

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΟΙΚΕΙΑΣ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΟΥ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ‘ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ’**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Χαμουζάς Ιωάννης  
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Καλογήρου Ιωάννης**

**ΠΑΤΡΑ 2015**



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονείται στα πλαίσια του Τμήματος Μηχανολογίας του ΤΕΙ Πάτρας και αφορά τη μελέτη της ενεργειακής κατάταξης ενός κτηρίου και πως μεταβάλλεται στα πλαίσια του εξοικονομώ κατ' οίκον.

Πρόκειται να μελετηθεί, η χρησιμότητα του προγράμματος, πώς παρεμβαίνει στη συγκεκριμένη οικεία που πρόκειται να μελετηθεί και ποιο θα είναι το χρηματικό και περιβαλλοντικό όφελος των παρεμβάσεων στο σύνολό τους. Ακόμη, πώς και πόσο επηρεάζει η κάθε αλλαγή συγκεκριμένα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, για το χρόνο και τη βοήθεια που μου προσέφερε καθώς και για την καθοδήγησή του για την πορεία και συγγραφή της εργασίας.

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

Ο σπουδαστής  
(Ονοματεπώνυμο)

.....  
(Υπογραφή)

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία που ακολουθεί αφορά την ενεργειακή αναβάθμιση μίας οικείας και έχει σαν στόχο τόσο τον υπολογισμό του κόστους των εκάστοτε παρεμβάσεων, όσο και το όφελος που αποφέρουν αυτές οι ενέργειες, για τον ιδιοκτήτη του ακινήτου (οικονομικό όφελος) καθώς επίσης και για το περιβάλλον (περιβαλλοντικό όφελος).

Πρόκειται αρχικά να υπολογιστεί η ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου, μέσω των διατάξεων του ΚΕΝΑΚ. Έπειτα, μέσω των προτάσεων που είναι προσωπική άποψη του συγγραφέα, διαπιστώνεται η νέα και σίγουρα υψηλότερη ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου. Είναι βέβαιο πως αν προταθούν όλων των ειδών ενεργειακής αναβάθμισης συστήματα (γεωθερμία, λέβητας ιόντων, εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος και άλλα) θα ήταν όμως υπερβολικά έξοδα για ένα νοικοκυριό οπότε μη βιώσιμες προτάσεις.

Σε αυτή την εργασία γίνεται προσπάθεια να τεθούν πραγματικές και βιώσιμες προτάσεις που να μην αναβαθμίζουν το σπίτι αλλά η απόσβεση θα γίνει σε λογικό χρονικό περιθώριο. Δε θα είχε νόημα να κάνουμε απλά μια εργασία η οποία να μην είχε φυσική σημασία.

Ακόμη, μέσω του προγράμματος του ΥΠΕΚΑ «εξοικονομώ κατ' οίκον», χρησιμοποιούμε την επιδότηση που προσφέρει το πρόγραμμα. Δε θα εμβαθύνουμε στις προδιαγραφές του προγράμματος αλλά θα θεωρήσουμε πως το σπίτι που μελετάμε εντάσσεται στο πρόγραμμα και ο ιδιοκτήτης του είναι επίσης επιλέξιμος.

Τέλος, μετά τις προτάσεις παρεμβάσεων, ακολουθούν τα συμπεράσματα στα οποία φαίνεται αν αξίζει πραγματικά να γίνει μια επένδυση που θα καταφέρει να μειώσει τα έξοδα μιας οικείας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
Κεφάλαιο 1.....	7
Εισαγωγή .....	7
1.1 Τι είναι το «εξοικονομώ κατ' οίκον»; .....	7
1.2 Τι όφελος έχει το πρόγραμμα;.....	8
Κεφάλαιο 2.....	10
Υπολογισμός ενεργειακής κατάταξης κτηρίου .....	10
2.1 Γνωριμία με το κτήριο.....	10
2.2 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων .....	12
2.3 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου .....	15
2.4 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων.....	16
2.5 Κλιματικές ζώνες .....	18
2.5.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών.....	19
2.6 Θερμικά κέρδη .....	20
2.7 Θερμικά κέρδη από ακτινοβολία.....	23
2.8 Υπολογισμός θερμικών απωλειών και κερδών κτιρίου αναφοράς.....	25
2.8.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών κτιρίου αναφοράς .....	27
2.8.2 Υπολογισμός θερμικών κερδών κτιρίου αναφοράς .....	28
2.8.3 Καθορισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίου.....	29
Κεφάλαιο 3.....	31
Προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης κτηρίου.....	31
3.1 Αντικατάσταση κουφωμάτων.....	31
3.2 Εξωτερική θερμοπρόσοψη .....	32
3.2.1 Τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης .....	34
3.3 Αντικατάσταση συστήματος θέρμανσης.....	42
3.3.1 Αντλία Θερμότητας .....	42
3.3.2 Λέβητας πέλετ .....	43
3.3.3 Ενεργειακό τζάκι.....	44

<b>3.3.4 Ηλιοθερμικό σύστημα θέρμανσης .....</b>	<b>45</b>
<b>3.3.4.1 Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα.....</b>	<b>46</b>
<b>3.4 Σύγκριση συστημάτων θέρμανσης.....</b>	<b>46</b>
<b>3.4.1 Σύγκριση αντλίας με λέβητα πετρελαίου.....</b>	<b>47</b>
<b>Κεφάλαιο 4.....</b>	<b>49</b>
<b>Οικονομοτεχνική ανάλυση .....</b>	<b>49</b>
<b>4.1. Υπολογισμός ενεργειακής κατάταξης νέου κτηρίου.....</b>	<b>49</b>
<b>4.2 Κόστος παρεμβάσεων .....</b>	<b>51</b>
<b>4.3.Χρόνος απόσβεσης επένδυσης.....</b>	<b>55</b>
<b>Κεφάλαιο 5.....</b>	<b>56</b>
<b>Συμπεράσματα.....</b>	<b>56</b>
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>58</b>

## Κεφάλαιο 1

### Εισαγωγή

Το ΥΠΕΚΑ, με στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση της χώρας, ξεκίνησε το πρόγραμμα «εξοικονομώ κατ' οίκον». Ένα πρόγραμμα το οποίο δημιουργήθηκε τόσο προς όφελος της χώρας όσο και των πολιτών που με μία γενναία επιδότηση θα επενδύσουν επάνω στην ενεργειακή αναβάθμιση του σπιτιού τους.

#### 1.1 Τι είναι το «εξοικονομώ κατ' οίκον»;

Πρόκειται για συγχρηματοδοτούμενο πρόγραμμα από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω του ΕΣΠΑ που παρέχει κίνητρα στους πολίτες προκειμένου να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση του σπιτιού τους, εξοικονομώντας χρήματα και ενέργεια και αυξάνοντας την αξία του.

#### Ποιες κατοικίες μπορούν να χρηματοδοτηθούν;

Επιλέξιμες κατοικίες είναι το σύνολο των μονοκατοικιών, πολυκατοικιών και μεμονωμένων διαμερισμάτων (χωρίς επιπλέον προϋπόθεση) που ικανοποιούν αποκλειστικά τα ακόλουθα κριτήρια:

- Βρίσκονται σε περιοχές με τιμή ζώνης χαμηλότερη ή ίση των 2.100 €/τ.μ.
- Έχουν καταταχθεί βάσει του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) σε κατηγορία χαμηλότερη ή ίση της Δ.

#### Ποιός μπορεί να ενταχθεί στο Πρόγραμμα – Με ποια κίνητρα;

Πίνακας 1.1			
Εισοδηματικά κριτήρια ένταξης			
Κατηγορία Ωφελούμενων	A1	A2	B
Ατομικό Εισόδημα	A.E. ≤12.000€	12.000€ < A.E. ≤ 40.000€	40.000€ < A.E. ≤ 60.000€
Οικογενειακό Εισόδημα	O.E. ≤ 20.000€	20.000€ < O.E. ≤ 60.000€	60.000€ < O.E. ≤ 80.000€
Κίνητρο	70% Επιχορήγηση  30% Άτοκο Δάνειο (επιδότηση επιτοκίου 100% έως 31.12.2015)	35% Επιχορήγηση  65% Άτοκο Δάνειο (επιδότηση επιτοκίου 100% έως 31.12.2015)	15% Επιχορήγηση  85% Άτοκο Δάνειο (επιδότηση επιτοκίου 100% έως 31.12.2015)

Με βάση τον ανώτερο πίνακα, μπορούμε να διακρίνουμε τρεις κατηγορίες οι οποίες εξαρτώνται μόνο από το εισόδημα του αιτούντα. Το υπόλοιπο ποσοστό της επιδότησης αποπληρώνεται μόνο με τη μορφή δανείου σε κάποια τράπεζα.

## **Για ποιες εργασίες μπορώ να χρηματοδοτηθώ;**

Η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται από τις παρεμβάσεις του προγράμματος πρέπει να αντιστοιχεί σε αναβάθμιση μιας ενεργειακής κατηγορίας ή στο 30% της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου αναφοράς.

Οι επιλέξιμες παρεμβάσεις αφορούν σε:

- 1. Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτηρίου συμπεριλαμβανομένου του δώματος/στέγης και της πιλοτής** (συμπεριλαμβάνονται πρόσθετες εργασίες όπως αποξηλώσεις και αποκομιδή, επεμβάσεις στη στέγη πχ. αντικατάσταση κεραμιδιών, κτλ).
- 2. Αντικατάσταση κουφωμάτων και τοποθέτηση συστημάτων σκίασης** (συμπεριλαμβανομένης. εξώπορτα κτηρίου, κουφώματα κλιμακοστασίου, παντζούρια, ρολά, τέντες, κτλ).
- 3. Αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης και παροχής ζεστού νερού χρήσης** (συμπεριλαμβανομένης. αντικατάσταση εξοπλισμού του λεβητοστασίου και του δικτύου διανομής, τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα, συστήματα ελέγχου και αυτονομίας θέρμανσης κτλ).

Για την υλοποίηση των παρεμβάσεων δεν απαιτείται αδειοδότηση, ούτε καν έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας, εκτός πολύ ειδικών περιπτώσεων. Ο μέγιστος επιλέξιμος προϋπολογισμός των παρεμβάσεων, συμπεριλαμβανομένου Φ.Π.Α. (που αποτελεί επιλέξιμη δαπάνη για το Πρόγραμμα) δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 15.000€ανά ιδιοκτησία.

Παράδειγμα: ένας πολίτης με οικογενειακό εισόδημα 19.000 € για εργασίες προϋπολογισμού 10.000€ συνάπτει βετες δάνειο τον Ιανουάριο του 2015 ύψους 3000€και λαμβάνει επιχορήγηση το υπόλοιπο ποσό 7000€ Η δόση του δανείου του είναι περίπου 42 € ενώ οι τόκοι που θα επιβαρυνθεί για την περίοδο 1/1/2016 - 1/1/2021 είναι περίπου 123 € Επιπλέον, του καλύπτεται στο ακέραιο το κόστος που πληρώνει για την ενεργειακή επιθεώρηση όπως και ο σύμβουλος έργου του.

### **Βήματα για τη συμμετοχή στο Πρόγραμμα:**

1. Προέγκριση δανείου - πρώτη ενεργειακή επιθεώρηση.
2. Υποβολή αίτησης και δικαιολογητικών.
3. Υπαγωγή αίτησης ενδιαφερόμενου- υπογραφή δανειακής Σύμβασης- εκταμίευση προκαταβολής.
4. Υλοποίηση Παρεμβάσεων - δεύτερη Ενεργειακή Επιθεώρηση.
5. Προσκόμιση δικαιολογητικών -εκταμίευση λοιπού δανείου και επιχορήγησης

### **1.2 Τι όφελος έχει το πρόγραμμα;**

Τα αναμενόμενα ενεργειακά, περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος είναι άμεσα όπως:

- Εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 1 δισ. kWh κατ' έτος.



- Ευαισθητοποίηση των πολιτών για την ορθολογική χρήση της ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος.
- Αναβάθμιση των συνθηκών διαβίωσης στα κτήρια και στις πόλεις και βελτίωση της καθημερινότητας του πολίτη.
- Αναβάθμιση αστικού περιβάλλοντος.
- Κινητοποίηση των δυνάμεων της αγοράς προς όφελος της ανάπτυξης βιώσιμων κοινωνιών.

Φορολογικές Ελαφρύνσεις:

Με το νέο φορολογικό νόμο 4024/2011, έχει θεσπιστεί μείωση του οφειλόμενου φόρου που μπορεί να φτάσει και τα 300 € για δαπάνες εξοικονόμησης ενέργειας της τάξεως των 3.000 €. Οι φορολογικές ελαφρύνσεις δεν αφορούν φυσικά στο ποσό που λαμβάνει ο πολίτης ως επιχορήγηση.

Ακόμη, με τη βοήθεια του, εκπληρώνεται κάποιο ποσοστό υποχρεώσεων απέναντι στο πρωτόκολλο του Κιότο που υπέγραψε η χώρα μας το Μάιο του 2002 και προβλέπει μείωση των εκπομπών ρύπων κατά 8%.

## **Κεφάλαιο 2**

### **Υπολογισμός ενεργειακής κατάταξης κτηρίου**

#### **2.1 Γνωριμία με το κτήριο**

Το κτήριο το οποίο πρόκειται να μελετήσουμε είναι ένα διαμέρισμα ισογείου και βρίσκεται στο Αγρίνιο. Η επιφάνειά του είναι 95,4 m<sup>2</sup> κατασκευάστηκε το 1974 και βρίσκεται στην κλιματική ζώνη Β. Άνωθεν του ακολουθούν δύο ακόμη όροφοι οπότε το ταβάνι δεν είναι τοίχος που έρχεται σε επαφή με την ταράτσα και δε θα μας απασχολήσει στους υπολογισμούς. Όσον αφορά τους τοίχους του σπιτιού, είναι και στις τέσσερις κατευθύνσεις εκτεθειμένο και δεν έρχεται σε άμεση επαφή με κανένα κτήριο. Τα κουφώματα είναι με αλουμίνια εικοσαετίας με μονό υαλοπίνακα 6mm και δεν υπάρχει κάποιο είδος μόνωσης στους τοίχους της οικοδομής. Η κάτοψη του κτηρίου που ακολουθεί θα μας βοηθήσει για τους υπολογισμούς αφού φαίνονται ξεκάθαρα οι κατευθύνσεις των τοίχων και τον ανοιγμάτων καθώς επίσης και οι διαστάσεις τους.



