

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



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ
ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΑΙΘΟΥΣΩΝ Ζ ΤΟΥ Τ.Ε.Ι.
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΤΡΑ**



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ : ΛΑΓΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΑΛΑΡΑΚΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε στο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας, στη Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών και συγκεκριμένα στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ στην Πάτρα. Στόχος αυτής της πτυχιακής είναι η μελέτη της θερμικής απόδοσης και οι δυνατότητες βελτίωσής της, ενισχύοντας την μόνωση με χρήση θερμοπάνελ στους εξωτερικούς τοίχους και ενδεχόμενη αλλαγή των υαλοπινάκων και των πλαισίων στα ανοίγματα (παράθυρα).

Θέλω να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Καλαράκη Αλέξανδρο για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε ώστε να ολοκληρωθεί αυτή η εργασία. Τον ευχαριστώ πολύ για όλα όσα μου δίδαξε, για τις επιστημονικές του γνώσεις που μου προσέφερε, τις συμβουλές του, τη συμπαράσταση του και τις ώρες που μου αφιέρωσε. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επίσης καθηγητή μου Δρ. Καλογήρου Ιωάννη για την αμέριστη επιστημονική βοήθεια και συμβολή του στην εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Ευχαριστώ, επίσης, τη Διεύθυνση της Τεχνικής Υπηρεσίας του Ιδρύματος για την παροχή όλων των απαραίτητων σχεδίων του κτιρίου που χρειάστηκα για τη μελέτη μου.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου που όλα αυτά τα χρόνια με στήριξε και συνεχίζει να με στηρίζει με κάθε τρόπο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της πτυχιακής εργασίας μου αναφέρεται στη μελέτη της θερμικής απόδοσης και στις δυνατότητες βελτίωσής της, ενισχύοντας την μόνωση με χρήση θερμοπάνελ στους εξωτερικούς τοίχους και ενδεχόμενη αλλαγή των υαλοπινάκων και των πλαισίων στα ανοίγματα (παράθυρα). Η τρέχουσα εργασία αφορά τις αίθουσες Ζ του ισογείου, του πρώτου και του δεύτερου ορόφου του κεντρικού κτιρίου του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας στην Πάτρα. Συνολικά η εργασία περιλαμβάνει πέντε κεφάλαια:

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εισαγωγή στο θέμα της εργασίας, ο σκοπός που αυτή εκπονήθηκε, ο λόγος επιλογής της συγκεκριμένης μορφής θερμομόνωσης, γίνεται μια ιστορική αναδρομή στο Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας και ειδικότερα στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και παρουσιάζεται η σημασία της χρήσης της θερμομόνωσης στα κτίρια.

Στο δεύτερο κεφάλαιο ακολουθεί η αρχική θερμική μελέτη κι ο υπολογισμός των απωλειών των αιθουσών Ζ πριν την εφαρμογή της θερμομόνωσης, όπου παρουσιάζονται αριθμητικά οι υπάρχουσες συνθήκες που επικρατούν.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρατίθεται η νέα θερμική μελέτη που προκύπτει από την επιλογή των κατάλληλων θερμοπάνελ και την εφαρμογή τους στην αρχική μελέτη.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η οικονομοτεχνική ανάλυση της μελέτης και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα αυτής, έτσι ώστε να δειχθεί αν και κατά πόσο συμφέρει τόσο λειτουργικά όσο και οικονομικά η επιλογή της συγκεκριμένης μορφής θερμομόνωσης.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξα μετά την ολοκλήρωση της μελέτης μου, οι γνώσεις τις οποίες αποκόμισα και οι προτάσεις μου για την εφαρμογή της συγκεκριμένης μορφής θερμομόνωσης σε μεγαλύτερο ποσοστό στο μέλλον.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....σελ.1	
1.1 ΓΕΝΙΚΑ.....σελ.1	
1.2 ΣΚΟΠΟΣ.....σελ.1	
1.3 Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (ΠΑΤΡΑ).....σελ.1	
1.3.1 Ιστορία.....σελ.1	
1.3.2 Υποδομή.....σελ.2	
1.3.3 Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε.....σελ.3	
1.4 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ.....σελ.3	
1.4.1 Γενικά.....σελ.3	
1.4.2 Αντικείμενο και σημασία χρήσης της θερμομόνωσης.....σελ.4	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....σελ.11	
2.1 ΓΕΝΙΚΑ.....σελ.11	
2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ.....σελ.11	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΤΕΛΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....σελ.20	
3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....σελ.20	
3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΠΑΝΕΛ.....σελ.20	
3.3 ΠΡΟΦΙΑ ΘΕΡΜΟΠΑΝΕΛ.....σελ.21	
3.4 ΜΟΝΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.....σελ.21	
3.5 ΑΝΟΧΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΠΑΝΕΛ.....σελ.22	
3.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΘΕΡΜΟΠΑΝΕΛ.....σελ.22	
3.7 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U-VALUE).....σελ.22	
3.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ.....σελ.23	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....σελ.32	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ.....σελ.37	
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ.38	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το θέμα της πτυχιακής εργασίας μου αναφέρεται στη μελέτη της θερμικής απόδοσης και στις δυνατότητες βελτίωσής της, ενισχύοντας την μόνωση με χρήση θερμοπάνελ στους εξωτερικούς τοίχους και ενδεχόμενη αλλαγή των υαλοπινάκων και των πλαισίων στα ανοίγματα (παράθυρα).

