλάτος	Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θερμοτήτας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού ζ _η	Διακοπτόμενης λειτουργίας ζ _ο	
Τεξ	B	25	3	2.7	8.1	1.245	6.85	0.6	16	65.80			
K4	B	25	0.35	2.7	0.945	-	0.94	0.9	16	13.60			
Δ4	B	25	3	0.3	0.9	-	0.91	0.9	16	13.17			
Π	B	-	0.5	0.6	0.3	-	0.3	3.2	16	15.36			
Ο	-	15	2.2	2.8	6.16	-	6.16	0.5	16	49.28			
Δ	-	10	2.2	2.8	6.16	-	6.16	1.2	10	73.92			
										231.15	5	25	300.49

Απώλειες λόγω αερισμού Q _{L1} (W)	54.24
Απώλειες λόγω χαραμάδων Q _{L2} (W)	13.12
Συνολικές απώλειες Q _{0A} (W)	367.86

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Χώρος : Δωμάτιο 2													
Είδος επιφανείας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Υπολογισμός επιφανειών				Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις		Απώλειες θερμότητας χώρου
			Μήκος	Ύψος ή Πλάτος	Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού z _H	Διακοπτόμενης λειτουργίας z _O	
Τεξ	B	25	4.15	2.7	11.20	1.615	9.59	0.6	16	92.06			
Π	B	-	0.7	1.15	0.80	-	0.80	3.2	16	41.21			
K5	B	30	0.3	2.7	0.81	-	0.81	0.9	16	11.66			
Δ5	B	25	4.15	0.3	1.24	-	1.24	0.9	16	17.92			
Τεξ	Δ	25	3.5	2.7	9.45	-	9.45	0.6	16	90.72			
Δ6	Δ	25	3.5	0.3	1.05	-	1.05	0.9	16	15.12			
O	-	15	3.9	3.5	13.65	-	13.65	0.5	16	109.2			
Δ	-	10	3.9	3.5	13.65	-	13.65	1.2	10	163.8			
										541.71	5	25	704.22

Απώλειες λόγω αερισμού Q _{L1} (W)	54.24
Απώλειες λόγω χαραμάδων Q _{L2} (W)	22.07
Συνολικές απώλειες Q _{OL} (W)	780.54

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Χώρος : Κουζίνα - Τραπεζαρία													
Είδος επιφανείας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Υπολογισμός επιφανειών				Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις		Απώλειες θερμότητας χώρου
			Μήκος	Υψος ή Πλάτος	Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού z _H	Διακοπτόμενης λειτουργίας z _O	
Τεξ	Δ	25	4.5	2.7	12.15	1.89	10.26	0.6	16	98.49			
K7	Δ	25	0.4	2.7	1.08	-	1.08	0.9	16	15.55			
K8	Δ	30	0.3	2.7	0.81	-	0.81	0.9	16	11.66			
Δ7	Δ	25	4.5	0.3	1.35	-	1.35	0.9	16	19.44			
Τεξ	N	25	2.5	2.7	6.75	3.365	3.385	0.6	16	32.49			
Π	N	-	0.55	0.6	0.33	-	0.336	3.2	16	17.20			
K9	N	25	0.35	2.7	0.945	-	0.945	0.9	16	13.60			
Θ	N	-	0.95	2.2	2.09	-	2.09	3.2	16	107.00			
Δ8	N	25	2.5	0.3	0.75	-	0.75	0.9	16	10.8			
Τεξ	A	25	5	2.7	13.5	8.5	5	0.6	16	48			
K10	A	30	0.45	2.7	1.215	-	1.215	0.9	16	17.49			
K11	A	25	0.35	2.7	0.945	-	0.945	0.9	16	13.60			
Π	A	-	1.2	2.2	2.64	-	2.64	3.2	16	135.16			
Θ	A	-	1	2.2	2.2	-	2.2	3.2	16	112.64			
Δ9	A	25	5	0.3	1.5	-	1.575	0.9	16	22.68			
O(Κουζ.)	-	15	4.15	2.5	10.37	-	10.375	0.5	16	83			
O(Τραπ.)	-	15	4.75	3.25	15.43	-	16.274	0.5	16	130.19			
Δ(Κουζ.)	-	10	4.15	2.5	10.37	-	10.375	1.2	10	124.5			
Δ(Τραπ.)	-	10	4.75	3.25	15.43	-	15.4375	1.2	10	185.25			
										1198.80	0	25	1498.50

Απώλειες λόγω αερισμού Q _{L1} (W)	54.24
Απώλειες λόγω χαρμαδών Q _{L2} (W)	130.18
Συνολικές απώλειες Q _{OL} (W)	1682.92

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Χώρος : Καθιστικό													
Είδος επιφανείας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Υπολογισμός επιφανειών				Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις		Απώλειες θερμότητας χώρου
			Μήκος	Υψος ή Πλάτος	Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού Z _H	Διακοπτόμενης λειτουργίας Z _O	
Τεξ	Δ	25.00	4.75	2.70	12.83	1.75	11.08	0.60	16.00	106.32			
Π	Δ	-	0.70	1.15	0.81	-	0.81	3.20	16.00	41.22			
K12	Δ	25.00	0.35	2.70	0.95	-	0.95	0.90	16.00	13.61			
Δ10	Δ	25.00	4.75	0.30	1.43	-	1.40	0.90	16.00	20.09			
Τεξ	A	25.00	4.00	2.70	10.80	4.76	6.05	0.60	16.00	58.03			
Π	A	-	0.70	1.15	0.81	-	0.81	3.20	16.00	41.22			
Π	A	-	0.70	1.15	0.81	-	0.81	3.20	16.00	41.22			
Δ11	A	25.00	4.00	0.30	1.20	-	1.13	0.90	16.00	16.20			
K13	A	25.00	0.35	2.70	0.95	-	0.95	0.90	16.00	13.61			
Θ	A	-	1.00	2.20	2.20	-	2.20	3.20	16.00	112.64			
Τεξ	B	25.00	1.41	2.70	3.81	-	3.81	0.60	16.00	36.55			
Δ12	B	25.00	3.66	0.30	1.10	-	1.10	0.90	16.00	15.81			
Τεξ	B	25.00	3.66	0.50	1.83	-	1.83	0.60	16.00	17.57			
Τεξ	B	25.00	4.10	0.50	2.05	-	1.03	0.60	16.00	9.84			
Τεξ	N	25.00	3.75	2.70	10.13	1.89	8.24	0.60	16.00	79.06			
Π	N	-	0.40	1.35	0.54	-	0.54	3.20	16.00	27.65			
Π	N	-	0.40	1.35	0.54	-	0.54	3.20	16.00	27.65			
K14	N	25.00	0.30	2.70	0.81	-	0.81	0.90	16.00	11.66			
Δ13	N	25.00	3.75	0.30	1.13	-	1.12	0.90	16.00	16.07			
O	-	15.00	6.25	4.25	26.56	-	26.56	1.20	16.00	509.95			
Δ	-	10.00	6.25	4.25	26.56	-	26.56	1.20	10.00	318.72			
										1534.67	5.00	25.00	1995.07

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Απώλειες λόγω αερισμού Q_{L1} (W)	54.24
Απώλειες λόγω χαραμάδων Q_{L2} (W)	146.17
Συνολικές απώλειες Q_{OL} (W)	2195.48

Χώρος : Δωμάτιο 3													
Είδος επιφανείας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Υπολογισμός επιφανειών				Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις		Απώλειες θερμότητας χώρου
			Μήκος	Υψος ή Πλάτος	Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού α_H	Διακοπτόμενης λειτουργίας α_O	
			cm	m	m	m ²	m ²	m ²	W/m ² ×°C	°C	Watt	%	
Τεξ	Δ	25.00	5.00	2.70	13.50	1.62	11.88	0.60	16.00	114.05			
Δ14	Δ	25.00	5.00	0.30	1.50	-	1.51	0.90	16.00	21.73			
K15	Δ	30.00	0.30	2.70	0.81	-	0.81	0.90	16.00	11.66			
K16	Δ	30.00	0.30	2.70	0.81	-	0.81	0.90	16.00	11.66			
Τεξ	N	25.00	3.25	2.70	8.78	0.81	7.97	0.60	16.00	76.46			
Δ15	N	25.00	3.25	0.30	0.98	-	0.99	0.90	16.00	14.21			
K17	N	30.00	0.30	2.70	0.81	-	0.81	0.90	16.00	11.66			
Τεξ	A	25.00	2.25	2.70	6.08	2.03	4.05	0.60	16.00	38.85			
Δ16	A	25.00	2.25	0.30	0.68	-	0.68	0.90	16.00	9.72			
Π	A	-	1.05	1.95	2.05	-	2.03	3.20	16.00	103.83			
Τεξ	B	25.00	1.35	1.00	1.35	-	1.35	0.60	16.00	12.96			
Τεξ	B	25.00	0.90	2.70	2.43	0.75	1.68	0.60	16.00	16.13			
Δ17	B	25.00	2.75	0.30	0.83	-	0.83	0.90	16.00	11.88			
Π	B	-	0.65	1.15	0.75	-	0.75	3.20	16.00	38.27			
O1	-	15.00	4.50	2.40	10.80	-	10.80	1.20	16.00	207.36			
Δ1	-	10.00	4.50	2.40	10.80	-	10.80	1.20	10.00	129.60			
O2	-	15.00	2.40	0.60	1.44	-	1.44	1.20	16.00	27.65			
Δ2	-	10.00	2.40	0.60	1.44	-	1.44	1.20	10.00	17.28			
										874.98	5.00	25.00	1137.47

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Απώλειες λόγω αερισμού Q_{L1} (W)	54.24
Απώλειες λόγω χαραμάδων Q_{L2} (W)	172.31
Συνολικές απώλειες Q_{OL} (W)	1364.02

Χώρος : Λουτρό 2													
Είδος επιφανείας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Υπολογισμός επιφανειών				Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις		Απώλειες θερμότητας χώρου
			Μήκος	Ύψος ή Πλάτος	Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού α_H	Διακοπτόμενης λειτουργίας α_O	
Τεξ	Δ	25	2.5	2.7	6.75	2.015	4.73	0.6	16	45.45			
Δ18	Δ	25	2.5	0.3	0.75	-	0.79	0.9	16	11.44			
K18	Δ	30	0.3	2.7	0.81	-	0.81	0.9	16	11.66			
K19	Δ	25	0.35	2.7	0.945	-	0.94	0.9	16	13.60			
Π	Δ	-	0.4	0.65	0.26	-	0.26	3.2	16	13.31			
O1	-	15	2.4	1.02	2.45	-	2.49	1.2	16	47.94			
Δ1	-	10	2.4	1.02	2.45	-	2.49	1.2	10	29.96			
O2	-	15	2	2.03	4.06	-	8.24	1.2	16	158.24			
Δ2	-	10	2	2.03	4.06	-	8.24	1.2	10	98.90			
										430.53	0	25	538.17

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Απώλειες λόγω αερισμού Q_{L1} (W)	54.24
Απώλειες λόγω χαραμιάδων Q_{L2} (W)	12.52
Συνολικές απώλειες $Q_{OΛ}$ (W)	604.94

Χώρος : Γραφείο													
Είδος επιφανείας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Υπολογισμός επιφανειών				Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις		Απώλειες θεριμότητας χώρου
			Μήκος	Ύψος ή Πλάτος	Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θεριμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού z_H	Διακοπτόμενης λειτουργίας z_O	
Τεξ	B	25	3.25	2.7	8.77	1.66	7.59	0.6	16	72.86			
Δ19	B	25	3.25	0.3	0.97	-	0.97	0.9	16	14.04			
K20	B	30	0.3	2.7	0.81	-	0.81	0.9	16	11.66			
Π	B	-	0.5	1.70	0.85	-	0.37	3.2	16	43.52			
O1	-	15	2.4	1.66	3.98	-	3.98	1.2	16	76.49			
Δ1	-	10	2.4	1.66	3.98	-	3.98	1.2	10	47.80			
O2	-	15	2	1.34	2.68	-	2.68	1.2	16	51.45			
Δ2	-	10	2	1.34	2.68	-	2.68	1.2	10	32.16			
										345.44	5	25	449.08

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Απώλειες λόγω αερισμού Q_{L1} (W)	54.24
Απώλειες λόγω χαραμιάδων Q_{L2} (W)	14.91
Συνολικές απώλειες Q_{OL} (W)	518.23

Χώρος : Δομάτιο 4													
Είδος επιφανείας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Υπολογισμός επιφανειών				Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις		Απώλειες θεριμότητας χώρου
			Μήκος	Υψος ή Πλάτος	Επιφάνεια	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θεριμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμού α_H	Διακοπτόμενης λειτουργίας α_O	
Τεξ	B	25	4.35	2.7	11.74	1.035	10.71	0.6	16	102.81			
Δ20	B	25	4.35	0.3	1.30	-	1.30	0.9	16	18.79			
Π	B	-	0.9	1.15	1.03	-	1.06	3.2	16	54.16			
Τεξ	A	25	3.25	2.7	8.77	3.125	5.65	0.6	16	54.24			
K21	A	30	0.3	2.7	0.81	-	0.81	0.9	16	11.66			
Δ21	A	25	3.25	0.3	0.97	-	1.00	0.9	16	14.428			
K22	A	30	0.3	2.7	0.81	-	0.81	0.9	16	11.66			
Π	A	-	0.7	2.15	1.50	-	1.50	3.2	16	77.05			
O1	-	10	3	3.5	10.5	-	10.5	1.2	16	201.6			
Δ1	-	15	3	3.5	10.5	-	10.5	1.2	10	126			
O2	-	10	3	0.6	1.8	-	1.8	1.2	16	34.56			
Δ2	-	15	3	0.6	1.8	-	1.8	1.2	10	21.6			
										728.59	5	25	947.16

Απώλειες λόγω αερισμού Q_{L1} (W)	54.24
Απώλειες λόγω χαραμιάδων Q_{L2} (W)	45.88
Συνολικές απώλειες $Q_{OΛ}$ (W)	1047.28

Συνολικές απώλειες κατοικίας	9734.80	W
	8369.73	kcal/h

2.2 Μελέτη ψυκτικών φορτίων κτηρίου

Η μελέτη των ψυκτικών φορτίων ή θερμικών κερδών της κατοικίας έγινε βάσει ASHRAE. Για την πραγματοποίηση της μελέτης αυτής χρησιμοποιήθηκαν τύποι και δεδομένα τα οποία δίνονται παρακάτω.

Κέρδη συναγωγής μέσω της εξωτερικής δομής:

$$Q = U \times A \times CLTD_C$$

Q = καθαρό θερμικό κέρδος λόγω συναγωγής μέσω των επιφανιών της κατοικίας (τοιχοί, στέγη, γυαλιά) (Watt)

U = συντελεστής μετάδοσης θερμότητας επιφανείας – ομοίως με την μελέτη θέρμανσης ($W/m^2 \times ^\circ C$)

A = εμβαδόν επιφανείας (m^2)

$CLTD_C$ = διορθωμένη διαφορά θερμοκρασίας ($^\circ C$) – από πίνακα

Ηλιακή ακτινοβολία μέσω γυαλιού:

$$Q = SHGF \times A \times SC \times CLF$$

Q = καθαρό ηλιακό θερμικό κέρδος ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού (Watt)

$SHGF$ = μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους ($Watt/m^2$) – από πίνακα

A = εμβαδόν επιφανείας τζαμιού (m^2)

SC = συντελεστής σκίασης – από πίνακα

CLF = παράγοντας ψυκτικού φορτίου για το τζάμι – από πίνακα

Θερμικός κέρδος από τους ανθρώπους:

$$\text{Αισθητό} - Q_s = q_s \times n$$

$$\text{Λανθάνον} - Q_l = q_l \times n$$

Q_s, Q_l = αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη (Watt)

q_s, q_l = αισθητά και λανθάνοντα θερμικά κέρδη ανά άτομο

n = αριθμός ανθρώπων

Φωτισμός – Εξοπλισμός:

$$Q = W \times BF$$

Q = καθαρό θερμικό κέρδος από τον φωτισμό (Watt)

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

W = ισχύς φωτισμού (Watt)

BF = παράγοντας τύπου φωτισμού (1.25 για λαμπτήρες φθορισμού και 1 για λαμπτήρες πυρακτώσεως)

Το θερμικό κέρδος λόγω φωτισμού διαβάζεται από τον Πίνακα 2.4 (σελ. 30) του φυλλαδίου Κ.Εν.Α.Κ.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	6,4	0,8
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Οικοτροφείο και κοιτώνας	300	9,6	0,8
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικτροφείου κ.ά.	250	8,0	0,8
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικτροφείου κ.ά.	100	3,2	0,5

Πίνακας 2.2 : Θερμικό κέρδος λόγω φωτισμού ανά τ.μ.

Το θερμικό κέρδος λόγω εξοπλισμού διαβάζεται από τον Πίνακα 2.8 του φυλλαδίου Κ.Εν.Α.Κ.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ισχύς εξοπλισμού [W/m ²]	Μέσος συντελεστής ετερίσμου	Ετεροχρον. ισχύς εξοπλ. [W/m ²]	Μέσος συντελεστής λειτουργίας
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	4	0,5	2	0,75
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1,00
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	3	0,5	1,5	1,00
θερινής λειτουργίας	3	0,5	1,5	0,58
χειμερινής λειτουργίας	4	0,5	2	0,66
Οικοτροφείο και κοιτώνας	4	0,5	2	1,00
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικτροφείου κ.ά.	4	0,5	2	0,50
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικτροφείου κ.ά.	2	0,5	1	1,00

Πίνακας 2.3 : Θερμικό κέρδος λόγω εξοπλισμού ανά τ.μ.