## 2.2 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Δομικό στοιχείο: Εξωτερική δοκός/ υποστύλωμα/ τοίχωμα



Εικόνα 2.2 Σύσταση τοίχου

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου ή στρώσεων δομικών στοιχείων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{a_i + \sum \frac{d}{\lambda} + a_a} \quad (\text{W /m}^2\text{k})$$

όπου:

- $U$  [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου
- $d$  [m] το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου
- $\lambda$  [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης
- $a_i$  [ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο
- $a_a$  [ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  του υλικού καθώς επίσης και ο συντελεστής θερμικής μετάβασης  $a_i$  και  $a_a$  που θα χρησιμοποιηθούν για τους υπολογισμούς θα λυφθούν από τους παρακάτω πίνακες :

	Συντελεστής θερμικής μεταβάσεως ( $\alpha_i$ ) και ( $\alpha_o$ )	Αντίσταση θερμικής μεταβάσεως ( $1/\alpha_i$ ) και ( $1/\alpha_o$ )
	[W/m <sup>2</sup> .K]	[m <sup>2</sup> .K/W]
Επιφάνεια τοίχων, εσωτερικά παράθυρα, εξωτερικά παράθυρα	$\alpha_i = 8,14$	$1/\alpha_i = 0,14$
Δάπεδα και οροφές σε περίπτωση μετάβασης θερμότητας από κάτω προς τα επάνω	$\alpha_i = 8,14$	$1/\alpha_i = 0,14$
Δάπεδα και οροφές σε περίπτωση μετάβασης θερμότητας από επάνω προς τα κάτω	$\alpha_i = 5,84$	$1/\alpha_i = 0,17$
Στις εξωτερικές πλευρές με μέση ταχύτητα ανέμου περίπου 2 [m/s]	$\alpha_o = 23,26$	$1/\alpha_o = 0,04$

Εικόνα 2.3 Συντελεστές θερμικής μετάβασης και αντίσταση θερμικής μετάβασης

Υλικά	Φαινόμενη πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ )
	[kg/m <sup>3</sup> ]	[W/m.K]
Επίχρισμα ασβεστοκονιάματος		0,87
Επίχρισμα τσιμεντοκονιάματος		1,39
Συμπαγείς λίθοι, μάρμαρο, γρανίτης, ασβεστόλιθος		3,49
Συμπαγείς πλίνθοι αργίλου ωμοί		0,93
Άμμος φυσικής προέλευσης		1,40
Σκυρόδεμα αδρανών $\leq 160$		2,03
Γαρμπιλοσκυρόδεμα	1700	0,81
Περλιτόδεμα με τσιμέντο 1:8		0,128
Πλάκες σκυροδέματος με ανάμικτα αδρανή	1400	0,58
Γυψοσανίδες	1200	0,58
Τσιμεντόλιθοι πλήρεις	1800	0,99
Τσιμεντόλιθοι διάτρητοι	1400	0,70
Οπτόπλινθοι πλήρεις	1400	0,60
Οπτόπλινθοι διάτρητοι	1200	0,52
Οξυά		0,17
Κωνοφόρα		0,14
Κόντρα πλακέ		0,14
Μοριοσανίδες	900	0,17
Γυαλί		0,81
Αλουμίνιο		203,52
Χυτοσίδηρος και χάλυβας		53,15
Ασφαλτικό σκυρόδεμα	2100	0,70
Ασφαλτόχαρτο	1100	0,19
<b>Θερμομονωτικά υλικά</b>		
Υαλοβάμβακας	50	0,041
Πετροβάμβακας	230-250	0,056
Πλάκες διογκωμένου φελλού	160	0,046
Αφρώδης πολυουρεθάνη		0,033
Διογκωμένη πολυστερίνη	10-30	0,041
Αφρώδης πολυστερωλή Roofmate	32-35	0,027

Εικόνα 2.4 Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ ) για διάφορα δομικά

Η τοιχοποιία του κτιρίου αποτελείται από τρεις στρώσεις υλικών. Εσωτερικά υπάρχει μία επικάλυψη με ασβεστοκονίαμα. Στη μέση υπάρχει τσιμεντόλιθος και εξωτερικά μια τελευταία στρώση ασβεστοκονιάματος. Το ασβεστοκονίαμα και από τις δυο πλευρές έχει πάχος 2 cm ενώ ο τσιμεντόλιθος έχει πάχος 16 cm. Χρησιμοποιώντας την εξίσωση και τα δεδομένα από τους ανωτέρω πίνακες προκύπτει ο πίνακας που ακολουθεί.



Στρώσεις υλικών τοιχοποιίας	d (m)	λ (W/m*K)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,0230
Τσιμεντόλιθοι πλήρεις	0,16	0,99	0,1616
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,0230
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			0,2076
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/a <sub>i</sub>	0,14
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a <sub>a</sub>	0,04
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε W/m <sup>2</sup> K		u	<b>2,58</b>

$$U = \frac{1}{0.14 + 0.2076 + 0.04} = 2.5799 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### 2.3 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου

Το δάπεδο του κτιρίου είναι κατασκευασμένο από τρεις στρώσεις υλικών. Μια στρώση πάχους 18 cm από σκυρόδεμα αδρανών, μια στρώση 5 cm γαρμπιλοσκυρόδεμα και μια στρώση από μάρμαρο πάχους 2 cm.



Εικόνα 2.5 Σύσταση δαπέδου

Στρώσεις υλικών δαπέδου	d (m)	λ (W/m*K)	d/λ
Μάρμαρο	0,02	3,49	0,0057
Γαρμπιλοσκυρόδεμα	0,05	0,81	0,0617
Σκυρόδεμα αδρανών	0,18	2,03	0,0886
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			0,1560
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/a <sub>i</sub>	0,17

Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα	$1/a_a$	0,04
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε $W/m^2 \cdot K$	$u$	<b>2,73</b>

#### 2.4 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων



Εικόνα 2.6 προηγούμενο κούφωμα

Τα κουφώματα του σπιτιού είναι παλιά αλουμίνια με τα πάχος πλαισίου 7cm και πάχος υαλοπίνακα 6mm.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των κουφωμάτων υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση :

$$U_w = \frac{A_f \times U_f + A_g \times U_g + l_g \times \Psi_g}{A_w} \quad (W / m^2 k)$$

όπου:

- $U_w$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος
- $U_f$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος
- $U_g$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού η περισσότερων φύλλων)
- $A_f$  [ $m^2$ ] η επιφάνεια του υαλοπίνακα
- $A_g$  [ $m^2$ ] η επιφάνεια του πλαισίου
- $l_g$  [ $m$ ] το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα)
- $\Psi_g$  [ $W/mK$ ] ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος
- $A_w$  [ $m^2$ ] το εμβαδόν επιφάνειας του κουφώματος



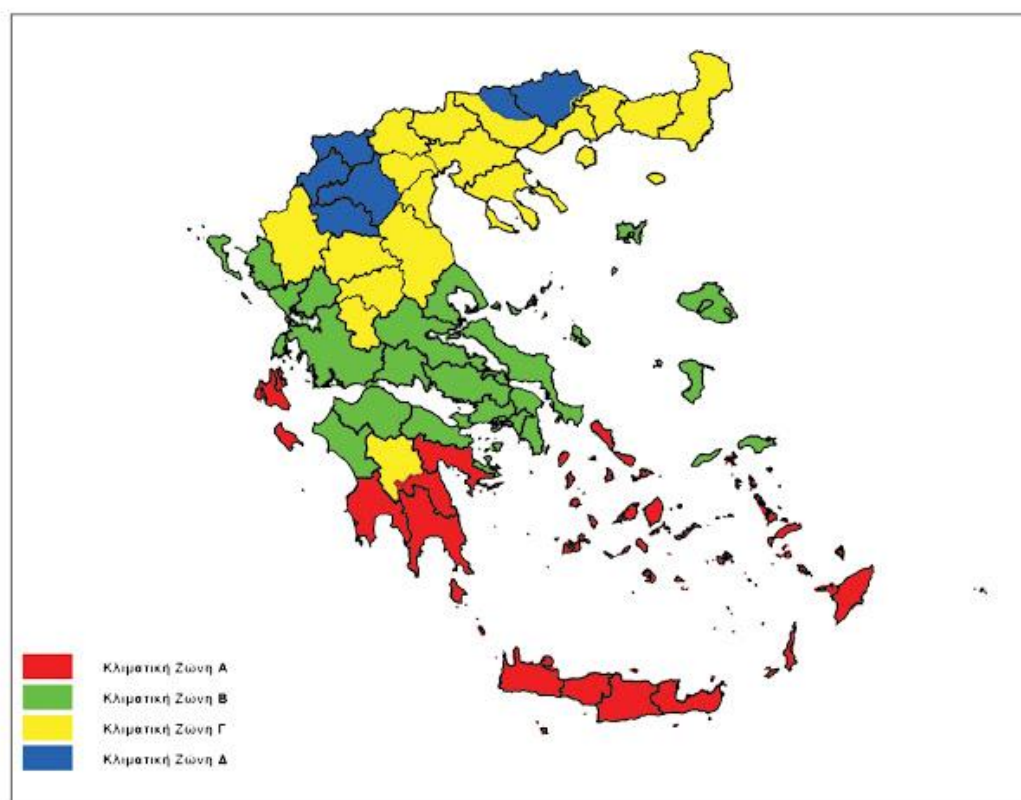
Είδος πλαισίου	Γραμμική θερμική μετάδοση για διάφορους τύπους υαλοστάσιον $\Psi_g$	
	Διπλό ή Τριπλό υαλοστάσιο χωρίς προστασία γυαλιού, αέρα ή άλλου τύπου αέριο στο διάκενο	Διπλό ή Τριπλό υαλοστάσιο με χαμηλό συντελεστή ακτινοβολίας (ε)και αέρα ή άλλου τύπου αέριο στο διάκενο
Ξύλο ή PVC	0.06	0.08
Μέταλλα με φράγμα θερμότητας	0.08	0.11
Μέταλλα χωρίς φράγμα θερμότητας	0.02	0.05

Είδος πλαισίου	U
Αλουμίνιο συμβατικό Profil	7
Αλουμίνιο θερμοδιακοπτόμενο Profil	2 ~ 4,5
Ξύλινο Profil	1,5 ~ 1,8
PVC Profil	1,3 ~ 1,7
Μόνος συμβατικός υαλοπίνακας 5mm	5,8
Μόνος συμβατικός υαλοπίνακας 6mm	5,7
Μόνος συμβατικός υαλοπίνακας 10mm	5,6
Διπλός συμβατικός υαλοπίνακας	2,5 ~ 3,4
Τριπλός συμβατικός υαλοπίνακας	1,7 ~ 2,0
Διπλός ενεργειακός υαλοπίνακας	1 ~ 2
Τριπλός ενεργειακός υαλοπίνακας	0,5 ~ 1,2
Panel με styrofoam	1,4

Στο κτίριο που μελετάμε υπάρχουν ανοίγματα διαφόρων μεγεθών. Για το λόγο αυτό θα υπολογίσουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας όλων των κουφωμάτων ξεχωριστά, ανάλογα με τις διαστάσεις τους, χρησιμοποιώντας την εξίσωση 2.2. Στην περίπτωση των πορτών θα χρησιμοποιηθεί η ίδια εξίσωση μηδενίζοντας την επιφάνεια του υαλοπίνακα. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας όλων των ανοιγμάτων.

Ανοίγματα	Πλάτος	Ύψος	$A_w$	$A_f$	$A_g$	$I_g$	$\Psi_g$	$U_f$	$U_g$	$U_w$
Πρθρ1	1,60	0,85	1,36	1,04	0,32	4,90	0,08	1,5	5,7	<b>1,18</b>
Πρθρ2	1,60	0,85	1,36	1,04	0,32	4,90	0,08	1,5	5,7	<b>1,18</b>
Πρθρ3	1,25	1,00	1,25	0,96	0,29	4,50	0,08	1,5	5,7	<b>1,12</b>
Πρθρ4	1,10	1,20	1,32	1,02	0,30	4,60	0,08	1,5	5,7	<b>1,15</b>
Πρθρ5	0,65	1,75	1,14	0,82	0,32	4,80	0,08	1,5	5,7	<b>1,10</b>
Πόρτα1	1,30	2,40	3,12	2,62	0,50	7,40	0,08	1,5	5,7	<b>1,76</b>
Πόρτα2	1,00	2,30	2,30	1,86	0,44	6,60	0,08	1,5	5,7	<b>1,54</b>
Πόρτα3	1,45	2,40	3,48	2,96	0,52	7,7	0,08	1,5	5,7	<b>1,84</b>

## 2.5 Κλιματικές ζώνες



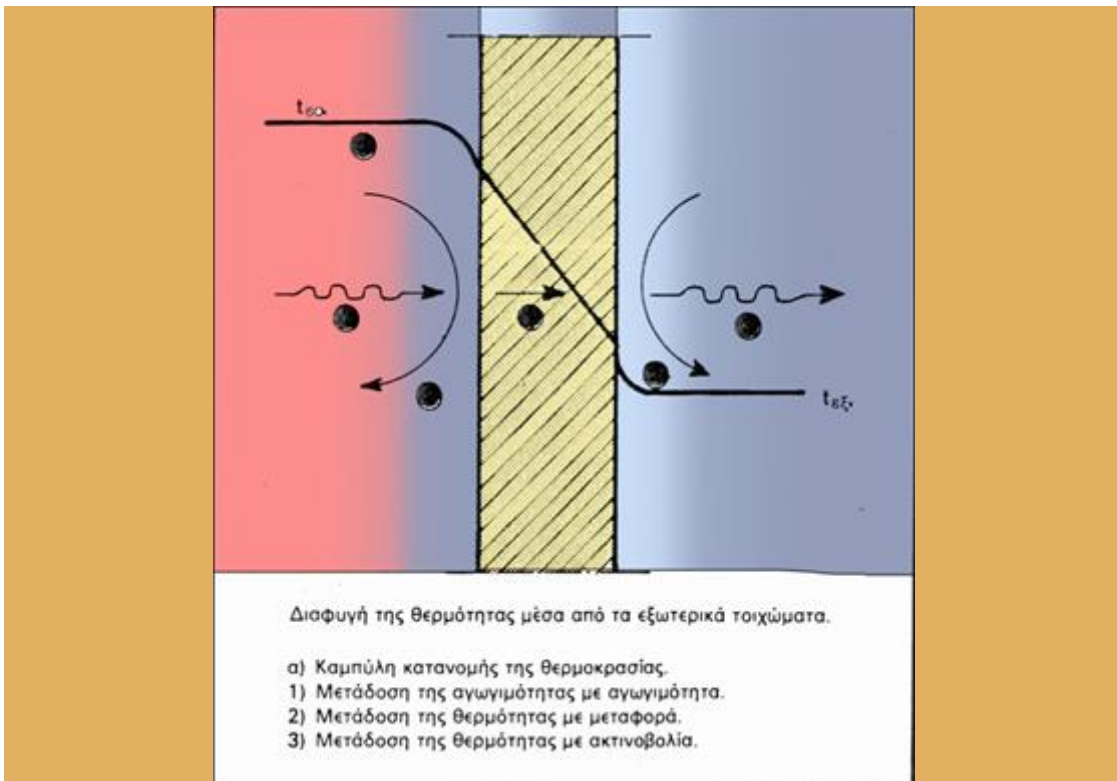
Εικόνα 2.7 Σχηματική απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας

Στον ανωτέρω χάρτη φαίνονται οι τέσσερις κλιματικές ζώνες της χώρας όπως έχουν οριστικοποιηθεί από τον ΚΕΝΑΚ.