1.2 ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός εκπόνησης της εργασίας αυτής είναι η μελέτη και η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου μόνωσης στις αίθουσες Ζ του ισογείου, του πρώτου και του δεύτερου ορόφου του κεντρικού κτιρίου του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας στην Πάτρα. Θέλουμε να δείξουμε ότι ο λόγος επιλογής αυτής της μεθόδου μόνωσης είναι πως αποτελεί την πλέον συμφέρουσα και λειτουργική λύση τόσο οικονομικά όσο και τεχνικά για την ενίσχυση του κτιρίου που μελετούμε.

1.3 Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (ΠΑΤΡΑ)

1.3.1 Ιστορία

Το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πατρών ιδρύθηκε το 1970 σαν Κέντρο Ανώτερης Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (Κ.Α.Τ.Ε.). Το 1983 με την εφαρμογή του νόμου 1404/83 ιδρύθηκε το Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα σαν ανεξάρτητο και αυτοδιοικούμενο Ν.Π.Δ.Δ. που ανήκει μαζί με τα Πανεπιστήμια στην Ελληνική Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. Το Τ.Ε.Ι. είναι προσανατολισμένο στην εφαρμοσμένη Έρευνα και Τεχνολογία ενώ τα Πανεπιστήμια κυρίως στην θεωρητική και βασική έρευνα. Σύμφωνα με το άρθρο1 του Ν.1404/83 οι σκοποί του Τ.Ε.Ι. είναι:

1. Να παρέχει θεωρητική και πρακτική εκπαίδευση, επαρκή για την εφαρμογή, επιστημονικών, τεχνολογικών, καλλιτεχνικών ή άλλων γνώσεων και δεξιότητα στο επάγγελμα.
2. Να συμβάλλει στην δημιουργία υπεύθυνων πολιτών, ικανών να συνεισφέρουν ως στελέχη εφαρμογής στα πλαίσια του δημοκρατικού προγραμματισμού, στην οικονομική, κοινωνική και πολιτική ανάπτυξη της χώρας.
3. Να υλοποιήσει το δικαίωμα της δωρεάν παιδείας κάθε Έλληνα πολίτη, ανάλογα με τις κλίσεις του και με όσα προβλέπουν οι σχετικοί νόμοι.
4. Να συμβάλλει στον επαγγελματικό προσανατολισμό τόσο των σπουδαστών του όσο και των νέων γενικότερα.
5. Να διατηρήσει αμφίδρομη σχέση με τις αντίστοιχες παραγωγικές μονάδες και οργανωμένους κλάδους της οικονομίας της περιφέρειάς του.
6. Να συνεργάζονται μεταξύ του ή με άλλα εκπαιδευτικά ή τεχνολογικά ιδρύματα ή φορείς ή υπηρεσίες του εσωτερικού ή του εξωτερικού για την επίτευξη της αποστολής τους.

7. Να υπηρετεί την ανάγκη για συνεχιζόμενη εκπαίδευση των αποφοίτων του και για διαρκή επιμόρφωση του ελληνικού λαού.
8. Να ενημερώνει την κοινή γνώμη για την πορεία πραγματοποίησης των στόχων του.
9. Να συντονίζει τις επιδιώξεις του με εκείνες των Α.Ε.Ι. όπως προβλέπονται με το Ν.1288/82 στην κοινή προσπάθεια για μια αυτοδύναμη οικονομική ανάπτυξη του τόπου.
10. Να παίρνει μέρος σε ερευνητικά προγράμματα πάνω σε θέματα εφαρμογής της τεχνολογίας.

