



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
**ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΛΥΨΗΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ**  
**ΦΟΡΤΙΩΝ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ**  
**ΓΙΑΝΝΟΥΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**  
**Δρ. Κ.Α. ΚΑΒΒΑΔΙΑΣ**

**ΑΙΓΑΛΕΩ**  
**ΙΟΥΛΙΟΣ 2020**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στα πλαίσια του 21<sup>ου</sup> αιώνα είναι γνωστή η ρύπανση του περιβάλλοντος λόγω των αυξημένων αναγκών του ανθρώπου. Ένα από τα κύρια αίτια ρύπανσης είναι η ευρεία κατανάλωση ηλεκτρισμού. Απαραίτητο θα ήταν, λοιπόν, να διεξαχθούν μελέτες προκειμένου να υπάρξει η δυνατότητα αυτόνομης ενεργειακής λειτουργίας μίας οικίας. Η αυτόνομη λειτουργία αναφέρεται στις απαιτήσεις των ηλεκτρικών και θερμικών αναγκών. Η σπατάλη ενέργειας δεν παύει να είναι κομμάτι της ζωής του ανθρώπου. Οι συνθήκες ωστόσο της σύγχρονης εποχής επιβάλλουν την εξοικονόμηση ενέργειας με οποιονδήποτε τρόπο. Η αρχή μπορεί να γίνει σε ατομικό επίπεδο.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία θα εξετάσει μια οικία της Ελληνικής επαρχίας και συγκεκριμένα της περιοχής της Κύμης Ευβοίας, με σκοπό να μειωθούν τα έξοδα θέρμανσης. Θα διερευνηθούν τροποποιήσεις στο σύστημα θέρμανσης, εγκαθιστώντας ένα ενεργειακό τζάκι, που θα προσφέρει την ίδια θερμική ενέργεια στο χώρο με οποιοδήποτε άλλο σύστημα θέρμανσης, προσφέροντας θερμική αυτονομία. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ θα χρησιμοποιηθούν για οποιαδήποτε ηλεκτρική κατανάλωση του συστήματος της θέρμανσης.

Στόχος αυτής της μελέτης είναι η δημιουργία μιας οικίας θερμικά αυτόνομης, σε ένα εφικτό πλαίσιο εξοικονόμησης ενέργειας. Για την πραγματοποίηση αυτού του στόχου είναι απαραίτητη η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και συγκεκριμένα η χρήση ενός φωτοβολταϊκού συστήματος που δια μέσω της ηλιακής ενέργειας θα παρέχονται οι απαιτούμενες ανάγκες ζήτησης ηλεκτρικών φορτίων στο σύστημα.

Λέξεις κλειδιά: Εστία, τζάκι, αυτονομία, θερμικό σύστημα, φωτοβολταϊκό πάνελ

## **ABSTRACT**

In the framework of the 21st century, environmental pollution is known due to increased human needs. One of the main causes of pollution is the widespread consumption of electricity. Therefore, it would be necessary to conduct studies in order to enable the possibility of autonomous energy operation of a house. Autonomous energy operation refers to the part of electrical and thermal needs. The waste of electrical energy does not stop to be part of human life. Current conditions impose to save energy in any way. Anyone should begin to save energy in an individual level.

The present dissertation will examine a home, which is located in the city of Kymi Evoia, in order to reduce its heating energy costs. Modifications to the heating system will be investigated by installing an energy fireplace, which will provide the same thermal energy in the space as any other heating system, offering thermal autonomy. Solar panels will be used for any electrical consumption of the heating system.

The aim of this study is an effort to create a thermally autonomous home in a sustainable framework of energy saving. To achieve this goal, it is necessary to exploit renewable energy sources, and in particular the use of a photovoltaic system through which solar energy will provide the required electricity demands in the system.

Key words: hearth, fireplace, autonomy, thermal system, photovoltaic panel

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία, εστιάζει στις θερμικές απαιτήσεις μίας απομονωμένης οικίας, όπου σε συνδυασμό με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μπορεί να εξελιχθεί σε ένα αυτόνομο σύστημα θέρμανσης.

Πιο αναλυτικά, στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφεται η ιστορική αναδρομή, τόσο για την επιλογή του θερμαντικού μέσου (τζάκι), όσο και για τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Όσον αφορά το τζάκι περιγράφονται η εξέλιξη του από την έναρξη χρήσης του έως τώρα, τα είδη θερμαντικών εστιών, τα πλεονεκτήματα του καθώς και τα απαραίτητα στοιχεία για την εγκατάσταση του. Όσον αφορά τα φωτοβολταϊκά συστήματα αναλύονται τα είδη τους, ο τρόπος λειτουργίας τους καθώς και τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα τους.

Η κύρια αναφορά του επόμενου κεφαλαίου (Κεφάλαιο 2) στηρίζεται κατά κύριο λόγο στο υπολογιστικό κομμάτι ενός αυτόνομου συστήματος καθώς και στην προτεινόμενη εγκατάσταση αυτού. Αναγράφονται οι αποκλίσεις των θερμαντικών απωλειών που υπολογίστηκαν δια χειρός αλλά και μέσω κατάλληλου λογισμικού που αφορά τον υπολογισμό των θερμικών απαιτήσεων.

## Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	1
ABSTRACT.....	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....	3
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ .....	6
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	8
ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ.....	9
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	12
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ .....	12
1.1.1 ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ .....	12
1.1.2 ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	14
1.1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	15
1.1.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΕΝΟΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΤΖΑΚΙΟΥ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ.....	17
1.1.5 ΕΙΔΗ ΤΖΑΚΙΩΝ.....	21
1.1.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΚΛΕΙΣΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΣΤΙΑΣ .....	24
1.1.7 ΕΙΔΗ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗΣ.....	27
1.1.8 ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ.....	29
1.1.9 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΣΤΟ ΧΩΡΟ.....	31
1.1.10 ΒΛΑΒΕΡΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ.....	32
1.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ .....	33
1.2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	33
1.2.2 ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ .....	34
1.2.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ.....	36
1.2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ .....	37
1.2.5 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑ .....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	40
2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ .....	40
2.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	40
2.1.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	42
2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΩΝ.....	50
2.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΜΕ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ .....	52

2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗΣ ΕΣΤΙΑΣ .....	56
2.5 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....	59
3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	64
4. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	66
4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΥΒΟΙΑ .....	66
4.2 ΠΙΝΑΚΕΣ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ .....	66
4.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΤΖΑΚΙΑ ΜΕ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΝΕΡΟΥ .....	68
4.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΦΥΛΛΑΔΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΤΖΑΚΙ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΘΗΚΕ .....	69
4.5 ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ .....	71
4.6 ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ .....	72
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	73

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1: Ανοικτή εστία με ξύλα

Σχήμα 1.2: Ανοικτό τζάκι

Σχήμα 1.3: Κλειστή εστία φωτιάς

Σχήμα 1.4: Σιδερένια θερμάστρα

Σχήμα 1.5: Καπνοδόχος (καμινάδα) Φ80-130 πτυσσόμενος 0,25m-0,40m ανοξείδωτος (INOX) διπλού τοιχώματος με μόνωση

Σχήμα 1.6: Λειτουργία αναρρόφησης καυσαερίων

Σχήμα 1.7: Καύση ξύλων μέσα στον θάλαμο

Σχήμα 1.8: Το τάμπερ είναι κατάλληλο για την ρύθμιση της παροχής του αέρα μέσα στο δίκτυο των αεραγωγών.

Σχήμα 1.9: Χαρακτηριστικό δείγμα εστίας με πυρότουβλα

Σχήμα 1.10: Προκατασκευασμένο τζάκι με θωράκιση μαντεμιού

Σχήμα 1.11: Μαντεμένιο ή ατσάλινο ενεργειακό τζάκι

Σχήμα 1.12: Εστία καλοριφέρ

Σχήμα 1.13: Ενεργειακό τζάκι

Σχήμα 1.14: Σιδηροσωλήνες

Σχήμα 1.15: Χαλυβδοσωλήνες

Σχήμα 1.16: Χαλκοσωλήνες

Σχήμα 1.17: Πλαστική σωλήνα

Σχήμα 1.18: Πολυστρωματική

Σχήμα 1.19: Δοχείο κλειστού τύπου

Σχήμα 1.20: Δοχείο ανοιχτού τύπου

Σχήμα 1.21: Βλαβερές ουσίες κατα την καύση του άνθρακα

Σχήμα 1.22: Δορυφόρος Vanguard I

Σχήμα 1.23: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Σχήμα 1.24: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Σχήμα 1.25: Διάταξη φωτοβολταϊκής κυψέλης

Σχήμα 1.26: Μπαταρίες βαθιάς εκφόρτωσης

Σχήμα 2.1: Σημείο στο χάρτη της μονοκατοικίας

Σχήμα 2.2: Κάτοψη κτηρίου ισόγειο

Σχήμα 2.3: Κάτοψη κτηρίου πρώτος όροφος

Σχήμα 2.4: Πλάγια μορφή τρισδιάστατου σχήματος του κτηρίου

Σχήμα 2.5: Άλλες όψεις τρισδιάστατου σχήματος του κτηρίου

Σχήμα 2.6: Σκιαγράφιση τοποθεσίας του τζακιού

Σχήμα 2.7: Διάταξη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

Σχήμα 2.8: Παράδειγμα εγκατάστασης μιας τέτοιου είδους μονάδας

Σχήμα 4.1: Απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας

Σχήμα 4.2: Τεχνικά χαρακτηριστικά ενεργειακού τζακιού

Σχήμα 4.3: Τεχνικά χαρακτηριστικά ενεργειακού τζακιού

Σχήμα 4.4: Τεχνικό φυλλάδιο για επιλογή κυκλοφορητή

Σχήμα 4.5: Χαρακτηριστικά για φωτοβολταϊκό πάνελ



## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.Ι: Διαφορές μεταξύ ανοικτής και κλειστής εστίας.

Πίνακας 1.ΙΙ Διαφορές μονοκρυσταλλικού και πολυκρυσταλλικού πάνελ.

Πίνακας 2.Ι: Συνολικά αποτελέσματα για συντελεστή θερμοπερατότητας.

Πίνακας 2.ΙΙ Συνολικές απώλειές μεταφοράς διάμεσου εξωτερικών τοίχων, οροφών καθώς και ανοιγμάτων

Πίνακας 2.ΙΙΙ Συγκεντρωτικές απώλειες αερισμού

Πίνακας 2.ΙV Στοιχεία ικανότητας επαναθέρμανσης

Πίνακας 2. V Συγκεντρωτικά αποτελέσματα θερμικών απωλειών.

Πίνακας 2. VI παρέχοντας πληροφορίες των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιων καθώς και τις βαθμοημέρες μέσα στην χρονική διάρκεια του έτους.

Πίνακας 2. VII Στοιχεία σύγκρισης αποτελεσμάτων

Πίνακας 2. VIII Παρουσίαση τιμών της μηνιαίας απόδοσης του συστήματος ενός χρόνου

Πίνακας 4. I Ελάχιστη ανανέωση αέρα

Πίνακας 4. II Συντελεστής προστασίας ει για απώλειες αερισμού χωρίς σύστημα εξαερισμού

Πίνακας 4. III Ύψος θερμαινόμενου χώρου επάνω από το επίπεδο του εδάφους

Πίνακας 4. IV Ισχύς αναθέρμανσης

Πίνακας 4. V Χαρακτηριστικά τζακιού από απλό χάλυβα με άλλες προσμίξεις

Πίνακας 4. VI Χαρακτηριστικά τζακιού από μαντέμι χάλυβα

## ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ

$U_V$	Συντελεστής θερμοπερατότητας $W/(m^2K)$
$A$	Εμβαδόν μιας επιφάνειας $m^2$
$A_f$	Εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου ενός κουφώματος $m^2$
$c$	Ειδική θερμοχωρητικότητα $kJ/kgK$
$h$	Το ύψος ενός δομικού στοιχείου $m$
$\lambda$	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας $W/(mK)$
$\theta_i$	Θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα $^{\circ}C$
$\theta_a$	Θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα (του εξωτερικού περιβάλλοντος) $^{\circ}C$
$R_i$	Αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο $(m^2K)/W$
$R_a$	Αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον $(m^2K)/W$
$R_{ολ}$	Συνολική θερμική αντίσταση δομικού στοιχείου $(m^2K)/W$
$e_k$	Συντελεστής διόρθωσης λόγω της έκθεσης στις κλιματικές επιδράσεις
$\rho$	Πυκνότητα ενός υλικού $kg/m^3$
$D_m$	Μηνιαία τιμή των βαθμοημερών
$N_m$	Αριθμός των ημερών του μήνα
$\bar{T}_{o, m}$	Μέση μηνιαία θερμοκρασία
$T_b$	Θερμοκρασία ισορροπίας του κτιρίου
$k$	Η σταθερά της τοποθεσίας που γίνεται ο υπολογισμός των βαθμοημερών
$\Phi_{T, i}$	Απώλειες μεταφοράς
$\Phi_{V, i}$	Απώλειες αερισμού
$\Phi_{RH, i}$	Θερμότητα αναθέρμανσης. Η επιπλέον θερμότητα που πρέπει να δώσει το σύστημα, όταν ανοίξουμε το καλοριφέρ και το δωμάτιο είναι κρύο.
$H_{T, ie}$	Απώλειες προς το περιβάλλον
$H_{T, iue}$	Απώλειες διαμέσου ΜΘΧ
$H_{T, ig}$	Απώλειες προς το έδαφος
$H_{T, ij}$	Απώλειες προς το διπλανό χώρο $j$ με διαφορετική θερμοκρασία
$\dot{V}_i$	Παροχή αέρα $(m^3/h)$
$n_{50}$	Ανανέωση αέρα ανά ώρα ( $h^{-1}$ ) ως αποτέλεσμα μιας διαφοράς πίεσης των 50Pa

	μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού του κτηρίου
$e_i$	Συντελεστής προστασίας
$\epsilon_i$	Διορθωτικός παράγοντας ύψους, ο οποίος λαμβάνει υπόψιν την αύξηση στην ταχύτητα αέρα με το ύψος του χώρου από το επίπεδο του εδάφους.
$\Phi_{RH, i}$	Συντελεστής αναθέρμανσης

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Καββαδία Κοσμά για την υποστήριξη, καθοδήγηση και τις συμβουλές που μου προσέφερε για την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Στην συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την βοήθεια σε πολλά επίπεδα του προσωπικού μου βίου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους φίλους μου που με υποστήριξαν ψυχολογικά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

#### 1.1.1 ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Θερμότητα ή αλλιώς θερμική ενέργεια ορίζεται «η μορφή της ενεργείας που μπορεί να μεταφερθεί κατά τη διάρκεια μιας διεργασίας από ένα σύστημα σε ένα άλλο ως το αποτέλεσμα της θερμοκρασιακής τους διαφοράς». Το μεταφερόμενο ποσό θερμότητας συμβολίζεται με το γράμμα Q.

Οι τρόποι μετάδοσης θερμότητας διακρίνονται σε τρεις μηχανισμούς :

- α) αγωγιμότητα,
- β) συναγωγή,
- γ) ακτινοβολία. [1].

#### **ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (αγωγή ή Conduction)**

Η αγωγιμότητα είναι ένα μέσον μεταφοράς θερμικής ενέργειας σε περιοχές ή συστήματα χαμηλής θερμοκρασίας. Η θερμοκρασία που μεταφέρεται προέρχεται από περιοχές ή συστήματα υψηλής θερμοκρασίας. Αυτό πραγματοποιείται μέσω δύο ή περισσότερων υλικών (στερεού, υγρού ή και αερίου), όταν αυτά εφάπτονται.. Η μεταφορά της θερμότητας διεξάγεται κυρίως με την αλληλεπίδραση των μορίων, δηλαδή μεταφορά ενεργείας από τα περισσότερα ενεργητικά μόρια στα γειτονικά τους, με χαμηλότερο ενεργειακό επίπεδο [2]. Χαρακτηριστικό παράδειγμα μπορεί να θεωρηθεί το φαινόμενο της απώλειας θερμότητας σε κλειστούς θερμαινόμενους χώρους όπως είναι μία οικία, κατά τη χειμερινή περίοδο. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στην αγωγιμότητα των τοίχων, των παραθύρων καθώς και σε ό,τι άλλη επιφάνεια υπάρχει. Το παραπάνω φαινόμενο μπορεί να περιγράψει μέσω της παρακάτω μαθηματικής εξίσωσης:

$$\dot{Q}_{cond} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (1.1) [2]$$

όπου,

- k = σταθερή ποσότητα και είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας,
- $\Delta T$ = θερμοκρασιακή διαφορά των μέσων,
- A= εξεταζόμενη επιφάνεια,
- $\Delta x$ = το πάχος των μέσων,

Αυτό το φαινόμενο αναπτύσσεται παρακάτω εκτενέστερα, με σκοπό τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας. Με τον παραπάνω συντελεστή ( $\dot{Q}_{cond}$ ) εκφράζεται η ποσότητα θερμότητας (σε Watt), η οποία διαπερνάται σ' ένα τετραγωνικό ενός δομικού στοιχείου, με ορισμένο πάχους  $d$ , σε χρονικό διάστημα μίας ώρας. Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιείται, σε δύο επιφάνειες όταν η απόκλιση θερμοκρασίας κυμαίνεται 1 βαθμό σε κλίμακα Κέλβιν. Μέσω της αγωγιμότητας, δηλαδή, υπολογίζεται το ποσοστό της θερμότητας που διαπερνάει ένα μέσο κατά τη διαδικασία που έχει αναφερθεί παραπάνω. Ο συντελεστής U-value μετριέται σε Watt ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $W/m^2K$ ). Ο αναφερόμενος συντελεστής ενός εξεταζόμενου μέσου είναι αντιστρόφως ανάλογος με τη τιμή της θερμομόνωσης, δηλαδή όσο μικρότερος είναι ο συγκεκριμένος συντελεστής, τόσο πιο καλή είναι η θερμομόνωση στο εξεταζόμενο μέσον.

### **ΣΥΝΑΓΩΓΗ (Convection)**

Η συναγωγή ή αλλιώς convection διαχέει τη θερμότητα μεταξύ των στερεών και των υγρών ή αέριων υλικών. Ο μηχανισμός λειτουργίας της μεταφοράς θερμότητας με συναγωγιμότητα δεν εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασιακή διαφορά αλλά και από τη ροή θερμότητας από μια επιφάνεια στα γειτονικά μόρια του ρευστού. Αποτέλεσμα είναι μέσω της μεταφερόμενης ενέργειας, η αύξηση της θερμοκρασίας καθώς και η αύξηση της εσωτερικής ενέργειας των μορίων του ρευστού. Έτσι, ταυτόχρονα με την αύξηση της κίνησης του ρευστού αυξάνεται και η ροή θερμότητας. Αυτό πραγματοποιείται μέσω της συναγωγιμότητας. [2]. Η θερμική συναγωγιμότητα χωρίζεται σε εξαναγκασμένη αλλά και σε ελεύθερη. Στην εξαναγκασμένη το ρευστό κινείται επί μιας επιφάνειας λόγω εξωτερικών παραγόντων όπως για παράδειγμα ο ανεμιστήρας, αντίθετα η ελεύθερη κίνηση του ρευστού που δημιουργείται οφείλεται σε δυνάμεις άνωσης, που προκαλούνται λόγω διαφοράς πυκνότητας. Παρακάτω παρουσιάζεται η μαθηματική εξίσωση που περιγράφει το φαινόμενο αυτό:

$$\dot{Q}_{conv} = hA (T_w - T_\infty) \quad (1.2) [1]$$

όπου,

- $A$  είναι το εμβαδόν της επιφάνειας,
- $T_w$  η επιφανειακή θερμοκρασία
- $T_\infty$  είναι η θερμοκρασία του ελεύθερου ρεύματος του γειτονικού ρευστού.

### **AKTINOBOΛΙΑ (Radiation)**

Ορίζεται το φαινόμενο της ροής θερμότητας από την ύλη, μέσω του χώρου, υπό τη μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, ως αποτέλεσμα μεταβολών στην ηλεκτρονική διάταξη των ατόμων. Οφείλεται αποκλειστικά στη θερμοκρασία της ύλης ή του μέσου. Το φαινόμενο θερμικής ακτινοβολίας διαφέρει από τα αλλά φαινόμενα ακτινοβολίας, τα όποια συσχετίζονται με τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα (πχ. ακτίνες X). Η ακτινοβολουμένη θερμότητα μεταφέρεται με την ταχύτητα του φωτός και αντικαθιστά την ακτινοβολία του φωτός, σύμφωνα με την ηλεκτρομαγνητική θεωρία. Η διαφορά φωτεινής και θερμικής ακτινοβολίας αφορά την αντιστοιχία του μήκους των κυμάτων. Η θερμότητα που μεταφέρεται από ένα σώμα, πραγματοποιείται υπό την μορφή των μικρών πακέτων ενέργειας (quanta) και είναι ανάλογη με την αύξηση θερμοκρασίας και της ακτινοβολουμένης ποσότητας [2].

Το παραπάνω φαινόμενο περιγράφεται από τη σχέση:

$$\dot{Q}_{rad,max} = \sigma AT_W^4 \quad (1.3) [1]$$

Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνεται η παρακάτω μαθηματική εξίσωση:

$$\text{Θερμική ισχύς: } Q = A * U_v * \Delta\Theta \quad (1.4) [1]$$

Όπου,

- A είναι η επιφάνεια δομικού στοιχείου (m<sup>2</sup>),
- U<sub>v</sub> είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας (w/m<sup>2</sup>\*k)
- ΔΘ είναι η διαφορά θερμοκρασίας (εσωτερική – εξωτερική).

Μέσω της ακτινοβολίας μεταφέρεται η θερμότητα από την εστία που θα μελετηθεί, στο περιβάλλον [2].

### **1.1.2 ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

Ως προορισμός της θέρμανσης, χαρακτηρίζεται, η θέρμανση των χώρων παραμονής ενός ανθρώπου κατά τη χειμερινή περίοδο. Σκοπός της θέρμανσης είναι η ρύθμιση της απαγωγής της θερμότητας από τον άνθρωπο κατά τη διάρκεια των ψυχρών εποχών, θερμαίνοντας το περιβάλλον του, ώστε να υπάρξει ισορροπία μεταξύ παραγωγής και απαγωγής θερμότητας. Με αυτόν το τρόπο, ο άνθρωπος αισθάνεται θερμικά άνετα και ευχάριστα [1].

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την θερμική άνεση. Χαρακτηριστικά:

1) η μέση θερμοκρασία των τοίχων,

2) η υγρασία του αέρα,

3) η καθαρότητα της εσωτερικής ατμόσφαιρας του χώρου.

Εκτός από την ευεξία του ανθρώπου η θέρμανση χρησιμοποιείται και για τη καλή συντήρηση της οικίας. Δεν είναι τυχαίο που στο παρελθόν οι εστίες ήταν στην μέση του οικήματος. Αυτό γινόταν αρχικά για την σωστή μετάδοση θερμότητας στο χώρο, ώστε να βελτιώνεται η απουσία της υγρασίας, αλλά και για την συγκέντρωση ατόμων περιμετρικά της, για καλύτερη αίσθηση της θερμοκρασίας.

### **1.1.3 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

Η παλαιότερη μορφή της εσωτερικής θέρμανσης χώρου ήταν η ανοικτή με ξύλα, που παράλληλα χρησίμευε και στην ετοιμασία του φαγητού. Βέβαια, το κύριο μειονέκτημα της ήταν η παραγωγή μεγάλης ποσότητας καπνού, πράγμα που το καθιστούσε πολύ επικίνδυνο για κάθε ζωντανό οργανισμό που βρισκόταν σε αυτό το περιβάλλον. Αφού κατάλαβαν ότι η λειτουργία της δεν ήταν η καλύτερη, λόγω επικίνδυνων ουσιών που παράγονταν και επηρέαζαν την υγεία του ανθρώπου, η εξέλιξη της ανοιχτής εστίας ήταν η δημιουργία ανοιχτού τζακιού στη Γερμανία. Μετά από δοκιμές εξελίχθηκε η θερμάστρα με βάση προυπάρχοντα πρότυπα, καθώς προϋπήρχε το 14<sup>ο</sup> αιώνα, σαν πήλινη θερμάστρα [1].