### 2.5.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών

Το αίτιο στο οποίο έγκειται η θερμική απώλεια ενός κτηρίου ή ενός σώματος γενικότερα, είναι η διαφορά θερμοκρασίας μέσα και έξω από αυτό. Η θερμότητα έχει σαν ιδιότητα να μεταφέρεται από το ψυχρότερο στο θερμότερο σώμα. Ο ζεστός αέρας σε ένα δωμάτιο μεταφέρει θερμότητα μετακινούμενος προς τις ψυχρότερες επιφάνειες που είναι οι τοίχοι και η οροφή με θερμά ρεύματα.

Ακόμη οι επιφάνειες μπορούν θερμαίνονται και με την ακτινοβολία. Έτσι, ανεβαίνει η επιφανειακή θερμοκρασία των εσωτερικών πλευρών τοίχων και οροφής. Επειδή υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής πλευράς τοίχου ή οροφής του κελύφους, η θερμότητα με αγωγή απ' τα συμπαγή στοιχεία, με μεταφορά απ' τις κοιλότητες και με ακτινοβολία περνά στην εξωτερική επιφάνεια, απ' όπου μεταφέρεται στο περιβάλλον με μεταφορά και ακτινοβολία.



Εικόνα 2.8 Διαφυγή θερμότητας

$$Q = A \times U \times \Delta t$$

Το κτήριο βρίσκεται στην Αιτωλοακαρνανία οπότε και στην Β κλιματική ζώνη. Αυτό σημαίνει πως :  $\Delta t = 20 - 0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Στον πίνακα που ακολουθεί εξηγούμε τα παρακάτω σύμβολα:

Τεξ. = τοίχος εξωτερικός

Πεξ. = παράθυρο εξωτερικό

Θεξ = θύρα εξωτερική

$\Delta$  = δάπεδο

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ				ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	ΒΔ	20	12,5	3,3	41,25	1,25	40,00	2,58	20	2064
Τεξ.	ΒΑ	20	8,6	3,3	28,38	8,00	20,38	2,58	20	1052
Τεξ.	ΝΑ	20	12,5	3,3	41,25	5,58	35,67	2,58	20	1841
Τεξ.	ΝΔ	20	8,6	3,3	28,38	5,78	22,60	2,58	20	1166
Πεξ.	ΒΔ		1,25	1,00	1,25		1,25	1,12	20	28
Πεξ	ΒΑ		1,60	0,85	1,36		1,36	1,18	20	32
Πεξ.	ΒΑ		1,60	0,85	1,36		1,36	1,18	20	32
Θεξ	ΝΑ		1,30	2,40	3,12		3,12	1,76	20	110
Πεξ.	ΝΑ		0,65	1,75	1,14		1,14	1,10	20	25
Πεξ.	ΝΑ		1,10	1,20	1,32		1,32	1,15	20	30
Θεξ.	ΝΔ		1,00	2,30	2,30		2,30	1,54	20	71
Θεξ.	ΝΔ		1,45	2,40	3,48		3,48	2,85	20	198
Δ		25			95,40		95,40	2,73	20	5209
απωλειών κτηρίου :										11858
προσαύξηση :										0,25
<b>Σύνολο απωλειών κτηρίου (Watt) :</b>										<b>14823</b>

Ο λόγος για τον οποίο προσθέτουμε μια προσαύξηση της τάξεως του 25 στην τιμή που υπολογίσαμε είναι λόγω της απώλειας θερμομόνωσης. Ειδικότερα, όταν το σπίτι πρόκειται να θερμανθεί δε θα πρέπει να υπολογίσουμε μόνο τον εσωτερικό χώρο αλλά και τις επιφάνειες με τις οποίες έρχεται σε επαφή όπου θα έχουν την ίδια θερμοκρασία. Λόγω της απώλειας θερμομόνωσης λοιπόν, θα πρέπει να αναθερμαίνονται τόσο οι επιφάνειες όσο και ο εσωτερικός αέρας.

## 2.6 Θερμικά κέρδη

Σε αυτή την παράγραφο θα υπολογίσουμε τα θερμικά κέρδη που έχει το κτήριο από την ηλιακή ακτινοβολία και θα παραβλέψουμε τα κέρδη που μπορεί να υπάρχουν από τυχόν ηλεκτρικές συσκευές ή ανθρώπους.

$$Q_s = A \times U \times \Delta t \text{ Watt}$$

Όπου:

A: εμβαδόν της επιφάνειας

U : συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων

$\Delta t_c$ : διαφορά θερμοκρασίας

Για την επιλογή του  $\Delta t_c$  θα πρέπει να γνωρίζουμε και την μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά  $\Delta t$  μεταξύ του περιβάλλοντος και της επιθυμητής εσωτερικής θερμοκρασίας. Γνωρίζουμε ότι η εσωτερική επιθυμητή θερμοκρασία είναι 26 °C (παρακάτω πίνακας) ενώ η μέση εξωτερική θερμοκρασίας για το Αγρίνιο είναι 34 °C. Άρα  $\Delta t_c=8$  °C

Κατηγορία κτιρίου →	(A) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν <b>εύκολα</b> τη θερμότητα			(B) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν <b>δύσκολα</b> τη θερμότητα		
	8	11	14	8	11	14
$\Delta t$ μεταξύ αέρα περιβάλλοντος και αέρα χώρου→ Είδος επιφάνειας ↓	8	11	14	8	11	14
Τοίχοι και πόρτες προσανατολισμός βορινός	4	7	10	6	9	12
BA	8	11	13	9	12	14
ανατολικός	10	13	16	13	16	18
NA	9	12	14	12	15	17
νότιος	6	9	12	9	12	14
NΔ	9	12	14	13	17	19
δυτικός	10	13	16	15	18	21
BΔ	8	11	13	11	14	17
Οροφές πλάκα μπετόν χωρίς μόνωση	23	26	28	33	36	39
πλάκα μπετόν με βαριά μόνωση	12	13	14	12	13	14
σοφίτες	23	26	28	-	-	-
σκιαζόμενη πλάκα, κεραμοσκεπή	7	9	10	7	9	10
Τοίχοι, δάπεδα και οροφές σε επαφή με εσωτερικούς μη κλιματιζόμενους χώρους	5	7	8	5	7	8

Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	20	26	40	45
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	20	26	35	45
θερινής λειτουργίας	20	26	35	45
χειμερινής λειτουργίας	20	26	35	45
Οικοτροφείο και κοιτώνας	20	26	40	45
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	40	45
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	20	26	35	50
Εστιατόριο	20	26	35	50
Ζαχαροπλαστέιο, καφενείο	20	26	35	50
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	20	26	35	50
Θέατρο, κινηματογράφος	20	26	35	50
Χώρος συναυλιών	20	26	35	50
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	20	23	35	50
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	20	26	35	45
Τράπεζα	20	26	35	45
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	20	26	35	50
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	18	25	35	45
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	18	26	35	50
Λουτρό (κοινόχρηστο)	22	26	40	50

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ				ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΡΔΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	ΒΔ	20	12,5	3,3	41,25	1,25	40,00	2,58	8	826
Τεξ.	ΒΑ	20	8,6	3,3	28,38	8,00	20,38	2,58	8	241
Τεξ.	ΝΑ	20	12,5	3,3	41,25	5,58	35,67	2,58	9	828
Τεξ.	ΝΔ	20	8,6	3,3	28,38	5,78	22,60	2,58	9	525
Πεξ.	ΒΔ		1,25	1,00	1,25		1,25	1,12	8	11
Πεξ	ΒΑ		1,60	0,85	1,36		1,36	1,18	8	13
Πεξ.	ΒΑ		1,60	0,85	1,36		1,36	1,18	8	13
Θεξ	ΝΑ		1,30	2,40	3,12		3,12	1,76	9	50
Πεξ.	ΝΑ		0,65	1,75	1,14		1,14	1,10	9	11
Πεξ.	ΝΑ		1,10	1,20	1,32		1,32	1,15	9	14
Θεξ.	ΝΔ		1,00	2,30	2,30		2,30	1,54	9	32
Θεξ.	ΝΔ		1,45	2,40	3,48		3,48	2,85	9	89
Δ		25			95,40		95,40	2,73	5	1302
<b>Σύνολο κερδών κτηρίου (Watt):</b>										<b>3955</b>

## 2.7 Θερμικά κέρδη από ακτινοβολία

Το μέγεθος των θερμικών κερδών από ακτινοβολία εξαρτάται από τον προσανατολισμό του κτιρίου, από την εποχή του έτους, από την ώρα της ημέρας και από το γεωγραφικό πλάτος στο οποίο βρίσκεται το κτίριο.

Υπάρχουν δύο είδη ακτινοβολίας. Η διάχυτη, που διαπερνά τα τζάμια και μπαίνει στον κλιματιζόμενο χώρο χωρίς την παρουσία ήλιου, και η άμεση, που είναι οι ακτίνες του ήλιου που προσπίπτουν απευθείας στο τζάμι.

Ο υπολογισμός θερμικών κερδών από ακτινοβολία γίνεται με το γινόμενο μεταξύ της επιφάνειας του παραθύρου και των τιμών του κάτωθι πίνακα με βάση τα δεδομένα που χρησιμοποιήσαμε για να υπολογίσουμε τα φορτία από αγωγιμότητα ( $\Delta_{te}=8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , κατηγορία Α).

Από την εξίσωση:  $A \cdot \Delta T = \text{Κέρδος}$  έχουμε:



Κατηγορία κτιρίου →	(Α) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν εύκολα τη θερμότητα			(Β) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν δύσκολα τη θερμότητα		
	8	11	14	8	11	14
Δt →						
Είδος επιφανείας ↓						
Απλοί υαλοπίνακες						
προσανατολισμός βορινός	114	129	148	139	155	170
BA	205	221	237	281	287	300
ανατολικός	284	300	315	432	438	448
NA	236	251	265	410	423	438
νότιος	160	175	190	265	280	295
ND	236	251	265	501	517	533
δυτικός	284	300	315	561	577	593
BD	205	221	237	401	416	432
Διπλοί υαλοπίνακες						
προσανατολισμός βορινός	95	107	117	114	123	132
BA	177	186	196	249	252	262
ανατολικός	246	255	265	382	385	394
NA	204	213	222	356	366	375
νότιος	137	146	154	227	236	245
ND	204	213	222	432	442	451
δυτικός	246	255	265	486	495	505
BD	177	186	196	344	353	363

Με βάση τα παραπάνω δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας που μας δείχνει τα θερμικά κέρδη από ακτινοβολία:

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΚΕΡΔΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ
Πεξ.	BD	1,25	205	<b>256</b>
Πεξ.	BA	1,36	205	<b>279</b>



Πεξ.	BA	1,36	205	<b>279</b>
Πεξ.	NA	3,12	236	<b>736</b>
Πεξ.	NA	1,14	236	<b>269</b>
Πεξ.	NA	1,32	236	<b>312</b>
Πεξ.	NΔ	2,30	236	<b>543</b>
Πεξ.	NΔ	3,48	236	<b>821</b>
<b>Σύνολο κερδών ακτινοβολίας</b>				<b>3495</b>

### Σύνολο θερμικών κερδών:

$$Q_{ολ} = Q_{κτ} + Q_{ακτ} = 3955 + 3495 = 7450 \text{ watt}$$

### 2.8 Υπολογισμός θερμικών απωλειών και κερδών κτιρίου αναφοράς

Ως κτίριο αναφοράς ορίζεται ένα κτίριο με την ίδια χρήση, προφίλ λειτουργίας, γεωμετρία (επιφάνεια χρήσιμων και κοινόχρηστων χώρων, επιφάνεια κλιματιζόμενων χώρων, επιφάνεια εξωτερικών τοίχων, επιφάνεια δαπέδου και επιφάνεια οροφής ) και προσανατολισμό εξωτερικών δομικών στοιχείων, με το υπό σχεδίαση και μελέτη κτίριο.

Το κτίριο αναφοράς έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του όσο και στις εγκαταστάσεις θέρμανσης/ψύξης/κλιματισμού καθώς και εγκαταστάσεις ζεστού νερού χρήσης.

Το κτίριο αναφοράς καταλαμβάνει πάντα την κατηγορία B, στην ενεργειακή ταξινόμηση.

#### Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
<b>B</b>	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Το κτιριακό κέλυφος του κτιρίου αναφοράς έχει τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Διαθέτει θερμομονωμένο κέλυφος και πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις των συντελεστών θερμοπερατότητας
- Διαθέτει εξωτερικές επιφάνειες (τοιχοποιίες και οροφές) ανοιχτού χρώματος ώστε να αυξάνεται η ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, με συντελεστή ανάκλασης 0,35. Σε περίπτωση που η στέγη καλύπτεται από κεραμοποιία η από ηλιακούς συλλέκτες η ανακλαστικότητα ορίζεται αντίστοιχα
- Ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας είναι 0,8
- Διαθέτει τα απαραίτητα σταθερά σκιάδια (πρόβολοι, πέργκολες, μπαλκόνια κλπ ) ανά προσανατολισμό, τέτοια ώστε οι επιμέρους συντελεστές σκίασης, για οριζόντια, πλευρικά σκιάδια καθώς και από τον περιβάλλοντα χώρο, να μην υπερβαίνουν τις τιμές που καθορίζονται. Τα εσωτερικά σκιάδια (κουρτίνες, περσίδες) των ανοιγμάτων δεν λαμβάνονται υπόψη, καθώς επίσης τα εξωτερικά παραθυρόφυλλα τα οποία δεν θεωρούνται σταθερά σκιάδια
- Διαθέτει υαλοστάσια με συγκεκριμένο συντελεστή διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία και στο ορατό φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα την χρήση του κτιρίου
- Οι αδιαφανείς επιφάνειες του κτιρίου αναφοράς διαθέτουν χαμηλή σκίαση για όλες της εποχές
- Ο διεισδυτικός αερισμός αφορά την ποσότητα εκείνη της διείσδυσης εξωτερικού αέρα μέσω των κουφωμάτων η οποία είναι ανεξέλεγκτη και οφείλεται στις χαραμάδες. Η διείσδυση του αέρα για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με 5,5 m<sup>3</sup>/h ή 1,5 L/s ανά m<sup>2</sup> κουφωμάτων

Οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματολογική ζώνη φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U <sub>R</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U <sub>T</sub>	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	U <sub>FA</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>TU</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U <sub>TB</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>FU</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U <sub>FB</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U <sub>w</sub>	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U <sub>GF</sub>	2,20	2,00	1,80	1,80

