



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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΠΑΛΑΙΑΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΜΕΜΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ  
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΜΠΟΥΡΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2015

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας και αναφέρεται στην συμπεριφορά μιας παλαιάς οικοδομής πριν και μετά από παρεμβάσεις θερμομόνωσης . Είναι γνωστό ότι οι περισσότερες οικοδομές που χτίστηκαν την δεκαετία του 80 δεν είχαν καμία πρόβλεψη θερμομόνωσης και έτσι η ενεργειακή τους κατάσταση είναι πολύ χαμηλότερη σε σχέση με αυτή των νεότερων θερμομονωμένων οικοδομών.

Στην αρχή η εργασία περιλαμβάνει την μελέτη των θερμικών απωλειών της κατοικίας και την κατάσταση της σε κατηγορία θερμικής απόδοσης σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομόνωσης . Στη συνέχεια προτείνονται βελτιώσεις της θερμικής απόδοσης με παρεμβάσεις θερμομόνωσης στο κτίριο , και τέλος γίνεται οικονομοτεχνική ανάλυση της απόσβεσης της επένδυσης .

Ευχαριστώ θερμά τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου Καμπουρίδη Γεώργιο , Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας.

Μέμος Βασίλειος  
Μάιος 2015

**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 παρακάτω πτυχιακή εργασία αναφέρεται στη συγκριτική μελέτη θερμικής και ψυκτικής συμπεριφοράς παλαιάς οικοδομής μετά από παρεμβάσεις θερμομόνωσης η οποία έχει πολλές και διάφορες παραμέτρους. Οι κυριότερες από αυτές είναι η θερμική άνεση του κτιρίου, ο υπολογισμός συντελεστή περατότητας, οι θερμικές απώλειες, τα θερμικά κέρδη, η βελτίωση της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου αλλά και οικονομοτεχνική ανάλυση της εγκατάστασης, της θερμομόνωσης και της απόσβεσης της επένδυσης.

Το θέμα αναπτύσσεται σε τέσσερα κεφάλαια. Το πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται στη θερμική άνεση, όπου αρχικά μας εξηγεί τι είναι η θερμική άνεση και ποίος είναι ο ρόλος της στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια αλλά και στις μεθόδους βελτίωσής της.

Στη συνέχεια στο δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνεται ο υπολογισμός ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου έτσι ώστε να γίνει η γνωριμία με το κτίριο, τα βασικά φυσικά μεγέθη στις μελέτες θερμομόνωσης και τον υπολογισμό συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων, όπου θα αναλυθούν ο υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας, τοιχοποιίας και δαπέδου, ο υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας οροφής και κουφωμάτων. Έπειτα θα υπολογισθούν οι θερμικές απώλειες πρώτον από την αγωγιμότητα και δεύτερον από την είσοδο του ψυχρού αέρα από το περιβάλλον. Μετά γίνεται υπολογισμός θερμικών κερδών που αυτά οφείλονται σε κέρδη από αγωγιμότητα, από ακτινοβολία, από την είσοδο του εξωτερικού αέρα, από τους ανθρώπους και από το φωτισμό και τις ηλεκτρικές συσκευές. Τελειώνοντας το κεφάλαιο αυτό θα υπολογισθούν τα θερμικά κέρδη και οι απώλειες κτιρίου αναφοράς αλλά θα γίνει και ο καθορισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίου.

Στο τρίτο κεφάλαιο θα αναπτυχθούν τα σενάρια βελτίωσης ενεργειακής κατάστασης του κτιρίου. Συγκεκριμένα αναφέρεται η αλλαγή κουφωμάτων και εξωτερική θερμομόνωση. Στη συνέχεια θα γίνει ο υπολογισμός νέου συντελεστή θερμοπερατότητας τοιχοποιίας, οροφής και δαπέδου. Τέλος θα υπολογισθεί η ενεργειακή κατάταξη κτιρίου μετά από τις παρεμβάσεις 1<sup>ου</sup>, 2<sup>ου</sup>, 3<sup>ου</sup> και 4<sup>ου</sup> σεναρίου ενεργειακής αναβάθμισης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα μελετηθεί η οικονομοτεχνική ανάλυση. Αρχικά θα γίνει μια εισαγωγή για μια οικονομοτεχνική ανάλυση, έπειτα θα υπολογισθεί το κόστος της εγκατάστασης, στην αλλαγή κουφωμάτων, στην εξωτερική θερμομόνωση 1<sup>ου</sup>, 2<sup>ου</sup>, 3<sup>ου</sup> και 4<sup>ου</sup> ενεργειακής αναβάθμισης αλλά και στο χρόνο απόσβεσης της επένδυσης.

Το συμπέρασμα εν κατακλείδι της παραπάνω πτυχιακής μελέτης είναι η βελτίωση ενός παλαιού κτιρίου ώστε να ανήκει σε ικανοποιητική ενεργειακή κλάση με τις κατάλληλες παρεμβάσεις

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1.Θερμική άνεση</b>	
1.1 Τι είναι θερμική άνεση	Σελ 1
1.2 Ο ρόλος της θερμικής άνεσης στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια	Σελ 3
1.3 Μέθοδοι βελτίωσης της θερμικής άνεσης	Σελ 5
<b>2. Υπολογισμός ενεργειακής κατάταξης κτιρίου</b>	
2.1 Γνωριμία με το κτίριο	Σελ 6
2.2 Βασικά φυσικά μεγέθη στις μελέτες θερμομόνωσης	Σελ 7
2.3 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας <i>αδιαφανών δομικών στοιχείων</i>	Σελ 8
2.3.1. Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας τοιχοποιίας	Σελ 10
2.3.2. Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου	Σελ 11
2.3.3. Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας οροφής	Σελ 12
2.4. Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων	Σελ 13
2.5 Υπολογισμός θερμικών απωλειών	Σελ 16
2.5.1 Θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα	Σελ 17
2.5.2 Θερμικές απώλειες από είσοδο ψυχρού αέρα περιβάλλοντος	Σελ 20
2.6 Υπολογισμός θερμικών κερδών	Σελ 22
2.6.1 Θερμικά κέρδη από αγωγιμότητα	Σελ 23
2.6.2 Θερμικά κέρδη από ακτινοβολία	Σελ 25
2.6.3 Θερμικά κέρδη από είσοδο εξωτερικού αέρα	Σελ 26
2.6.4 Θερμικά κέρδη από ανθρώπους	Σελ 28
2.6.5 Θερμικά κέρδη από φωτισμό και ηλεκτρικές συσκευές	Σελ 29
2.7 Υπολογισμός θερμικών κερδών και απωλειών κτιρίου αναφοράς	Σελ 31
2.7.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών κτιρίου αναφοράς	Σελ 33
2.7.2 Υπολογισμός θερμικών κερδών κτιρίου αναφοράς	Σελ 35
2.7.3 Καθορισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίου	Σελ 36
<b>3. Σενάρια βελτίωσης ενεργειακής κατάταξης κτιρίου</b>	
3.1 Αλλαγή κουφωμάτων	Σελ 37
3.2 Εξωτερική θερμομόνωση	Σελ 41
3.2.1. Υπολογισμός νέου συντελεστή θερμοπερατότητας τοιχοποιίας	Σελ 45
3.2.2. Υπολογισμός νέου συντελεστή θερμοπερατότητας οροφής	Σελ 46
3.2.3. Υπολογισμός νέου συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου	Σελ 48
3.3 Υπολογισμός ενεργειακής κατάταξης κτιρίου μετά από τις παρεμβάσεις	Σελ 49
3.3.1 Πρώτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης	Σελ 49
3.3.2 Δεύτερο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης	Σελ 52
3.3.3 Τρίτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης	Σελ 55
3.3.4 Τέταρτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης	Σελ 58

<b>4.Οικονομοτεχνική ανάλυση</b>	
4.1 Εισαγωγή	Σελ 62
4.2 Κόστος εγκατάστασης	Σελ 62
4.2.1 Αλλαγή κουφωμάτων	Σελ 63
4.2.2Εξωτερική θερμομόνωση(πρώτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης)	Σελ 65
4.2.3Εξωτερική θερμομόνωση(δεύτερο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης)	Σελ 67
4.2.4 Εξωτερική θερμομόνωση (τρίτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης)	Σελ 69
4.2.5Εξωτερική θερμομόνωση(τέταρτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης)	Σελ 70
4.3.Χρόνος απόσβεσης επένδυσης	Σελ 71
4.4. Συμπέρασμα	Σελ 74
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	Σελ 76

## ΠΙΝΑΚΕΣ

<b>Πίνακας 1:</b> Τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης	Σελ 2
<b>Πίνακας 2:</b> Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νόμους	Σελ 6
<b>Πίνακας 3:</b> Συντελεστές θερμικής μεταβάσεως και αντίστασης θερμικής μεταβάσεως.	Σελ 9
<b>Πίνακας 4:</b> Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ ) με διάφορα δομικά υλικά	Σελ 10
<b>Πίνακας 5:</b> Θερμική αντίσταση αέρα μεταξύ οριζόντιας επιφάνειας και κεκλιμένης στέγης	Σελ 12
<b>Πίνακας 6:</b> Γραμμική θερμική μετάδοση για διάφορους τύπους υαλοστασίου	Σελ 14
<b>Πίνακας 7:</b> Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου	Σελ 15
<b>Πίνακας 8:</b> Μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες ελληνικών πόλεων	Σελ 20
<b>Πίνακας 9:</b> Αριθμός αλλαγών ανά ώρα αέρα θερμαινόμενου χώρου	Σελ 21
<b>Πίνακας 10:</b> Παροχή αέρα ανά άτομο	Σελ 22
<b>Πίνακας 11:</b> Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ αέρα εξωτερικού περιβάλλοντος και εσωτερικού χώρου	Σελ 24
<b>Πίνακας 12:</b> Συντελεστής ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία μέσω των υαλοπινάκων	Σελ 25
<b>Πίνακας 13:</b> Τιμές των $C_S$ και $C_L$	Σελ 28
<b>Πίνακας 14:</b> Φορτία από ανθρώπους σε $W$ ανά άτομο	Σελ 28
<b>Πίνακας 15:</b> Φορτία από ηλεκτρικές συσκευές σε $W$	Σελ 30
<b>Πίνακας 16:</b> Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτηρίων	Σελ 32
<b>Πίνακας 17:</b> Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας	Σελ 33

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα τεχνική οδηγία καθορίζονται οι εθνικές προδιαγραφές για όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται για την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Αυτές οι παράμετροι χρησιμοποιούνται τόσο στη μελέτη όσο και στην ενεργειακή επιθεώρηση του. Στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης ο μελετητής αξιολογεί την εφαρμογή εναλλακτικών τεχνολογιών υψηλής απόδοσης στο υπό μελέτη κτήριο, προκειμένου να καθορίσει κατά περίπτωση την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου για να μπορέσει να βελτιωθεί.

Οι προδιαγραφές για τις παρεμβάσεις της μεθοδολογίας διαμορφώνονται ανάλογα με τις τεχνολογίες που εφαρμόζονται στην κατασκευή των κτηρίων (δομικά υλικά), το προφίλ λειτουργίας των κτηρίων, τις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας και οι κλιματικές αλλαγές. Οι παράμετροι υποστηρίζουν την μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνουν αλλά και καθορίζουν το πλαίσιο της διαδικασίας επιθεώρησης κτηρίων. Κάθε νέο κτήριο, καθώς και κάθε υφιστάμενο κτήριο που ανακαινίζεται ριζικά πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν το κτήριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές.

- Είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου είναι μικρότερη από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς
- Είτε το εξεταζόμενο έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το κτήριο αναφοράς τόσο ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις στο σύνολό τους

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης, σύμφωνα με τη μεθοδολογία προκειμένου να προσδιοριστεί η ενεργειακή απόδοση και η κατάταξη του κτηρίου. Οι ελάχιστες απαιτήσεις για το ανακαινιζόμενο κτήριο αναφέρονται στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτηρίου, στη θερμομόνωση του κτηριακού κελύφους και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Ο ορθός σχεδιασμός ενός κτηρίου είναι το πρώτο βήμα για την ελαχιστοποίηση των απαιτούμενων θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Ο μελετητής πρέπει να σχεδιάσει το κτήριο με στόχο τη βέλτιστη ενεργειακή λειτουργία του, αξιοποιώντας όλες τις τεχνικές θωράκισης του κτηριακού κελύφους και περιορίζοντας τις θερμικές και ψυκτικές απώλειες κατά το σχεδιασμό του κτηρίου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω παράμετροι:

- Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των κλιματικών συνθηκών
- Διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου για τη βελτίωση μικροκλίματος
- Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων
- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης

Εκτός από τις ελάχιστες απαιτήσεις σχεδιασμού θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- Η χρήση του κτηρίου
- Η διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων (θερμικών ζωνών) του κτηρίου που έχουν διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας και εσωτερικά φορτία

- Η θερμική θωράκιση του κτηριακού κελύφους με μόνωση δομικών στοιχείων και επιλογή κατάλληλων διάφανων στοιχείων(παραθύρων, γυάλινων προσόψεων κ.α.)

Εκτός όμως από ελάχιστες προδιαγραφές (απαιτήσεις) για το κτηριακό κέλυφος των νέων και ριζικών ανακαινιζόμενων κτηρίων και οι προδιαγραφές του κτηρίου αναφοράς με το οποίο συγκρίνεται και αξιολογείται ενεργειακά το κτήριο.

Ο μελετητής μπορεί πάντα να εφαρμόσει στο κτήριο τεχνολογίες και πρακτικές δόμησης με μεγαλύτερες προδιαγραφές από τις ελάχιστες απαιτούμενες του κτηρίου αναφοράς, ώστε η τελική ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου να είναι τουλάχιστον Β. Έτσι καθορίζονται όλες οι παράμετροι που σχετίζονται με το κέλυφος ενός κτηρίου και χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Οι βασικότεροι παράμετροι που απαιτούνται για τους υπολογισμούς αφορούν τα δομικά υλικά (θερμοπερατότητα, θερμοχωρητικότητα κ.α.). Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και συγκεκριμένα για τον υπολογισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων, απαιτείται ο προσδιορισμός των παραμέτρων των δομικών στοιχείων (διάφανων και αδιάφανων) του κτηρίου. Ο μελετητής λαμβάνει υπόψη αρχικά τις παραμέτρους των δομικών στοιχείων και υλικών που έχουν καταγραφεί κατά την επιθεώρηση του κτηρίου ή είναι καθορισμένες από τις τελικές αρχιτεκτονικές μελέτες του κτηρίου. Στην περίπτωση έλλειψης των απαραίτητων δεδομένων και μόνο τότε (κυρίως σε υφιστάμενες παλαιές κτηριακές εγκαταστάσεις ) γίνεται χρήση πινάκων με ενδεικτικές τιμές για κάθε παράμετρο. Έτσι τα γεωμετρικά στοιχεία του κτηρίου προκύπτουν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια της μελέτης. Για όλους του υπολογισμούς γίνεται χρήση μόνο των εξωτερικών διαστάσεων του κτηρίου για όλα τα δομικά στοιχεία. Συγκεκριμένα, τα μήκη των δομικών στοιχείων μετρώνται στις κατόψεις των ορόφων ως εξής:

- Για κατακόρυφα δομικά στοιχεία(τοιχοποιία) μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον(αέρας, έδαφος) λαμβάνοντας υπόψη οι διαστάσεις της εξωτερικής επιφάνειας που διαμορφώνεται μετά και την τελική της επίστρωση
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με το θερμαινόμενο χώρο λαμβάνοντας υπόψη οι διαστάσεις της τελικής επιφάνειας που βρίσκεται προς την πλευρά του μη θερμαινόμενου χώρου
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία μιας θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με άλλη θερμική ζώνη, η οποία είναι θερμαινόμενη , λαμβάνεται υπόψη η αξονική διάσταση του δομικού στοιχείου, ανεξάρτητα από την ύπαρξη θερμομόνωσης.

Τέλος η βιωσιμότητα των παρεμβάσεων καθορίζεται με τη μέθοδο της απλής περιόδου αποπληρωμής. Απαιτούμενα δεδομένα είναι το αρχικό κόστος της επέμβασης (συμπεριλαμβανομένου και του κόστους εγκατάστασης) καθώς επίσης και το κόστος ενέργειας με την τρέχουσα περίοδο μελέτης. Γι' αυτό για κάθε προτεινόμενη επέμβαση, εκτιμάται το αρχικό κόστος και η απλή περίοδος αποπληρωμής προκειμένου να εκτεθεί η βιωσιμότητα της επέμβασης. Ενδεικτικές επεμβάσεις αναβάθμισης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου που μπορούν να εφαρμοστούν στο κτηριακό κέλυφος είναι οι εξής:

- Τοποθέτηση κατάλληλης μόνωσης με πιστοποιημένα υλικά φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο χαμηλής θερμοπερατότητας και μεγάλης διάρκειας
- Περιορισμός των θερμογεφυρών του κελύφους
- Επιλογή διπλών ή δίδυμων υαλοπινάκων με βελτιωμένα θερμικά χαρακτηριστικά των προστατευτικών από τα εξώφυλλα των κουφωμάτων



- Περιορισμός της διείσδυσης του αέρα από τις χαραμάδες των κουφωμάτων
- Σκίαση των εξωτερικών επιφανειών του κτηρίου

Οι βασικές αναγκαίες συντηρήσεις και αναβαθμίσεις που εφαρμόζονται σ'ένα κτήριο για τη διατήρηση της βέλτιστης λειτουργίας του είναι:

- Η τακτική επισκευή τυχόν ζημιών ή φθορών στο κτηριακό κέλυφος του κτηρίου
- Η πρόβλεψη για επαρκή σκίαση των διάφανων και αδιάφανων δομικών στοιχείων
- Ο ετήσιος έλεγχος και συντήρηση των διάφορων εγκαταστάσεων
- Ο έλεγχος και η βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών λειτουργίας του κτηρίου λαμβανομένων υπόψη των επιθυμιών των χρηστών του κτηρίου

# 1. Θερμική άνεση

## 1.1 Τι είναι θερμική άνεση

Ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός ενός κτιρίου θα πρέπει να έχει σαν στόχο τη βελτιστοποίηση των περιβαλλοντολογικών παραμέτρων στο εσωτερικό του. Ως θερμική άνεση για ένα άτομο ορίζεται η κατάσταση του εγκεφάλου κατά την οποία δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή του εσωτερικού περιβάλλοντος και εκφράζει ικανοποίηση με τις επικρατούσες θερμικές συνθήκες.

Όπως είναι προφανές η κατάσταση στην οποία ένα άτομο αισθάνεται θερμικά άνετα έχει υποκειμενικό χαρακτήρα. Έτσι στον ίδιο χώρο είναι δυνατόν κάποιιο άτομο να εκφράζει την ικανοποίησή του για τις θερμικές συνθήκες, ενώ κάποιιο άλλο άτομο τη δυσaráσκειά του. Η λέξη άνεση εμπεριέχει ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων που την ορίζουν κάθε φορά για κάθε άτομο. Πέρα από τους παράγοντες που συνδέονται με την κοινωνική και ψυχολογική κατάσταση του ατόμου, προκειμένου να αξιολογηθεί επιστημονικά η θερμική άνεση και επομένως να αποκτήσει και αντικειμενικό χαρακτήρα, ορίστηκαν οι φυσικές παράμετροι οι οποίες και την επηρεάζουν.

Παράμετροι που επηρεάζουν τη θερμική άνεση.

### 1. Φυσικές παράμετροι

- Θερμοκρασία του αέρα [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- Η υγρασία και η σχετική υγρασία του αέρα [Pa]
- Η ταχύτητα του εσωτερικού αέρα [m/s]
- Χωροταξική κατανομή των παραπάνω μεγεθών

### 2. Βιολογικές παράμετροι

- Το φύλλο των χρηστών του χώρου
- Η ηλικία των χρηστών του χώρου
- Οι συνήθειες των χρηστών του χώρου

### 3. Εξωτερικές παράμετροι.

- Το είδος των δραστηριοτήτων των χρηστών του χώρου [met] ( $1 \text{ met} = 58,15 \text{ W/m}^2$ )
- Ο τύπος του ρουχισμού των χρηστών του χώρου [clo] ( $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$ )

Όλες οι παραπάνω παράμετροι, και κυρίως οι φυσικές, επηρεάζουν τη ροή ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας από τον άνθρωπο προς το περιβάλλον. Ο άνθρωπος διαθέτει μηχανισμούς οι οποίοι ως στόχο έχουν να διατηρούν τη θερμική κατάσταση του σώματος σταθερή και να την προσαρμόζουν στις συνθήκες του περιβάλλοντος. Εξισορροπώντας τα θερμικά κέρδη και τις απώλειες θερμότητας

(αυξομείωση των καύσεων, εφίδρωση), το σώμα μας καθορίζει την αναφερθείσα ροή θερμότητας.

Η σημασία της θερμικής άνεσης για την διαβίωση του ανθρώπου είναι προφανής. Σε ένα εργασιακό χώρο για παράδειγμα, πρέπει κάθε μέρα κανείς να αισθάνεται ικανοποιημένος πρώτα απ'όλα με το θερμικό περιβάλλον. Διαφορετικά η εργασιακή επίδοση μειώνεται. Έτσι η θερμική άνεση έχει άμεση σχέση με την αποτελεσματικότητα της εργασίας.

Γενικά ο άνθρωπος πάντα προσπαθεί να διαμορφώσει ένα θερμικά άνετο περιβάλλον. Αυτό αντανακλάται στις παραδόσεις της δόμησης των κτιρίων σε όλο τον κόσμο, από τα αρχαία χρόνια μέχρι και σήμερα. Έτσι η διαμόρφωση ενός θερμικά άνετου περιβάλλοντος είναι μια από τις πλέον σημαντικές παραμέτρους στον σχεδιασμό κτηρίων.

Για κάθε κατηγορία και υποκατηγορία κτιρίων ή τμημάτων κτιρίων οι τιμές σχετικής υγρασίας και θερμοκρασίας για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με βάση την θερμική άνεση καθορίζεται από τον παρακάτω πίνακα

**Πίνακας 1:** Τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης (Πηγή: Κ.Εν.Α.Κ/ έκδοση Τ.Ε.Ε Απρίλιος 12)

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
Ζαχαροπλαστείο, 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

Νηπιαγωγείο	20	26	35	45
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευσης	20	26	35	45
Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45
Φροντιστήριο, ωδείο	20	26	35	45
Νοσοκομείο, κλινική	22	26	35	50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	35	50
Χειρουργείο (τακτικό)	18	20	35	55
Εξωτερικά ιατρεία	20	26	35	50
Αίθουσες αναμονής	20	26	35	50
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	22	26	35	50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	22	26	40	45
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	20	26	40	45
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	26	40	45
Αστυνομική διεύθυνση	20	26	35	45
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	19	25	35	45
Κατάστημα, φαρμακείο,	20	26	35	45
Ινστιτούτο γυμναστικής	20	26	35	45
Κουρείο, κομμωτήριο	20	26	35	45
Γραφείο	20	26	35	45
Βιβλιοθήκη	20	26	35	50

## 1.2 Ο ρόλος της θερμικής άνεσης στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια

Το ενεργειακό πρόβλημα μαζί με το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος, και κατ'επέκταση της κλιματικής αλλαγής, έχουν αποκτήσει τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία, ενώ οι αλλαγές που συντελούνται στον ενεργειακό χάρτη είναι ραγδαίες. Ως αποτέλεσμα αυτού η ΕΕ έθεσε ως επίκεντρο της ενεργειακής της πολιτικής τον στόχο να μειώσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά 20% μέχρι το 2020, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

Είναι γνωστό ότι το 50% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (και των άλλων αερίων του θερμοκηπίου) και το 40% της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο προέρχονται από την ενεργειακή κατανάλωση στον κτιριακό τομέα. Επομένως, είναι φανερό ότι ένα σημαντικό ποσοστό ενέργειας, θα μπορούσε να εξοικονομηθεί από την βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων και την ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας μέσα σε αυτά.

Ο σύγχρονος τρόπος ζωής έχει οδηγήσει τους ανθρώπους να περνάνε το μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους μέσα σε «κλειστούς χώρους». Περίπου το 90% του χρόνου μας το ζούμε σε διάφορα τεχνητά περιβάλλοντα όπως κατοικίες, γραφεία και μέσα μεταφοράς (αυτοκίνητα, τρένα, κλπ.). Είναι λογικό επομένως, να υπάρχει τα τελευταία χρόνια ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την μελέτη των παραγόντων εκείνων που δημιουργούν συνθήκες θερμικής άνεσης -και άνεσης γενικότερα- μέσα στους κλειστούς αυτούς χώρους.

Συνεπώς, μαζί με το αυξημένο ενδιαφέρον που έχει παρουσιαστεί για την ανάλυση των παραγόντων που επηρεάζουν την θερμική άνεση του ανθρώπου, έχει εμφανιστεί και η ανάγκη να αναπτυχθούν τα κατάλληλα μέσα και συστήματα τα οποία θα μπορούν να εξασφαλίσουν τις αποδεκτές συνθήκες τόσο σε χώρους κατοικίας, όσο και σε χώρους εργασίας, μεταφοράς κλπ. Οι εσωτερικοί χώροι θα πρέπει να πληρούν τις απαιτούμενες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, αερισμού αλλά και τα κατάλληλα επίπεδα φωτισμού, χρωμάτων, θορύβων, καθώς και ποιότητας αέρα. Στόχος λοιπόν είναι η επίτευξη των επιθυμητών επιπέδων για όλες αυτές τις παραμέτρους, έτσι ώστε να επιτευχθεί ο βέλτιστος συνδυασμός κατάλληλων συνθηκών διαβίωσης για τον χρήστη και ορθολογικότερης κατανάλωσης ενέργειας.

Η καλή ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος στα κτίρια προσφέρει πλήρη άνεση που αναλύεται σε θερμική άνεση, οπτική άνεση, ακουστική άνεση και καλή ποιότητα αέρα και γίνεται αισθητή μέσω του δέρματος, των ματιών, των αυτιών και της μύτης. Οι επιπτώσεις του ακατάλληλου εσωτερικού περιβάλλοντος (είτε αυτές εμφανίζονται με κακή ποιότητα αέρα, είτε με ξηρή ατμόσφαιρα, είτε με θερμοκρασίες έξω από τα όρια της θερμικής άνεσης), μπορούν να δημιουργήσουν πολλά προβλήματα στους χρήστες των κτιρίων. Για παράδειγμα, συχνά προκαλούνται: μείωση της αποδοτικότητας, αλλαγή στην διάθεση, καθώς και άλλες σοβαρότερες συνέπειες όπως πονοκέφαλοι και ασθένειες που παρουσιάζονται, μεταδίδονται ή υποτροπιάζουν λόγω του εσωτερικού μολυσμένου αέρα. Από τα ανωτέρω, γίνεται προφανής η σημασία της δυνατότητας επίτευξης των απαραίτητων συνθηκών μέσα στα κτίρια.

Η επίτευξη των συνθηκών αυτών και γενικότερα της ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος είναι δυνατή με την χρήση των συστημάτων κλιματισμού, θέρμανσης, αερισμού και άλλων H/M συστημάτων. Τα συστήματα όμως αυτά, υπερκαταναλώνουν ενέργεια, εάν το κτίριο δεν είναι σωστά σχεδιασμένο, κατασκευασμένο και συντηρημένο. Είναι εξαιρετικά σημαντικό όχι μόνο να δημιουργηθούν οι κατάλληλες συνθήκες άνεσης αλλά και αφού επιτευχθούν, να διατηρηθούν και να ελεγχθούν, με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας.

Η σωστή λοιπόν μελέτη-κατασκευή-λειτουργία σε συνδυασμό με την επιμελή συντήρηση ενός κτιρίου μπορούν να αποφέρουν αποδεκτές συνθήκες διαβίωσης και εξοικονόμηση ενέργειας. Στη λειτουργία και τη συντήρηση του κτιρίου, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και ο χρήστης. Η συμπεριφορά του χρήστη, ο χρόνος που περνάει μέσα στο εκάστοτε κτίριο, η σωστή χρήση του H/M εξοπλισμού καθώς και οι συνήθειες του χρήστη μπορούν να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Το ίδιο ισχύει και για την βελτίωση των συστημάτων ενός κτιρίου, αφού οποιαδήποτε παρέμβαση γίνει σε σχέση με τα H/M συστήματα του, θα πρέπει όχι μόνο να είναι σύμφωνη με τις ανάγκες των χρηστών του, αλλά και να μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν με τρόπο που δεν θα απαξιώνει ή αλλοιώνει τη σωστή και αποδοτική λειτουργία τους.