Τα αποτελέσματα της μελέτης ψυκτικών φορτίων έχουν ως εξής:

Αρχικοί Υπολογισμοί - Μέγιστα θερμικά κέρδη

Χώρος : Δομάτιο 1						
Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDc (°C)	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τοίχοι	B	0.60	10	10.50	63	Ιούνιος 22:00
	A	0.60	9.32	17.50	97.86	Ιούνιος 17:00 - 18:00
	N	0.60	9.24	16.20	89.81	Αύγουστος 19:00 - 22:00
Τζάμια	B	3.20	0.81	8.00	20.74	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
	N	3.20	2.64	8.00	67.58	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
Στέγη		0.72	14.18	31.10	317.52	Ιούνιος 19:00 - 20:00

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τζάμια	B	151.00	0.81	1.00	0.84	102.11	Ιούνιος 18:00
	N	470.00	2.64	1.00	0.67	831.34	Αύγουστος 15:00

Χώρος : Δομάτιο 2						
Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDc (°C)	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τοίχοι	B	0.60	9.59	10.50	60.42	Ιούνιος 22:00
	Δ	0.60	9.45	20.50	116.24	Ιούνιος 22:00
Τζάμια	B	3.20	0.81	8.00	20.61	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
Στέγη		0.72	13.65	31.10	305.65	Ιούνιος 19:00 - 20:00

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τζάμια	B	151.00	0.81	1.00	0.84	102.11	Ιούνιος 18:00

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Χώρος : Κουζίνα - Τραπεζαρία						
Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDe (°C)	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τοίχοι	Δ	0.60	10.26	20.50	126.20	Ιούνιος 22:00
	A	0.60	5.00	17.50	52.50	Ιούνιος 17:00 - 18:00
	N	0.60	3.39	16.20	32.95	Αύγουστος 19:00 - 22:00
Τζάμια	N	3.20	0.34	8.00	8.60	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
	A	3.20	2.64	8.00	67.58	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
Στέγη		0.72	25.82	31.10	578.16	Ιούνιος 19:00 - 20:00

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τζάμια	N	470.00	0.34	1.00	0.67	105.81	Αύγουστος 15:00
	A	681.00	2.64	1.00	0.57	1024.77	Ιουν.-Αύγ. 09:00 - 10:00

Χώρος : Καθιστικό						
Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDe (°C)	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τοίχοι	Δ	0.60	11.08	20.50	136.28	Ιούνιος 22:00
	A	0.60	6.05	17.50	63.53	Ιούνιος 17:00 - 18:00
	N	0.60	8.24	16.20	80.09	Αύγουστος 19:00 - 22:00
	B	0.60	6.67	10.50	42.02	Ιούνιος 22:00
Τζάμια	N	3.20	1.08	8.00	27.65	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
	A	3.20	1.62	8.00	41.47	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
	Δ	3.20	0.81	8.00	20.61	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
Στέγη		0.72	26.56	31.10	594.73	Ιούνιος 19:00 - 20:00

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τζάμια	N	470.00	0.34	1.00	0.67	105.81	Αύγουστος 15:00
	A	681.00	2.64	1.00	0.57	1024.77	Ιουν.-Αύγ. 09:00 - 10:00
	Δ	681.00	0.81	1.00	0.63	345.37	Ιουν.-Αύγ. 17:00

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Χώρος : Δωμάτιο 3						
Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDe (°C)	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τοίχοι	Δ	0.60	11.96	20.50	147.12	Ιούνιος 22:00
	A	0.60	4.05	17.50	42.49	Ιούνιος 17:00 - 18:00
	N	0.60	8.07	16.20	78.47	Αύγουστος 19:00 - 22:00
	B	0.60	3.28	10.50	12.79	Ιούνιος 22:00
Τζάμια	B	3.20	0.75	8.00	19.14	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
	A	3.20	2.03	8.00	51.92	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
Στέγη		0.72	14.08	31.10	315.17	Ιούνιος 19:00 - 20:00

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τζάμια	B	151.00	0.75	1.00	0.84	94.81	Ιούνιος 18:00
	A	681.00	2.03	1.00	0.57	787.21	Ιουν.-Αύγ. 09:00 - 10:00

Χώρος : Γραφείο						
Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDe (°C)	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τοίχοι	B	0.60	7.59	10.50	47.82	Ιούνιος 22:00
Τζάμια	B	3.20	0.85	8.00	21.76	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
Στέγη		0.72	6.66	31.10	149.22	Ιούνιος 19:00 - 20:00

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τζάμια	B	151.00	0.85	1.00	0.84	94.81	Ιούνιος 18:00

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Χώρος : Δωμάτιο 4						
Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDc (°C)	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τοίχοι	B	0.60	10.71	10.50	41.77	Ιούνιος 22:00
	A	0.60	5.65	17.50	55.94	Ιούνιος 17:00 - 18:00
Τζάμια	B	3.20	1.06	8.00	27.08	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
	A	3.20	1.51	8.00	38.53	Ιουν.-Αύγ. 15:00 - 16:00
Στέγη		0.72	13.30	31.10	250	Ιούνιος 19:00 - 20:00

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)	Χρόνος Εμφάνισης
Τζάμια	B	151.00	1.06	1.00	0.84	134.20	Ιούνιος 18:00
	A	681.00	1.51	1.00	0.57	584.20	Ιουν.-Αύγ. 09:00 - 10:00

Τελικοί υπολογισμοί - θερμικά κέρδη κτηρίου για Ιούνιος 15:00

Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDc (°C)	Q (W)
Τοίχοι	B	0.60	10.00	6.50	39.00
	A	0.60	9.32	16.50	92.27
	N	0.60	9.24	10.50	58.21
Τζάμια	B	3.20	0.81	8.00	20.74
	N	3.20	2.64	8.00	67.58
Στέγη		0.72	14.18	26.10	266.47

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)
Τζάμια	B	151.00	0.81	1.00	0.82	100.29
	N	300.00	2.64	1.00	0.67	530.64

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Χώρος : Δωμάτιο 2					
Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDc (°C)	Q (W)
Τοίχοι	B	0.60	9.59	6.50	37.40
	Δ	0.60	9.45	9.50	53.87
Τζάμια	B	3.20	0.81	8.00	20.74
Στέγη		0.72	13.65	26.10	256.51

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)
Τζάμια	B	151.00	0.81	1.00	0.82	100.29

Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDc (°C)	Q (W)
Τοίχοι	Δ	0.60	10.26	9.50	58.48
	A	0.60	5.00	16.50	49.50
	N	0.60	3.39	10.50	21.36
Τζάμια	N	3.20	0.34	8.00	8.60
	A	3.20	2.64	8.00	67.58
Στέγη		0.72	25.82	26.10	485.21

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)
Τζάμια	N	300.00	0.34	1.00	0.67	67.54
	A	681.00	2.64	1.00	0.29	521.37

Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDc (°C)	Q (W)
Τοίχοι	Δ	0.60	11.08	9.50	63.16
	A	0.60	6.05	16.50	59.90
	N	0.60	8.24	10.50	51.91
	B	0.60	6.67	10.50	42.02
Τζάμια	N	3.20	1.08	8.00	27.65
	A	3.20	1.62	8.00	41.47

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

	Δ	3.20	0.81	8.00	20.61
Στέγη		0.72	26.56	26.10	499.12

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)
Τζάμια	N	470.00	1.08	1.00	0.67	340.09
	A	681.00	1.62	1.00	0.29	319.93
	Δ	681.00	0.81	1.00	0.40	219.28

Χώρος : Δομάτιο 3					
Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDe (°C)	Q (W)
Τοίχοι	Δ	0.60	11.88	9.50	67.72
	A	0.60	4.05	16.50	40.07
	N	0.60	8.64	10.50	54.43
	B	0.60	5.33	6.50	20.78
Τζάμια	B	3.20	0.75	8.00	19.14
	A	3.20	2.03	8.00	51.92
Στέγη		0.72	14.08	26.10	264.50

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)
Τζάμια	B	151	0.7475	1	0.82	92.55545
	A	681	2.028	1	0.57	782.21

Χώρος : Γραφείο					
Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDe (°C)	Q (W)
Τοίχοι	B	0.60	7.59	6.50	29.60
Τζάμια	B	3.20	0.85	8.00	9.60
Στέγη		0.72	6.66	26.10	125.23

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)
Τζάμια	B	151.00	0.85	1.00	0.82	47.05

Χώρος : Δωμάτιο 4					
Συναγωγή	Προσανατολισμός	U (W/m ² ×C)	A (m ²)	CLTDc (°C)	Q (W)
Τοίχοι	B	0.60	10.71	6.50	41.77
	A	0.60	5.65	16.50	55.94
Τζάμια	B	3.20	1.06	8.00	27.08
	A	3.20	1.51	8.00	38.53
Στέγη		0.72	13.30	26.10	250.00

Ηλιακά	Προσανατολισμός	SHGF (W/m ²)	A (m ²)	SC	CLF	Q (W)
Τζάμια	B	151.00	1.06	1.00	0.82	131.00
	A	681.00	1.51	1.00	0.29	297.22

2.2.1.1 Θερμικά κέρδη κτιρίου

Συνολικά θερμικά κέρδη χωρίς φορτία (W)	6335.57	ή	6.33 kW
---	---------	---	---------

2.2.1.2 Θερμικά κέρδη λόγω εξοπλισμού, ανθρώπων και φωτισμού

Εξοπλισμός (W) =	600
------------------	-----

Θερμικά κέρδη από ανθρώπους (W)	
Αισθητό	300
Λανθάνον	200

Θερμικά κέρδη από φώτα (W)	960
----------------------------	-----

Ολικό ψυκτικό φορτίο (W)	
Αισθητό - Qs	8195.57
Λανθάνον - QL	200.00
Άθροισμα	8395.57

Κεφάλαιο 2^ο : Υπολογισμός ενεργειακών καταναλώσεων

Χρόνος Εμφάνισης

Ιούνιος 15:00

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : FAN COILS

3.1 Επιλογή και εγκατάσταση των fan coils

Η επιλογή των μονάδων fan coil έγινε βάσει των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων του κάθε χώρου. Τα fan coils επιλέχθηκαν από τον τιμοκατάλογο της εταιρίας GREE και τοποθετήθηκαν fan coils δαπέδου τα οποία είναι πιστοποιημένα κατά EUROVENT. Στον παρακάτω κατάλογο δίνονται διάφορα μοντέλα της εταιρίας.

Μοντέλο			FP-342D-K	FP-512D-K	FP-682D-K	FP-852D-K
Παραπλ. αέρα (Υ / Μ / Χ)	m/h		559 / 336 / 331	522 / 433 / 366	651 / 487 / 409	595 / 516 / 431
	CFM		267 / 233 / 195	245 / 205 / 214	303 / 226 / 240	290 / 302 / 253
Απόδοση	Διακύλιση Ψύξη	KW	2,26 / 1,97 / 1,66	2,45 / 2,19 / 1,64	3,05 / 2,63 / 2,21	3,52 / 3,05 / 2,55
	Αεθλιακή Ψύξη	KW	1,78 / 1,56 / 1,29	1,85 / 1,69 / 1,42	2,29 / 1,97 / 1,66	2,57 / 2,22 / 1,87
	Θέρμανση	KW	3,02 / 2,67 / 2,19	3,50 / 3,02 / 2,54	3,95 / 3,42 / 2,87	4,38 / 3,79 / 3,17
Ηλεκτρική παροχή			220 – 240V – 1N – 50Hz			
Απορροαούμενη ισχύς		W	55 / 50 / 43	55 / 50 / 43	68 / 62 / 53	93 / 84 / 73
Υδραυλική διαδρομή	Παραπλ. νερού	l/s	0,14 / 0,12 / 0,10	0,16 / 0,14 / 0,12	0,19 / 0,16 / 0,13	0,21 / 0,18 / 0,15
	Πίεση πίεσης	MPa	15,0 / 11,2 / 7,50	6,60 / 4,30 / 3,30	13,1 / 9,8 / 6,5	26,3 / 19,6 / 13,6
Διατομή Συνδέσεων	Εισόδους/Εξόδους	in	3/4"(Θηλυκό) / 3/4"(Θηλυκό)			
	Αποστάσεις	mm	25	25	25	25
Στάθμη πίεσης Θεαύλου		αB/λi	40 / 38 / 39	42 / 40 / 38	45 / 43 / 42	47 / 45 / 42
Διαστάσεις (B x Π x Υ)		mm	238 x 824 x 694	238 x 824 x 694	238 x 824 x 694	238 x 824 x 694
Καθαρό βάρος		kg	26,0	25,0	27,3	27,0

Μοντέλο			FP-1022D-K	FP-1362D-K	FP-1702D-K	FP-2042D-K
Παραπλ. αέρα (Υ / Μ / Χ)	m/h		933 / 878 / 821	940 / 883 / 827	1005 / 764 / 712	2103 / 1973 / 1779
	CFM		547 / 516 / 500	552 / 520 / 504	1061 / 965 / 899	1237 / 1125 / 1046
Απόδοση	Διακύλιση Ψύξη	KW	5,06 / 4,76 / 4,42	5,59 / 5,27 / 5,10	7,42 / 6,75 / 6,28	8,19 / 7,45 / 6,93
	Αεθλιακή Ψύξη	KW	3,63 / 3,41 / 3,31	3,98 / 3,74 / 3,62	6,04 / 5,69 / 5,11	6,71 / 6,10 / 5,56
	Θέρμανση	KW	6,10 / 5,82 / 5,64	6,44 / 6,12 / 5,63	9,46 / 8,60 / 8,00	10,00 / 9,85 / 9,16
Ηλεκτρική παροχή			220 – 240V – 1N – 50Hz			
Απορροαούμενη ισχύς		W	89 / 88 / 88	89 / 89 / 88	172 / 164 / 157	233 / 222 / 213
Υδραυλική διαδρομή	Παραπλ. νερού	l/s	0,29 / 0,28 / 0,27	0,30 / 0,28 / 0,27	0,45 / 0,41 / 0,28	0,51 / 0,47 / 0,44
	Πίεση πίεσης	MPa	46,3 / 41,0 / 36,7	49,9 / 44,2 / 39,5	68,3 / 56,4 / 46,5	72,2 / 57,7 / 49,2
Διατομή Συνδέσεων	Εισόδους/Εξόδους	in	3/4"(Θηλυκό) / 3/4"(Θηλυκό)			
	Αποστάσεις	mm	25	25	25	25
Στάθμη πίεσης Θεαύλου		αB/λi	47 / 46 / 44	48 / 45 / 44	50 / 49 / 45	55 / 52 / 48
Διαστάσεις (B x Π x Υ)		mm	188 x 1300 x 601	188 x 1300 x 600	216 x 1570 x 695	238 x 1590 x 695
Καθαρό βάρος		kg	34,0	34,0	48,5	48,5

Η απόδοση και η καταπόνηση αεραπό στις παρακάτω συνθήκες:
 Ψύξη: Θερμοκρασία νερού 7°C, ΔT = 5°C, Θερμοκρασία αέρα 27°C DB/19°C WB
 Θέρμανση: Θερμοκρασία νερού 50°C, ΔT = 5°C, Θερμοκρασία αέρα 20°C

Πίνακας 3.1 : Πίνακας τεχνικών χαρακτηριστικών fan coils της GREE

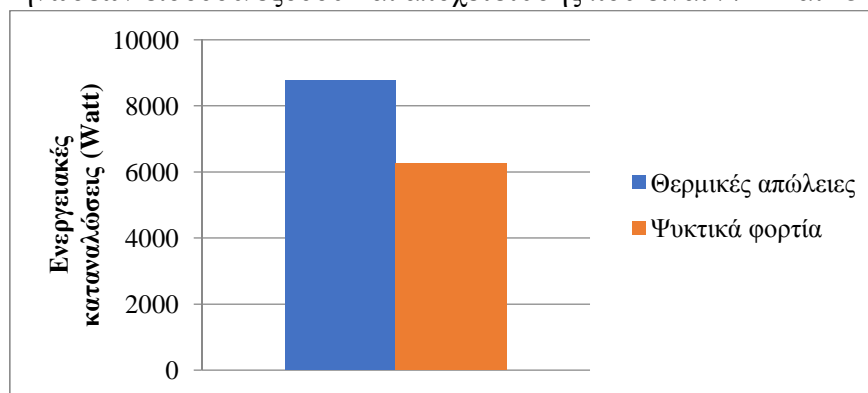
Στον Πίνακα παρακάτω έγιναν οι επιλογές των fan coils για κάθε χώρο της οικία ξεχωριστά. Επίσης αναγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά και κάποια σχεδιαστικά όπως οι διαστάσεις εφόσον θα μας φανούν χρήσιμα σε υπολογισμούς αργότερα.

Κεφάλαιο 3° : Fan coils

Fan coils νερού δαπέδου-οροφής (FP)									
Χώρος	Θερμικές απώλειες (W)	Ψυκτικά φορτία (W)	Μοντέλο	⁽¹⁾ Θέρμανση (kilowatt)	Ψύξη (kilowatt)	Παροχή νερού (l/s)	Πτώση Πίεσης (kPa)	L × H × S (mm)	Κόστος (€)
Δωμάτιο 1	1173.53	1175.20	FP-34ZD-K	2.61	1.97	0.12	11.2	238×834×694	300.58
Λουτρό 1	367.86								
Δωμάτιο 2	780.54	468.81	FP-34ZD-K	2.61	1.97	0.12	11.2	238×834×694	300.58
Κουζίνα - Τραπεζαρία	1674.59	1279.64	FP-34ZD-K	2.61	1.97	0.12	11.2	238×834×694	300.58
Καθιστικό	2195.49	1685.14	FP-34ZD-K	2.61	1.97	0.12	11.2	238×834×694	300.58
Δωμάτιο 3	1364.02	603.40	FP-34ZD-K	2.61	1.97	0.12	11.2	238×834×694	300.58
Λουτρό 2	604.94								
Γραφείο	518.23	211.48	FP-34ZD-K	2.61	1.97	0.12	11.2	238×834×694	300.58
Δωμάτιο 4	1047.29	841.54	FP-34ZD-K	2.61	1.97	0.12	11.2	238×834×694	300.58
Κόστος fan coils (€)									2104.06

(1) μεσαία ταχύτητα

Βλέποντας των Πίνακα των τεχνικών χαρακτηριστικών που μας δίδεται από την εταιρία GREE μπορούμε επίσης να παρατηρήσουμε πως αναγράφονται και οι διατομές των σωληνώσεων εισόδου/εξόδου και αποχέτευσης που είναι 3/4 in και 25 cm αντιστοίχως.



Σχήμα 3.2 : Γραφική αναπαράσταση θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων

3.2 Επιλογή και εγκατάσταση πετσετοθηκών

Από τον παραπάνω πίνακα με βάση τις θερμικές απώλειες του Λουτρού 1 και του Λουτρού 2, επιλέγουμε τα εξής μοντέλα πετσετοθηκών :

Δωματίο	Watts	kcal
Λουτρό 1	367.86	316.3
Λουτρό 2	604.94	520.15

Λουτρό 1: Μοντέλο ARTEMIS White RAL 9016

Θερμίδες (kcal): 400

L × H (mm): 400 × 770

Αριθμός οριζόντιων σωλήνων: 15

Τιμή (€) : 122

Λουτρό 2: Μοντέλο ARTEMIS White RAL 9016

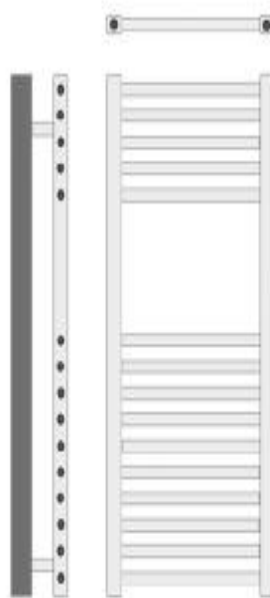
Θερμίδες (kcal): 552

L × H (mm): 600 × 770

Αριθμός οριζόντιων σωλήνων: 15

Τιμή (€) : 139

Πετσετοκρεμάστρα ARTEMIS



Διαστάσεις σε mm		Θερμίδες kcal	Αριθμός οριζόντιων σωλήνων
Μήκος	Ύψος		
300	770	291	15
	1175	450	22
	1490	569	27
	1760	669	31
400	770	400	15
	1175	580	22
	1490	730	27
	1760	880	31
500	770	465	15
	1175	690	22
	1490	865	27
	1760	1010	31
600	770	552	15
	1175	820	22
	1490	1000	27
	1760	1190	31
700	770	650	15
	1175	1020	22
	1490	1420	31

3.3 Υπολογισμός σωληνώσεων κεντρικής θέρμανσης

Το σύστημα που θα χρησιμοποιηθεί στην κατοικία μας είναι το μονοσωλήνιο σύστημα. Το μονοσωλήνιο σύστημα θέρμανσης παρουσιάζει ευρύτατη διάδοση κατά τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας, λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει σε σχέση με το κλασικό δισωλήνιο σύστημα τα οποία θα αναφερθούν παρακάτω.