### 2.8.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών κτηρίου αναφοράς

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ				ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	ΒΔ	20	12,5	3,3	41,25	1,25	40,00	0,5	20	400
Τεξ.	ΒΑ	20	8,6	3,3	28,38	8,00	20,38	0,5	20	204
Τεξ.	ΝΑ	20	12,5	3,3	41,25	5,58	35,67	0,5	20	357
Τεξ.	ΝΔ	20	8,6	3,3	28,38	5,78	22,60	0,5	20	226
Πεξ.	ΒΔ		1,25	1,00	1,25		1,25	3	20	75
Πεξ	ΒΑ		1,60	0,85	1,36		1,36	3	20	82
Πεξ.	ΒΑ		1,60	0,85	1,36		1,36	3	20	82
Θεξ	ΝΑ		1,30	2,40	3,12		3,12	3	20	187
Πεξ.	ΝΑ		0,65	1,75	1,14		1,14	3	20	68
Πεξ.	ΝΑ		1,10	1,20	1,32		1,32	3	20	79
Θεξ.	ΝΔ		1,00	2,30	2,30		2,30	3	20	138
Θεξ.	ΝΔ		1,45	2,40	3,48		3,48	3	20	209
Δ		25			95,40		95,40	0,45	20	859
απωλειών κτηρίου :										2966
προσαύξηση :										100%
<b>Σύνολο απωλειών κτηρίου (Watt) :</b>										<b>5932</b>

## 2.8.2 Υπολογισμός θερμικών κερδών κτιρίου αναφοράς

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ				ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΕΡΔΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	ΒΔ	20	12,5	3,3	41,25	1,25	40,00	0,5	8	160
Τεξ.	ΒΑ	20	8,6	3,3	28,38	8,00	20,38	0,5	8	82
Τεξ.	ΝΑ	20	12,5	3,3	41,25	5,58	35,67	0,5	9	161
Τεξ.	ΝΔ	20	8,6	3,3	28,38	5,78	22,60	0,5	9	102
Πεξ.	ΒΔ		1,25	1,00	1,25		1,25	3	8	30
Πεξ.	ΒΑ		1,60	0,85	1,36		1,36	3	8	33
Πεξ.	ΒΑ		1,60	0,85	1,36		1,36	3	8	33
Θεξ.	ΝΑ		1,30	2,40	3,12		3,12	3	9	84
Πεξ.	ΝΑ		0,65	1,75	1,14		1,14	3	9	31
Πεξ.	ΝΑ		1,10	1,20	1,32		1,32	3	9	36
Θεξ.	ΝΔ		1,00	2,30	2,30		2,30	3	9	62
Θεξ.	ΝΔ		1,45	2,40	3,48		3,48	3	9	94
Δ		25			95,40		95,40	0,45	5	215
<b>Σύνολο κερδών κτηρίου (Watt):</b>										<b>1123</b>

## Υπολογισμός κερδών από ακτινοβολία

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΚΕΡΔΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ
Πεξ.	ΒΔ	1,25	177	221
Πεξ.	ΒΑ	1,36	177	241
Πεξ.	ΒΑ	1,36	177	241
Πεξ.	ΝΑ	3,12	204	637
Πεξ.	ΝΑ	1,14	204	233
Πεξ.	ΝΑ	1,32	204	269
Πεξ.	ΝΔ	2,30	204	469
Πεξ.	ΝΔ	3,48	204	710
<b>Σύνολο κερδών ακτινοβολίας</b>				<b>3021</b>

**Σύνολο θερμικών κερδών:**

$$Q_{ολ} = Q_{κτ} + Q_{ακτ} = 1123 + 3021 = 4144 \text{ Watt}$$

### 2.8.3 Καθορισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίου

	θερμικές απώλειες	θερμικά κέρδη	συνολικές απώλειες
<b>εξεταζόμενο κτίριο</b>	14823	7450	22273
<b>κτίριο αναφοράς</b>	5932	4144	10076
		T:	<b>2.21</b>

Άρα το κτίριο που μελετάμε βρίσκεται στην ενεργειακή κλάση **E**.



Εικόνα 2.9 Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

## Κεφάλαιο 3

### Προτάσεις ενεργειακής αναβάθμισης κτηρίου

Για να αναβαθμίσουμε ενεργειακά ένα σπίτι υπάρχουν συγκεκριμένες παρεμβάσεις που θα πρέπει να γίνουν. Σαν κατηγορίες είναι οι εξής:

- Αντικατάσταση κουφωμάτων
- Προσθήκη συστημάτων σκίασης
- Αντικατάσταση- εκ νέου τοποθέτηση οικονομικού λέβητα
- Θερμομόνωση
- Μόνωση ταράτσας – κεραμοσκεπής
- Τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα

#### 3.1 Αντικατάσταση κουφωμάτων

Σε αυτή την παρέμβαση υπάρχει μεγάλη ποικιλία επιλέξιμων κουφωμάτων καθώς και δύο μεγάλες κατηγορίες, ανοιγόμενα και συρόμενα ή επάλληλα. Στη δική μας περίπτωση θα τοποθετηθούν ανοιγόμενα.

Στην αναζήτησή μας για το ποια είναι τα καταλληλότερα κουφώματα για να βάλουμε στο σπίτι μας καταρχήν απορρίπτουμε τα ξύλινα. Παρότι τα ξύλινα κουφώματα είναι αδιαμφισβήτητα πιο όμορφα από τα αλουμίνια ή τα pvc, έχουν τεράστιες διαφορές ως προς τη θερμομόνωση και κυριότερα το κόστος και την αντοχή.

Τα κουφώματα τα οποία είναι κατασκευασμένα από pvc είναι το κόστος, το ποίο υπολογίζεται περίπου -20% σε σχέση με τα αλουμινίου. Ακόμη, έχουν καλό συντελεστή θερμομόνωσης, λειτουργικότητα και καλή εφαρμογή. Αμφισβητείται όμως η αντοχής τους στην ηλιακή ακτινοβολία και την μηχανική καταπόνηση. Ως εκ τούτου αποφεύγεται η τοποθέτηση κουφωμάτων pvc σε μεγάλα ανοίγματα.

Τα κουφώματα αλουμινίου συνδυάζουν τα περισσότερα και σημαντικότερα πλεονεκτήματα εν συγκρίση με τις άλλες δύο κατηγορίες. Κατά κύριο πλεονέκτημα, συνδυάζουν αυξημένη αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις, ηλιακή ακτινοβολία και δυσμενές περιβάλλον, καθώς επίσης είναι υδατοστεγανά, δεν χρειάζονται συχνή συντήρηση και υπάρχει ποικιλία χρωμάτων και σχεδίων. Επί προσθέτως, για όσους προτιμούν τη φυσική ομορφιά του ξύλου, κυκλοφορούν σειρές κουφωμάτων που θα μπορούσαν να μπερδέψουν οποιοδήποτε για το υλικό του παραθύρου.

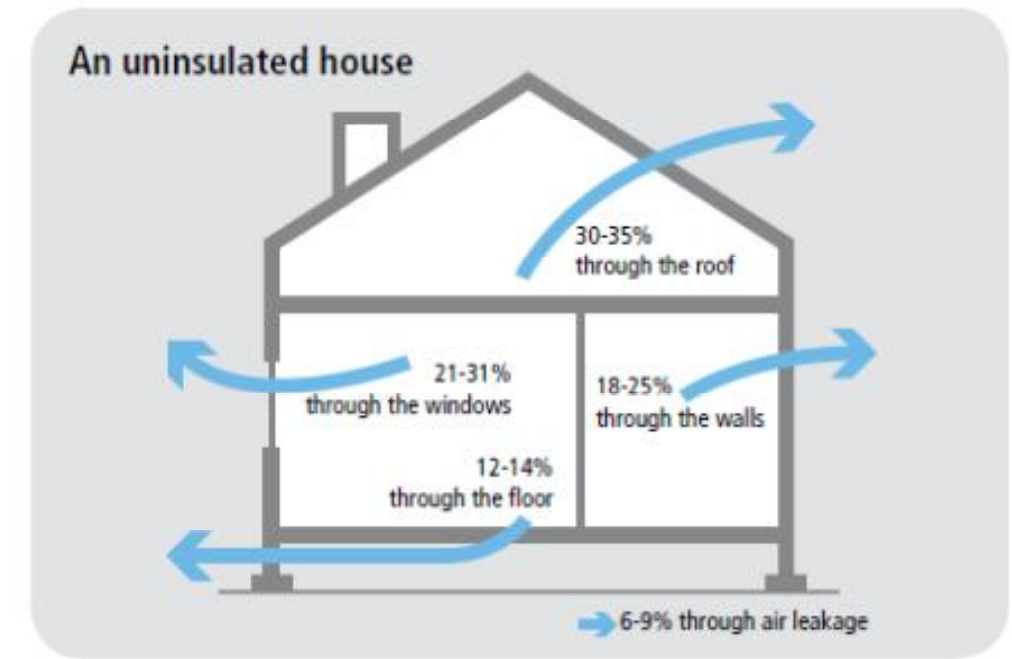
Εν συνεχεία παρατίθεται η προσφορά για τα κουφώματα.

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ : ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ							ΣΕΙΡΑ :EL 5400	
ΧΡΩΜΑ: ΛΕΥΚΟ							ΑΡ/ΠΡ: 2024/14	
A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ	ΠΛΑΤ	ΥΨΟ Σ	T	M2	ΚΟΥΦ ΩΜΑ		
0 1	ΒΟΗΘΗΤΙΚΗ ΕΙΣΟΔΟΣ ΜΕ ΤΖΑΜΙ (UF= 7 UG=1,1 UW=3.1)	1000	2300	1	2,30	644		644
0 2	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ UF= 7UG=1,1 UW=3.3)	1450	2400	1	3,48	975		975
0 3	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ UF= 7UG=1,1 UW=3.5)	1300	2400	1	3,12	874		874
0 4	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ UF= 7UG=1,1 UW=3.8)	1450	1100	1	1,60	448		448
0 5	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ UF= 7UG=1,1 UW=3,7)	1450	1250	1	1,81	507		507
0 6	ΜΟΝΟΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ UF= 7UG=1,1 UW=4.9)	550	650	1	0,36	100		100
0 7	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ UF= 7UG=1,1 UW=3.5)	1500	1600	1	2,40	672		672
0 8	ΔΙΦΥΛΛΟ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΑΝΑΚΛΙΝΟΜΕΝΟ UF= 7UG=1,1 UW=3.5)	1500	1600	1	2,40	672		672
					17,4 7			4.892, 00€
								ΑΞΙΑΠΡΟ Φ.Π.Α: 3.977,24€
								Φ.Π.Α: 914,77€
								ΑΞΙΑΜΕ Φ.Π.Α: 4.892,01€

### 3.2 Εξωτερική θερμοπρόσοψη

Ένα πολύ σημαντικό μέτρο για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για τις ανάγκες της θέρμανσης και της ψύξης είναι η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου. Από τις εκτεθειμένες στον εξωτερικό αέρα πλευρές του κτιρίου έχουμε μεγάλες απώλειες ενέργειας της τάξης του 18-25 % των συνολικών απωλειών του κελύφους όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:





Εικόνα 3.1 Απώλεια θερμότητας

Με την εξωτερική θερμομόνωση, περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατό η ανταλλαγή θερμότητας του κτιρίου με το εξωτερικό περιβάλλον, κρατώντας την θερμοκρασία στον εσωτερικό χώρο σε σταθερά επίπεδα. Το εσώκλιμα του κτιρίου παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην άνεση των ατόμων που ζούνε ή εργάζονται μέσα σε αυτό. Η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης όχι μόνο μειώνει την καταναλισκόμενη ενέργεια, αλλά βελτιώνει επίσης και τις συνθήκες διαβίωσης των ανθρώπων μέσα στο κτίριο.

Ανάμεσα στην λύση της εσωτερικής και εξωτερικής θερμομόνωσης προτιμάται η εξωτερική θερμομόνωση γιατί παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Εκμεταλλεύεται την θερμοχωρητικότητα της υφιστάμενης τοιχοποιίας και διατηρεί τη θερμοκρασία του χώρου μετά την διακοπή λειτουργίας των θερμαντικών σωμάτων. Αυτό το πλεονέκτημα είναι απαραίτητο για τη συγκεκριμένη περίπτωση, επειδή το κτίριο είναι συχνής χρήσης και χρειάζεται να διατηρείται σταθερή η θερμοκρασία στον εσωτερικό χώρο.

- Μείωση στο ελάχιστο της πιθανότητας σχηματισμού θερμογεφυρών.

- Προστασία της τοιχοποιίας από τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας.

- Εκμετάλλευση όλου του εσωτερικού χώρου. Η περίπτωση εσωτερικής θερμομόνωσης θα μείωνε τον ωφέλιμο χώρο του κτιρίου μας.

- Πιο εύκολη διάχυση των υδρατμών με μειωμένο το ενδεχόμενο σχηματισμού υγρασίας, συμπύκνωσης.

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι το μεγαλύτερο κόστος εγκατάστασης, καθώς και ότι για να θερμανθεί το κτίριο χρειάζεται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απ' ό τι στην περίπτωση της εσωτερικής θερμομόνωσης. Για αυτό και την εξωτερική θερμομόνωση την χρησιμοποιούμε σε κτίρια συνεχούς λειτουργίας ενώ την εσωτερική θερμομόνωση σε κτίρια μη συνεχούς.

Στην αγορά υπάρχουν πολλά υλικά τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εξωτερική θερμομόνωση. Από αυτά τα σημαντικότερα είναι η εξηλασμένη

πολυστερίνη (XPS), η διογκωμένη πολυστερίνη (EPS), ο υαλοβάμβακας, η πολυουρεθάνη, περλίτης, πετροβάμβακας και άλλα, με την πολυστερίνη να χρησιμοποιείται ευρέως στις περισσότερες περιπτώσεις.

Στην συνέχεια θα αναφερθούν τα κύρια χαρακτηριστικά της διογκωμένης πολυστερίνης που θα χρησιμοποιήσουμε και στην περίπτωση μας.

**Διογκωμένη πολυστερίνη EPS:** Η διογκωμένη πολυστερίνη είναι ένα ελαφρύ, άκαμπτο, πλαστικό και αφρώδες υλικό που παράγεται από συμπαγείς σταγόνες πολυστυρολίου. Είναι εύχρηστο, οικονομικό και ευέλικτο υλικό. Ένα άλλο σημαντικό του προτέρημα είναι η ανθεκτικότητα του στην υγρασία καθώς και ότι είναι ανακυκλώσιμο και περιβαλλοντολογικά ασφαλές.