Η θερμάστρα είναι μια κλειστή εστία φωτιάς, με απαγωγή των καυσαερίων από την καπνοδόχο, η οποία μεταφέρει τα προϊόντα καύσης εκτός της οικίας. Με την πάροδο του χρόνου η βελτίωσή της είναι αρκετά σημαντική, έτσι τον 16ο αιώνα αναγεννάται η σιδερένια θερμάστρα με χυτές πλάκες και εξελίσσεται μέχρι τη στρογγυλή θερμάστρα (17ο αιώνας).

Η πρώτη κεντρική θέρμανση εξελίχθηκε από τους Ρωμαίους. Η εστία είναι κάτω από το κτήριο χρησιμοποιώντας για καύσιμη ύλη ξύλο ή ξυλάνθρακα. Τα καυσαέρια, μέσω αγωγών διαπερνούν τον κενό χώρο κάτω από το σπίτι με αποτέλεσμα ένα ζεστό πάτωμα. Τα ανοίγματα εξόδου είναι πλευρικά και δεν υπάρχουν καμινάδες αφού τα καυσαέρια μεταφέρονται μέσω καναλιών στους τοίχους. Έτσι με αυτόν τον τρόπο κατάλαβαν ότι η καλύτερη θέρμανση για έναν χώρο είναι η ομοιόμορφη παραγωγή θερμότητας σε όλους τους χώρους [1].





Σχήμα 1.1: Ανοικτή εστία με ξύλα



Σχήμα 1.2: Ανοικτό τζάκι [3]



Σχήμα 1.3: Κλειστή εστία φωτιάς[4]



Σχήμα 1.4: Σιδερένια θερμάστρα[5]

## 1.1.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΕΝΟΣ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥ ΤΖΑΚΙΟΥ ΚΑΙ Ο

### ΡΟΛΟΣ ΤΟΥΣ

Όλα τα τζάκια θερμαίνουν με ακτινοβολία. Ο θερμικός βαθμός απόδοσης τους είναι σχετικά μικρός και δεν ξεπερνά το ποσοστό είκοσι με τριάντα τοις εκατό. Αντίθετα εξαρτάται από το είδος του υλικού που είναι κατασκευασμένη η εστία. Το κόστος κατασκευής σε σχέση με άλλα συστήματα θέρμανσης που υπάρχουν στο εμπόριο είναι αρκετά μικρό, ο χρόνος όμως που απαιτείται για την κατάλληλη θερμοκρασία ενός χώρου είναι αρκετά μεγάλος, μιας και αναφέρθηκε παραπάνω ότι ο βασικός παράγοντας της θέρμανσης είναι η ταχεία εξυπηρέτηση. Η θερμαντική ισχύς ενός μέσου τζακιού είναι περίπου τρισήμιση χιλιάδες έως πέντε χιλιάδες  $W/m^2$ , και εξαρτάται από παράγοντες που επηρεάζουν την κατασκευή όπως το είδος της εστίας ή και η καπνοδόχος. Χρειάζεται πολύ μεγάλη ποσότητα αέρα, από την οποία όμως ένα μόνο μέρος χρησιμοποιείται για την καύση. Το υπόλοιπο μέρος του αέρα που υπάρχει μέσα στο χώρο αποβάλλεται μέσω της καπνοδόχου στο περιβάλλον. Οι ταχύτητες του αέρα στο άνοιγμα του είναι περίπου  $0,2m/s$  και αρκετές φορές διοχετεύεται εξωτερικός αέρας στο χώρο καύσης ώστε να μην στερεί το οξυγόνο από το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται [1].

Η καύση του ξύλου είναι μια χημική αντίδραση κατά την οποία ο άνθρακας που περιέχεται στο ξύλο ενώνεται με το οξειδωτικό, δηλαδή το οξυγόνο, παράγοντας έτσι ενέργεια καθώς και χημικές ενώσεις όπως μονοξείδιο του άνθρακα ( $CO$ ) και διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ). Η παραπάνω διαδικασία γίνεται κάτω από υψηλές θερμοκρασίες, για αυτό το λόγο όσο πιο υψηλές ποσότητες αέριων αναφλέγονται, τόσο πιο υψηλές αποδόσεις επικρατούν. Η λειτουργία του θερμαντικού μέσου στηρίζεται στους νόμους της φυσικής. Τα βασικά μέρη ενός τζακιού είναι απλά ένας χώρος τοποθέτησης ξύλων, μια καπνοδόχος και μερικές φορές ένας χώρος για τη στάχτη. Κατά την εκκίνηση του, ο ζεστός αέρας κατευθύνεται προς τα πάνω και μέσω της καπνοδόχου αποβάλλεται. Με βάση τους νόμους της φυσικής, ο ζεστός αέρας είναι πιο ελαφρύς από τον κρύο, επομένως τα καυτά καυσαέρια οδηγούνται με μεγάλη ταχύτητα στο εξωτερικό περιβάλλον [1].

Για να υπάρχει σωστή καύση, βασικός παράγοντας είναι το οξυγόνο που περιέχεται στον αέρα, ο οποίος περιβάλλει το χώρο που είναι τοποθετημένη η εστία. Η ροή του ζεστού αέρα-καυσαερίων προς τον εξωτερικό χώρο ενισχύεται λόγω ανέμων στην καμινάδα. Επομένως σε αυτήν την απλή λειτουργία στηρίζονται όλα τα είδη που ανήκουν σ' αυτήν την κατηγορία.

Τα μέρη που αποτελείται ένα τζάκι παρουσιάζονται παρακάτω:

- **Καπνοδόχος:** Η καπνοδόχος είναι μια διάταξη από σωληνογραμμή μεγάλων διατομών με σκοπό την απαγωγή των καυσαερίων από το θάλαμο καύσης προς το εξωτερικό περιβάλλον. Είναι ίσως το πιο σημαντικό μέρος της εστίας, διότι από την καμινάδα ξεκινά μία πληθώρα προβλημάτων, όπως η εισαγωγή καυσαερίων εντός της οικίας, υγραποιήσεις ακόμα και τη μη σωστή καύση κατά τη διάρκεια λειτουργίας της εστίας. Μείζονος σημασίας είναι η σωστή εγκατάσταση της καπνοδόχου ώστε να επέρθει η μέγιστη απόδοση του τζακιού. Η καπνοδόχος κατασκευάζεται με συγκεκριμένο τρόπο. Στο εξωτερικό τοίχωμα της πρέπει να είναι μονωμένη για να αποφεύγεται η ψύξη των καυσαερίων που προκαλεί μείωση της ωφέλιμης διαμέτρου, λόγω των επαμείναντων ουσιών του άνθρακα.

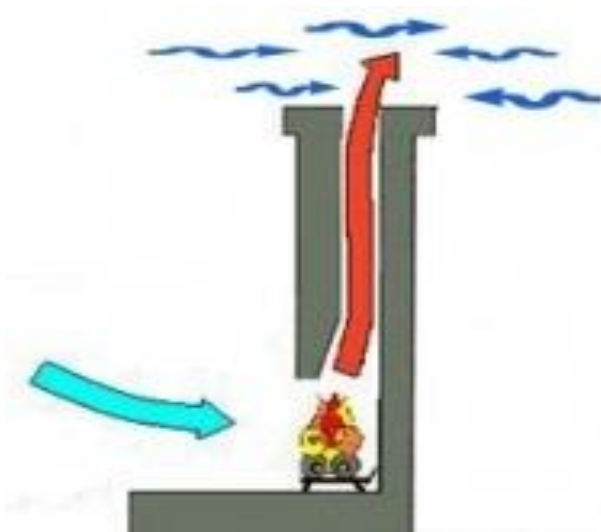


Σχήμα 1.5: Καπνοδόχος (καμινάδα) Φ80-130 πτυσσόμενος 0,25m-0,40m ανοξείδωτος (INOX) διπλού τοιχώματος με μόνωση [6]

Εξίσου, βασικό στοιχείο είναι το ύψος της καμινάδας από την εστία, ώστε να αποφεύγονται οι στροβιλισμοί από πνέοντες άνεμους. Η κίνηση του καπνού στην καπνοδόχο είναι ελικοειδής, άρα απαιτείται να υπάρχουν λεία τοιχώματα για να μην υπάρχουν τριβές. Η κατασκευή της πρέπει να γίνεται από σωστά υλικά και να υπακούει σε κανονισμούς ασφαλείας, ώστε να μην προκαλούνται πλεονάζοντες περιβαλλοντικοί ρύποι. Ένα πιθανό πρόβλημα που επικρατεί είναι η αναστροφή των καυσαερίων. Με τον όρο αναστροφή περιγράφεται ο παραγόμενος καπνός και ο ζεστός αέρας, τα οποία μερικές φορές δεν

κατευθύνονται πλήρως προς το εξωτερικό περιβάλλον όπου αποβάλλονται τα κατάλοιπα της καύσης, αλλά παραμένουν στον εσωτερικό χώρο. Αρχικά, κατά την καύση των ξύλων, λόγω της υγρασίας που περιέχουν, περιμετρικά από την καπνοδόχο δημιουργείται ένα στρώμα από άνθρακα που μειώνει τη διάμετρό της και δυσκολεύει την εξαγωγή των καυσαερίων. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που συμβάλλει αρνητικά στην αποβολή των καυσαερίων σχετίζεται με την εγκατάσταση της καπνοδόχου χαμηλότερα από την στέγη του σπιτιού, με αποτέλεσμα τα καυσαέρια να μην αποκτούν μεγάλη ταχύτητα, και επομένως να μην δημιουργείται έντονο ρεύμα ροής αέρα.

Όμως, αυτό το φαινόμενο μπορεί να προκαλείται και λόγω ρευμάτων αέρα μέσα στο χώρο, που παρεμποδίζουν τη σωστή αναρρόφηση των καυσαερίων. Αυτή η δυσλειτουργία παρουσιάζεται κυρίως σε εστίες που δεν έχουν δική τους εξωτερική πηγή αέρα, αλλά καταναλώνουν ποσότητα οξυγόνου από το χώρο τοποθέτησής τους. Τέλος, έχει παρατηρηθεί ότι η αναστροφή των καυσαερίων δημιουργείται με εσφαλμένο τελικό εξάρτημα καπνοδόχου, που επηρεάζει την ταχύτητα των καυσαερίων. Αυτός ο παράγοντας επηρεάζει σε σημαντικότερο βαθμό όταν επικρατούν έντονα καιρικά φαινόμενα.



Σχήμα 1.6: Λειτουργία αναρρόφησης καυσαερίων.

- **Εστία:** Σε αυτόν τον χώρο γίνεται η καύση του ξύλου. Ουσιαστικά, η εστία θεωρείται ο θάλαμος καύσης, όπου γίνεται η καύση του άνθρακα που περιέχει το ξύλο. Η κατασκευή της πρέπει να γίνεται με ειδικά υλικά και αυστηρές προδιαγραφές. Τα υλικά που θα χρησιμοποιούνται πρέπει να μην παράγουν επικίνδυνες ουσίες για τον άνθρωπο, σε υψηλές θερμοκρασίες. Πρέπει τα μέταλλα να έχουν καλή αντοχή και να παρέχουν όσο γίνεται καλύτερη απόδοση στη μετάδοση της θερμότητας. Απαιτείται προσοχή στη

μόνωση των σχετικών τοίχων και πατωμάτων, διότι μπορεί μέσα από διαστολές και συστολές να υπάρξουν ανεπιθύμητα αποτελέσματα. Για παράδειγμα η λάθος μόνωση ή και τοποθέτηση καλωδίων σε ακατάλληλα σημεία, μπορούν να πυροδοτήσουν την εξέλιξη μίας πυρκαγιάς. Η απόδοση της εστίας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το ποσοστό των αερίων και του άνθρακα που καίγεται. Επιπλέον σημαντικός παράγοντας είναι και η υγρασία που περιέχεται μέσα στα ξυλά. Καλό θα ήταν, η καύσιμη ύλη να έχει όσο γίνεται λιγότερη υγρασία ώστε να γίνεται πιο σωστή καύση [1].



Σχήμα 1.7: Καύση ξύλων μέσα στον θάλαμο

- **Τάμπερ:** Για τη ρύθμιση της διάρκειας της καύσης των ξύλων εφευρέθηκε ένα κλαπέτο ή αλλιώς το λεγόμενο τάμπερ, το οποίο ρυθμίζει την εξαγωγή των καυσαερίων. Αυτό πολλές φορές λειτουργεί αυτόματα με το άνοιγμα και το κλείσιμο της πόρτας αλλά και χειροκίνητα με ειδικό κλειδί σε ενδιάμεσες θέσεις κυρίως αμέσως μετά την εξαγωγή των καυσαερίων από την εστία. Επίσης, για τη ρύθμιση του οξυγόνου της καύσης υπάρχει χαμηλά της πόρτας του θαλάμου, ένα ειδικά διαμορφωμένο τάμπερ, που επιτρέπει τη διαμόρφωση εισαγωγής του αέρα, ανάλογα με την επιθυμητή απόδοση. Αυτό υπάρχει κυρίως στο χώρο που βρίσκεται η στάχτη των καμένων ξύλων και συγκεκριμένα, χαμηλά της πόρτας. Κατ' αυτόν τον τρόπο όταν η πόρτα της εστίας είναι κλειστή το τάμπερ βρίσκεται και αυτό σε κλειστό σημείο με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλη διάρκεια καύσης και οικονομία στην κατανάλωση, αντίθετα με ανοικτή πόρτα και ανοικτό τάμπερ υπάρχει μεγάλη απώλεια ενέργειας.



Σχήμα 1.8: Το τάμπερ είναι κατάλληλο για την ρύθμιση της παροχής του αέρα μέσα στο δίκτυο των αεραγωγών [7]

#### 1.1.5 ΕΙΔΗ ΤΖΑΚΙΩΝ

- *ΕΣΤΙΑ ΜΕ ΠΥΡΟΤΟΥΒΛΑ (ΚΤΙΣΤΟ ΤΖΑΚΙ)*: Ορίζεται ως η εστία που κτίζεται επί τόπου με ειδικά κατασκευασμένα πυρότουβλα από ειδικευμένα άτομα που κάνουν του συγκεκριμένου είδους εγκαταστάσεις. Πρόκειται για μια θερμαντική εστία με χαμηλή απόδοση ίση περίπου με το 10-15% της θερμικής ενεργείας που παράγει το ξύλο. Όπως προαναφέρθηκε θερμαίνει με ακτινοβολία καταναλώνοντας μεγάλες ποσότητες ξύλου. [8]



Σχήμα 1.9: Χαρακτηριστικό δείγμα εστίας με πυρότουβλα [9]



*ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΤΖΑΚΙ ΜΕ ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΜΑΝΤΕΜΙΟΥ:* Όπως προαναφέρθηκε είναι προκατασκευασμένη εστία με τυποποιημένες διαστάσεις. Μερικές έχουν διπλή πλάτη, δηλαδή διπλό μέταλλο, κυρίως από χάλυβα σε υψηλή περιεκτικότητα άνθρακα, στο πίσω μέρος με ένα κενό συνήθως διάστημα που ευνοεί την καλύτερη κυκλοφορία του αέρα και την απόδοσή τους. Οι συγκεκριμένες εστίες εστιών αποδίδουν μέχρι και 25% της θερμικής ενέργειας που παράγει το οξειδωτικό, δηλαδή στη συγκεκριμένη περίπτωση το ξύλο. [10]



Σχήμα 1.10: Προκατασκευασμένο τζάκι με θωράκιση μαντεμιού [11]

*ΜΑΝΤΕΜΕΝΙΑ Η ΑΤΣΑΛΙΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΣΤΙΑ:* Είναι εστίες κατασκευασμένες εξ' ολοκλήρου από χυτοσίδηρο και παρέχουν στο χρήστη υψηλό ποσοστό απόδοσης. Οι μαντεμένιες εστίες διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες που διακρίνονται από το αν υπάρχει φυσική ή βεβιασμένη κυκλοφορία. Αρχικά, κυκλοφορούν στο εμπόριο οι ανοικτές εστίες με απόδοση που μπορεί να φτάσει έως και 35%. Η αυξημένη απόδοσή τους οφείλεται στο ζεστό αέρα που παράγουν. Είναι προφανές πως ακόμα και με τη χρήση των συγκεκριμένων εστιών δεν αξιοποιείται πλήρως η ενέργεια που προσφέρεται. Μεγάλη απόδοση έως και 80% παρουσιάζεται στις κλειστές εστίες, οι οποίες διαθέτουν θύρα από υαλοκεραμικό κρύσταλλο, με αποτέλεσμα να εξασφαλίζουν μέγιστη στεγανότητα και ταυτόχρονα ελεγχόμενη καύση [12].



Σχήμα 1.11: Μαντεμένιο ή ατσάλινο ενεργειακό τζάκι [13]

*ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΣΤΙΕΣ ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ:* Είναι μια ιδιαίτερη εστία με χιτώνια, στα οποία κυκλοφορεί συνήθως στο πίσω μέρος νερό, για εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης μιας οικίας με σώματα ίδια με αυτά του καλοριφέρ. Οι συγκεκριμένες εστίες έχουν την δυνατότητα, μέσω ηλεκτρονικής λειτουργίας, να παρέχουν πολύ μεγαλύτερη ασφάλεια σε σχέση με τους λέβητες πετρελαίου, λόγω των εγκατεστημένων εξαρτημάτων τους. Επειδή η εστία αυτή είναι αποκλειστικά για θέρμανση, πρέπει οπωσδήποτε να έχει στο μπροστινό μέρος θυρίδα ώστε να υπάρχει ελεγχόμενη καύση και να είναι συνδεδεμένη με την κεντρική εγκατάσταση καλοριφέρ, σε πλήρη λειτουργία [14].

Η κύρια λειτουργία των ενεργειακών τζακιών καλοριφέρ είναι η μεταφορά θερμικής ενέργειας στο νερό, που παράγεται από την καύση της καύσιμης ύλης. Το νερό αρχικά διαβιβάζεται με την παρουσία ενός κυκλοφορητή στα σώματα και στη συνέχεια μέσω ενός άλλου κυκλοφορητή καταλήγει στην κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης. Αποτέλεσμα είναι η προσφορά ομοιόμορφης κατανομής της θερμότητας σε διάφορους χώρους στο κτήριο. Τα τζάκια καλοριφέρ έχουν τη δυνατότητα για χρήση ως θερμαντικό μέσο για χώρους μεγαλύτερους και από 200 m<sup>2</sup>. Πλεονέκτημά τους είναι η άριστη απόδοση θερμότητας, η οποία πραγματοποιείται με την καύση άνθρακα για την οικονομική ενίσχυση του χρήστη σε συνδυασμό με την προστασία του περιβάλλοντος [15]. Η λειτουργία τους μπορεί να είναι είτε αυτόνομη είτε συμπληρωματική με κεντρική θέρμανση, σε συνδυασμό με άλλο θερμαντικό μέσο. Οι εστίες αυτές απαιτούν αρκετή προσοχή στην εγκατάστασή τους, διότι σε περίπτωση διακοπής ρεύματος ή μιας βλάβης στον κυκλοφορητή μπορεί να προκαλέσει



προβλήματα. Τέτοια προβλήματα είναι η συνεχής αύξηση της θερμοκρασίας λόγω της ύπαρξης φωτιάς ή ακόμα και διαρροές λόγω υψηλών θερμοκρασιών του νερού. Εγκαθίστανται πάντοτε με ανοικτό δοχείο διαστολής και μία μονάδα παροχής ρεύματος σε περίπτωση διακοπής παροχής ενέργειας (Unit Power Supply) στην τροφοδοσία του κυκλοφορητή.



Σχήμα 1.12: Εστία καλοριφέρ [16]

### 1.1.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΚΛΕΙΣΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΣΤΙΑΣ

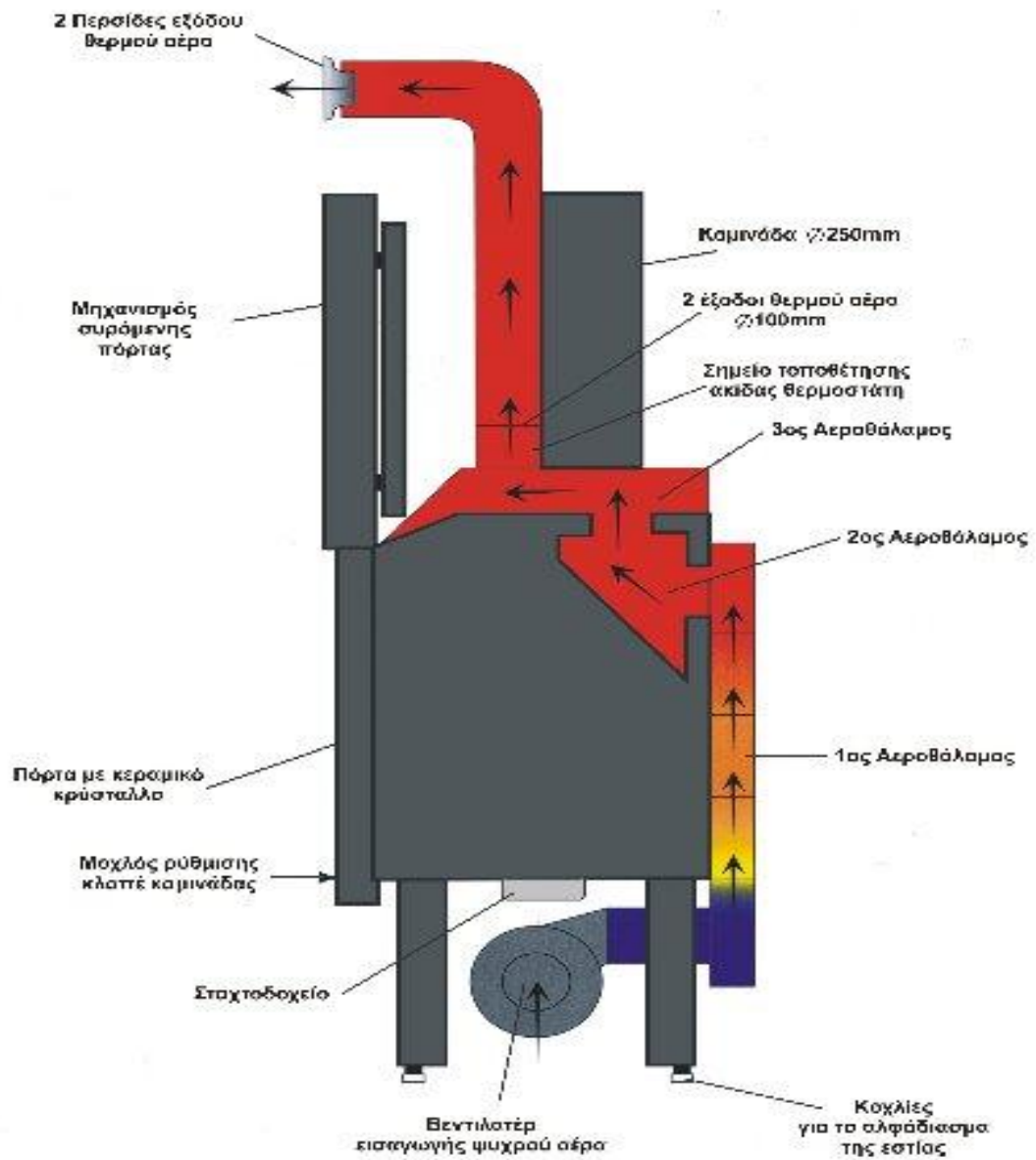
Η απόδοση της κλειστής εστίας υπολογίζεται στο 65-80% και αυτό το ποσοστό προκύπτει από την κατανάλωση του αέρα που γίνεται από το τζάκι. Ο αέρας είναι χαμηλής ποσότητας, περίπου 6-8 m<sup>3</sup> h/kg. Αντίθετα στην ανοιχτή εστία λόγω του ελκυσμού, τεράστιες ποσότητες ζεστού αέρα αφαιρούνται από το σπίτι με την ροή αποβολής των καυσαερίων από την καμινάδα, με αποτέλεσμα αυτή η ποσότητα να ανέρχεται στα 60-100 m<sup>3</sup> h/kg (ώρα/ κιλό ξύλο). Είναι ευνόητο, ότι οι ουσίες που προκύπτουν από την καύση, αφαιρούνται από την καμινάδα μαζί με ένα μεγάλο ποσοστό θερμότητας που βοηθά στον ελκυσμό. Αυτός ο αέρας αναπληρώνεται με κρύο αέρα, δια μέσου των χαραμάδων που υπάρχουν στην εστία για

πλήρωση οξυγόνου. Έτσι οι κλειστές εστίες υψηλής περιεκτικότητας χάλυβα όχι μόνο δεν αφαιρούν το ζεστο αέρα από το σπίτι, αλλά αντίθετα με το σύστημα παραγωγής ζεστού αέρα θερμαίνουν όλο το σπίτι με ομοιόμορφο τρόπο. Η επιστημονική όμως εξήγηση της υψηλής απόδοσης, βρίσκεται στις υψηλές θερμοκρασίες καύσης που αναπτύσσονται μέσα στο χώρο καύσης και οι οποίες παράγουν μεγαλύτερο ποσοστό αερίων (μονοξείδιο καθώς και διοξειδίου του άνθρακα), το οποίο σε οποιαδήποτε συνθήκη θα έφευγε άκαυτο μέσα στην καμινάδα δημιουργώντας κατάλοιπα στα τοιχώματα. Η καύση αυτών των αερίων είναι ενέργεια που εκμεταλλεύεται μόνο η κλειστή εστία. Η ενέργεια που είναι το αποτέλεσμα της καύσης των συγκεκριμένων αερίων εκμεταλλεύεται μόνο η κλειστή εστία.