Για να λειτουργήσει όμως σωστά και αποδοτικά απαιτείται αφ' ενός μεν προσεκτικός και ακριβής υπολογισμός στο στάδιο της μελέτης, αφ' ετέρου δε ιδιαίτερη επιμέλεια και πιστή τήρηση της μελέτης στο στάδιο της κατασκευής.

Τα πλεονεκτήματα του μονοσωλήνιου συστήματος έναντι του δισωλήνιου είναι :

1. Χρειάζεται λιγότερος χρόνος για την την εγκατάσταση, δεν ανοίγονται τρύπες στα πατώματα, δεν χρειάζεται κλίσεις στις σωληνώσεις. Γενικά το σύστημα επιτρέπει οικονομία χρόνου και εργατικών. Αποφεύγονται οι πολλές κατακόρυφες σωληνώσεις που δημιουργούν κατασκευαστικά και αισθητικά προβλήματα και υπάρχει ελευθερία στην επιλογή της θεσης των σωμάτων.

2. Περιλαμβάνει κλειστό δοχείο διαστολής με όλα τα απαραίτητα όργανα μέσα στο λεβητοστάσιο. Έτσι έχουμε καλύτερη προστασία από τα αλάτα και τις οξειδώσεις. Επίσης δεν υπάρχει ο κίνδυνος να παγώσουν οι σωληνώσεις.

3. Το κύριο πλεονέκτημα όμως του μονοσωλήνιου συστήματος έναντι του δισωλήνιου, είναι η δυνατότητα που παρέχει για αυτόνομη θέρμανση κάθε διαμερίσματος ή και τμήματος ακόμη του διαμερίσματος. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση μιας ηλεκτροβάνας στο τμήμα που συνδέει τον σωλήνα προσαγωγής με τον συλλέκτη προσαγωγής.

Κάθε διαμέρισμα μπορεί να έχει μια ή περισσότερες αυτονομίες (με αντίστοιχους συλλέκτες προσαγωγής και ηλεκτροβάνες), Τα πλεονεκτήματα του συστήματος αυτονομίας (ελεύθερη επιλογή χρόνου θέρμανσης, χρέωση κάθε ένοικου ανάλογα με την κατανάλωση που πραγματοποίησε κλπ) είναι φανερά.

Η διαστασιολόγηση των σωληνώσεων είναι ένα σημαντικό κομμάτι για την σύνδεση των fan coils καθώς και για την σωστή λειτουργία και βέλτιστη απόδοση τους. Για τον υπολογισμό των σωληνώσεων είναι απαραίτητα διάφορα μεγέθη όπως η πτώση πίεσης ($R - \text{mm} / \text{m} \Sigma. \text{Y.}$), η παροχή νερού ($w - \text{m}^3/\text{s}$) καθώς και η απόδοση ($Q - \text{kcal/h}$). Εφόσον έχουμε στην διάθεση μας τα απαραίτητα αυτά στοιχεία τότε και με την βοήθεια διαγραμμάτων βρίσκουμε την κατάλληλη διατομή σωληνώσεων. Διαγράμματα υπάρχουν για όλα τα είδη σωληνώσεων όπως πολυστρωματικοί, χάλκινοι και χαλυβδοσωλήνες (και τους οποίους θα χρησιμοποιήσουμε εμείς).

Στην περίπτωση των fan coils η σύνδεση των σωληνώσεων γίνεται ξεχωριστά σε κάθε σώμα. Στην κάθε σύνδεση ξεχωριστά τοποθετούνται δύο σωλήνες, ένας προσαγωγής και ένας επιστροφής. Οι σωλήνες αυτοί καταλήγουν σε δύο κολλεκτέρ ή αλλιώς συλλέκτες και από εκεί στην αντλία θερμότητας. Εφόσον όπως είπαμε η σύνδεση γίνεται ξεχωριστά σε κάθε ένα fan coil (και όχι όπως στα καλοριφέρ με γραμμές σε σειρά ή παράλληλα από το ένα στο άλλο) τότε αρκεί να λάβουμε υπ' όψη την απόδοση του καθενός ($Q - \text{kcal/h}$) διότι δεν υπάρχουν κλάδοι που να παρεμβάλλονται με σωληνώσεις άλλων σωμάτων. Ως ταχύτητα θα ορίσουμε εμείς μία μέση λύση από 0.5 έως 0.8 ούτως ώστε να αποφευχθούν οι πολύ υψηλές με αποτέλεσμα να έχουμε θόρυβο στις σωληνώσεις.

Κεφάλαιο 3° : Fan coils

Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται στην σύνδεση της αντλίας θερμότητας με τα κολλεκτέρ. Οι σωληνώσεις σαφώς και θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες αφού από εκεί μοιράζονται σε όλα τα σώματα. Στο σημείο εκείνο ως απόδοση θα λάβουμε το σύνολο των Q όλων των σωμάτων.

Υπολογισμός σωληνώσεων κεντρικής θέρμανσης													
Γενικά στοιχεία			Διατομές σωληνώσεων										
%	Τμήμα σωληνώσεως	Q (kcal/h)	V (kg/h)	L ₁ (m)	d (mm)	w (m/s)	R (mm Σ.Ν./m)	L × R (mm Σ.Ν.)	Σζ (L ₂)	Z (mm Σ.Ν.)	L ₁ + L ₂	R _{0λ} (mm Σ.Ν.)	H (m Σ.Ν.)
1	Δομάτιο 1 / 1.1	2244	432	33.4	Φ18 × 1	0.65	45	1503	28.5	612.5	61.9	2785.5	3.398
2	Λουτρό 1 / 2.1	400	40	28	Φ15 × 1	0.45	60	1680	37.5	377.5	65.5	3930	4.3075
3	Δομάτιο 2 / 3.1	2244	432	34	Φ18 × 1	0.65	45	1530	28.5	612.5	62.5	2812.5	3.425
4	Κουζίνα - Τραπεζαρία / 4.1	2244	432	21.2	Φ18 × 1	0.65	45	954	28.5	612.5	49.7	2236.5	2.849
5	Καθιστικό / 5.1	2244	432	11.2	Φ18 × 1	0.65	45	504	28.5	612.5	39.7	1786.5	2.399
6	Δομάτιο 3 / 6.1	2244	432	12.8	Φ18 × 1	0.65	45	576	28.5	612.5	41.3	1858.5	2.471
7	Λουτρό 2 / 7.1	552	55.2	22	Φ15 × 1	0.65	50	1100	37.5	377.5	59.5	2975	3.3525
8	Γραφείο / 8.1	2244	432	14	Φ18 × 1	0.45	45	630	28.5	612.5	42.5	1912.5	2.525
9	Δομάτιο 4 / 9.1	2244	432	27	Φ18 × 1	0.65	45	1215	28.5	612.5	55.5	2497.5	3.11

Στον παρακάτω Πίνακα φαίνονται αναλυτικότερα οι σωληνώσεις που επιλέχθηκαν.

→Οι αποστάσεις αλλά και τα Σζ είναι διπλάσια (ίδιοι υπολογισμοί για προσαγωγή και επιστροφή)

Πίνακας υπολογισμών για την δυσμενέστερη περίπτωση βάσει πτώσης πίεσης :

Δυσμενέστερη περίπτωση													
%	Τμήμα σωληνώσεως	Q (kcal/h)	V (kg/h)	L ₁ (m)	d (mm)	w (m/s)	R (mm Σ.Ν./m)	L × R (mm Σ.Ν.)	Σζ (L ₂)	Z (mm Σ.Ν.)	L ₁ + L ₂	R _{0λ} (mm Σ.Ν.)	H (m Σ.Ν.)
1	A/Θ προς συλλέκτη προσαγωγής	16660	1666	7.48	Φ35 × 1.5	0.65	22	164.56	26	275.25	33.48	736.56	1.01181
2	Λουτρό 1	400	40	28	Φ15 × 1	0.45	60	1680	40	402	68	4080	4.482
3	Συλλέκτης επιστροφής προς A/Θ	16660	1666	7.48	Φ35 × 1.5	0.65	22	164.56	7.5	158	33.48	736.56	0.89456
												H _{0λ}	6.38837

Κεφάλαιο 3^ο : Fan coils

Λίστα εξαρτημάτων : (συμπεριλαμβάνονται εξαρτήματα προσαγωγής και επιστροφής μαζί)

Τμήμα σοληνώσεων	Εξαρτήματα	Ποσότητα	Συντελεστής
Κοιτών 1	Γωνίες	4	1.5
	Ρυθμιστικοί διακόπτες	4 (2 ευθείς & 2 γωνιακοί)	7 & 3
	Θερμαντικό σώμα	1	2.5
Λουτρό 1	Γωνίες	4	2
	Ρυθμιστικοί διακόπτες	4 (2 ευθείς & 2 γωνιακοί)	10 & 3.5
	Θερμαντικό σώμα	1	2.5
Κοιτών 2	Γωνίες	4	1.5
	Ρυθμιστικοί διακόπτες	4 (2 ευθείς & 2 γωνιακοί)	7 & 3
	Θερμαντικό σώμα	1	2.5
Κουζίνα - Τραπεζαρία	Γωνίες	4	1.5
	Ρυθμιστικοί διακόπτες	4 (2 ευθείς & 2 γωνιακοί)	7 & 3
	Θερμαντικό σώμα	1	2.5
Καθιστικό	Γωνίες	4	1.5
	Ρυθμιστικοί διακόπτες	4 (2 ευθείς & 2 γωνιακοί)	7 & 3
	Θερμαντικό σώμα	1	2.5
Κοιτών 3	Γωνίες	4	1.5
	Ρυθμιστικοί διακόπτες	4 (2 ευθείς & 2 γωνιακοί)	7 & 3
	Θερμαντικό σώμα	1	2.5
Λουτρό 2	Γωνίες	4	2
	Ρυθμιστικοί διακόπτες	4 (2 ευθείς & 2 γωνιακοί)	10 & 3.5
	Θερμαντικό σώμα	1	2.5
Γραφείο	Γωνίες	4	1.5
	Ρυθμιστικοί διακόπτες	4 (2 ευθείς & 2 γωνιακοί)	7 & 3
	Θερμαντικό σώμα	1	2.5
Κοιτών 4	Γωνίες	4	1.5
	Ρυθμιστικοί διακόπτες	4 (2 ευθείς & 2 γωνιακοί)	7 & 3
	Θερμαντικό σώμα	1	2.5
Λουτό 1	Κολλεκτέρ (προσαγωγής & επιστροφής)	1	1.5 & 1
	Γωνίες	4	2
	Ρυθμιστικοί διακόπτες	4 (2 ευθείς & 2 γωνιακοί)	10 & 3.5
	Θερμαντικό σώμα	1	2.5
Συλλέκτης επιστροφής προς Α/Θ	Γωνίες	5	1.5
Α/Θ προς συλλέκτη προσαγωγής	Κυκλοφορητής	1	2.5
	Γωνίες	5	1.5
	Κρουσός (ευθύς)	2	6
	Δοχείο αδρανείας	1	2.5
	Ταυ σε διακλάδωση	1	1.5

Κεφάλαιο 3^ο : Fan coils

Θερμαντικό Σώμα.....	$\zeta=2.5$	Λέβητας.....	$\zeta=2.5$		
Κυκλοφορητής.....	$\zeta=2.5$	Διακλάδωση Διχάλα (παντελόνι).....	$\zeta=1.5$		
Ταυ σε διακλάδωση					
Ταυ σε διέλευση		Καμπύλη 90° $r/d=1.5 \quad \zeta=0.5$ $r/d=2.5 \quad \zeta=0.3$			
Ταυ σε διασταύρωση					
Σύρτης		Διάμετρος			
		10 έως 15 mm (3/8", 1/2")	20 ÷ 25 (3/4", 1")	32 ÷ 40 (1 1/4", 1 1/2")	50 και άνω
Ρυθμιστικός Διακόπτης	Ευθύς	10	7	5	4
	Γωνιακός	3.5	3.0	2.5	2.0
Κρουνός	Ευθύς	8.5	6.0	5.0	4.0
	Γωνιακός	4.0	2.0	2.0	-
Βάνα		1.0	0.5	0.5	0.5
Γωνία και γωνιακός λυόμενος σύνδεσμος		2.0	1.5	1.0	1.0

Πίνακας 3.3 : Υπολογισμός συντελεστή ζ διαφόρων εξαρτημάτων

Ταχύτητα ροής (m/s)	Τιμές του Z για Σζ														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.015	0.01	0.02	0.05	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
0.02	0.02	0.50	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
0.025	0.05	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
0.03	0.05	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7
0.04	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2
0.05	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.9
0.06	0.2	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.5	2.7
0.07	0.3	0.5	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.2	3.4	3.7
0.08	0.3	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2	2.6	2.9	3.2	3.5	3.9	4.1	4.5	4.8
0.09	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.3	5.7	6.1
0.10	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
0.12	0.7	1.4	2.2	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.5	7.2	7.9	8.5	9.2	10.0	10.7
0.14	1.0	2.0	2.9	3.9	4.9	5.9	6.8	7.8	8.7	9.7	10.7	11.6	12.6	13.6	14.6
0.16	1.3	2.6	3.8	5.1	6.4	7.7	8.8	10.1	11.4	12.7	13.9	15.2	16.5	17.8	19.0
0.18	1.6	3.2	4.8	6.5	8.0	9.6	11.2	12.8	14.4	16.1	17.7	19.3	21.0	22.5	24.0
0.20	2.0	4.0	6.0	8.0	9.9	11.9	13.9	15.8	17.8	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0
0.22	2.4	4.8	7.2	9.5	12.0	14.4	16.8	19.2	21.4	24.0	26.5	29.0	31.5	34.0	36.0
0.24	2.9	5.7	8.5	11.4	14.3	17.1	20.0	23.0	26.0	28.5	31.5	34.5	37.5	40.0	43.0
0.26	3.4	6.7	10.0	13.4	16.7	20.0	23.5	27.0	30.5	33.5	37	40	44	47	51
0.28	3.9	7.8	11.6	15.5	19.4	23.5	27.5	31.5	35.0	39	43	47	51	55	59
0.30	4.5	8.9	13.4	17.8	22.5	27.0	31.5	36.0	40.5	45	49	54	58	63	67
0.35	6.1	12.1	18.2	24.5	30.7	37.2	42.7	49	55	62	67	74	79	85	102
0.40	8.0	15.9	24.0	32.0	40.0	48	56	64	72	80	87	95	103	111	119
0.45	9.9	20.1	30.2	40.2	50.5	60	71	80	90	100	110	120	131	141	151
0.5	12.4	25.0	37.5	50	62	75	86	99	111	124	136	149	161	173	186
0.6	17.8	36.0	54	72	89	107	125	143	161	178	196	215	235	250	270
0.7	24.5	49.0	73	97	121	145	169	195	220	245	270	295	320	340	365
0.8	32.0	64	95	127	159	191	225	255	285	320	350	385	410	450	480
0.9	40.5	81	121	161	200	240	285	325	365	400	440	480	530	570	610
1.0	50	99	149	200	250	300.0	350	400	450	500	550	600	650	700	750
1.2	72	143	215	285	360	430.0	500	570	650	720	790	850	920	1000	1070
1.4	97	195	295	390	490	590.0	680	780	870	970	1060	1160	1260	1360	1460
1.6	127	255	385	510	640	770.0	880	1010	1140	1270	1390	1520	1650	1780	1900

Πίνακας 3.4 : Τιμές Z για Σζ και βάσει ταχύτητας ροή

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο : ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

4.1 Επιλογή και εγκατάσταση αντλίας θερμότητας

Ο συνδυασμός μιας αντλίας θερμότητας με ένα διασυνδεδεμένο στο δίκτυο της ΔΕΗ οικιακό φωτοβολταϊκό, που θα μπορεί να λειτουργεί με το σύστημα ενεργειακού συμψηφισμού - net metering μπορεί να αποτελέσει μία ασφαλή επένδυση, η οποία θα μειώσει αισθητά το κόστος ενεργειακής κατανάλωσης και θα βάλει ουσιαστικά τέλος και στο βασικό έξοδο της θέρμανσης. Ο συνδυασμός αντλιών θερμότητας αλλά και φ/β γεννητριών δίνουν την δυνατότητα μείωσης στο ελάχιστο του ενεργειακού κόστους για τα νοικοκυριά, τα οποία θα απολαμβάνουν μια καθεστώς ενεργειακής «αυτονόμησης» καθώς δεν θα επηρεάζονται από τις αυξήσεις των τιμολογίων ηλεκτρικής ενέργειας των παρόχων και των ορυκτών καυσίμων.



Σχήμα 4.1 : Αντλία θερμότητας RHOSS

Η εκλογή του μεγέθους γίνεται με βάση τις θερμικές απώλειες έτσι ώστε να καλύψουμε όλες τις ανάγκες της κατοικίας σε θέρμανση, αλλά και ψύξη. Η αντλία θερμότητας που επιλέγουμε είναι αέρα – νερού, επειδή οι αντλίες θερμότητας αέρα/νερού στηρίζουν τη λειτουργία τους στην αξιοποίηση του φθηνότερου καυσίμου που μπορεί κανείς να βρει, το οποίο δεν είναι άλλο από τον δωρεάν αέρα. Η συγκεκριμένη αντλία τοποθετείται εξωτερικά και χρησιμοποιεί τη θερμική ενέργεια του εξωτερικού αέρα. Η θερμότητα που συγκεντρώνεται από την αντλία μπορεί να τροφοδοτήσει τα fan coil και το ζεστό νερό χρήσης της κατοικίας μας. Η ίδια αντλία θερμότητας μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως μονάδα κλιματισμού για το δροσισμό του χώρου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Κεφάλαιο 4^ο : Αντλία θερμότητας

Λειτουργία Θέρμανσης για εξωτερικές θερμοκρασίες μέχρι -20°C
Παραγωγή ζεστού νερού μέχρι 60°C

THAIY R410A			105	110	116
Θέρμανση Min/Nom/Max	30/35 °C	kW	2,0/6,5/7,1	1,7/9,9/9,9	9,4/16,0/18,5
COP Nom	30/35 °C		4,34	4,58	4,20
Ψύξη Min/Nom/Max	18/23 °C	kW	2,0/5,2/5,2	4,7/7,3/9,0	3,3/16,1/16,2
EER Nom	18/23 °C		4,02	3,61	3,91
Θέρμανση Min/Nom/Max	40/45 °C	kW	1,8/6,2/6,4	1,9/9,8/9,8	8,8/15,2/16,7
COP Nom	40/45 °C		3,12	3,44	3,40
Ψύξη Min/Nom/Max	7/12 °C	kW	1,6/3,8/3,8	2,4/5,5/7,7	2,1/12,6/12,9
EER Nom	7/12 °C		2,98	2,91	3,0
Διαστάσεις	(LxHxD)	mm	898x675x300	850x882x330	1.000x1.418x330
Τιμή THAIY (P0)		€	5.300	6.300	8.500
Χειριστήριο KCTR		€		170	

Οι μονάδες (P0) περιλαμβάνουν υδραυλικό Kit (κυκλοφορητή, διαφορικό πρεσοστάτη, βαλβίδα ασφαλείας κ.λ.π).