Εκτός από την θερμομόνωση συμβάλλει αποτελεσματικά και στην ηχομόνωση του ανακατασκευαζόμενου κτιρίου, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί εξίσου αποτελεσματικά και στην θερμομόνωση της οροφής. Παράγεται από την διάλυση πεντανίου σε ένα υλικό που έχει ως βάση την πολυστερίνη και το οποίο όταν θερμανθεί με ατμό, παράγει τέλεια κλειστές σφαιρικές κυψέλες EPS. Η διαστολή επιτυγχάνεται λόγω των μικρών ποσοτήτων πεντανίου αερίου που απελευθερώνονται μέσα στο πολυστυρόλιο κατά την διάρκεια της παραγωγής. Το αέριο διαστέλλεται με την ενέργεια της θερμότητας που χρησιμοποιείται σε μορφή ατμού, και σχηματίζει ερμητικά κλειστές κυψέλες EPS. Αυτές οι κυψέλες καταλαμβάνουν περίπου 40 φορές τον όγκο της αρχικής σταγόνας της πολυστερίνης. Στην συνέχεια οι κυψέλες EPS τοποθετούνται μέσα σε κατάλληλες φόρμες που είναι κατασκευασμένες έτσι ώστε να παράγουν διάφορα προϊόντα όπως μονωτικές σανίδες, πρίσματα, κορνίζες ή σε διάφορες άλλες μορφές για τις κατασκευές και την βιομηχανία συσκευασίας.

Μια εξελιγμένη μορφή του EPS, είναι το THP EPS 80, το οποίο θα προτιμηθεί να χρησιμοποιηθεί για την θερμομόνωση του κτιρίου. Το 3% της σύστασης του παραπάνω υλικού είναι μόρια γραφίτη, τα οποία λειτουργούν σαν ανακλαστήρες που εμποδίζουν την μετάδοση θερμότητας μέσω ακτινοβολίας, επιτρέποντας μόνο στην συναγωγή να συμβάλλει στην απώλεια θερμότητας. Να σημειώσουμε ότι σε κάθε υλικό η θερμότητα μεταδίδεται μέσω αγωγής, συναγωγής και ακτινοβολίας σε όλα τα θερμομονωτικά υλικά. Έτσι αυτό το πλεονέκτημα του THP EPS 80, συμβάλλει στο να έχει 15-20% καλύτερες θερμομονωτικές ιδιότητες από την συμβατική EPS. Το THP EPS, παρουσιάζει όλα τα πλεονεκτήματα της συμβατικής διογκωμένης πολυστερίνης και επιπλέον ο συντελεστής θερμικής του αγωγιμότητας είναι μειωμένος σε  $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$  [29].

Περαιτέρω πλεονεκτήματα του THP EPS 80 είναι :

- Αναπνέει περισσότερο από όλα τα αφρώδη μονωτικά υλικά με αποτέλεσμα να επιτρέπει την αποβολή υδρατμών από το εσωτερικό του κτιρίου.
- Επιβραδύνει την εξάπλωση της φωτιάς.
- Δεν αποσυντίθεται.
- Παρέχει μεγάλη σταθερότητα διαστάσεων.

### 3.2.1 Τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης

1) Αρχικά πρέπει να γίνει έλεγχος του υποστρώματος για : σκόνες, υγρασία, επιπεδότητα.



Εικόνα 3.2

2) Στη συνέχεια πρέπει να εφαρμοστεί ο οδηγός εκκίνησης του συστήματος (Baumit Sockelprofil ) ώστε να μην δημιουργηθούν προβλήματα στην σωστή τοποθέτηση των πλακών EPS.

ΠΡΟΣΟΧΗ : Ο οδηγός εκκίνησης πρέπει να είναι σε πλάτος όσο το πάχος της διογκωμένης πολυστερίνης +1 cm ώστε να μπορεί να μπει επαρκής ποσότητα κόλλας πίσω από την πλάκα EPS.



Εικόνα 3.3

3) Στεγανοποίηση υποστρώματος για αποφυγή εισχώρησης υγρασίας με χρήση του τσιμεντοειδούς στεγανωτικού (Baumit DichtungsSchlämme) το οποίο εφαρμόζεται σε 2 στρώσεις σταυρωτά η μία με την άλλη



Εικόνα 3.4



Εικόνα 3.5

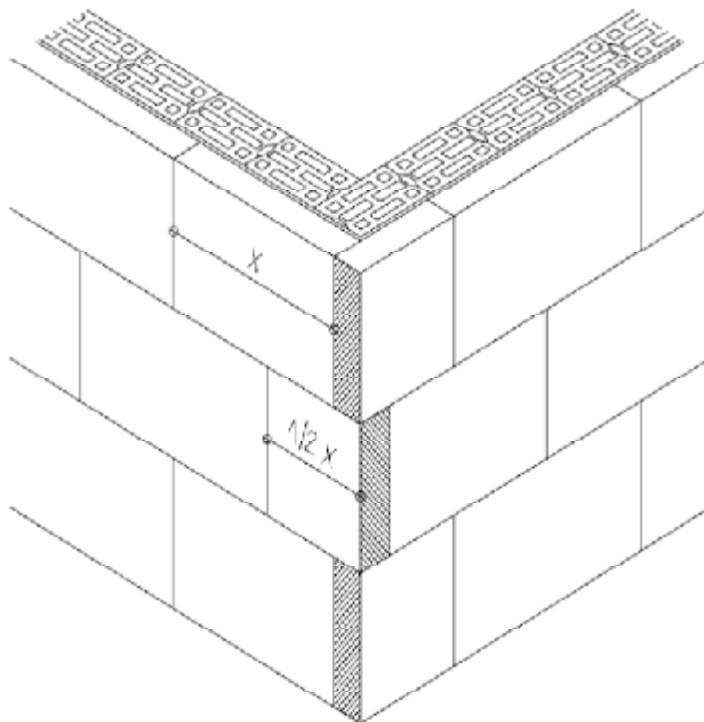
4) Ακολουθεί η κόλληση των πλακών UNISOL-ECOCEL-EPS 80 ι UNISOL-ECOCEL-EPS 100 (ανάλογα με τις απαιτήσεις εφαρμογής). Η εφαρμογή της κόλλας γίνεται με την μέθοδο περιμέτρου-σημείου όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία.



Εικόνα 3.6

5) ΠΡΟΣΟΧΗ : πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να υπάρχει κόλλα στα σημεία που θα εφαρμοστούν τα εκτονούμενα βύσματα ώστε να μην ραγίσει η πλάκα EPS.

Οι πλάκες EPS πρέπει να σταυρώνουν μεταξύ τους κατά την εφαρμογή ώστε να μην κάνουν αρμό καθώς επίσης και στις γωνίες να αλληλεπικαλύπτονται οι πλάκες EPS όπως στις παρακάτω φωτογραφίες.



Εικόνα 3.7



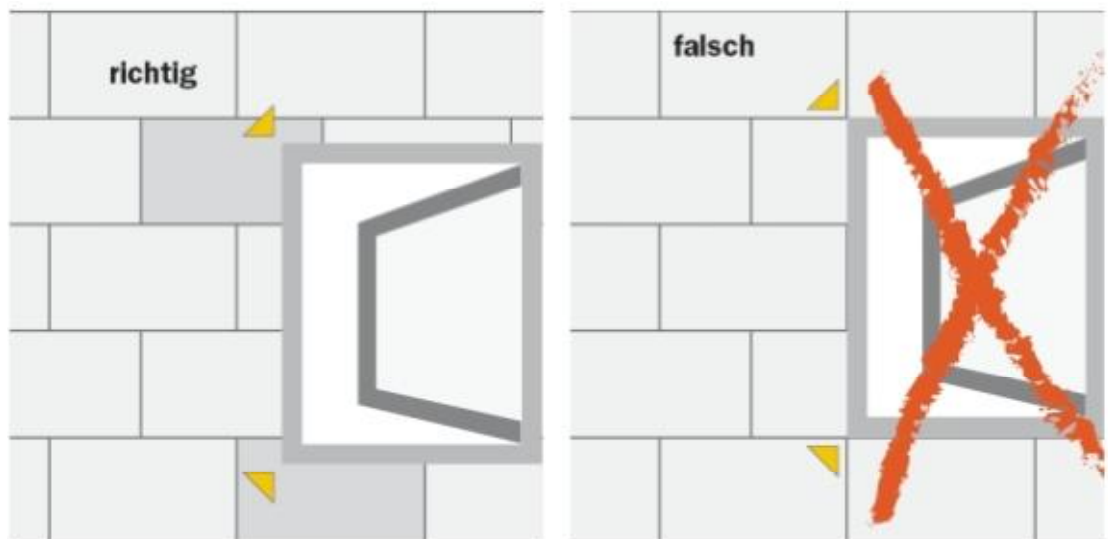
Εικόνα 3.8





Εικόνα 3.9

Επίσης ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην εφαρμογή του EPS στις γωνίες των ανοιγμάτων ώστε να μην δημιουργούνται οριζόντιοι ή κάθετοι αρμοί.



Εικόνα 3.10

6) Κλείσιμο αρμών : Αν οι πλάκες EPS μετά την εφαρμογή δημιουργούν κενά ανάμεσα τους τότε το κλείσιμο αυτών πρέπει να γίνεται με αφρό πολυουρεθάνης ελεγχόμενης διόγκωσης για κενά 2-4 mm ενώ για αρμούς > 4 mm το κλείσιμο αυτών πρέπει να γίνεται υποχρεωτικά με κάποιο «φιλέτο» EPS. Αν εφαρμόσουμε αφρό στην περίπτωση μεγάλων αρμών τότε αυτό θα είναι εμφανές ύστερα από βροχή και θα αφήνει στάμπες μέχρι να στεγνώσει η περιοχή με τον αφρό πολυουρεθάνης. Όποια και από τις δύο τεχνικές εφαρμόσουμε (ανάλογα με την περίπτωση) πρέπει να γίνεται τρίψιμο για την εξομάλυνση των πλακών και την εξασφάλιση της επιπεδότητας ύστερα από την εφαρμογή. Το τρίψιμο των πλακών για επίτευξη επιπεδότητας γίνεται είτε με γυαλόχαρτο(μεσαίας κοκκομετρίας) είτε με ράσπα.

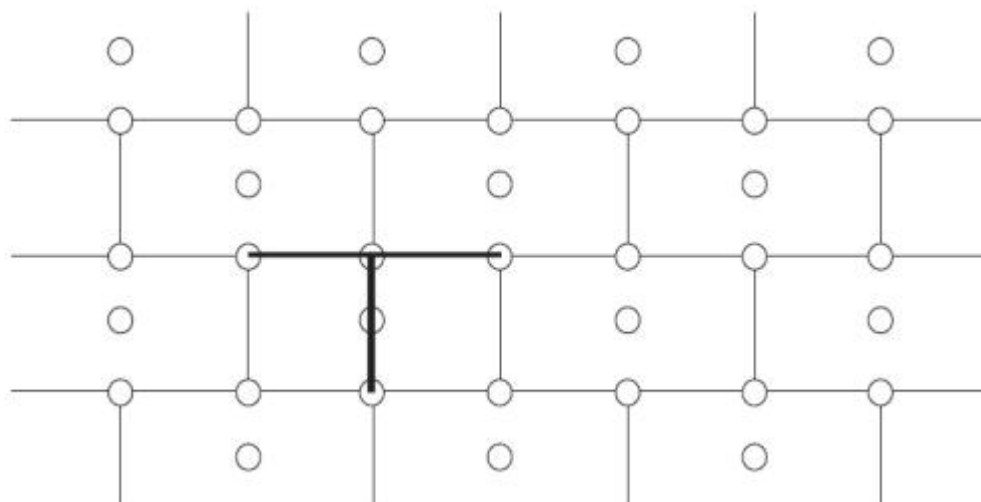
7) Το επόμενο στάδιο που ακολουθεί είναι η εφαρμογή σε όλα τα ανοίγματα και τις γωνίες με γωνιόκρανα (Baumit Kantenschutz ) ώστε να «σχυροποιηθούν» τα ευαίσθητα αυτά σημεία του συστήματος και όπου απαιτείται νεροσταλάκτες (Baumit Tropfkantenprofil) ώστε να αποφευχθεί η εισροή των νερών από τα ανοίγματα.

8) Ακολουθεί η εφαρμογή των εκτονούμενων βυσμάτων (Baumit SchlagDubel SD8) τα οποία πρέπει να εφαρμόζονται σε σχήμα «T» και πρέπει να μπαίνουν 6 βύσματα /m<sup>2</sup>. Στις γωνίες και γενικά σε περιοχές με περίπτωση υψηλής εντάσεως ανέμων πρέπει να μπαίνουν περισσότερα βύσματα για επιπλέον μηχανική στήριξη.



Εικόνα 3.11





Εικόνα 3.12

9) Ακολουθεί ο οπλισμός του συστήματος με υαλόπλεγμα (Baumit Startex) σε όλη την επιφάνεια. Αρχικά εφαρμόζεται με μία οδοντωτή σπάτουλα το τσιμεντοειδές υλικό επίστρωσης (Baumit StarContact) και στην συνέχεια απλώνεται σαν «σεντόνι» σε όλη την επιφάνεια το υαλόπλεγμα. Οι ασυνέχειες του υαλοπλέγματος πρέπει να αλληλεπικαλύπτονται κατά 10 cm.

10) Πριν την εφαρμογή του τελικού επιχρίσματος πρέπει να γίνει ρύθμιση της απορροφητικότητας του υποστρώματος με αστάρι νερού (Baumit UniPrimer) το οποίο εφαρμόζεται με ρολό.



Εικόνα 3.13

11) Μετά το πέρας 24 ωρών από την εφαρμογή του ασταριού μπορούμε να εφαρμόσουμε το τελικό επίχρισμα (Baumit GranoporPutz ή Baumit SiliconPutz ή Baumit SilicatPutz ή Baumit NanoporPutz) με χρήση ίσιας σπάτουλας.



Εικόνα 3.14

### 3.3 Αντικατάσταση συστήματος θέρμανσης

Ένα πολύ σημαντικό οικονομικό ‘βάρος’ μιας μέσης ελληνικής οικογένειας είναι το κόστος της θέρμανσης, κατ’ επέκταση και της ψύξης. Αν υποθέσουμε ότι μία οικογένεια χρειάζεται περίπου ένα με ενάμιση τόνο πετρελαίου (το κατ’ εξοχήν καύσιμο για θέρμανση στην Ελλάδα), αυτό σημαίνει ετήσιες δαπάνες 1000 με 1500 ευρώ το χρόνο, μόνο για θέρμανση!