Η καύση στην κλειστή εστία είναι ελεγχόμενη, δηλαδή το ξύλο καίγεται με λιγότερο αέρα, όσο χρειάζεται για να γίνει η καύση και έτσι πραγματοποιείται εξοικονόμηση στην κατανάλωση του ξύλου. Όλες οι κλειστές εστίες έχουν σύστημα ρύθμισης του αέρα που εισάγεται για την καύση και έτσι επιτυγχάνεται η ρύθμιση της έντασης της φωτιάς. Η φωτιά μπορεί να είναι χαμηλής ή υψηλής περιεκτικότητας οξυγόνου, πράγμα αδιανόητο σ' οποιαδήποτε ανοικτή εστία.

Ιδιαίτερη προσοχή είναι σημαντικό να δοθεί στην ασφάλεια της κατοικίας και σε περίπτωση απουσίας του ανθρώπου με αναμμένο το τζάκι.

Σε μια κλειστή εστία παρουσιάζεται συνεχώς καύση προσφέροντας ένα μοναδικό θέαμα, αντίθετα από τις ανοικτές εστίες στις οποίες για να δει κάποιος φωτιά πρέπει να παρακολουθεί την ύπαρξη ξύλων στη σόμπα.. Αυτό το "παράδοξο" φαινόμενο οφείλεται καθαρά και μόνο στις υψηλές θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στην κλειστή εστία, οι οποίες όπως έχει αναφερθεί παράγουν μικρότερο ποσοστό αερίων. Αποτέλεσμα είναι η μη έξοδος τους στο περιβάλλον, με αποτέλεσμα μία εστία με πλήρης φλόγα και με ελάχιστη στάχτη.



Σχήμα 1.13: Ενεργειακό τζάκι [17]

Πίνακας 1.1: Διαφορές μεταξύ ανοικτής και κλειστής εστίας.

<u>Ανοικτή εστία</u>	<u>Κλειστή εστία</u>
Μεγάλη κατανάλωση ξύλων με χαμηλή απόδοση	Ελαχιστοποίηση όσο το δυνατό γίνεται την κατανάλωση ξύλων με υψηλή απόδοση
Ο χώρος καύσης δεν διαχωρίζεται με το περιβάλλον που εδράζονται οι χρήστες	Χρήση γυάλινου πυρίμαχου κρυστάλλου ώστε ο χώρος καύσης να είναι προστατευμένος
Αυξημένη κατανάλωση οξυγόνου κατά την καύση	Έλεγχος του οξυγόνου κατά την καύση
Μεγάλες απώλειες στο περιβάλλον	Έλεγχος των απωλειών στο περιβάλλον
Αυξημένος κίνδυνος πυρκαγιάς	Ασφάλεια κατά τη λειτουργία του για πρόκληση φωτιάς
Μεγάλες ποσότητες μονοξειδίου του άνθρακα	Μικρότερες ποσότητες μονοξειδίου του άνθρακα
Ανεξέλεγκτη καύση	Ελεγχόμενη καύση
Προβλήματα με υγραποίηση καυσαερίων και μη σωστή αναρρόφηση αυτών	Με σωστή εγκατάσταση σύμφωνα με τον κατασκευαστή μηδενισμός υγραποίησης καυσαερίων
Μεγάλη ποσότητα στάχτης	Φυσιολογικά επίπεδα στάχτης

### 1.1.7 ΕΙΔΗ ΣΩΛΗΝΟΓΡΑΜΜΗΣ

Η σωληνογραμμή είναι ένα από τα κύρια μέρη του συστήματος. Η γεωμετρία είναι σε σχήμα κυλινδρικό, κατασκευασμένο συνήθως από μέταλλο ή πλαστικό που χρησιμοποιείται κυρίως ως αγωγός για τη μεταφορά υγρών. Μεγέθη που σχετίζονται με τον υπολογισμό των δικτύων των σωληνώσεων είναι το υλικό της σωληνογραμμής, η διάμετρος, η ταχύτητα του νερού και τέλος η πτώση πίεσης (που εξαρτάται από το υλικό και τη θερμοκρασία).

Σε εγκαταστάσεις θέρμανσης χρησιμοποιούνται κυρίως 3 είδη σωλήνων:

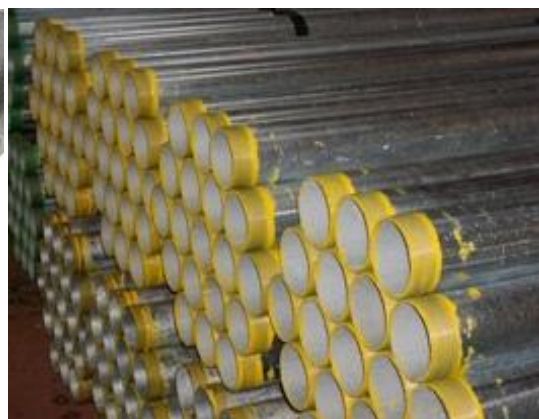
α) Σιδηροσωλήνες οι οποίοι αποκτούν οξείδωση εύκολα με αποτέλεσμα να υπάρχουν διαρροές καθώς και ότι εκτός από το μεγάλο βάρος είναι δύσκολες στην τοποθέτησή τους. Τα ίδια ισχύουν και στις χαλύβδινους αγωγούς. Σε αυτό το είδος σωλήνα, ιδιαίτερο ρόλο διαδραματίζει η εσωτερική διάμετρος.

β) Οι χαλκοσωλήνες είναι κατασκευασμένες από ένα αδρανές υλικό ,τον χαλκό. Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους είναι το ελάχιστο βάρος τους και η εξωτερική οξείδωση. Επιπλέον έχουν εύκολη κατεργασία. Οι χαλκοσωλήνες, επειδή είναι κατασκευασμένες από ένα μαλακό υλικό, το χαλκό, έχουν μεγάλο κόστος αγοράς και υπάρχει η πιθανότητα βλάβης αν χτυπηθούν. Στην χαλκοσωλήνα μετράται η εξωτερική διάμετρος πάντα [1].

γ) Τα τελευταία χρόνια μεγάλη εφαρμογή έχουν οι πλαστικές σωλήνες με ονομασίες στο εμπόριο «πλαστική σωλήνα» και πολυχρωματική με επένδυση αλουμινίου εσωτερικά. Αυτό το είδος είναι αρκετά οικονομικό και αξιόπιστο. Έχει εύκολη εγκατάσταση και με τις προστασίες που είναι εφοδιασμένες δεν έχουν ιδιαίτερα προβλήματα στα χτυπήματα. Το μόνο μειονέκτημα είναι η θερμοκρασία λειτουργίας, που δεν πρέπει να υπερβαίνει θερμοκρασίες άνω των 90 βαθμών κελσίου.



Σχήμα 1.14: Σιδηροσωλήνες



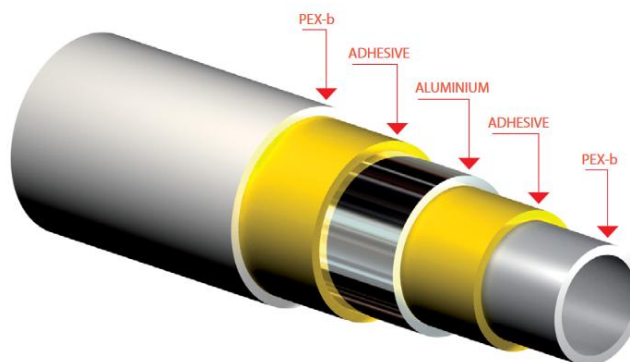
Σχήμα 1.15: Χαλυβδοσωλήνες



Σχήμα 1.16: Χαλκοσωλήνες



Σχήμα 1.17: Πλαστική σωλήνα



Σχήμα 1.18: Πολυστρωματική

Παράγοντες που επηρεάζουν την κατάλληλη επιλογή σωλήνα:

- 1) Πιέσεις και συνθήκες λειτουργίας της εγκατάστασης,
- 2) Αποφυγή ηλεκτρολυτικής διάβρωσης λόγω επαφής ανόμοιων υλικών που αντιδρούν μεταξύ τους,
- 3) Η παροχή του νερού (l/sec), η μέση πτώση πίεσης (Pa/m) ή η ταχύτητα του ρευστού (m/sec).

Για τη σύνδεση σωλήνων απαιτούνται εξαρτήματα, κατασκευασμένα κατά το πλείστον από μαλακό χυτοσίδηρο, σε μικρή κλίμακα, ακόμη και από χάλυβα καθώς και από ορείχαλκο και χαλκό. Ο αριθμός των μορφών των ειδικών τεμαχίων είναι ιδιαίτερα ευρύς καθώς υπάρχουν αρκετές χιλιάδες μοντέλα που κατασκευάζονται. Μέχρι στιγμής δεν έχει επικρατήσει ένας κοινός χαρακτηρισμός για τους διάφορους τύπους κατασκευής των εξαρτημάτων [1].

### 1.1.8 ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

Κάθε ανοιχτή εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης ζεστού νερού πρέπει να διαθέτει ένα δοχείο διαστολής. Το δοχείο διαστολής τοποθετείται στο υψηλότερο σημείο της εγκατάστασης ή εάν είναι δυνατό κατακόρυφα επάνω από το λέβητα, για να απορροφά τη διαστολή του νερού και τον εξαερισμό της εγκατάστασης. Τα δοχεία διαστολής ανοιχτού τύπου πρέπει να εφοδιάζονται με σύστημα υπερχείλισης και εξαερισμού ώστε να μην μπορούν να αποφραχτούν. Μικρές εγκαταστάσεις έχουν κλειστά δοχεία, ενώ οι μεγάλες έχουν ανοιχτά δοχεία με ανοιχτό το πάνω μέρος της δεξαμενής [1]. Τα μικρά δοχεία διαστολής, είναι κυρίως κυλινδρικά. Όλα περιέχουν αντισκωριακή προστασία με γαλβάνισμα ή βαφή. Το περιεχόμενο λίτρων του δοχείου είναι περίπου διπλάσιο του όγκου διαστολής του νερού.



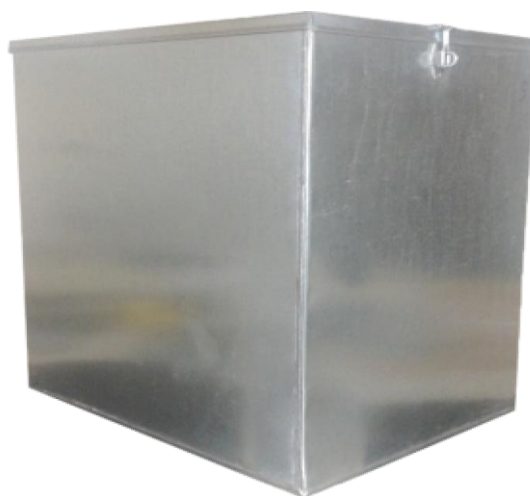
Τα δοχεία διαστολής για κλειστές εγκαταστάσεις είναι κατάλληλα για το ζέσταμα του νερού σε θερμοκρασίες 110 °C. Επιπλέον, είναι σκόπιμο για τον καλύτερο έλεγχο, το υδρόμετρο να τοποθετείται στο λεβητοστάσιο αντί στο δοχείο διαστολής. Η λειτουργία του είναι σχετικά απλή. Αποτελείται από το απιονισμένο νερό και ένα στρώμα αζώτου. Ενδιάμεσα υπάρχει μια μεμβράνη που ανάλογα μετακινείται είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω. Ο αέρας δεν έρχεται σε επαφή με το νερό της θέρμανσης. Το στρώμα του αζώτου έχει πίεση από 0,5 bar ως και 4 bar . Όταν αυξηθούν η πίεση και η θερμοκρασία στον λέβητα, διογκώνεται η μεμβράνη και συμπιέζει το στρώμα του αζώτου. Αυτό έχει αρκετά πλεονεκτήματα σε μια εγκατάσταση. Αρχικά υπάρχει περιορισμένη διάβρωση, καθώς και αποφυγή του κινδύνου παγώματος, ειδικά σε μέρη με χαμηλές θερμοκρασίες. Τοποθετούνται στη γραμμή προσαγωγής ή επιστροφής σε κατακόρυφη διάταξη.

Το τζάκι ώστε να λειτουργεί πρέπει να υπάρχει ανοιχτός κυκλοφορητής. Πολύ σύντομα το νερό μέσα του θα φτάσει σε υψηλή θερμοκρασία και θα πρέπει να εκτονωθεί. Στην περίπτωση του ανοιχτού δοχείου, ο ατμός θα διαφεύγει προς την ταράτσα μέσω μιας σωλήνας. Στην περίπτωση του κλειστού δοχείου θα ανοίξει η βαλβίδα ασφαλείας όταν η πίεση του κυκλώματος ανεβαίνει.

Το ανοιχτό κύκλωμα είναι πιο απλό, πιο ασφαλές και οικονομικότερο. Το κλειστό κύκλωμα χρειάζεται περισσότερους περιοδικούς ελέγχους της σωστής λειτουργίας του. Στην περίπτωση διακοπής ρεύματος, ο χρήστης πρέπει να σταματήσει να τροφοδοτεί το τζάκι με νέα ξύλα και να κλείσει την παροχή του εξωτερικού αέρα, ώστε η φωτιά να χαμηλώσει σημαντικά.



Σχήμα 1.19: Δοχείο κλειστού τύπου [18]



Σχήμα 1.20: Δοχείο ανοιχτού τύπου [19]

### 1.1.9 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΣΤΟ ΧΩΡΟ

Βασικός παράγοντας του ανθρώπου είναι η αισθητή θερμοκρασία στο θερμαινόμενο χώρο, που σημαίνει ότι πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ομοιόμορφη και κατά την κατακόρυφη και κατά την οριζόντια διεύθυνση. Με τον όρο αισθητή θερμοκρασία εννοούμε την τιμή της θερμοκρασίας του αέρα και της θερμοκρασίας των τοιχωμάτων. Σε κάθε χώρο του σπιτιού θα πρέπει το εσωτερικό κλίμα να είναι άνετο και προσαρμοσμένο στο χρήστη. Κάθε κτήριο, πριν την κατασκευή του θα πρέπει να μελετάται τόσο στη δομή του, όσο και στις ενεργειακές του ανάγκες. Ένα σπίτι θεωρείται ενεργειακά «πράσινο», όταν η απαιτούμενη ενέργεια που δίνεται στο χώρο για θέρμανση αξιοποιείται πλήρως, χωρίς απώλειες. Με αυτόν τον τρόπο, αφού εξασφαλιστεί πλήρως η σωστή κατανάλωση ενέργειας, εξασφαλίζεται η άνεση του χρήστη και επομένως θα έχει την αίσθηση της απόλυτης φυσικής ευημερίας. Βέβαια ο όρος θερμική άνεση, εξαρτάται από την αντίληψη του κάθε ατόμου όσον αφορά τη θερμοκρασία, αφού ο κάθε άνθρωπος έχει τη δίκη του ευαισθησία στους θερμικούς παράγοντες [1]. Επηρεάζεται από τις διάφορες δραστηριότητες του χρήστη μέσα στο χώρο που βρίσκεται όπως από την ένδυση του, από τη ψυχολογική του κατάσταση κ.α.

Η θερμοκρασία πρέπει να είναι ρυθμιζόμενη, δηλαδή πρέπει η αισθητή θερμοκρασία να μπορεί να μεταβάλλεται σε ορισμένα όρια, ανάλογα με την επιθυμία του κάθε ανθρώπου. Συγκεκριμένα, η απόκτηση της επιθυμητής θερμοκρασίας θα πρέπει να πραγματοποιείται σε μικρό χρονικό διάστημα καταναλώνοντας την ελάχιστη ενέργεια.

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στο ότι δεν πρέπει με τη θέρμανση να μειώνεται η ποιότητα του αέρα ούτε και να παράγονται βλαβερές ουσίες. Τέλος, βασικός παράγοντας είναι το κόστος. Το κόστος για τη σωστή θέρμανση θα ήταν καλό να είναι χαμηλό, τόσο για την εγκατάσταση του κατάλληλου θερμαντικού σώματος όσο και για τη λειτουργία της εστίας. Βέβαια, σε αρκετές περιπτώσεις είναι μη εφικτός ο παραπάνω σχεδιασμός συνδυάζοντας και τις δύο προαναφερθέντες προϋποθέσεις [1].

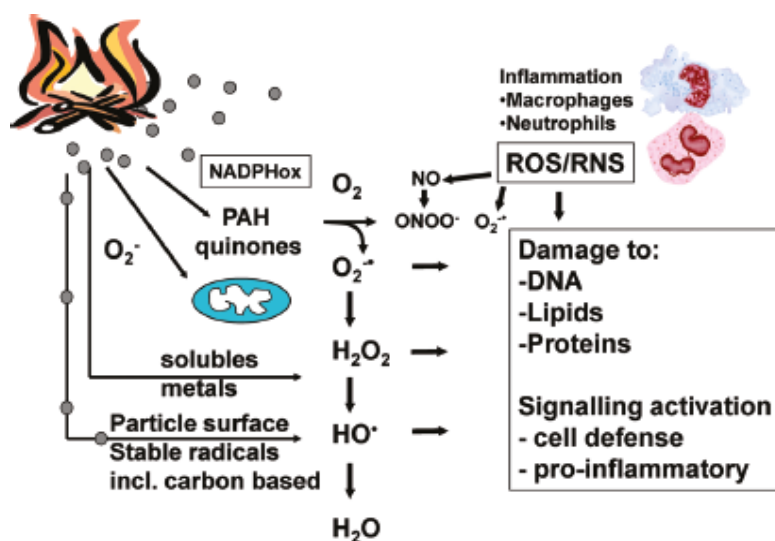
Συμφώνα με τους νομους της θερμοδυναμικής πρέπει να υπάρχει θερμική ισορροπία μεταξύ της θερμότητας που παράγεται στο ανθρώπινο σώμα και της θερμότητας που απάγεται από αυτό. Η θερμοκρασία του αέρα, η μέση σχετική υγρασία και η θερμοκρασία ακτινοβολίας είναι στοιχεία που επηρεάζουν τον ανθρώπινο οργανισμό. Ειδικά όταν το άτομο βρίσκεται σε ηρεμία, τότε η μέση σχετική υγρασία και η θερμοκρασία του χώρου είναι απαραίτητα να βρίσκονται σε κατάλληλα επίπεδα για τη θερμική του άνεση.



### 1.1.10 ΒΛΑΒΕΡΕΣ ΟΥΣΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΚΑΥΣΗ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ

Κατά την καύση του ξύλου παράγονται ουσίες που είναι επιβλαβείς για τον ανθρώπινο οργανισμό. Η παραγωγή των μικροσωματιδίων καθώς και οι πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες που δημιουργούνται με την καύση, επηρεάζουν τους οργανισμούς στην υγεία τους. Στην διεργασία της καύσης παράγονται δραστικές μορφές οξυγόνου (ROS, Reactive Oxygen Species), οι οποίες σε βιολογικό επίπεδο αντιδρούν άμεσα με τα κύτταρα του ανθρώπου, κλέβοντας από αυτά ένα ηλεκτρόνιο για να ζευγαρώσουν το δικό τους και με αυτόν τον τρόπο ξεκινά μία αλυσιδωτή αντίδραση που έχει ως αποτέλεσμα την κυτταρική βλάβη. Τα μικροσωματίδια που παράγονται είναι της τάξεως του 2,5PM και επομένως αφού έχουν διάμετρο κάτω από 2.5 μm είναι πολύ περισσότερο βλαβερά για την υγεία [20].

Επιπλέον με την καύση απο ξυλόσομπες παράγονται οργανικά μόρια που αλληλεπιδρούν με τον ήλιο και σε συνδυασμό με την υγρασία της ατμόσφαιρας προκαλείται δυσφορία στους οργανισμούς.



Σχήμα 1.21: Βλαβερές ουσίες κατά την καύση του άνθρακα[21]

Όλες αυτές οι βλαβερές ουσίες έχουν ως αποτέλεσμα το οξειδωτικό στρες, το οποίο δημιουργείται ύστερα από αυξημένο  $O_2$ . Το οξειδωτικό στρες σχετίζεται με καρδιαγγειακές παθήσεις. Τέλος μέσω των μικροσωματιδίων που παράγονται υπάρχουν μακροπρόθεσμες μεταβολές στο DNA [20].

## 1.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΛΑΙΣΙΑ

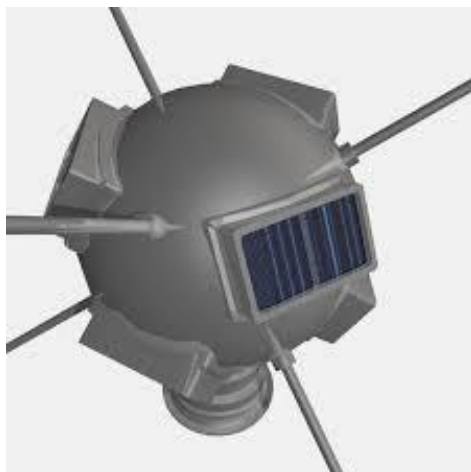
Ο ήλιος αποτελεί μία ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, η οποία αν αξιοποιηθεί κατάλληλα θα υπάρχει μεγάλη βελτίωση στο περιβάλλον. Αυτό θα προκληθεί λόγω μικρότερης παραγωγής ρύπων από τα ήδη ρυπογόνα καύσιμα (λιγνίτης, πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.λπ.). Τα φωτόνια αποθηκεύουν σε μικρά πακετάκια την ενέργεια του ήλιου. Τα φωτόνια όταν προσκρούσουν σε ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο, άλλα ανακλώνται, άλλα το διαπερνούν και άλλα απορροφώνται από το φωτοβολταϊκό στοιχείο. Αυτά τα τελευταία φωτόνια είναι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Το βασικό μέρος των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι το στοιχείο που το αποτελεί. Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι ένα σύστημα δύο υλικών σε επαφή (ημιαγωγοί τύπου p-n, συχνά από πυρίτιο), το οποίο όταν φωτίζεται εμφανίζει στα άκρα του συνεχή διαφορά δυναμικού [21].

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν τη φωτοβολταϊκή συστοιχία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από δύο έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκά πλαίσια τοποθετημένα είτε σε σειρά είτε παράλληλα.