Θέρμανση : Θερμοκρασία περιβάλλοντος 7°C D.B. Ψύξη : Θερμοκρασία περιβάλλοντος 35°C D.B. |

Πίνακας 4.2 : Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλιών θερμότητας RHOSS

Με βάσει τις θερμικές απώλειες της κατοικίας οι οποίες είναι 9734.80 W (ή 8369.73 kcal/h) επιλέγουμε το μοντέλο 110 τύπου THAIY R410A. Το μοντέλο αυτό έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

THAIY R410A		110
Θέρμανση Min/Nom/Max	kW	1,7/9,9/9,9
COP Nom		4,58
Ψύξη Min/Nom/Max	kW	4,7/7,3/9,0
EER Nom		3,61

Πίνακας 4.3 : Τεχνικά χαρακτηριστικά επιλεγμένης αντλίας θερμότητας RHOSS

Η αντλία θερμότητας που επιλέξαμε είναι χαμηλών θερμοκρασιών, θα φτάνει δηλαδή μέχρι 60 °C. Επιλέγουμε αντλία θερμότητας χαμηλών θερμοκρασιών διότι και τα fan coils λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες. Η θερμότητα διανέμεται στο χώρο με βεβαιωμένη ροή με τη βοήθεια ανεμιστήρα. Έτσι με χαμηλές θερμοκρασίες δεν προκαλείται ξηρασία στον αέρα του χώρου.

Ο συντελεστής απόδοσης της θέρμανσης υπολογίζεται από το εξής τύπο:

$$\text{COP (Coefficient of Performance)} = \frac{Q_H}{W}$$

Όπου,

Q_H = μεταφερόμενη θερμότητα

W = καταναλισκόμενο έργο

Οπότε το έργο που καταναλώνει η αντλία στο μέγιστο είναι:

$$W = \frac{Q_H}{COP} = \frac{9900}{4.58} = 2161.5 \text{ W}$$

4.2 Σχεδιάγραμμα ροής μονοσωλήνιου συστήματος

Στο παρακάτω σχέδιο απεικονίζεται η κάτοψη της οικίας η οποία έγινε σε AutoCAD 2007. Οι κόκκινες και μπλε γραμμές αναπαριστούν την προσαγωγή και επιστροφή νερού αντίστοιχα από την αντλία θερμότητας προς κολλεκτέρ και ύστερα σε κάθε μονάδα fan coil και η επιστροφή τους. Κάθε fan coil συνδέεται ξεχωριστά με μοναδική παροχή και επιστροφή το κάθε ένα.

Συμβολισμοί :

1. Fan Coil Unit →



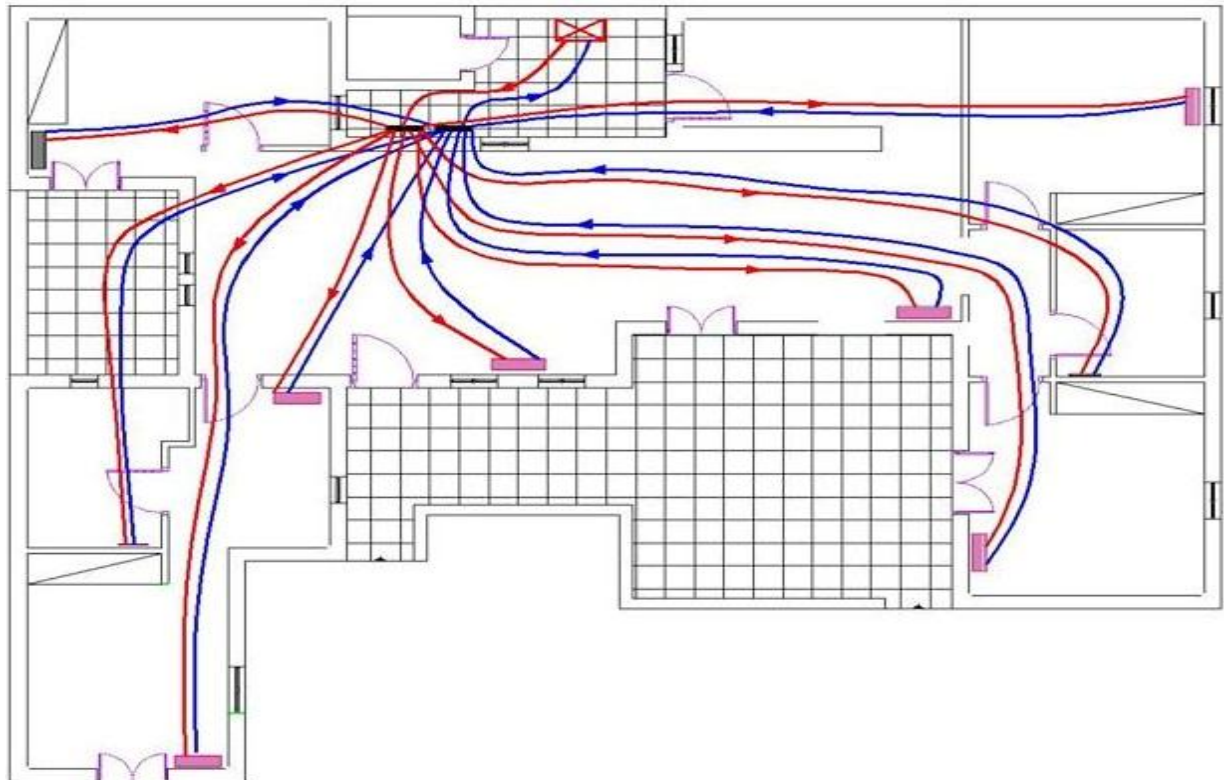
2. Αντλία θερμότητας →



3. Κολλεκτέρ ή Συλλέκτης →



4. Προσαγωγή (κόκκινο) & επιστροφή (μπλε) →



Σχέδιο 4.4 : Διάγραμμα ροής μονοσωλήνιου συστήματος οικίας σε κάτοψη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο : ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ

5.1 Επιλογή φωτοβολταϊκών πάνελ

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μια από τις εφαρμογές των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Εκμεταλλευόμενο το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, το **φωτοβολταϊκό σύστημα** παράγει ηλεκτρική ενέργεια από την ηλιακή ενέργεια.

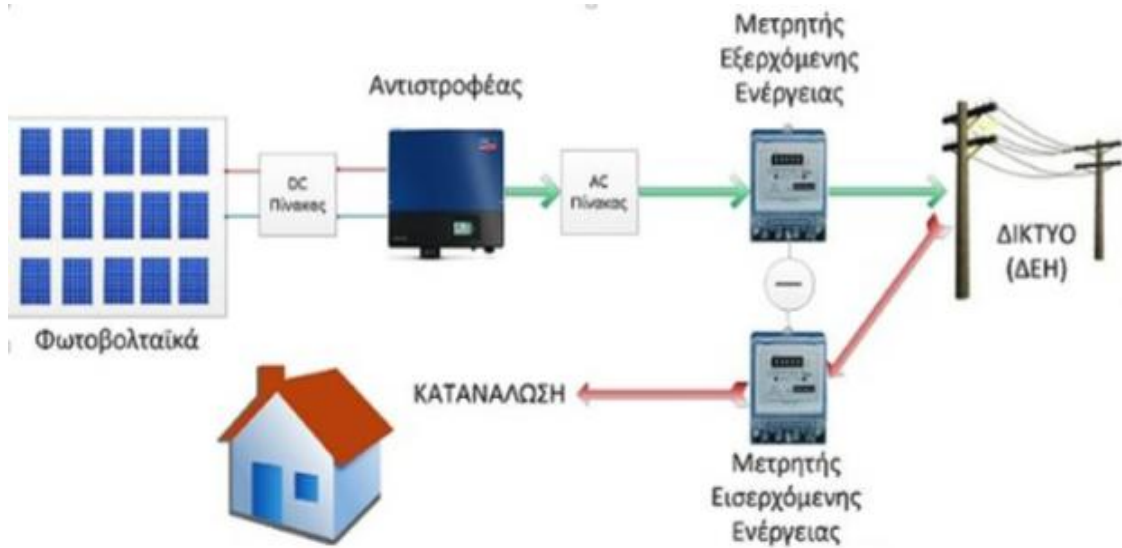
Η κατηγορία φωτοβολταϊκού συστήματος που θα επιλέξουμε είναι το διασυνδεδεμένο σύστημα με το ηλεκτρικό δίκτυο. Πιο συγκεκριμένα θα χρησιμοποιήσουμε φωτοβολταϊκά με αυτοπαραγωγή με ενεργειακό συμψηφισμό (*net metering*). Το πρόγραμμα αυτό αφορά στην εγκατάσταση σταθερών φωτοβολταϊκών συστημάτων για την κάλυψη ιδίων αναγκών, χρησιμοποιώντας το εθνικό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας για την έμμεση αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των φωτοβολταϊκών.

Ο **ενεργειακός συμψηφισμός** διενεργείται στον λογαριασμό του προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας σε ετήσια βάση για την παραγόμενη (εξερχόμενη) από το φωτοβολταϊκό σύστημα ηλεκτρική ενέργεια και την καταναλισκόμενη (εισερχόμενη) στις εγκαταστάσεις του αυτοπαραγωγού, με τρόπο που να προκύπτουν οι χαμηλότερες χρεώσεις. Τυχόν πλεόνασμα ενέργειας μετά τον ετήσιο συμψηφισμό δεν αποζημιώνεται ούτε πιστώνεται σε επόμενο λογαριασμό. Οπότε το φωτοβολταϊκό σύστημα πρέπει να επιλέγεται ώστε η ετήσια παραγόμενη ενέργεια να μην υπερβαίνει την ετήσια κατανάλωση.

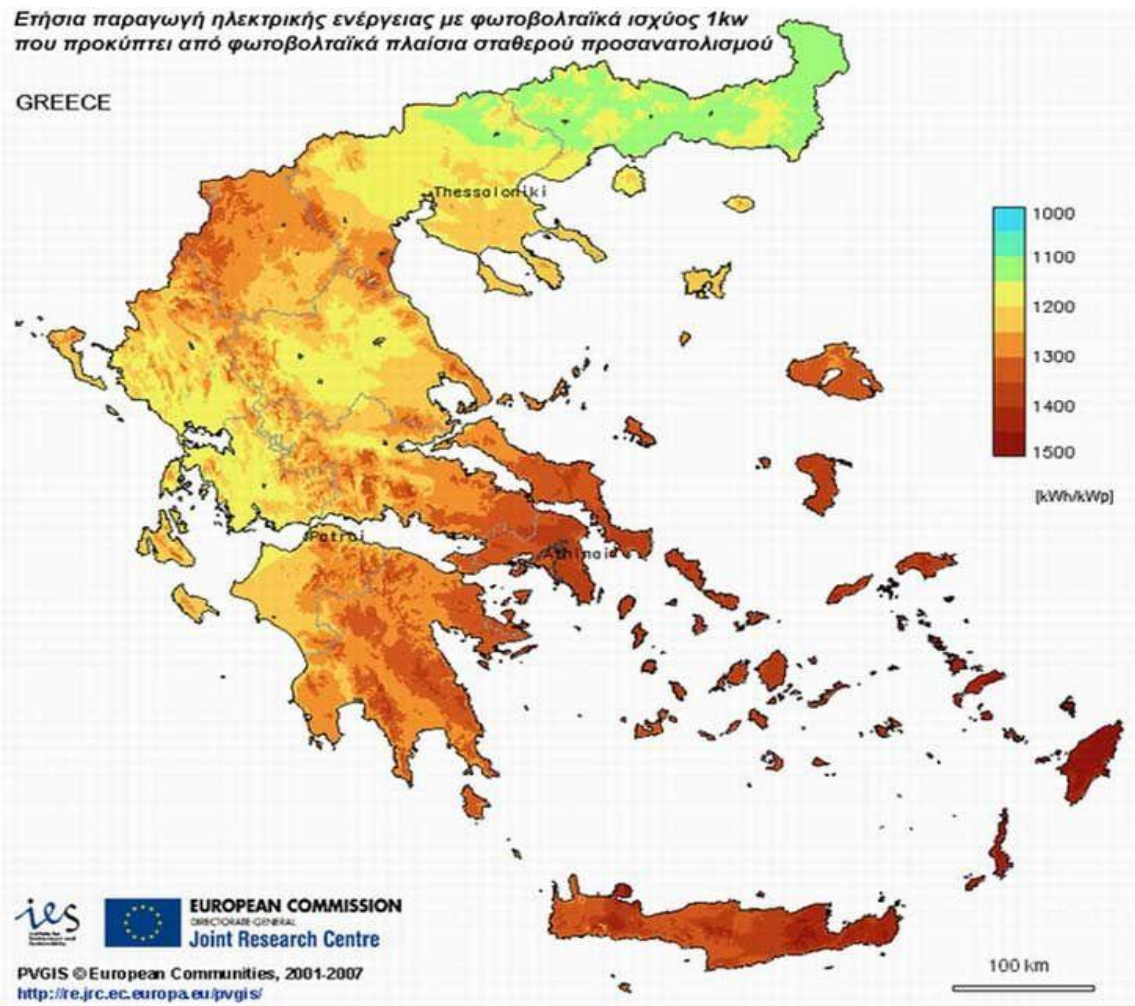
Ουσιαστικά, όσοι επιθυμούν με την χρήση φωτοβολταϊκών να παράγουν μόνοι τους την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν, μπορούν να αποφύγουν την χρήση μπαταριών (πολύ υψηλό κόστος) για την αποθήκευση της ενέργειας και αντί αυτών να χρησιμοποιούν το δίκτυο ως «μπαταρία». Έτσι μειώνεται το κόστος εγκατάστασης και ταυτόχρονα διασφαλίζεται η συνεχής και αδιάλειπτη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας (κάτι που δεν ισχύει για τις μπαταρίες).

Η συνδεσμολογία του φωτοβολταϊκού συστήματος για το πρόγραμμα με ενεργειακό συμψηφισμό (*net metering*) φαίνεται παρακάτω (Σχήμα 5.1):

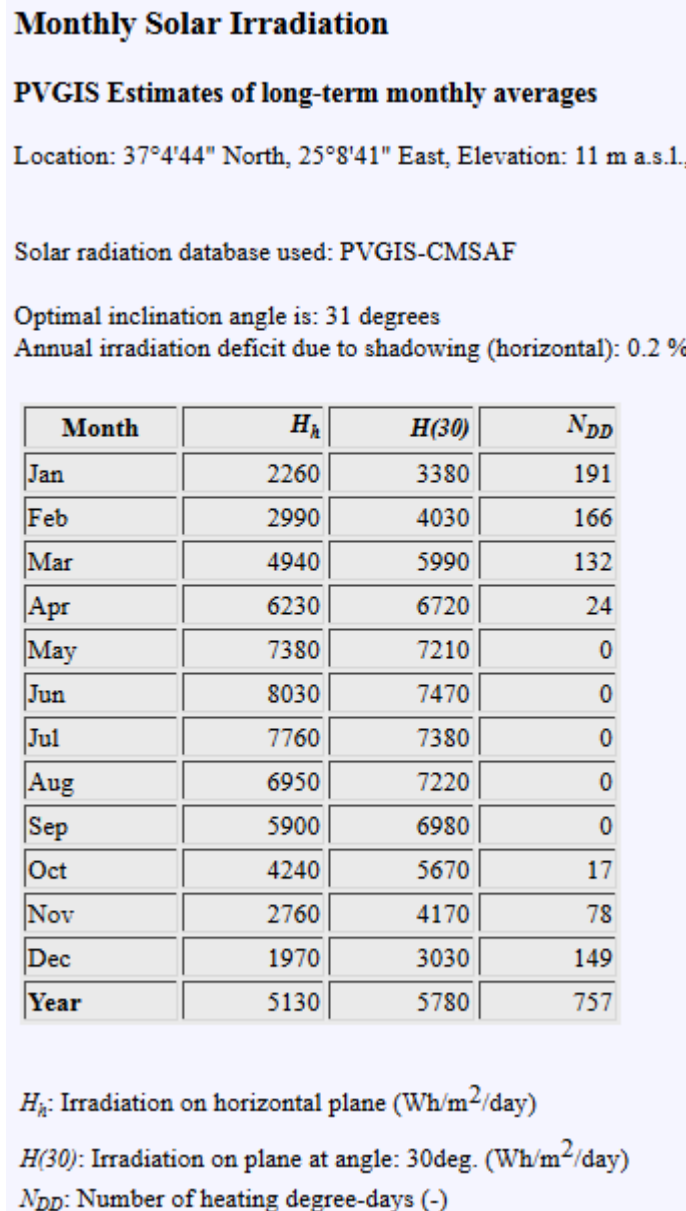
Από τον ιστότοπο **PVGIS** υπολογίσαμε για το νησί της Πάρου, Ν.Κυκλάδων την ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία για το οριζόντιο επίπεδο και την ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία για κεκλιμένο επίπεδο γωνίας 30^ο ανά μήνα (Σχήμα 5.3 - 5.6).