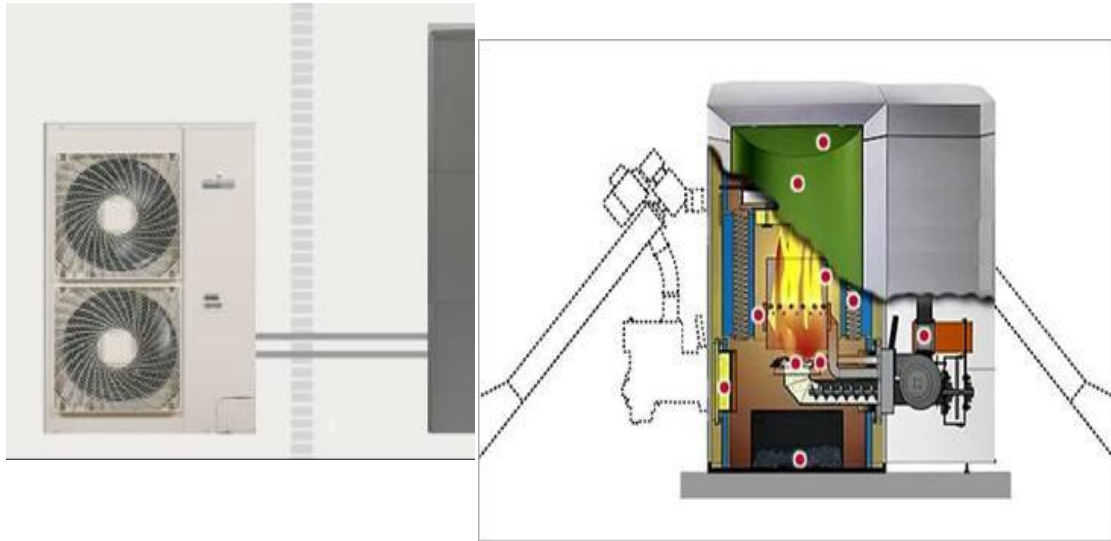
Ανωτέρω έχουμε προτείνει τρόπους με τους οποίους θα μετριαστεί η ανάγκη για θέρμανση αφού ουσιαστικά μέχρι τώρα μιλήσαμε για ενεργειακή θωράκιση του σπιτιού. Τώρα θα δούμε τις σημαντικότερες μεθόδους θέρμανσης οι οποίες για ευνόητους λόγους εντάσσονται και στο πρόγραμμα ‘Εξοικονομώ κατ’ οίκον’.

#### 3.3.1 Αντλία Θερμότητας

Η αντλία θερμότητας είναι ένα σύστημα το οποίο έχει την ίδια αρχή λειτουργίας με το air condition, το ψυγείο κ.α. Αποτελείται από εξωτερική και εσωτερική μονάδα, με μόνη διαφορά το ότι η εσωτερική μονάδα αντί να κυκλοφορεί ζεστό (ή ψυχρό) αέρα στο χώρο, θερμαίνει νερό το οποίο διοχετεύει στα θερμαντικά σώματα (συμβατικά καλοριφέρ ή ενδοδαπέδια εγκατάσταση) ή ψύχει νερό παρέχοντας δροσισμό σε συνδυασμό με σώματα τύπου fan-coil. Επιπλέον, προσφέρει ζεστό νερό χρήσης. Για την εγκατάσταση της δεν απαιτούνται τροποποιήσεις στο σπίτι, ενώ η τοποθέτησή της είναι σχετικά απλή, πράγμα το οποίο διευκολύνει την αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου.

Χωρίζεται σε δύο είδη: χαμηλών και υψηλών θερμοκρασιών. Λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα και το κόστος της κυμαίνεται από 4.000€ έως και 10.000€ ανάλογα με τις ανάγκες της κατοικίας.

Περιγράφοντας την αρχή λειτουργίας της, θα λέγαμε πως απορροφά θερμική ενέργεια από το περιβάλλον, αυξάνει τη θερμοκρασία της μέσα από έναν συμπιεστή, και με αυτή ζεσταίνει νερό το οποίο κυκλοφορεί στη συνέχεια στα σώματα του καλοριφέρ.



Εικόνα 3.15

### 3.3.2 Λέβητας πέλετ

Η λογική αντικατάστασης του λέβητα πετρελαίου παραμένει ίδια αφού, τόσο η αντλία όσο και ο λέβητας πέλετ εμπλέκονται στο κλειστό κύκλωμα του καλοριφέρ και με κυκλοφορητή διοχετεύουν το ζεστό νερό στο σύστημα.

Οι καυστήρες πέλετ βασίζονται σε περίπλοκους υπολογιστές και ηλεκτρονικούς πίνακες κυκλωμάτων για να καθορίσουν το πόσα καύσιμα πέλετ πρέπει να καούν. Τα περισσότερα μοντέλα έχουν τουλάχιστον δύο λειτουργίες καύσης και μερικά μοντέλα χρησιμοποιούν θερμοστάτες για να ελέγξουν αυτή την καύση. Χρησιμοποιούν επίσης ένα σύστημα πεπιεσμένου αέρα για να διανείμουν τη θερμότητα. Οι καυστήρες πέλετ είναι ιδιαίτερα αποδοτικοί, δεν μολύνουν σχεδόν καθόλου το περιβάλλον και ανάλογα με το μοντέλο μπορούν να παράγουν μεταξύ 10.000 και 60.000 Btu ανά ώρα. Επειδή οι καυστήρες πέλετ καίνε το ξύλο τόσο αποτελεσματικά δεν χρειάζεται να υπάρχει μία κανονική καπνοδόχος αφού η εξαγωγή των καπνών μπορεί να γίνει μέσω μιας μικρής τρύπας στον τοίχο από ένα σωλήνα που καταλήγει σε εξωτερικό χώρο, αυτός ο σωλήνας αποτελείται από ένα ανοξείδωτο εσωτερικό και ένα αλουμινένιο εξωτερικό. Οι καυστήρες πέλετ μπορούν να χρησιμοποιήσουν μία υπάρχουσα καπνοδόχο, αλλά συνήθως χρειάζεται να τροποποιηθεί έτσι ώστε να περνάει ο σωλήνας που θα γίνεται η εξαγωγή του καπνού.

Οι καυστήρες πέλετ δεν χρειάζονται να ανεφοδιάζονται τόσο συχνά όσο άλλες συσκευές που καίνε ξύλα. Ο ανεφοδιασμός με πέλετ ποικίλλει από μια φορά την ημέρα μέχρι δύο φορές την εβδομάδα ανάλογα με το μοντέλο καυστήρα και τις θερμαντικές ανάγκες. Για να γίνει ο ανεφοδιασμός απλά χύνονται τα πέλετ σε μια χοάνη η οποία κρατά μεταξύ 15 και 60 κιλά και από εκεί ένας μηχανισμός τα μεταφέρει στο εσωτερικό του καυστήρα.

Υπάρχουν δύο τύποι συστημάτων τροφοδοσίας των καυστήρων, από το πάνω μέρος ή από μπροστά. Μερικά μοντέλα εκτός από τα πέλετ έχουν την δυνατότητα να καίνε και καυσόξυλα ενώ άλλα είναι σε θέση να μπορούν να κάψουν και “χαμηλότερης” ποιότητας πέλετ, ένα καλό χαρακτηριστικό γνώρισμα για το μέλλον όταν τα πέλετ μπορεί να αποτελούνται από άλλα υλικά εκτός από το συμπιεσμένο πριονίδι.

Το κάψιμο των πέλετ μέσα στον καυστήρα είναι συνήθως βολικό, τακτοποιημένο και ασφαλές, οι καυστήρες δεν απαιτούν ανεφοδιασμό περισσότερο από μία φορά την ημέρα και τα πέλετ συμπιέζονται και τοποθετούνται σε σάκους για να μπορεί να είναι καθαρή και εύκολη η αποθήκευση για την άνετη διαχείριση τους. Επιπλέον, το εξωτερικό μέρος του καυστήρα δεν χρησιμοποιείται για την ακτινοβολία της θερμότητας και παραμένει σχετικά δροσερό αποτρέποντας το ατύχημα αν τον ακουμπησθεί τυχαία.



Οι περισσότεροι καυστήρες πέλετ κοστίζουν από 1.700€ μέχρι 4000€ Εάν ο καυστήρας πέλετ δεν χρειάζεται μια καπνοδόχο τότε το κόστος ολόκληρου του συστήματος μπορεί να είναι λιγότερο. Τα πέλετ είναι διαθέσιμα σε σάκους των 15 κιλών, σε παλέτες των 70 σακίων βάρους 1050 κιλών και σε jumbo bags του ενός τόνου. Η μέση κατανάλωση στην Ελλάδα κυμαίνεται από 1-3 τόνους για περιστασιακή χρήση ενώ ανεβαίνει στους 6+ τόνους για κάποιον που θέλει να έχει πλήρη χρήση του καυστήρα πέλετ για όλο το χειμώνα.

### 3.3.3 Ενεργειακό τζάκι

Το ενεργειακό τζάκι χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: το αέρος και το νερού. Το ενεργειακό τζάκι νερού λειτουργεί σα λέβητας ξύλου ουσιαστικά με κυκλοφορητή νερού στα σώματα του καλοριφέρ, με τη διαφορά ότι έχει ιδιαίτερη καλαισθησία στο χώρο.

Η αρχή λειτουργίας του ενεργειακού ταυτίζεται με ένα σύστημα εσωτερικής καύσης. Μέσα στο θάλαμο καίγονται ξύλα με συγκεκριμένη παροχή αέρα που σημαίνει ομαλή και προβλέψιμη καύση και απόδοση. Πίσω από το χάλυβα του τζακιού υπάρχουν σωλήνες που περιέχουν νερό ή αέρα ανάλογα με τον τύπο του τζακιού. Μπροστά, καλύπτεται από τζάμι που εξυπηρετεί τόσο στη μόνωση του θαλάμου όσο και την καλαισθητή όψη της φωτιάς. Εάν το τζάκι λειτουργεί με ανοιχτή την πόρτα, τότε η απόδοση του μειώνεται σημαντικά αφού η θερμότητα διοχετεύεται στο χώρο ακανόνιστα και όχι μέσω του νερού ή του αέρα.

Η σωστή χρήση του ενεργειακού τύπου νερού, είναι να λειτουργεί για πολλές ώρες λόγω της θερμικής αδράνειας του νερού. Είναι δηλαδή πιο 'σωστό' να μην αφήνουμε το νερό του συστήματος του καλοριφέρ να χάνει τη θερμοκρασία του αφού δύσκολα μετά θα ξαναζεσταθεί για να ανεβάσει τη θερμοκρασία του σπιτιού.

Αντιθέτως, το ενεργειακό τύπου αέρος που ανακυκλώνει τον εσωτερικό αέρα του σπιτιού θερμαίνοντάς τον, έχει πιο άμεσα αποτελέσματα. Ο αέρας συγκριτικά με

το νερό μεταβάλει πολύ πιο γρήγορα τη θερμοκρασία του, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι πρακτικά είναι πιο άμεσο και γρήγορο.

Συμπερασματικά, αν μπορούσαμε να συγκρίνουμε τους δύο τύπους των τζακιών, το αέρος είναι πιο κατάλληλο για οικογένειες που δεν βρίσκονται στο σπίτι πολλές ώρες και το δεύτερο για όσους χρησιμοποιούν πολλές ώρες το τζάκι.

### 3.3.4 Ηλιοθερμικό σύστημα θέρμανσης

Το ηλιοθερμικό σύστημα θέρμανσης είναι ουσιαστικά ένα υποβοηθητικό σύστημα που δεν μπορεί να σταθεί μόνο του αλλά συνοδεύει ένα από τα προηγούμενα συστήματα θέρμανσης που αναφέρθηκαν νωρίτερα.

Το ηλιακό σύστημα συνδυασμένης θέρμανσης χώρου (ΘΧ) και ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ), είναι ένα σύστημα που εκμεταλλεύεται τη θερμική ενέργεια που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες. Με αυτόν τον τρόπο θερμαίνεται το νερό χρήσης και το νερό που κυκλοφορεί στο σύστημα θέρμανσης. Αποτελείται από τρία βασικά μέρη: τους ηλιακούς συλλέκτες και δύο δοχεία αποθήκευσης ζεστού νερού, ένα του νερού χρήσης και ένα του νερού θέρμανσης χώρου. Τα δύο αυτά δοχεία μπορούν να τοποθετηθούν το ένα μέσα στο άλλο (δοχείο σε δοχείο), εξοικονομώντας έτσι χώρο, σωληνώσεις και αυτοματισμούς. Καθώς τα δοχεία μπορούν τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε διαθέσιμο χώρο του κτιρίου, οι ηλιακοί συλλέκτες εντάσσονται αισθητικά καλύτερα στο κτίριο. Επιπλέον, μπορούν να τοποθετηθούν σε χώρους που θερμαίνονται, μειώνοντας έτσι τις απώλειες θερμότητας του νερού. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες απορροφούν διάχυτο ηλιακό φως, συλλέγοντας ηλιακή ενέργεια ακόμη και σε συννεφιασμένες ημέρες και μετατρέποντας τα 2/3 της ηλιακής ακτινοβολίας σε ωφέλιμη ενέργεια. Οι περισσότερες φίρμες της αγοράς διαθέτουν συλλέκτες με γυαλί υψηλής απορροφητικότητας που δεν αντανακλά (antireflex) για να εξασφαλίζεται η μέγιστη μετάδοση θερμότητας. Μπορούν να συνδυαστούν με οποιαδήποτε συμβατική πηγή ενέργειας (καυστήρες πετρελαίου ή φυσικού αερίου) ή ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (καυστήρες βιομάζας), ενώ ενσωματώνονται και σε υφιστάμενο σύστημα, αρκεί να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση των συλλεκτών και των δοχείων αποθήκευσης ζεστού νερού. Επίσης, μπορούν να συνδυαστούν με οποιοδήποτε μέσο θέρμανσης, αλλά είναι προτιμότερη η χρήση τους με μέσα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών, όπως είναι τα fancoils ή η ενδοδαπέδια θέρμανση. Αυτό συμβαίνει, γιατί το νερό ως μέσο θέρμανσης κυκλοφορεί σε χαμηλές θερμοκρασίες, τέτοιες που ακόμα και με ελάχιστη ηλιοφάνεια είναι εύκολο να επιτευχθούν.

Πλεονεκτήματα της Ηλιοθερμίας:

1. Εξοικονόμηση καυσίμου
2. Γρήγορη απόσβεση της επένδυσης
3. Μειωμένη συντήρηση
4. Μείωση ρύπων
5. Αισθητικό αποτέλεσμα
6. Δεν καταργείται το υπάρχον σύστημα θέρμανσης
7. Πολύ μικρές επεμβάσεις στις υφιστάμενες κατοικίες

Ένα ακόμα πλεονέκτημα ενός τέτοιου συστήματος είναι ότι, το μέγεθός του (και κατά συνέπεια το κόστος του) μπορεί να είναι προσαρμοσμένο στις απαιτήσεις του χρήστη και να μεταβάλλεται εύκολα. Για παράδειγμα, μπορεί να τοποθετηθεί αρχικά ένα σύστημα που να αναλαμβάνει κατά 30% το φορτίο της θέρμανσης και μετά από ένα χρόνο να επεκταθεί, με τοποθέτηση επιπλέον ηλιακών συλλεκτών, έτσι ώστε να καλύπτει το 60% της θέρμανσης. Ιδιαίτερα σε

περίπτωση εγκατάστασης ηλιοθερμικών σε νεοαναγειρόμενο κτήριο, η εξοικονόμηση χρημάτων είναι μεγαλύτερη: Επειδή ένα ποσοστό της θερμικής ισχύος που χρειάζεται το αναλαμβάνει το ηλιοθερμικό σύστημα, το μέγεθος του συμβατικού εξοπλισμού (λέβητας και καυστήρας) που απαιτείται να εγκατασταθεί είναι **μικρότερο**. Ένα μέρος δηλαδή των χρημάτων που επενδύονται για την ηλιοθερμία, εξοικονομούνται από την πρώτη μέρα, κατά την αγορά του βασικού εξοπλισμού. Για παράδειγμα, μπορεί να προτιμηθεί η αγορά λέβητα ισχύος 20KW αντί για 50KW, εάν κατά την αρχική εγκατάσταση (νεοαναγειρόμενη οικοδομή) εγκατασταθεί και ηλιοθερμικό σύστημα με συμμετοχή 60%.