Για το λόγο αυτό, όταν επιδιώκεται η καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου και η παραπέρα βελτιστοποίηση της λειτουργίας του, εφόσον αυτή χρειάζεται, είναι απαραίτητο να δίνεται προτεραιότητα στις ανάγκες και τις συνήθειες του χρήστη. Κατά τη διενέργεια ενός ενεργειακού ελέγχου για την καταγραφή της συμπεριφοράς ενός κτιρίου, θα πρέπει να συλλεχθούν από τον μελετητή/επιθεωρητή:

- Βασικές πληροφορίες για το κτίριο από όπου θα καθοριστούν οι ανάγκες του πελάτη, το ωράριο λειτουργίας, τα μελλοντικά σχέδια ανακαίνισης ή συντήρησης, η διαθεσιμότητα στοιχείων για το κτίριο όπως αρχιτεκτονικά ή

H/M. Όλα τα παραπάνω μπορούν να αντληθούν κατόπιν της επικοινωνίας με τον ιδιοκτήτη του κτιρίου.

- Πληροφορίες για την άνεση που νιώθουν μέσα σε αυτό κατά τις διάφορες εποχές του χρόνου οι χρήστες ώστε να καθοριστούν οι ανάγκες των χρηστών, ο τρόπος χρήσης των συστημάτων κλιματισμού, αερισμού και θέρμανσης, οι πιθανές αιτίες ενδεχόμενης μειωμένης απόδοσης κάποιων συστημάτων.

Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με τις μετρήσεις βασικών παραμέτρων άνεσης που θα πραγματοποιήσει ο μελετητής/ επιθεωρητής, θα αποτελέσουν το υλικό ώστε να συσχετιστούν οι απαντήσεις των εμπλεκόμενων ανθρώπων με την απόδοση των ενεργειακών συστημάτων και τελικά να προταθούν οι κατάλληλες παρεμβάσεις στο κτίριο.

Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι κατά την αποτίμηση της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου δεν πρέπει να γίνεται μόνο μια «στείρα» συλλογή στοιχείων και εισαγωγής τους σε κατάλληλα λογισμικά, με σκοπό την εξαγωγή ενός απλού αριθμού που θα δείχνει αν το κτίριο καταναλώνει πολύ ή λίγο ενέργεια. Ουσιαστικά αυτό που θα πρέπει να συμβαίνει είναι μια καταγραφή δεδομένων, η οποία θα λαμβάνει υπόψη και την «ψυχή» του κτιρίου που είναι οι χρήστες του. Μόνον έτσι θα μπορεί να γίνει σωστή καταγραφή των προβλημάτων που υπάρχουν στο κτίριο και ορθός σχεδιασμός των κατάλληλων λύσεων οι οποίες θα επιτυγχάνουν την αποδοτικότερη ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, και θα εναρμονίζονται με τις ανάγκες του ιδιοκτήτη και των χρηστών. Επίσης, οι όποιες παρεμβάσεις, μέτρα ή συστήματα προταθούν, θα πρέπει να συζητηθούν και με τους χρήστες του κτιρίου, ώστε να ενημερωθούν για τον αποδοτικότερο τρόπο χρήσης και λειτουργίας τους, αλλά και για την βέλτιστη συνδυαστική λειτουργία πολλών συστημάτων ταυτόχρονα.

Ο ορθός σχεδιασμός παρεμβάσεων σε συνδυασμό με την ενημέρωση και την παροχή συμβουλών στους χρήστες θα συμβάλλουν αφενός μεν στην επίτευξη ικανοποιητικών συνθηκών διαβίωσης στα κτίρια με παράλληλη ορθολογική χρήση ενέργειας, αφετέρου δε στην βελτιστοποίηση της συμπεριφοράς των κτιρίων ώστε να υπάρξει πραγματική εξοικονόμηση ενέργειας.

### **1.3 Μέθοδοι βελτίωσης της θερμικής άνεσης**

Η καρδιά για την επίτευξη θερμικής άνεσης είναι το μηχανικό σύστημα και σύστημα διανομής, οι έλεγχοι και το κτιριακό κέλυφος. Για να πληρούνται συνθήκες θερμικής άνεσης, το κτίριο πρέπει να σχεδιαστεί ώστε να παρέχει αποδεκτά επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας, να δημιουργηθεί περιβάλλον κατάλληλων συνθηκών μέσω της κίνησης του αέρα, του αερισμού και μικρών διακυμάνσεων θερμοκρασίας και να υπάρχει δυνατότητα ελέγχου από τους χρήστες.

Οι βασικοί στόχοι των μέτρων βελτίωσης είναι :

- Κατά την περίοδο θέρμανσης όταν στο εσωτερικό περιβάλλον επικρατούν συνθήκες κρύου είναι η εκμετάλλευση των θερμικών κερδών από τον ήλιο και τις εσωτερικές πηγές και η ελαχιστοποίηση των απωλειών θερμότητας
- Κατά την περίοδο δροσισμού όταν στο εσωτερικό περιβάλλον επικρατούν συνθήκες ζέστης είναι η εμπόδιση των θερμικών κερδών, η μεγιστοποίηση απωλειών θερμότητας και η αφύγρανση

## 2. Υπολογισμός ενεργειακής κατάταξης κτιρίου

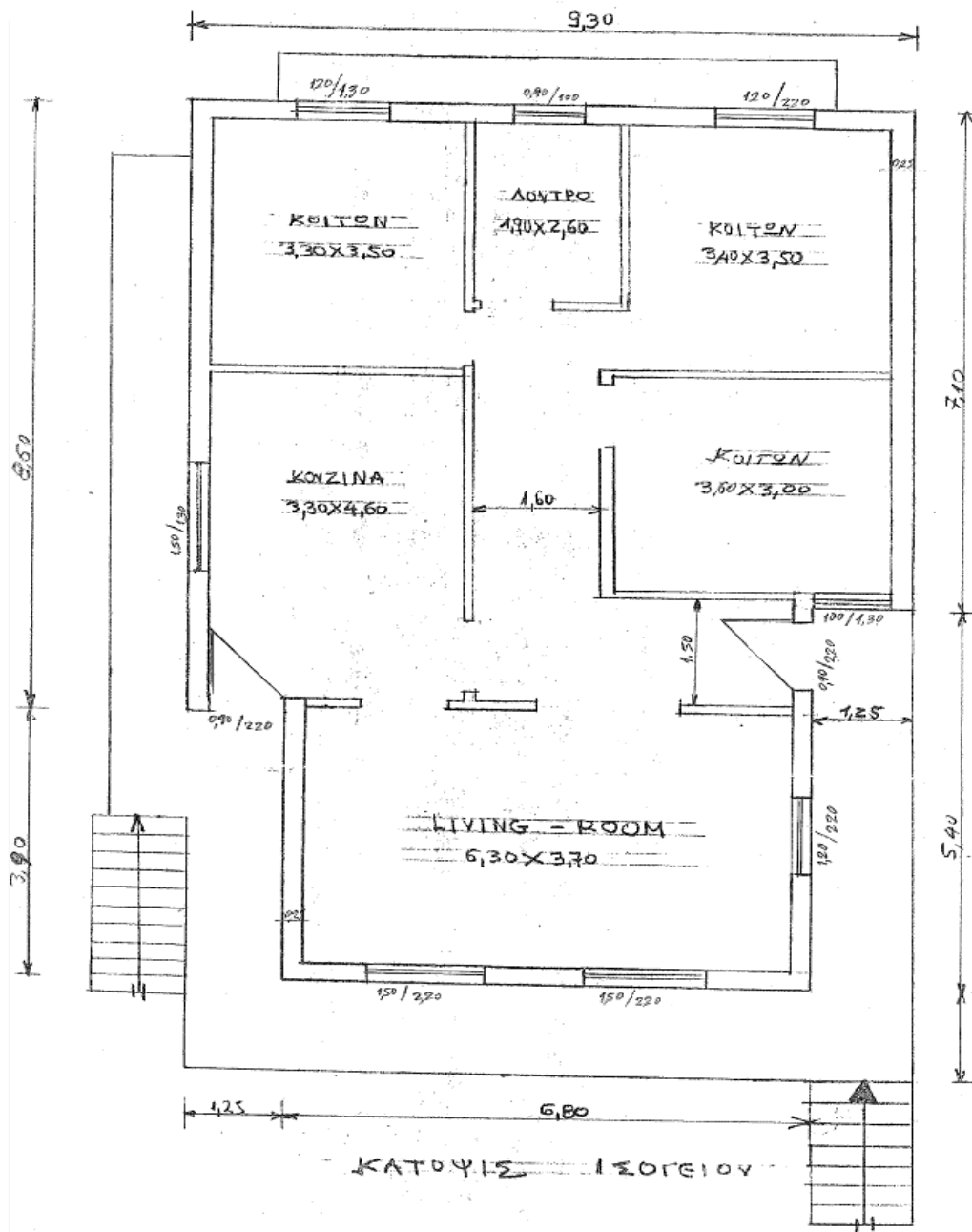
### 2.1 Γνωριμία με το κτίριο

Το κτίριο που μελετάται βρίσκεται στον νομό Αχαΐας στην περιοχή του Αιγίου. Από τον παρακάτω πίνακα βλέπουμε ότι το κτίριο κατατάσσεται στην κλιματική Ζώνη Β

**Πίνακας 2:** Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νόμους(Πηγή: Κ.Εν.Α.Κ/ έκδοση Τ.Ε.Ε, Απρίλιος 12)

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
<b>ΖΩΝΗ Α</b>	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
<b>ΖΩΝΗ Β</b>	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώπιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.

Είναι μονοκατοικία που κατασκευάστηκε το 1978 και κατοικείται ολόκληρο τον χρόνο από μια τετραμελή οικογένεια. Το κτίριο είναι κατασκευασμένο με αναδομή χωρίς κολόνες και δοκάρια και σκεπάζεται με κεραμοσκεπή κάτω από την οποία υπάρχει ξύλινη ψευδοροφή. Η τοιχοποιία του είναι κατασκευασμένη με τσιμεντόλιθους και ασβεστοκονίαμα και από τις δυο πλευρές της. Το δάπεδο είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα το οποίο είναι πάνω από χώρο που χρησιμεύει για παρκινγκ και αποθήκη και επικοινωνεί ολόκληρο με τον εξωτερικό αέρα. Τα κουφώματα είναι ξύλινα με μονό υαλοπίνακα 6mm. Στο κτίριο αυτό δεν είχε γίνει καμία πρόβλεψη θερμομόνωσης. Το σχέδιο παρακάτω μας δίνει μια εικόνα για το πως είναι η διαρρύθμιση του καθώς επίσης και κατασκευαστικά στοιχεία που θα χρειαστούμε στους παρακάτω υπολογισμούς.



## 2.2 Βασικά φυσικά μεγέθη στις μελέτες θερμομόνωσης

Τα βασικότερα μεγέθη για την μελέτη θερμομόνωσης είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας, ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας και ο συντελεστής θερμικής μετάβασης.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ( $U$ ) έχει ως μονάδα το  $W/m^2K$  και καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητα ενός δομικού στοιχείου. Εκφράζει την ποσότητα



θερμότητας σε Wh που μεταδίδεται υπό σταθερή θερμική κατάσταση και μέσα σε χρονικό διάστημα 1ώρας από τμήμα επιφάνειας  $1 \text{ m}^2$ , όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του αέρα που εφάπτεται της εσωτερικής επιφάνειάς του και του αέρα της εξωτερικής του, είναι  $1^\circ\text{C}$  ή  $1\text{K}$ .

Ο συντελεστής θερμοπερατότητα  $U$  ( $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ ) αναφέρεται στη ποσότητα θερμικής ενέργειας που μεταφέρεται (ή χάνεται) στην διατομή ενός σύνθετου υλικού  $1\text{m}^2$ , όταν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας  $1^\circ\text{K}$  μεταξύ των πλευρών του υλικού, το οποίο αποτελείται από πολλά και διαφορετικά υλικά, όπως για παράδειγμα ένας τοίχος κτηρίου, που αποτελείται από σοβά-τούβλο-θερμομονωτικό υλικό-τούβλο-σοβά και υπολογίζεται σαν το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων (η οποία αποτυπώνει πόσο δύσκολα διαπερνά η θερμότητα ένα υλικό είτε στρώσεις ίδιων ή διαφορετικών υλικών ορισμένου πάχους) των διαφορετικών στρώσεων του τοίχου, λαμβάνοντας υπόψη και την θερμική αντίσταση του εσωτερικού και εξωτερικού αέρα του τοίχου.

**Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ )** έχει ως μονάδα το  $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$  και εκφράζει τη θερμική ισχύ που διέρχεται μέσα από τις απέναντι πλευρές κύβου από ομοιογενές και ισότροπο υλικό ακμής  $1 \text{ m}$ , όταν η διαφορά θερμοκρασιών μεταξύ των επιφανειών αυτών διατηρείται σταθερή και ίση με  $1\text{K}$ . Ο συντελεστής  $\lambda$  αποτελεί φυσική ιδιότητα κάθε υλικού και τη τιμή του επηρεάζουν η φύση του υλικού, η δομή του, η θερμοκρασία, ή υγρασία και η πίεση.

Γενικά ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  ( $\text{W}/\text{mK}$ ), είναι η ποσότητα θερμικής ενέργειας που μεταφέρεται (ή χάνεται) μέσα από κάποιο ομοιογενές υλικό πάχους  $1\text{m}$ , όταν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας  $1^\circ\text{K}$  μεταξύ των πλευρών του υλικού. Εξαρτάται από το τι υλικό είναι (στερεό, υγρό ή αέριο), παρουσιάζοντας φθίνουσα θερμική ενέργεια από τα στερεά προς τα αέρια. Όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του ομοιογενούς υλικού, τόσο μικρότερη είναι η ποσότητα θερμικής ενέργειας που μεταφέρεται (ή χάνεται) από αυτό. Το κλάσμα ( $\lambda/d$ ) δηλώνει την θερμική αντίσταση του υλικού να μεταφέρει (ή να χάσει) την θερμική ενέργεια από την μια πλευρά στην άλλη, όταν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας  $1^\circ\text{K}$  μεταξύ των πλευρών του υλικού. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, αποτελεί έναν από τους παράγοντες του συντελεστή θερμοπερατότητας.

**Ο συντελεστής θερμικής μετάβασης  $\alpha_i$  και  $\alpha_a$**  έχει ως μονάδα το  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$  και είναι η ποσότητα θερμότητας που μεταβιβάζεται στην μονάδα του χρόνου από επιφάνεια  $1 \text{ m}^2$  ενός δομικού στοιχείου στον αέρα (ή αντίστροφα) που εφάπτεται επάνω του όταν η θερμοκρασιακή διαφορά στοιχείου αέρα είναι  $1^\circ\text{C}$

### 2.3 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

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

$$U = \frac{1}{\alpha_i + \sum \frac{d}{\lambda} + \alpha_a} \quad (\text{W}/\text{m}^2\text{k}) \quad \dots\dots\dots\text{εξ. (2.1)}$$

όπου:

- $U$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου
- $d$  [m] το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου
- $\lambda$  [ $W/(m \cdot K)$ ] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης
- $\alpha_i$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο
- $\alpha_a$  [ $m^2 \cdot K/W$ ] 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  $\alpha_i$  και  $\alpha_a$  που θα χρησιμοποιηθούν για τους υπολογισμούς θα λυφθούν από τους παρακάτω πίνακες :

**Πίνακας 3:** Συντελεστές θερμικής μεταβάσεως και αντίστασης θερμικής μεταβάσεως (Πηγή: Διάλεξη Ολυμπίας Ζώγου, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας <http://www.mie.uth.gr> )

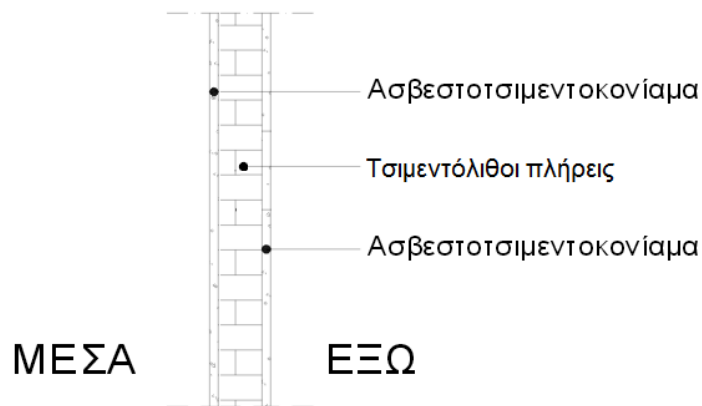
	Συντελεστής θερμικής μεταβάσεως ( $\alpha_i$ ) και ( $\alpha_a$ )	Αντίσταση θερμικής μεταβάσεως ( $1/\alpha_i$ ) και ( $1/\alpha_a$ )
	[ $W/m^2 \cdot K$ ]	[ $m^2 \cdot K/W$ ]
Επιφάνεια τοίχων, εσωτερικά παράθυρα, εξωτερικά παράθυρα	$\alpha_i = 8,14$	$1/\alpha_i = 0,14$
Δάπεδα και οροφές σε περίπτωση 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]	$\alpha_a = 23,26$	$1/\alpha_a = 0,04$

**Πίνακας 4:** Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ ) με διάφορα δομικά υλικά(Πηγή: Διάλεξη Ολυμπίας Ζώγου, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας <http://www.mie.uth.gr> )

Υλικά	Φαινόμενη πυκνότητα [kg/m <sup>3</sup> ]	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda$ ) [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
Οξιά		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 πολυστυρώλη Roofmate	32-35	0,027

### 2.3.1. Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας τοιχοποιίας

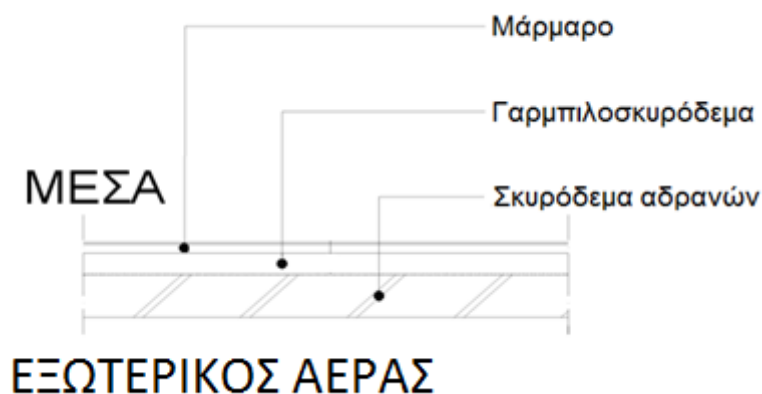
Όπως προαναφέρθηκε η τοιχοποιία του κτιρίου αποτελείται από τρεις στρώσεις υλικών. Από μια στρώση ασβεστοκονιάματος στην εξωτερική και εσωτερική πλευρά του τοίχου και μια από τσιμεντόλιθους πλήρεις. Το ασβεστοκονίαμα και από τις δυο πλευρές έχει πάχος 3 cm ενώ ο τσιμεντόλιθος έχει πάχος 16 cm. Χρησιμοποιώντας την εξίσωση 2.1 και τα στοιχεία από τους πίνακες 3 και 4 συμπληρώνουμε τον παρακάτω πίνακα:



Στρώσεις υλικών τοιχοποιίας	d (m)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> K)	d/ $\lambda$
Ασβεστοκονίαμα	0,03	0,87	0,0345
Τσιμεντόλιθοι πλήρεις	0,16	0,99	0,1616
Ασβεστοκονίαμα	0,03	0,87	0,0345
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			0,2306
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>2,44</b>

### 2.3.2. 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.



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 <sub>a</sub>	0,04
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m<sup>2</sup>*K</b>			<b>u</b>
			<b>2,73</b>

### 2.3.3. Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας οροφής

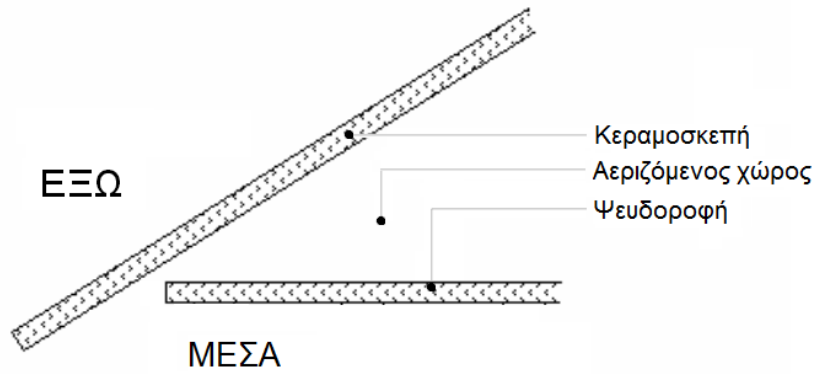
Η οροφή αποτελείται από κεραμοσκεπή και ξύλινη ψευδοροφή. Για τον λόγο του ότι το εσωτερικό της κεραμοσκεπής επικοινωνεί με τον εξωτερικό αέρα δεν θα υπολογιστεί σαν στρώση υλικού, άρα η μοναδική στρώση της είναι αυτή της ψευδοροφής πάχους 2 cm.

Σε περίπτωση αεριζόμενης στέγης η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα που βρίσκεται μεταξύ της κεκλιμένης οροφής και της οριζόντιας επιφάνειας R<sub>u</sub> θα πρέπει να συνυπολογιστεί στην εξίσωση 2.1. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι τιμές της αντίστασης R<sub>u</sub> στην οποία συμπεριλαμβάνεται η θερμική αντίσταση του αεριζόμενου χώρου καθώς και η θερμική αντίσταση της κεκλιμένης κατασκευής της οροφής.

**Πίνακας 5:** Θερμική αντίσταση αέρα μεταξύ οριζόντιας επιφάνειας και κεκλιμένης στέγης ( Πηγή: Διάλεξη Νίκου Χατζηνικολάου, Υπουργείου Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, <http://www.mcit.gov.cy>)

Χαρακτηριστικά της στέγης		R <sub>u</sub> (m <sup>2</sup> K /W)
1	Στέγη με κεραμίδια τοποθετημένα απ' ευθείας σε μορίνες χωρίς πύλημα (τσόχα) ή πλακάζ	0,06
2	Στέγη με κεραμίδια τοποθετημένα με πύλημα (τσόχα) ή πλακάζ	0,2
3	Όπως στο 2 αλλά με επιφάνεια επικαλυμμένη από αλουμίνιο ή άλλη επιφάνεια χαμηλής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (low emissivity)	0,3
4	Στέγη με επικάλυψη από πύλημα (τσόχα) ή πλακάζ	0,3

Συμφώνα λοιπόν με τον παραπάνω πίνακα ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής θα είναι :

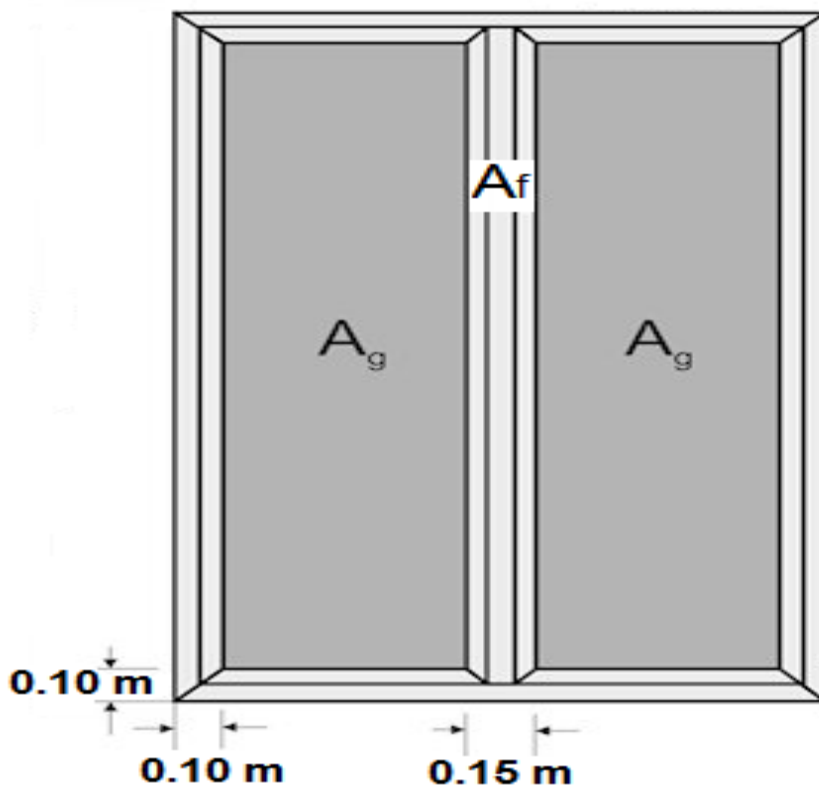


Στρώσεις υλικών οροφής	d (m)	λ (W/m*K)	d/λ
Ξυλεία οξιάς	0,02	0,17	0,1176
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			0,1176
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/a <sub>i</sub>	0,14
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a <sub>a</sub>	0,04
Θερμική αντίσταση αέρα μεταξύ οριζόντιας επιφάνεια και κεκλιμένη στέγη		R <sub>u</sub>	0,06
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m<sup>2</sup>*K</b>		u	2,80

#### 2.4. Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των κουφωμάτων υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση :

$$U_w = \frac{A_f \times U_f + A_g \times U_g + I_g \times \Psi_g}{A_w} \quad (\text{W / m}^2\text{k}) \quad \dots\dots\dots\text{εξ. (2.2)}$$



όπου:

- $U_w$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος
- $U_f$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος
- $U_g$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού η περισσοτέρων φύλλων)
- $A_f$  [m<sup>2</sup>] η επιφάνεια του υαλοπίνακα
- $A_g$  [m<sup>2</sup>] 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<sup>2</sup>] το εμβαδόν επιφάνειας του κουφώματος

Όλα τα παραπάνω είναι δεδομένα από τα υλικά κατασκευής του κουφώματος και από τις διαστάσεις του. Στο κτίριο που εξετάζουμε τα κουφώματα είναι ξύλινα με μονό υαλοπίνακα. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ξύλινου πλαισίου πλάτους 0.10m και του μονού υαλοπίνακα 6mm φαίνεται στον πίνακα 7 ενώ η τιμή του συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος  $\Psi_g$  φαίνεται στον πίνακα 6.

**Πίνακας 6:** (Πηγή: Διάλεξη Νίκου Χατζηνικολάου, Υπουργείου Ενέργειας, Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, <http://www.mcit.gov.cy>)

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 ( $\epsilon$ ) 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

**Πίνακας 7:** Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου (Πηγή: Κ.Εν.Α.Κ/ έκδοση Τ.Ε.Ε, Απρίλιος 12)

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 γιατί. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας όλων των ανοιγμάτων.



## 2.5 Υπολογισμός θερμικών απωλειών

Η θερμότητα ρέει πάντα από χώρους ή σώματα υψηλότερης θερμοκρασιακής κατάστασης προς χώρους ή σώματα χαμηλότερης θερμοκρασιακής κατάστασης.