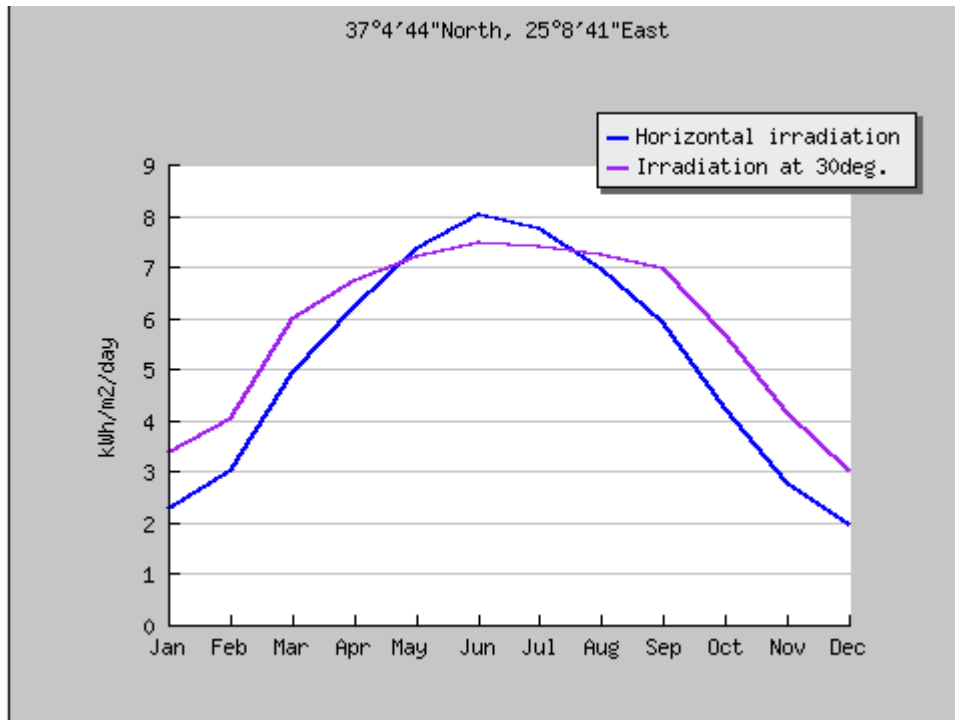
Σχήμα 5.1 : Συνδεσμολογία φωτοβολταϊκού συστήματος με ενεργειακό συμψηφισμό (net metering)



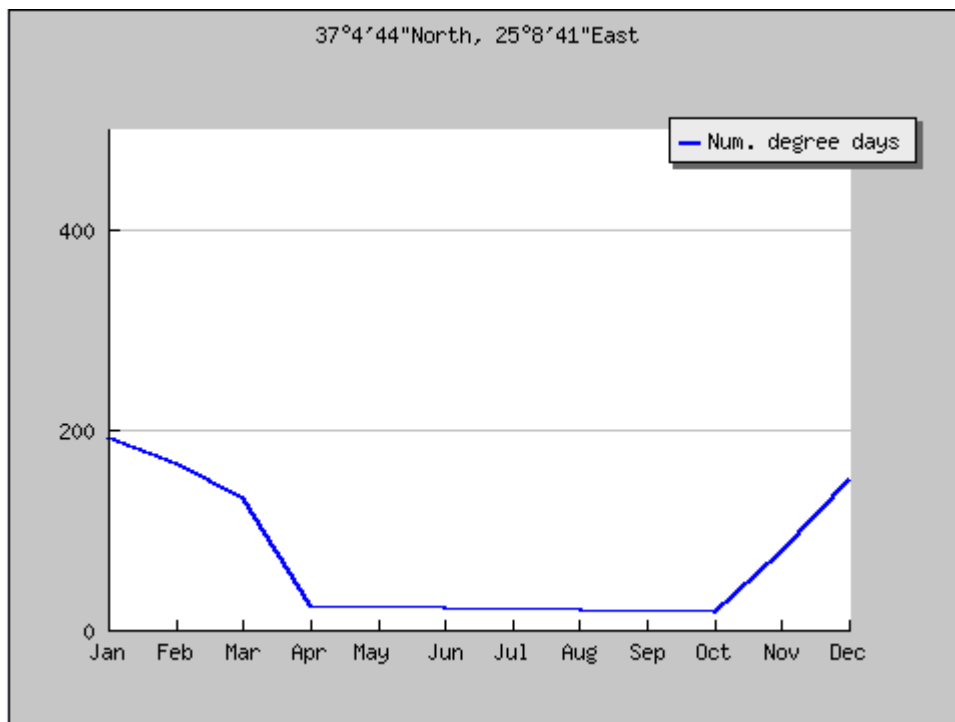
Σχήμα 5.2 : Χάρτης ετήσιας ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα



Σχήμα 5.3 : Ποσοτικοποιημένα στοιχεία της προσπίπτουσας ακτινοβολίας



Σχήμα 5.4 : Γράφημα ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο & κεκλιμένο επίπεδο από PVGIS

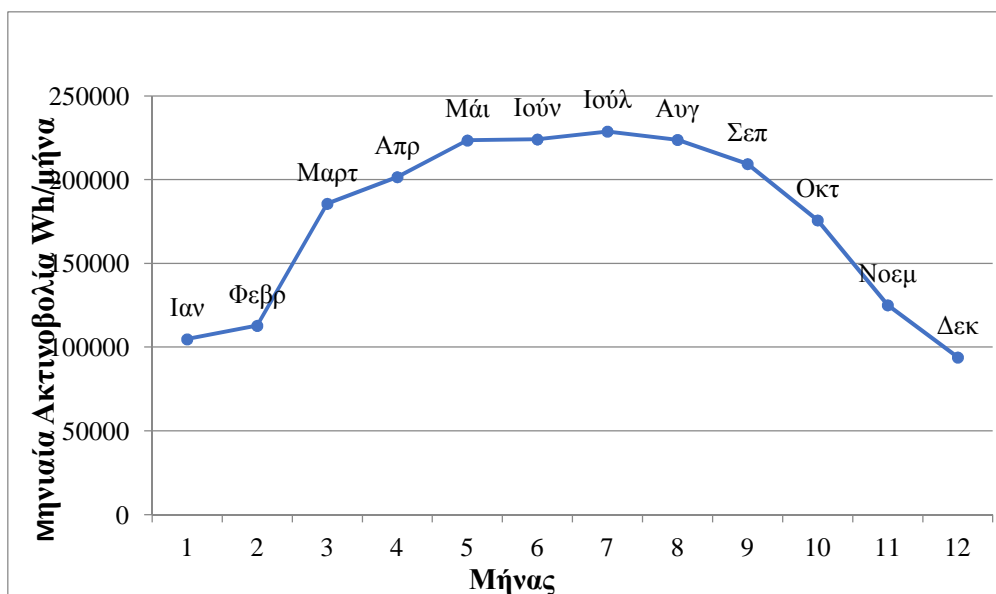


Σχήμα 5.5 : Γράφημα βαθμομερών από PVGIS

Κάνοντας τους απαραίτητους υπολογισμούς βρίσκουμε τη μηνιαία ακτινοβολία όπου είναι $H_{(30)} \times \text{ημέρες μήνα}$ και τα αποτελέσματα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 5.1 : Μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία

Month	H_h	$H_{(30)}$	Μηνιαία ακτινοβολία (Wh/m ²)
Jan	2260	3380	104780
Feb	2990	4030	112840
Mar	4940	5990	185690
Apr	6230	6720	201600
May	7380	7210	223510
Jun	8030	7470	224100
Jul	7760	7380	228780
Aug	6950	7220	223820
Sep	5900	6980	209400
Oct	4240	5670	175770
Nov	2760	4170	125100
Dec	1970	3030	93930
Year	5130	5780	2109320

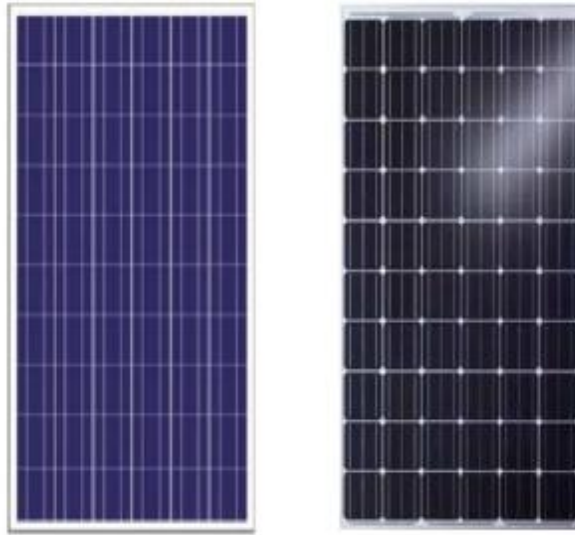


Σχήμα 5.6 : Γράφημα Μηνιαίας Ακτινοβολίας Wh/μήνα

Κεφάλαιο 5^ο : Φωτοβολταϊκά

Στη συνέχεια δίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πλαισίων και λοιπών απαιτούμενων εξαρτημάτων:

Μοντέλο φωτοβολταϊκού πάνελ : 66X LG285S1C-L4



LG285S1C-B3 / LG280S1C-B3 / LG275S1C-B3

Mechanical Properties

CELLS	6 x 10
CELL VENDOR	LG
CELL TYPE	Monocrystalline
CELL DIMENSIONS	156.5 x 156.5 mm
# OF BUSBAR	3
GLASS	High transmission tempered glass
DIMENSIONS (L X W X H)	1.640 x 1.000 x 35 mm
STATIC SNOW LOAD	5.400 Pa
STATIC WIND LOAD	2.400 Pa
WEIGHT	16.8 ± 0.5 kg
CONNECTOR TYPE	MC4 connector IP67
JUNCTION BOX	IP 67 with 3 bypass diodes
LENGTH OF CABLES	1.000 mm
FRAME	Anodized aluminum

Certifications and Warranty

CERTIFICATIONS	IEC 61215, IEC 61730-1/-2, IEC 61701
	DLG-Fokus Test "Ammonia Resistance"
	ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001
	UL 1703
PRODUCT WARRANTY	10 years
OUTPUT WARRANTY OF P _{MAX} (MEASUREMENT TOLERANCE ± 3%)	25 years linear warranty ¹

¹ 1st year: 97%, 2-25 year: -0.7%/annual degradation, 80.2% for 25 years

Electrical Properties (STC²)

	285 W	280 W	275 W
MPP VOLTAGE (VMPP)	32.1	31.9	31.7
MPP CURRENT (IMPP)	8.88	8.78	8.68
OPEN CIRCUIT VOLTAGE (VOC)	38.9	38.8	38.7
SHORT CIRCUIT CURRENT (ISC)	9.38	9.33	9.26
MODULE EFFICIENCY (%)	17.4	17.1	16.8
OPERATING TEMPERATURE (°C)	-40 - +90		
MAXIMUM SYSTEM VOLTAGE (V)	1000		
MAXIMUM SERIES FUSE RATING (A)	15		
POWER TOLERANCE (%)	0 - +3		

² STC (Standard Test Condition): Irradiance 1.000 W/m², module temperature 25 °C, AM 1.5. The nameplate power output is measured and determined by LG Electronics at its sole and absolute discretion.

Electrical Properties (NOCT³)

	209 W	205 W	202 W
MPP VOLTAGE (VMPP)	29.5	29.3	29.1
MPP CURRENT (IMPP)	7.08	7.00	6.92
OPEN CIRCUIT VOLTAGE (VOC)	36.1	36.0	35.9
SHORT CIRCUIT CURRENT (ISC)	7.56	7.52	7.46
EFFICIENCY REDUCTION (FROM 1.000 W/M ² TO 200 W/M ²)	< 4.5 %		

³ NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800 W/m², ambient temperature 20 °C, wind speed 1 m/s

Σχήμα 5.7 : Επιλεγμένο Φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Αντιστροφέας (inverter) : ABB Inverter DC/AC φωτοβολταϊκών grid 27,6 kW



ABB Inverter DC/AC grid 27,6kW SPECS

- Αριθμός ανιχνευτών MPP: 2
- Βαθμός προστασίας (IP): IP65
- Βάθος: 292mm
- Βάρος: 75Kg
- Για εξωτερική τοποθέτηση: ΝΑΙ
- Επίπεδο Ευρώ-απόδοσης: 98,2%
- ΕΡ-ονομαστική ισχύς εξόδου: 27,6kW
- Μέγ. ρεύμα εισόδου: 40A
- Μέγ. τάση εισόδου: 950V
- Μέγ. χωρητικότητα εισόδου DC: 28600V
- Οθόνη: Τυπική
- Πλάτος: 702mm
- Τάση MPP: 250-500V
- Τροφοδοτικό 3-φάσεων: ΝΑΙ
- Ύψος: 1061mm

Τριφασικός μετρητής ενέργειας και Μόντεμ τηλεμετρίας : GAMA 300



Σχήμα 5.8 : Επιλογή Αντιστροφέα και Μετρητή Ενέργειας

5.2 Υπολογισμοί φωτοβολταϊκών

Σενάριο 1^ο : Εγκατεστημένη ισχύς 10 kW

Με βάσει τα δεδομένα :

- Ø Εγκατεστημένη ισχύ : $P_{roofSTC} = 10.0 \text{ kW}$
- Ø Κλίση του πλαισίου : $\beta = 30^\circ$
- Ø Λόγος απόδοσης : $PR = 75 \%$
- Ø Βαθμός απόδοσης πλαισίου : $\eta_{STC} = 17.4 \%$

Και την σταθερά :

- Ø Ακτινοβολία STC : $G_{STC} = 1000 \frac{W}{m^2}$

Η επιφάνεια των πλαισίων είναι :

$$A_{array} = \frac{P_{roofSTC}}{\eta_{STC} \cdot G_{STC}} = \frac{10000 \text{ W}}{0.174 \cdot 1000 \frac{W}{m^2}} = 57.5 \text{ m}^2$$

Υπολογίσαμε πιο πάνω τον λόγο απόδοσης (performance ratio) $\eta_{an} = 0.1305$.

Άρα η ενέργεια που παράγεται και αποδίδεται στο σύστημα, σε ένα έτος :

$$E_{an} = 2109 \left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right] \times 0.1305 \times 57.5 [\text{m}^2] = \mathbf{15.825 \text{ kWh}},$$

θα παράγονται από την εγκατεστημένη ισχύ των φωτοβολταϊκών των 10 kWp.

Για να βρούμε πόσα φωτοβολταϊκά (n) πλαίσια χρειαζόμαστε διαιρούμε την εγκατεστημένη ισχύ με την ισχύ που παράγει το κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Οπότε έχουμε :

$$n = \frac{10000}{213.75} = 47$$

Άρα χρειαζόμαστε **47 φωτοβολταϊκά** πλαίσια για εγκατεστημένη ισχύ 10 kWp.

Σενάριο 2^ο : Εγκατεστημένη ισχύς 6 kWp

- Ø Εγκατεστημένη ισχύ : $P_{roofSTC} = 6.0 \text{ kW}$
- Ø Κλίση του πλαισίου : $\beta = 30^\circ$
- Ø Λόγος απόδοσης : $PR = 75 \%$
- Ø Βαθμός απόδοσης πλαισίου : $\eta_{STC} = 17.4 \%$

Και την σταθερά :

- Ø Ακτινοβολία STC : $G_{STC} = 1000 \frac{W}{m^2}$

Η επιφάνεια των πλαισίων είναι :

$$A_{array} = \frac{P_{roofSTC}}{\eta_{STC} \cdot G_{STC}} = \frac{6000 \text{ W}}{0.174 \cdot 1000 \frac{W}{m^2}} = 34.5 \text{ m}^2$$

Υπολογίσαμε πιο πάνω τον λόγο απόδοσης (performance ratio) $\eta_{an} = 0.1305$.

Άρα η ενέργεια που παράγεται και αποδίδεται στο σύστημα, σε ένα έτος :

$$E_{an} = 2109 \times 0.1305 \times 34.5 = \mathbf{9.495 \text{ kWh}},$$

θα παράγεται από την εγκατεστημένη ισχύ των φωτοβολταϊκών των 6 kWp.

Για να βρούμε πόσα φωτοβολταϊκά (n) πλαίσια χρειαζόμαστε διαιρούμε την εγκατεστημένη ισχύ με την ισχύ που παράγει το κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Οπότε έχουμε :

$$n = \frac{6000}{213.75} = 28$$

Άρα χρειαζόμαστε **28 φωτοβολταϊκά** πλαίσια για εγκατεστημένη ισχύ 6 kWp.

Σενάριο 3^ο : Εγκατεστημένη ισχύς 4 kWp

- Ø Εγκατεστημένη ισχύ : $P_{roofSTC} = 4.0 \text{ kW}$
- Ø Κλίση του πλαισίου : $\beta = 30^\circ$
- Ø Λόγος απόδοσης : $PR = 75 \%$
- Ø Βαθμός απόδοσης πλαισίου : $\eta_{STC} = 17.4 \%$

Και την σταθερά :

- Ø Ακτινοβολία STC : $G_{STC} = 1000 \frac{W}{m^2}$

Η επιφάνεια των πλαισίων είναι :

$$A_{array} = \frac{P_{roofSTC}}{\eta_{STC} \cdot G_{STC}} = \frac{4000 \text{ W}}{0.174 \cdot 1000 \frac{W}{m^2}} = 23 \text{ m}^2$$

Υπολογίσαμε πιο πάνω τον λόγο απόδοσης (performance ratio) $\eta_{an} = 0.1305$.

Άρα η ενέργεια που παράγεται και αποδίδεται στο σύστημα, σε ένα έτος :

$$E_{an} = 2109 \times 0.1305 \times 23 = \mathbf{6.330 \text{ kWh}},$$

θα παράγεται από την εγκατεστημένη ισχύ των φωτοβολταϊκών των 4 kWp.

Για να βρούμε πόσα φωτοβολταϊκά (n) πλαίσια χρειαζόμαστε διαιρούμε την εγκατεστημένη ισχύ με την ισχύ που παράγει το κάθε φωτοβολταϊκό πλαίσιο. Οπότε έχουμε :

$$n = \frac{4000}{213.75} = 19$$

Άρα χρειαζόμαστε **19 φωτοβολταϊκά** πλαίσια για εγκατεστημένη ισχύ 4 kWp.

5.3 Σκίαση

Ένα άλλος σημαντικός παράγοντας που πρέπει να αποφευχθεί είναι αυτός της σκίασης. Κάνοντας τους παρακάτω υπολογισμούς καταφέρνουμε να αποφύγουμε αυτόν το αρνητικό παράγοντα στην απόδοση των φωτοβολταϊκών.

Για λόγους χωροθέτησης, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια τοποθετούνται σε παράλληλες σειρές κατά τρόπο τέτοιο έτσι ώστε να μην σκιάζονται μεταξύ τους και χωρίς να δεσμεύουν πολύ χώρο. Η απόσταση μεταξύ των σειρών δίνεται από την εξίσωση :

$$A = x + d$$

Το x δίνεται από την εξίσωση :

$$x = \cos(a) \cdot Lm$$

όπου Lm το μήκος του φωτοβολταϊκού πλαισίου και a η κλίση του. Για τον υπολογισμό του d θα πρέπει να γίνει μια υπόθεση σχεδιασμού σχετικά με το πότε δεν επιτρέπεται καθόλου σκίαση. Συνήθως λαμβάνεται ως ημέρα σχεδιασμού η 21^η Δεκεμβρίου, δηλαδή το χειμερινό ηλιοστάσιο (όπου ο Ήλιος είναι χαμηλότερα) και ώρα η 10 π.μ. Τη συγκεκριμένη στιγμή ο Ήλιος έχει ένα ηλιακό ύψος b και μια γωνία αζιμουθίου $\gamma_s = \gamma_{s-ws}$. Έτσι η απόσταση d γίνεται :

$$d = Lm \frac{\sin(a) \cos(\gamma_\delta)}{\tan(b)}$$

όπου $\gamma_\delta = \gamma_{s-ws} - \gamma$. Εάν το επίπεδο είναι στραμμένο προς το νότο, τότε έχουμε $\gamma = 0^\circ$. Για το βόρειο ημισφαίριο η βέλτιστη κλίση του Φ/Β πλαισίου για τη μέγιστη παραγωγή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους είναι ίση με τη γεωγραφική παράλληλο του τόπου όταν η αζιμουθια γωνία είναι περίπου 0° (Νότιος προσανατολισμός). Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα η μεγιστοποίηση της συνολικής ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε επιφάνεια σταθερής κλίσης, επιτυγχάνεται για Νότιο προσανατολισμό και κλίση περί των **30°**.