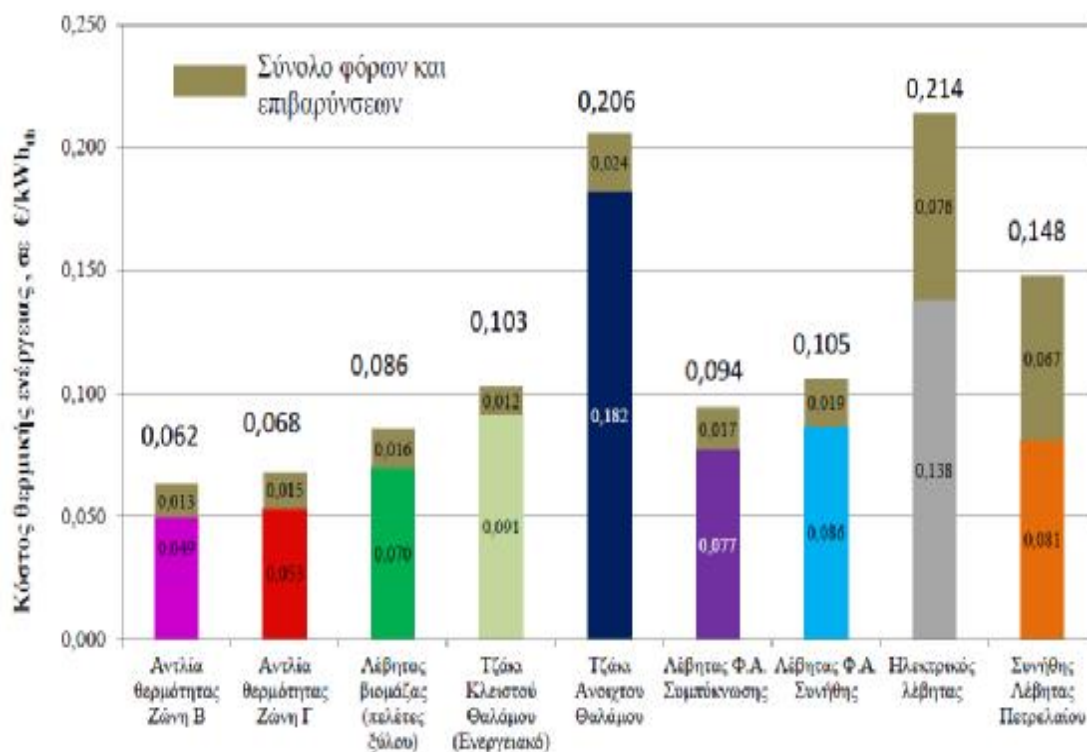
### 3.3.4.1 Εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας είναι το πιο πρώιμο τεχνολογικά ηλιοθερμικό σύστημα θέρμανσης που χρησιμοποιείται μόνο για ζεστό νερό χρήσης. Το κόστος του κυμαίνεται γύρω στα 1000 ευρώ και θεωρείται ίσως η πιο σημαντική ενεργειακή δαπάνη. Με τη βοήθεια του ηλίου ζεσταίνει το νερό το οποίο κατόπιν χρησιμοποιείται για λούσιμο, πλύσιμο πιάτων, ρούχων κλπ.

### 3.4 Σύγκριση συστημάτων θέρμανσης

Ανάμεσα στα συστήματα που προαναφέρθηκαν, εύλογο είναι να αναρωτηθεί κάποιος ποιο από όλα μπορεί να είναι το πιο συμφέρον, τόσο ενεργειακά όσο και οικονομικά.

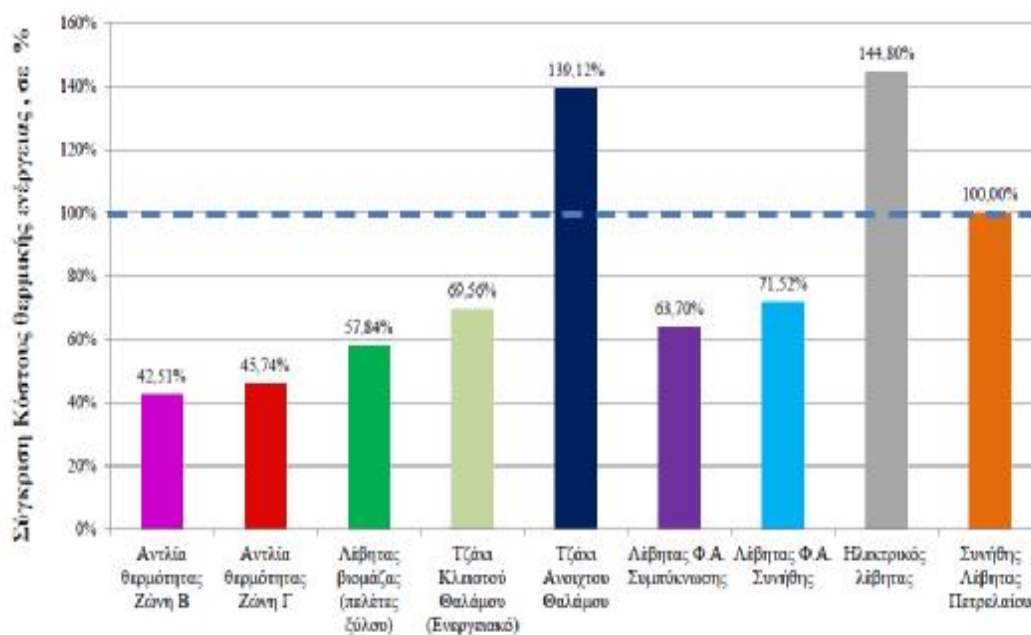
Στο ακόλουθο γράφημα βλέπουμε το κόστος της ωφέλιμης θερμικής ενέργειας ανά είδος θερμικού συγκροτήματος:



Πηγή: μελέτη Μετσόβιου Πολυτεχνείου

Εάν συνοπολογίσουμε το κόστος λειτουργίας του κάθε συστήματος θέρμανσης προκύπτει ο επόμενος πίνακας.





Πηγή: μελέτη Μετσόβιου Πολυτεχνείου

Εύκολα συμπεραίνουμε λοιπόν πώς η πιο ακριβή και πιο φθηνή λύση για τη θέρμανση ενός σπιτιού, είναι η αντλία θερμότητας. Μπορεί βέβαια να είναι ακριβότερη από κάθε άλλο σύστημα θέρμανσης όμως είναι το λιγότερο δαπανηρό. Αν ακόμη αναλογιστούμε ότι η αντλία θερμότητας λειτουργεί με ρεύμα είναι επακόλουθο να τοποθετήσουμε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα και έτσι πλέον γίνεται λόγος για δωρεάν θέρμανση (και ψύξη με fan coils) για πάντα.

### 3.4.1 Σύγκριση αντλίας με λέβητα πετρελαίου

Κατά κύριο λόγο τα προηγούμενα χρόνια τα νοικοκυριά χρησιμοποιούσαν το πετρέλαιο για τη θέρμανση τους. Λόγω της οικονομικής κρίσης και της υψηλής τιμής του πετρελαίου πολλοί έψαξαν για πιο οικονομική λύση. Με βάση τους προηγούμενους πίνακες καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η αντλία θερμότητας είναι το πιο οικονομικό μέσο θέρμανσης ενός σπιτιού. Πόσο όμως συμφέρει το πέρασμα από το πετρέλαιο στο ρεύμα;

πετρέλαιο	Αντλία θερμότητας	Επιχορήγηση (70%)
Ετήσια κατανάλωση 1.800lt	Κόστος 8000€	5600€
Τιμή πετρελαίου 1,1€/lt Ετήσιο κόστος: 2000€	Ετήσιο κόστος 819€ +30€ κόστος συντήρησης	Πραγματικό κόστος: 2400€

Μέσα σε ένα διάστημα 20 ετών το κόστος της αντλίας θα είναι:  
 $8000 + 16980 = 24980€$

Μέσα στο ίδιο χρονικό διάστημα ένας καυστήρας πετρελαίου θα έχει δαπανήσει: 40000€ Οπότε, βλέπουμε πως μέσα σε 20 έτη θα έχουμε όφελος 15020€ και το διαιρέσουμε προκύπτει όφελος 751€ετησίως!



## Κεφάλαιο 4

### Οικονομοτεχνική ανάλυση

Είναι εύλογο να αναρωτηθεί κάποιος, πόσο θα στοίχιζαν όλες αυτές οι παρεμβάσεις; Θα ήταν άραγε συμφέρον να προχωρήσει στις διαδικασίες; Υπάρχει κέρδος από τις παρεμβάσεις αυτές;

Σε αυτό το κεφάλαιο θα υπολογίσουμε με τη δυνατότερη ακρίβεια τη σύγκριση των δαπανών, των κερδών, πόσο βοηθά το πρόγραμμα στη διαδικασία, καθώς επίσης και το χρόνο απόσβεσης του έργου.

#### 4.1. Υπολογισμός ενεργειακής κατάταξης νέου κτηρίου

α) Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας τοίχου με μόνωση

Στρώσεις υλικών τοιχοποιίας	d (m)	λ (W/m*K)	d/λ
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,0230
Τσιμεντόλιθοι πλήρεις	0,16	0,99	0,1616
Μόνωση	0,08	0,032	2,5
Ασβεστοκονίαμα	0,02	0,87	0,0230
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			2,7076
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/a <sub>i</sub>	0,14
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a <sub>a</sub>	0,04
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε W/m <sup>2</sup> K		u	<b>0,35</b>

$$U = \frac{1}{a_i + \sum \frac{d}{\lambda} + a_a} \quad (\text{W /m}^2\text{k})$$

β) Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων

$$U_w = \frac{A_f \times (U_f + A_g) \times (U_g + I_g) \times \Psi_g}{A_w} \quad (\text{W /m}^2\text{k})$$

Ανοίγματα	Πλάτος	Ύψος	A <sub>w</sub>	A <sub>f</sub>	A <sub>g</sub>	I <sub>g</sub>	Ψ <sub>g</sub>	U <sub>f</sub>	U <sub>g</sub>	U <sub>w</sub>
Πρθρ1	1,60	0,85	1,36	1,04	0.32	4.90	0,08	1,3	1	<b>0,59</b>
Πρθρ2	1,60	0,85	1,36	1,04	0.32	4.90	0,08	1,3	1	<b>0,59</b>
Πρθρ3	1,25	1,00	1,25	0,96	0.29	4.50	0,08	1,3	1	<b>0,98</b>
Πρθρ4	1,10	1,20	1,32	1,02	0.30	4.60	0,08	1,3	1	<b>0,55</b>
Πρθρ5	0,65	1,75	1,14	0,82	0.32	4.80	0,08	1,3	1	<b>0,54</b>
Πόρτα1	1,30	2,40	3,12	2,62	0.50	7.40	0,08	1,3	1	<b>1,02</b>
Πόρτα2	1,00	2,30	2,30	1,86	0.44	6.60	0,08	1,3	1	<b>0,86</b>
Πόρτα3	1,45	2,40	3,48	2,96	0.52	7.70	0,08	1,3	1	<b>1,08</b>

γ) Υπολογισμός θερμικών απωλειών

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ				ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΓΗΣΕΙΣ
Τεξ.	ΒΔ	20	12,5	3,3	41,25	1,25	40,00	0,35	20	280
Τεξ.	ΒΑ	20	8,6	3,3	28,38	8,00	20,38	0,35	20	143
Τεξ.	ΝΑ	20	12,5	3,3	41,25	5,58	35,67	0,35	20	250
Τεξ.	ΝΔ	20	8,6	3,3	28,38	5,78	22,60	0,35	20	158
Πεξ.	ΒΔ		1,25	1,00	1,25		1,25	0,59	20	15
Πεξ	ΒΑ		1,60	0,85	1,36		1,36	0,59	20	15
Πεξ.	ΒΑ		1,60	0,85	1,36		1,36	0,98	20	27
Θεξ	ΝΑ		1,30	2,40	3,12		3,12	0,55	20	34
Πεξ.	ΝΑ		0,65	1,75	1,14		1,14	0,54	20	12
Πεξ.	ΝΑ		1,10	1,20	1,32		1,32	1,02	20	27
Θεξ.	ΝΔ		1,00	2,30	2,30		2,30	0,86	20	40
Θεξ.	ΝΔ		1,45	2,40	3,48		3,48	1,08	20	75
Δ		25			95,40		95,40	0,45	20	859
απωλειών κτηρίου :										1935
προσαύξηση :										0,25
<b>Σύνολο απωλειών κτηρίου (Watt) :</b>										<b>2419</b>

δ) Καθορισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίου

	θερμικές απώλειες	συνολικές απώλειες
εξεταζόμενο κτίριο	2419	2419
κτίριο αναφοράς	5932	5932
		<b>T=0.41</b>

Οπότε πλέον το κτήριο θα βρεθεί στη Α ενεργειακή κατηγορία.