Τα Ιδρύματα του τεχνολογικού τομέα δίνουν έμφαση στην εκπαίδευση στελεχών εφαρμογών υψηλής ποιοτικής στάθμης τα οποία με τη θεωρητική και εφαρμοσμένη επιστημονική κατάρτιση τους:

- Αποτελούν συνδυασμό κρίκο μεταξύ γνώσης και εφαρμογής αναπτύσσοντας την εφαρμοσμένη διάσταση των επιστημών και των τεχνών στα αντίστοιχα επαγγελματικά πεδία.
- Αποτελούν, χρησιμοποιούν και προάγουν σύγχρονη τεχνολογία, καθώς επίσης και μεθόδους, πρακτικές και τεχνικές στο χώρο των εφαρμογών.

Στο πλαίσιο αυτό, τα Ιδρύματα του τεχνολογικού τομέα συνδυάζουν την ανάπτυξη του κατάλληλου θεωρητικού υποβάθρου σπουδών με υψηλού επιπέδου εργαστηριακή και πρακτική άσκηση, ενώ παράλληλα διεξάγουν κυρίως τεχνολογική έρευνα, όπως εκάστοτε ορίζεται αυτή και αναπτύσσουν τεχνογνωσία και καινοτομίες στα αντίστοιχα επαγγελματικά πεδία.

1.3.2 Υποδομή

Το Τ.Ε.Ι. Πατρών βρίσκεται σε μια ήσυχη και ευχάριστη τοποθεσία 100 στρεμμάτων, μόνο 4 χ.λ.μ. από το κέντρο της πόλης. Οι φοίνικες και οι κέδροι Λιβάνου, με ηλικία άνω των 100 χρόνων, δίνουν μια ιδιαίτερη ομορφιά. Τα κτίρια καταλαμβάνουν χώρο 54.000 τ.μ. και βρίσκονται σε αρμονία με τον φυσικό περιβάλλοντα χώρο. Το ίδρυμα αποτελείται από:

- Το κυρίως κτίριο όπου στεγάζονται η κεντρική διοίκηση, οι διοικητικές υπηρεσίες, εργαστήρια και αίθουσες διδασκαλίας καθώς και οι γραμματείες των τριών Σχολών Σ.Τ.Ε, Σ.Ε.Υ.Π, Σ.Δ.Ο. Επίσης δύο αμφιθέατρα, το μεγάλο και το μικρό, όπως επίσης και το εστιατόριο και τα δύο κυλικεία.
- Το κτίριο Καραμανλή όπου στεγάζονται αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια και γραφεία εκπαιδευτικών της Σχολής Σ.Δ.Ο καθώς και το Κέντρο Ξένων Γλωσσών και Φυσικής Αγωγής.
- Το κτίριο της Νέας Σ.Δ.Ο όπου εκεί υπάρχουν αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια και γραφεία εκπαιδευτικών της Σχολής Σ.Δ.Ο.
- Το κτίριο του Υπολογιστικού Κέντρου της σχολής Σ.Τ.Ε και του ΚΕ.Δ.Δ.
- Το κτίριο του Επιχειρηματικού Σχεδιασμού.
- Το κτίριο όπου στεγάζονται αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια και γραφεία εκπαιδευτικών των Σχολών Σ.Τ.Ε, Σ.Ε.Υ.Π και η Βιβλιοθήκη του Τ.Ε.Ι. Πάτρας.

- Το κτίριο της Ηλιακής Ενέργειας.
- Το κτίριο του Αθλητικού Κέντρου.
- Το κτίριο της Σπουδαστικής Εστίας.
- Ένα διώροφο παραδοσιακό κτίριο όπου στεγάζεται η Οικονομική Υπηρεσία του Ιδρύματος.
- Η έπαυλη «Κόλλα», όπου στεγάζεται ο Ειδικός Λογαριασμός.
- Το Συνεδριακό Κέντρο.
- Ο Ιερός Ναός Τριών Ιεραρχών.

Εκτός του χώρου του Τ.Ε.Ι. υπάρχουν:

- Το κτίριο Ιωάννης Μακρυγένης (πρώην Μιμόζα) όπου στεγάζονται αίθουσες διδασκαλίας του Τμήματος Ανακαίνισης και Αποκατάστασης Κτιρίων και του Τμήματος Λογοθεραπείας και το ΚΤΕ.
- Η Σπουδαστική Εστία " Κούκος ".
- Το κτίριο του Γραφείου Διασύνδεσης.
- Το κτίριο της Τεχνικής Υπηρεσίας.

1.3.3 Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε.

Το τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. είναι ένα από τα τμήματα που περιλαμβάνει η Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών (Σ.Τ.Ε.) του Τ.Ε.Ι. και έχει έδρα στην Πάτρα.