Το Ηλιακό ύψος είναι η γωνία που σχηματίζεται από την ηλιακή ακτίνα και τον ορίζοντα και ισούται με :

$$b = \frac{\pi}{2} - \theta_z$$

όπου η θ_z είναι η γωνία ζενίθ που σχηματίζεται από την ηλιακή ακτίνα και την κάθετο στο επίπεδο του παρατηρητή (κορυφή του ουράνιου θόλου) ισούται με :

$$\theta_z = \arcsin(\cos(\varphi) \cos(\delta) \cos(\omega) + \sin(\varphi) \sin(\delta))$$

Όπου φ το γεωγραφικό πλάτος και δ η απόκλιση. Το γεωγραφικό πλάτος από τον δεδομένων PVGIS είναι $\varphi = 37^\circ$. Γνωρίζουμε ότι για την 21^η Δεκεμβρίου η ηλιακή απόκλιση (δ) είναι -23.45° . Επίσης γνωρίζουμε ότι για την συγκεκριμένη ημερομηνία και ώρα 12:00 η γωνιακή μετατόπιση (ω) του Ηλίου είναι ίση με 0. Οπότε για γωνία ζενίθ έχουμε :

$$\theta_z = \arcsin(\cos(37^\circ) \cos(-23.45^\circ) \cos(0) + \sin(37^\circ) \sin(-23.45^\circ)) \rightarrow \theta_z = 61.41^\circ$$

$$\text{Οπότε το } b = 90^\circ - 61.41^\circ = 28.59^\circ$$

Άρα από την εξίσωση του d και με βάσει τα παρακάτω αποτελέσματα

$$b = 28.59^\circ$$

$$a = 30^\circ$$

$$\gamma_\delta = 0$$

$Lm = 1.64$ m, έχουμε :

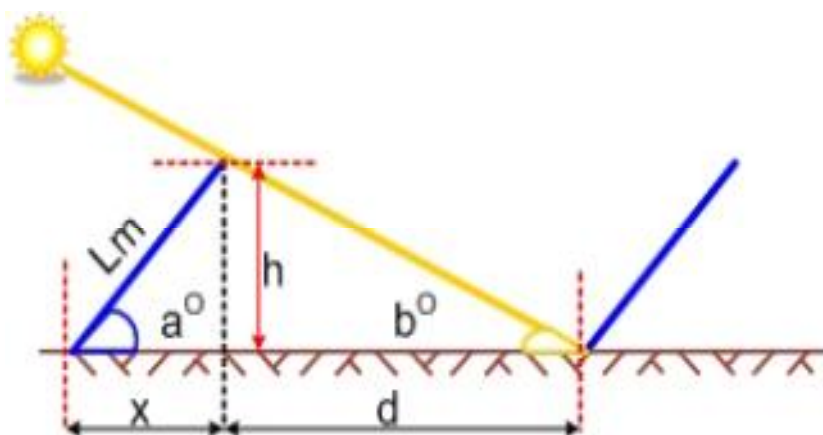
$$d = 1.64 \frac{\sin(30)\cos(0)}{\tan(28.59)} = 1.48 \text{ m}$$

και η απόσταση x που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα ισούται με :

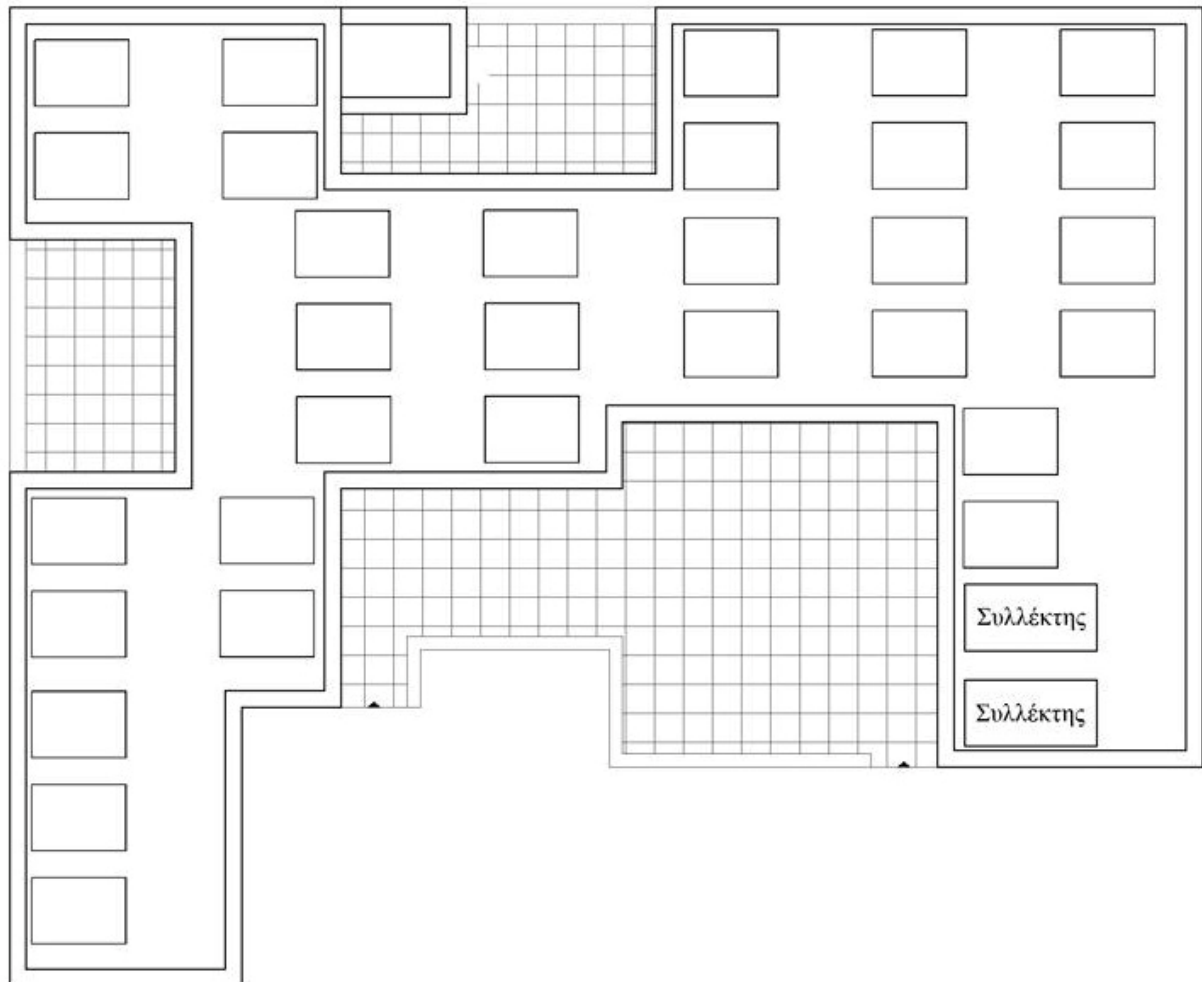
$$x = Lm \cdot \cos(a) \rightarrow x = 1.64 \cdot \cos(30^\circ) = 1.42 \text{ m}$$

Άρα η απόσταση μεταξύ των σειρών είναι :

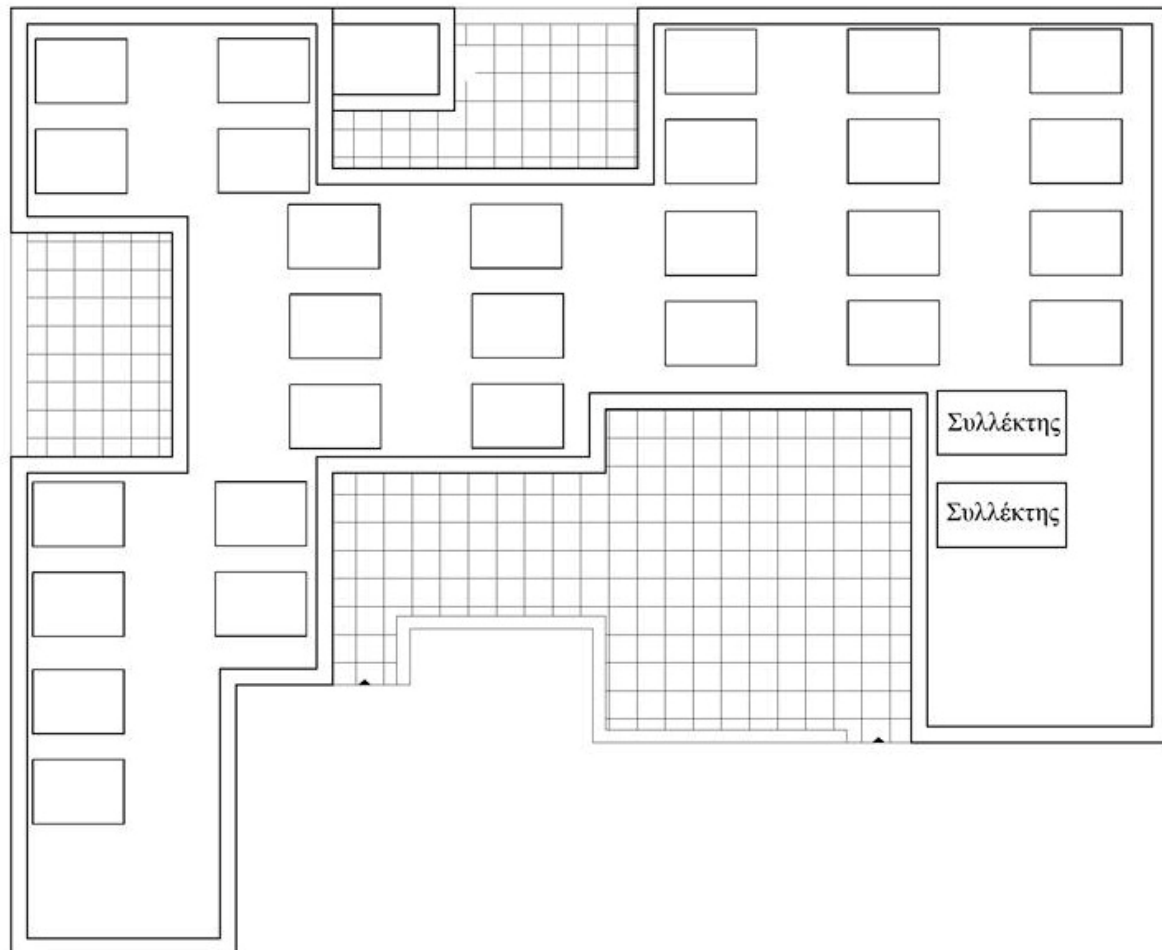
$$A = x + d = 1.42 + 1.48 = 2.90 \text{ m}$$



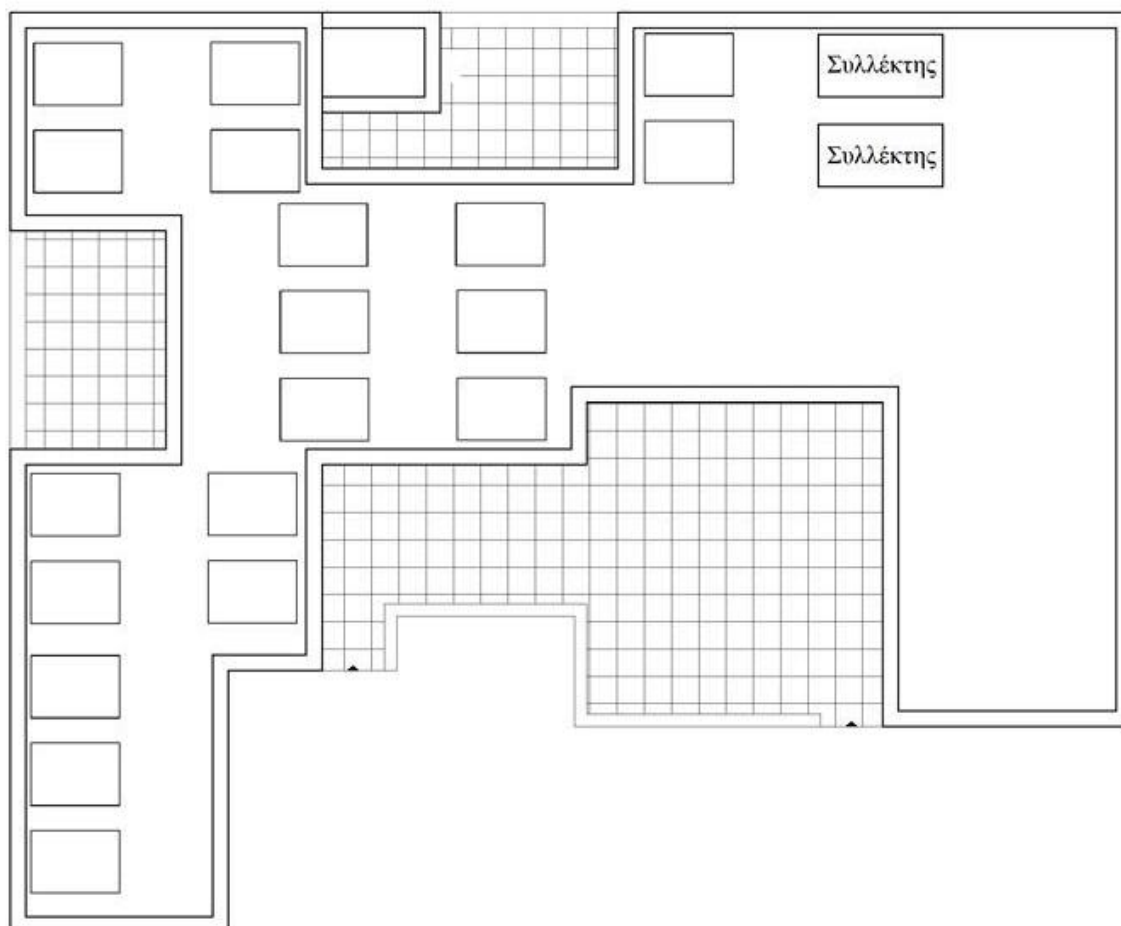
Εικόνα 5.9 : Υπολογισμός αποστάσεων για αποφυγή σκίασης



Εικόνα 5.10 : Κάτοψη τοποθέτησης πάνελ για εγκατεστημένη ισχύς της κατοικίας 10 kWp

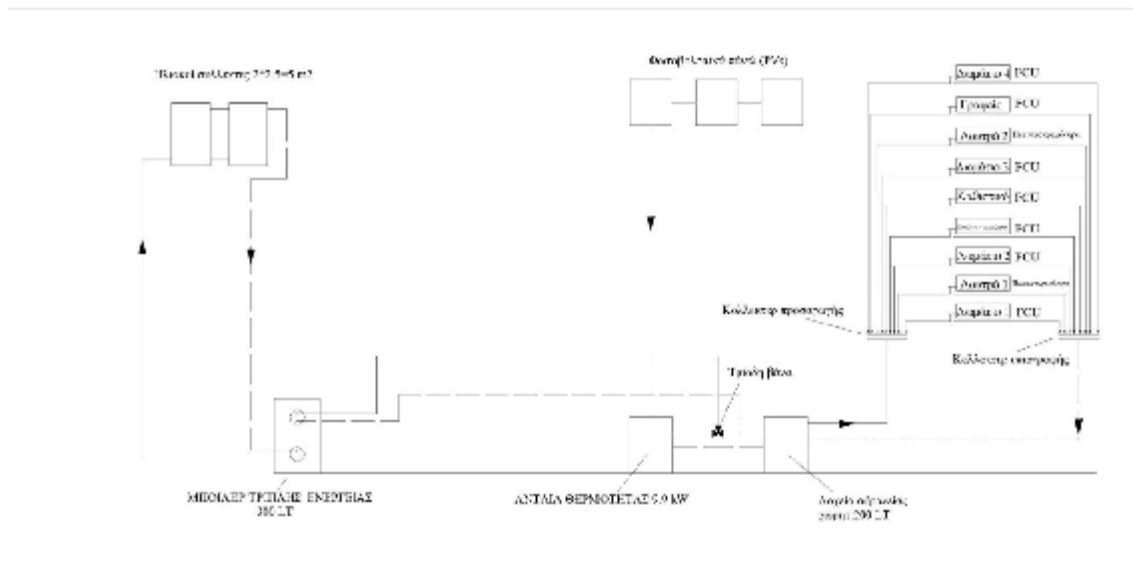


Εικόνα 5.11 : Κάτοψη τοποθέτησης πάνελ για εγκατεστημένη ισχύς της κατοικίας 6 kWp



Εικόνα 5.12 : Κάτοψη τοποθέτησης πάνελ για εγκατεστημένη ισχύς της κατοικίας 4 kWp

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο : ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ



Το σύστημα ψύξης-θέρμανσης που πρόκειται να εγκατασταθεί είναι κεντρική αντλία θερμότητας συνδεδεμένη με το κύκλωμα των σωμάτων fancoils με μονοσωλήνια συνδεσμολογία. Η αντλία θερμότητας χαμηλών θερμοκρασιών θα τοποθετηθεί σε εξωτερικό χώρο η οποία ανάλογα με την ζήτηση θα μας παρέχει ζεστό νερό αντλώντας θερμότητα από το περιβάλλον το οποίο θα κυκλοφορεί στα FCU, αλλά και στο μπόιλερ παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.

Θα τοποθετηθεί ένα δοχείο αδρανείας, το οποίο θα αποθηκεύει το νερό και μέσω ενός κυκλοφορητή θα κυκλοφορεί το νερό στα fan coil για την θέρμανση των χώρων. Το boiler θα είναι τριπλής ενεργείας το οποίο έχει τρεις τρόπους για να μας δίνει ΖΝΧ (ζεστό νερό χρήσης). Ο 1^{ος} τρόπος είναι μέσω των ηλιακών συλλεκτών (κάτω σερπαντίνα), ο 2^{ος} τρόπος είναι μέσω της αντλίας θερμότητας (πάνω σερπαντίνα) και ο 3^{ος} τρόπος είναι μέσω της ηλεκτρικής αντίστασης που έχει τοποθετηθεί στο boiler (στην περίπτωση αυτή το boiler θα λειτουργεί ως ηλεκτρικός θερμοσίφωνας). Υπάρχει επίσης μια τρίοδη βάννα όπου ανάλογα με το πιο σύστημα θέλουμε να λειτουργεί θα στέλνει το νερό στο boiler ή στο δοχείο αδρανείας. Όταν υπάρχει ηλιοφάνεια μέσω αυτοματισμών (όταν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας >10 βαθμοί μεταξύ μπόιλερ και ηλιακών συλλεκτών) θα μπαίνει σε λειτουργία ο κυκλοφορητής και θα κυκλοφορεί το νερό στον κάτω εναλλάκτη (σερπαντίνα) του boiler το οποίο βρίσκεται στο λεβητοστάσιο. Αν δεν έχουμε ηλιοφάνεια, τότε πάλι μέσω αυτοματισμών θα ενεργοποιείται αυτόματα η Α/Θ για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θα κυκλοφορεί το νερό στον πάνω εναλλάκτη (σερπαντίνα) του boiler.