Τα πρώτα φωτοβολταϊκά συστήματα πραγματοποιούσαν λειτουργίες συνεχούς τάσης μίας και η ηλεκτρική ενέργεια που παρήγαγαν ήταν συνεχούς ρεύματος. Με την αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης, οι απαιτήσεις αυξήθηκαν και έτσι δημιουργήθηκαν ειδικές συσκευές, οι αναστροφείς τάσης. Κύρια λείτουργία τους είναι η μετατροπή της εξόδου συνεχούς τάσης που παράγουν σε εναλλασσόμενη τάση. Με αυτό το τρόπο ένα φωτοβολταϊκό σύστημα είναι ικανό να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη οικία, που χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο συσκευές εναλλασσόμενης τάσης [21].

### 1.2.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το 1840 στην Γαλλία ανακαλύφθηκε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο μέσω μιας διάταξης κατασκευασμένη από δυο μεταλλικά ηλεκτρόδια. Στην συνέχεια λόγω της εξέλιξης της τεχνολογίας το 1880 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του σεληνίου (Se) όταν αυτό εκτείνεται στο φως. Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών χρησιμοποιήθηκε αρχικά λόγω περιορισμένου βάρους, για την παραγωγή ενέργειας περίπου στις αρχές του 1960 για αεροδιαστημικές εφαρμογές. Το αυτόνομο πλέον φωτοβολταϊκό σύστημα λειτούργησε επιτυχώς για οκτώ χρόνια. Έκτοτε μεγάλες συνεργασίες των φωτοβολταϊκών εταιριών διεξάχθηκαν τις δεκαετίες που ακολούθησαν, ήταν σε συνεργασία με την NASA.



Σχήμα 1.22: Δορυφόρος Vanguard I [23]

Αργότερα τα φωτοβολταϊκά πάνελ δοκιμάστηκαν με αρκετά μεγάλη επιτυχία και σε όλους τους υπόλοιπους τομείς που μπορούν να λάβουν χώρα. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την εξάπλωση τους σε παγκόσμιο επίπεδο καθώς και την χρήση τους σε καθημερινή βάση, βοηθώντας στην εξοικονόμηση παραγωγής τοξικών ουσιών από την ήδη εκάστοτε καύση για την παραγωγή ενέργειας [23].

### 1.2.2 ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Τα προνόμια που προσφέρουν τα φωτοβολταϊκά συστήματα οφελούν στην οικονομική ανάπτυξη στον τομέα των ενεργειακών τοπίων, κυρίως στις αναπτυγμένες χώρες. Τα προαναφερθέντα πραγματοποιούνται σε συνδυασμό με την κατά μεγάλο ποσοστό ανεξάρτηση από το πετρέλαιο καθώς και από την καύση του λιγνίτη για την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος [21].

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες, στα φωτοβολταϊκά κρυσταλλικού πυριτίου που χωρίζονται σε φωτοβολταϊκά μονοκρυσταλλικού πυριτίου με αποδόσεις πλαισίων 14,5% έως 21% και στα φωτοβολταϊκά πολυκρυσταλλικού πυριτίου με αποδόσεις πλαισίων 13% έως 19%. Τα φωτοβολταϊκά ρη λεπτών μεμβρανών τα οποία με τη σειρά τους χωρίζονται σε φωτοβολταϊκά κατασκευασμένα από άμορφο Πυρίτιο Si, ονομαστική απόδοση ~7% και στα φωτοβολταϊκά που είναι επίσης κατασκευασμένα από Χαλκοπυρίτες CIS / CIGS με ονομαστική απόδοση από 7% έως 11%.

Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία με τη

βέλτιστη απόδοση. Το πυρίτιο (Si) είναι η βάση για το 90% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής φωτοβολταϊκών. Το πυρίτιο, ανάλογα με την επεξεργασία του, δίνει μονοκρυσταλλικά, πολυκρυσταλλικά ή άμορφα υλικά, από τα οποία παράγονται τα φωτοβολταϊκά στοιχεία. Υλικά με όμοιο χημικό σθένος σαν το πυρίτιο είναι ένας τρόπος να μειωθεί το κόστος των φωτοβολταϊκών πλαισίων και να αυξηθεί η απόδοσή τους.

Παρακάτω, παρουσιάζονται συνοπτικά οι κύριες διαφορές του μονοκρυσταλλικού πάνελ και του πολυκρυσταλλικού πάνελ.

Πίνακας 1.Πι διάφορες μονοκρυσταλλικού και πολυκρυσταλλικού πάνελ.

Μονοκρυσταλλικό πάνελ	Πολυκρυσταλλικό πάνελ
Μαύρο χρώμα στο μέρος που διοχετεύεται η ηλιακή ακτινοβολία	Σκούρο μπλε χρώμα
Απόδοση έως και 21%	Απόδοση έως και 19%
Ακριβό κόστος αγοράς λόγω της κατασκευής τους	Χαμηλότερο κόστος αγοράς
Η απόδοση σε υψηλές θερμοκρασίες μειώνεται αρκετά	Η απόδοση σε υψηλές θερμοκρασίες είναι καλύτερη σε σχέση με τα μονοκρυσταλλικά



Σχήμα 1.23: φωτοβολταϊκό πλαίσιο μονοκρυσταλλικού πυριτίου [24]

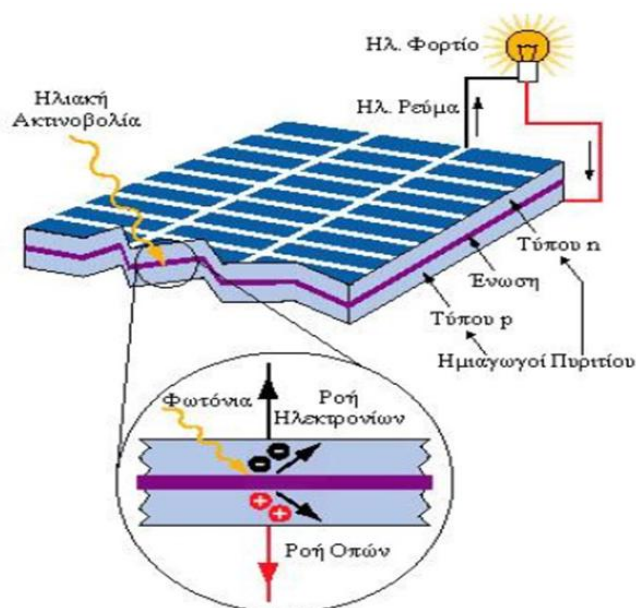
Σχήμα 1.24: φωτοβολταϊκό πλαίσιο πολυκρυσταλλικό πυριτίου [24]

### 1.2.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Η τεχνολογία φωτοβολταϊκών πλαισίων λεπτών μεμβρανών εξελίσσεται συνεχώς, αφού κύριο μέλημα της επιστήμης, είναι η αύξηση της απόδοσης τους, με διάφορες μεθόδους επεξεργασίας και με τη χρήση διαφορετικών υλικών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την σταθεροποίηση των χαρακτηριστικών τους και την αύξηση της διείσδυσης τους στην καθημερινότητα όλων των ανθρώπων.

Το φωτοβολταϊκό πάνελ αποτελείται από διαφορετικές στρώσεις πυριτίου. Στην πρώτη στρώση υπάρχει πυρίτιο τύπου n+, ενώ στη δεύτερη στρώση υπάρχει πυρίτιο τύπου p+. Εάν έρθουν σε επαφή δύο κομμάτια πυριτίου τύπου n και τύπου p το ένα απέναντι από το άλλο δημιουργείται μια δίοδος που επιτρέπει την κίνηση ηλεκτρονίων προς μια κατεύθυνση μόνο. Τα περίσσεια ηλεκτρόνια της επαφής n έλκονται από τις «οπές» τις επαφής p. Έτσι όταν τα φωτόνια ως ηλιακές δέσμες εισχωρήσουν στην πρώτη στρώση μεταφέρουν και την αποθηκευμένη ενέργεια τους, κάνοντας τα ηλεκτρόνια να αντιδράσουν και να παραχθεί διαφορά δυναμικού στους ακροδέκτες.

Η θερμοκρασία είναι μια σημαντική παράμετρος που επηρεάζει τη λειτουργία ενός φωτοβολταϊκού συστήματος [25]. Όσο χαμηλότερη θερμοκρασία υπάρχει τόσο καλύτερη λειτουργία έχει το φωτοβολταϊκό πάνελ. Για αυτό το λόγο παρατηρείται καλύτερη απόδοση σε μέρη με ψυχρά κλίματα παρά σε μέρη με δυνατή ηλιοφάνεια αλλά και μεγάλες θερμοκρασίες λειτουργίας.



Σχήμα 1.25: Διάταξη φωτοβολταϊκής κυψέλης [26]

#### **1.2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ**

Το βασικό πλεονέκτημα των φωτοβολταϊκών διατάξεων είναι η ενεργειακή τους αυτονομία. Αρχικά η διάρκεια ζωής των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι 25 χρόνια περίπου. Μεγάλο όφελος υπάρχει στο κόστος λειτουργίας τους που είναι σχεδόν μηδενικό, αφού χρησιμοποιούν το φως του ήλιου για να παράγουν ηλεκτρισμό άρα δεν καταναλώνουν πρώτες ύλες. Δεν απαιτούν ειδικευμένες συντηρήσεις πέραν της σωστής καθαριότητας που πρέπει να έχει ο καθρέφτης, ώστε να γίνει η πλήρης απορρόφηση της ηλιακής δέσμης. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα τους είναι η μηδενική ρύπανση. Δεν παράγουν υποπροϊόντα ούτε χρειάζονται καύσιμα για να λειτουργήσουν. Επίσης, δεν προκαλούν ηχορύπανση αφού η λειτουργία τους είναι εντελώς αθόρυβη. Πολλές φορές είναι προϊόντα που προέρχονται από την κατασκευή ανακυκλώσιμων υλικών (γυαλί, αλουμίνιο, πυρίτιο) συνεπώς είναι περιβαλλοντικά καθαρά. Βασικό χαρακτηριστικό τους είναι η αυτονομία. Παρέχουν πλήρη ενεργειακή αυτονομία όσο υπάρχουν δέσμες φωτός. Έτσι μπορούν να τοποθετηθούν σε δύσβατες περιοχές, σε πλωτές εξέδρες και γενικά όπου το δίκτυο της Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ) δεν έχει οικονομικό όφελος ώστε να φτάσει σ' αυτή την περιοχή. [27]

Οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες έχουν αρκετά πλεονεκτήματα και σε σχέση με άλλες μορφές Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ). Αρχικά, μπορούν να εγκατασταθούν σε κτίρια χωρίς να τροποποιήσουν την αισθητική του. Παράγουν ηλεκτρική ενέργεια με την έκθεση τους στον ήλιο και με απλές συσκευές μετατρέπεται σε ρεύμα προς χρήση από τον καταναλωτή. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι μπορούν να εγκατασταθούν εύκολα ακόμα και από μη ειδικευμένα άτομα, αρκεί να υπάρχουν βασικές γνώσεις. Όπως όλες οι μορφές ενέργειας μπορούν να συνδυαστούν, έτσι και τα φωτοβολταϊκά μπορούν να συνδυαστούν με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα λεγόμενα υβριδικά συστήματα.

#### **1.2.5 ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

Η επιλογή μιας μονάδας αποθήκευσης ενέργειας (συσσωρευτής) είναι ένα από τα σημαντικότερα τμήματα της εγκατάστασης σε ένα αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα, ανεξάρτητα από την τελική μορφή της μονάδας παραγωγής. Η μελέτη της εγκατάστασης τους πρέπει να είναι κατάλληλη εξ αρχής, διότι η αναβάθμιση της χωρητικότητας των μπαταριών είναι δύσκολη τόσο από τεχνικής πλευράς όσο και από πλευράς κόστους.

Η χωρητικότητα των μπαταριών μετρείται σε αμπερώρια (Ah). Με τον όρο αμπερώρια φαίνεται η ισχύς της μπαταρίας. Για παράδειγμα, μια μπαταρία των 1000 αμπερωρίων μπορεί



να παρέχει ρεύμα έντασης 10 ampere για 1000 ώρες πριν να εκφορτιστεί ολοκληρωτικά. Αυτό όμως, ποτέ δεν υφίσταται, διότι μια μπαταρία δεν πρέπει να εκφορτίζεται 100% γιατί ελαχιστοποιείται η διάρκεια ζωής της. Η πλήρη εκφόρτιση της πρακτικά μπορεί να μην είναι πάντα εφικτή. Αν η χρήση της γίνεται σε καθημερινή βάση θα ήταν προτιμότερο να μην είναι φορτισμένη χαμηλότερα από το 60% της ικανότητας μέγιστης αποθήκευσης.

Στα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται οι μπαταρίες βαθιάς εκφόρτισης, οι οποίες πραγματοποιούν πολλούς κύκλους φόρτισης – εκφόρτισης, μιας και οι κύκλοι της μπαταρίας κατέχουν σημαντικό ρόλο. Όσο μεγαλύτερο ποσοστό εκφορτίζεται σε μια μπαταρία, τόσο πιο σύντομη θα είναι η ζωή της. Έτσι λοιπόν, μια συστοιχία μπαταριών η οποία έχει μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα, είναι πιο δύσκολο και σπάνιο να εκφορτίζεται σε σχέση με μια μικρή χωρητικότητας μπαταρία.



Σχήμα 1.26 Μπαταρίες βαθιάς εκφόρτωσης

Αν δύο μπαταρίες συνδεθούν σε σειρά, η συνολική χωρητικότητα σε αμπερώρια θα παραμείνει ίδια, η τάση του ρεύματος όμως θα διπλασιαστεί. Αν συνδεθούν παράλληλα τότε η χωρητικότητα και τα αμπερώρια θα διπλασιαστούν, ενώ η τάση του ρεύματος θα παραμείνει ίδια.

Ο υπολογισμός του μεγέθους των μπαταριών ενός αυτόνομου συστήματος παραγωγής ενέργειας, είναι μια σημαντική διαδικασία και δεν πρέπει να υποτιμάται. Απαραίτητη προϋπόθεση για μια εγκατάσταση είναι πόσες κιλοβατώρες (KW/h) χρειάζονται κάθε ημέρα.

Επίσης, πρέπει να καθοριστεί αν στην εγκατάσταση θα υπάρχουν συσκευές οι οποίες έχουν υψηλές απαιτήσεις σε κατανάλωση. Τέτοιου είδους συσκευές είναι κυρίως αυτές που χρησιμοποιούν αντιστάσεις. Μία συσκευή, η οποία χρειάζεται ρεύμα πολλών αμπερ άμεσα για να λειτουργήσει, μπορεί να προκαλέσει μείωση της τάσης της μπαταρίας. Αυτό θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί τουλάχιστον στην αρχική εκκίνηση της.



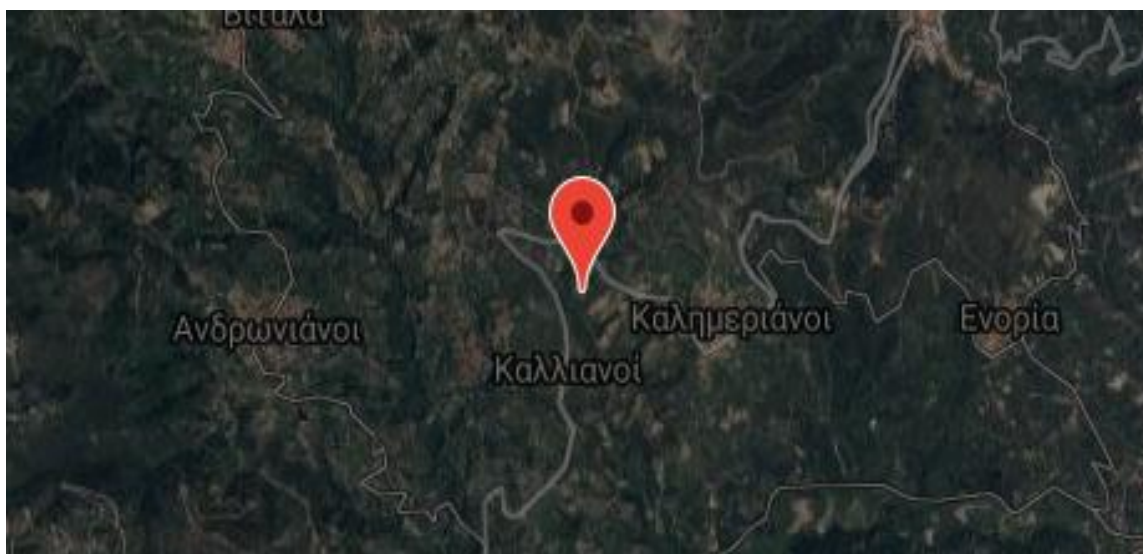
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

#### 2.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

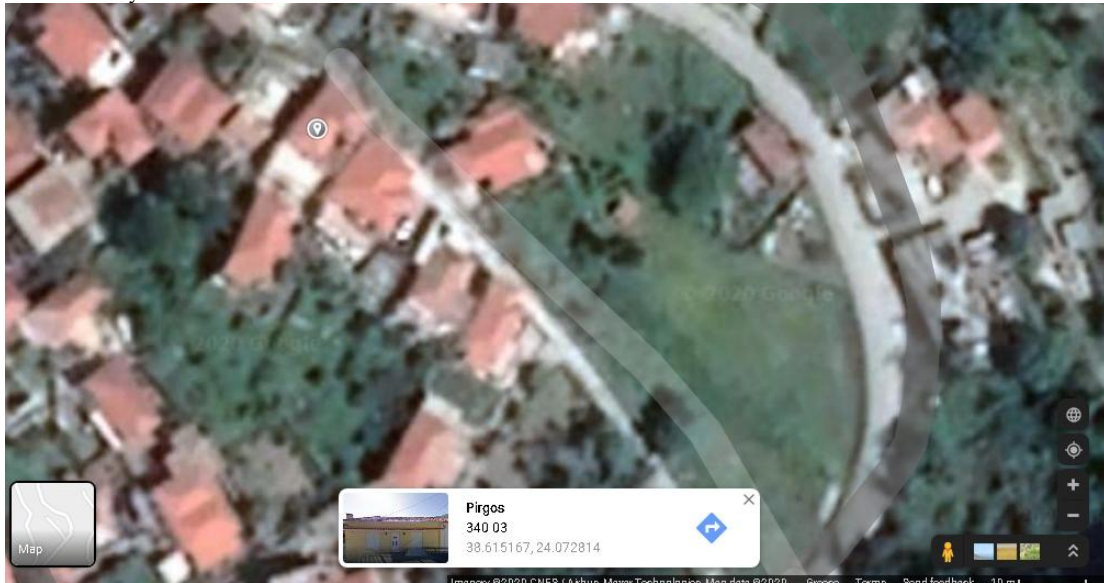
Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί η μελέτη μιας οικίας με σκοπό την ολοκληρωμένη κάλυψη θερμικών φορτίων σ' ένα πλαίσιο εξοικονόμησης ενέργειας. Η οικία που θα μελετηθεί βρίσκεται στην Εύβοια και συγκεκριμένα στην περιοχή Κύμη, που βρίσκεται στην κλιματική ζώνη Β. Κατασκευάστηκε στη διάρκεια της δεύτερης δεκαετίας του 19<sup>ου</sup> αιώνα από ακατέργαστη πέτρα με πάχος τοίχου περίπου 60 cm. Το κύριο χαρακτηριστικό της πέτρας είναι η μόνωση. Το πλεονέκτημα της είναι ότι οι τοίχοι ζεσταίνονται αργά κατά τη διάρκεια της ημέρας και έπειτα όταν ο ήλιος δύσει ακτινοβολούν τη θερμότητα στο περιβάλλον. Στο κτίσμα με το πέρας του χρόνου πραγματοποιήθηκαν διάφορες ανακαινίσεις, εκ των οποίων σε μία από αυτές τοποθετήθηκαν αλουμίνια με καλή μόνωση.

Παρακάτω απεικονίζεται το κτήριο στον χάρτη.



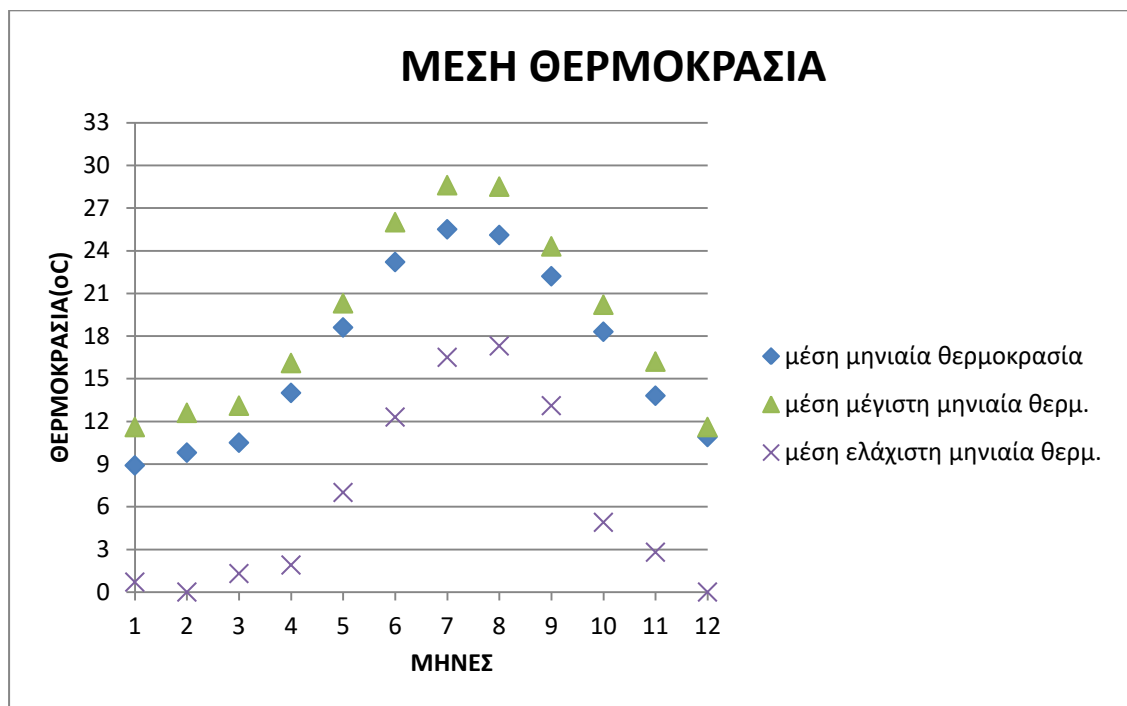
Σχήμα 2.1: Σημείο στο χάρτη της μονοκατοικίας

Παρατηρείται ότι είναι κατασκευασμένο σε ορεινό μέρος που δεν υπάρχουν μεγάλοι ορεινοί όγκοι που θα δυσκολεύουν την δέσμη της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επιπλέον περιμετρικά της οικίας δεν υπάρχουν ψηλότερα σπίτια ώστε να σκιάζεται το μέρος στο οποίο θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά.



Σχήμα 2.2: Ακριβής τοποθεσία κατοικίας

Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα 1 με την μέση θερμοκρασία της περιοχής [28]. Παρατηρείται ότι η μέση ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία βρίσκεται αρκετά κάτω από την μέση μηνιαία θερμοκρασία και αυτό γιατί, είναι κατασκευασμένο σε ορεινό μέρος, όπως έχει αναφερθεί (παράρτημα 4.1).



Διάγραμμα 1: Μέση Θερμοκρασία κατα την διάρκεια του έτους

## 2.1.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Κατά την εγκατάσταση της εστίας στο κτήριο είναι απαραίτητο να υπολογισθεί το ποσό της θερμότητας που πρέπει να δοθεί στους χώρους του κτηρίου ώστε να υπάρξει θερμική άνεση στο χώρο. Ο υπολογισμός των θερμικών αναγκών θα γίνει ξεχωριστά για κάθε τμήμα του κτηρίου υπολογίζοντας στο τέλος τις συνολικές θερμικές ανάγκες. Οι συνολικές θερμικές απώλειες οφείλονται στις θερμικές απώλειες μεταφοράς, αερισμού καθώς και ανάγκη για αναθέρμανση του κτηρίου.

Η μέθοδος του υπολογισμού των θερμικών απωλειών είναι προδιαγεγραμμένη στο ΕΛΟΤ EN ISO 12831 [29].