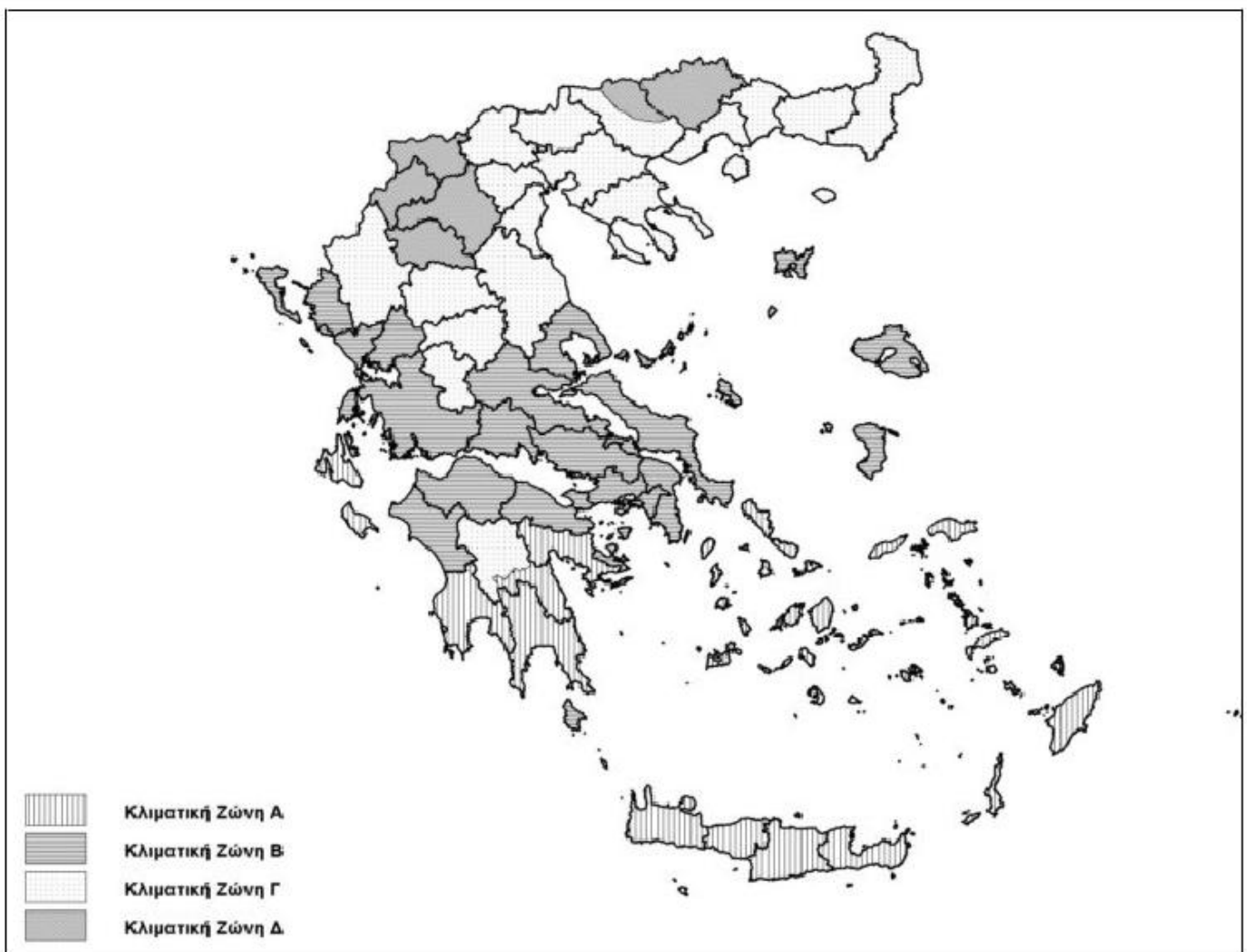
Το ποσόν της θερμότητας που πρέπει να προστεθεί σε ένα κτίριο ώστε να διατηρείται στους διάφορους χώρους του η θερμοκρασία που έχει επιλεγεί και να πληρούνται οι συνθήκες ευεξίας, όταν στο εξωτερικό περιβάλλον επικρατούν οι συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα. Γενικά η συνολική θερμική απώλεια των χώρων του κτιρίου οφείλεται στις θερμικές απώλειες αγωγιμότητας και στις θερμικές απώλειες αερισμού.

Πλάτος	Ύψος	A <sub>f</sub>	A <sub>g</sub>	I <sub>g</sub>	A <sub>w</sub>	Ψ <sub>g</sub>	U <sub>f</sub>	U <sub>g</sub>	U <sub>w</sub>
<b>Παράθυρα</b>									
1,5	2,2	1,15	2,15	10,07	3,3	0,06	1,7	5,7	<b>4,49</b>
1,2	2,2	0,85	1,79	9,47	2,64	0,06	1,7	5,7	<b>4,63</b>
1	1,3	0,65	0,65	5,47	1,3	0,06	1,7	5,7	<b>3,95</b>
0,9	1	0,55	0,35	4,07	0,9	0,06	1,7	5,7	<b>3,53</b>
1,2	1,3	0,85	0,71	5,87	1,56	0,06	1,7	5,7	<b>3,75</b>
1,5	1,3	1,15	0,80	6,47	1,95	0,06	1,7	5,7	<b>3,54</b>
<b>Πόρτες</b>									
1	2,2	2,20	0,00	5,47	2,2	0,06	1,7	5,7	<b>1,85</b>
0,9	2,2	1,98	0,00	5,27	1,98	0,06	1,7	5,7	<b>1,86</b>

Στις απώλειες αγωγιμότητας περιλαμβάνονται αθροιστικά όλες οι ροές θερμότητας μέσω τοίχων, παραθύρων, θυρών, ορόφων, δαπέδων και κάθε είδους επιφανειών που συνορεύουν με τον έξω χώρο ή με μη θερμαινόμενους χώρους. Για δομικά στοιχεία που εφάπτονται με το έδαφος, υπολογίζονται οι απώλειες μέσω του εδάφους προς τον εξωτερικό αέρα και οι απώλειες προς τα υπόγεια ύδατα. Οι απώλειες αγωγιμότητας διορθώνονται με διάφορους συντελεστές για να ληφθούν υπόψη παράγοντες που επηρεάζουν μεν το τελικό αποτέλεσμα αλλά δεν λαμβάνονται υπόψη στους τελικούς υπολογισμούς, γιατί θα τους έκαναν υπερβολικά πολύπλοκους.

Οι απώλειες αερισμού οφείλονται στη δειξόδυση αέρα, που εισέρχεται από τις χαραμάδες και τα ανοίγματα του κτιρίου (πόρτες - παράθυρα), και που πρέπει να θερμανθεί στην προβλεπόμενη θερμοκρασία. Η διαφορά πίεσης μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού χώρου, που είναι προϋπόθεση για τη ροή του αέρα, μπορεί να προκληθεί είτε από την πρόσπτωση του ανέμου, σε συνδυασμό με την αεροδυναμική συμπεριφορά του κτιρίου, είτε από τις δυνάμεις άνωσης που οφείλονται σε διαφορές θερμοκρασίας που δημιουργούν σε υψηλά κτίρια ρεύματα αέρα μέσω των κλιμακοστασίων, είτε από τον συνδυασμό αυτών των δύο αιτίων.

Οι απώλειες αυτές εξαρτώνται από τις μετεωρολογικές συνθήκες της κάθε περιοχής που χωρίζονται σε τέσσερις βασικές ζώνες. Στον πίνακα 2 βλέπουμε ότι η Αχαΐα, στην οποία είναι το κτίριο, κατατάσσεται στην κλιματολογική ζώνη Β.



*Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας*

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην αμέσως επόμενη ψυχρότερη κλιματολογική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν. Για την ζώνη Δ όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στη ζώνη Δ.

### 2.5.1 Θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα

Το ποσό θερμότητας που διαρρέει από τα δομικά στοιχεία εξαρτάται από το μέγεθος της επιφάνειας, το είδος των υλικών που αποτελούν τα δομικά στοιχεία και από την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του περιβάλλοντος και του θερμαινόμενου χώρου. Αυτό φαίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$Q = A \times U \times \Delta t \text{ (Watt)}^{(1)} \dots\dots\dots \text{εξ.}(2.3)$$

Όπου:

Q:θερμικές απώλειες σε watt

A:επιφάνεια δομικού στοιχείου

U:συντελεστής αγωγιμότητας σε  $W/m^2\text{°C}$

$\Delta t$ :θερμοκρασία χώρου – θερμοκρασία περιβάλλοντος

Η διαφορά θερμοκρασίας  $\Delta t$  είναι η διαφορά της ζητούμενης εσωτερικής θερμοκρασίας ( Πίνακας 1) και της μέσης ελάχιστης εξωτερικής θερμοκρασίας της πόλης του Αιγίου (Πίνακας 8). Στην περίπτωση που εξετάζουμε

$\Delta t = 20 - 0 = 20 \text{ °C}$

Συμφώνα με τα παραπάνω, την εξίσωση 2.3 και το σχέδιο του κτιρίου κατασκευάστηκε ο παρακάτω πίνακας που υπολογίζει όλα τα θερμικά φορτία του σπιτιού

Όπου:

Τεξ. = τοίχος εξωτερικός

Πεξ. = παράθυρο εξωτερικό

Θεξ = θύρα εξωτερική

$\Delta$  = δάπεδο

Ο = οροφή



---

<sup>(1)</sup> Διάλεξη καθηγητή Κοντού Οδυσσέα <http://blogs.sch.gr/okontos/author/okontos/>

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.	B	22	12.5	3,3	41,25	4,62	36,63	2,44	20	1788
Τεξ.	A	22	9.3	3,3	30,69	10,1	20,59	2,44	20	1005
Τεξ.	N	22	12.5	3,3	41,25	1,95	39,3	2,44	20	1918
Τεξ.	Δ	22	9.3	3,3	30,69	5,1	25,59	2,44	20	1249
Πεξ.	B		1.2	2,2	2,64	0	2,64	4,63	20	244
Θεξ	B		0.9	2,2	1,98	0	1,98	1,86	20	74
Πεξ.	A		1.5	2,2	3,3	0	6.6	4,49	20	593
Θεξ	A		1	2,2	2,2	0	2,2	1,85	20	81
Πεξ.	A		1	1,3	1,3	0	1,3	3,95	20	103
Πεξ.	N		1.5	1,3	1,95	0	1,95	3,54	20	138
Πεξ.	Δ		1.2	1,3	1,56	0	1,56	3,75	20	117
Πεξ.	Δ		0.9	1	0,9	0	0,9	3,53	20	64
Πεξ.	Δ		1.2	2,2	2,64	0	2,64	4,63	20	244
Δ		25			101,34	0	101,34	2,73	20	5533
Ο					101,34	0	101,34	2,8	20	5675
απωλειών κτρίου :										18825
προσαυξηση :										25%
<b>Σύνολο απωλειών κτρίου :</b>										<b>23531</b>

Σε κτήρια χωρίς θερμομόνωση όταν το σύστημα θέρμανσης διακόπτει την λειτουργία του ο χώρος εξακολουθεί να θερμαίνεται από την θερμότητα που είναι αποθηκευμένη στα δομικά στοιχεία της οικοδομής των οποίων η θερμοκρασία φυσικά πέφτει.

Όταν θα ξαναρχίσει να λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης θα πρέπει αυτό όχι μόνο να αντιμετωπίσει τα θερμικά φορτία αλλά να αναπληρώσει και τις απώλειες θερμότητας των δομικών στοιχείων. Για να γίνει η αναπλήρωση, στις μη θερμομονωμένες οικοδομές κάνουμε μια προσαύξηση 20-25% επί του θερμικού φορτίου και βάσει αυτού επιλεγούμε τα μηχανήματα.<sup>(2)</sup>

<sup>(2)</sup> Διάλεξη καθηγητή Κοντού Οδυσσέα <http://blogs.sch.gr/okontos/author/okontos/>

**Πίνακας 8:** (Πηγή: Ιωάννης Καλογήρου, ΑΤΕΙ Πάτρας)

Μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες ελληνικών πόλεων							
Αγρίνιο	-3	Θήρα	-3	Λάρισα	-6	Πτολεμαίς	-12
Αθήνα	0	Ιεράπετρα	+4	Λευκάδα	0	Πύργος	-1
Αστεροσκο.	+1	Ιωαννίνα	-6	Λήμνος	0	Ρέθυμνο	+3
Αίγιο	0	Καβάλλα	-8	Μέγαρα	0	Σέρρες	-9
Αλεξανδρουπ.	-7	Καλάβρυτα	-6	Μεθώνη	+1	Σητεία	+4
Αλιάρτος	-2	Καλαμάτα	-1	Μεσολόγγι	-2	Σκύρος	+2
Ανάβρυτα	-2	Καλαμπάκα	-6	Μήλος	+3	Σουφλί	-10
Αργασόλι	-1	Κάρπαθος	+5	Μυτιλήνη	+2	Σπάρτη	0
Αρτα	-2	Κάρυστος	+1	Νάξος	+4	Σταυρός Χαλκιδ	-7
Βόλος	-3	Κατερίνη	-5	Ναύπλιο	0	Σύρος	+3
Δράμα	-8	Κέρκυρα	0	Νέα Φιλαδέλ.		Τανάγρα	-2
Εδεσσα	-7	Κοζάνη	-10	Αττικής	0	Τρίκαλα	-6
Ελευσίς	0	Κομοτηνή	-7	Ξάνθη	-8	Φλώρινα	-11
Ελληνικό Αττ.	-2	Κόνιτσα	-6	Ορεστιάς	-9	Χαλκίδα	+2
Ζάκυνθος	-2	Κόρινθος	-1	Παλαιχώρα Κρ.	+5	Χανιά	+3
Ηράκλειο	-3	Κύθηρα	+4	Πάτρα	-1	Χίος	+3
Θάσος	-6	Κυμη	0	Πειραιάς	+2		
Θεσσαλονίκη		Κως	-3	Πολύγυρος	-8		
Μίκρα	-5	Λαμία	-4	Πρέβεζα	0		

### 2.5.2 Θερμικές απώλειες από είσοδο ψυχρού αέρα περιβάλλοντος

Το μέγεθος του θερμικού φορτίου από την είσοδο ψυχρού αέρα περιβάλλοντος εξαρτάται από το μήκος των χαραμάδων, την ποιότητα κατασκευής και την θέση των ανοιγμάτων, καθώς επίσης από την θερμοκρασία περιβάλλοντος και την ένταση και την διεύθυνση των ανέμων της περιοχής.

Ο υπολογισμός των θερμικών φορτίων από διείσδυση αέρα γίνεται από τον παρακάτω τύπο :

$$q=1,2 \times Q \times \Delta t \text{ (Watt) } \dots\dots\dots \text{εξ. (2.4)}$$

όπου:

q: οι απώλειες θερμότητας

Q: ο αέρας διείσδυσης σε L/s

Δt: η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και θερμαινόμενου χώρου

Ο υπολογισμός του αέρα διείσδυσης αρχικά πρέπει να υπολογίσουμε την ποσότητα αέρα που μπαίνει από χαραμάδες (εξίσωση 2.5) και την ποσότητα αέρα που μπαίνει από εισερχόμενους ανθρώπους (εξίσωση 2.6) ως εξής :

$$Q_1 = V \times N_{ac} / 3,6 \text{ (L/s) } \dots\dots\dots \text{εξ. (2.5)}$$

Όπου :

V : ο όγκος του θερμαινόμενου χώρου σε m<sup>3</sup>

N<sub>ac</sub> : ο αριθμός των αλλαγών ανά ώρα του αέρα του θερμαινόμενου χώρου (Πίνακας 9)

$$Q_2 = (\text{αριθμός ατόμων}) \times (\text{παροχή αέρα ανά άτομο}) \text{ (L/s) } \dots\dots\dots \text{εξ. (2.6)}$$

**Πίνακας 9:** Αριθμός αλλαγών ανά ώρα αέρα θερμαινόμενου χώρου (Πηγή: Διάλεξη Οδυσσέας Β Κόντος, <http://blogs.sch.gr/okontos>)

Περιγραφή του κτιρίου		Μονοκατοικίες, Διπλοκατοικίες και λοιπά μικρά			Μεγάλα κτίρια με δύο τουλάχιστον εκτεθειμένες			Μεγάλα κτίρια με μία μόνο εκτεθειμένη πλευρά		
		X	M	Y	X	M	Y	X	M	Y
Στεγανότητα κτιρίου X = Χαμηλή, M = Μεσαία, Y = Υψηλή		X	M	Y	X	M	Y	X	M	Y
Περιοχή που βρίσκεται το		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
(1)	(Κτίρια σε ανοικτό χώρο και ψηλά κτίρια που υψώνονται πάνω από τις άλλες οικοδομές	1,5	0,8	0,5	1,2	0,7	0,5	1,0	0,6	0,5
(2)	Κτίρια στην εξοχή περιβαλλόμενα από δέντρα (όχι δάσος), ή σε περιοχές χωρίς πυκνή ανοικοδόμηση	1,1	0,6	0,5	0,9	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5
(3)	Κτίρια μέσου ύψους, σε πυκνά δομημένες περιοχές, σε κέντρα πόλεων ή κτίρια μέσα σε δάσος.	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
(4)	Για κάθε περίπτωση, ελάχιστος δυνατός αριθμός ανανεώσεων του αέρα ανά ώρα	0,5								

**Πίνακας 10:** Παροχή αέρα ανά άτομο (Πηγή: Διάλεξη Οδυσσέας Β Κόντος, <http://blogs.sch.gr/okontos>)

Περιοχή που βρίσκεται το κτίριο		Αέρας/Ατομο, L/s
(1)	Κτίρια σε ανοικτό χώρο, πανταχόθεν ελεύθερα και εκτεθειμένα σε ανέμους	10-12
(2)	Κτίρια στην εξοχή περιβαλλόμενα από δέντρα (όχι δάσος), ή σε περιοχές χωρίς πυκνή ανοικοδόμηση.	5-6
(3)	Κτίρια μέσου ύψους, σε πυκνά δομημένες περιοχές, σε κέντρα πόλεων ή κτίρια μέσα σε δάσος.	3-4

Με την βοήθεια της σχέσης 2.5 και 2.6 υπολογίσαμε τον συνολική είσοδο αέρα σε (L/s)

ΕΙΣΟΔΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ				
ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟ ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	$Q1=V \times N_{ac} / 3,6$	340	1,1	<b>104</b>
ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟ ΑΤΟΜΑ	$Q2=(\text{αριθμός ατόμων}) \times (\text{παροχή αέρα ανά άτομο})$	4	5	<b>20</b>
<b>ΣΥΝΟΛΟ (L/s)</b>				<b>124</b>

Άρα από την σχέση 2.4 προκύπτει ότι:

$$q=1,2 \times Q \times \Delta t \Leftrightarrow q=1,2 \times 124 \times 20 \Leftrightarrow q=2975 \text{ (Watt)}$$

Άρα οι συνολικές θερμικές απώλειες του κτιρίου είναι το άθροισμα των απωλειών λόγω αγωγιμότητας και των απωλειών λόγω είσοδο ψυχρού αέρα περιβάλλοντος.

$$Q_{\text{απωλειών}} = Q_{\text{αγωγιμότητας}} + Q_{\text{αερισμού}} \Leftrightarrow Q_{\text{απωλειών}} = 23531 + 2975 \Leftrightarrow Q_{\text{απωλειών}} = 26507 \text{ (watt)}$$

## 2.6 Υπολογισμός θερμικών κερδών

Με τον όρο θερμικά κέρδη εννοούμε το ποσό θερμότητας που προστίθεται στον κλιματιζόμενο χώρο στη μονάδα του χρόνου ,προερχόμενη από διάφορες πηγές .

Εν γένει τα εσωτερικά θερμικά φορτία προκαλούνται από:

- τους ανθρώπους (θερμική ενέργεια που εκλύεται λόγω του μεταβολισμού)
- τα φωτιστικά σώματα
- τις ηλεκτρικές συσκευές

Τα θερμικά φορτία ή κέρδη που προκύπτουν σε ένα χώρο εξαρτώνται από τον αριθμό των ατόμων μέσα σε αυτό, το ωράριο παραμονής τους στο χώρο και το είδος της δραστηριότητάς τους (μεταβολισμό). Αντίστοιχα, εξαρτώνται από τη χρήση του κτιρίου και το είδος, αριθμό και χρόνο λειτουργίας όλων των ηλεκτρικών συσκευών.

Κατά το σχεδιασμό ενός κτιρίου πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα συνολικά εσωτερικά θερμικά κέρδη και οι χώροι να σχεδιάζονται ανάλογα τόσο από πλευράς χωροθέτησης, όσο και από πλευράς άλλων απαιτήσεων.

Τα θερμικά φορτία χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες. Τα αισθητά και τα λανθάνοντα. Τα αισθητά προέρχονται από την αγωγιμότητα και την ακτινοβολία

εξωτερικών πηγών αλλά και από εσωτερικές πηγές όπως τον φωτισμό και τις ηλεκτρικές συσκευές που υπάρχουν στον κλιματιζόμενο χώρο.

### 2.6.1 Θερμικά κέρδη από αγωγιμότητα

Το μέγεθος των ψυκτικών φορτίων από αγωγιμότητα εξαρτάται από το μέγεθος των επιφανειών, από την αγωγιμότητα των υλικών που είναι κατασκευασμένα τα δομικά στοιχεία και την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας των δομικών στοιχείων και της θερμοκρασίας του χώρου.

Η διαφορά αυτή της θερμοκρασίας δεν είναι η διαφορά μεταξύ του αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος και του εσωτερικού χώρου και αυτό γιατί οι εξωτερικές επιφάνειες, λόγω της προσβολής τους από τις ακτίνες του ήλιου αναπτύσσουν θερμοκρασίες διαφορετικές από τον αέρα του περιβάλλοντος (Πίνακας 11).

Ο υπολογισμός των φορτίων από αγωγιμότητα γίνεται με τον παρακάτω τύπο.

$$Q_s = A \times U \times \Delta t_c \text{ (Watt) .....εξ.(2.7)}$$

Όπου:

A: εμβαδόν της επιφάνειας

U : συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων

$\Delta t_c$ : διαφορά θερμοκρασίας(Πίνακας 11)

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 αλλά και την  $A$  από τον πίνακα 1 γνωρίζουμε ότι η εσωτερική επιθυμητή θερμοκρασία είναι 26 °C ενώ η μέση εξωτερική θερμοκρασίας για το Αίγιο είναι 34 °C. Άρα  $\Delta t_c=8$  °C

Επίσης πρέπει να γνωρίζουμε σε ποια κατηγορία εντάσσεται το κτίριο μας ανάλογα με το αν αποβάλει εύκολα η δύσκολα τη θερμότητα. Τα κτίρια που αποβάλουν εύκολα θερμότητα (κατηγορία A) είναι αυτά που ενώ η μια τους πλευρά ή η μία τους γωνία βάλλεται από τις ηλιακές ακτίνες , η ακριβώς απέναντι παραμένει ελεύθερη για να αποβάλει στο περιβάλλον την συσσωρευμένη ενέργεια. Αντίθετα τα κτίρια που αποβάλουν δύσκολα θερμότητα (κατηγορία B) είναι αυτά που έχουν μόνο μια ή δυο συνεχόμενες πλευρές τους ελεύθερες (γωνιακά κτίρια). Το κτίριο που μελετάμε είναι μονοκατοικία που έχει και τις τέσσερις πλευρές του ελεύθερες. Άρα εντάσσετε στην κατηγορία A.

Με βάση τον πίνακα 11 και την εξίσωση 2.7 προκύπτει ο παρακάτω πίνακας :



ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ	
Τεξ.	B	22	12,5	3,3	41,25	1	4,62	36,63	2,44	4	<b>358</b>	
Τεξ.	A	22	9,3	3,3	30,69	1	10,1	20,59	2,44	10	<b>502</b>	
Τεξ.	N	22	12,5	3,3	41,25	1	1,95	39,3	2,44	6	<b>575</b>	
Τεξ.	Δ	22	9,3	3,3	30,69	1	5,1	25,59	2,44	10	<b>624</b>	
Πεξ.	B		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	4,63	4	<b>49</b>	
Θεξ	B		0,9	2,2	1,98	1	0	1,98	1,86	4	<b>15</b>	
Πεξ.	A		1,5	2,2	3,3	2	0	6,6	4,49	10	<b>296</b>	
Θεξ	A		1	2,2	2,2	1	0	2,2	1,85	10	<b>41</b>	
Πεξ.	A		1	1,3	1,3	1	0	1,3	3,95	10	<b>51</b>	
Πεξ.	N		1,5	1,3	1,95	1	0	1,95	3,54	6	<b>41</b>	
Πεξ.	Δ		1,2	1,3	1,56	1	0	1,56	3,75	10	<b>59</b>	
Πεξ.	Δ		0,9	1	0,9	1	0	0,9	3,53	10	<b>32</b>	
Πεξ.	Δ		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	4,63	10	<b>122</b>	
Δ		25			101,34	1	0	101,34	2,73	5	<b>1383</b>	
Ο					101,34	1	0	101,34	2,8	7	<b>1986</b>	
<b>Σύνολο θερμικών κερδών (Watt) :</b>											<b>6135</b>	

**Πίνακας 11:** Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ αέρα εξωτερικού περιβάλλοντος και εσωτερικού χώρου (Πηγή: Διάλεξη Οδυσσέας Β Κόντος, <http://blogs.sch.gr/okontos>)

Κατηγορία κτιρίου →	(A) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν εύκολα τη θερμότητα			(B) Κτίρια και χώροι που αποβάλλουν δύσκολα τη θερμότητα		
	8	11	14	8	11	14
Δt 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
σαφίτες	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

## 2.6.2 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 ειδή 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 Πίνακα 12 με βάση τα δεδομένα που χρησιμοποιήσαμε για να υπολογίσουμε τα φορτία από αγωγιμότητα ( $\Delta t_c=8\text{ }^\circ\text{C}$ , κατηγορία Α).

**Πίνακας 12:** Συντελεστής ψυκτικών φορτίων από ακτινοβολία μέσω των υαλοπινάκων (Πηγή: Διάλεξη Οδυσσέας Β Κόντος, <http://blogs.sch.gr/okontos>)

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 επιφάνειας ↓						
Απλοί υαλοπίνακες						
προσανατολισμός βορινός						
BA	114	129	148	139	155	170
ανατολικός	205	221	237	281	287	300
NA	284	300	315	432	438	448
νότιος	236	251	265	410	423	438
NΔ	160	175	190	265	280	295
δυτικός	236	251	265	501	517	533
BΔ	284	300	315	561	577	593
	205	221	237	401	416	432
Διπλοί υαλοπίνακες						
προσανατολισμός βορινός						
BA	95	107	117	114	123	132
ανατολικός	177	186	196	249	252	262
NA	246	255	265	382	385	394
νότιος	204	213	222	356	366	375
NΔ	137	146	154	227	236	245
δυτικός	204	213	222	432	442	451
BΔ	246	255	265	486	495	505
	177	186	196	344	353	363

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

Θερμιά κέρδη (ακτινοβολεία)						
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΚΕΡΔΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ
Πεξ.	Β	2,64	1	2,64	114	<b>301</b>
Πεξ.	Α	3,3	2	6.6	284	<b>1874</b>
Πεξ.	Α	1,3	1	1,3	284	<b>369</b>
Πεξ.	Ν	1,95	1	1,95	160	<b>312</b>
Πεξ.	Δ	1,56	1	1,56	284	<b>443</b>
Πεξ.	Δ	0,9	1	0,9	284	<b>256</b>
Πεξ.	Δ	2,64	1	2,64	284	<b>750</b>
<b>Σύνολο κερδών ακτινοβολείας :</b>						<b>4305</b>

### 2.6.3 Θερμικά κέρδη από είσοδο εξωτερικού αέρα

Η είσοδος του εξωτερικού αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο γίνεται με δυο τρόπους. Μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων και μέσω του αερισμού. Πρώτα πρέπει να υπολογίσουμε τις παροχές του αέρα σε κάθε περίπτωση και στη συνέχεια να υπολογίσουμε το ψυκτικό φορτίο από την είσοδο του εξωτερικού αέρα.

Όπως είδαμε και στην παράγραφο 2.5.2 η παροχή του αέρα μέσω των χαραμάδων είναι  $Q_1 = 104 \text{ L/s}$  η παροχή του αέρα μέσω του αερισμού είναι

$$Q_2 = 20 \text{ L/s}$$

Αφού υπολογίσαμε τις παροχές του εισερχόμενου αέρα το επόμενο βήμα είναι να υπολογίσουμε το ψυκτικό φορτίο που προσθέτει στον χώρο ο αέρας. Αυτό το φορτίο αποτελείται από αισθητό και λανθάνον ψυκτικό φορτίο.