Στην είσοδο του μπόιλερ θα τοποθετηθεί βαλβίδα ασφαλείας όπως και κλειστό δοχείο διαστολής για να παραλαμβάνει τις διαστολές του νερού όταν αυτό θερμανθεί. Εάν είναι

απαραίτητο στην είσοδο του κρύου νερού του μπόιλερ μπορεί να τοποθετηθεί και μειωτής πίεσης για την προστασία του μπόιλερ.

Όταν χρειαζόμαστε θέρμανση τότε θα λειτουργεί το αριστερό σύστημα όπου η A/Θ θα ζεσταίνει το νερό που πηγαίνει στο δοχείο αδρανείας και μετά ο κυκλοφορητής θα κυκλοφορεί το νερό στα fan coil. Το δοχείο αδρανείας αποθηκεύει μια ποσότητα νερού που κυκλοφορεί στα fan coil έτσι ώστε σε μία ώρα αιχμής και υψηλών απαιτήσεων να έχει την δυνατότητα η A/Θ να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης.

Τα Fan coil θα τοποθετηθούν στους χώρους των δωματίων, της κουζίνας, του καθιστικού και του γραφείου. Στα δύο λουτρά θα τοποθετηθούν πετσετοκρεμάστρες, οι οποίες θα παίρνουν νερό από την αντλία θερμότητας. Θα πρέπει στις πετσετοθήκες να τοποθετηθούν θερμοστατικοί διακόπτες έτσι ώστε κατά την καλοκαιρινή περίοδο να μην κυκλοφορεί το κρύο νερό σ' αυτές.

Το σύστημα μας θα έχει δύο κολλεκτέρ. Το ένα κολλεκτέρ θα είναι της εισαγωγής και το άλλο θα είναι της επιστροφής τα οποία θα τοποθετηθούν σε κεντρικό σημείο του σπιτιού και συγκεκριμένα στην αποθήκη. Από την αντλία θερμότητας και μέσω του δοχείου αδρανείας θα τοποθετηθούν δύο σωλήνες στα κολλεκτέρ, η μία στο κολλεκτέρ της εισαγωγής και η άλλη θα επιστρέφει από το κολλεκτέρ της επιστροφής. Από τα κολλεκτέρ θα φεύγουν ξεχωριστές σωληνώσεις για το κάθε fan coil. Αυτό γίνεται για να έχουμε μεγαλύτερη παροχή στα fan coil.

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στις μονώσεις των σωληνώσεων δαπέδου αλλά και των κεντρικών στηλών οι οποίες θα πρέπει να έχουν πάχος το λιγότερο 10 mm και αυτό για να μην δημιουργηθούν προβλήματα υγραποίησης ειδικά το καλοκαίρι.

Το συγκεκριμένο σύστημα, όπου τροφοδοτούμε το κάθε fan coil με ξεχωριστές σωλήνες, το επιλέγουμε για να έχουμε καλύτερη απόδοση. Αυτό το κάνουμε, γιατί στην περίπτωση την οποία έφευγε μία σωλήνα από το κολλεκτέρ εισαγωγής και πήγαινε στο fan coil του ενός δωματίου και μετά συνέχιζε στο fan coil του άλλου δωματίου και τέλος γύριζε στο κολλεκτέρ επιστροφής, τότε στο δεύτερο δωμάτιο θα έπρεπε αναγκαστικά να τοποθετήσουμε μεγαλύτερο fan coil για να έχει καλύτερη απόδοση, επειδή το νερό που θα έφτανε σε αυτό δεν θα ήταν τόσο ζεστό όσο στο πρώτο.

Για κάθε fan coil θα πρέπει να προβλεφθεί αποχέτευση η οποία θα καταλήγει στο σιφώνι του λουτρού η σε κάποια ζαρντινιέρα.

Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει την συνδεσμολογία που αναφέρθηκε παραπάνω.

όπου Q : η θερμική ισχύς της εγκαταστάσεως σε (kcal/h)

c : η ειδική θερμότητα του νερού (= 1000 kcal/m³ °C)

$\Delta\Theta$: η θερμοκρασιακή διαφορά στην αναχώρηση και επιστροφή του ζεστού νερού (σε °C).

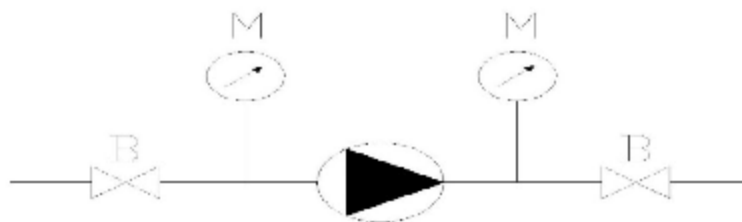
Το μανομετρικό ύψος που πρέπει να μπορεί αντιμετωπίσει ο κυκλοφορητής είναι, όπως ήδη αναφέρθηκε, το σύνολο των τριβών στη δυσμενέστερη διαδρομή του ζεστού νερού (αντλία θερμότητας – δοχείο αδρανείας – κυκλοφορητής – κατακόρυφος σωλήνας προσαγωγής – εξαρτήματα και κατακόρυφος σωλήνας επιστροφής μέχρι την αντλία θερμότητας).

Μετά τον προσδιορισμό της αναγκαίας παροχής V και του μανομετρικού ύψους H , ο κατάλληλος κυκλοφορητής επιλέγεται από διαγράμματα που διαθέτουν οι κατασκευαστές.

Στην περίπτωση που ο επιθυμητός συνδυασμός παροχής και μανομετρικού δεν ορίζει κάποιο σημείο καμπύλης, επιλέγεται ο κυκλοφορητής του οποίου η καμπύλη λειτουργίας διέρχεται λίγο υψηλότερα και η επιθυμητή παροχή επιτυγχάνεται με στραγγαλισμό.

Η σύνδεση του κυκλοφορητή με τις σωληνώσεις συνήθως γίνεται με ραکور ή φλάτζες. Κατά την εγκατάσταση πρέπει να δοθεί προσοχή στην μεταφορά θορύβων. Προτιμώνται συνήθως ολιγόστροφοι και αθόρυβοι κινητήρες, ενώ στην περίπτωση που η βάση της μηχανής θεμελιώνεται στο δάπεδο του λεβητοστασίου πρέπει να ηχομονώνεται. Για τη μετάδοση θορύβων έχουν σημασία τα σημεία συνδέσεως του κυκλοφορητή με τους σωλήνες και με τα δομικά στοιχεία του κτιρίου.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις οδηγίες του κατασκευαστή γενικά και ειδικά στις οδηγίες που αφορούν στη διεύθυνση οριζόντια, κατακόρυφη κ.λ.π του άξονα του κυκλοφορητή, κατά την εγκατάσταση.



Σχήμα 6.2 : Σύνδεση κυκλοφορητή με το δίκτυο σωληνώσεων

Η σύνδεση του κυκλοφορητή στο δίκτυο του ζεστού νερού μπορεί να περιλαμβάνει τα παρακάτω όργανα :

1. Δύο βαλβίδες διακοπής (B) ή αλλιώς βάνες πριν και μετά του κυκλοφορητή ώστε να είναι δυνατή η αφαίρεση του κυκλοφορητή από το δίκτυο χωρίς να χρειάζεται άδειασμα του δικτύου από νερό.

Κεφάλαιο 6° : Εγκατάσταση και συνδεσμολογία

2. Δύο μανόμετρα (M), ένα πριν και ένα μετά τον κυκλοφορητή, ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση της υπερπίεσεως που δημιουργεί η λειτουργία του κυκλοφορητή.

Άρα για την περίπτωση μας θα έχουμε :

Δεδομένα :

$$Q_{0\lambda} = 16.660 \text{ (kcal/h)}$$

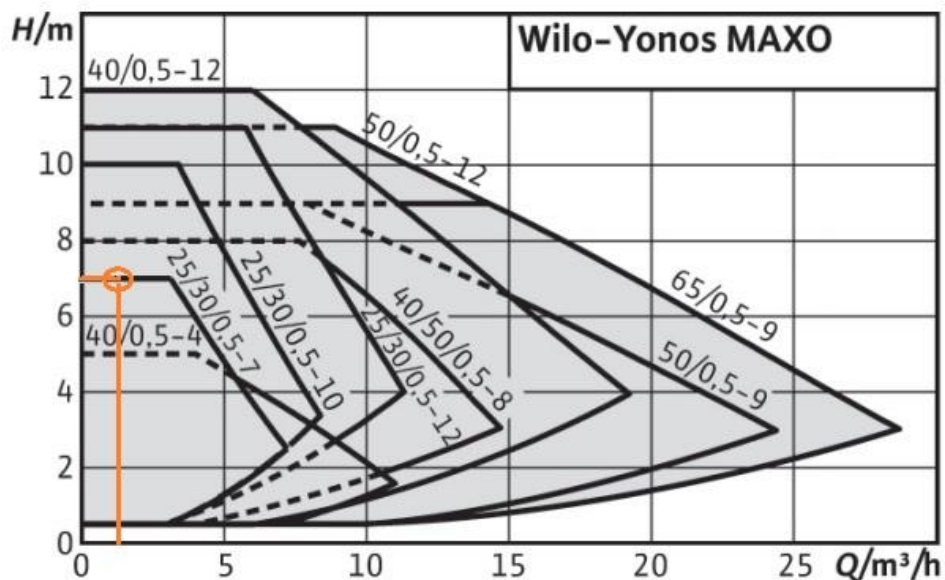
$$c = 1000 \text{ (kcal/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C)}$$

$$\Delta\theta = 10 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$V = Q_{0\lambda} / c \times \Delta\theta = \frac{16.660}{10 \cdot 1000} \rightarrow V = 1.66 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

$$H = (R_{0\lambda} + Z)/1000 \rightarrow H = 6.83 \text{ (m } \Sigma\text{.N.)}$$

Για αυτές τις τιμές των H και V επιλέγουμε τον κυκλοφορητή σειρά Yonos MAXO 25/30/0.5-7 βάσει καμπύλης λειτουργίας της εταιρίας Wilo.



Σχήμα 6.3 : Διάγραμμα επιλογής κυκλοφορητή WILO



Εξοπλισμός	Wilo-Yonos MAXO
Τεχνολογία κινητήρα	Κινητήρας EC ανθεκτικός σε ρεύμα εμπλοκής
Εύρος λειτουργίας	Μανομετρικό H max. = 12 mΠα-ροχή Q max. = 28 m ³ /h
Τρόπος ελέγχου	Σταθερή διαφορική πίεση: Δp-c Μεταβλητή διαφορική πίεση: Δp-v
Οθόνη	Οθόνη LED
Ηλεκτρική σύνδεση	1~230 V, 50/60 Hz
Βαθμός προστασίας	IP X4D
Εύρος θερμοκρασίας υγρού	-20 °C έως +110 °C
Κατανάλωση ισχύος Min./Max.	5 W / 600 W

Σχήμα 6.4 : Μοντέλο επιλογής κυκλοφορητή WILO

Επιλογή μεγέθους Μπόιλερ

Η απαιτούμενη ποσότητα νερού χρήσης για διάφορους σκοπούς, εξαρτάται κυρίως από τον αριθμό των ατόμων του διαμερίσματος, την ηλικία τους, το βιοτικό τους επίπεδο, το επάγγελμα και φυσικά την εποχή.

Ακόμη υπόκειται σε μεγάλες χρονικές διακυμάνσεις. Δηλαδή το Σαββατοκύριακο καταναλίσκεται συνήθως το 20-25% του εβδομαδιαίου καταναλισκόμενου νερού χρήσης.

Για τον υπολογισμό της ωριαίας απαίτησης θερμότητας έχει μεγάλη σημασία να γνωρίζουμε, πόσες λήψεις νερού χρήσης χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα ή με άλλα λόγια πως είναι ο συντελεστής ταυτοχρονισμού (φ).



Σχήμα 6.5 : Χαρακτηριστική φωτογραφία Μπόιλερ

Κεφάλαιο 6^ο : Εγκατάσταση και συνδεσμολογία

Για τις κατοικίες η μέγιστη θερμική απαίτηση προσδιορίζεται κυρίως από τον αριθμό των λουτρών, ενώ οι υπόλοιπες απαιτούμενες ποσότητες νερού χρήσης για τις λειτουργίες της κουζίνας κ.λ.π μπορούν να παραλειφθούν έναντι αυτών.

Εμπειρικά για νορμάλ κατοικίες με χρήση ντους και για κατανάλωση 50 lt ανά ντους ´ 1 ντους ανά ώρα (=50 lt/h), μπορούμε να χρησιμοποιούμε την παρακάτω σχέση :

$$\text{Μέγιστη ωριαία θερμική απαίτηση : } Q = 5 \times \varphi \times \eta \text{ [KW]}$$

όπου:

φ = συντελεστής ταυτοχρονισμού

η = αριθμός λουτρών

$\varphi = 1.15$ για 1 διαμέρισμα,

$\varphi = 0.85$ για 2 διαμερίσματα,

$\varphi = 0.65$ για 3 διαμερίσματα,

$\varphi = 0.5$ για 8 διαμερίσματα.

Για το περιεχόμενο του μπόιλερ (εναποθηκευτή) και για τις συνήθειες κατοικίες μπορούμε να χρησιμοποιούμε την παρακάτω σχέση:

$$\text{Περιεχόμενο εναποθηκευτή : } V_E = (3600 \times Q) / (C \times \Delta t_m) \text{ (σε λίτρα lt)}$$

όπου:

C = ειδική θερμότητα νερού του μπόιλερ σε °C

Δt_m = μέση διαφορά θερμοκρασίας νερού του μπόιλερ σε °C. ($\Delta t_m = 40$ °C)

Q = εναποθηκευμένη ποσότητα θερμότητας του μπόιλερ ή εμπειρικά για τις απλές εφαρμογές νερού χρήσης:

$$V_E = 25 \times Q \text{ [lt]}$$

Για την περίπτωση μας ισχύει :

$$\text{Μέγιστη ωριαία θερμική απαίτηση : } Q = 5 \times \varphi \times \eta = 5 \times 1.15 \times 1 \rightarrow Q = 5.75 \text{ [KW]}$$

$$\text{Περιεχόμενο εναποθηκευτή : } V_E = (3600 \times Q) / (C \times \Delta t_m) = (3600 \times 5.75) / (4.2 \times 40) \rightarrow V_E = 123 \text{ [lt]} \text{ χωρητικότητα πρέπει να έχει το boiler.}$$

Στην αγορά δεν υπάρχουν boiler τέτοιας χωρητικότητας, άρα επιλέγουμε το αμέσως επομένο σε χωρητικότητα το οποίο είναι **200 λίτρων**.

Κλειστό Δοχείο Διαστολής (Κ.Δ.Δ.)



Σχήμα 6.6: Απεικόνιση της λειτουργίας του δοχείου διαστολής

Συνήθως στα κλειστά κυκλώματα νερού χρήσης (θερμοσίφωνα , boiler) η διαστολή του νερού εκτονώνεται με το άνοιγμα της βαλβίδας ασφαλείας. Αυτό σημαίνει απώλεια ενέργειας και σπατάλη χρημάτων.

Με την τοποθέτηση ενός ειδικού δοχείου διαστολής αποφεύγονται οι δυσμενείς αυτές επιπτώσεις. Η συνεχής διαρροή στο λεβητοστάσιο και η φθορά της βαλβίδας ασφαλείας στοιχίζει χρήματα και δημιουργεί δυσάρεστες καταστάσεις, διότι η συνεχής υγρασία στο λεβητοστάσιο και η φθορά της βαλβίδας ασφαλείας είναι οι επόμενες συνέπειες.

Όλα αποφεύγονται με την τοποθέτηση του ειδικού δοχείου διαστολής. Έτσι μαζί με τη γενικότερη ασφάλεια του boiler έχουμε και τα ακόλουθα πλεονεκτήματα :

- ∅ Δεν στάζει πλέον η βαλβίδα ασφαλείας
- ∅ Δεν υπάρχει πλέον υγρασία στο λεβητοστάσιο
- ∅ Δεν καταστρέφεται η βαλβίδα ασφαλείας από τα άλατα
- ∅ Δεν αλλοιώνεται η βαλβίδα από σωματίδια που αιωρούνται στο νερό.
- ∅ Τελικά εξοικονομείται κατ' αυτόν τον τρόπο νερό, ενέργεια και χρήματα.

Πίνακας 6.1 : Συντελεστής διαστολής του νερού κατά VDI

Θερμοκρασία νερού (°C)									
10	20	30	40	50	60	70	80	85	90
Συντελεστής διαστολής									
0.0003	0.0018	0.0043	0.0079	0.0121	0.0171	0.0228	0.0290	0.0322	0.0359

Δεδομένα :

Μέγεθος μπόιλερ σε λίτρα : 200

Κεφάλαιο 6° : Εγκατάσταση και συνδεσμολογία

Μέγιστη θερμοκρασία 60 °C (συνήθης θερμοκρασία μπόιλερ κάτω των 65 °C)

Συντελεστής διαστολής του νερού σύμφωνα με τον πίνακα 6.1 : 0.0171

Μέγιστη πίεση δικτύου πόλεως ή πίεση εξόδου μειωτή πίεσης : 3.5 bar

Πίεση ανοίγματος βαλβίδας ασφαλείας : 8 bar

Υπολογισμός :

Όγκος διαστολής νερού σε λίτρα :

$$200 \times 0.0171 = 3.42 \text{ λίτρα}$$

Συντελεστής πίεσης σύμφωνα με τον πίνακα 6.2 : 0.50

Όγκος σε λίτρα :

$$\frac{\text{Όγκος διαστολής νερού σε λίτρα}}{\text{συντελεστής πίεσης}} = \frac{3.42}{0.50} = 6.84 \text{ λίτρα}$$

Επιλέγουμε δοχείο 12 λίτρων (DE 12 τύπου Reflex) με πίεση 3.5 bar.

Πίνακας 6.2 Χαρακτηριστικά λειτουργίας βαλβίδας ασφαλείας

Πίεση ανοίγματος βαλβίδας ασφαλείας σε bar	Πίεση δικτύου ή πίεση εξόδου μειωτή πίεσης										
	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
6.0	0.43	0.36	0.28	0.21	0.14	0.07	-	-	-	-	-
6.5	0.46	0.40	0.33	0.27	0.20	0.14	0.06	-	-	-	-
7.0	0.50	0.43	0.37	0.31	0.25	0.19	0.13	0.06	-	-	-
7.5	0.53	0.47	0.41	0.35	0.29	0.23	0.18	0.12	0.06	-	-
8.0	0.55	0.50	0.45	0.39	0.33	0.28	0.22	0.17	0.11	0.05	-
8.5	0.58	0.53	0.47	0.42	0.37	0.31	0.26	0.21	0.16	0.10	0.05
9.0	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
9.5	0.62	0.57	0.52	0.48	0.43	0.38	0.33	0.28	0.24	0.19	0.14
10.0	0.64	0.59	0.55	0.50	0.45	0.41	0.36	0.32	0.27	0.23	0.18

Ηλιακοί Συλλέκτες

Ο επίπεδος ηλιακός συλλέκτης είναι ο πλέον συνηθισμένος τύπος συλλέκτη που συνήθως χρησιμοποιείται για την παραγωγή ZNX (ηλιακός θερμοσίφωνας). Εκμεταλλεύονται την άμεση και διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία και χρησιμοποιούνται για εφαρμογές που απαιτούν σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (50 - 80 °C). Οι υψηλότερες αποδόσεις

παρουσιάζονται όταν έχουμε υψηλά ποσοστά ηλιακής ακτινοβολίας (πχ αίθρια ημέρα), αλλά μπορούν να λειτουργήσουν και σε μια συννεφιασμένη ημέρα (πχ μόνο διάχυτη ακτινοβολία)

αλλά με χαμηλότερες αποδόσεις. Η κλίση του συλλέκτη πρέπει να επιτρέπει την όσο το δυνατόν πιο κάθετη πρόσπτωση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του συλλέκτη, αυξάνοντας έτσι την ένταση της εκμεταλλεύσιμης ηλιακής ακτινοβολίας.

Επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών (m²)

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, η συνήθης πρακτική είναι η εγκατάσταση 1 m² απλού επίπεδου ηλιακού συλλέκτη για κάθε άτομο, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες σε ΖΝΧ. Οπότε στην περίπτωση μας η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών είναι :

$$5 \text{ άτομα} \times 1 \text{ m}^2 = 5 \text{ m}^2$$

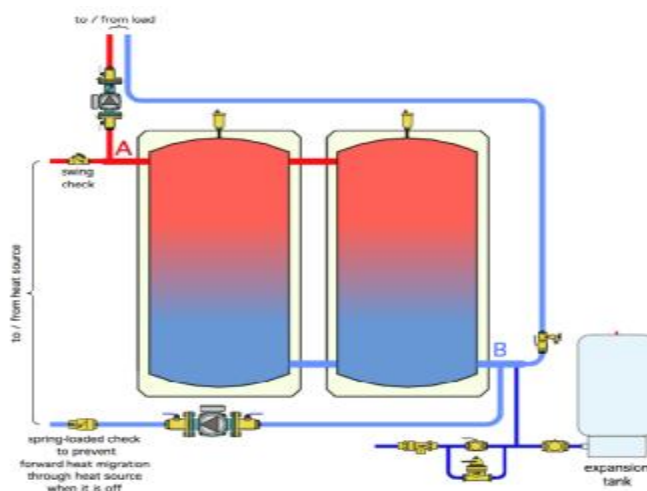
Άρα επιλέγουμε 2 ηλιακούς συλλέκτες των 2.5 m² ο κάθενας.

Δοχείο αδρανείας

Τα δοχεία αδρανείας ουσιαστικά είναι δεξαμενές (επιπλέον χώρος) αποθήκευσης νερού (ζεστού ή ψυχρού). Αποθήκευση ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) ή ζεστού νερού θέρμανσης (καλοριφέρ ή ενδοδαπέδιο). Το δοχείο αδρανείας συνδέεται εν σειρά με τον λέβητα (είτε αυτός είναι λέβητας πετρελαίου, φυσικού αερίου, ξυλολέβητας, λέβητας πέλλετ - βιομάζας, αντλία θερμότητας) ή και με τους ηλιακούς συλλέκτες. Πρόκειται για ένα δοχείο με πολύ καλή θερμομόνωση, ώστε να διατηρεί επί πολύ χρόνο την υψηλή θερμοκρασία του νερού. Ο σκοπός του δοχείου αδρανείας είναι να αποθηκεύει ζεστό νερό όταν αυτό παράγεται από την λειτουργία του λέβητα κάθε τύπου, αντλία θερμότητας (ή του ηλιακού συλλέκτη) και να μας παρέχει ζεστό νερό όταν παύει να λειτουργεί ο λέβητας ή η αντλία θερμότητας ή όταν δύνει ο ήλιος και ο ηλιακός συλλέκτης παύει να προσφέρει ζεστό νερό.

Για παράδειγμα, αν ένας λέβητας ή μία αντλία θερμότητας λειτουργεί από τις 7 έως τις 11 το βράδυ, αυτές τις 4 ώρες παρέχει ζεστό νερό υψηλής θερμοκρασίας, το οποίο μέσω του κυκλοφορητή μεταφέρεται στα σώματα του καλοριφέρ ή στο υποδαπέδιο σύστημα θέρμανσης, προσφέροντας θέρμανση του χώρου. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του λέβητα ή της αντλίας θερμότητας, αποθηκεύεται στο δοχείο αδρανείας ζεστό νερό. Όταν παύει η λειτουργία του λέβητα ή της αντλίας θερμότητας, ο κυκλοφορητής αρχίζει πλέον και μεταφέρει στα σώματα του καλοριφέρ ή στο υποδαπέδιο σύστημα θέρμανσης, το ζεστό νερό που είχε αποθηκευτεί στο δοχείο αδρανείας, προσφέροντας με αυτόν τον τρόπο δωρεάν θέρμανση για αρκετές ώρες ακόμα.

Με τον τρόπο αυτόν επιτυγχάνουμε οικονομία ενέργειας και επομένως και χρημάτων, αφού χρησιμοποιούμε το ζεστό νερό του δοχείου αδρανείας και δεν χρειάζεται να λειτουργεί συνέχεια ο λέβητας ή η αντλία θερμότητας για να έχουμε ζεστό νερό στα σώματα του καλοριφέρ ή στο ενδοδαπέδιο σύστημα. Το ίδιο ισχύει και για το ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ), αν το δοχείο αδρανείας είναι συνδεδεμένο με ηλιακούς συλλέκτες και το δοχείο αδρανείας είναι τύπου “δοχείο εντός δοχείου” ή δοχείο αδρανείας με ανοξείδωτο εναλλάκτη.



Σχήμα 6.7: Συνδεσμολογία δοχείων αποθήκευσης ζεστού νερού και δοχείου αδρανείας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1 Οικονομοτεχνική ανάλυση

Μία επιφάνεια 1.64 m² του φωτοβολταϊκού πάνελ που επιλέξαμε έχει τιμή αγοράς 168.4 €. Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγιναν οι υπολογισμοί για τον αριθμό των φωτοβολταϊκών που απαιτούνται για την κάλυψη συγκεκριμένων αναγκών (10, 6 και 4 kWp). Πολλαπλασιάζοντας το πλήθος των Φ/Β που απαιτούνται με την τιμή αγοράς βρίσκουμε το κόστος. Όλα αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

Πίνακας 7.1: Κόστος αγοράς επιλεγμένων φωτοβολταϊκών πάνελ

Εγκατεστημένη ισχύς (kWp)	Παραγόμενη ενέργεια (kWh)	Πλήθος Φ/Β (τεμάχια)	Κόστος αγοράς [τιμή Φ/Β × τεμάχια] (€)
10	15.825	47	7915
6	9495	28	4715
4	6330	19	3200

Για την επιλογή φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε τις ενεργειακές καταναλώσεις της οικίας που πρόκειται να κατασκευαστεί. Οι ενεργειακές καταναλώσεις για θέρμανση και ψύξη υπολογίζονται με την μέθοδο των βαθμοημερών.

Θέρμανση

Οι ενεργειακές καταναλώσεις για την θέρμανση υπολογίζονται από τον εξής τύπο :

$$E_h = \frac{24 \times Q \times DD}{\eta \times \Delta\theta} \quad (1)$$

όπου,

Q = συνολική απαιτούμενη θερμική ισχύς (kW)

DD = βαθμοημέρες θέρμανσης (Πίνακας 7.2)

η = COP = απόδοση αντλίας θερμότητας σε λειτουργία θέρμανσης

$\Delta\theta$ = διαφορά θερμοκρασίας σχεδιασμού

Πίνακας 7.2 : Βαθμομέρες θέρμανσης *DD* με θερμοκρασία αναφοράς 18 °C

Περιοχή/Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Πάρος	211	190	158	54							84	177

Άρα η σχέση (1) γίνεται ως εξής :

$$E_h = \frac{24 \times Q \times DD}{\eta \times \Delta\theta} = \frac{24 \times 9734.80 \times 874}{4,58 \times 18} = 2476 \text{ [kWh/έτος]}$$

Ψύξη

Οι ενεργειακές καταναλώσεις για την θέρμανση υπολογίζονται από τον εξής τύπο :

$$E_h = \frac{24 \times Q \times CDH}{\eta \times \Delta\theta} \quad (2)$$

όπου,

Q = συνολική απαιτούμενο ψυκτικό φορτίο (kW)

CDH = βαθμοώρες ψύξης (Πίνακας 7.3)

η = EER = απόδοση αντλίας θερμότητας σε λειτουργία ψύξης

$\Delta\theta$ = διαφορά θερμοκρασίας σχεδιασμού

Πίνακας 7.3 : Βαθμοώρες ψύξης *CDH* με θερμοκρασία αναφοράς 26 °C

Περιοχή/Μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Νάξος							166	100				

Άρα η σχέση (2) γίνεται ως εξής :

$$E_h = \frac{24 \times Q \times CDH}{\eta \times \Delta\theta} = \frac{24 \times 8395.57 \times 266}{3.61 \times 26} = 571 \text{ [kWh/έτος]}$$

Βάσει KENAK οι συνολικές ημερήσιες καταναλώσεις για τις λοιπές συσκευές έχουν :

Πίνακας 7.4 : Πίνακας ενεργειακών καταναλώσεων οικίας για εξοπλισμό και φώτα

Πηγή	Ενεργειακή κατανάλωση (Watt)	Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα (h)	Συνολική κατανάλωση ανά ημέρα (Wh)
Εξοπλισμός	600	24	14400
Φώτα	960	6	5760
Σύνολο	1560	-	20160

Άρα οι ετήσιες καταναλώσεις των λοιπών συσκευών είναι :

$$(5760+14400) \text{ [Wh]} \times 365 \text{ [ημέρες]} = 7358400 \text{ [Wh/έτος]} \text{ ή } 7358 \text{ [kWh/έτος]}$$

Οι συνολικές ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις της οικίας μας είναι :

$$\text{Θέρμανση} + \text{Ψύξη} + \text{Εξοπλισμός} + \text{Φώτα} = 2476 + 571 + 7358 = \mathbf{10.405 \text{ [kWh/έτος]}}$$

7.2 Συμπεράσματα και μελλοντική εργασία

Με βάση το κόστος των επιμέρους εξαρτημάτων και εξοπλισμού, γίνεται μία προσπάθεια ανάλυσης του κόστους και του χρόνου απόσβεσης της συνολικής εγκατάστασης.

Πίνακας 7.4 : Πίνακας κοστολόγης επιμέρους εξοπλισμού

Είδος	Ποσότητα (τεμ.)	Τιμή μονάδας (€)
Fan coils	1	301,00
Αντλία θερμότητας	1	6.300,00
Χειριστήριο A/Θ	1	170,00
Φωτοβολταϊκά πάνελ	1	169,00
Βάση πλαισίου φωτοβολταϊκού	1	80,00
Μετρητής ενέργειας	1	386,00
Inverter φωτοβολταϊκών	1	5.713,00

Κεφάλαιο 7^ο : Οικονομοτεχνική ανάλυση

Υπολογισμοί για τον χρόνο απόσβεσης :

Σενάριο 1^ο : Εγκατεστημένη ισχύς 10 kW

Είδος	Ποσότητα (τεμ.)	Τιμή μονάδας (€)	Σύνολο (€)
Φωτοβολταϊκά πάνελ	47	169,00	7.914,00
Βάση πλαισίου φωτοβολταϊκού	47	80,00	3.760,00
Μετρητής ενέργειας	1	386,00	385,00
Inverter φωτοβολταϊκών	1	5.713,00	5.712,00
Κόστος εγκατάστασης	-	2.000,00	2.000,00
Συνολικό κόστος (€)			19.771,00

Στην περίπτωση που δεν θα υπήρχαν εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά πάνελ, το κόστος των ενεργειακών καταναλώσεων της κατοικίας μας θα είναι :

$$10.405 \text{ [kWh/έτος]} \times 0.20 \text{ [€/kWh]} = 2.081 \text{ [€/έτος]}$$

Έτη	Ποσό προς απόσβεση (€)	Αποσβενούμενο ετήσιο ποσό (€)	Υπολοιπόμενο ποσό (€)
1	19.771	2.081	17.690
2	17.690		15.609
3	15.609		13.528
4	13.528		11.447
5	11.447		9.366
6	9.366		7.285
7	7.285		5.204
8	5.204		3.123
9	3.123		1.042
10	1.042		-1.039

Τελικά, ο χρόνος απόσβεσης για την εγκατάσταση ισχύος 10 kWp είναι 9.5 έτη.

Σενάριο 2^ο : Εγκατεστημένη ισχύς 6 kW

Είδος	Ποσότητα (τεμ.)	Τιμή μονάδας (€)	Σύνολο (€)
Φωτοβολταϊκά πάνελ	28	168,37	4.714,36
Βάση πλαισίου φωτοβολταϊκού	28	80,00	2.240,00
Μετρητής ενέργειας	1	385,24	385,24
Inverter φωτοβολταϊκών	1	5.712,36	5.712,36
Κόστος εγκατάστασης	-	2.000,00	2.000,00
Συνολικό κόστος (€)			15.052,00

Στην περίπτωση που δεν θα υπήρχαν εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά πάνελ, το κόστος των ενεργειακών καταναλώσεων της κατοικίας μας θα είναι :

$$10.405 \text{ [kWh/έτος]} \times 0.20 \text{ [€/kWh]} = 2.081 \text{ [€/έτος]}$$

Με την εγκατεστημένη ισχύ των 6 kWp παράγουμε 9.495 kWh. Άρα το ποσό που θα πληρώνουμε στην ΔΕΗ θα είναι :

$$10.405 - 9.495 = 910 \text{ [kWh/έτος]} \times 0.20 \text{ [€/kWh]} = 182 \text{ [€/έτος]}$$

Για παράδειγμα, το ποσό προς απόσβεση για το 1^ο έτος θα είναι : 15.052 [€] + 182 [€] = 15.234 [€] και το υπολοιπόμενο ποσό θα είναι : 15.231,2 [€] - 1.899 [€] = 13.335 [€]

Έτη	Ποσό προς απόσβεση (+179.2) - [€]	Αποσβεσθέν ποσό - [€]	Υπολοιπόμενο ποσό - [€]
1	15.052 + 182	1.899,00	13.335
2	13.517		11.618
3	11.800		9.901
4	10.083		8.184
5	8.366		6.467
6	6.649		4.750
7	4.932		3.033
8	3.215		1.316
9	1.498		-401

Τελικά, ο χρόνος απόσβεσης για την εγκατάσταση ισχύος 6 kWp είναι περίπου 9 έτη.

Σενάριο 3^ο : Εγκατεστημένη ισχύς 4 kW

Είδος	Ποσότητα (τεμ.)	Τιμή μονάδας (€)	Σύνολο (€)
Φωτοβολταϊκά πάνελ	19	168,37	3.199,00
Βάση πλαισίου φωτοβολταϊκού	19	80,00	1.520,00
Μετρητής ενέργειας	1	385,24	385,24
Inverter φωτοβολταϊκών	1	5.712,36	5.712,36
Κόστος εγκατάστασης	-	2.000,00	2.000,00
Συνολικό κόστος (€)			12.817,00

Στην περίπτωση που δεν θα υπήρχαν εγκατεστημένα φωτοβολταϊκά πάνελ, το κόστος των ενεργειακών καταναλώσεων της κατοικίας μας θα είναι :

$$10.405 \text{ [kWh/έτος]} \times 0.20 \text{ [€/kWh]} = 2.081 \text{ [€/έτος]}$$

Με την εγκατεστημένη ισχύ των 4 kWp παράγουμε 6.330 kWh. Άρα το ποσό που θα πληρώνουμε στην ΔΕΗ θα είναι :

$$10.405 - 6.330 = 4.075 \text{ [kWh/έτος]} \times 0.20 \text{ [€/kWh]} = 815 \text{ [€/έτος]}$$

Έτη	Ποσό προς απόσβεση (€)	Αποσβενούμενο ποσό (€)	Υπολοιπόμενο ποσό (€)
1	13.632	1.266,00	12.366
2	13.181		11.915
3	12.730		11.464
4	12.279		11.013
5	11.828		10.562
6	11.377		10.111
7	10.926		9.660
8	10.475		9.209
9	10.024		8.758
10	9.573		8.307
11	9.122		7.856
12	8.671		7.405
13	8.220		6.954

Κεφάλαιο 7^ο : Οικονομοτεχνική ανάλυση

14	7.769		6.503
15	7.318		6.052
16	6.867		5.601
17	6.416		5.150
18	5.965		4.699
19	5.514		4.248
20	5.063		3.797
21	4.612		3.346
22	4.161		2.895
23	3.710		2.444
24	3.259		1.993
25	2.808		1.542
26	2.357		1.091
27	1.906		640
28	1.455		189
29	1.004		-262

Τελικά, ο χρόνος απόσβεσης για την εγκατάσταση ισχύος 4 kWp είναι περίπου 29 έτη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Εγχειρίδιο Μονοσωλήνιου Συστήματος (Εκδοση 3^η), Grecotherm ABEE
- [2] Υδραυλικά & Θέρμανση Μποϊλερ, Υγιεινή, Δαπάνες Αλεξάνδρου, Σπ.Χονδρογιάννη
- [3] Θέρμανση Κλιματισμός, Β.Η. ΣΕΛΟΥΝΤΟΣ
- [4] Εργαστηριακή Άσκηση 5 (Υπολογισμός Σωληνώσεων Κεντρικής Θέρμανσης), Καλογήρου Ι. – Βούρος Α. – Ρωμαίος Α.
- [5] Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Δυναμικό & Τεχνολογίες, Ασημακόπουλος Δ. / Αραμπατζής Γ. / Αγγέλης Δημάκης Α. – Καρταλίδης Α. – Τσιλιγκιρίδης Γ.
- [6] Μηχανολογικές Εγκαταστάσεις Κτηρίων, Manfred Hartetich
- [7] ΚΕΝΑΚ ΤΟΤΕΕ-20701
- [8] Θέρμανση – Ψύξη – Αερισμός, Σπύρου Ν. Χαλίκια
- [9] Ηλιακή Μηχανική, Σ. Ν. Καπλάνης
- [10] Εισαγωγή στο AutoCAD 2008, Γιάννης Θ. Κάππος
- [11] Ήπιες Μορφές Ενέργειας – Ηλιακή Μηχανική, Σ.Ν. Καπλάνης
- [12] Ήπιες Μορφές Ενέργειας – Μηχανική των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων, Σ.Ν. Καπλάνης

ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

- [1] <http://www.aveco.gr/a/heatpumps/how>
- [2] <http://www.zeon.com.gr/permalink/3039.html>
- [3] <http://www.monachos.gr/forum/content.php/483-iliakoi-thermosifones?styleid=30>
- [4] <http://www.tzouganatos.gr/el/products/view/19>
- [5] <http://levitostasio.webnode.gr/products/systimata-asfalloys-symplirosis-neroy>
- [6] <https://www.multiclima.gr>
- [7] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>
- [8] <https://www.mp-energy.gr>
- [9] <http://www.photovoltaic.gr>
- [10] <http://www.ti-soft.com/el>