Οι απώλειες του χώρου είναι:  $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}$  (2.1)

όπου,

- $\Phi_{T,i}$ : απώλειες μεταφοράς
- $\Phi_{V,i}$ : απώλειες αερισμού
- $\Phi_{RH,i}$ : θερμότητα αναθέρμανσης. Η επιπλέον θερμότητα που πρέπει να δώσει το σύστημα, όταν ανοίξουμε το καλοριφέρ και το δωμάτιο είναι κρύο.

Αρχικά θα υπολογιστεί η θερμοπερατότητα. Με τον όρο θερμοπερατότητα ορίζουμε την ποσότητα θερμότητας ανά μονάδα χρόνου που περνάει από  $1\text{m}^2$  ενός δομικού στοιχείου με οποιοδήποτε πάχος  $d$  (m) όταν η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ των επιφανειών αυτών είναι ίση με  $1\text{K}$ .

Μονάδα μέτρησης είναι  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  ή  $\text{Wm}^{-2}\text{k}^{-1}$ . Τέλος, όσο μικρότερη είναι η θερμοπερατότητα τόσο καλύτερα είναι μια επιφάνεια μονωμένη, αντίθετα τα μη μονωμένα μέρη επιφανειών, έχουν υψηλή θερμοπερατότητα (παράρτημα 4.2).

1) Δομικό στοιχείο: Εξωτερικοί τοίχοι.

Βάσει του δομικού στοιχείου που υπάρχει, χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι συντελεστές θερμικής μετάβασης  $Ri = 0,13 (\text{m}^2\text{K})/\text{W}$  και  $Ra = 0,04(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$ .

- Για το επίχρισμα χρησιμοποιείται ασβεστοτσιμεντοκονίαμα με πάχος  $d=0,02\text{m}$  και συντελεστή θερμικής συναγωγιμότητας με  $\lambda=0,870 \text{ W}/(\text{mK})$ . Επομένως  $d/\lambda=0,02/0,870=0,023$

- Χρησιμοποιούνται συμπαγείς λίθοι και συγκεκριμένα ιζηματογενή πετρώματα με πάχος  $d=0,6m$  και συντελεστή θερμικής συναγωγιμότητας  $\lambda=2,300 W/(mK)$ .  
Επομένως  $d/\lambda=0,6/2,300=0,26$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται ως:

$$U_v = \frac{1}{R_a + \sum \frac{d}{\lambda} + R_i} = \frac{1}{0,04 + 0,373 + 0,13} = 2,21$$

2) Δομικό στοιχείο: Τοιχοποιία με πέτρα

Βάσει του δομικού στοιχείου που έχουμε, χρησιμοποιούμε τους ακόλουθους συντελεστές θερμικής μετάβασης  $R_i=0,13 (m^2K)/W$  και  $R_a=0,04(m^2K)/W$ .

- Για το επίχρισμα χρησιμοποιούμε ασβεστοτσιμεντοκονίαμα που έχει πάχος  $d=0,02m$  και συντελεστή θερμικής συναγωγιμότητας  $\lambda=0,870 W/(mK)$ . Επομένως  $d/\lambda=0,02/0,870=0,023*2=0,046$  (πολλαπλασιάζουμε επί δύο γιατί έχουμε δύο φορές επίχρισμα στη συγκεκριμένη τοιχοποιία).
- Για τους συμπαγείς λίθους και συγκεκριμένα ιζηματογενή πετρώματα με πάχος  $d=0,6m$  και συντελεστή θερμικής συναγωγιμότητας  $\lambda=2,300 W/(mK)$ , έχουμε:  
 $d/\lambda=0,6/2,300=0,26$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται ως:

$$U_v = \frac{1}{R_a + \sum \frac{d}{\lambda} + R_i} = \frac{1}{0,04 + 0,396 + 0,13} = 2,10$$

3) Δομικό στοιχείο: Οροφή

Βάσει του δομικού στοιχείου που έχουμε, χρησιμοποιούμε τους ακόλουθους συντελεστές θερμικής μεταβολής  $R_i=0,1 (m^2K)/W$  και  $R_a=0,04(m^2K)/W$ .

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα δομικά υλικά που περιέχει η οροφή ταξινομημένα από άνω προς τα κάτω:

- Για τις τσιμεντόπλακες έχουμε  $d=0,04m$  και συντελεστή θερμικής συναγωγιμότητας  $\lambda=0,6 W/(mK)$ . Επομένως  $d/\lambda=0,04/0,6=0,067$
- Για το τσιμεντοκονίαμα έχουμε πάχος  $d=0,02m$  και συντελεστή θερμικής συναγωγιμότητας  $\lambda=0,07 W/(mK)$ . Επομένως  $d/\lambda=0,02/0,07=0,27$

- Για το μπετόν χρησιμοποιούμε οπλισμένο σκυρόδεμα ( $\geq 2\%$  σίδηρος), το οποίο έχει πάχος  $d=0,15\text{m}$  και συντελεστή θερμικής συναγωγιμότητας  $\lambda=2,3 \text{ W/(mK)}$ . Επομένως  $d/\lambda=0,15/2,3=0,065$
- Τέλος για το επίχρισμα χρησιμοποιούμε ασβεστοσιμεντοκονίαμα που έχει πάχος  $d=0,02\text{m}$  και συντελεστή θερμικής συναγωγιμότητας  $\lambda=0,87 \text{ W/(mK)}$ . Επομένως  $d/\lambda=0,02/0,87=0,023$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται από την παρακάτω μαθηματική εξίσωση:

$$U_v = \frac{1}{Ra + \sum \frac{d}{\lambda} + Ri} = \frac{1}{0,04 + 0,425 + 0,13} = 1,68$$

Παράθυρα : ο συντελεστής θερμοπερατότητας για τα παράθυρα έχει την τιμή 2,80.

Πίνακας 2.1: Συνολικά αποτελέσματα για συντελεστή θερμοπερατότητας.

Εξωτερικοί τοίχοι	Μεσοτοιχία	Οροφή
Επίχρισμα	Επίχρισμα	Τσιμεντόπλακα
πέτρα	πέτρα	Τσιμεντοκονίαμα
-	Επίχρισμα	Μπετόν
-	-	Επίχρισμα
$U_v = 2,21$	$U_v = 2,10$	$U_v = 1,68$

Αναλυτικό παράδειγμα υπολογισμού των θερμικών αναγκών του υπνοδωματίου 1:

Παρακάτω αναλύονται οι θερμικές απώλειες μεταφοράς διάμεσου εξωτερικών τοίχων, ορόφων καθώς και ανοιγμάτων:

$$\text{Απώλειες μεταφοράς: } \Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij})(\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (2.2)$$

όπου,

- $\Phi_{T,i}$ : απώλειες χώρου i
- $H_{T,ie}$ : απώλειες προς το περιβάλλον
- $H_{T,iue}$ : απώλειες διαμέσου ΜΘΧ
- $H_{T,ig}$ : απώλειες προς το έδαφος
- $H_{T,ij}$ : απώλειες προς το διπλανό χώρο j με διαφορετική θερμοκρασία

- $\theta_{int, i}$ : θερμοκρασία χώρου
- $\theta_e$ : εξωτερική θερμοκρασία

### Τοίχος βορινός

Μήκος (L): 4,2 m

Ύψος (H) : 3 m

Επιφάνεια (A) : 12,60 m<sup>2</sup>

Επιφάνεια αφαιρούμενου ανοίγματος ( $A_{\phi}$ ) : 1.83 m<sup>2</sup>

- **Παράθυρο βορινό**
- Μήκος (L) : 1,3 m
- Πλάτος (W) : 1,4 m
- Επιφάνεια (A) : 1,82 m<sup>2</sup>
- Συντελεστής θερμοπερατότητας ( $U_K$ ) : 3 W/m<sup>2</sup> K
- Συνολικές απώλειες 5,46 W/K

Καθαρή επιφάνεια ( $A_K$ ) : 10,77 m<sup>2</sup>

Συντελεστής θερμοπερατότητας ( $U_K$ ) : 1,850 W/m<sup>2</sup> K

Συνολικές απώλειες :  $A_K \cdot U_K \cdot e_k = 10,77 \cdot 1,850 \cdot 1 = 19,92$  W/K το  $e_k$  θεωρείται ίσο με την μονάδα.

Όμοια έγιναν και οι υπολογισμοί για τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του δωματίου.

<b>Θερμικές απώλειες μεταφοράς διαμέσου εξωτερικών τοίχων, οροφών, ανοιγμάτων (e)</b>												
α/α	Δομικό στοιχείο	Προ σ.	L m	W/H m	Αρ	A m <sup>2</sup>	$A_{\alpha\phi}$ m <sup>2</sup>	$A_k$ m <sup>2</sup>	$U_k$ W/m <sup>2</sup> K	$\Delta U_{tb}$ W/m <sup>2</sup> K	$e_k$	$A_k \cdot U_t$ $_{ot,k} \cdot e_k$ W/K
1	Παραθυρο Βόρειο	B	1,30	1,40	1	1,82	0,00	1,82	2,800	0,00	1,00	5,10
2	Τοίχος Βόρειος	B	4,20	3,00	1	12,6	1,83	10,7	2,210	0,00	1,00	23,8
3	Παραθυρο Δυτικό	Δ	1,30	1,40	1	1,82	0,00	1,82	2,800	0,00	1,00	5,10
4	Τοίχος Δυτικός	Δ	4,30	3,00	1	12,9	1,82	11,1	2,210	0,00	1,00	24,5
6	Δάπεδο	κάτω	4,20	4,30	1	18,1	0,00	18,1	1,680	0,05	1,00	31,2
Συνολικός συντ. απωλειών μεταφοράς διαμέσου εξωτερικών τοίχων $H_{T,ie} = \sum (A_k \cdot (U_k + \Delta U_{tb}) \cdot e_k) =$									89,72		W/K	

Επομένως οι συνολικές απώλειες μεταφοράς διάμεσου εξωτερικών τοίχων, οροφών καθώς και ανοιγμάτων είναι 89,72 W/K όπως φαίνεται και συγκεντρωτικά στον παρακάτω πίνακα 2.Π.

Στο παρόν δωμάτιο δεν υπάρχουν θερμικές απώλειες μεταφοράς διαμέσου μη θερμαινόμενων χώρων.

Τη χειμερινή περίοδο, σε όλους τους χώρους εισχωρεί από τα διάκενα των παραθύρων και τις χαραμάδες των θυρών εξωτερικός αέρας, που πρέπει να θερμανθεί από την εκάστοτε θέρμανση.

Η έκφραση «χαρακτηριστικό μέγεθος χώρου» λαμβάνει υπόψιν τη μόνωση θυρών και παραθύρων, διαμέσου των οποίων διαφεύγει από τον χώρο ο αέρας. Οι τιμές για το συντελεστή R κυμαίνονται μεταξύ 0,7 έως 0,9. Αντίθετα ο όρος «χαρακτηριστικό μέγεθος οικίας» λαμβάνει υπόψιν τη θέση του κτιρίου και τον τρόπο κατασκευής. Σε αυτόν τον συντελεστή περιέχεται η ειδική θερμότητα του αέρα (παράρτημα 4.2).

Στην συνέχεια υπολογίζεται η θερμική απαίτηση απώλειας αερισμού που πρέπει να υπάρχει στο χώρο:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (2.3)$$

όπου,

- $H_{V,i} = \rho c_p \dot{V}_i \approx 0.34 \dot{V}_i$ ,
- $\dot{V}_i$ : παροχή αέρα ( $m^3/h$ )

Στην κατοικία δεν έχει εγκατασταθεί σύστημα εξαερισμού. Άρα:

$$\dot{V}_i = \max (\dot{V}_{inf,i}, \dot{V}_{min,i}) \quad (2.4)$$

όπου,

- $\dot{V}_{inf,i}$ : αέρας από χαραμάδες  $\dot{V}_{inf,i} = 2 \dot{V}_i n_{50} e_i \varepsilon_i$
- $V_i$ : θερμαινόμενος όγκος (με βάση τις εσωτερικές διαστάσεις)
- $n_{50}$ : ανανέωση αέρα ανά ώρα ( $h^{-1}$ ) ως αποτέλεσμα μιας διαφοράς πίεσης των 50Pa μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού του κτηρίου
- $e_i$ : συντελεστής προστασίας
- $\varepsilon_i$ : διορθωτικός παραάγοντας ύψους, ο οποίος λαμβάνει υπόψιν την αύξηση στην ταχύτητα αέρα με το ύψος του χώρου από το επίπεδο του εδάφους.
- $\dot{V}_{min,i}$ : ελάχιστος απαιτούμενος αέρας για λόγους υγιεινής  $\dot{V}_{min,i} = n_{min} V_i$

Συγκεντρωτικός πίνακας 2.ΙΙΙ με θερμικές απώλειες από αερισμό  $\Phi_{v,i}$ :

Θερμικές απώλειες από αερισμό $\Phi_{v,i}$		
Εσωτερικός όγκος χώρου	$V_i$	54,18 m <sup>3</sup>
Ελάχιστος αριθμός αλλαγών αέρα για λόγους υγιεινής	$n_{min,i}$	0,5 h <sup>-1</sup>
Ελάχιστη παροχή αέρα για λόγους υγιεινής	$V'_{min,i} = V_i \cdot n_{min,i}$	27,1 m <sup>3</sup> /h
Αλλαγές αέρα στα 50 Pa	$n_{50}$	3 h <sup>-1</sup>
προστασία από ανέμους	μέτρια	
αριθμός εκτεθειμένων ανοιγμάτων	1	
Συντελεστής προστασίας (shielding coefficient)	$e_i$	0,02
ύψος θερμαινόμενου χώρου	0-10m	
Συντελεστής διόρθωσης ύψους	$\epsilon_i$	1,0
Παροχή αέρα από χαραμάδες (infiltration)	$V'_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \epsilon_i$	6,5 m <sup>3</sup> /h
Παροχή δωματίου που επιλέγεται	$V'_i = \max(V'_{inf,i}, V'_{min,i})$	27,1 m <sup>3</sup> /h
Συντελεστής θερμικών απωλειών αερισμού	$H_{v,i} = 0.34 \cdot V'_i$	9,21 W/K
Θερμικές απώλειες αερισμού	$\Phi_{v,i} = H_{v,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e)$	<b>156,58 W</b>

Παρακάτω θα υπολογιστεί η ισχύς αναθέρμανσης, η οποία εξαρτάται από:

- Τη θερμοχωρητικότητα των στοιχείων οικοδόμησης,
- Το χρόνο αναθέρμανσης (reheat time)
- Την πτώση θερμοκρασίας κατά τη ρύθμιση σε χαμηλότερη θερμοκρασία (setback)
- Τα χαρακτηριστικά του συστήματος ελέγχου

Ισχύς αναθέρμανσης (reheat)

$$\Phi_{RH,i} = A_i f_{RH,i} \quad (2.5)$$

όπου,

- $A_i$ : επιφάνεια δαπέδου
- $f_{RH,i}$ : συντελεστής αναθέρμανσης



Πίνακας 2.IV με στοιχεία ικανότητας επαναθέρμανσης  $\Phi_{RH,i}$ :

<b>Ικανότητα επαναθέρμανσης <math>\Phi_{RH,i}</math></b>		
<b>Επιφάνεια δωματίου</b>	<b><math>A_i</math></b>	18,06 m <sup>2</sup>
<b>Χρονική διάρκεια setback</b>		8 h
<b>Πτώση θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια setback</b>		3 K
<b>Χρονική διάρκεια αναθέρμανσης</b>		2 h
<b>Συντελεστής αναθέρμανσης</b>	<b><math>f_{RH}</math></b>	22 W/m <sup>2</sup>
<b>Ικανότητα επαναθέρμανσης</b>	<b><math>\Phi_{RH,i} = f_{RH} \cdot A_i</math></b>	<b>397,3 W</b>

Επομένως, με βάση τους παραπάνω υπολογισμούς το συνολικό θερμικό φορτίο για το υπνοδωμάτιο 1 είναι :

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{v,i} + \Phi_{RH,i} = 1256.1W + 156.6W + 397.3.W = 1810 W.$$

Ομοίως υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα δωμάτια του σπιτιού, με την ίδια μεθοδολογία. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας 2.V των αποτελεσμάτων θερμικών απωλειών.

Διαμέρισμα											
α/α	επίπεδο	Δωμάτιο	θερμοκρ.	Επιφάνεια	αερισμός	απώλειες μεταφοράς	απώλειες αερισμού	ικανότητα αναθέρμ.	θερμικό φορτίο	θερμικό φορτίο	Ανηγμένο φορτίο
			$\theta_{int,i}$	$A_i$	$V'_i$	$\Phi_{T,i}$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{RH,i}$	$\Phi_{HL,i}$	$\Phi_{HL,i}$	$\phi_{HL,i}$
			°C	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h	W	W	W	W	kcal/h	W/m <sup>2</sup>
1	0	Υπνοδωμάτιο 1	20	18,06	27,09	1256,1	156,6	397,3	1810,0	1556,4	100,22
2	0	Λουτρό	20	7,5	33,75	761,3732	195,075	165	1121,4	964,3	149,53
3	0	Σαλόνι κουζίνα	20	29,24	43,86	1417,30848	253,5108	643,28	2314,1	1989,8	79,14
4	1	Υπνοδωματιο 2	20	13,44	20,16	1328,1548	116,5248	295,68	1740,4	1496,4	129,49
5	0	Δωμάτιοεισόδου	20	25,5	76,5	1419,705	442,17	561	2422,9	2083,3	95,01
6	1	WC	20	2,25	10,125	395,76348	58,5225	49,5	503,8	433,2	223,90
7	1	Υπνοδωματιο 3	20	22,68	34,02	1431,6428	196,6356	498,96	2127,2	1829,1	93,79
8	1	Καθιστικο	20	16,25	73,125	1409,64628	422,6625	357,5	2189,8	1882,9	134,76
<b>Σύνολα</b>									14229,7	12235,3	1005,9

Όπως φαίνεται στον παραπάνω πίνακα οι συνολικές απώλειες του σπιτιού είναι 14229,7 Watt. Για αυτό το λόγο θα επιλεγεί ένα τζάκι το οποίο θα έχει τη βέλτιστη ικανότητα ώστε ο χώρος να θερμαίνεται με τον μέγιστο βαθμό απόδοσης καθώς και με το ελάχιστο κόστος.

## 2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΩΝ

Τα επιστημονικά δεδομένα δείχνουν ότι παγκοσμίως υπάρχουν κλιματικές αλλαγές. Πολλες χώρες αντιμετωπίζουν αυτά τα φαινόμενα που προκύπτουν από την κλιματική αλλαγή. Συνεπώς απαιτείται ο υπολογισμός των βαθμοημερών που είναι η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και μιας επιλεγμένης θερμοκρασίας για μία χρονική περίοδο [30]. Οι μέθοδοι των βαθμοημερών είναι οι απλούστερες μεθοδολογίες για την εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων των κτιρίων για θέρμανση. Προϋπόθεση είναι η χρήση των κτηρίων να είναι συνεχής και ο βαθμός απόδοσης του εξοπλισμού θέρμανσης να είναι σταθερός [31].

Στην παρούσα φάση θα υπολογισθούν μέσω των εξισώσεων του Hitchin. Παρακάτω παρουσιάζεται η σχέση για τον υπολογισμό των βαθμοημερών που αφορούν την θέρμανση [32].

$$D_m = \frac{N_m \cdot (T_b - \bar{T}_{o,m})}{1 - e^{-k(T_b - \bar{T}_{o,m})}} \quad (2.6)$$

Όπου,

- $D_m$ : Η μηνιαία τιμή των βαθμοημερών
- $N_m$ : Ο αριθμός των ημερών του μήνα
- $\bar{T}_{o,m}$ : Η μέση μηνιαία θερμοκρασία
- $T_b$ : η θερμοκρασία ισορροπίας του κτιρίου
- $k$ : Η σταθερά της τοποθεσίας που γίνεται ο υπολογισμός των βαθμοημερών και ισούται με  $k = 2.5/\sigma_\tau$ , με  $\sigma_\tau$  να είναι η τυπική απόκλιση των θερμοκρασιών του εκάστοτε μήνα.

Παρουσιάζεται ο πίνακας 2.VI παρέχοντας πληροφορίες των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών καθώς και τις βαθμομέρες μέσα στην χρονική διάρκεια του έτους.

α/α	ιαν.	φεβρ.	μάρτ.	απρ.	μάιος	ιούν.	ιούλ.	αύγ.	σεπτ.	οκτ.	νοέμβ.	δεκ.
μέση μηνιαία θερμοκρασία	8,9	9,8	10,5	14	18,6	23,2	25,5	25,1	22,2	18,3	13,8	10,9
μέση μέγιστη μηνιαία θερμ.	11,6	12,6	13,1	16,1	20,3	26	28,6	28,5	24,3	20,2	16,2	11,6
μέση ελάχιστη μηνιαία θερμ.	0,7	0	1,3	1,9	7	12,3	16,5	17,3	13,1	4,9	2,8	0
Dm	347	321	300	202	97	35	19	21	45	103	207	288

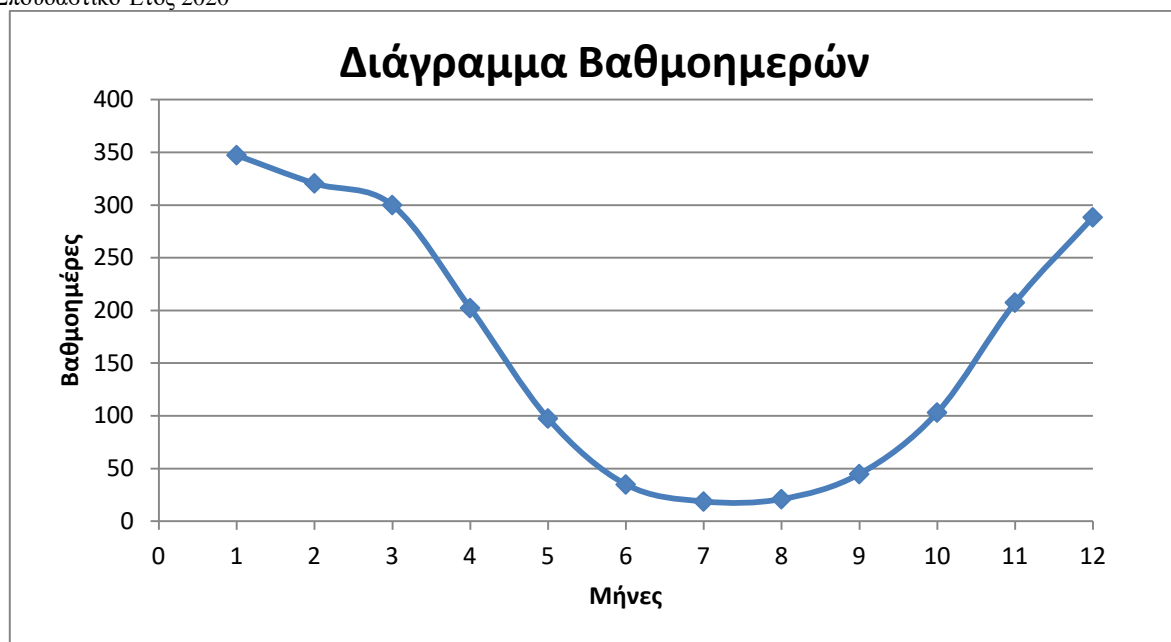
Στην συνέχεια υπολογίζεται η διακύμανση και η τυπική απόκλιση των θερμοκρασιών:

$$\sigma^2 = \frac{\sum(X_i - X_\mu)^2}{N-1} = 38,4$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_\mu)^2}{N}} = \sqrt{35,24} = 5,94$$

Μέγεθος δείγματος	12
Μέσος όρος	16,73
Ελάχιστο	8,9
Μέγιστο	25,5
Διακύμανση	38,4
Τυπική απόκλιση	5,94

Σύμφωνα με το παρακάτω διάγραμμα, παρατηρείται ότι κατά την διάρκεια του έτους υπάρχουν μεγαλύτερες ανάγκες για θέρμανση τους χειμερινούς μήνες. Στους μήνες του καλοκαιριού η απαίτηση για θέρμανση σχεδόν μηδενίζεται. Επιπρόσθετα, η μικρή ανάγκη για θέρμανση σύμφωνα με το διάγραμμα υπάρχει, διότι η οικία είναι κατασκευασμένη σε ορεινό σημείο, ως εκ τούτου τις βραδινές ώρες η θερμοκρασία μειώνεται αισθητά, χωρίς όμως να υπάρχει απαίτηση για θέρμανση.