Είναι οργανωμένο ώστε να πληρεί τους παρακάτω σκοπούς και αντικειμενικές επιδιώξεις του Τ.Ε.Ι.:

- Να εκπαιδεύσει επαρκώς τους σπουδαστές σε τεχνολογικά θέματα και να τους φέρει σε ένα επίπεδο να καταλαβαίνουν, να αφομοιώνουν και να προωθούν την τεχνολογία και την τεχνογνωσία.
- Να παρέχει επιστημονικές και τεχνολογικές συμβουλές στη βιομηχανία και να καινοτομεί διαμέσου των δεσμών του με τις παραγωγικές μονάδες, παρουσιάζοντας νέες μεθόδους, διαδικασίες, τρόπους παρασκευής, ελέγχου, δοκιμές κ.λ.π.
- Να δώσει στους πτυχιούχους των Α.Τ.Ε.Ι. (ή Α.Ε.Ι.) ειδικεύσεις σε σύγχρονες τεχνολογικές επιτεύξεις με σεμινάρια και προγράμματα διάρκειας μέχρι ενός έτους.
- Να αναλαμβάνουν προγράμματα εφαρμοσμένης τεχνολογικής έρευνας.

1.4 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

1.4.1 Γενικά

Μία από τις βασικότερες παραμέτρους του σύγχρονου αρχιτεκτονικού σχεδιασμού είναι και η θερμομόνωση.

Με την πρόβλεψη για θερμομόνωση στις κτιριακές κατασκευές λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ώστε να παρεμποδίζεται η διαφυγή της θερμικής ενέργειας από ένα χώρο προς την ατμόσφαιρα ή προς ένα άλλο - ψυχρότερο γειτονικό χώρο ή αντίστροφα - και συγχρόνως δημιουργείται αίσθημα θερμικής άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Σε παλαιότερες εποχές, η ανάγκη για μια τέτοια πρόβλεψη δεν ήταν επιβεβλημένη, αφού οι βαριές κατασκευές του περιβλήματος (τοίχοι, στέγη), η διάταξη των χώρων καθώς και η σύνθεση των χαμηλών όγκων των παραδοσιακών κτισμάτων ήταν καθοριστικοί παράγοντες ρύθμισης της θερμομονωτικής ικανότητας, αλλά και της ροής θερμότητας.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και τη διαφοροποίηση των σύγχρονων αναγκών, η προστασία από τις θερμικές μεταβολές μεταβιβάστηκε στα διάφορα τεχνητά συστήματα ελέγχου του μικροκλίματος, όπως η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός. Η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων αυτών δεν αποτελούσε πρόβλημα, μέχρι τη στιγμή που τα διαθέσιμα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων - ουσιαστικά του πετρελαίου - μειώθηκαν και έπαψαν να είναι φτηνά. Επακόλουθο αυτού ήταν μια παγκόσμια προσπάθεια διαφύλαξης και ορθολογικής εκμετάλλευσης των αποθεμάτων ενέργειας. Έτσι άρχισε να διαφαίνεται, μεταξύ άλλων, ο πρωτεύοντας ρόλος που έχει να παίξει η θερμομόνωση στην εξοικονόμηση ενέργειας.

1.4.2 Αντικείμενο και σημασία χρήσης της θερμομόνωσης

Η θερμομόνωση σε ένα κτίριο, ουσιαστικά, παρέχει σε αυτό ένα «προστατευτικό περίβλημα» το οποίο μειώνει τη μετάδοση θερμότητας από και προς το εσωτερικό του. Το χειμώνα μειώνει το ρυθμό με τον οποίο η θερμότητα χάνεται από το κτίριο και το καλοκαίρι μειώνεται ο ρυθμός με τον οποίο η θερμότητα εισάγεται σε αυτό.

Η μείωση των θερμικών διαφυγών από και προς τους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου έχει ως συνέπεια τη μείωση της κατανάλωσης της ενέργειας με την οποία τροφοδοτούνται τα διάφορα τεχνητά συστήματα θέρμανσης-ψύξης. Η μείωση αυτή μπορεί να είναι σημαντική, αρκεί η θερμομόνωση να εφαρμόζεται ορθολογικά και σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχετικού διατάγματος που καθορίζει τους μέγιστους συντελεστές θερμοπερατότητας των επιμέρους δομικών στοιχείων του κελύφους.