Το αισθητό ψυκτικό φορτίο υπολογίζεται από τον τύπο:

$$Q_s = C_s \times Q \times \Delta t \quad (\text{watt}) \dots\dots\dots \text{εξ.}(2.8)$$

Όπου:

$Q_s$  = απώλειες θερμότητας

$Q$  = αέρας διείσδυσης

$\Delta t$  = διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και θερμαινόμενου χώρου

$C_s$  = (βλέπε Πίνακα 14)

Άρα :

$$Q_s = C_s \times Q_1 \times \Delta t \Leftrightarrow Q_s = 1,2 \times 124 \times (35-26) \Leftrightarrow Q_s = 1339 \text{ watt}$$

Το λανθάνον ψυκτικό φορτίο υπολογίζεται από τον τύπο:

$$Q_L = C_L \times Q \times \Delta w \quad (\text{watt}) \dots\dots\dots \text{εξ.}(2.9)$$

Όπου:

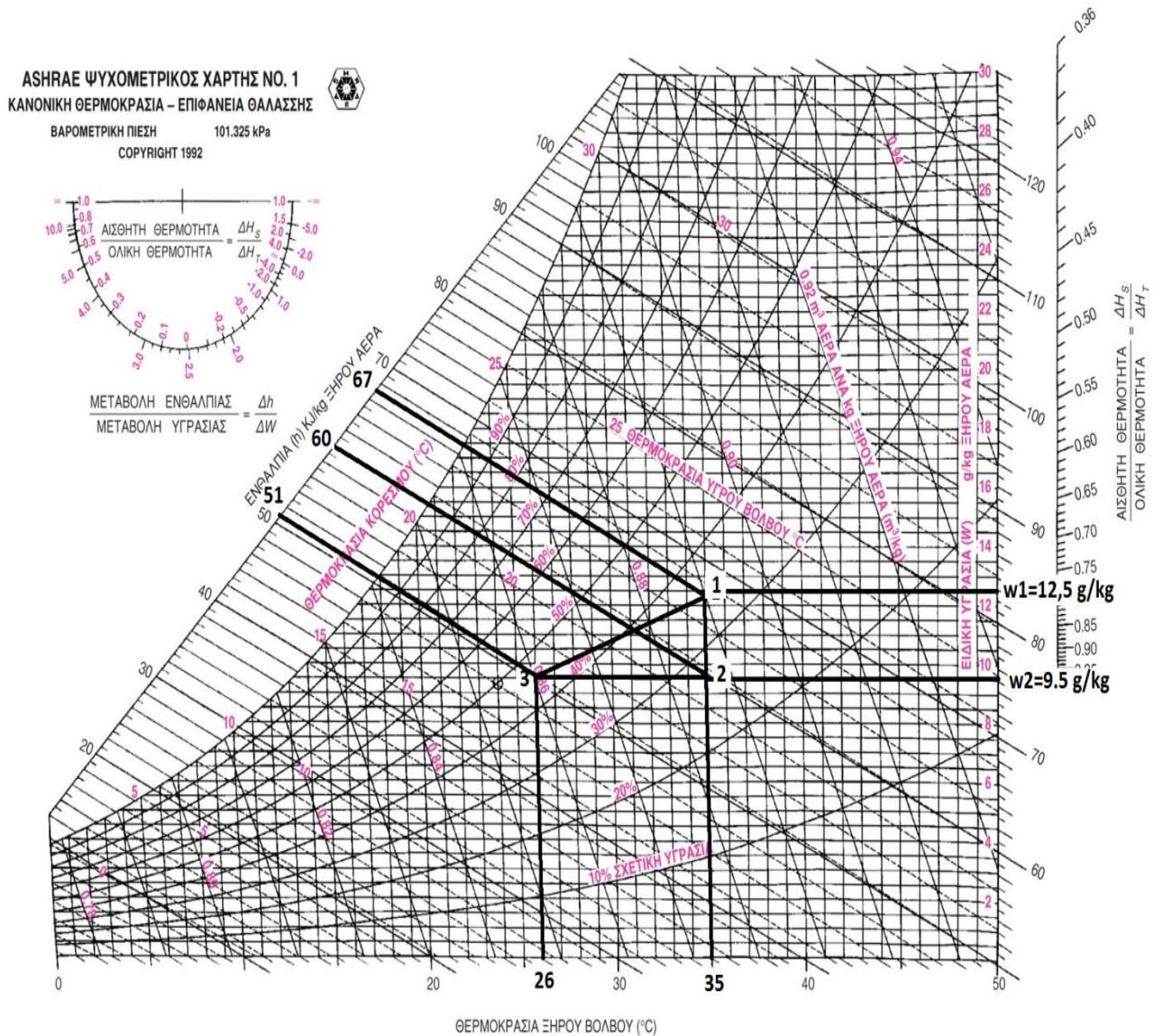
$Q_s$  = απώλειες θερμότητας

$Q$  = αέρας διείσδυσης

$\Delta w$  = διαφορά ειδικής υγρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και θερμαινόμενου χώρου

$C_s$  = (βλέπε Πίνακα 13)

Ο υπολογισμός της διαφορά ειδικής υγρασίας  $\Delta w$  θα γίνει με την βοήθεια του ψυχομετρικού χάρτη :



$$w_1 = 12.5 \text{ g/kg} = 12.5 \text{ g}/1000 \text{ g} = 0.0125$$

$$w_2 = 9.5 \text{ g/kg} = 9.5 \text{ g}/1000 \text{ g} = 0.0095$$

Άρα:

$$\Delta w = w_1 - w_2 = 0.0125 - 0.0095 = 0.003$$

Άρα:

$$Q_L = C_L \times Q \times \Delta w \Leftrightarrow Q_s = 3000 \times 124 \times 0.003 \Leftrightarrow Q_L = 1116 \text{ watt}$$

Τελικά τα συνολικά θερμικά κέρδη από την είσοδο αέρα είναι :

$$Q_{\text{αέρα}} = Q_s + Q_L = 1339 + 1116 \Leftrightarrow Q_{\text{αέρα}} = 2455 \text{ watt}$$

**Πίνακας 13** (Πηγή: Διάλεξη Οδυσσέας Β Κόντος, <http://blogs.sch.gr/okontos>)

### Τιμές των $C_S$ και $C_L$

Υψόμετρο	$C_S$	$C_L$
0	1,2	3000
750	1,1	2750
1500	1,0	2500
2250	0,9	2250

#### 2.6.4 Θερμικά κέρδη από ανθρώπους

Τα θερμικά κέρδη που προέρχονται από τους ανθρώπους οι οποίοι ζουν ή εργάζονται στον κλιματιζόμενο χώρο εξαρτάται από την δραστηριότητα που έχουν τα άτομα (αν δηλαδή αναπαύονται, χορεύουν κτλ), από το φύλο τους (οι άντρες αποδίδουν στον χώρο 15% περίπου μεγαλύτερο ψυκτικό φορτίο απ'ότι οι γυναίκες), από την ηλικία τους και από τη θερμοκρασία ξηρού θερμομέτρου του κλιματιζόμενου χώρου (όσο πιο μικρή είναι η θερμοκρασία του κλιματιζόμενου χώρου τόσο μεγαλύτερο είναι το ψυκτικό φορτίο). Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το φορτίο κατά άτομο ανάλογο με την δραστηριότητα του:

**Πίνακας 14** (Πηγή: Διάλεξη Οδυσσέας Β Κόντος, <http://blogs.sch.gr/okontos>)

#### Φορτία από ανθρώπους σε W ανά άτομο

Δραστηριότητα ανθρώπων	Αισθητό φορτίο	Λανθάνον φορτίο
Αναπαυόμενος	66	47
Όρθιος	68	60
Εκτελών γραφική εργασία	70	78
Δακτυλογράφος	76	78
Ραπτική εργασία	66	63
Κομμώτρια	95	198
Θεατής θεάτρου	57	45
Υπάλληλος καταστήματος	52	93
Πελάτης εστιατορίου	64	69
Ελαφρά εργασία	73	150
Χορευτής	131	272
Σερβιτόρος	95	198

Στο κτίριο που μελετάμε ζει μια τετραμελής οικογένεια. Από αυτούς τα δυο παιδιά τις οικογένειας εκτελούν γραφική εργασία καθώς τις ώρες που είναι στο σπίτι μελετάνε, ενώ οι δυο γονείς ασχολούνται με τις δουλειές του σπιτιού άρα το φορτίο που αποδίδουν στον χώρο είναι!

$$Q_{\text{μητέρα}} = Q_{\text{αισθητό}} + Q_{\text{λανθάνον}} = 73 + 150 = \mathbf{223 \text{ watt}}$$

$$Q_{\text{πατέρα}} = Q_{\text{αισθητό}} + Q_{\text{λανθάνον}} = 73 + 150 + \left(223 \times \frac{15}{100}\right) = \mathbf{256 \text{ watt}}$$

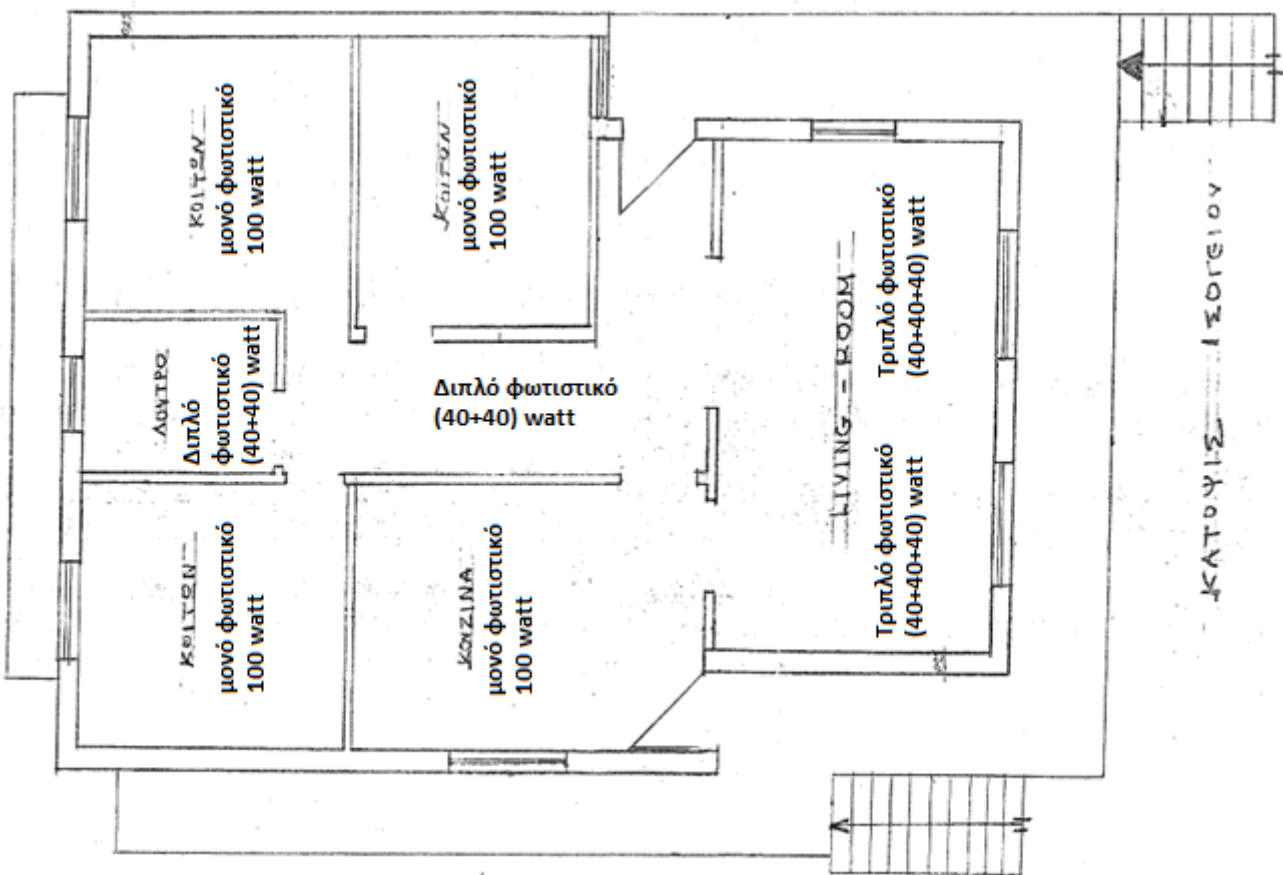
$$Q_{\text{παιδί 1}} = Q_{\text{αισθητό}} + Q_{\text{λανθάνον}} = 70 + 78 = \mathbf{148 \text{ watt}}$$

$$Q_{\text{παιδί 2}} = Q_{\text{αισθητό}} + Q_{\text{λανθάνον}} = 70 + 78 = \mathbf{148 \text{ watt}}$$

Άρα τα συνολικά θερμικά κέρδη από τους ανθρώπους είναι:

$$Q_{\text{ανθρώπων}} = Q_{\text{μητέρα}} + Q_{\text{πατέρα}} + Q_{\text{παιδί 1}} + Q_{\text{παιδί 2}} \Leftrightarrow Q_{\text{ανθρώπων}} = \mathbf{775 \text{ watt}}$$

### 2.6.5 Θερμικά κέρδη από φωτισμό και ηλεκτρικές συσκευές



Τα θερμικά κέρδη από τον φωτισμό είναι αισθητά φορτία. Γενικά οι λαμπτήρες πυρακτώσεως προσδίδουν στον χώρο φορτίο ίσον με την ονομαστική τους ισχύ, ενώ οι λαμπτήρες φθορίου προσδίδουν φορτίο κατά 30% μεγαλύτερο από την ονομαστική τους ισχύ. Παρ'όλη την προσαύξηση, διαπιστώνουμε ότι για την ίδια ισχύ φωτισμού οι λαμπτήρες φθορίου επιβαρύνουν τον χώρο με μικρότερο ψυκτικό φορτίο. Για παράδειγμα ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως 150 Watt επιβαρύνει τον χώρο με 150 Watt ψυκτικού φορτίου. Από την άλλη πλευρά ένας ισοδύναμος λαμπτήρας φθορίου 36 Watt προσδίδει στον χώρο  $36 + 36 \times \left(\frac{30}{100}\right) = 46,8 \text{ Watt}$ . Στο

παραπάνω σχέδιο φαίνεται η κατανομή των λαμπτήρων στο σπίτι αλλά και η ονομαστική ισχύς τους .

Η συνολική ισχύς των λαμπτήρων είναι :

$$P=4 \times 100 + 10 \times 40 = 800 \text{ Watt}$$

Επειδή όλοι οι λαμπτήρες είναι πυρακτώσεως το συνολικό ψυκτικό φορτίο είναι :

$$Q_{\text{λαμπτήρων}} = 800 \text{ Watt}$$

Ο φωτισμός του σπιτιού λειτουργεί κατά μέσο όρο 5 ώρες την ημέρα και εφαρμόζοντας προσαύξηση κατ' εκτίμηση 50% στην παρακάτω σχέση υπολογίζουμε το συνολικό θερμικό φορτίο που επιβαρύνει το σπίτι ο φωτισμός .

$$Q_{\text{φωτισμού}} = 1,5 \times \frac{N}{24} \times Q_{\text{λαμπτήρων}} \dots\dots\dots \text{εξ. (2.10)}$$

Άρα :

$$Q_{\text{φωτισμού}} = 1,5 \times \frac{5}{24} \times 800 = Q_{\text{φωτισμού}} = 250 \text{ watt}$$

Στην περίπτωση τώρα των ηλεκτρικών συσκευών ο υπολογισμός του φορτίου που προσδίδουν στο χώρο γίνεται μάσα από πίνακες όπως ο παρακάτω. Οι συσκευές που δεν περιλαμβάνονται στον πίνακα 15 λαμβάνουμε υπόψη την ηλεκτρική ισχύ που αναγράφεται στην πινακίδα κάθε συσκευής. Η ισχύς αυτή είναι συνήθως η μέγιστη δυνατή αλλά ελλείψει άλλων στοιχείων και προκειμένου να είμαστε σίγουροι δεχόμαστε ότι είναι το ψυκτικό φορτίο .

**Πίνακας 15** (Πηγή: Διάλεξη Οδυσσέας Β Κόντος, <http://blogs.sch.gr/okontos>)

Είδος ηλεκτρικής συσκευής	Αισθητό	Λανθάνον
Καφετιέρα	250	120
Συσκευή θέρμανσης καφέ	70	40
Βραστήρας αυγών	700	700
Οικιακό ψυγείο	200	-
Κατσαρόλες μαγειρικής	150	120
Συσκευή σάντουιτς	1100	1100
Τοστιέρα για 4 φέτες	1400	300
Σχάρα για μπιφτέκια	1550	850
Κουζίνα-φούρνος με μόνωση	2100	550
Στεγνωτήρας μαλλιών με κάσκα	550	100
Στεγνωτήρας μαλλιών χωρίς κάσκα	700	120
Προσωπικός ηλεκτρονικός υπολογιστής (PC)	150	-

Με την βοήθεια του παραπάνω πίνακα και της εξίσωσης 2.9 δημιουργήσαμε τον παρακάτω πίνακα και υπολογίσαμε το φορτίο από τις ηλεκτρικές συσκευές :

Άρα το συνολικό φορτίο από ηλεκτρικές συσκευές είναι :

$$Q_{\text{ηλ.συσκευών}} = 1039 + 1430 \Leftrightarrow Q_{\text{ηλ.συσκευών}} = 2469 \text{ watt}$$

ηλεκτρικές συσκευές	άθροισμα όμοιων συσκευών	αισθητό	λανθάνον	ώρες λειτουργίας ημερησίως	φορτίο αισθητό	φορτίο λανθάνον
Καφετιέρα	1	250	120	1	16	120
Ψυγείο	1	200		15	188	
Κατσαρόλες	3	150	120	2	56	360
Τοστιέρα	1	1400	300	1	88	300
Κουζίνα	1	2100	550	2	263	550
Στεγνωτήρας Μαλίων	1	550	100	1	34	100
H/Y	2	150		5	94	
Τηλεόραση	2	150		8	150	
DVD	1	160		2	20	
Πλυντήριο	1	2100		1	131	
<b>Σύνολο φορτίων από ηλεκτρικές συσκευές (watt)</b>					<b>1039</b>	<b>1430</b>

Οι συνολικά θερμικά κέρδη του κτιρίου είναι το άθροισμα των κερδών λόγω αγωγιμότητας, ακτινοβολίας, αερισμού, ανθρώπων, φωτισμού και ηλεκτρικών συσκευών τα οποία έχουμε υπολογίσει παραπάνω. κερδών

Άρα :

$$Q_{\text{κερδών}} = Q_{\text{αγωγιμότητας}} + Q_{\text{ακτινοβολίας}} + Q_{\text{αερισμού}} + Q_{\text{ανθρώπων}} + Q_{\text{φωτισμού}} + Q_{\text{ηλ.συσκευών}} = 6135 + 4305 + 2455 + 775 + 250 + 2469 \Leftrightarrow Q_{\text{κερδών}} = 16389 \text{ watt}$$

## 2.7 Υπολογισμός θερμικών κερδών και απωλειών 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 Β, στην ενεργειακή ταξινόμηση (Πίνακας 16).



**Πίνακας 16:** Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτηρίων( Πηγή: Κ.Εν.Α.Κ/ έκδοση Τ.Ε.Ε, Απρίλιος 12)

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	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
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 διείδυσης εξωτερικού αέρα μέσω των κουφωμάτων η οποία είναι ανεξέλεγκτη και οφείλεται στις χαραμάδες. Η διείδυση του αέρα για το κτίριο αναφοράς λαμβάνεται ίση με  $5,5 \text{ m}^3/\text{h}$  ή  $1,5 \text{ L/s}$  ανά  $\text{m}^2$  κουφωμάτων

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

**Πίνακας 17:** ( Πηγή: Κ.Εν.Α.Κ/ έκδοση Τ.Ε.Ε, Απρίλιος 12)

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

### 2.7.1 Υπολογισμός θερμικών απωλειών κτιρίου αναφοράς

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών του κτιρίου αναφοράς θα γίνει με τον ίδιο τρόπο που έγινε με το κτίριο που μελετάμε (βλέπε παράγραφο 2.5 ). Τα στοιχεία που θα αλλάξουν από τον αρχικό υπολογισμό είναι οι συντελεστές θερμοπερατότητας (πίνακας 17) και η διείσδυση αέρα από τις χαραμάδες.

Στις θερμομονωμένες κατοικίες, όπως το κτίριο αναφοράς, η πράξη έχει αποδείξει ότι η προσαύξηση 25% για την για την αναπλήρωση της θερμότητας που χάνεται κατά την διάρκεια της διακοπής της λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης είναι ανεπαρκής, επειδή λόγο των μικρών απωλειών προκύπτουν μικρές μονάδες θέρμανσης. Το σύστημα θέρμανσης διακόπτει την λειτουργία μέχρις ότου η θερμοκρασία να πέσει στο σημείο εκείνο που θα δοθεί εντολή από το θερμοστάτη για την εκ νέου λειτουργία του. Το αποτέλεσμα θα είναι, στο χρονικό αυτό διάστημα, να χαθεί η ίδια η θερμότητα από τα δομικά στοιχεία της θερμομονωμένης οικοδομής, όση θα χανόταν αν η οικοδομή δεν ήταν θερμομονωμένη. Χρειάζεται δηλαδή να αναπληρώσουμε την ίδια περίπου ποσότητα ενέργειας είτε η οικοδομή είναι θερμομονωμένη είτε όχι.

Για να επιτευχθεί η αναπλήρωση αυτή της θερμότητας που χάθηκε από τα δομικά στοιχεία της θερμομονωμένης οικοδομής δεν επαρκεί η προσαύξηση 25% επί των θερμικών φορτίων. Οι απώλειες στην θερμομονωμένη οικοδομή είναι μικρές, οπότε η ισχύς προσαύξησης λόγω της διακοπτόμενης λειτουργίας, ως ποσοστό επί του θερμικού φορτίου, χρειάζεται να είναι πολύ μεγαλύτερη. Μια τυπική τιμή είναι η προσαύξηση κατά 100%.<sup>(3)</sup>

Συμφώνα με τα παραπάνω θα υπολογίσουμε τα θερμικά φόρτια του κτιρίου αναφοράς

<sup>(3)</sup> Διάλεξη καθηγητή Κοντού Οδυσσέα <http://blogs.sch.gr/okontos/author/okontos/>

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	Β	22	12,5	3,3	41,25	1	4,62	36,63	0,5	20	366
Τεξ.	Α	22	9,3	3,3	30,69	1	10,1	20,59	0,5	20	206
Τεξ.	Ν	22	12,5	3,3	41,25	1	1,95	39,3	0,5	20	393
Τεξ.	Δ	22	9,3	3,3	30,69	1	5,1	25,59	0,5	20	256
Πεξ.	Β		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	3	20	158
Θεξ	Β		0,9	2,2	1,98	1	0	1,98	3	20	119
Πεξ.	Α		1,5	2,2	3,3	2	0	6,6	3	20	396
Θεξ	Α		1	2,2	2,2	1	0	2,2	3	20	132
Πεξ.	Α		1	1,3	1,3	1	0	1,3	3	20	78
Πεξ.	Ν		1,5	1,3	1,95	1	0	1,95	3	20	117
Πεξ.	Δ		1,2	1,3	1,56	1	0	1,56	3	20	94
Πεξ.	Δ		0,9	1	0,9	1	0	0,9	3	20	54
Πεξ.	Δ		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	3	20	158
Δ		25			101,34	1	0	101,34	0,45	20	912
Ο					101,34	1	0	101,34	0,45	20	912
απωλειών κτιρίου :											4351
προσαύξηση :											100%
<b>Σύνολο απωλειών κτιρίου αναφοράς (watt) :</b>											<b>8703</b>

Όσον αφορά τις απώλειες από είσοδο αέρα :

ΕΙΣΟΔΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ			
ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟ ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	$Q_1=1,5 \times m^2$	22	33
ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟ ΑΤΟΜΑ	$Q_2=(\text{αριθμός ατόμων}) \times (\text{παροχή αέρα ανά άτομο})$	4	5 20
ΣΥΝΟΛΟ (L/s)			53

Άρα από την σχέση 2.4 προκύπτει ότι:

$$q=1,2 \times Q \times \Delta t \Leftrightarrow q=1,2 \times 53 \times 20 \Leftrightarrow q=1272 \text{ (Watt)}$$

$$\text{Άρα: } Q_{\text{απ.αναφοράς}}=8703+1272 \Leftrightarrow Q_{\text{απ.αναφοράς}}=9975 \text{ (Watt)}$$

## 2.7.2 Υπολογισμός θερμικών κερδών κτιρίου αναφοράς

Με την διαδικασία που ακλουθήσαμε στην παράγραφο 2.6 θα υπολογίσουμε τα θερμικά κέρδη του κτιρίου αναφοράς αλλάζοντας και πάλι τους συντελεστές θερμοπερατότητας και την τιμή της διείσδυσης αέρα από τις χαραμάδες. Τα σημεία που θα έχουμε αλλαγές σε σχέση με το κτίριο που μελετάμε θα είναι στα θερμικά κέρδη από αγωγιμότητα, ακτινοβολίας και από αερισμό. Οι υπόλοιπα φόρτια θα διατηρήσουν τις τιμές που έχουμε είδη υπολογίσει.

Άρα τα κέρδη από αγωγιμότητα είναι :

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	Β	22	12,5	3,3	41,25	1	4,62	36,63	0,5	4	<b>73</b>
Τεξ.	Α	22	9,3	3,3	30,69	1	10,1	20,59	0,5	10	<b>103</b>
Τεξ.	Ν	22	12,5	3,3	41,25	1	1,95	39,3	0,5	6	<b>118</b>
Τεξ.	Δ	22	9,3	3,3	30,69	1	5,1	25,59	0,5	10	<b>128</b>
Πεξ.	Β		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	3	4	<b>32</b>
Θεξ.	Β		0,9	2,2	1,98	1	0	1,98	3	4	<b>24</b>
Πεξ.	Α		1,5	2,2	3,3	2	0	6,6	3	10	<b>198</b>
Θεξ.	Α		1	2,2	2,2	1	0	2,2	3	10	<b>66</b>
Πεξ.	Α		1	1,3	1,3	1	0	1,3	3	10	<b>39</b>
Πεξ.	Ν		1,5	1,3	1,95	1	0	1,95	3	6	<b>35</b>
Πεξ.	Δ		1,2	1,3	1,56	1	0	1,56	3	10	<b>47</b>
Πεξ.	Δ		0,9	1	0,9	1	0	0,9	3	10	<b>27</b>
Πεξ.	Δ		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	3	10	<b>79</b>
Δ		25			101,34	1	0	101,34	0,45	5	<b>228</b>
Ο					101,34	1	0	101,34	0,45	7	<b>319</b>
<b>Σύνολο θερμικών κερδών (Watt) :</b>											<b>1516</b>

Το αισθητό ψυκτικό φορτίο από την είσοδο αέρα υπολογίζεται από την εξίσωση 2.8 για υψηλή στεγανότητα (βλέπε παράγραφο 2.6.3 )άρα:

$$Q_s = C_s \times Q_1 \times \Delta t \Leftrightarrow Q_s = 1,2 \times 47 \times (35-26) \Leftrightarrow Q_s = 508 \text{ watt}$$

Το λανθάνον ψυκτικό φορτίο υπολογίζεται από την εξίσωση 2.9:

$$Q_L = C_L \times Q \times \Delta w \Leftrightarrow Q_s = 3000 \times 47 \times 0.003 \Leftrightarrow Q_L = 423 \text{ watt}$$

Τα συνολικά θερμικά κέρδη του κτιρίου αναφοράς από την είσοδο αέρα είναι:

$$Q_{\text{αέρα}} = Q_s + Q_L = 508 + 423 \Leftrightarrow Q_{\text{αέρα}} = 931 \text{ watt}$$

Θερμικά κέρδη (ακτινοβολεία)						
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΚΕΡΔΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ
Πεξ.	B	2,64	1	2,64	95	<b>251</b>
Πεξ.	A	3,3	2	6.6	246	<b>1624</b>
Πεξ.	A	1,3	1	1,3	246	<b>320</b>
Πεξ.	N	1,95	1	1,95	137	<b>267</b>
Πεξ.	Δ	1,56	1	1,56	246	<b>384</b>
Πεξ.	Δ	0,9	1	0,9	246	<b>221</b>
Πεξ.	Δ	2,64	1	2,64	246	<b>649</b>
<b>Σύνολο κερδών ακτινοβολείας :</b>						<b>3716</b>

( βλέπε Πίνακα 13 για διπλούς υαλοπίνακες )

Τελικά τα συνολικά κέρδη του κτιρίου αναφοράς είναι:

$$Q_{\text{κερδ.αναφοράς}} = 1516 + 3716 + 931 + 775 + 250 + 2469 \Leftrightarrow Q_{\text{κερδ.αναφοράς}} = 9657 \text{ watt}$$

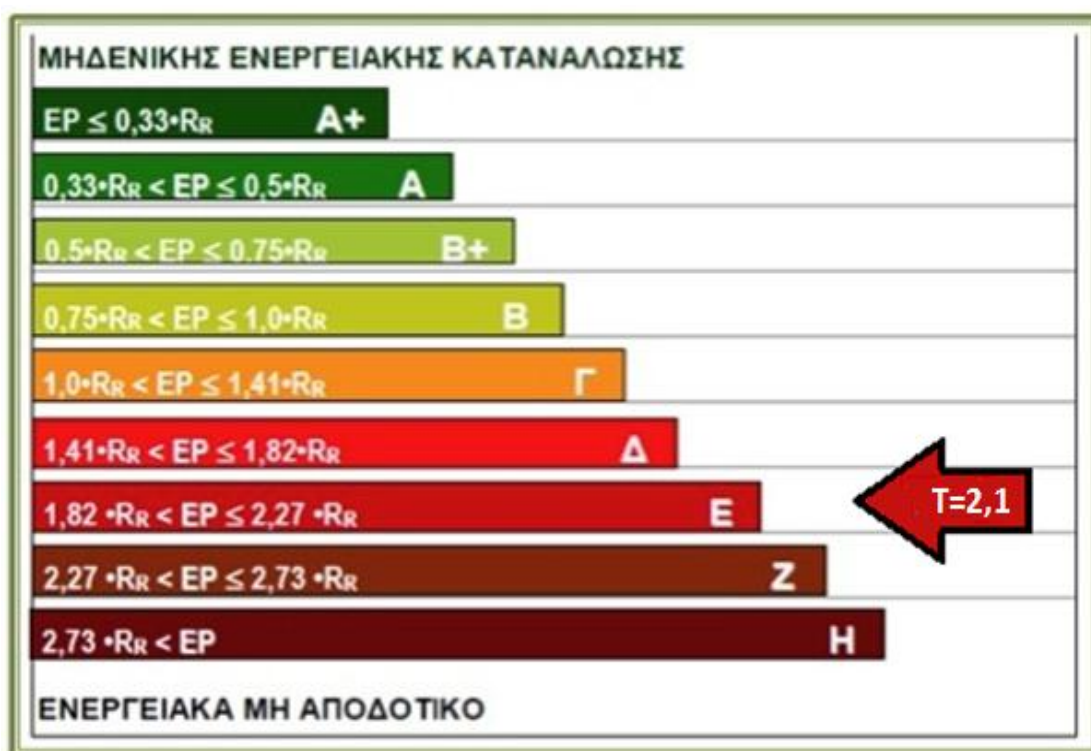
### 2.7.3 Καθορισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίου

Βάσει της τελικής ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου, καθορίζεται και η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσης του και εκδίδεται το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου – Π.Ε.Α.. Οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτιρίων δίνονται από τον πίνακα 16.