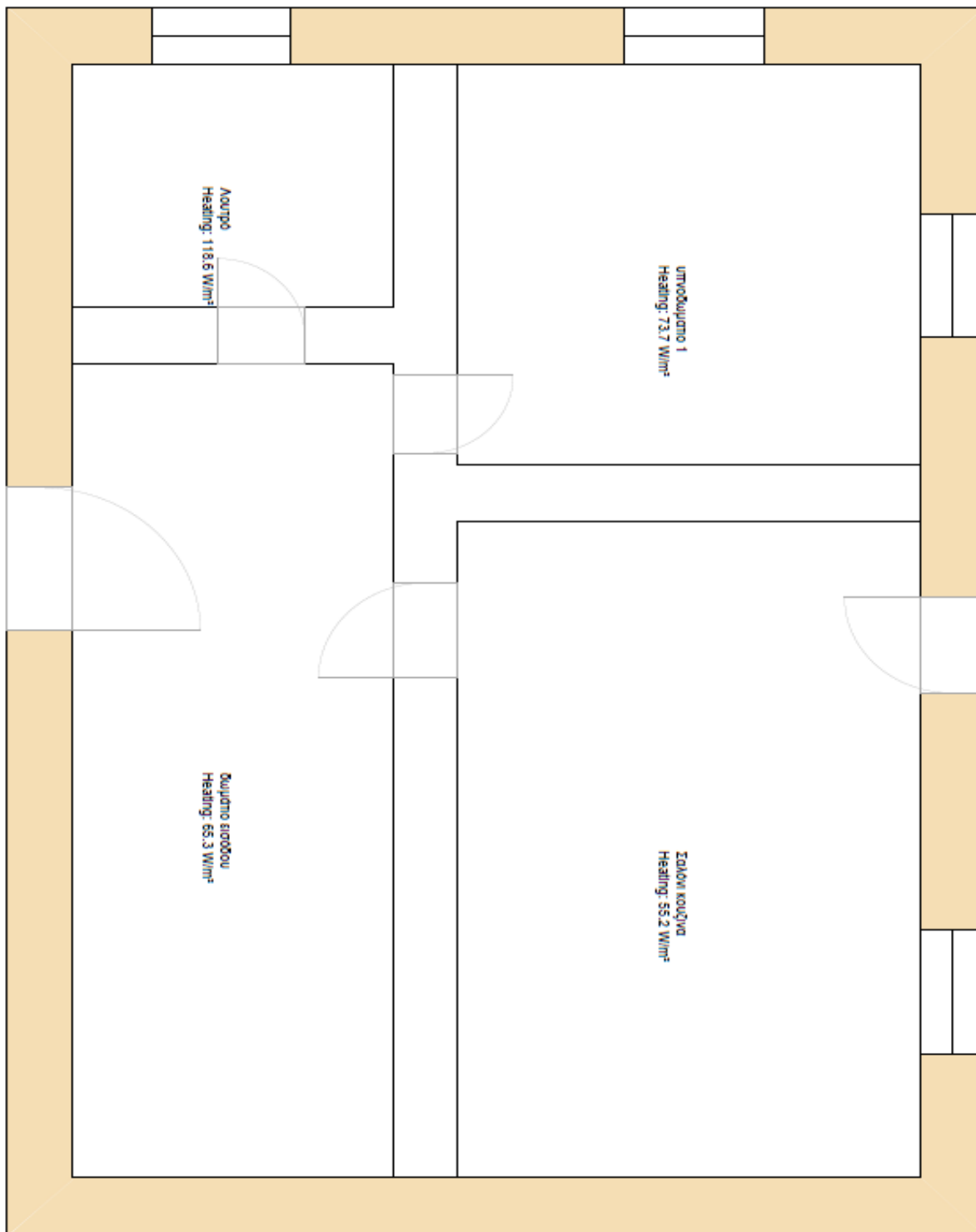
**Διάγραμμα 2:** Μηνιαία τιμή των βαθμομερών

### 2.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΜΕ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

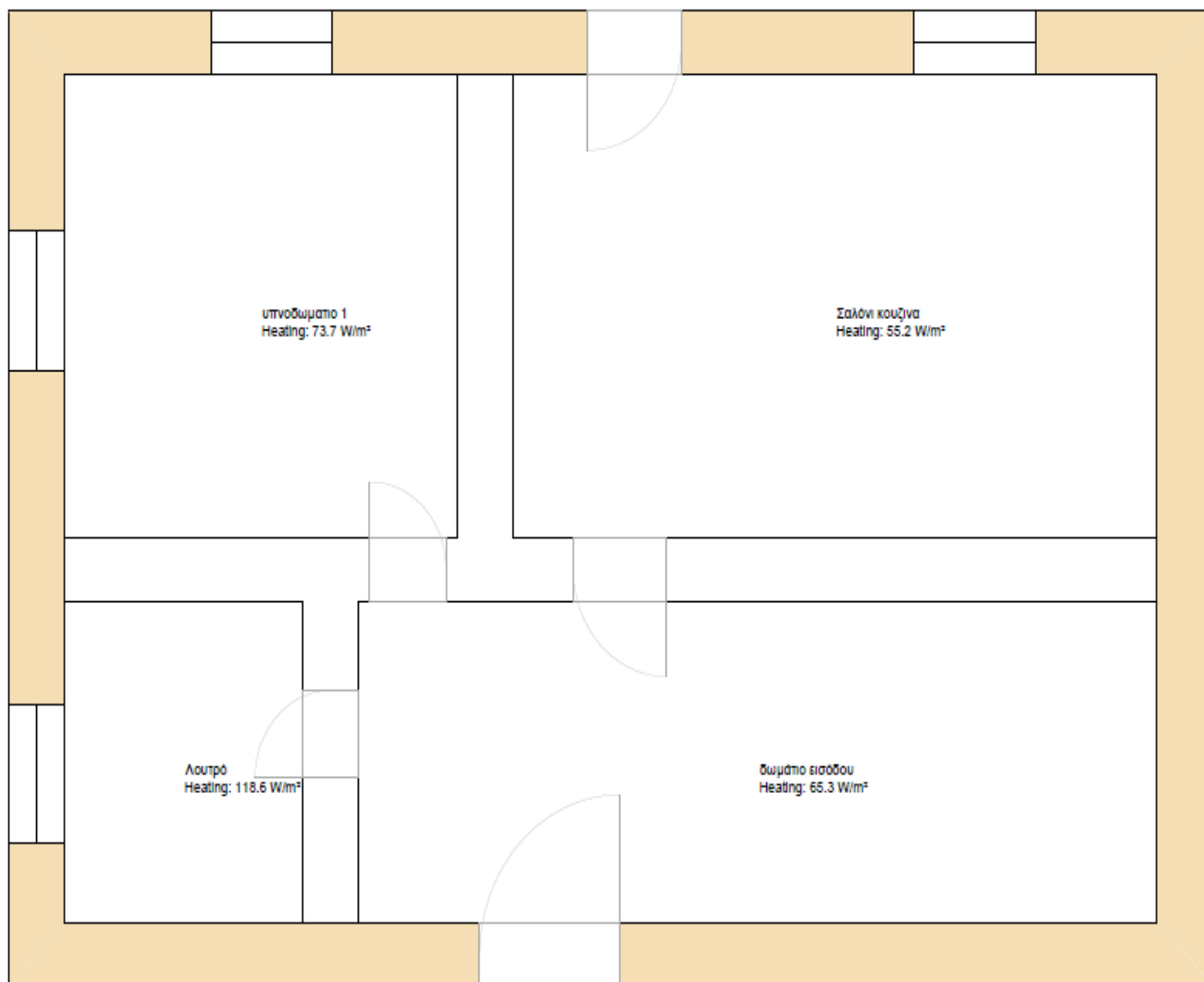
Στο πλαίσιο των υπολογισμών των θερμικών αναγκών, χρησιμοποιήθηκε ένα πρόγραμμα που είχε την δυνατότητα να σχεδιαστούν οι κατόψεις του κτηρίου και να γίνει ο υπολογισμός των απωλειών θερμότητας. Οι θερμικές απώλειες που υπολογίστηκαν περιέχουν τις απώλειες του εξαερισμού, καθώς και των εξαρτημάτων για τους αγωγούς που χρησιμοποιήθηκαν [33].

Οι υπολογισμοί μέσω του προγράμματος έγιναν βάση του CSA f280-12. Η συγκεκριμένη προδιαγραφή είναι η μια από τις εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων της Αμερικής. Το συγκεκριμένο πρότυπο θεωρείται ένα από τα πιο επιβλητικά πρότυπα και από τα πλέον αξιόπιστα, σύμφωνα με μελέτες από πανεπιστήμια στον Καναδά.

Παρακάτω παρουσιάζεται το σχέδιο του εξεταζόμενου σπιτιού καθώς και οι απώλειες ανά δωμάτιο.

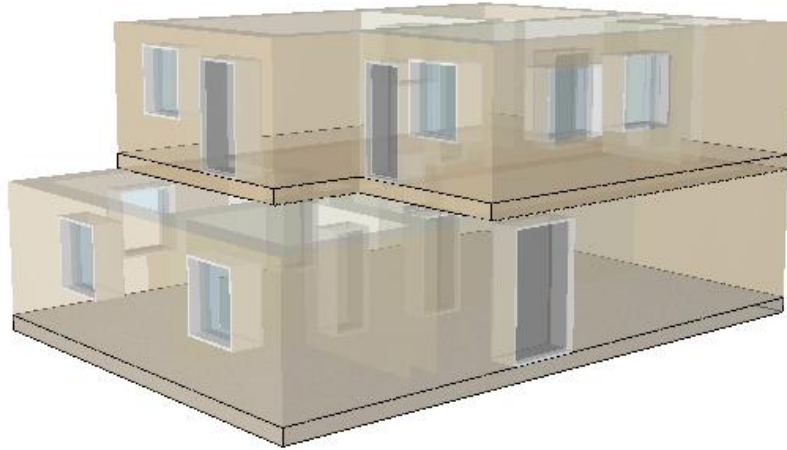


Σχήμα 2.2: Κάτοψη κτηρίου ισόγειο



Σχήμα 2.3: Κάτοψη κτηρίου πρώτος όροφος

Στις παρακάτω φωτογραφίες παρουσιάζεται το κτήριο που μελετήθηκε σε τρισδιάστατη απεικόνιση :



Σχήμα 2.4: Πλαγιά μορφή τρισδιάστατου σχήματος του κτηρίου



Σχήμα 2.5: Άλλες όψεις τρισδιάστατου σχήματος του κτηρίου

Σε αυτό το σημείο θα γίνει μια σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε καθώς και των αποτελεσμάτων που υπολογίστηκαν με βάση τον κανονισμό. Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας 2.VII με τις αντιστοιχίες αυτές.



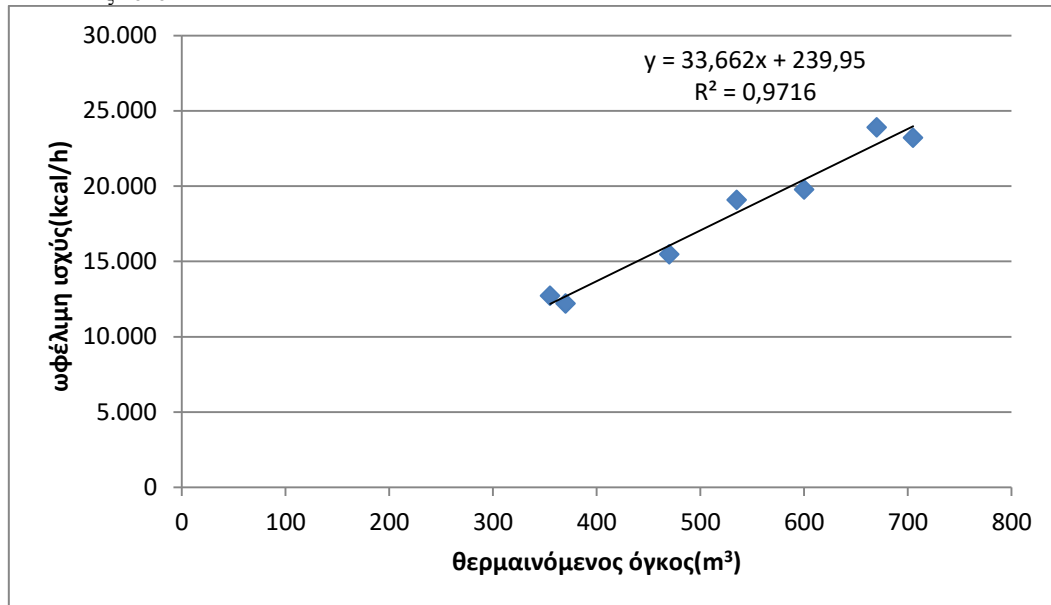
α/α	επίπεδο	Δωμάτιο	Θερμικό φορτίο $\Phi_{HL,i}$ W	Θερμικό φορτίο από προγραμμα $\Phi_{HL,i}$ W
1	1	Υπνοδωμάτιο 1	1810,0	1330,0
2	1	Λουτρό	1121,4	907,0
3	1	Σαλόνι κουζίνα	2314,1	1633,0
4	1	Υπνοδωμάτιο 2	1740,4	1568,0
5	1	Δωμάτιοεισόδου	2422,9	1672,0
6	1	WC	503,8	662,0
7	1	Υπνοδωμάτιο 3	2127,2	2394,0
8	1	Καθιστικό	2189,8	1966,0
<b>Σύνολα</b>			14.229,7	12.132,0

Τα αποτελέσματα για τα θερμικά φορτία που υπολογίστηκαν μέσω του προγράμματος ήταν μειωμένα κατά 2.098 W σε σχέση με αυτά που υπολογίστηκαν δια χειρός. Η παραπάνω απόκλιση είναι αναμενόμενη, διότι το πρόγραμμα δεν υπολογίζει την ικανότητα επαναθέρμανσης ( $\Phi_{RH,i}$ ), η οποία μέσω των υπολογισμών που εκτελέστηκαν δια χειρός για τους συνολικούς χώρους της οικείας υπολογίστηκε στα 2.968,2 W.

## 2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗΣ ΕΣΤΙΑΣ

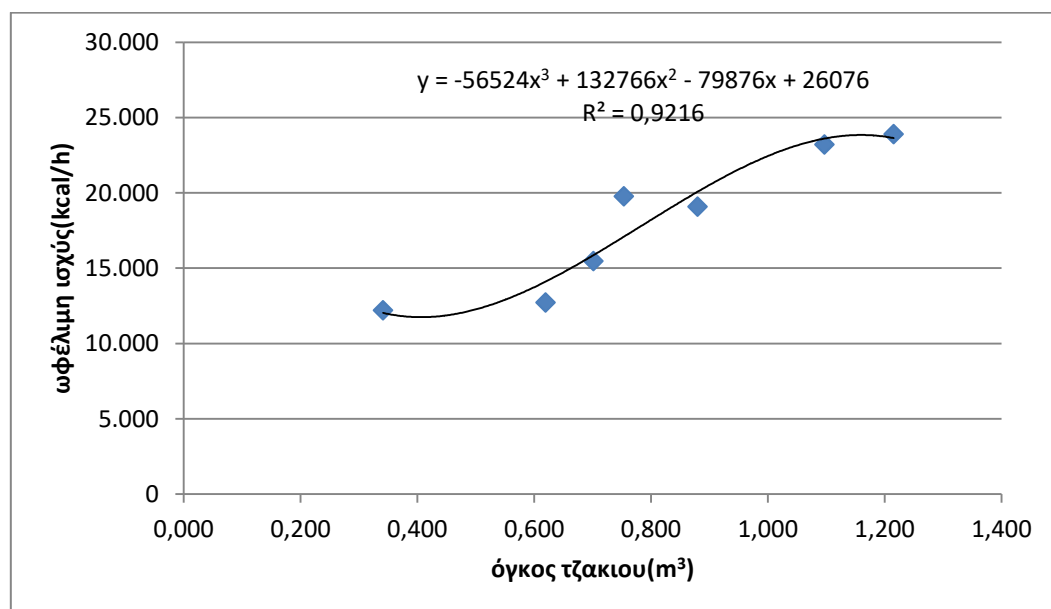
Παρακάτω παρουσιάζονται διαγράμματα από τα οποία θα προκύψει η επιλογή της κατάλληλης εστίας ανάλογα με τις απαιτούμενες θερμικές απαιτήσεις του εξεταζόμενου χώρου. Τα διαγράμματα αυτά είναι κατασκευασμένα ανάλογα με τον θερμαινόμενο όγκο που θέλουμε να θερμάνουμε καθώς και την υπολογισμένη θερμική ισχύς της κάθε εστίας. Οι αναλυτικοί πίνακες παρουσιάζονται στο παράρτημα 4.3 [34].

Στο διάγραμμα 3, 4, 5 καθώς και 6 παρουσιάζονται ενεργειακά τζάκια νερού που ένα μέρος τους είναι κατασκευασμένο από μαντέμι και το υπόλοιπο από κοινούς χάλυβες. Στο διάγραμμα 3 παρουσιάζεται στον έναν άξονα η ωφέλιμη ισχύς και στον άλλον ο θερμαινόμενος όγκος για τη θέρμανση της οικίας. Γνωρίζοντας περίπου τα τετραγωνικά του σπιτιού θα υπάρχει μια βασική ιδέα για την ισχύς που χρειαζόμαστε.



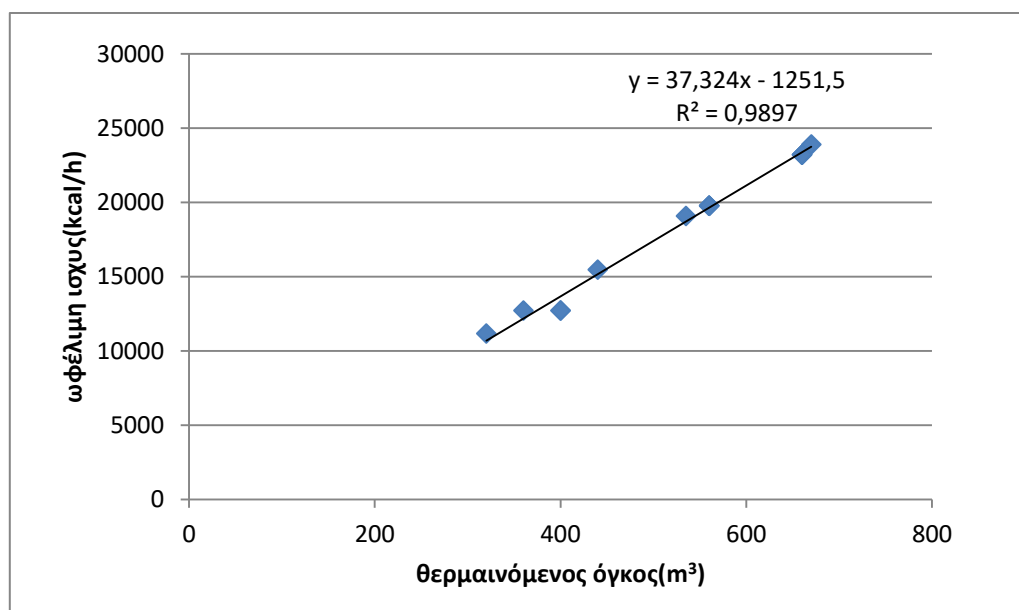
**Διάγραμμα 3:** Τζάκια από κράματα χάλυβα

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένα άλλο διάγραμμα το οποίο στους άξονες του έχει την ωφέλιμη ισχύ του ενεργειακού τζακιού με τον εσωτερικό του όγκο, δηλαδή τον θάλαμο καύσης του. Αυτό συνεισφέρει στην κατανόηση του θαλάμου καύσης του όγκου του, πράγμα που είναι πολύ σημαντικό για πολλούς παράγοντες, όπως η χωρητικότητα του σε ξυλά καθώς και πολλές φορές η αισθητική του.



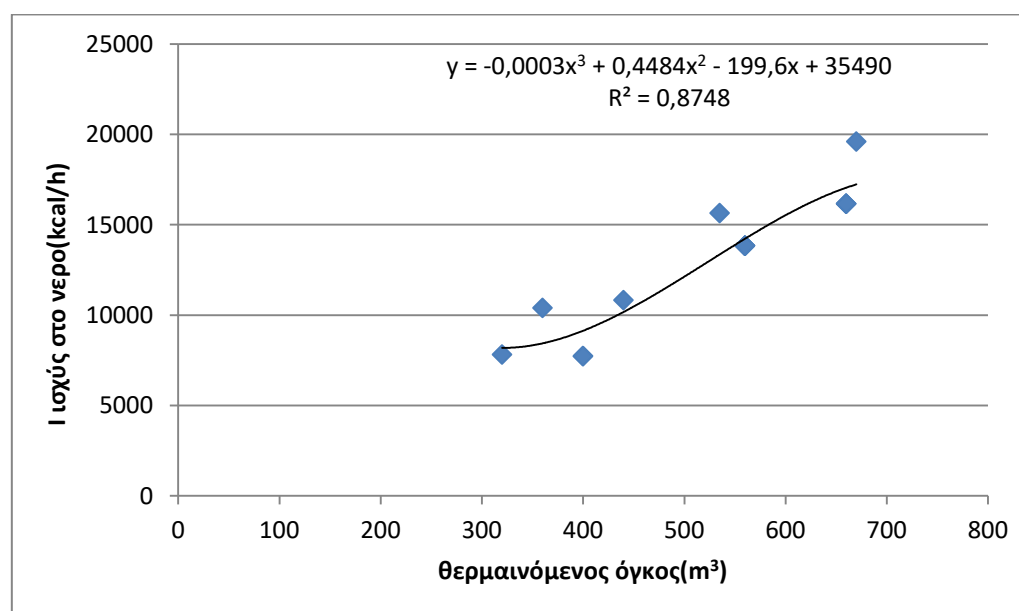
**Διάγραμμα 4:** Τζάκια από κράματα χάλυβα

Παρουσιάζεται το διάγραμμα 5, το οποίο στους άξονες του έχει την ωφέλιμη ισχύς του ενεργειακού τζακιού με τον θερμαινόμενο του όγκο της εκάστοτε οικίας.



**Διάγραμμα 5:** Τζάκια από μαντέμι

Στο διάγραμμα 6, γίνεται παρουσίαση του διαγράμματος με άξονες αναφερόμενους στην ισχύς στο νερό και του θερμαινόμενου όγκου.



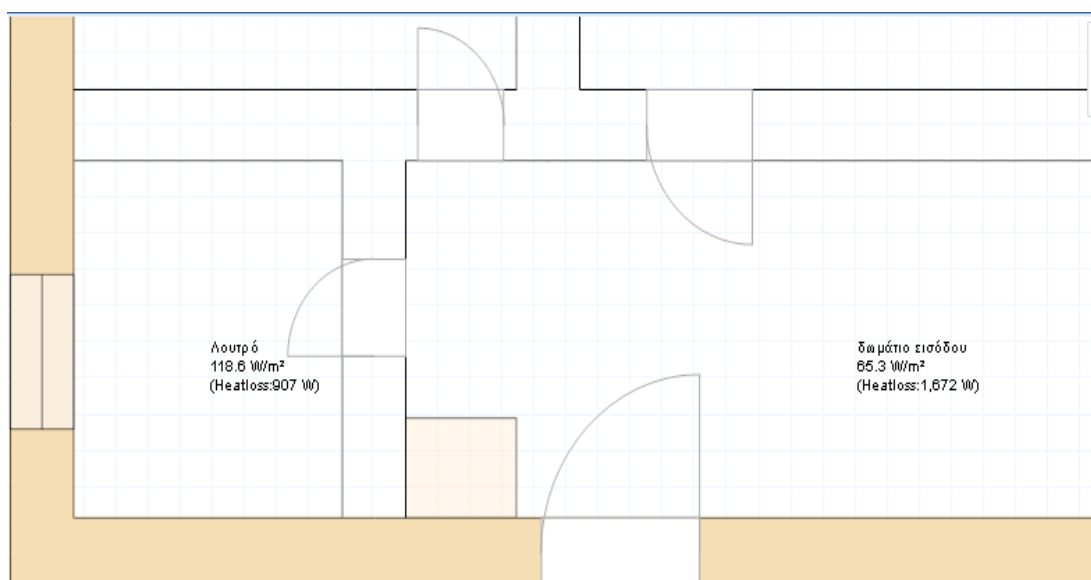
**Διάγραμμα 6:** Τζάκια από μαντέμι

Με βάση τις τιμές που υπολογίστηκαν σχετικά με τα θερμικά φορτία της οικίας θα επιλεγθεί ένα τζάκι με θερμική ισχύς 18 kW και θερμική ισχύς στο νερό 12,6 kW. Η θερμική ισχύς της εστίας που θα παρέχεται στο χώρο εγκατάστασης της θα ανέρχεται στην τιμή του 5,4 kW.