Στις περισσότερες χώρες με ψυχρότερα κλίματα ισχύουν εδώ και πολλά χρόνια κανονισμοί και τεχνικές προδιαγραφές, που καθορίζουν τις απαιτήσεις, τις ιδιότητες και τον τρόπο σύνθεσης των υλικών. Οι κανονισμοί αυτοί μαζί με τις τεχνικές προδιαγραφές εξασφαλίζουν μία τεχνοοικονομικά σωστή θερμομόνωση. Τέτοια θεωρείται αυτή που για να γίνει δεν απαιτείται υπερβολικά μεγάλο αρχικό κόστος εγκατάστασης και που, ωστόσο, εξασφαλίζει μακροχρόνια οικονομία στη χρήση του κτιρίου και περιορισμό στην εφαρμογή ενεργοβόρων τεχνητών συστημάτων ελέγχου του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Κάτω από συνθήκες οικονομικά προσιτές μια καλή θερμική μόνωση πρέπει να εξασφαλίζει:

- Την υγιεινή, άνετη κι ευχάριστη διαβίωση, χωρίς να διαταράσσεται το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος και να προκαλούνται σοβαρές θερμικές αλληλοεπιδράσεις κρύου ή ζέστης ανάμεσα σε αυτό και στο χώρο που το περιβάλλει. Το θερμικό ισοζύγιο είναι αυτό που κυρίως καθορίζει το αίσθημα άνεσης του ανθρώπινου οργανισμού.
- Την οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας με τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από το κέλυφος του κτιρίου.

- Τον περιορισμό του αρχικού κόστους κατασκευής της εγκατάστασης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης ή κλιματισμού.
- Την ταυτόχρονη προστασία από τους θορύβους, αφού τα περισσότερα από τα θερμομονωτικά υλικά είναι και ηχομονωτικά.
- Τη βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος γενικότερα, αφού μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας ελαττώνεται αντίστοιχα και η ποσότητα των εκλυόμενων καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα.



ΕΙΚΟΝΑ 1.1: ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΝΟΤΙΑΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 1.2: ΑΛΛΗ ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΝΟΤΙΑΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 1.3: ΜΕΡΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΝΟΤΙΑΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 1.4: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΝΟΤΙΑΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 1.5: ΝΕΑ ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΝΟΤΙΑΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 1.6: ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρατίθεται η αρχική θερμική μελέτη κι ο υπολογισμός των απωλειών των αιθουσών Ζ χωρίς την εφαρμογή θερμομόνωσης, όπου παρουσιάζονται αριθμητικά οι υπάρχουσες συνθήκες που επικρατούν, καθώς και οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς.

2.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Για να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας χρησιμοποιήθηκαν οι εξής τύποι με τα εξής δεδομένα βάση σχεδίων και πινάκων:

Δεδομένα

Ζώνη Β

Πάτρα (άρα $t_{εξ} = -1$ °C)

Αίθουσες διδασκαλίας (άρα $t_{εσ} = 20$ °C)

Εμφανές μπετό

Σοβατεπί (πάχος = 7 cm)

Οπλισμένο σκυρόδεμα με:

συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 1.731$ kcal/h·m·grd

συντελεστή μεταβιβάσεως θερμότητας τοίχου-αέρα και αντίστροφα

$\alpha = 2243$ kcal/h·m²·grd

ειδική θερμότητα = 0.84 kJ/kg·K

Τούβλο όψεως (πάχος = 6 cm) με:

συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0.727$ kcal/h·m·grd

συντελεστή μεταβιβάσεως θερμότητας τοίχου-αέρα και αντίστροφα

$\alpha = 1922$ kcal/h·m²·grd

ειδική θερμότητα = 0.84 kJ/kg·K

Παράθυρα εξωτερικά μεταλλικά απλά με:

συντελεστή θερμοπερατότητας $K = 6.0$ kcal/h·m²·grd

Στέγη με κεραμίδια με:

συντελεστή θερμοπερατότητας $K = 1.6$ kcal/h·m²·grd

Συντελεστής μεταβιβάσεως θερμότητας τοίχου-αέρα και αντίστροφα

$\alpha_{εσ} = \alpha_i = 7$ kcal/h·m²·grd και $\alpha_{εξ} = \alpha_a = 20$ kcal/h·m²·grd

Τύποι

$Q_{\sigma} = Q_o + Q_A$ kcal/h (σύνολο θερμικών απωλειών)

$Q_o = Q \cdot (1 + \Sigma J)$ kcal/h (συνολική απώλεια χώρου λόγω αγωγιμότητας)

$Q = k \cdot f \cdot \Delta t$ kcal/h (θερμικές απώλειες επιφάνειας λόγω αγωγιμότητας)

$\Delta t = t_{εσ} - t_{εξ}$

Μετά από μετρήσεις στα σχέδια προέκυψαν οι παρακάτω διαστάσεις του τοίχου:

Ως προς το νότο και το βορρά: Μήκος = 11.6 m, Πλάτος ή Ύψος = 3.5 m

Ως προς τη δύση: Μήκος = 10.5 m, Πλάτος ή Ύψος = 3.5 m

Για δική μας διευκόλυνση χωρίσαμε τα παράθυρα σε 4 κατηγορίες ανάλογα με τις διαστάσεις τους. Συνεπώς έχουμε:

α).Μεγάλα παράθυρα (Μ) με μήκος = 0.8 m και πλάτος ή ύψος= 2.01 m (το καθένα)

β).Μεσαία παράθυρα (Μσ) με μήκος = 0.8 m και πλάτος ή ύψος= 1.95 m (το καθένα)

γ).μικρά παράθυρα (μ) με μήκος = 0.8 m και πλάτος ή ύψος= 0.1 m (το καθένα)

δ).Μεγάλα δύσης (Μδ) με μήκος = 0.8 m και πλάτος ή ύψος= 2.04 m (το καθένα)

Συνολικά, ανά όροφο και προσανατολισμό έχουμε:

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	ΟΡΟΦΟΣ		
		ΙΣΟΓΕΙΟ	ΠΡΩΤΟΣ	ΔΕΥΤΕΡΟΣ
ΝΟΤΟΣ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ	16(μ)	19(Μ) κ' 3(μ)	19(Μ) κ' 3(μ)
ΔΥΣΗ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ	-	1(Μδ)	1(Μδ)
ΒΟΡΡΑΣ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ	21(Μσ) κ' 2(μ)	19(Μ) κ' 3(μ)	19(Μ)

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Υπολογισμός θερμικών απωλειών λόγω ανανέωσης του αέρα (αερισμός)

Οι απώλειες λόγω αερισμού υπολογίστηκαν από τον τύπο:

$$Q_A = (\Sigma w \cdot l) \cdot \Delta t \cdot (\Sigma \Delta) \cdot (\Sigma A) \cdot (\Sigma \Gamma) \text{ (kcal/h), όπου:}$$

w = παροχή του αέρα ανά μονάδα μήκους χαραμάδας (m^3/mh)

l = μήκος χαραμάδας (m)

$\Delta t = t_{εσ} - t_{εξ}$ ($^{\circ}C$)

$\Sigma \Delta$ = συντελεστής διεισδυτικότητας αέρα (διαπερατότητας)

ΣA = συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης

$\Sigma \Gamma$ = γωνιακός συντελεστής

Μετά από απλή αντικατάσταση στον παραπάνω τύπο των παραμέτρων βάσει δεδομένων από σχέδια και πίνακες, προέκυψαν τα εξής συνολικά αποτελέσματα ανά όροφο:

ΙΣΟΓΕΙΟ

$Q_A = 212$ (kcal/h), οπότε: $Q_\sigma = 11841$ (kcal/h)

ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ

$Q_A = 245$ (kcal/h), οπότε: $Q_\sigma = 10881$ (kcal/h)

ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΟΡΟΦΟΣ

$Q_A = 228$ (kcal/h), οπότε: $Q_\sigma = 15543$ (kcal/h)



ΕΙΚΟΝΑ 2.1: ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 2.2: ΜΕΡΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



**ΕΙΚΟΝΑ 2.3: ΑΛΛΟ ΜΕΡΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΛΕΥΡΑΣ
ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ**