Ο δείκτης  $R_R$  είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Ο λόγος  $T$  είναι το πηλίκο της την υπολογιζόμενη κατανάλωση ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου αναφοράς ( $R_R$ ) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο υπολογισμός του πηλίκου  $T$

	θερμικές απώλειες	θερμικά κέρδη	συνολικές απώλειες
εξεταζόμενο κτίριο	26507	16389	42896
κτίριο αναφοράς	9975	9657	19632
		T:	<b>2.1</b>

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



### 3. Σενάρια βελτίωσης ενεργειακής κατάταξης κτιρίου

#### 3.1 Αλλαγή κουφωμάτων

Τα κουφώματα που επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε είναι συνθετικά (pvc). Τα κουφώματα pvc, που είναι γνωστά και ως πλαστικά κουφώματα ή πιο σωστά συνθετικά κουφώματα, είναι τα κουφώματα που χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στη χώρα μας, παρόλο που σίγουρα ακόμα πρωτοπόρα είναι τα κουφώματα αλουμινίου. Ο κύριος λόγος είναι οικονομικός, καθώς τα κουφώματα pvc μπορούν να είναι περίπου 20% πιο οικονομικά σε σχέση με τα κουφώματα αλουμινίου, ενώ παράλληλα δεν υπολείπονται στα περισσότερα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Εκτός αυτού έχουν ένα σημαντικό συγκριτικό πλεονέκτημα, ότι τα κουφώματα pvc βοηθούν και στη θερμομόνωση του σπιτιού σας. Αυτό συμβαίνει διότι το πλαστικό ως γνωστόν είναι κακός αγωγός της θερμότητας, συγκριτικά και με τα κουφώματα αλουμινίου που δεν έχουν καθόλου θερμομονωτικές ιδιότητες.

Ας δούμε όμως πρώτα τι είναι το pvc και τα πιο βασικά χαρακτηριστικά για τα κουφώματα pvc. Το PVC είναι η ονομασία για το πολιβινιλοχλωρίδιο, που σε αντίθεση με τα περισσότερα πλαστικά, αποτελείται μόνο κατά 43% από πετρέλαιο, ενώ το υπόλοιπο 57% είναι το κοινό μαγειρικό άλας. Το PVC είναι μία εντελώς νέα

σύνθεση η οποία έχει αντιγραφεί από την φύση και είναι εξελεγμένο από το απλό πλαστικό που παρασκευάζεται από το καουτσούκ.

Είναι γεγονός πως τα κουφώματα pvc, που σε κάποιους είναι γνωστά και ως πλαστικά κουφώματα, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο κυρίως στο εξωτερικό αλλά και στη χώρα μας, και αυτό οφείλεται στα σημαντικά πλεονεκτήματα που έχουν και μας προσφέρουν. Παρακάτω θα τα δούμε αναλυτικά, αλλά συνοψίζονται στον πολύ καλό συνδυασμό τιμής και ποιότητας, στην εύκολη συντήρηση με περιορισμένο κόστος και τέλος στη μεγάλη διάρκεια ζωής. Ας δούμε όμως ένα προς ένα τα πλεονεκτήματα:

- Το πρώτο πλεονέκτημα που χαρακτηρίζει τα κουφώματα pvc, όπως έχουμε αναφέρει και πιο πάνω, είναι το κόστος τους, και βέβαια πάντα σε αναλογία με την ποιότητα. Τα κουφώματα pvc δηλαδή δεν αποτελούν σε καμία περίπτωση μια δεύτερη φθηνή λύση, αλλά μια οικονομική λύση μεν, εξίσου ποιοτική με τις υπόλοιπες. Μάλιστα σύμφωνα με τις μέσες τιμές της αγοράς, το κόστος για τα κουφώματα pvc είναι φθηνότερο 20% (ίσως και περισσότερο) σε σχέση με τις υπόλοιπες επιλογές, δηλαδή τα κουφώματα αλουμινίου και τα ξύλινα κουφώματα.
- Άλλο ένα σημαντικό όφελος που σας προσφέρουν τα πλαστικά κουφώματα - τα κουφώματα pvc - είναι η αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα, η οποία πηγάζει από το γεγονός ότι το πλαστικό είναι κακός αγωγός της θερμότητας. Αυτό σημαίνει ότι αν επιλέξετε κουφώματα pvc δεν θα υπάρχει μεταφορά θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του σπιτιού και αντίστροφα, κάτι που συνεπάγεται για εσάς εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας. Βέβαια στα κουφώματα αλουμινίου μπορεί να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα με την θερμοδιακοπή, όμως αυτό συνεπάγεται ακόμα μεγαλύτερο κόστος για εσάς, για τα είδη ακριβότερα κουφώματα αλουμινίου.
- Η ασφάλεια είναι ένα ακόμα χαρακτηριστικό για τα πιο σύγχρονα κουφώματα pvc. Πιο συγκεκριμένα παλαιότερα αποτελούσε σημαντικό μειονέκτημα, καθώς σε καμία περίπτωση τα πλαστικά κουφώματα pvc δεν μπορούν να συγκριθούν με τη στιβαρότητα των κουφωμάτων αλουμινίου. Όμως τα τελευταία χρόνια στα περισσότερα κουφώματα pvc τοποθετείται πλέον ένα εσωτερικό προφίλ αλουμινίου, που προσδίδει μεγάλη ασφάλεια και σιγουριά στα κουφώματα pvc και συνεπώς και στο σπίτι σας.
- Η ηχομόνωση είναι ακόμα ένα πλεονέκτημα για τα κουφώματα pvc, καθώς το πλαστικό εκτός από κακός αγωγός της θερμότητας που είδαμε παραπάνω, δεν επιτρέπει και τη μετάδοση του ήχου. Πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με μελέτες, τα κουφώματα pvc μειώνουν την ένταση των εξωτερικών θορύβων κατά 70%.
- Άλλο ένα πλεονέκτημα που έχουν τα κουφώματα pvc είναι η μεγάλη ευκολία στην τοποθέτηση τους στο σπίτι σας. Μάλιστα σύμφωνα με τους ειδικούς η εφαρμογή των κουφωμάτων pvc είναι τέλεια και οφείλεται στη μικρή σκληρότητα του υλικού, που το κάνει πιο εύκολα διαχειρίσιμο από τα συνεργεία.
- Τα σύγχρονα κουφώματα pvc χαρακτηρίζονται από υψηλή αντίσταση στη βροχή και στους δυνατούς ανέμους, ενώ λόγω αυτής της στεγανότητας δεν "ιδρώνει" εσωτερικά το προφίλ (δεν γίνεται δηλαδή συγκέντρωση υδρατμών), κάτι που συμβαίνει στο εσωτερικό των κουφωμάτων αλουμινίου.

- Τέλος τα κουφώματα pvc χαρακτηρίζονται από ελάχιστο κόστος συντήρησης και ταυτόχρονα μεγάλη διάρκεια ζωής. Πρέπει να γνωρίζετε πως τα πλαστικά κουφώματα, δηλαδή τα κουφώματα pvc, δεν χρειάζονται βάψιμο και γενικά συντήρηση, παρά μόνο έναν περιοδικό καθαρισμό κυρίως για λόγους αισθητικής, όπως άλλωστε και τα κουφώματα αλουμινίου. Εκτός αυτού όμως δεν σαπίζουν (όπως τα ξύλινα κουφώματα), δεν στρεβλώνουν και δεν σκουριάζουν, ακόμα και σε παραθαλάσσιες περιοχές. Επίσης τα κουφώματα pvc αποτελούν και αυτά εν μέρει οικολογικά υλικά, καθώς το pvc μπορεί να ανακυκλωθεί έως και επτά φορές μέχρι να αχρηστευθεί, ενώ τα προφίλ από τα κουφώματα pvc έχουν την ιδιότητα να σβήνουν μόνα τους σε περίπτωση πυρκαγιάς, όταν δεν υπάρχει αναφλεκτική πηγή.



Από την άλλη πλευρά βέβαια και τα κουφώματα pvc, όπως και τα κουφώματα αλουμινίου και τα ξύλινα κουφώματα, έχουν και μειονεκτήματα εκτός από πλεονεκτήματα. Ας δούμε παρακάτω αναλυτικά αυτά τα μειονεκτήματα:

- Το σημαντικό μειονέκτημα που υποστηρίζουν οι περισσότεροι για τα πλαστικά κουφώματα, δηλαδή τα κουφώματα pvc, είναι ότι είναι ευάλωτα στις υπεριώδεις ακτίνες του ήλιου και στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας και αντιδρούν, κάτι που ενδέχεται μετά από χρόνια να οδηγήσει στην αλλοίωση του χρώματος και πιο συγκεκριμένα στο κιτρίνισμα. Κάτι τέτοιο όμως ήταν πιο έντονο σε περασμένες δεκαετίες και κουφώματα από πλαστικό χαμηλής ποιότητας. Πλέον τα σύγχρονα συνθετικά κουφώματα pvc δεν κιτρινίζουν και γενικότερα δεν αλλοιώνεται το χρώμα τους είτε είναι χρωματιστά είτε λευκά, καθώς η ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται έχει βελτιωθεί σημαντικά με το πέρασμα των χρόνων.
- Άλλο ένα αρνητικό χαρακτηριστικό των κουφωμάτων pvc, που περισσότερο όμως αναφέρεται σε παλαιότερα χρόνια, είναι αυτό της ασφάλειας. Παλαιότερα που τα κουφώματα αποτελούσαν μόνο από pvc υπήρχε ένα κενό ασφαλείας, καθώς ως γνωστόν το πλαστικό δεν είναι συμπαγές και στιβαρό υλικό, αλλά είναι πιο ευάλωτο. Και αυτό το πρόβλημα, όπως και εκείνο με το κιτρίνισμα, έχει ουσιαστικά λυθεί τα τελευταία χρόνια, καθώς πλέον τα



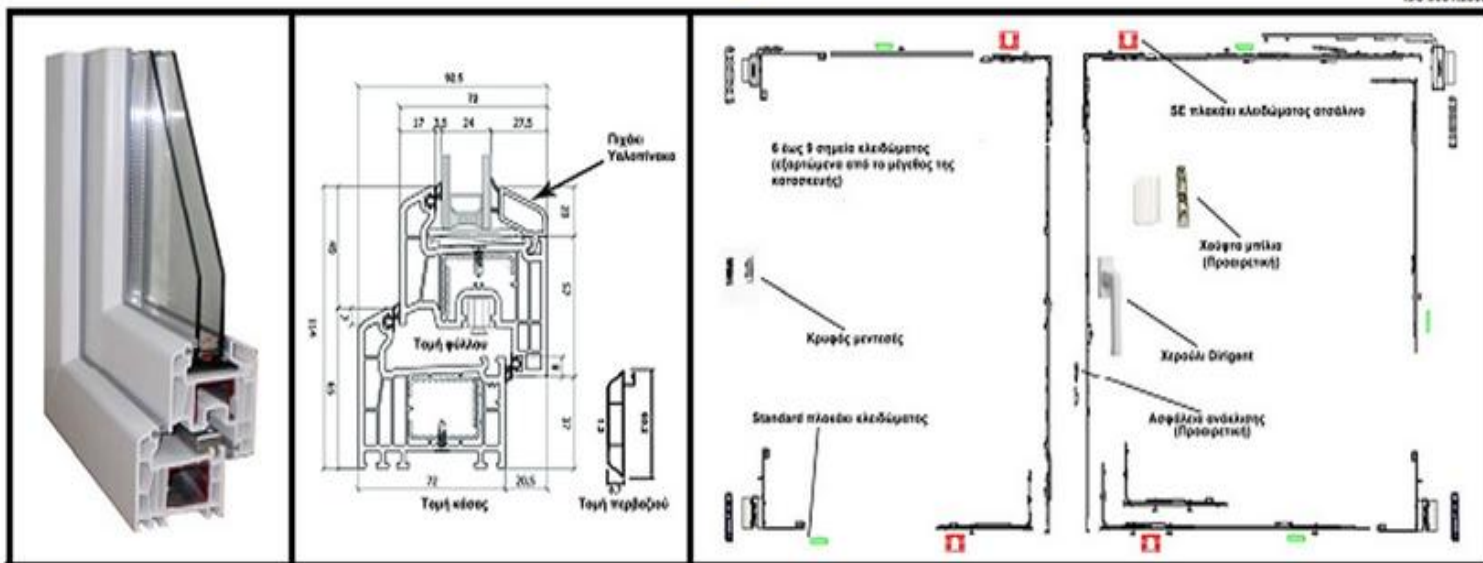


σύγχρονα συνθετικά κουφώματα pvc συμπεριλαμβάνουν και ένα εσωτερικό προφίλ αλουμινίου, που δίνει στα κουφώματα σας ασφάλεια, σιγουριά και στιβαρότητα.

Παρακάτω φαίνονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κουφωμάτων που επιλέξαμε. Η επιλογή έγινε με την βοήθεια κατασκευαστή κουφωμάτων της περιοχής.

Με βάση τη εξίσωση 2.2 και τα στοιχεία των κουφωμάτων που επιλέξαμε υπολογίζουμε τους νέους συντελεστές θερμοπερατότητας για όλα τα κουφώματα του σπιτιού. Έτσι δημιουργήθηκε ο παρακάτω πίνακας.

## ΜΠΑΛΚΟΝΟΠΟΡΤΕΣ – ΠΑΡΑΘΥΡΑ – ΣΤΑΘΕΡΑ



Τεχνικές προδιαγραφές της σειράς Etem Q72

Προφίλ κάσας	Πενταθαλαμικό PVC, της εταιρίας ETEM	Ηχομόνωση (Rw)	31 Db
Προφίλ φύλλου	Πενταθαλαμικό PVC, της εταιρίας ETEM	Ανεμοπίεση	Αντοχή κατηγορίας C4 / B4
Μηχανισμός	G. U. Unifit (1 γερανό στο 1 <sup>ο</sup> φύλλο & μηχανισμό απανάλεια στο 2 <sup>ο</sup> )	Αεροδιαπερατότητα	Κατηγορία 4
Ασφάλεια μηχανισμού	Basic Security	Υδατοστεγανότητα	Κατηγορίας E 1050
Διάσταση κάσας	65 x 72 mm	Θερμομόνωση προφίλ Etem Q72	Uf = 1,4 W/(m <sup>2</sup> K)
Διάσταση φύλλου	77 x 72 mm	Θερμομόνωση υαλοπίνακα	Ug = 2,7 W/(m <sup>2</sup> K)
Μεταλλική ενίσχυση	Γαλβανισμένο προφίλ ατσάλι πάχους 1,5 mm	4-15,5-4	Uw = 2,4 W/(m <sup>2</sup> K) (Ο συντελεστής έχει υπολογιστεί για μονόφυλλο 1m x 2,1m)
Διαστάσεις φύλλου	Πλάτος 450 – 950 mm	<b>ΣΕΙΡΑ ETEM Q72 ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ (2 ΕΠΙΧΩΝ)</b>	
Περβόλι	Με τρεις θαλάμους. Διαστάσεις 60 x 8,7 mm	Θερμομόνωση υαλοπίνακα	Ug = 1,4 W/(m <sup>2</sup> K)
Υαλοπίνακες	Διπλή υάλωση 4mm Διάφανα – 15,5mm – 4mm Διάφανα	(4mm· 15,5mm· 4mm Premium)	Uw = 1,5 W/(m <sup>2</sup> K)

## ΧΡΩΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ETEM

	<b>GOLDEN OAK</b> Renoit Nr 2179001		<b>MOOREICHE</b> Renoit Nr 3167884		<b>CREMEWEIB</b> Renoit Nr 137905		<b>TANNENGRUEN</b> Renoit Nr 812595
	<b>NUSSBAUM</b> Renoit Nr 2179007		<b>SILBERGRAU</b> Renoit Nr 715505		<b>BRILLIANTBLAU</b> Renoit Nr 500785		<b>ΛΕΥΚΟ</b>
	<b>MAHAGONI</b> Renoit Nr 2045621		<b>ANTHRAZITGRAU</b> Renoit Nr 701685		<b>STAHLBLAU</b> Renoit Nr 515095		

Τις πόρτες του σπιτιού επιλέγουμε να μην τις αλλάξουμε γιατί ο συντελεστής θερμοπερατότητας τους είναι αρκετά χαμηλός.

Πλάτος	Ύψος	$A_f$	$A_g$	$I_g$	$A_w$	$\Psi_g$	$U_f$	$U_g$	$U_w$
<b>Παράθυρα</b>									
1,5	2,2	1,15	2,15	10,07	3,3	0,06	1,4	2,7	<b>2,43</b>
1,2	2,2	0,85	1,79	9,47	2,64	0,06	1,4	2,7	<b>2,50</b>
1	1,3	0,65	0,65	5,47	1,3	0,06	1,4	2,7	<b>2,30</b>
0,9	1	0,55	0,35	4,07	0,9	0,06	1,4	2,7	<b>2,18</b>
1,2	1,3	0,85	0,71	5,87	1,56	0,06	1,4	2,7	<b>2,22</b>
1,5	1,3	1,15	0,80	6,47	1,95	0,06	1,4	2,7	<b>2,13</b>

### 3.2 Εξωτερική θερμομόνωση

Η Εξωτερική Θερμομόνωση, που από αρκετούς αναφέρεται και ως Θερμοπροσοψη ή Κέλυφος, είναι πλέον η πιο διαδεδομένη μέθοδος για τη θερμομόνωση των τοίχων του σπιτιού σας, τόσο στην Ελλάδα όσο και σε ολόκληρη την Ευρώπη. Γενικά στην αγορά υπάρχουν κάποια ολοκληρωμένα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν σε παλιά αλλά και νεώτερα κτίρια, πάντα όμως από την εξωτερική πλευρά των πλαϊνών τοίχων σας..

Το βασικότερο στοιχείο κατά την εξωτερική θερμομόνωση του σπιτιού σας είναι το μονωτικό υλικό. Παλαιότερα χρησιμοποιούταν πετροβάμβακας και στη συνέχεια εξηλασμένη πολυστερίνη, ωστόσο τα τελευταία χρόνια ως πιο αποτελεσματική λύση για την εξωτερική θερμομόνωση έχει αποδειχθεί η διογκωμένη πολυστερίνης, καθώς ταιριάζει στις περισσότερες περιπτώσεις κατοικιών. Αφότου λοιπόν τοποθετηθεί το μονωτικό υλικό της διογκωμένης πολυστερίνης, για τη συνέχεια της θερμομόνωσης



σοβατίζεται με πολυμερισμένο κονίαμα, ώστε να υπάρχει ισχυρή μηχανική αντοχή και στεγανοποίηση. Έτσι οι θερμικές απώλειες από τους πλαϊνούς τοίχους ελαχιστοποιούνται στο μέγιστο και αντίστοιχα η εξοικονόμηση ενέργειας μεγιστοποιείται, συνεπώς δηλαδή επιτυγχάνεται η θερμομόνωση

Εκτός όμως από την θερμομόνωση και την εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων, η εξωτερική θερμομόνωση προσφέρει ταυτόχρονα και ενεργειακή αναβάθμιση στο κτίριο σας, ενώ αν πρόκειται για παλιά κατασκευή ουσιαστικά το ανακαινίζετε κιόλας εξωτερικά, αφού χωρίς κάποια επιβάρυνση έχετε τη δυνατότητα να επιλέξετε το χρώμα του σοβά, που θα τοποθετηθεί ως τελική επίστρωση της θερμομόνωσης.

Έχοντας ήδη μια πρώτη εικόνα σχετικά με την εξωτερική θερμομόνωση, ας προχωρήσουμε στην περαιτέρω ανάλυση της, βλέποντας σε πρώτη φάση συνοπτικά τα βασικά στάδια εφαρμογής της εξωτερικής θερμομόνωσης στους τοίχους του σπιτιού σας:

- Πρώτο βήμα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι να αλφαδιαστεί ο εξωτερικός τοίχος, να γίνει δηλαδή επίπεδος με ράμματα.
- Σε δεύτερη φάση τοποθετούνται οι μαρμαροποδιές των παραθύρων, οι οποίες θα πρέπει να προεξέχουν στο τέλος της εφαρμογής του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης
- Στη συνέχεια τοποθετείται ο οριζόντιος οδηγός στη βάση του τοίχου, ο οποίος πρέπει να είναι απόλυτα κάθετος προς τις ακμές του κτιρίου
- Στο τελευταίο στάδιο της εξωτερικής θερμομόνωσης επικολλούνται οι θερμομονωτικές πλάκες από διογκωμένη πολυστερίνη με βάση τον οριζόντιο οδηγό που έχει ήδη τοποθετηθεί.

Αυτή είναι σε πολύ γενικές γραμμές η διαδικασία εφαρμογής της εξωτερικής θερμομόνωσης, αν και βεβαίως κάθε συνεργείο πιθανόν να έχει και δικές του μεθόδους για κάποιες μικρότερες εργασίες της θερμομόνωσης. Για να έχετε όμως μια πιο πλήρη εικόνα σχετικά με την εξωτερική θερμομόνωση, ας δούμε παρακάτω πιο αναλυτικά τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης, ξεκινώντας από τα πλεονεκτήματα:

- Το πρώτο και σημαντικότερο πλεονέκτημα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι πως σας προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας. Με την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης θωρακίζονται περιμετρικά οι εξωτερικοί τοίχοι του σπιτιού σας και ταυτόχρονα εξαλείφονται οι θερμογέφυρες που πιθανόν να υπάρχουν, με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιούνται σημαντικά οι



θερμικές απώλειες του σπιτιού σας από τους πλαϊνούς τοίχους. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, με την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης στο σπίτι σας μπορείτε να εξοικονομήσετε ενέργεια έως και 50% αυτής που καταναλώνετε πριν κάνετε τη θερμομόνωση τοίχων. Βεβαίως άμεση συνέπεια της εξοικονόμησης ενέργειας είναι και η εξοικονόμηση χρημάτων, καθώς πλέον με την εξωτερική θερμομόνωση θα χρειάζεστε λιγότερα χρήματα για θέρμανση και ψύξη του σπιτιού σας.

- Όπως έχουμε αναφέρει και πιο πάνω, με την εξωτερική θερμομόνωση του σπιτιού σας εκτός ότι κερδίζετε ενέργεια και χρήματα, ουσιαστικά ανακαινίζετε εξωτερική την όψη του σπιτιού σας, ενώ μπορείτε και να επιλέξετε το χρώμα που θα έχει τελικά ο τοίχος σας, διαλέγοντας το χρώμα του χρωμοσοβά. Έτσι λοιπόν με την εξωτερική θερμομόνωση εκτός ότι αναβαθμίζετε ενεργειακά το σπίτι σας, το αναβαθμίζετε και εμφανισιακά.
- Με την τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης στο σπίτι σας έχετε ένα ακόμα όφελος, ότι προστατεύετε τους τοίχους σας από υγρασία, μούχλα και ρωγμές, καθώς και γενικότερα από τις θερμοκρασιακές μεταβολές που υπάρχουν ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό των τοίχων του σπιτιού σας. Παράλληλα με την εξωτερική θερμομόνωση προστατεύεται και ο φέροντας εξοπλισμός του σπιτιού σας από διαφόρων ειδών καταπονήσεις, συνεπώς γενικότερα με την εξωτερική θερμομόνωση θωρακίζονται οι τοίχοι σας απέναντι σε διαφόρων ειδών απειλές.
- Άλλο ένα πλεονέκτημα που προσφέρει η εξωτερική θερμομόνωση είναι η σημαντική εξοικονόμηση χώρου και η πλειονότητα των αρχιτεκτονικών επιλογών που σας προσφέρει. Μπορείτε να επιλέξετε ανάμεσα σε αρκετά αρχιτεκτονικά σχέδια, σε μεγάλη γκάμα χρωμάτων και σε τελικές υφές, έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα της θερμομόνωσης να είναι πολύ κοντά στο προσωπικό σας γούστο.
- Ταυτόχρονα με την εξωτερική θερμομόνωση, εκτός από την αρχιτεκτονική ελευθερία, έχετε το όφελος ότι δεν μειώνεται ο ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος του σπιτιού. Μάλιστα αν επιλέξετε την εξωτερική θερμομόνωση των τοίχων σας, δεν θα εμποδιστεί σε κανένα σημείο η ομαλή λειτουργία του σπιτιού σας στο εσωτερικό, οπότε δεν θα σας αναστατώσει όπως η εσωτερική θερμομόνωση, αντίθετα στο εξωτερικό θα γίνονται οι εργασίες και στο εσωτερικό θα κυλάει ομαλά η ημέρα σας.

Από την άλλη όμως η εξωτερική θερμομόνωση -όπως και οι άλλοι τρόποι θερμομόνωσης- εκτός από πλεονεκτήματα όπως είναι λογικό έχει και μειονεκτήματα, τα οποία σας παρουσιάζουμε συνοπτικά παρακάτω.