Σύμφωνα με το τεχνικό φυλλάδιο του κατασκευαστή της ενεργειακής εστίας, ο όγκος που καλύπτει ανέρχεται στα  $440 \text{ m}^3$ . Η εξεταζόμενη κατοικία συνολικά έχει όγκο  $411,9 \text{ m}^3$ , επομένως βρίσκεται εντός ορίων του κατασκευαστή. Για τις θερμικές απαιτήσεις της συγκεκριμένης οικίας η παρούσα εγκατάσταση θα είναι κατάλληλη (παράρτημα 2.4).

## 2.5 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Η θερμαντική εστία θα τοποθετηθεί στον χώρο εισόδου, όπως φαίνεται στο σχήμα, στο σκιαγραφημένο μέρος. Στον συγκεκριμένο χώρο οι θερμικές απαιτήσεις ανέρχονται στα  $2423 \text{ Watt}$  και η θερμική ισχύς που θα παρέχει το τζάκι μέσω ακτινοβολίας θα ανέρχεται στα  $5400 \text{ Watt}$ . Ένα μέρος της συγκεκριμένης ακτινοβολίας θα διοχετεύεται στον χώρο της κουζίνας, του μπάνιου καθώς και του υπνοδωματίου. Στο υπόλοιπο σπίτι θα τοποθετηθούν σώματα τύπου πάνελ αξιοποιώντας πλήρως τη θερμική ισχύ της εστίας νερού.



Σχήμα 2.6: Σκιαγράφιση τοποθεσίας του τζακιού

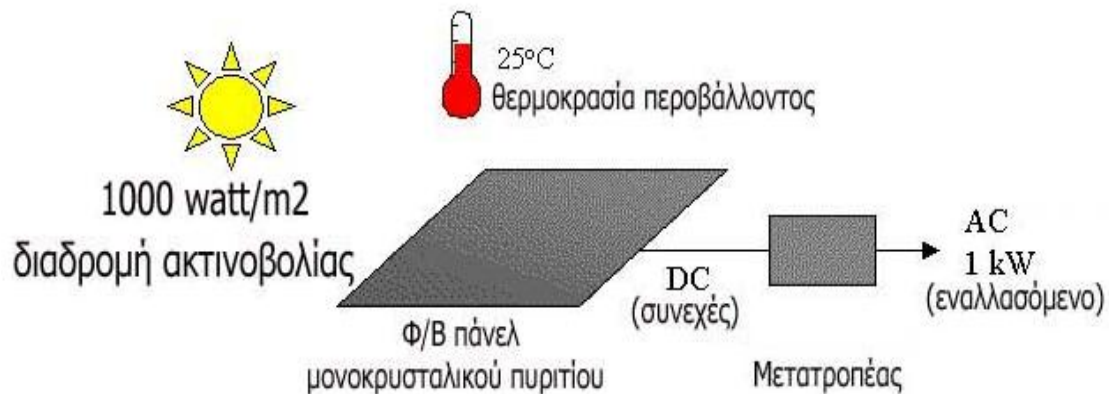
Όσον αφορά το φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:

(α) Τη φωτοβολταϊκή γεννήτρια (φωτοβολταϊκό πλαίσιο) με τη βάση στήριξης ή σύστημα παρακολούθησης της ηλιακής τροχιάς.

(β) Οι μπαταρίες ή αλλιώς οι συσσωρευτές των φωτοβολταϊκών δεν θα χρησιμοποιούνται. Η σύνδεση του πάνελ γίνεται απευθείας με το υφιστάμενο δίκτυο της ΔΕΔΔΗΕ, όπως έχει επιλεγεί να γίνει στην παρούσα εγκατάσταση.

(γ) Μετατροπέα τάσεως (inverter) DC για μετασχηματισμό στα 220V AC, που είναι το ρεύμα χρήσης.

Παρακάτω απεικονίζεται μια σύνηθες διάταξη ενός φωτοβολταϊκού συστήματος για την κατανόηση της λειτουργίας παραγωγής ρεύματος από φωτοβολταϊκό .



Σχήμα 2.7: Διάταξη φωτοβολταϊκής εγκατάστασης [36]

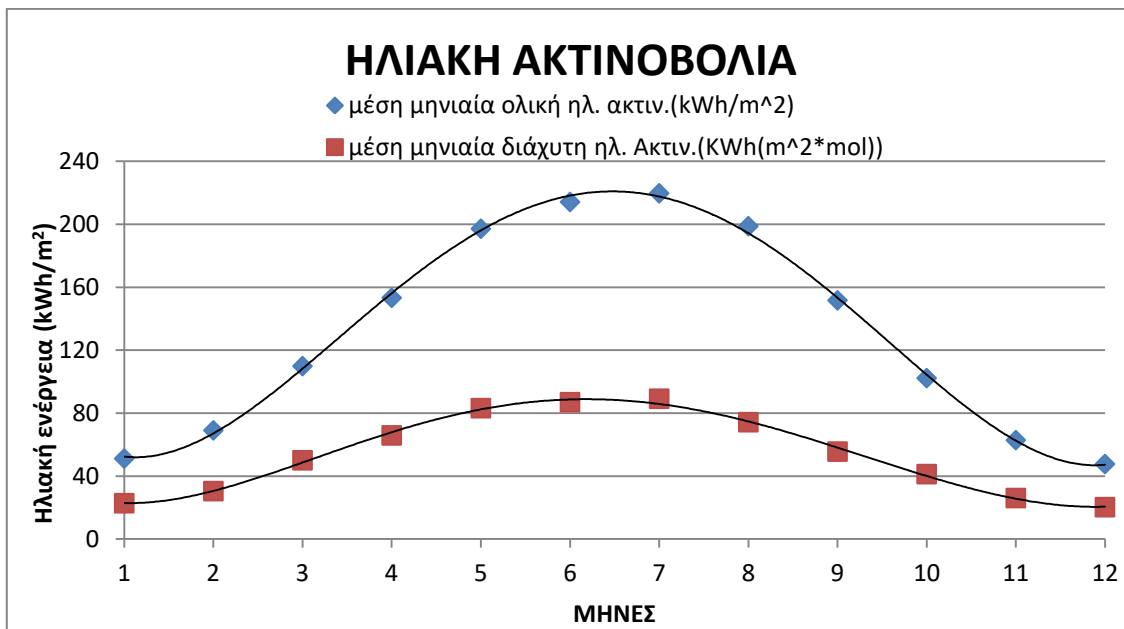
Στην παρούσα εγκατάσταση όλη η παραγόμενη ισχύς από την φωτοβολταϊκή συστοιχία θα δίνεται στο δίκτυο με την αντίστοιχη τιμή, έχοντας καλύψει, με αυτόν τον τρόπο, την ενεργειακή κατανάλωση του κυκλοφορητή και άλλων συστημάτων για το τζάκι. Αρχικά θα χρησιμοποιήσουμε ένα κυκλοφορητή wilo star-RS 30/6 με μέγιστη ισχύς κατανάλωσης στα 64 W (παράρτημα 4.5). Έστω ότι η εγκατάσταση θα καταναλώνει 110 watt λόγω ενός μοτέρ, που περιέχουν τα ενεργειακά τζάκια για την καλύτερη καύση και του κυκλοφορητή.

Η τοποθέτηση του φωτοβολταϊκού πάνελ θα είναι από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο και θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά (παράρτημα 2.6).

- Ποσότητα : 2
- Εταιρία : Solar World
- Ρεύμα βραχυκύκλωσης : 8,81 A.
- Ισχύς : 250 W
- Βάρος : 21.5 kgr
- Διαστάσεις : 1001\*1675 \*34 mm
- Θερμοκρασία : 20
- Ένταση ηλιακής ακτινοβολίας: 1000 W/m<sup>2</sup>

Η τιμή του ανέρχεται στην τάξη των 198,40 ευρώ , ενώ μπορεί να φτάσει και 248 ευρώ το τεμάχιο.

Στην συνέχεια παρατηρούμε τις τιμές ηλιοφάνειας που έχει η περιοχή ενδιαφέροντος.



**Διάγραμμα 7:** Ηλιακή ενέργεια σε σχέση αναλογίας με τους μήνες του έτους

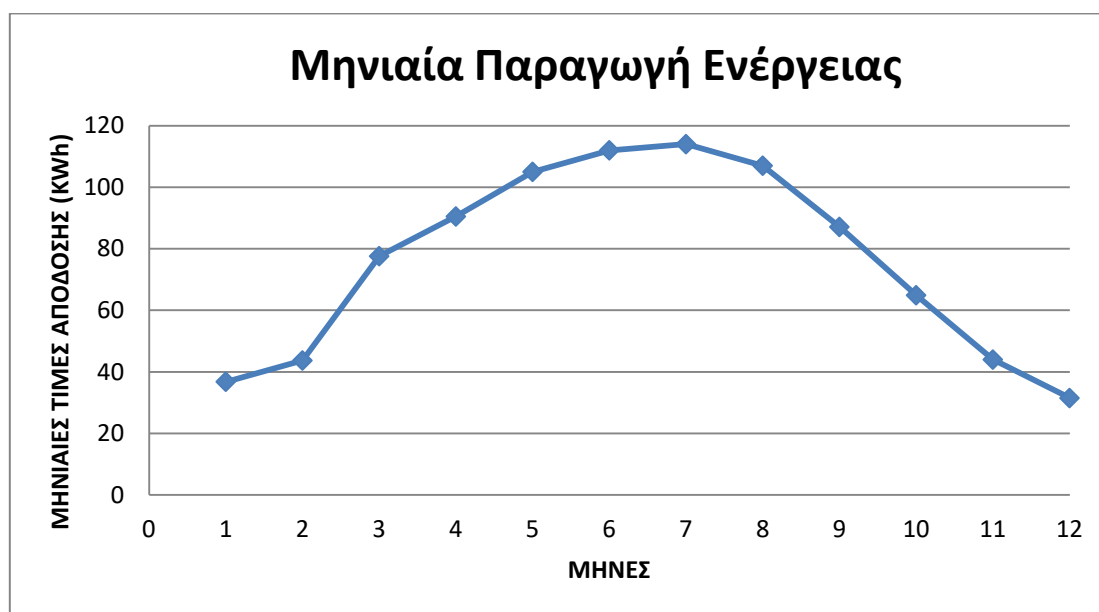
Πίνακας 2. VIII Παρουσίαση τιμών της μηνιαίας απόδοσης του συστήματος ενός χρόνου [37].

Months	Ed: (kWh)	Em: (kWh)	Hd: (kWh/m <sup>2</sup> )	Hm: (kWh/m <sup>2</sup> )
Jan	1,19	36,8	2,9	89,9
Feb	1,56	43,7	3,88	109
Mar	2,5	77,6	6,3	195
Apr	3,02	90,5	7,75	232
May	3,37	105	8,79	272
Jun	3,75	112	9,89	297
Jul	3,67	114	9,83	305
Aug	3,46	107	9,3	288
Sep	2,9	87,1	7,65	230
Oct	2,09	64,9	5,38	167
Nov	1,47	44	3,68	110
Dec	1,02	31,5	2,5	77,5
Yearly average	2,5	76,18	6,49	197,7

- $E_d$ : μέση ημερήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από το δοσμένο σύστημα (KWh)
- $E_m$ : μέση μηνιαία παραγωγή ενέργειας από το δοσμένο σύστημα (KWh)
- $H_d$ : μέσο ημερήσιο άθροισμα παγκόσμιας ακτινοβολίας ανά τετραγωνικό μέτρο που λαμβάνεται από το φωτοβολταϊκό δοσμένο σύστημα ( $kWh/m^2$ )
- $H_m$ : μέσο άθροισμα παγκόσμιας ακτινοβολίας ανά τετραγωνικό μέτρο που λαμβάνεται από το φωτοβολταϊκό δοσμένο σύστημα ( $kWh/m^2$ )

Επομένως, η συνολική παραγωγή που μας δίνεται από την εγκατάσταση του φωτοβολταϊκού εντός ενός χρόνου είναι 914 kWh. Ο Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΔΔΗΕ) αγοράζει την 1 kWh με 0,264 €. Επομένως  $914 * 0,264 = 241,30$  €. [38]

Στο ακόλουθο διάγραμμα 7 απεικονίζεται η καμπύλη μηνιαίας παραγωγής ενέργειας από το σύστημα εγκατάστασης.



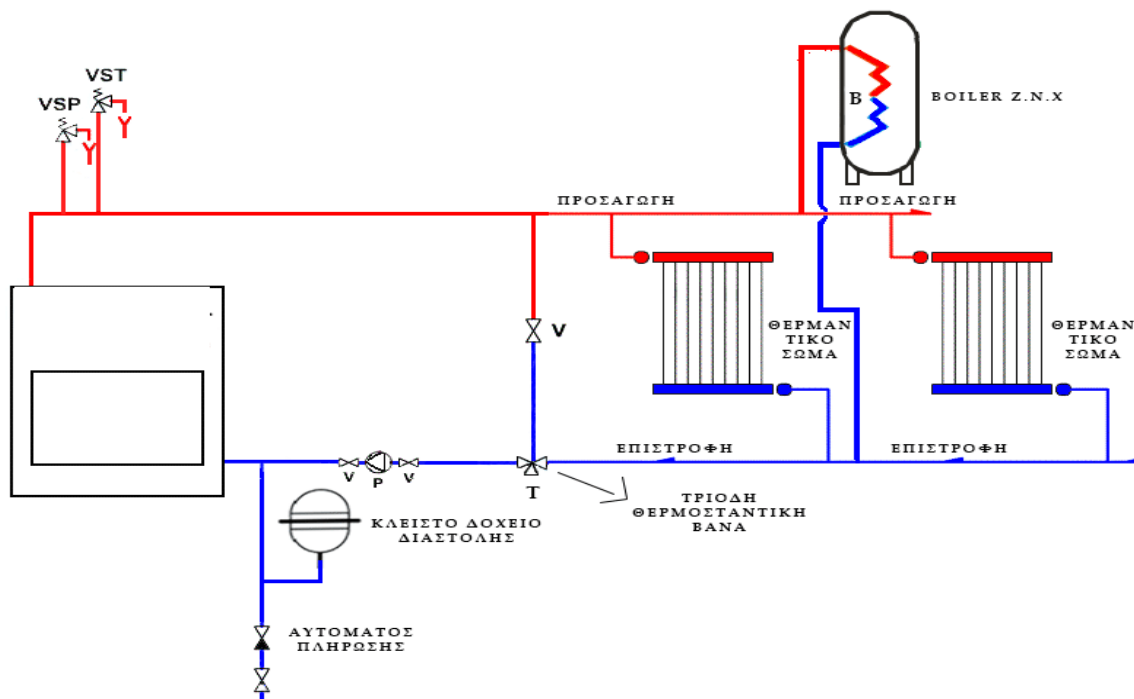
**Διάγραμμα 8:** Μηνιαία Παραγωγή Ενέργειας

Με βάση τους υπολογισμούς το ποσό παραγόμενης ενέργειας μέσα σε έναν χρόνο είναι ίσο με 914 kWh. Το σύστημα που θα είναι τοποθετημένο στο τζάκι θα έχει κατανάλωση ίση με  $166 \text{ ημέρες} * 24 \text{ ώρες λειτουργίας} * 110 \text{ W} = 438240 \text{ Wh}$  ή 438,2 kWh.

Επομένως, το σύστημα θα λειτουργήσει για τις ανάγκες που απαιτούν τα παρελκόμενα συστήματά του.

Στην παρακάτω φωτογραφία παρουσιάζεται μια εικόνα που αφορά τη συνδεσμολογία ενεργειακού τζακιού με τη χρήση νερών. Παρατηρείται ότι μια τέτοια κατασκευή έχει

αρκετά κοινά στοιχεία σαν μια εγκατάσταση κοινού λέβητα. Το παρακάτω κύκλωμα είναι κλειστού τύπου με τοποθετημένο δοχείο διαστολής στην επιστροφή των νερών. Επιπλέον υπάρχει θερμαινόμενο δοχείο για τη χρήση ζεστού νερού.



Σχήμα 2.8: Παράδειγμα εγκατάστασης μιας τέτοιου είδους μονάδας [38]

Θα ήταν παράλειψη αν δεν υπήρχε μία αναφορά στην κατανάλωση του τζακιού. Αρχικά η ωφέλιμη συνολική θερμική ισχύς στο τζάκι είναι 18 Kw. Όπως όλα τα είδη καυσίμων έχουν μια συγκεκριμένη θερμογόνο δύναμη, έτσι και τα είδη των ξύλων διαφοροποιούνται. Με τον όρο «θερμαντική απόδοση» εννοείται η δύναμη της θερμότητας εκείνη που εκλύεται από την καύση του ξύλου στο χώρο. Ένα κιλό ενός μέσου ξύλου μπορεί να παράγει περίπου 3,5 Kw για μια ώρα. Αν το τζάκι, σύμφωνα με τα τεχνικά εγχειρίδια, έχει απόδοση 78,2 % τότε έχουμε  $3,5 * 0,782 = 2,737$  kw, αρά χρειάζονται  $\frac{10}{2,737} = 3,6$  κιλά ξύλου την ώρα.

Με 3,6 κιλά ξύλου την ώρα και λειτουργία του ενεργειακού τζακιού 10 ώρες/ ημέρα έχουμε:

- 3,6 κιλά \* 10 ώρες = 36 κιλά/ ημέρα
- 36 κιλά/ ημέρα \* 30 ημέρες = 1080 κιλά/μήνα
- 1080 κιλά/μήνα \* 3 μήνες = 3240 κιλά /τρίμηνο.



### 3. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο ζενίθ των ανθρώπινων αναγκών η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας είναι αυξημένη. Κατά τη χειμερινή περίοδο, στις ανάγκες αυτές προστίθενται και οι αυξημένες θερμικές απαιτήσεις κυρίως όταν μία οικία δεν είναι κατασκευασμένη με τις κατάλληλες προδιαγραφές μόνωσης. Στην περίπτωση αυτή οι δαπάνες είναι περαιτέρω και χρήζει μείωσης αυτών για οικονομικά αλλά και περιβαλλοντικά συμφέροντα. Για την επίτευξη των παραπάνω αναγκών, όμως, υπάρχει ρύπανση του περιβάλλοντος σε υψηλότερο επίπεδο από το φυσιολογικό, σε συνδυασμό και με τις υπόλοιπες χρήσεις που πραγματοποιούν οι άνθρωποι. Σκοπός είναι η προστασία του περιβάλλοντος με τη μείωση των ρύπων και σε ατομικό επίπεδο. Για την πραγματοποίηση των παραπάνω στόχων είναι απαραίτητη η εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με κάθε τρόπο. Πιο συγκεκριμένα, αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν ακόμα και σε μία οικία. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, για παράδειγμα, μιας ανεξάντλητης πηγής μπορεί να συνεισφέρει μέσω των φωτοβολταϊκών πάνελ για την κάλυψη των θερμικών αναγκών. Στόχος είναι η μη αντικατάσταση των υπάρχοντων μέσων θέρμανσης της οικίας, αλλά η τροποποίηση και η εξέλιξη τους ώστε να είναι ενεργειακά αυτόνομες. Μέσω της ολοκληρωμένης μελέτης κάλυψης θερμικών φορτίων προκύπτει ένα αυτόνομο σύστημα σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης με αποτέλεσμα η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια να διοχετεύεται σε παρόχους ηλεκτρικής ενέργειας.

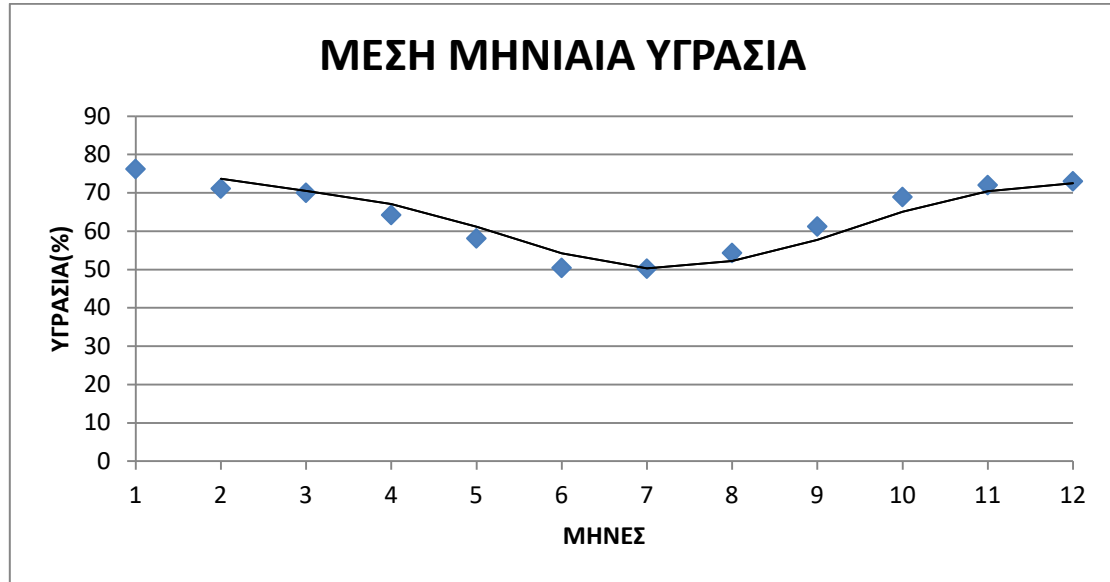
Όσον αφορά το τεχνικό κομμάτι της πτυχιακής, κατά κύριο λόγο υπολογίστηκαν οι θερμικές απαιτήσεις για μια οικία. Αυτό πραγματοποιήθηκε με υπολογισμούς χειρός αλλά και μέσω προγράμματος ώστε να συγκριθούν τα αποτελέσματα. Σημειώθηκε μια διαφορά στα αποτελέσματα των υπολογισμών που πραγματοποιήθηκαν και διά του προγράμματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι το πρόγραμμα ήταν σχεδιασμένο με βάση το CSA f280-12, ενώ οι υπολογισμοί δια χειρός πραγματοποιήθηκαν μέσω του ΕΛΟΤ EN ISO 12831. Η απόκλιση που προέκυψε ήταν αναμενόμενη, διότι μέσω του λογισμικού λαμβάνονταν υπόψιν όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με την απόδοση της θέρμανσης και στη μη δυνατότητα του προγράμματος να υπολογίζει την ικανότητα επαναθέρμανσης (ΦRH,i). Με τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν και με την σύγκριση τους, επιλέχθηκε η κατάλληλη θερμαντική εστία για το χώρο καθώς και όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα για να λειτουργήσει αυτόνομα. Επιλέχθηκε κατάλληλη μονάδα φωτοβολταϊκού πλαισίου όπου η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται άμεσα στο σύστημα ηλεκτρισμού του παρόχου της οικίας. Αποτέλεσμα είναι η ετήσια ενέργεια που παρέχεται στον πάροχο να είναι ισότιμη με την

ενέργεια που καταναλώνει το οικιακό σύστημα θέρμανσης. Συμπερασματικά, η μελέτη κάλυψης θερμικών φορτίων θα μπορούσε να οφελήσει όλα τα κτήρια, ανεξαρτήτως χρονολογίας κατασκευής, αλλάζοντας την κλιματική τους ζώνη και προσφέροντας μία επένδυση κερδοφόρα για τους χρήστες.