ΕΙΚΟΝΑ 2.4: ΑΛΛΗ ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 2.5: ΝΕΑ ΑΠΟΨΗ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 2.6: ΝΕΟ ΜΕΡΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΒΟΡΕΙΑΣ ΠΛΕΥΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Υπολογισμός επιφανειών					Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις			Απώλειες θερμότητας χώρου
			Μήκος	Ύψος ή Πλάτος	Επιφάνεια	Αριθμός όμοιων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής Κ	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμός (ZH)	Διακοπών (ZD)	Συντελεστής προσαύξησης	
		cm	m	m	m ²		m ²	m ²	kcal/m ² h°C	°C	kcal/h	%	%	1+ %	kcal/h
ΙΣΟΓΕΙΟ															
Τοιχ. εξ.	N	13	11.6	3.5	40.6	1		39.32	1.6	21	1320	-5	15	1.10	1452
Τοιχ. εξ.	Δ	13	10.5	3.5	36.7	1		36.70	1.6	21	1233	0	15	1.15	1418
Τοιχ. εξ.	B	13	11.6	3.5	40.6	1		7.26	1.6	21	245	5	15	1.20	294
Παρ. εξ.	N	0	0.8	0.1	0.08	16	1.28	1.28	6	21	164	-5	15	1.10	180
Παρ. εξ.	B	0	0.8 κ' 0.8	1.95 κ' 0.1	1.58 κ' 0.08	21 κ' 2	33.18 κ' 0.16 (συν. 33.34)	33.18 κ' 0.16	6 κ' 6	21	4183 κ' 25	5	15	1.20	5020 κ' 30
Δάπεδο	0	0	11.6	10.5	121.8	1		121.8	2.2	10.5	2813	0	15	1.15	3235
Qo											9983				11629
Qσ															11841
ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ															
Τοιχ. εξ.	N	13	11.6	3	34.8	1		3.96	1.6	21	133	-5	15	1.10	146
Τοιχ. εξ.	Δ	13	10.5	3	31.5	1		29.9	1.6	21	1005	0	15	1.15	1156
Τοιχ. εξ.	B	13	11.6	3	34.8	1		3.96	1.6	21	133	5	15	1.20	160
Παρ. εξ.	N	0	0.8 κ' 0.8	2.01 κ' 0.1	1.61 κ' 0.08	19 κ' 3	30.60 κ' 0.24 (συν. 30.84)	30.60 κ' 0.24	6 κ' 6	21	3856 κ' 30	-5	15	1.10	4242 κ' 33
Παρ. εξ.	Δ	0	0.8	2.04	1.63	1	1.63	1.63	6	21	205	0	15	1.15	236
Παρ. εξ.	B	0	0.8 κ' 0.8	2.01 κ' 0.1	1.61 κ' 0.08	19 κ' 3	30.60 κ' 0.24 (συν. 30.84)	30.60 κ' 0.24	6 κ' 6	21	3856 κ' 30	5	15	1.20	4627 κ' 36
Qo											9248				10636
Qσ															10881
ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΟΡΟΦΟΣ															
Τοιχ. εξ.	N	13	11.6	3	34.8	1		3.96	1.6	21	133	-5	15	1.10	146
Τοιχ. εξ.	Δ	13	10.5	3	31.5	1		29.9	1.6	21	1005	0	15	1.15	1156

Τοιχ. εξ.	B	13	11.6	3	34.8	1		4.2	1.6	21	141	5	15	1.20	169
Παρ. εξ.	N	0	0.8 κ' 0.8	2.01 κ' 0.1	1.61 κ' 0.08	19 κ' 3	30.60 κ' 0.24 (συν. 30.84)	30.60 κ' 0.24	6 κ' 6	21	3856 κ' 30	-5	15	1.10	4242 κ' 33
Παρ. εξ.	Δ	0	0.8	2.04	1.63	1	1.63	1.63	6	21	205	0	15	1.15	236
Παρ. εξ.	B	0	0.8	2.01	1.61	19	30.60	30.60	6	21	3856	5	15	1.20	4627
Οροφή	0	0	11.6	10.5	121.8	1		121.8	1.6	21	4092	0	15	1.15	4706
Qo											13318				15315
Qσ															15543

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΑΡΧΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΤΕΛΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρατίθεται η τελική θερμική μελέτη που προέκυψε από την επιλογή των κατάλληλων θερμοπάνελ και την εφαρμογή τους στην αρχική μελέτη.

Τα θερμομονωτικά πάνελ πολουρεθάνης παράγονται με υπολογιστική ακρίβεια και χαρακτηρίζονται χωριστά για ευκολία στην παραγγελία, στη μεταφορά, στην παράδοση και την τοποθέτηση.

Τα σύνθετα θερμομονωτικά πάνελ πολουρεθάνης είναι διαθέσιμα για ένα μεγάλο φάσμα εφαρμογών. Όλα είναι δυνατά, από την επικάλυψη ή την ολοκληρωτική κατασκευή προσόψεων, μέχρι εφαρμογές στην ψύξη και τον τομέα του κλιματισμού. Σε στέγες, σε προσόψεις ή ως διαχωριστικά ή ακόμα και διακοσμητικά στοιχεία εσωτερικών χώρων, τα σύνθετα πάνελ πολουρεθάνης προσφέρουν πολλές και διαφορετικές ελκυστικές λύσεις όπως:

- Αρχιτεκτονικές επενδύσεις
- Εσωτερική διακόσμηση
- Επικάλυψη εσωτερικών τοίχων
- Επικάλυψη οροφών βιομηχανικών, κτηνοτροφικών, οικιστικών κτιρίων
- Επιγραφές
- Ανακαινίσεις κτιρίων
- Εκθεσιακά περίπτερα
- Εσωτερικά χωρίσματα
- Ψευδοροφές
- Ανέγερση προκατασκευασμένων κατοικιών
- Κατασκευή ψυκτικών θαλάμων