- Η εξωτερική θερμομόνωση δεν μπορεί να εφαρμοστεί καθόλου σε κτίρια που στις όψεις τους έχουν έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον, όπως για παράδειγμα σε ένα νεοκλασικό ή και σε περιοχές - οικισμούς - που δεν επιτρέπεται η μορφολογική αλλοίωση της εμφάνισης των σπιτιών.
- Για την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης ιδιαίτερα σε πολυώροφα κτίρια και υψηλές κατοικίες, είναι πολύ πιθανό να χρειαστούν σκαλωσιές, οι οποίες ενδέχεται να αυξήσουν το συνολικό κόστος της εξωτερικής θερμομόνωσης. Βεβαίως για σπίτια που η θερμομόνωση θα εφαρμοστεί σε μεγάλη επιφάνεια (π.χ. μεγαλύτερες από 100 τ.μ.), το κόστος της σκαλωσιάς μπορεί να απορροφηθεί στο συνολικό κόστος και έτσι να μην αποτελεί σημαντικό παράγοντα για το αν θα επιλέξετε την εξωτερική θερμομόνωση ή την εσωτερική. Από την άλλη όμως ενδέχεται ο χώρος έξω από το σπίτι σας να είναι πολύ περιορισμένος και να μην μπορεί











να τοποθετηθεί καθόλου σκαλωσιά, οπότε πιθανότατα πρέπει να απορριφθεί η λύση της εξωτερικής θερμομόνωσης και να οδηγηθείτε αυτομάτως στη μέθοδο της εσωτερικής θερμομόνωσης.

- Ακριβώς επειδή κατά την εξωτερική θερμομόνωση η μόνωση βρίσκεται στην εξωτερική πλευρά και είναι εκτεθειμένη στις θερμοκρασιακές και κλιματολογικές μεταβολές, είναι απαραίτητη η επίστρωση κάποιων υλικών για την προστασία της θερμομόνωσης από όλες τις εξωτερικές επιδράσεις.
- Σχετικά με το κόστος που αρκετοί προβάλλουν ως σημαντική διαφορά ανάμεσα στην εξωτερική θερμομόνωση και την εσωτερική θερμομόνωση, σε μεγάλο βαθμό δεν ισχύει, καθώς πλέον οι τιμές είναι σχεδόν ίδιες και παρόλο που η εσωτερική θερμομόνωση σε κάποιες περιπτώσεις είναι λίγο οικονομικότερη, τα μεγάλα οφέλη της εξωτερικής θερμομόνωσης συνήθως έχουν ως αποτέλεσμα οι πελάτες να την προτιμούν και να την επιλέγουν, έναντι των υπολοίπων μεθόδων θερμομόνωσης

Το υλικό που επιλέξαμε για να κάνουμε την εξωτερική θερμομόνωση είναι ένα υλικό που διαθέτει αρκετές πιστοποιήσεις και πολύ καλά τεχνικά χαρακτηριστικά όπως φαίνεται παρακάτω

# DUROSOL

Ιδιότητα	ΤοιχοποιίαςFP	Ευλότουπου FPR	δαπέδωνFP	δομικώνFP	Εξωτερικής μόνωσης	One face FP1/2μερβδοσεις από τη μια πλευρά	Ψυκτικών θαλαμών 50/75	Κεραμοσκεπών FP	Πρότυπα
Μήκος X πλάτος	2500 X1000	2500X1000	1250X1000	1250X1000	1000X500	2500X100	2500X1000	1000X315	
<b>προφίλ άκρης</b>									
Πυκνότητα Kg/m <sup>3</sup> ελάχιστη	28	28	30	33	28	28	33	28	EN 1602
Θερμική Αγωγιμότητα Στους 10 C	0,034 W/(mk) 0,029Kcal/mhC	0,034 W/(mk) 0,029Kcal/mhC	0,034 W/(mk) 0,029Kcal/mhC	0,034 W/(mk) 0,029Kcal/mhC	0,034 W/(mk) 0,029Kcal/mhC	0,034 W/(mk) 0,029Kcal/mhC	0,034 W/(mk) 0,029Kcal/mhC	0,034 W/(mk) 0,029Kcal/mhC	EN 12667 EN12939
Θερμική Αντίσταση R για 10cm	2.94m2K/W 3.44 m2hC/kcal	2.94m2K/W 3.44 m2hC/kcal	2.94m2K/W 3.44 m2hC/kcal	2.94m2K/W 3.44 m2hC/kcal	2.94m2K/W 3.44 m2hC/kcal	2.94m2K/W 3.44 m2hC/kcal	2.94m2K/W 3.44 m2hC/kcal	2.94m2K/W 3.44 m2hC/kcal	EN 12667 EN 12937
Θλιπτική τάση $\sigma_{10}$	160	160	160	160	160	160	160	160	EN 826
Καμπτική αντοχή Κρα	365		365	365	365	365	365	365	EN 12089
αντοχή σε εφελκυσμό Κρα	322	322	322	322	322	322	322	322	EN 1607
Διαμητική Αντοχή (τ) Κρα	170	170	170	170	170	170	170	170	EN 13163: 2001
Συντελεστής Ελαστικότητας Κρα	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	EN 13163:2001
Συντελεστής Τριβής	0,5 - 0,7	0,5 - 0,7	0,5 - 0,7	0,5 - 0,7	0,5 - 0,7	0,5 - 0,7	0,5 - 0,7	0,5 - 0,7	EN 1606
Αντίσταση Υδροπερατότητας (μ)	40 - 100	40 - 100	40 - 100	40 - 100	40 - 100	40 - 100	40 - 100	40 - 100	EN 12086
Υδροαπορρόφηση Σε βύθιση (μέγιστο)	≤1,0	≤1,0	≤1,0	≤1,0	≤1,0	≤1,0	≤1,0	≤1,0	EN 12087
Αντίδραση Στη φωτιά	<b>ΑΥΤΟΣΒΗΝΗΜΕΝΟ</b>								
Γήρανση υλικού Από τον χρόνο	<b>ΜΗΔΕΝΙΚΗ</b>								
Διαμοριακή Σταθερότητα	<0,5%	<0,5%	<0,5%	<0,5%	<0,5%	<0,5%	<0,5%	<0,5%	

Η εταιρεία έχει φροντίσει να πιστοποιήσει την πλειοψηφία των υλικών που παράγει και εμπορεύεται, με πρώτο και καλύτερο βέβαια το κορυφαίο θερμομονωτικό υλικό 3ης γενιάς DUROSOL. Ενδεικτικά παραπάνω σας παραθέτουμε μερικές από τις βασικές πιστοποιήσεις υλικών.

Όπως φαίνεται παραπάνω στα τεχνικά χαρακτηριστικά του θερμομονωτικού υλικού ο συντελεστής λ είναι 0,34 W/mK. Στο σενάριο που εξετάζουμε θα υπολογίσουμε το νέο συντελεστή θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων συμπεριλαμβανομένου στις στρώσεις των υλικών το θερμομονωτικό υλικό. Στους

υπολογισμούς δεν θα συμπεριληφθεί ο συντελεστής  $\lambda$  των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την τοποθέτηση του (υλικό επικόλλησης, βασικό επίχρισμα, συλικονούχο επίχρισμα ) γιατί το πάχος τους είναι πολύ μικρό και έτσι η συνεισφορά τους θα είναι πολύ μικρή έως και αμελητέα.

Ο υπολογισμός θα γίνει με την βοήθεια της εξίσωσης 2.1 και των στοιχείων από τους πίνακες 3 και 4.

### 3.2.1. Υπολογισμός νέου συντελεστή θερμοπερατότητας τοιχοποιίας

Αρχικά θα υπολογίσουμε το νέο συντελεστή θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας με πάχος θερμομονωτικού υλικού 3 cm :



Στρώσεις υλικών τοιχοποιίας	d (m)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> *K)	d/ $\lambda$
Durosol eXternal	0,03	0,034	0,8824
Ασβεστοκονίαμα	0,03	0,87	0,0345
Τσιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή	0,16	0,99	0,1616
Ασβεστοκονίαμα	0,03	0,87	0,0345
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			1,1129
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/a <sub>i</sub>	0,14
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a <sub>0</sub>	0,04
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m<sup>2</sup>*K</b>		u	<b>0,77</b>

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας με πάχος θερμομονωτικού υλικού 6 cm :

Στρώσεις υλικών τοιχοποιίας	d (m)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> *K)	d/ $\lambda$
Durosol eXternal	0,06	0,034	1,7647
Ασβεστοκονίαμα	0,03	0,87	0,0345
Τσιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή	0,16	0,99	0,1616
Ασβεστοκονίαμα	0,03	0,87	0,0345
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			1,9953
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/a <sub>i</sub>	0,14
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a <sub>0</sub>	0,04
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m<sup>2</sup>*K</b>		u	<b>0,46</b>

Σειρά έχει ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας με πάχος θερμομονωτικού υλικού 8 cm :

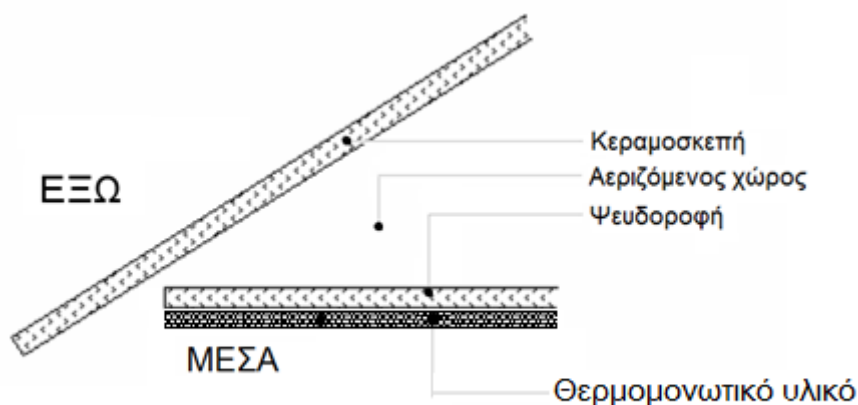
Στρώσεις υλικών τοιχοποιίας	d (m)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> *K)	d/ $\lambda$
Durosol eXternal	0,08	0,034	2,3529
Ασβεστοκονίαμα	0,03	0,87	0,0345
Τσιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή	0,16	0,99	0,1616
Ασβεστοκονίαμα	0,03	0,87	0,0345
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			2,5835
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/a <sub>i</sub>	0,14
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a <sub>0</sub>	0,04
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m<sup>2</sup>*K</b>		u	<b>0,36</b>

Και τέλος θα υπολογίσουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας της τοιχοποιίας με πάχος θερμομονωτικού υλικού 12 cm :

Στρώσεις υλικών τοιχοποιίας	d (m)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> *K)	d/ $\lambda$
Durosol eXternal	0,12	0,034	3,5294
Ασβεστοκονίαμα	0,03	0,87	0,0345
Τσιμεντόλιθοι από ασβεστολιθικά αδρανή	0,16	0,99	0,1616
Ασβεστοκονίαμα	0,03	0,87	0,0345
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			3,7600
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/a <sub>i</sub>	0,14
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a <sub>0</sub>	0,04
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m<sup>2</sup>*K</b>		u	<b>0,25</b>

### 3.2.2. Υπολογισμός νέου συντελεστή θερμοπερατότητας οροφής

Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής θα γίνει όπως είδαμε στην παράγραφο 2.3.3 με την προσθήκη του θερμομονωτικού υλικού. Το θερμομονωτικό υλικό στην περίπτωση της οροφής θα τοποθετηθεί στην εσωτερική πλευρά για λόγους ευκολίας στην τοποθέτηση. Θα ξεκινήσουμε τους υπολογισμούς προσθέτοντας θερμομονωτικό υλικό πάχους 3 cm:



Στρώσεις υλικών οροφής	d (m)	λ (W/m*K)	d/λ
Durosol eXternal	0,03	0,034	0,8824
Ξυλεία οξιάς	0,02	0,17	0,1176
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			1,0000
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/ai	0,14
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a0	0,04
Θερμική αντίσταση αέρα μεταξύ οριζόντιας επιφάνεια και κεκλιμένη στέγη Ru			0,06
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m2*K</b>		u	<b>0,81</b>

Επόμενος στη σειρά υπολογισμός είναι αυτός με προσθήκη θερμομονωτικού υλικού στην οροφή πάχους 6 cm:

Στρώσεις υλικών οροφής	d (m)	λ (W/m*K)	d/λ
Durosol eXternal	0,06	0,034	1,7647
Ξυλεία οξιάς	0,02	0,17	0,1176
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			1,8824
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/ai	0,14
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a0	0,04
Θερμική αντίσταση αέρα μεταξύ οριζόντιας επιφάνεια και κεκλιμένη στέγη Ru			0,06
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m2*K</b>		u	<b>0,47</b>

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής με πάχος θερμομονωτικού υλικού πάχους 8 cm :

Στρώσεις υλικών οροφής	d (m)	λ (W/m*K)	d/λ
Durosol eXternal	0,08	0,034	2,3529
Ξυλεία οξιάς	0,02	0,17	0,1176
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			2,4706
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/ai	0,14
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a0	0,04
Θερμική αντίσταση αέρα μεταξύ οριζόντιας επιφάνεια και κεκλιμένη στέγη Ru			0,06
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m2*K</b>		u	<b>0,37</b>

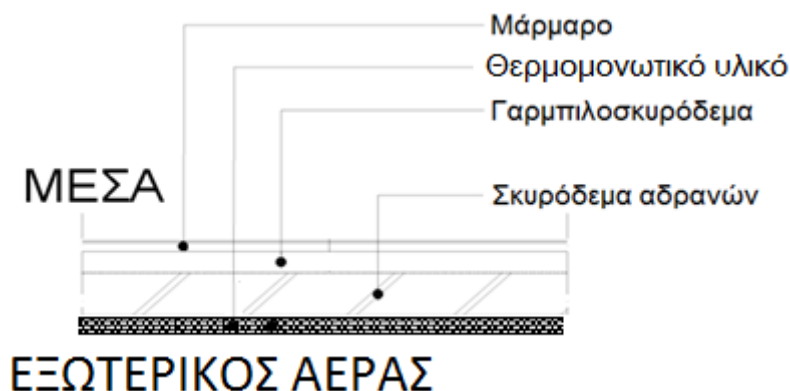
Τέλος θα υπολογίσουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής με τοποθέτησης θερμομονωτικού υλικού πάχους 12 cm :

Στρώσεις υλικών οροφής	d (m)	λ (W/m*K)	d/λ
Durosol eXternal	0,12	0,034	3,5294
Ξυλεία οξιάς	0,02	0,17	0,1176
Αντίσταση θερμοδιαφυγής στοιχείου			3,6471
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/ai	0,14
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a0	0,04
Θερμική αντίσταση αέρα μεταξύ οριζόντιας επιφάνεια και κεκλιμένη στέγη Ru			0,06
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m2*K</b>		u	<b>0,26</b>



### 3.2.3. Υπολογισμός νέου συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου

Στην περίπτωση του δαπέδου η θερμομόνωση θα γίνει εξωτερικά. Δηλαδή κάτω από την πλάκα του σπιτιού. Πρώτος υπολογισμός είναι αυτός με θερμομονωτικό υλικό πάχους 3 cm :



Στρώσεις υλικών δαπέδου	d (m)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> *K)	d/ $\lambda$
Durosol eXternal	0,03	0,034	0,8824
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			1,0384
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/ai	0,17
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a0	0,04
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m<sup>2</sup>*K</b>		u	<b>0,80</b>

Δεύτερος στους υπολογισμούς είναι αυτός στον οποίο χρησιμοποιούμε θερμομονωτικό υλικό πάχους 6 cm :

Στρώσεις υλικών δαπέδου	d (m)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> *K)	d/ $\lambda$
Durosol eXternal	0,06	0,034	1,7647
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			1,9207
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/ai	0,17
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a0	0,04
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m<sup>2</sup>*K</b>		u	<b>0,47</b>

Τρίτος στη σειρά των υπολογισμών είναι με θερμομονωτικό υλικό πάχους 8 cm :

Στρώσεις υλικών δαπέδου	d (m)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> *K)	d/ $\lambda$
Durosol eXternal	0,08	0,034	2,3529
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			2,5090
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/ai	0,17
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a0	0,04
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m<sup>2</sup>*K</b>		u	<b>0,37</b>

Και τέλος τέταρτος στη σειρά των υπολογισμών είναι με τοποθέτηση θερμομονωτικού υλικού πάχους 12 cm :

Στρώσεις υλικών δαπέδου	d (m)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> *K)	d/ $\lambda$
Durosol eXternal	0,12	0,034	3,5294
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			3,6855
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εσωτερικού αέρα		1/ai	0,17
Αντίσταση θερμικής μετάβασης εξωτερικού αέρα		1/a0	0,04
Συντελεστής θερμοπερατότητας σε <b>W/m<sup>2</sup>*K</b>		u	<b>0,26</b>

### 3.3 Υπολογισμός ενεργειακής κατάταξης κτιρίου μετά από τις παρεμβάσεις

Οι αλλαγές που θα γίνουν όσον αφορά την τωρινή κατάσταση του κτιρίου σε σχέση με αυτή μετά από τις ενεργειακές παρεμβάσεις είναι στους συντελεστές θερμοπερατότητας που υπολογίσαμε παραπάνω. Αυτό σημαίνει ότι αλλάζουν μόνο οι θερμικές απώλειες και θερμικά κέρδη από αγωγιμότητα (σε αυτά τα δυο είδη απωλειών χρησιμοποιούνται οι συντελεστές θερμοπερατότητας).

Ένα επίσης σημείο που θα υπάρξει αλλαγή είναι οι θερμικές απώλειες από είσοδο ψυχρού αέρα περιβάλλοντος και θερμικά κέρδη από είσοδο εξωτερικού αέρα. Αυτό θα συμβεί γιατί θερμομονώνοντας το κτίριο θα αυξηθεί η στεγανότητα του και έτσι θα μεταφερθεί από κτίριο χαμηλής στεγανότητας σε κτίριο υψηλής στεγανότητας (βλέπε Πίνακα 10).

Οι υπολογισμοί λοιπόν των παραπάνω φορτίων θα γίνει όπως έγινε στις παραγράφους 2.5 και 2.6.

#### 3.3.1 Πρώτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης

Το πρώτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης περιέχει την αλλαγή των κουφωμάτων και την εξωτερική θερμομόνωση με πάχος θερμομονωτικού υλικού 3 cm.

Αρχικά θα υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες :

Θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	B	22	12,5	3,3	41,25	1	4,62	36,63	0,77	20	564
Τεξ.	A	22	9,3	3,3	30,69	1	10,1	20,59	0,77	20	317
Τεξ.	N	22	12,5	3,3	41,25	1	1,95	39,3	0,77	20	605
Τεξ.	Δ	22	9,3	3,3	30,69	1	5,1	25,59	0,77	20	394
Πεξ.	B		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	20	132
Θεξ	B		0,9	2,2	1,98	1	0	1,98	1,84	20	73
Πεξ.	A		1,5	2,2	3,3	2	0	6,6	2,83	20	374
Θεξ	A		1	2,2	2,2	1	0	2,2	1,85	20	81
Πεξ.	A		1	1,3	1,3	1	0	1,3	2,3	20	60
Πεξ.	N		1,5	1,3	1,95	1	0	1,95	2,13	20	83
Πεξ.	Δ		1,2	1,3	1,56	1	0	1,56	2,22	20	69
Πεξ.	Δ		0,9	1	0,9	1	0	0,9	2,18	20	39
Πεξ.	Δ		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	20	132
Δ		25			101,34	1	0	101,34	0,8	20	1621
Ο					101,34	1	0	101,34	0,81	20	1642
απωλειών κτρίου :										6187	
προσαύξηση :										100%	
<b>Σύνολο απωλειών κτρίου :</b>										<b>12375</b>	

Με την βοήθεια της σχέσης 2.5 και 2.6 υπολογίσαμε τον συνολική είσοδο αέρα σε (L/s)

ΕΙΣΟΔΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΑΕΡΑ				
ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟ ΧΑΡΑΜΑΔΕΣ	$Q1=V \times N_{ac} / 3,6$	340	0,5	47
ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΠΟ ΑΤΟΜΑ	$Q2=(\text{αριθμός ατόμων}) \times (\text{παροχή αέρα ανά άτομο})$	4	5	20
<b>ΣΥΝΟΛΟ (L/s)</b>				<b>67</b>

Και στι συνέχεια με την βοήθεια της σχέσης 2.4 προκύπτει ότι:

$$q=1,2 \times Q \times \Delta t \Leftrightarrow q=1,2 \times 67 \times 20 \Leftrightarrow q=1608 \text{ (Watt)}$$

Άρα οι συνολικές θερμικές απώλειες του κτιρίου μετά από το πρώτο σχέδιο ενεργειακής αναβάθμισης θα είναι :

$$Q_{\text{σχεδίου 1}} = Q_{\text{αγωγιμότητας}} + Q_{\text{αερισμού}} \Leftrightarrow Q_{\text{απωλειών}} = 12375 + 1608 \Leftrightarrow Q_{\text{σχεδίου 1}} = 13983 \text{ (watt)}$$

Στην συνέχεια θα υπολογίσουμε τα θερμικά κέρδη μετά από το πρώτο σχέδιο αναβάθμισης :

Θερμικά κέρδη από αγωγιμότητα											
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	B	22	12,5	3,3	41,25	1	4,62	36,63	0,77	4	113
Τεξ.	A	22	9,3	3,3	30,69	1	10,1	20,59	0,77	10	159
Τεξ.	N	22	12,5	3,3	41,25	1	1,95	39,3	0,77	6	182
Τεξ.	Δ	22	9,3	3,3	30,69	1	5,1	25,59	0,77	10	197
Πεξ.	B		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	4	26
Θεξ	B		0,9	2,2	1,98	1	0	1,98	1,84	4	15
Πεξ.	A		1,5	2,2	3,3	2	0	6,6	2,83	10	187
Θεξ	A		1	2,2	2,2	1	0	2,2	1,85	10	41
Πεξ.	A		1	1,3	1,3	1	0	1,3	2,3	10	30
Πεξ.	N		1,5	1,3	1,95	1	0	1,95	2,13	6	25
Πεξ.	Δ		1,2	1,3	1,56	1	0	1,56	2,22	10	35
Πεξ.	Δ		0,9	1	0,9	1	0	0,9	2,18	10	20
Πεξ.	Δ		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	10	66
Δ		25			101,34	1	0	101,34	0,8	5	405
Ο					101,34	1	0	101,34	0,81	7	575
<b>Σύνολο θερμικών κερδών (Watt) :</b>											2074

Με την βοήθεια των σχέσεων 2.8 και 2.9 καθώς επίσης και του παραπάνω υπολογισμού για την συνολική είσοδο αέρα σε (L/s) προκύπτουν τα παρακάτω :

$$Q_s = C_s \times Q_1 \times \Delta t \Leftrightarrow Q_s = 1,2 \times 47 \times (35-26) \Leftrightarrow Q_s = 1128 \text{ watt}$$

$$Q_L = C_L \times Q \times \Delta w \Leftrightarrow Q_s = 3000 \times 47 \times 0.003 \Leftrightarrow Q_L = 423 \text{ watt}$$

Τελικά τα συνολικά θερμικά κέρδη από την είσοδο αέρα είναι :

$$Q_{\text{αέρα}} = Q_s + Q_L = 1128 + 423 \Leftrightarrow Q_{\text{αέρα}} = 1551 \text{ watt}$$

Τα κέρδη λόγω ακτινοβολίας παραμένον ίδια με το κτίριο αναφοράς λογο του ότι και στα δυο υπάρχουν διπλοί υαλοπίνακες. Τελικά τα συνολικά κέρδη του κτιρίου για το πρώτο σχέδιο αναβάθμισης είναι:

$$Q_{\text{σχεδίου1}} = 2074 + 3716 + 1551 + 775 + 250 + 2469 \Leftrightarrow Q_{\text{σχεδίου1}} = 10825 \text{ watt}$$

Τα παραπάνω αποτελέσματα μας δείχνουν ότι με αυτό το σχέδιο οι θερμικές απώλειες θα μειωθούν κατά 47,2% και τα θερμικά κέρδη θα μειωθούν κατά 33,9%.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο υπολογισμός του πηλίκου T

	θερμικές απώλειες	θερμικά κέρδη	συνολικές απώλειες
<b>εξεταζόμενο κτίριο</b>	13983	10825	24807
<b>κτίριο αναφοράς</b>	9975	9657	19632
		T:	<b>1,26</b>

Άρα το κτίριο που μελετάμε βρίσκεται στην ενεργειακή κλάση Γ.



### 3.3.2 Δεύτερο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης

Το δεύτερο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης περιέχει επίσης την αλλαγή των κουφωμάτων και την εξωτερική θερμομόνωση με πάχος θερμομονωτικού υλικού όμως 6 cm.

Αρχικά θα υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες :

Θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	B	22	12,5	3,3	41,25	1	4,62	36,63	0,46	20	337
Τεξ.	A	22	9,3	3,3	30,69	1	10,1	20,59	0,46	20	189
Τεξ.	N	22	12,5	3,3	41,25	1	1,95	39,3	0,46	20	362
Τεξ.	Δ	22	9,3	3,3	30,69	1	5,1	25,59	0,46	20	235
Πεξ.	B		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	20	132
Θεξ	B		0,9	2,2	1,98	1	0	1,98	1,84	20	73
Πεξ.	A		1,5	2,2	3,3	2	0	6,6	2,83	20	374
Θεξ	A		1	2,2	2,2	1	0	2,2	1,85	20	81
Πεξ.	A		1	1,3	1,3	1	0	1,3	2,3	20	60
Πεξ.	N		1,5	1,3	1,95	1	0	1,95	2,13	20	83
Πεξ.	Δ		1,2	1,3	1,56	1	0	1,56	2,22	20	69
Πεξ.	Δ		0,9	1	0,9	1	0	0,9	2,18	20	39
Πεξ.	Δ		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	20	132
Δ		25			101,34	1	0	101,34	0,47	20	953
Ο					101,34	1	0	101,34	0,47	20	953
απωλειών κτιρίου :										4072	
προσαύξηση :										100%	
<b>Σύνολο απωλειών κτιρίου :</b>										<b>8144</b>	

Ο υπολογισμός των απωλειών λόγω αερισμού δεν χρειάζεται να ξαναγίνει γιατί από εδώ και πέρα παραμένει σταθερός. Άρα οι συνολικές θερμικές απώλειες του κτιρίου μετά από το δεύτερο σχέδιο ενεργειακής αναβάθμισης θα είναι :

$$Q_{\text{σχεδίου 2}} = Q_{\text{αγωγιμότητας}} + Q_{\text{αερισμού}} \Leftrightarrow Q_{\text{απωλειών}} = 8144 + 1608 \Leftrightarrow \Leftrightarrow Q_{\text{σχεδίου 2}} = 9752(\text{watt})$$

Στην συνέχεια θα υπολογίσουμε τα θερμικά κέρδη μετά από το δεύτερο σχέδιο αναβάθμισης :

Θερμικά κέρδη από αγωγιμότητα

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	B	22	12,5	3,3	41,25	1	4,62	36,63	0,46	4	<b>67</b>
Τεξ.	A	22	9,3	3,3	30,69	1	10,1	20,59	0,46	10	<b>95</b>
Τεξ.	N	22	12,5	3,3	41,25	1	1,95	39,3	0,46	6	<b>108</b>
Τεξ.	Δ	22	9,3	3,3	30,69	1	5,1	25,59	0,46	10	<b>118</b>
Πεξ.	B		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	4	<b>26</b>
Θεξ	B		0,9	2,2	1,98	1	0	1,98	1,84	4	<b>15</b>
Πεξ.	A		1,5	2,2	3,3	2	0	6,6	2,83	10	<b>187</b>
Θεξ	A		1	2,2	2,2	1	0	2,2	1,85	10	<b>41</b>
Πεξ.	A		1	1,3	1,3	1	0	1,3	2,3	10	<b>30</b>
Πεξ.	N		1,5	1,3	1,95	1	0	1,95	2,13	6	<b>25</b>
Πεξ.	Δ		1,2	1,3	1,56	1	0	1,56	2,22	10	<b>35</b>
Πεξ.	Δ		0,9	1	0,9	1	0	0,9	2,18	10	<b>20</b>
Πεξ.	Δ		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	10	<b>66</b>
Δ		25			101,34	1	0	101,34	0,47	5	<b>238</b>
Ο					101,34	1	0	101,34	0,47	7	<b>333</b>
<b>Σύνολο θερμικών κερδών (Watt) :</b>											<b>1404</b>

Για τον λόγο του ότι τα θερμικά κέρδη από την είσοδο αέρα παραμένουν σταθερά όπως και τα κέρδη από ακτινοβολία, τα θερμικά κέρδη είναι:

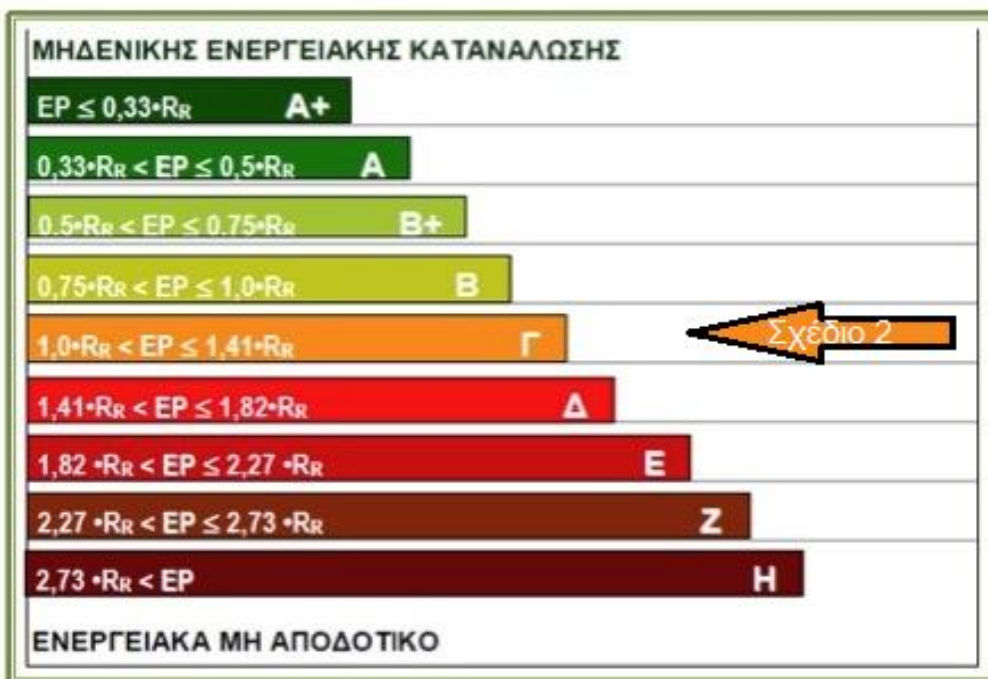
$$Q_{\text{σχεδίου2}}=2074+3716+1551+775+250+2469 \Leftrightarrow Q_{\text{σχεδίου2}} = 10155 \text{ watt}$$

Σε αυτό το σχέδιο αναβάθμισης το ποσοστό που μειώθηκαν οι θερμικές απώλειες είναι 63,2% ενώ τα θερμικά κέρδη μειώθηκαν κατά 38%

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο υπολογισμός του πηλίκου T

	θερμικές απώλειες	θερμικά κέρδη	συνολικές απώλειες
εξεταζόμενο κτίριο	9752	10155	19907
κτίριο αναφοράς	9975	9657	19632
		T:	<b>1,01</b>

Άρα το κτίριο που μελετάμε βρίσκεται στην ενεργειακή κλάση Γ.