.

## 4. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

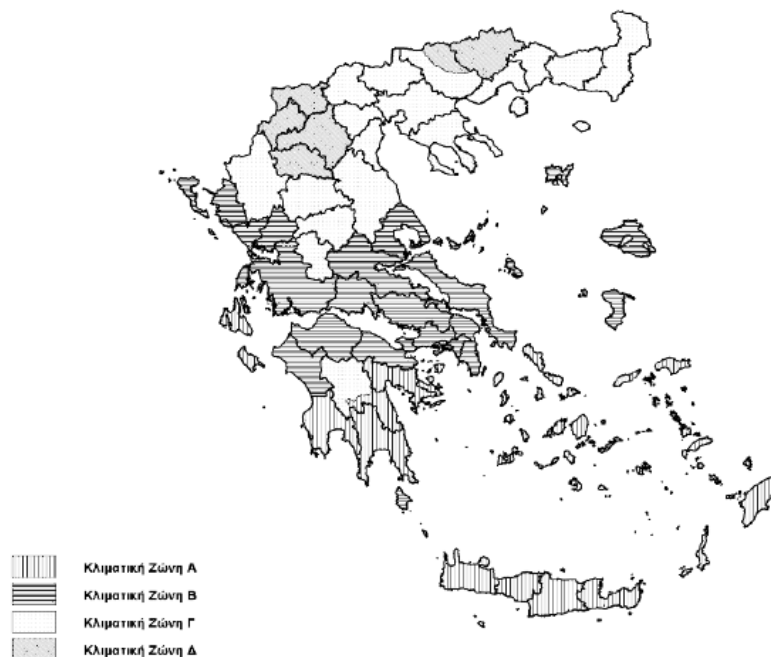
### 4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΙΑ ΚΑΙΡΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΗΝ ΕΥΒΟΙΑ



Διάγραμμα 9 : Μέση μηνιαία υγρασία στην περιοχή Κύμη

### 4.2 ΠΙΝΑΚΕΣ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ

Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς



Σχήμα 4.1: Απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας

Παρακάτω παρουσιάζονται όλοι οι πίνακες που είναι από το ΤΕΕ και πάρθηκαν στοιχεία για τον υπολογισμό των θερμικών αναγκών.

Πίνακας 4.I Ελάχιστη ανανέωση αέρα

Τύπος χώρου	$n_{min}$ [h <sup>-1</sup> ]
Κατοικήσιμο δωμάτιο ( τιμή προεπιλογής )	0.5
Κουζίνα < 20 m <sup>3</sup>	1.0
Κουζίνα > 20 m <sup>3</sup>	0.5
Λουτρό ή WC	1.5
Γραφείο	1.0
Αίθουσα συνεδριάσεων, αίθουσα διδασκαλίας	2.0

Πίνακας 4.II Συντελεστής προστασίας  $e_i$  για απώλειες αερισμού χωρίς σύστημα εξαερισμού

συντ. e	εκτεθειμένα ανοίγματα ->		
προστασία	0	1	>1
καμία	0	0,03	0,05
μέτρια	0	0,02	0,03
μεγάλη	0	0,01	0,02

Πίνακας 4.III Ύψος θερμαινόμενου χώρου επάνω από το επίπεδο του εδάφους

height level	$\epsilon$
0-10m	1
10-20m	1,2
20-30m	1,5
>30m	1,7

Πίνακας 4.IV Ισχύς αναθέρμανσης

reheat time	1K	2K	3K	4K
1	11	22	45	45
2	6	11	22	22
3	4	9	16	16
4	2	7	13	13

### 4.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΤΖΑΚΙΑ ΜΕ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΝΕΡΟΥ

Πίνακας 4.V Χαρακτηριστικά τζακιού από απλό χάλυβα με άλλες προσμίξεις

A/A	1 ΤΖΑΚΙ	2 ΤΖΑΚΙ	3 ΤΖΑΚΙ	4 ΤΖΑΚΙ	5 ΤΖΑΚΙ	6 ΤΖΑΚΙ	7 ΤΖΑΚΙ
<b>ΔΙΑΣΤΑΣΗ(m)</b>							
ΠΛΑΤΟΣ	0,65	0,77	0,8	0,99	0,74	0,88	1,06
ΒΑΘΟΣ	0,53	0,66	0,68	0,8	0,62	0,68	0,78
ΥΨΟΣ	0,99	1,38	1,385	1,385	1,35	1,47	1,47
<b>ΟΓΚΟΣ ΤΖΑΚΙΟΥ (m<sup>3</sup>)</b>	<b>0,341</b>	<b>0,701</b>	<b>0,753</b>	<b>1,097</b>	<b>0,619</b>	<b>0,880</b>	<b>1,215</b>
<b>ΩΦΕΛΙΜΗ ΙΣΧΥΣ (KW)</b>	14,2	18	23	27	14,8	22,2	27,8
<b>ΩΦΕΛΙΜΗ ΙΣΧΥΣ (kcal/h)</b>	<b>12.210</b>	<b>15.477</b>	<b>19.776</b>	<b>23.216</b>	<b>12.726</b>	<b>19.089</b>	<b>23.904</b>
<b>ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ(m<sup>3</sup>)</b>	370	470	600	705	355	535	670
<b>ΣΥΝ. ΙΣΧΥΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ (KW)</b>	8,5	12,6	16,1	18,8	12,1	18,2	22,8

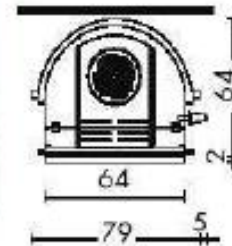
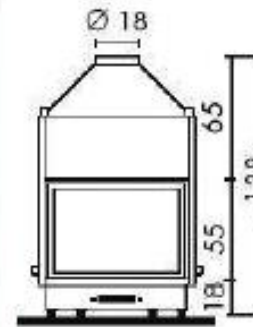
Πίνακας 4.VI Χαρακτηριστικά τζακιού από μαντέμι χάλυβα

A/A	1 ΤΖΑΚΙ	2 ΤΖΑΚΙ	3 ΤΖΑΚΙ	4 ΤΖΑΚΙ	5 ΤΖΑΚΙ	6 ΤΖΑΚΙ	7 ΤΖΑΚΙ	8 ΤΖΑΚΙ	9 ΤΖΑΚΙ	10 ΤΖΑΚΙ	11 ΤΖΑΚΙ	12 ΤΖΑΚΙ	13 ΤΖΑΚΙ	14 ΤΖΑΚΙ
<b>ΔΙΑΣΤΑΣΗ(m)</b>														
ΠΛΑΤΟΣ	0,65	0,79	0,83	0,99	0,8	0,99	0,79	0,8	0,99	0,8	0,92	0,74	0,88	1,06
ΒΑΘΟΣ	0,53	0,66	0,66	0,78	0,68	0,8	0,83	0,68	0,8	0,61	0,65	0,62	0,68	0,78
ΥΨΟΣ	0,99	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,85	1,85	1,35	1,47	1,47
<b>ΟΓΚΟΣ ΤΖΑΚΙΟΥ (m<sup>3</sup>)</b>	<b>0,341</b>	<b>0,720</b>	<b>0,756</b>	<b>1,066</b>	<b>0,751</b>	<b>1,093</b>	<b>0,905</b>	<b>0,751</b>	<b>1,093</b>	<b>0,903</b>	<b>1,106</b>	<b>0,619</b>	<b>0,880</b>	<b>1,215</b>
<b>ΩΦΕΛΙΜΗ ΙΣΧΥΣ (KW)</b>	13	18	23	27	23	27	23	23	27	14,8	14,8	14,8	22,2	27,8
<b>ΩΦΕΛΙΜΗ ΙΣΧΥΣ (kcal/h)</b>	<b>11180</b>	<b>15480</b>	<b>19780</b>	<b>23220</b>	<b>19780</b>	<b>23220</b>	<b>19780</b>	<b>19780</b>	<b>23220</b>	<b>12728</b>	<b>12728</b>	<b>12728</b>	<b>19092</b>	<b>23908</b>
<b>ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΣ ΟΓΚΟΣ(m<sup>3</sup>)</b>	320	440	560	660	560	660	560	560	660	400	400	360	535	670
<b>ΣΥΝ. ΙΣΧΥΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ (KW)</b>	9,1	12,6	16,1	18,8	16,1	18,8	16,1	16,1	18,8	9	9	12,1	18,2	22,8
<b>ΣΥΝ. ΙΣΧΥΣ ΣΤΟ ΝΕΡΟ (kcal/h)</b>	<b>7826</b>	<b>10836</b>	<b>13846</b>	<b>16168</b>	<b>13846</b>	<b>16168</b>	<b>13846</b>	<b>13846</b>	<b>16168</b>	<b>7740</b>	<b>7740</b>	<b>10406</b>	<b>15652</b>	<b>19608</b>

#### 4.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΦΥΛΛΑΔΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΤΖΑΚΙ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΘΗΚΕ

### Τζάκι καλοριφέρ ξύλου

### EDILKAMIN IDRO 50 cs



**EDILKAMIN**  
TECNOLOGIA DEL FUOCO



Όλες οι μετρήσεις είναι σε εκ.

Τζάκι με ενσωματωμένη σερπαντίνα από ατσάλι με βάση από μαντέμι του Ιταλικού οίκου EDILKAMIN, με 1 πόρτα και σύνδεση με την κεντρική θέρμανση είτε σαν μοναδική πηγή θερμάνσεως, είτε σε συνεργασία με λέβητα πετρελαίου, γκαζιού ή αντλία θερμότητας σε εφαρμογές κλασικής ή ενδοδαπέδιας θέρμανσης. Δυνατότητα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. Κεραμικό τζάμι αντοχής σε θερμικό σοκ στους 800°, τάμπερ ρύθμισης αέρα καύσης

Σχήμα 4.2: Τεχνικά χαρακτηριστικά ενεργειακού τζακιού

### Τεχνικά χαρακτηριστικά

---

Ωφέλιμη θερμική ισχύς: 18 kw

**Ισχύς μεταδιδόμενη στο νερό: 12.6 kw**

Ισχύς απο ακτινοβολία: 5.4 kw

Συνολική απόδοση: 78.2%

Απόδοση θερμικής ισχύος στο νερό: 70%

Κατανάλωση ξύλου (ελάχ. - μέγ.): 2.3 - 6.6 κιά / ώρα

Διαστάσεις εισροής εξωτερικού αέρα: 200 εκ<sup>2</sup>

Περιεχόμενο νερού: 60 λίτρα

Συνολικό βάρος: 200 κιά

Θερμαινόμενος όγκος (μόνωση σύμφωνα με το νόμο 10/91): 440 μ<sup>3</sup>

Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης: 14 λίτρα / λεπτό

Μέγιστη πίεση λειτουργίας: 1.5 bar

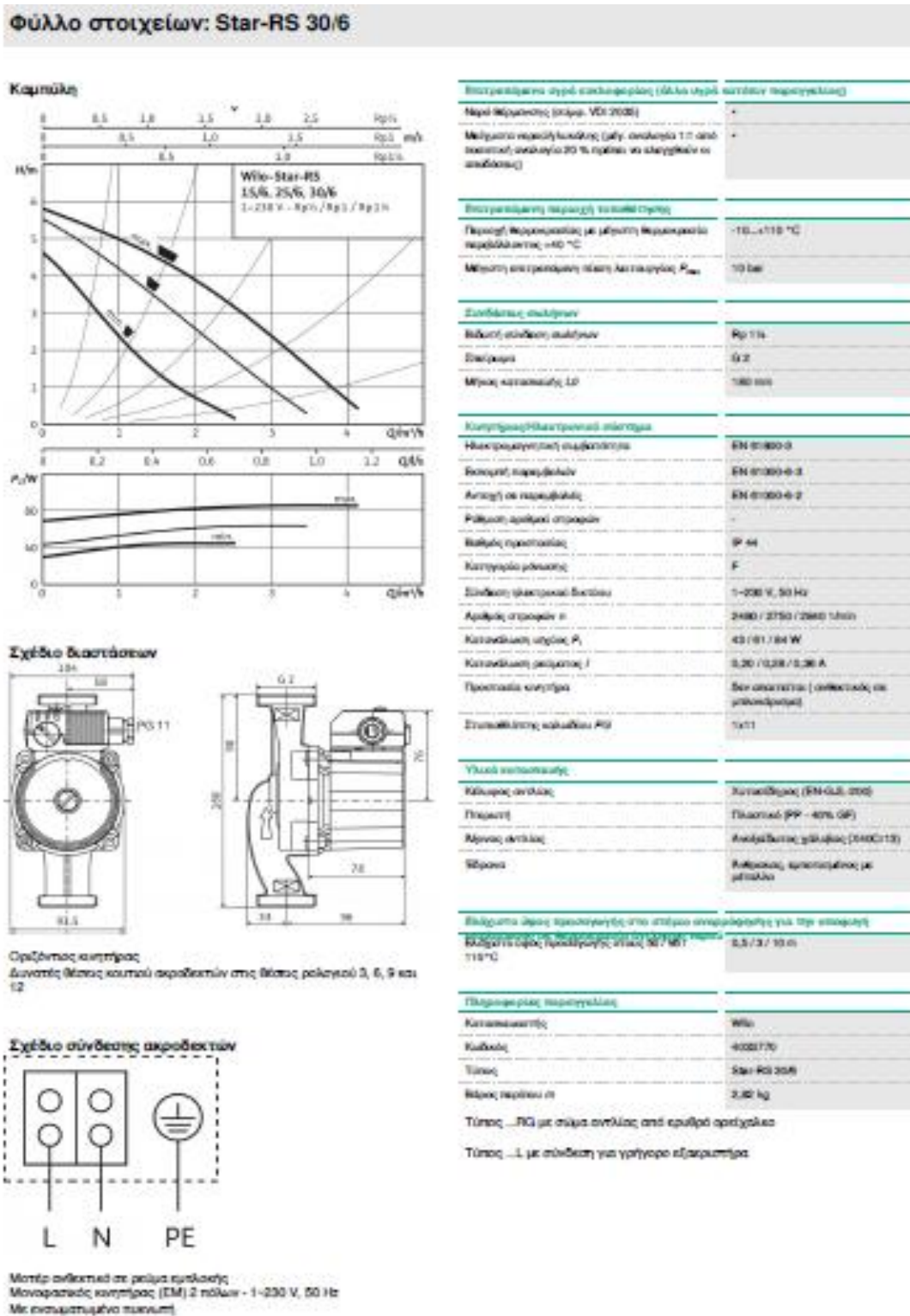
Διάμετρος καπνοδόχου: 18 εκ.

Εγγύηση: 2 χρόνια

Διατίθεται με ανοιχτό και κλειστό δοχείο διαστολής

Σχήμα 4.3: Τεχνικά χαρακτηριστικά ενεργειακού τζακιού

## 4.5 ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Σχήμα 4.4: Τεχνικό φυλλάδιο για επιλογή κυκλοφορητή



## 4.6 ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

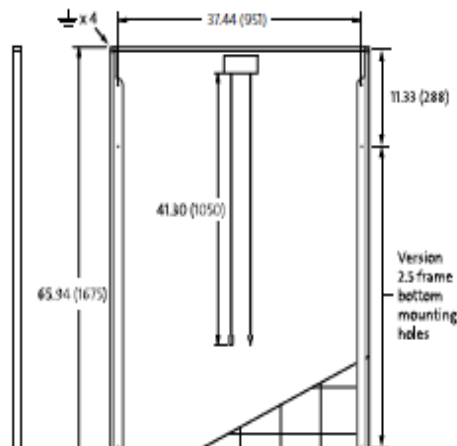
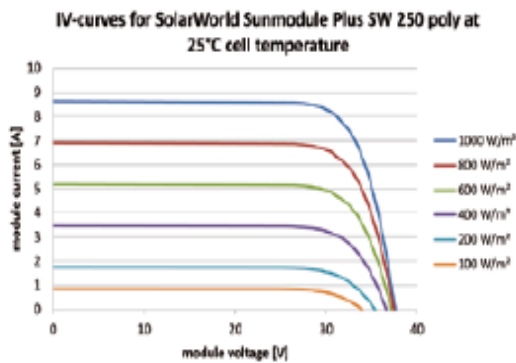
### PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)\*

		SW 250
Maximum power	$P_{max}$	250 Wp
Open circuit voltage	$V_{oc}$	37.6 V
Maximum power point voltage	$V_{mp}$	30.8 V
Short circuit current	$I_{sc}$	8.64 A
Maximum power point current	$I_{mp}$	8.12 A

\*STC: 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1.5

### THERMAL CHARACTERISTICS

NOCT	46 °C
TC $I_{sc}$	0.081 %/K
TC $V_{oc}$	-0.37 %/K
TC $P_{mp}$	-0.45 %/K
Operating temperature	-40°C to 85°C



### PERFORMANCE AT 800 W/m<sup>2</sup>, NOCT, AM 1.5

		SW 250
Maximum power	$P_{max}$	180.4 Wp
Open circuit voltage	$V_{oc}$	33.9 V
Maximum power point voltage	$V_{mp}$	27.8 V
Short circuit current	$I_{sc}$	6.96 A
Maximum power point current	$I_{mp}$	6.50 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25°C: at 200W/m<sup>2</sup>, 95% (+/- 3%) of the STC efficiency (1000 W/m<sup>2</sup>) is achieved.

### COMPONENT MATERIALS

Cells per module	60
Cell type	Poly crystalline
Cell dimensions	6.14 in x 6.14 in (156 mm x 156 mm)
Front	tempered glass (EN 12150)
Frame	Clear anodized aluminum
Weight	46.7 lbs (21.2 kg)

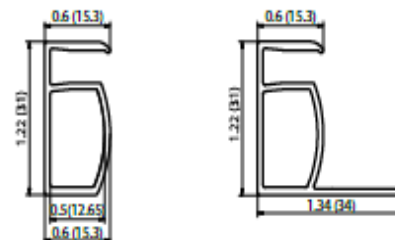
### SYSTEM INTEGRATION PARAMETERS

Maximum system voltage SC II	1000 V	
Max. system voltage USA NEC	600 V	
Maximum reverse current	16 A	
Number of bypass diodes	3	
UL Design Loads*	Two rail system	113 psf downward 64 psf upward
UL Design Loads*	Three rail system	170 psf downward 64 psf upward
IEC Design Loads*	Two rail system	113 psf downward 50 psf upward

\*Please refer to the Sunmodule Installation Instructions for the details associated with these load cases.

### ADDITIONAL DATA

Power tolerance <sup>2)</sup>	-0 Wp / +5 Wp
J-Box	IP65
Connector	MC4
Module efficiency	14.91 %
Fire rating (UL 790)	Class C



Σχήμα 4.5: Χαρακτηριστικά για φωτοβολταϊκό πάνελ

## 5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Sprenger, R., (1989), “Θέρμανση και Κλιματισμός, 1.Θέρμανση”. 59<sup>th</sup> ed. Αθήνα: Μ. Γκιούρδας
- [2] Νίκας, Κ., Σ., (2010), “Αρχές της Μετάδοσης Θερμότητας για Μηχανικούς”. 1st ed. Αθήνα: Κωνσταντίνος- Στέφανος Παν. Νίκας.
- [3] Λιθοδομή, Τζάκι πολύγωνο με πυρότουβλο, <https://www.lithodomin.gr/product/tzaki-polygono-me-pirotounlo/>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020
- [4] <http://www.eco-heating.gr/viewtopic.php?t=106/>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020
- [5] Leroy Merlin, Ξυλόσομπες, <https://www.leroymerlin.gr/gr/thermansi/sobes/xulosobes/>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020
- [6] Ρουμπέκας, <https://www.roubekas.gr/>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020
- [7] [http://www.elviex.gr/prd\\_images/09-02-1z.jpg](http://www.elviex.gr/prd_images/09-02-1z.jpg), τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020
- [8] Oikofire, Ενεργειακό τζάκι, <http://www.oikofire.gr/pages/faqefr.php>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020
- [9] <http://www.vlahosfotis.gr/wp-content/uploads/2016/12/floga-a-140.jpg>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020
- [10] Kevo, Τζάκι, <http://www.k-evo.gr/leitoyrgia>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020
- [11] [http://www.marblesaritsamis.gr/wp-content/uploads/2017/02/prisma\\_01.jpg](http://www.marblesaritsamis.gr/wp-content/uploads/2017/02/prisma_01.jpg), τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020
- [12] <http://www.oikofire.gr/pages/faqefr.php>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020
- [13] <http://tzakiasompes.gr/wp-content/uploads/2015/01/%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC-%CF%84%CE%B6%CE%AC%CE%BA%CE%B9%CE%B1-C-19-247x300.jpg>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020
- [14] Ernst, G., S., 2012, “Concrete fireplace”, United States Patent, p.1-5.
- [15] Mix, D., E., Lyons, D., C., 2007, “Lenticular fireplace”, United States Patent, p.1-19.
- [16] [http://www.giatrakis.gr/\\_gfx/pics/big/485370446.jpg](http://www.giatrakis.gr/_gfx/pics/big/485370446.jpg), τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020
- [17] e-sompes, ενεργειακά τζάκια, <https://www.e-sompes.gr/index.php?page=5&act=viewCat&catId=56>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[18] <https://www.kalavroyzioti.gr/>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[19] Αφοί Δένδη, <https://www.dendis.gr/index.php?route=common/home>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[20] Danielsen, P., H., Moller, P., Jensen, K., A., Sharma, A., K., Wallin, H., Bossi, R., Autrup, H., Molhave, L., Ravanat, J., L., Bried, J., J., de Kok, T., M., Loft, S., (2011). Oxidative Stress, DNA Damage, and Inflammation Induced by Ambient Air and Wood Smoke Particulate Matter in Human A549 and THP-1 Cell Lines. *Chemical Research in Toxicology*, 24, p.168-184.

[21] Καλδέλλης, Ι., Καββαδίας, Κ., (2001), “Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας”.

[22] <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQK4MJcQ5-Bq6TRlcl-zLJXSoOiz5v01jT3TKnsfyzzMxIIQF367w>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[23] Matsumoto, T., Oku, T., Hiramatsu, K., Yasuda, M., Shirahata, Y., Shimono, A., Takeda, Y., Murozono, M., (2015). Evaluation of Photovoltaic Power Generation System Using Spherical Silicon Solar Cells and SiC-FET Inverter. *The Irago Conference*

[24] Oknow, Φωτοβολταϊκά πάνελ, <https://www.oknow.gr/>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[25] Mudgal, S., Yadav, A., Mahajan, V., (2019). Reliability Evaluation Of Power System Network

[26] <http://www.ptech.gr/?%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CF%84%CE%B1%CE%B9%CE%BA%CE%AC,22>

[27] Protergia, <https://www.protergia.gr/el>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[28] Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, <http://www.ypeka.gr/el-gr/>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[29] TEE, <https://web.tee.gr/>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[30] Grimmond S. Urbanization and global environmental change: local effects of urban warming. *The Geographical Journal* 2007;17383–88

[31] Crawley, Drury B. and Hand, Jon W. and Kummert, Michael and Griffith, Brent T. (2008) Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs, *Building and Environment* 43(4), 661-673

[32] E. R. Hitchin and A. J. Hyde, The estimation of heating energy use in buildings. *Institution of Mathematics and its Applications Symposium on the Environment inside Buildings* (1979).

[33] LoopCad, <http://www.avenir-online.com/AvenirWeb/LoopCAD/LoopCADTrial.aspx>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[34] Edilkamin, <http://www.edilkamin.com/el/>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[35] 1-Solar network, Διαδικασία λειτουργίας ηλιακής ενέργειας, <http://www.1-solar.gr/faq2.htm>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[36] EU SCIENCE HUB The European Commission's science and knowledge service, Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS), <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[37] ΔΑΠΕΕΠ, <http://www.lagie.gr/>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020

[38] <https://www.multiclima.gr/enallaktis-tzakiou>, τελευταία πρόσβαση στις 13/07/2020