Εικόνα 4.1 Ενεργειακή κατάταξη

#### 4.2 Κόστος παρεμβάσεων




Οι παρεμβάσεις που θα γίνουν στο σπίτι αφορούν:

- Κουφώματα
- Μόνωση
- Αντλία θερμότητας
- Ηλιακός θερμοσίφωνα

Τα κόστη των εν λόγω παρεμβάσεων είναι:

- Ø Τα κουφώματα πρόκειται να στοιχίσουν 4.892,01€(όπως φαίνεται στην ανωτέρω προσφορά.
- Ø Η θερμοπρόσοψη πρόκειται να στοιχίσει 37€/m<sup>2</sup> οπότε στα 119 m<sup>2</sup> το κόστος ανέρχεται στα 5415€ Ακολουθεί η αναλυτική λίστα με τα υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

Προϊόν	Διαστάσεις	Μονάδα μέτρησης	Τιμή	Κατανάλωση /m <sup>2</sup>	Τιμή / m <sup>2</sup>
Θερμομονωτικό Υλικό 3ης γενιάς Durosol eXternal 	1000X500X120	m <sup>2</sup>	14,1	1m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	14,1
Υλικό Επικόλλησης FGL-Thermo I		kg	0,41	3kg/m <sup>2</sup>	1,23
Υαλόπλεγμα	1x50m	m <sup>2</sup>	0,69	1,1m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,759

Ενίσχυσης <b>FGL-Mesh</b> 5x5mm white 160gr/m <sup>2</sup> 					
Βύσματα Στερέωσης <b>FGL-Dowel</b> 	140mm	Τεμάχια	0,20	5τμχ/m <sup>2</sup>	1
Βασικό Επίχρισμα <b>FGL-Thermo III</b>		kg	0,51	4,5kg/m <sup>2</sup>	2,30
Αστάρι Πρόσφυσης <b>Primer</b>		litre	3,10	0,1litre/m <sup>2</sup>	0,310
Τελικό Σιλικονούχο Επίχρισμα <b>Χρωμοσοβάς</b> <b>Leoplast</b> 	<b>κοκκομετρία</b> 1mm	kg	1,7	1,8kg/m <sup>2</sup>	3,06
<b>ΚΟΣΤΟΣ</b> <b>ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> κατά προσέγγιση					<b>14€/m<sup>2</sup></b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ</b> <b>ΚΟΣΤΟΣ</b> (υλικά + εργασία)					<b>37€/m<sup>2</sup></b>

∅ Το κόστος της αντλίας θερμότητας ανέρχεται στα 7940€ Ακολουθεί η προσφορά:

Η προσφορά αφορά την προμήθεια και εγκατάσταση συστήματος θέρμανσης, αποτελούμενη από μονοφασική αντλία θερμότητας **μεσαίων θερμοκρασιών (55 °C)**, της εταιρείας **SAMSUNG** ισχύος **9 KW** με έναν συμπιεστή τύπου **INVERTER**, αποτελούμενη από τα εξής:

1. Μονοφασική εξωτερική μονάδα **HC 90MHXEΑ**
2. Μονάδα ελέγχου **MME03A**

3. Τοποθέτηση ψηφιακού θερμοστάτη χώρου
4. Εγκατάσταση θερμοστατικών κεφαλών σε έξι σώματα
5. Εγκατάσταση δικτύου θέρμανσης
6. Προμήθεια και εγκατάσταση σωληνώσεων νερού και ηλεκτρικής παροχής, για την τροφοδοσία του συστήματος στον εξωτερικό χώρο του κτιρίου

Για όλα τα ανωτέρω προσφέρουμε την τιμή των **7.940 €** συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ

Ø Το κόστος του ηλιακού θερμοσίφωνα ανέρχεται στα 1300€  
Ακολουθεί η προσφορά:

Η προσφορά αφορά την προμήθεια και εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα, για ζεστά νερά χρήσης της εταιρίας **ΕΒΗΛ Α.Ε.**, και αναλύεται ως εξής:

1. Μπόιλερ 200 λίτρων από χαλυβδοελάσματα βαθειάς εξέλασης, πάχους 2,5mm, με μια οριζόντια ραφή, με επικάλυψη σμάλτου διπλής υάλωσης (γυάλινη επένδυση), μόνωση πάχους 60mm, διπλής ενεργείας, ράβδος μαγνησίου για προστασία από ηλεκτρόλυση και περίβλημα από ανοξείδωτο ατσάλι πάχους 0,5mm.
2. Δύο επιλεκτικούς συλλέκτες συνολικής επιφάνειας 2,75 τ.μ. με σωλήνες χαλκού, επίστρωση τιτανίου, πλαίσιο αλουμινίου διπλού τοιχώματος, μόνωση συλλέκτη με πετροβάμβακα 40mm με επικάλυψη υαλοϋφάσματος και τζάμι ασφαλείας (tempered) 4mm χαμηλής περιεκτικότητας σιδήρου.
3. Βάση τοποθέτησης για δώμα
4. 5 χρόνια εργοστασιακή εγγύηση
5. Εγκατάσταση και σύνδεση με τα δίκτυα



**ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ**



**ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ No** : 901076  
**ΕΚΔΙΔΕΤΑΙ ΠΡΟΣ** : ΕΒΗΛ Α.Ε  
**ΠΡΟΪΟΝ** : ΗΛΙΑΚΟΙ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΙΣΜΟΙ  
**ΤΥΠΟΙ** : Η120, Η150, Η200  
**ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ** : ΕΒΗΛ Α.Ε  
**ΟΔΗΓΙΑ** : LVD 2006/95/ΕΚ  
 (α) -ΕΝ 60335-1:2002 +Α1:2004 +Α11:2004 +Α12:2006 +Α2:2006  
**ΠΡΟΤΥΠΑ** : +Α13:2008 +Α14:2010 &  
 (β) -ΕΝ 60335-2-21:2003 +Α1:2005 +Α2:2008  
**ΒΕΒΑΙΩΝΕΤΑΙ ΟΤΙ** : Με εντολή της Εταιρείας ΕΒΗΛ Α.Ε πραγματοποιήθηκαν στα εργαστήριά μας έλεγχοι συμμόρφωσης των ανωτέρω αναφερόμενων προϊόντων και προέκυψε η συμμόρφωσή των ως προς τις απαιτήσεις των προαναφερθέντων προτύπων.

- ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ** :
- Τα ως άνω βεβαιωθέντα ισχύουν μόνο για τα ελεγχθέντα δείγματα των εν λόγω προϊόντων για τα οποία εκδόθηκαν οι Εκθέσεις Δοκιμών της LABOR με Α/Α 504207 από 8-11-2010, 504218 από 23-12-2010 και 504219 από 23-12-2010 επίσης.
  - Μετά την προετοιμασία του προβλεπόμενου Τεχνικού φακέλου και της Δήλωσης Συμμόρφωσης, τα εν λόγω προϊόντα δύναται να φέρουν τη σήμανση πιστότητας "CE" υπό την προϋπόθεση ότι ο κατασκευαστής εξασφαλίζει την ποιότητα της παραγωγής του σύμφωνα με τις απαιτήσεις των εκάστοτε εν ισχύει προτύπων.
  - Αντίγραφο του παρόντος Πιστοποιητικού υποβάλλεται στο ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ.



ΓΙΑ ΤΗΝ LABOR S.A.

Α.Α. ΚΑΡΙΝΙΩΤΑΚΗΣ  
 ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΩΝ  
 ΕΘΝ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΡΕ 84  
 ΤΗΛ. 60333277 FAX 6033278  
 ΑΘΗΝΑ

**Κ. ΚΑΡΙΝΙΩΤΑΚΗΣ**  
 ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ MSc, ΕΕ  
 ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ  
 ΗΜΕΡ. ΕΚΔΟΣΗΣ: 11-1-2011

Εικόνα 4.2 Πιστοποιητικό

Για όλα τα ανωτέρω προσφέρουμε την τιμή των **1.300 €** συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ

Παρέμβαση	Κόστος
Κουφώματα	4892€
Θερμοπρόσοψη	5415€
Αντλία θερμότητας	7940€

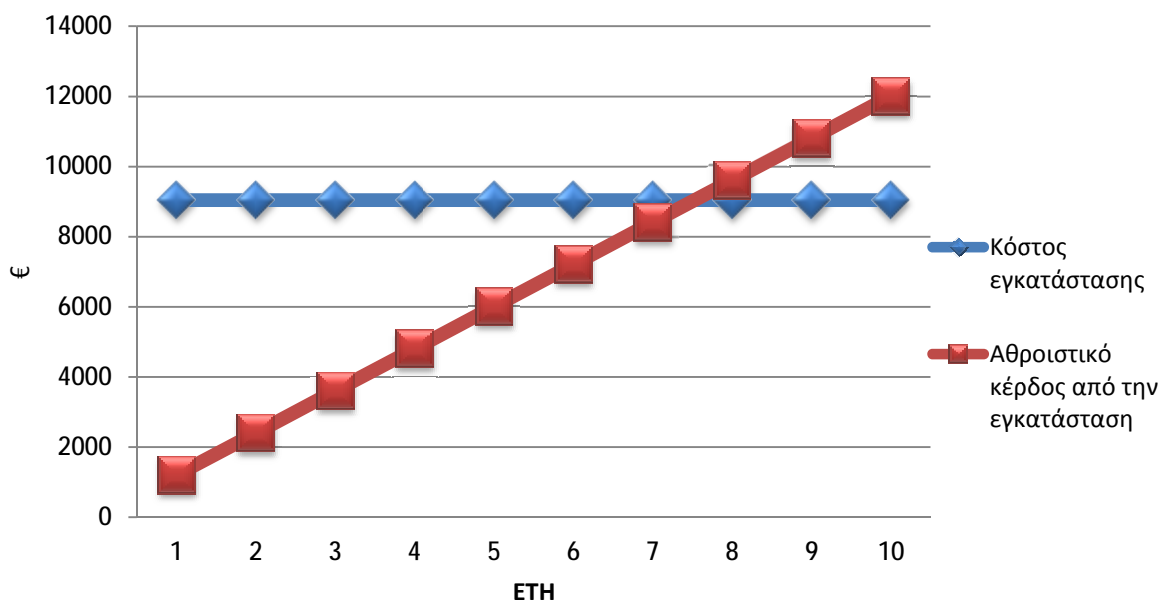
Ηλιακός	1300€
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>19547€</b>

### 4.3.Χρόνος απόσβεσης επένδυσης

Αν τελικά το σπίτι ενταχθεί στα πλαίσια του προγράμματος, η επιδότηση ανέρχεται στο 70% του κόστους των παρεμβάσεων όμως αφορά μόνο τις 15000€ των συνολικών δαπανών. Αυτό σημαίνει πως η διαφορά επιβαρύνει στο 100%. Οι συνολικές οφειλές λοιπόν είναι:  $4500€ - 4547€ = 9047€$

Αν υποθέσουμε πως το υπάρχον σπίτι καταναλώνει ετησίως 2000€ μόνο για θέρμανση και η αντλία θερμότητας πρόκειται να καταναλώνει περίπου 800€ σημαίνει ότι το ετήσιο κέρδος θα είναι 1200€. Ο χρόνος απόσβεσης της εγκατάστασης εκπίπτει από το παρακάτω γράφημα.

### Διάγραμμα Απόσβεσης



Βλέπουμε λοιπόν πως μέσα σε 7,5 έτη αποπληρώνεται το κόστος της εγκατάστασης και από εκεί και έπειτα υπάρχει ένα διαρκές κέρδος 1200€ ανά έτος. Ακόμη, μέσω του προγράμματος που αφορούν τις 4500€, δύναται να αποπληρωθούν με τη μορφή δανείου έως 6 έτη. Αυτό συνεπάγεται πως βγαίνει μία δόση περί των 72€ το μήνα συμπεριλαμβανομένου του επιτοκίου. Έτσι διευκολύνεται ο ενδιαφερόμενος να καταβάλει τα χρήματα με δόσεις και όχι όλα μαζί.

## Κεφάλαιο 5

### Συμπεράσματα

Στην εργασία που εκπονήθηκε μελετήσαμε πώς αναβαθμίζεται ενεργειακά ένα σπίτι, ποιο είναι το κόστος των παρεμβάσεων, τι είναι το «εξοικονομώ» και πώς μπορεί να μας εξυπηρετήσει. Είναι τελικά προφανές και βάση του διαγράμματος της απόσβεσης πως η όλη διαδικασία που προτείνεται είναι συμφέρουσα. Μέσα σε ένα διάστημα 7,5 μηνών πρόκειται να έχει απόσβεση του αρχικού κόστους και από εκεί και έπειτα θα υπάρχει κέρδος.

Ακόμη, εκτός από το προσωπικό όφελος υπάρχει και περιβαλλοντικό. Ο τομέας των κτηρίων και των μεταφορών αποτελούν τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας στη χώρα. Τα κτήρια στην Ελλάδα ευθύνονται περίπου για το 36% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης ενώ, κατά την περίοδο 2000–2005, αύξησαν την ενεργειακή τους κατανάλωση κατά περίπου 24%, μία από τις μεγαλύτερες αυξήσεις στην Ευρώπη. Το πρόγραμμα στοχεύει αρχικά στη σταθεροποίηση της καταναλισκόμενης ενέργειας από τα κτήρια και σε δεύτερο χρόνο στη μείωση της. Το πρόγραμμα πιο συγκεκριμένα στοχεύει στην:

- Εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 1 δισ. kWh κατ' έτος.
- Ευαισθητοποίηση των πολιτών για την ορθολογική χρήση της ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος
- Αναβάθμιση των συνθηκών διαβίωσης στα κτήρια και στις πόλεις και η βελτίωση της καθημερινότητας του πολίτη
- Αναβάθμιση αστικού περιβάλλοντος
- Κινητοποίηση των δυνάμεων της αγοράς προς όφελος της ανάπτυξης βιώσιμων κοινωνιών.

Εκτός από το περιβαλλοντικό και το ιδίων όφελος, μια ενεργειακή αναβάθμιση ενός κτηρίου ωφελεί και το κράτος. Στο πρωτόκολλο του Κιότο το οποίο έχει υπογράψει η χώρα δεσμεύεται για την μείωση των εκπομπών ρύπων με σκοπό την προστασία του πλανήτη. Όποιο κράτος έχει συνυπογράψει το πρωτόκολλο δεν συμμορφωθεί με τις διατάξεις του πληρώνει πρόστιμο. Η Ελλάδα ήταν μία από τις χώρες που βρέθηκαν σε αυτή τη θέση. Με αυτόν λοιπόν τον τρόπο, καθώς και με πολλούς άλλους, συνεισφέρουμε στην εθνική οικονομία που εξαρτάται από την κατανάλωση ενέργειας.

Τέλος, θα ήταν πολύ πιο εύκολο να αυξηθούν οι δικαιούχοι του προγράμματος, ούτως ώστε να υπάρξει μεγαλύτερη ανταπόκριση και κατ' επέκταση περισσότερα κέρδη για όλους. Ακόμη, θα ήταν ιδιαίτερα επικερδές να υπήρχε μεγαλύτερη ενημέρωση από την πολιτεία για όλα αυτά τα πλεονεκτήματα του



προγράμματος και να μπορέσουν έτσι να επωφεληθούν τόσο το κράτος όσο και οι πολίτες.

## Βιβλιογραφία

- <http://www.daikin.gr/>
- <http://thermansipress.gr>
- <http://www.ergotzet.gr>
- <http://buildhome.gr/>
- <http://www.mgd-energy.gr>
- <http://exoikonomisi.ypeka.gr/Default.aspx?>
- <http://el.wikipedia.org/wiki/>
- <http://www.estianet.gr>
- <http://www.open-mind.gr/>
- [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC\\_WORK/GR\\_ENERGEIAS/kenak](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak)
- Σύγκριση κόστους θέρμανσης από διάφορες τεχνολογίες- Μελέτη Μετσοβίου πολυτεχνείου. Συγγραφείς: Δρ. Εμμανουήλ Κακαράς, Δρ. Σωτήριος Καρέλλας, Δρ. Παναγιώτης Βουρλιώτης, Δρ. Παναγιώτης Γραμμέλης, Πλάτων Πάλλης, Εμμανουήλ Καραμπίνης
- e-class teipat