### 3.3.3 Τρίτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης

Η αλλαγή των κουφωμάτων υπάρχει και στο τρίτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης. Σε αυτό που διαφέρει αυτό το σενάριο είναι το πάχος του θερμομονωτικού υλικού που από 6 cm θα τοποθετηθούν 8 cm.

Πρώτα θα υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες. Ο υπολογισμός των απωλειών λόγω αερισμού δεν χρειάζεται να ξαναγίνει γιατί από εδώ και πέρα παραμένει σταθερός. Άρα οι συνολικές θερμικές απώλειες του κτιρίου μετά από το τρίτο σχέδιο ενεργειακής αναβάθμισης θα είναι :

$$Q_{\text{σχεδίου 3}} = Q_{\text{αγωγιμότητας}} + Q_{\text{αερισμού}} \Leftrightarrow Q_{\text{απωλειών}} = 6845 + 1608 \Leftrightarrow Q_{\text{σχεδίου 3}} = 8453(\text{watt})$$

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε τα θερμικά κέρδη. Τα θερμικά κέρδη από την είσοδο αέρα παραμένουν σταθερά όπως και τα κέρδη από ακτινοβολία. Άρα τα συνολικά θερμικά κέρδη για το σχέδιο 3 είναι:

$$Q_{\text{σχεδίου 3}} = 1198 + 3716 + 1551 + 775 + 250 + 2469 \Leftrightarrow Q_{\text{σχεδίου 3}} = 9949 \text{ watt}$$

Σε αυτό το σχέδιο αναβάθμισης το ποσοστό που μειώθηκαν οι θερμικές απώλειες είναι 68,1% ενώ τα θερμικά κέρδη μειώθηκαν κατά 39,3%

Παρακάτω φαίνονται οι πίνακες υπολογισμών των θερμικών απωλειών και κερδών :



Θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	Β	22	12,5	3,3	41,25	1	4,62	36,63	0,36	20	264
Τεξ.	Α	22	9,3	3,3	30,69	1	10,1	20,59	0,36	20	148
Τεξ.	Ν	22	12,5	3,3	41,25	1	1,95	39,3	0,36	20	283
Τεξ.	Δ	22	9,3	3,3	30,69	1	5,1	25,59	0,36	20	184
Πεξ.	Β		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	20	132
Θεξ	Β		0,9	2,2	1,98	1	0	1,98	1,84	20	73
Πεξ.	Α		1,5	2,2	3,3	2	0	6,6	2,83	20	374
Θεξ	Α		1	2,2	2,2	1	0	2,2	1,85	20	81
Πεξ.	Α		1	1,3	1,3	1	0	1,3	2,3	20	60
Πεξ.	Ν		1,5	1,3	1,95	1	0	1,95	2,13	20	83
Πεξ.	Δ		1,2	1,3	1,56	1	0	1,56	2,22	20	69
Πεξ.	Δ		0,9	1	0,9	1	0	0,9	2,18	20	39
Πεξ.	Δ		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	20	132
Δ		25			101,34	1	0	101,34	0,37	20	750
Ο					101,34	1	0	101,34	0,37	20	750
										απωλειών κτιρίου :	3423
										προσαύξηση :	100%
										<b>Σύνολο απωλειών κτιρίου :</b>	<b>6845</b>

Θερμικά κέρδη από αγωγιμότητα

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	Β	22	12,5	3,3	41,25	1	4,62	36,63	0,36	4	<b>53</b>
Τεξ.	Α	22	9,3	3,3	30,69	1	10,1	20,59	0,36	10	<b>74</b>
Τεξ.	Ν	22	12,5	3,3	41,25	1	1,95	39,3	0,36	6	<b>85</b>
Τεξ.	Δ	22	9,3	3,3	30,69	1	5,1	25,59	0,36	10	<b>92</b>
Πεξ.	Β		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	4	<b>26</b>
Θεξ	Β		0,9	2,2	1,98	1	0	1,98	1,84	4	<b>15</b>
Πεξ.	Α		1,5	2,2	3,3	2	0	6,6	2,83	10	<b>187</b>
Θεξ	Α		1	2,2	2,2	1	0	2,2	1,85	10	<b>41</b>
Πεξ.	Α		1	1,3	1,3	1	0	1,3	2,3	10	<b>30</b>
Πεξ.	Ν		1,5	1,3	1,95	1	0	1,95	2,13	6	<b>25</b>
Πεξ.	Δ		1,2	1,3	1,56	1	0	1,56	2,22	10	<b>35</b>
Πεξ.	Δ		0,9	1	0,9	1	0	0,9	2,18	10	<b>20</b>
Πεξ.	Δ		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	10	<b>66</b>
Δ		25			101,34	1	0	101,34	0,37	5	<b>187</b>
Ο					101,34	1	0	101,34	0,37	7	<b>262</b>
<b>Σύνολο θερμικών κερδών (Watt) :</b>											<b>1198</b>

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο υπολογισμός του πηλίκου T

	θερμικές απώλειες	θερμικά κέρδη	συνολικές απώλειες
εξεταζόμενο κτίριο	8453	9949	18402
κτίριο αναφοράς	9975	9657	19632
		T:	<b>0,94</b>

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



### 3.3.4 Τέταρτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης

Η αλλαγή των κουφωμάτων υπάρχει και στο τελευταίο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης. Σε αυτό το σενάριο το πάχος του θερμομονωτικού υλικού που θα τοποθετηθεί είναι 12 cm.

Πρώτα θα υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες. Ο υπολογισμός των απωλειών λόγω αερισμού δεν χρειάζεται να ξαναγίνει γιατί παραμένει σταθερός. Άρα οι συνολικές θερμικές απώλειες του κτιρίου μετά από το τρίτο σχέδιο ενεργειακής αναβάθμισης θα είναι :

$$Q_{\text{σχεδίου 4}} = Q_{\text{αγωγιμότητας}} + Q_{\text{αερισμού}} \Leftrightarrow Q_{\text{απωλειών}} = 5416 + 1608 \Leftrightarrow Q_{\text{σχεδίου 4}} = 7024 \text{ (watt)}$$

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε τα θερμικά κέρδη. Τα θερμικά κέρδη από την είσοδο αέρα παραμένουν σταθερά όπως και τα κέρδη από ακτινοβολία. Άρα τα συνολικά θερμικά κέρδη για το σχέδιο 4 είναι:

$$Q_{\text{σχεδίου 4}} = 971 + 3716 + 1551 + 775 + 250 + 2469 \Leftrightarrow Q_{\text{σχεδίου 4}} = 9722 \text{ watt}$$

Σε αυτό το σχέδιο αναβάθμισης το ποσοστό που μειώθηκαν οι θερμικές απώλειες είναι 73,5% ενώ τα θερμικά κέρδη μειώθηκαν κατά 40,7%

Παρακάτω φαίνονται οι πίνακες υπολογισμών των θερμικών απωλειών και κερδών :

Θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	B	22	12,5	3,3	41,25	1	4,62	36,63	0,25	20	183
Τεξ.	A	22	9,3	3,3	30,69	1	10,1	20,59	0,25	20	103
Τεξ.	N	22	12,5	3,3	41,25	1	1,95	39,3	0,25	20	197
Τεξ.	Δ	22	9,3	3,3	30,69	1	5,1	25,59	0,25	20	128
Πεξ.	B		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	20	132
Θεξ	B		0,9	2,2	1,98	1	0	1,98	1,84	20	73
Πεξ.	A		1,5	2,2	3,3	2	0	6.6	2,83	20	374
Θεξ	A		1	2,2	2,2	1	0	2,2	1,85	20	81
Πεξ.	A		1	1,3	1,3	1	0	1,3	2,3	20	60
Πεξ.	N		1,5	1,3	1,95	1	0	1,95	2,13	20	83
Πεξ.	Δ		1,2	1,3	1,56	1	0	1,56	2,22	20	69
Πεξ.	Δ		0,9	1	0,9	1	0	0,9	2,18	20	39
Πεξ.	Δ		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	20	132
Δ		25			101,34	1	0	101,34	0,26	20	527
Ο					101,34	1	0	101,34	0,26	20	527
απωλειών κτρίου :										2708	
προσαυξηση :										100%	
<b>Σύνολο απωλειών κτρίου :</b>										<b>5416</b>	

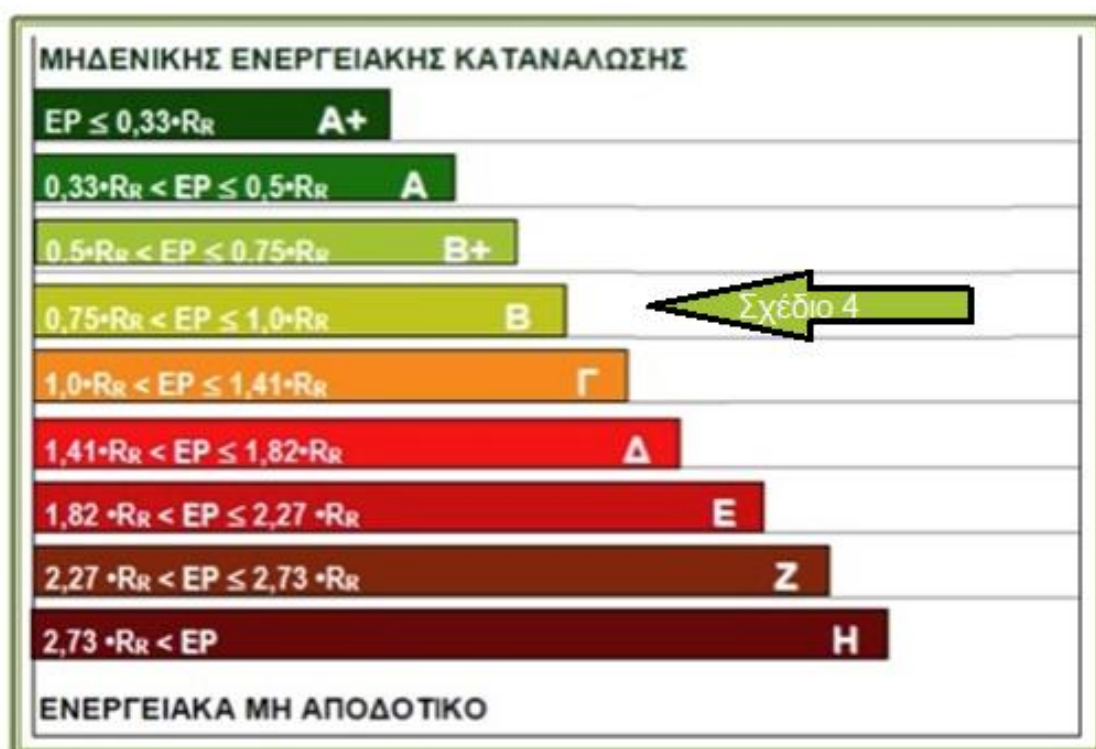
Θερμικά κέρδη από αγωγιμότητα

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ					ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΩΛΕΙΩΝ			
			ΜΗΚΟΣ	ΥΨΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΑΦΑΙΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ U	ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΧΩΡΙΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΕΙΣ
Τεξ.	B	22	12,5	3,3	41,25	1	4,62	36,63	0,25	4	<b>37</b>
Τεξ.	A	22	9,3	3,3	30,69	1	10,1	20,59	0,25	10	<b>51</b>
Τεξ.	N	22	12,5	3,3	41,25	1	1,95	39,3	0,25	6	<b>59</b>
Τεξ.	Δ	22	9,3	3,3	30,69	1	5,1	25,59	0,25	10	<b>64</b>
Πεξ.	B		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	4	<b>26</b>
Θεξ	B		0,9	2,2	1,98	1	0	1,98	1,84	4	<b>15</b>
Πεξ.	A		1,5	2,2	3,3	2	0	6,6	2,83	10	<b>187</b>
Θεξ	A		1	2,2	2,2	1	0	2,2	1,85	10	<b>41</b>
Πεξ.	A		1	1,3	1,3	1	0	1,3	2,3	10	<b>30</b>
Πεξ.	N		1,5	1,3	1,95	1	0	1,95	2,13	6	<b>25</b>
Πεξ.	Δ		1,2	1,3	1,56	1	0	1,56	2,22	10	<b>35</b>
Πεξ.	Δ		0,9	1	0,9	1	0	0,9	2,18	10	<b>20</b>
Πεξ.	Δ		1,2	2,2	2,64	1	0	2,64	2,5	10	<b>66</b>
Δ		25			101,34	1	0	101,34	0,26	5	<b>132</b>
Ο					101,34	1	0	101,34	0,26	7	<b>184</b>
<b>Σύνολο θερμικών κερδών (Watt) :</b>											<b>971</b>

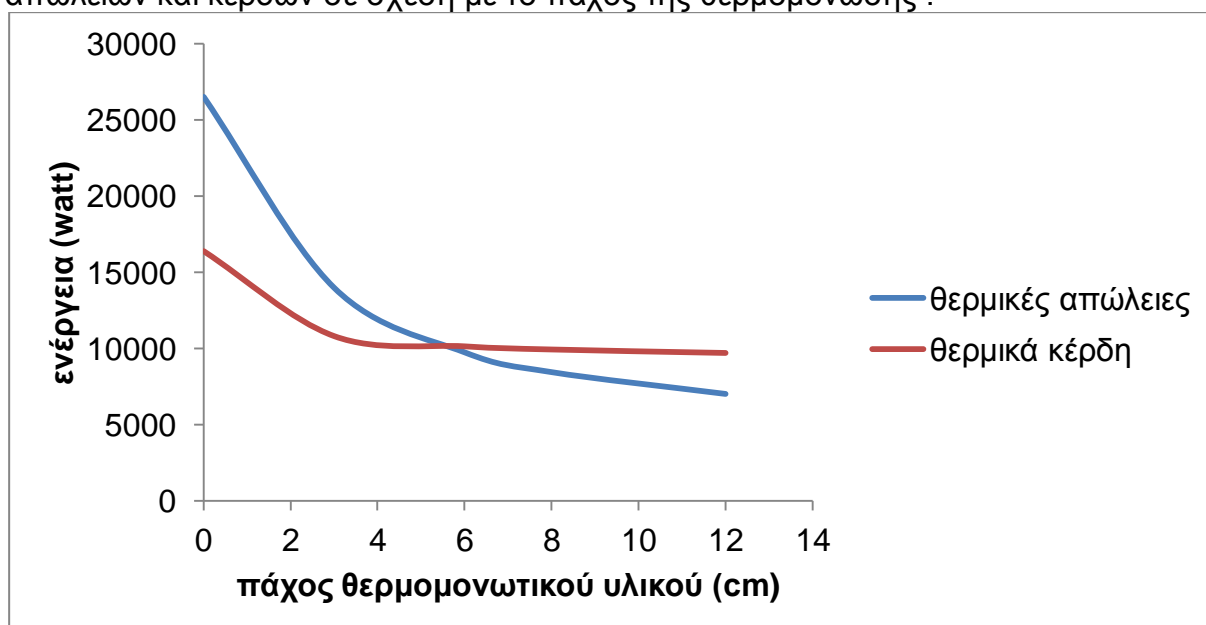
Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο υπολογισμός του πηλίκου T

	θερμικές απώλειες	θερμικά κέρδη	συνολικές απώλειες
εξεταζόμενο κτίριο	7024	9722	16746
κτίριο αναφοράς	9975	9657	19632
		T:	<b>0,85</b>

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



Μετά το τέλος και του τέταρτου σχεδίου ενεργειακής αναβάθμισης παρατηρήσαμε ότι ακόμα και όταν τετραπλασιάσαμε το πάχος του μονωτικού υλικού από 3 cm σε 12 cm η άνοδος του κτιρίου ενεργειακά ήταν μόλις μία κλάση. Αυτό μας δείχνει ότι για να δημιουργήσουμε ένα κτίριο ενεργειακής κλάσης **A+** χρειάζεται παραπάνω πράγματα από την θερμομόνωση. Στο παρακάτω γράφημα φαίνεται η μείωση των θερμικών απωλειών και κερδών σε σχέση με το πάχος της θερμομόνωσης :



Ένα ακόμα συμπέρασμα που βγαίνει από το παραπάνω γράφημα είναι ότι αυξάνοντας το πάχος του θερμομονωτικού υλικού από ένα σημείο και μετά η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας γίνεται όλο και πιο μικρή και συμπεριλαμβανομένου του κόστους είναι εντελώς ασύμφορο. Αυτό γιατί πληρώντας μεγάλο πάχος θερμομονωτικού υλικού θα καταφέρουμε να έχουμε σχεδόν το ίδιο ποσοστό μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας με αυτό μικρότερου πάχους .

## 4.Οικονομοτεχνική ανάλυση

Στο παρόν κεφάλαιο περιγράφεται ο υπολογισμός του συνολικού κόστους μιας εγκατάστασης εξωτερικής θερμομόνωσης και νέων κουφωμάτων. Εξετάζεται η οικονομική βιωσιμότητα μιας επένδυσης, μέσω του υπολογισμού του χρόνου απόσβεσής της.

### 4.1 Εισαγωγή

Η εγκατάσταση πρέπει να λαμβάνει υπόψη όλες τις ανάγκες των χρηστών, συμπεριλαμβανομένων και των οικονομικών. Το κόστος είναι αυτό που ουσιαστικά καθορίζει σε μεγάλο βαθμό τη μελέτη. Δυστυχώς, σε πολλές περιπτώσεις ο οικονομικός παράγοντας έχει αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα και την αισθητική. Οφείλει, με άλλα λόγια, ο μελετητής να προχωρήσει στο σχεδιασμό με τα διαθέσιμα χρήματα, «θυσιάζοντας» τις λιγότερες δυνατές βασικές ανάγκες.

Θα πρέπει να συνυπολογίζονται και τα έμμεσα οφέλη που προκύπτουν από ένα σωστά μελετημένο και άρτια εγκατεστημένο σύστημα. Η θετική επίδραση στην ψυχολογία των χρηστών είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος, ενώ απόρροιά της είναι και η αύξηση της παραγωγικότητάς τους. Η αυξημένη παραγωγικότητα, η οποία μακροπρόθεσμα εξασφαλίζει πολύπλευρα οικονομικά οφέλη, αποδεικνύει γιατί η οικονομική ανάλυση δεν πρέπει να έρχεται σε αντίθεση με τον τεχνικό και τον αισθητικό σχεδιασμό ενός συστήματος. Πρέπει να αποτελεί το πλαίσιο εντός του οποίου το σύνολο των αναγκών θα λαμβάνονται υπόψη και θα αξιολογούνται κατάλληλα.

### 4.2 Κόστος εγκατάστασης

Για να είναι πλήρης ο υπολογισμός του κόστους μιας εγκατάστασης πρέπει να συνυπολογιστούν το κόστος αγοράς και εγκατάστασης. Το κόστος της εγκατάστασης  $K_a$  περιλαμβάνει την αγορά και την εγκατάσταση του εξοπλισμού. Οπότε, προκύπτει πως:

$K_a = \text{κόστος εξοπλισμού} + \text{τιμή εργασίας}$

Το κόστος του εξοπλισμού υπολογίζεται σε € και η τιμή εργασίας σε €/ώρα

Το κόστος του εξοπλισμού όπως και το κόστος εγκατάστασης εξαρτάται από τις επιλογές που κάνει ο σχεδιαστής. Η επιλογή του εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί έχουν γίνει στο προηγούμενο κεφάλαιο.

#### 4.2.1 Αλλαγή κουφωμάτων

Για την αλλαγή των κουφωμάτων το κόστος αγοράς και τοποθέτησης τους φαίνεται στην παρακάτω προσφορά που πήραμε από τοπική επιχείρηση που εμπορεύεται τα κουφώματα που έχουμε επιλέξει για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου μας. Το κόστος τοποθέτησης από 1 έως και 8 m<sup>2</sup>, ισχύει η ελάχιστη χρέωση των 20€/ m<sup>2</sup>. Από 9 m<sup>2</sup> και πάνω, η τιμή διαμορφώνεται στα 15,00€/ m<sup>2</sup>.

ΕΝΤΥΠΟ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ							
Αριθμός προσφοράς:	# 1091368846						
Επωνυμία πελάτη:	----						
Διεύθυνση πελάτη:	----						
Τηλέφωνο:	----						
Ημερομηνία:	9/9/2014 3:47:40 μμ						
Χρόνος ισχύος προσφοράς:	----						
ΚΩΔΙΚΟΣ	PVC_D_2	Διαστάσεις Π x Υ (m)	Χρώμα	Υάλωση	Ανοίγμα	Επιπλέον Χαρακτηριστικά	A/A
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΔΙΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΟ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚ Ο ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,5X2,2	Λευκό	4-16-4 2,7	Δεξί	Καμία επιλογή	1
						Τιμή τεμαχίου 409,50 €	
						Τεμάγια 2	
						Σύνολο Αξίας 819,00 €	
ΚΩΔΙΚΟΣ	PVC_D_2	Διαστάσεις Π x Υ (m)	Χρώμα	Υάλωση	Ανοίγμα	Επιπλέον Χαρακτηριστικά	A/A
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΔΙΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΟ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚ Ο ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,2X2,2	Λευκό	4-16-4 2,7	Δεξί	Καμία επιλογή	2
						Τιμή τεμαχίου 353,60 €	
						Τεμάγια 1	
						Σύνολο Αξίας 353,60 €	
ΚΩΔΙΚΟΣ	PVC_D_2	Διαστάσεις Π x Υ (m)	Χρώμα	Υάλωση	Ανοίγμα	Επιπλέον Χαρακτηριστικά	A/A
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΔΙΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΟ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚ Ο ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,0X1,3	Λευκό	4-15,5-4 2,7	Δεξί	Καμία επιλογή	3
						Τιμή τεμαχίου 256,10 €	
						Τεμάγια 1	
						Σύνολο Αξίας 256,10 €	



ΚΩΔΙΚΟΣ	PVC_D_2	Διαστάσεις Π x Υ (m)	Χρώμα	Υάλωση	Ανοίγμα	Επιπλέον Χαρακτηριστικά	A/A
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΔΙΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΟ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚ Ο ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,5X1,3	Λευκό	4-15,5-4 2,7	Δεξί	Καμία επιλογή	4
						Τιμή τεμαχίου 288,60 €	
						Τεμάγια 1	
						Σύνολο Αξίας 288,60 €	
ΚΩΔΙΚΟΣ	PVC_D_2	Διαστάσεις Π x Υ (m)	Χρώμα	Υάλωση	Ανοίγμα	Επιπλέον Χαρακτηριστικά	A/A
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΔΙΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΟ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚ Ο ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1,2X1,3	Λευκό	4-15,5-4 2,7	Δεξί	Καμία επιλογή	5
						Τιμή τεμαχίου 276,90 €	
						Τεμάγια 1	
						Σύνολο Αξίας 276,90 €	
ΚΩΔΙΚΟΣ	PVC_D_2	Διαστάσεις Π x Υ (m)	Χρώμα	Υάλωση	Ανοίγμα	Επιπλέον Χαρακτηριστικά	A/A
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΔΙΦΥΛΛΟ ΘΕΡΜΟ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΟ ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,9X1,0	Λευκό	4-15,5-4 2,7	Δεξί	Καμία επιλογή	6
						Τιμή τεμαχίου 217,10 €	
						Τεμάγια 1	
						Σύνολο Αξίας 217,10 €	

#### ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΟΣΦΟΡΑΣ




ΕΙΔΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	M.M.	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΑ ΧΩΡΙΣ Φ.Π.Α
Κουφώματα PVC	7	TEM.	2.211,30

#### ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΙΜΩΝ

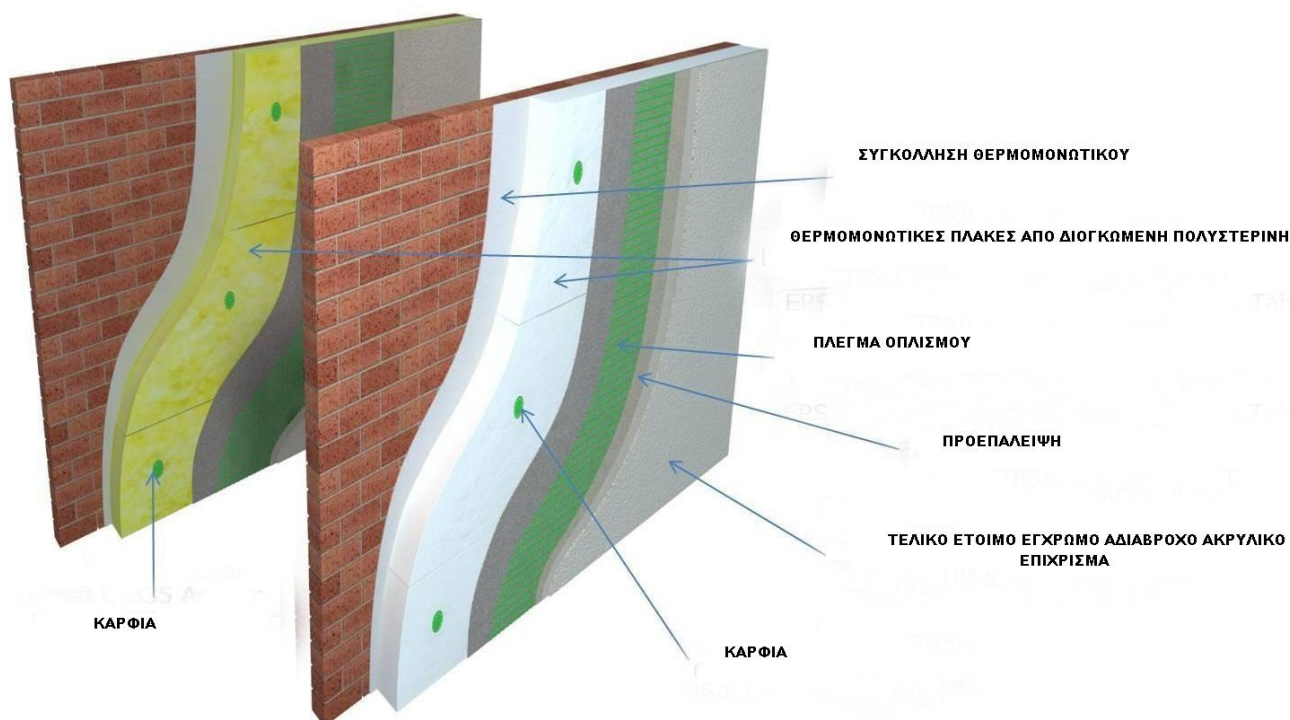
Μικτή αξία	2.211,30 €
Εκπτώση %	---
Καθαρή αξία	2.211,30 €
Τοποθέτηση	15 €/m <sup>2</sup> =264€
Φ.Π.Α. 23%	508,61 €
Τελική τιμή	2.983,91 €

#### 4.2.2 Εξωτερική θερμομόνωση (πρώτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης )

Για την τοποθέτηση της εξωτερικής θερμομόνωσης σε όλες τις πλευρές του σπιτιού (εξωτερικοί τοίχοι, οροφή και δάπεδο) το κόστος αγοράς και τοποθέτησης φαίνεται στην παρακάτω προσφορά που πήραμε από τοπική επιχείρηση που εμπορεύεται και τοποθετεί τα υλικά θερμομόνωσης που έχουμε επιλέξει για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου μας.

Προϊόν	Διαστάσεις	Μονάδα μέτρησης	Τιμή	Κατανάλωση /m <sup>2</sup>	Τιμή / m <sup>2</sup>
Θερμομονωτικό Υλικό 3ης γενιάς <b>Durosol eXternal</b> 	1000X500X30	m <sup>2</sup>	3,52	1m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	3,52
Υλικό Επικόλλησης <b>FGL-Thermo I</b>		kg	0,41	3kg/m <sup>2</sup>	1,23
Υαλόπλεγμα Ενίσχυσης <b>FGL-Mesh            5x5mm white            160gr/m<sup>2</sup></b> 	1x50m	m <sup>2</sup>	0,69	1,1m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,759
Βύσματα Στερέωσης <b>FGL-Dowel</b> 	70mm	Τεμάχια	0,16	5τμχ/m <sup>2</sup>	0,8
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 Leoplast</b>	<b>κοκκομετρία</b>  1mm	kg	1,7	1,8kg/m <sup>2</sup>	3,06
					
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> κατά προσέγγιση					<b>14€/m<sup>2</sup></b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ</b> (υλικά + εργασία)					<b>26€/m<sup>2</sup></b>






Σύμφωνα με τα παραπάνω το συνολικό κόστος για επιφάνεια εγκατάστασης 325 m<sup>2</sup> για ολόκληρη την εγκατάσταση είναι:

$$K_{\alpha 1} = 26\text{€/m}^2 \times 325 \text{ m}^2 = 8450 \text{ €}$$

Στο σενάριο που μελετάμε μαζί με την εξωτερική θερμομόνωση στις αλλαγές που θα γίνουν είναι και η αλλαγή κουφωμάτων που το κόστος τους το έχουμε υπολογίσει στην προηγούμενη παράγραφο. Άρα το συνολικό κόστος του πρώτου σεναρίου είναι :

$$K_1 = K_{\alpha 1} + K_{\text{Κουφωμάτων}} \Leftrightarrow K = 8450 + 2984 \Leftrightarrow K_1 = 11434 \text{ €}$$

#### 4.2.3 Εξωτερική θερμομόνωση (δεύτερο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης)

Προϊόν	Διαστάσεις	Μονάδα μέτρησης	Τιμή	Κατανάλωση /m <sup>2</sup>	Τιμή / m <sup>2</sup>
Θερμομονωτικό Υλικό 3ης γενιάς <b>Durosol eXternal</b> 	1000X500X60	m <sup>2</sup>	7,04	1m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	7,04
Υλικό Επικόλλησης <b>FGL-Thermo I</b> 		kg	0,41	3kg/m <sup>2</sup>	1,23
Υαλόπλεγμα Ενίσχυσης <b>FGL-Mesh 5x5mm white 160gr/m<sup>2</sup></b> 	1x50m	m <sup>2</sup>	0,69	1,1m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,759
Βύσματα Στερέωσης <b>FGL-Dowel</b>	90mm	Τεμάχια	0,17	5τμχ/m <sup>2</sup>	0,85

					
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 Leoplast</b>	<b>κοκκομετρία</b>  1mm	kg	1,7	1,8kg/m <sup>2</sup>	3,06
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> κατά προσέγγιση					<b>14€/m<sup>2</sup></b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ</b> (υλικά + εργασία)					<b>29€/m<sup>2</sup></b>





Άρα :

$$K_{α2} = 29€/m^2 \times 325 m^2 = 9425 \text{ €}$$

Άρα το συνολικό κόστος για αυτό το σχέδιο αναβάθμισης είναι :

$$K_2 = K_{α2} + K_{\text{Κουφωμάτων}} \Leftrightarrow K = 9425 + 2984 \Leftrightarrow K_2 = 12409 \text{ €}$$

#### 4.2.4 Εξωτερική θερμομόνωση (τρίτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης)

Προϊόν	Διαστάσεις	Μονάδα μέτρησης	Τιμή	Κατανάλωση /m <sup>2</sup>	Τιμή / m <sup>2</sup>
Θερμομονωτικό Υλικό 3ης γενιάς <b>Durosol eXternal</b> 	1000X500X80	m <sup>2</sup>	9,39	1m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	9,39
Υλικό Επικόλλησης <b>FGL-Thermo I</b> 		kg	0,41	3kg/m <sup>2</sup>	1,23
Υαλόπλεγμα Ενίσχυσης <b>FGL-Mesh            5x5mm white            160gr/m<sup>2</sup></b>	1x50m	m <sup>2</sup>	0,69	1,1m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,759
Βύσματα Στερέωσης <b>FGL-Dowel</b> 	110mm	Τεμάχια	0,18	5τμχ/m <sup>2</sup>	0,9
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 Leoplast</b>	<b>κοκκομετρία</b>  1mm	kg	1,7	1,8kg/m <sup>2</sup>	3,06
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> κατά προσέγγιση					<b>14€/m<sup>2</sup></b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ</b> (υλικά + εργασία)					<b>32€/m<sup>2</sup></b>


Άρα :

$$K_{\alpha 3} = 32\text{€/m}^2 \times 325 \text{ m}^2 = 10400 \text{ €}$$

Άρα το συνολικό κόστος για αυτό το σχέδιο αναβάθμισης είναι :

$$K_3 = K_{\alpha 3} + K_{\text{Κουφωμάτων}} \Leftrightarrow K = 10400 + 2984 \Leftrightarrow K_3 = 13384 \text{ €}$$

#### 4.2.5 Εξωτερική θερμομόνωση (τέταρτο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης )

Προϊόν	Διαστάσεις	Μονάδα μέτρησης	Τιμή	Κατανάλωση /m <sup>2</sup>	Τιμή / m <sup>2</sup>
Θερμομονωτικό Υλικό 3ης γενιάς <b>Durosol eXternal</b>  	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 Ενίσχυσης  <b>FGL-Mesh 5x5mm white 160gr/m<sup>2</sup></b>	1x50m	m <sup>2</sup>	0,69	1,1m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	0,759
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 Leoplast</b>	<b>κοκκομετρία</b>  1mm	kg	1,7	1,8kg/m <sup>2</sup>	3,06
<b>ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ</b> κατά προσέγγιση					<b>14€/m<sup>2</sup></b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ</b> (υλικά + εργασία)					<b>37€/m<sup>2</sup></b>

Άρα :

$$K_{\alpha 4} = 37\text{€/m}^2 \times 325 \text{ m}^2 = 12025 \text{ €}$$

Άρα το συνολικό κόστος για αυτό το σχέδιο αναβάθμισης είναι :

$$K_4 = K_{\alpha 4} + K_{\text{Κουφωμάτων}} \Leftrightarrow K = 12025 + 2984 \Leftrightarrow \mathbf{K_4 = 15009 \text{ €}}$$

#### 4.3.Χρόνος απόσβεσης επένδυσης

Το κτίριο που μελετάμε χρησιμοποιεί κεντρική μονάδα θέρμανσης πετρελαίου. Αυτή η μονάδα καλείται να καλύψει τις θερμικές απώλειες του κτιρίου ολόκληρο το χρόνο. Η κεντρική μονάδα θέρμανσης λειτουργεί μόνο τις ημέρες που η εξωτερική θερμοκρασία είναι κάτω από 15°C για 5 ώρες ημερησίως. Τα στοιχεία για την μέση



ημερήσια θερμοκρασία στην περιοχή του Αιγίου δείχνουν ότι το 2014 οι μέρες αυτές ήταν 159<sup>(4)</sup>. Άρα η κεντρική μονάδα θέρμανσης λειτούργησε 795 ώρες το χρόνο.

Όσον αφορά τα θερμικά κέρδη στο σπίτι δεν υπάρχει κάποια εγκατεστημένη μονάδα ώστε να καλύψει αυτά τα φορτία. Για τον λόγο αυτό στον χρόνο απόσβεσης της επένδυσης θα λάβουμε υπόψη μας τα lt πετρελαίου που θα εξοικονομήσουμε, μετά από κάθε παρέμβαση, μεταφρασμένα σε ευρώ.

Αυτό που πρέπει να γνωρίζουμε για το πετρέλαιο είναι ότι η κατώτερη θερμογόνος δύναμη του είναι 11,92 kwh/kg. Με βάση του ότι η πυκνότητα του είναι 0,86 kg/lt η θερμογόνος δύναμη του πετρελαίου ανά λίτρο είναι 10,3 kwh/lt. Αυτό που επίσης θα χρειαστεί να ξέρουμε είναι η τιμή του πετρελαίου ανά λίτρο. Από το 2010 μέχρι και το 2015 η τιμή του πετρελαίου θέρμανσης είχε μια διακύμανση μεταξύ 0,80 και 1,27 €/lt. Για τους υπολογισμούς θα χρησιμοποιήσουμε την μέση τιμή που ανέρχεται στο 1,1€/lt.

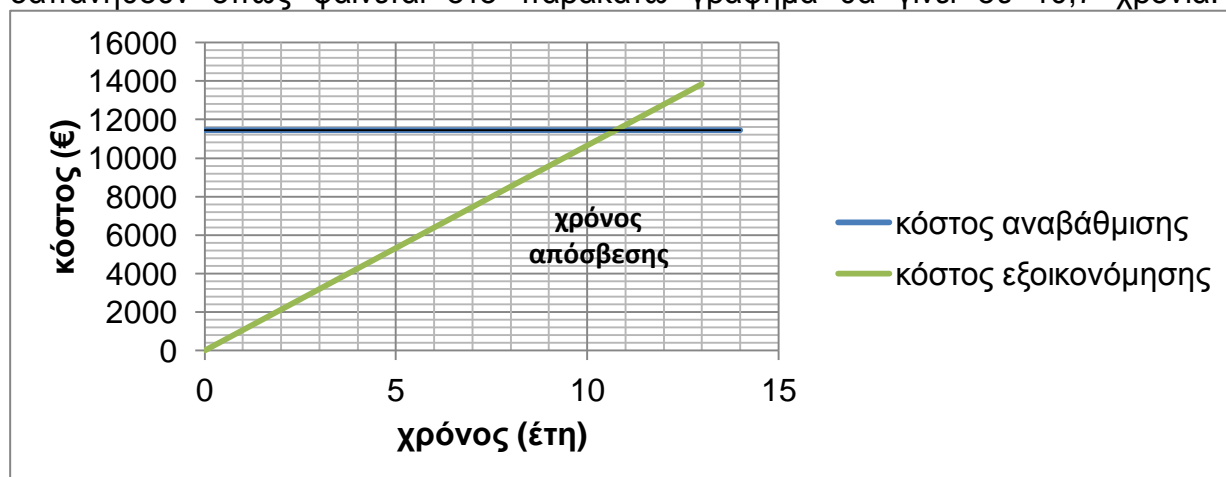
Τα χρήματα που δίνονταν για θέρμανση πριν τις παρεμβάσεις ήταν :

Ενεργειακή κατανάλωση (watt)	kwh/year (kw×795h/year)	liter πετρελαίου/year ((kwh/year)/10,3 kwh/lt)	€/year ((liter/year)×1,10€/lt)
26507	21073	2046	<b>2251</b>

Μετά τις παρεμβάσεις του πρώτου σχεδίου ενεργειακής αναβάθμισης, τα χρήματα που θα δαπανώνται θα είναι:

Ενεργειακή κατανάλωση (watt)	kwh/year (kw×795h/year)	liter πετρελαίου/year ((kwh/year)/10,3)	€/year ((liter/year)×1,10€/lt)
13983	11116	1079	<b>1187</b>

Από τα παραπάνω βλέπουμε ότι η εξοικονόμηση χρημάτων μετά το πρώτο σχέδιο είναι 2251-1187=1064 €. Για τις αλλαγές όμως που προτείνει το σχέδιο αυτό θα χρειαστούν 11434 € (παράγραφος 4.2.2) άρα η απόσβεση των χρημάτων που θα δαπανηθούν όπως φαίνεται στο παρακάτω γράφημα θα γίνει σε 10,7 χρόνια.

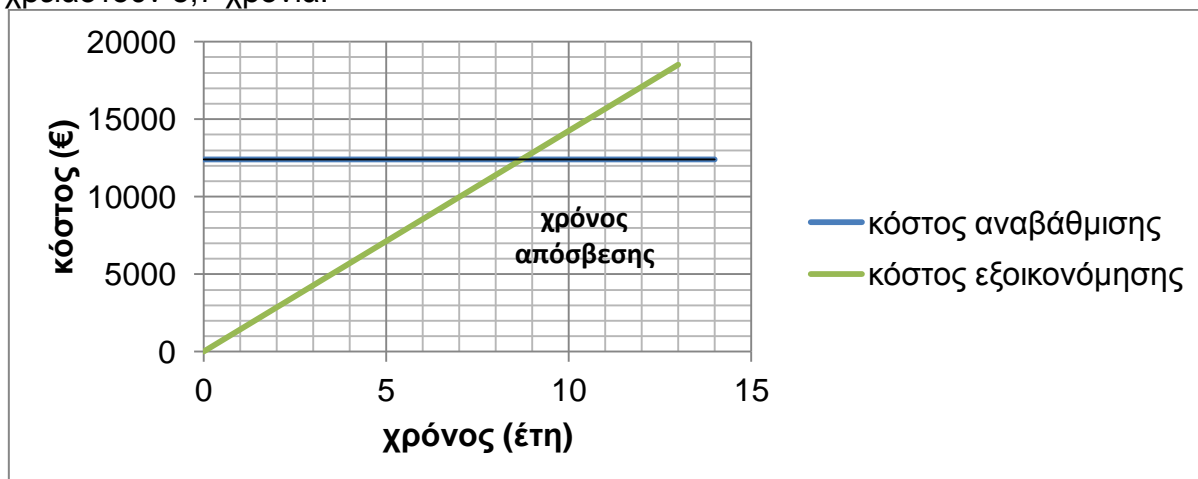


<sup>(4)</sup>Πηγή: <http://www.wunderground.com/>

Ομοίως παρακάτω υπολογίζεται ο χρόνος απόσβεσης και για τα άλλα σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης

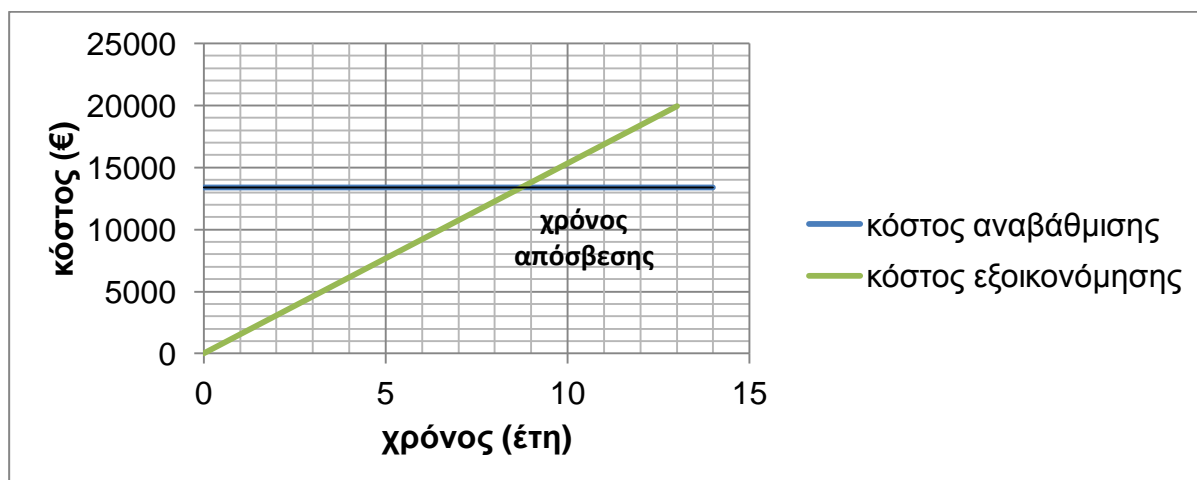
Ενεργειακή κατανάλωση (watt)	kwh/year (kw×795h/year)	liter πετρελαίου/year ((kwh/year)/10,3)	€/year ((liter/year)×1,10€/lt)
9725	7731	751	<b>826</b>

Η εξοικονόμηση χρημάτων μετά το δεύτερο σχέδιο είναι  $2251-826=1425$  € άρα για να αποσβέσουμε τα 12409 € (παράγραφος 4.2.3) του δεύτερου σχεδίου θα χρειαστούν 8,7 χρόνια.



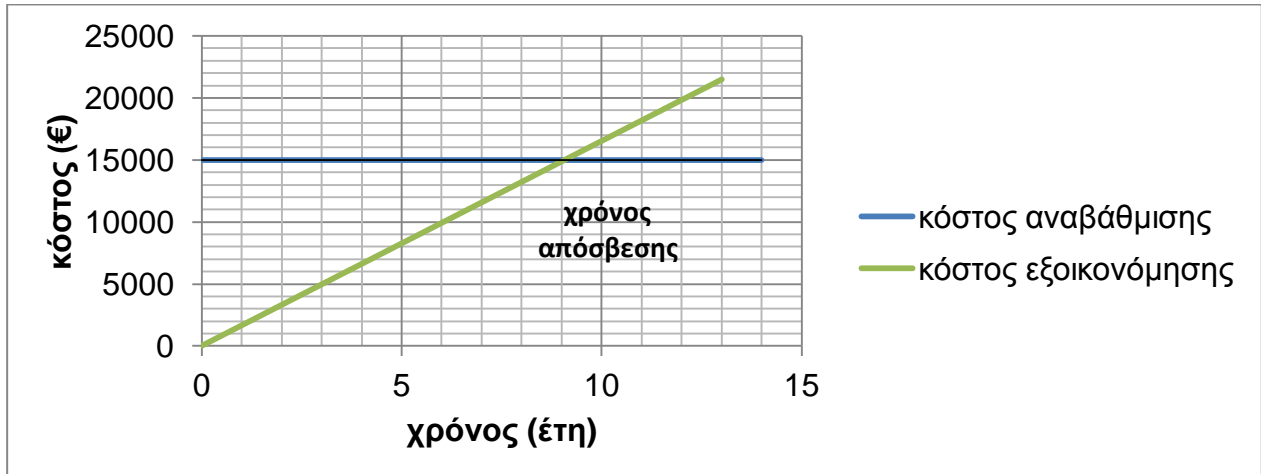
Ενεργειακή κατανάλωση (watt)	kwh/year (kw×795h/year)	liter πετρελαίου/year ((kwh/year)/10,3)	€/year ((liter/year)×1,10€/lt)
8453	6720	652	<b>718</b>

Μετά το τρίτο σχέδιο θα εξοικονομηθούν  $2251-718=1533$  € άρα για να αποσβέσουμε τα 13384 € (παράγραφος 4.2.4) θα χρειαστούν 8,7 χρόνια.

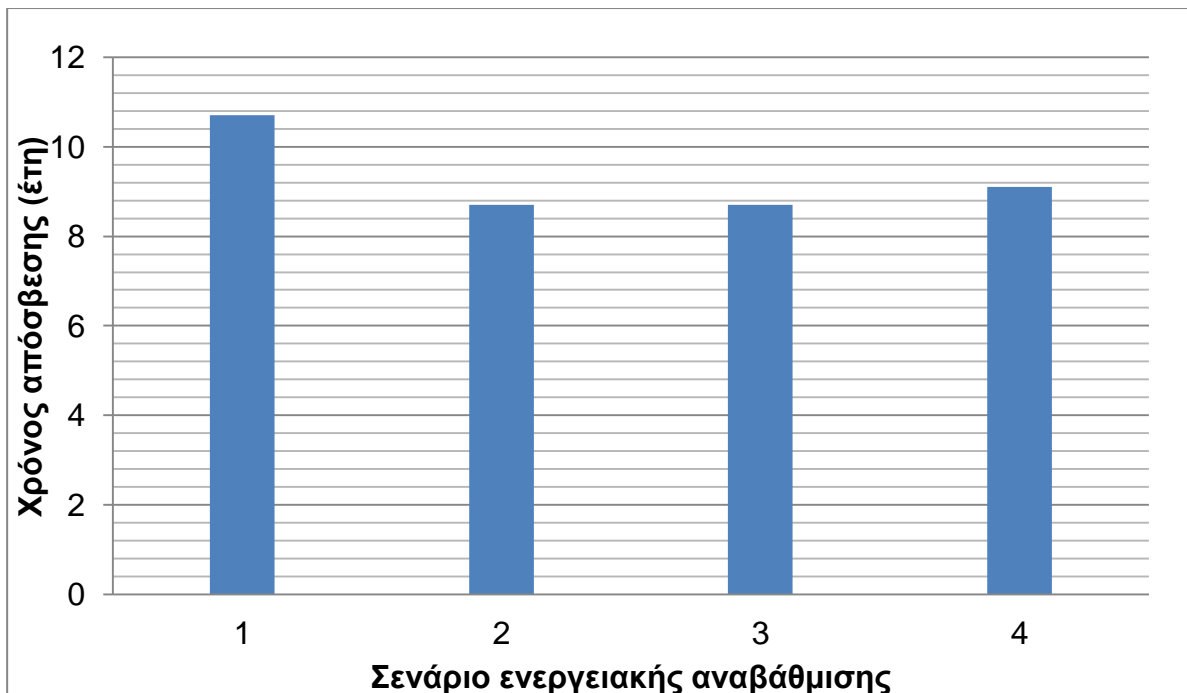


Ενεργειακή κατανάλωση (watt)	kwh/year (kw×795h/year)	liter πετρελαίου/year ((kwh/year)/10,3)	€/year ((liter/year)×1,10€/lt)
7024	5584	542	<b>596</b>

Τέλος το τέταρτο σχέδιο θα εξοικονομήσει  $2251-596=1655$  € άρα για να αποσβέσουμε τα 15009 € (παράγραφος 4.2.5) θα χρειαστούν 9,1 χρόνια.



Συνοψίζοντας ο χρόνος απόσβεσης των τεσσάρων σχεδίων φαίνεται παρακάτω :



#### 4.4. Συμπέρασμα

Στην παραπάνω παράγραφο παρατηρούμε ότι τα σχέδια που θα αποσβέσουν το κόστος τους γρηγορότερα είναι το δεύτερο και το τρίτο. Το κοινό μεταξύ τους είναι ότι και τα δυο ανεβάζουν την ενεργειακή κλάση του κτιρίου που εξετάζουμε από την

κλάση E στην κλάση B. Η επιλογή θα γίνει βάση του κόστους της επένδυσης αυτών των δύο σεναρίων όπου το δεύτερο είναι φθηνότερο ενώ η διαφορά ενεργειακής κατανάλωσης σχετικά μικρή της τάξης του 1kw. Άρα θα επιλέξουμε το δεύτερο σενάριο ενεργειακής αναβάθμισης που περιλαμβάνει αλλαγή των κουφωμάτων με ενεργειακά κουφώματα pvc και την εξωτερική θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου με μονωτικό υλικό 6 cm.

Άλλο ένα συμπέρασμα που προκύπτει από την μελέτη είναι ότι ένα κτίριο για να φτάσει στην ενεργειακή κλάση A<sup>+</sup> δεν αρκεί μόνο μια πολύ καλή θερμομόνωση αλλά χρειάζεται και άλλες παρεμβάσεις. Μερικές από αυτές είναι :

- Ο σωστός προσανατολισμός με βάση τον ήλιο, που μπορεί να παρέχει φυσική θέρμανση και φωτισμό.
- Το σχήμα του κτιρίου: τα συμπαγή κτίρια έχουν λιγότερη εξωτερική επιφάνεια τοίχου και συνεπώς μικρότερη απαίτηση για θέρμανση. Τα μακριά, λεπτά κτίρια είναι καλύτερα για φυσικό φωτισμό και διαμπερή εξαερισμό, χρησιμοποιώντας το φυσικό αεράκι για να δροσιστούν οι εσωτερικοί χώροι και για να υπάρχει φρέσκος αέρας.
- Σωστός σχεδιασμός των δωματίων και των δραστηριοτήτων των κατοίκων λαμβάνοντας υπόψη τις κινήσεις του ήλιου, το φυσικό φωτισμό και τους πιθανούς θορύβους.
- Χρησιμοποιώντας τη θερμική μάζα που είναι διαθέσιμη στα θεμέλια του κτιρίου (για παράδειγμα στο τσιμεντένιο δάπεδο) για να μετριαστούν οι θερμοκρασίες.
- Με την χρήση στεγάστρων σωστού μεγέθους και άλλων μορφών σκίασης για να μην υπάρχει ανεπιθύμητο φως και ζέστη.

Από την φύση λοιπόν των παραπάνω παρεμβάσεων που θα βοηθούσαν το κτίριο να φτάσει σε ενεργειακή κλάση A<sup>+</sup> μπορούμε να καταλάβουμε ότι ένα είδη κατασκευασμένο κτίριο είναι πολύ δύσκολο έως και ακατόρθωτο να φτάσει σε τόσο υψηλή ενεργειακή κλάση. Γι'αυτό με την ενεργειακή κλάση B που καταφέραμε να φτάσουμε το κτίριο που εξετάζουμε είμαστε ικανοποιημένοι. Η παρατήρηση αυτή αποτελεί και την κατακλείδα της πτυχιακής εργασίας και των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από αυτή.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Σ.Ν.Λεγγα, Ν.Ι.Παρικού, *θέρμανση αερισμός κλιματισμός* , Εκδόσεις ΙΩΝ, 2008
2. Βάιος Σελλούντος, *Θέρμανση - Κλιματισμός* (2 Τόμοι), Εκδότης :Σέλκα - 4Μ, Έτος Έκδοσης: 01-2002
3. Τεχνική οδηγία τεχνικού επιμελητήριου Ελλάδος, Β έκδοση, Αθήνα, Απρίλιος 2012
4. [http://www.edpenergy.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=80:2011-04-13-11-05-17](http://www.edpenergy.com/index.php?option=com_content&view=article&id=80:2011-04-13-11-05-17)
5. <http://dspace.lib.ntua.gr/>
6. <http://portal.tee.gr/portal/page/portal/library>
7. <http://www.eksoteriki-thermomonosi.gr/>
8. [www.thermomonosi-myconstructor.gr](http://www.thermomonosi-myconstructor.gr)
9. <http://www.dtn.gr/τεχνικά-χαρακτηριστικά-κουφωμάτων>
10. <http://koufomata-expert.blogspot.gr/2011/09/thermal-conductivity.html>
11. <http://www.praktikal.gr/technical/115-technika/143-ypologismos-thermoperatotitas.html>
12. <http://www.mcit.gov.cy/mcit/mcit.nsf/0/5CD5AD9C18E8A18AC22575AD002CC9BF>
13. <http://www.ypeka.gr/?tabid=525>
14. <http://blogs.sch.gr/>
15. <http://www.wunderground.com/>