3.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΘΕΡΜΟΠΑΝΕΛ

Η χρήση των θερμομονωτικών πάνελ πολουρεθάνης στη μόνωση παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα όπως:

- Μεγάλο εύρος εφαρμογών
- Πρωτοποριακό σχεδιασμό και μεγάλη επιλογή χρωμάτων
- Μεγάλη διάρκεια ζωής
- Ευελιξία
- Εξοικονόμηση χρόνου
- Μεγάλη μηχανική αντοχή
- Προστασία από τις καιρικές συνθήκες και τη διάβρωση
- Πυροπροστασία
- Μερική ηχομόνωση
- Οικονομία
- Εξοικονόμηση ενέργειας, συγκριτικά με την παραγωγή ενέργειας

3.3 ΠΡΟΦΙΛ ΘΕΡΜΟΠΑΝΕΛ

Τα θερμομονωτικά πάνελ χρησιμοποιούνται στην κατασκευή στεγών, εξωτερικών κι εσωτερικών τοιχωμάτων, ψευδοροφών προκατασκευασμένων οικιών, ψυκτικών θαλάμων και σε άλλες κατασκευές. Για τις απαιτήσεις των πιο πάνω εφαρμογών, παράγονται πάνελ σε διαφορετικά προφίλ και μορφές από τις εταιρείες κατασκευής όπως:

- Τραπεζοειδή πάνελ (roof panels) με διπλή επικάλυψη με γαλβανισμένα προβαμμένα χαλύβδινα ελάσματα σε πάχη 40,50,60,80 και 100 mm.
- Επίπεδα πάνελ (wall panels) με διπλή επικάλυψη με γαλβανισμένα προβαμμένα χαλύβδινα ελάσματα σε πάχη 50,60,80 και 100 mm.
- Επίπεδα πάνελ (wall panels) με διπλή επικάλυψη με γαλβανισμένα προβαμμένα χαλύβδινα ελάσματα, με κρυφή στήριξη, σε πάχη 50,60 και 80 mm.
- Τραπεζοειδή πάνελ (roof panels) με επικάλυψη με γαλβανισμένα προβαμμένα χαλύβδινα ελάσματα στην άνω πλευρά και επικάλυψη φύλλου αλουμινίου (aluminium embossed) στην κάτω πλευρά σε πάχος 40 και 50 mm.
- Τραπεζοειδή πάνελ (roof panels) με επικάλυψη με γαλβανισμένα προβαμμένα χαλύβδινα ελάσματα στην άνω πλευρά και επικάλυψη bituminous fibre glass felt στην κάτω πλευρά σε πάχη 40 και 50 mm.
- Επίπεδα πάνελ (wall panels) με επικάλυψη φύλλου αλουμινίου (aluminium embossed) στην άνω πλευρά και επικάλυψη με γαλβανισμένα προβαμμένα φύλλα χάλυβα στην κάτω πλευρά σε πάχος 50 mm.
- Μονωτικές πλάκες (insulating boards) σε πάχος 30,40,50,60,80 και 100 mm.
 - i). με επικάλυψη bituminous fibre glass στην άνω πλευρά και bituminized paper στην κάτω πλευρά.
 - ii). με επικάλυψη aluminium foil στην άνω πλευρά και aluminium embossed στην κάτω πλευρά.
 - iii). με διπλή επικάλυψη bituminized paper.

3.4 ΜΟΝΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Χρησιμοποιήσαμε διογκωμένο αφρό πολυουρεθάνης χωρίς CFC, με αντίσταση στη φωτιά κατηγορίας B2, σύμφωνα με το πρότυπο DIN 4102-1 :1995-05.

Οι βασικές ιδιότητες του είναι:

- Πυκνότητα αφρού πολυουρεθάνης: $40 \text{ kg/m}^3 \pm 2 \text{ kg/m}^3$
- Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας: $\lambda = 0.021-0.022 \text{ W/mk}$
- Θλιπτική αντοχή: 140-150 Kpa
- Υδροπερατότητα: ποσοστό κλειστών κυψελών $95\% \pm 2\%$.

3.5 ΑΝΟΧΕΣ ΚΑΙ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΠΑΝΕΛ

Τα θερμομονωτικά πάνελ έχουν τις εξής γεωμετρικές ανοχές:

- Ανοχές πλάτους πάνελ: ± 2 mm
- Ανοχές μήκους πάνελ: ± 5 mm
- Ανοχές πάχους πάνελ: ± 2 mm

Έχουν, επίσης, τις εξής διαστάσεις:

- Μήκος: μέχρι και 15000 mm
- Πλάτος: 1000 mm

3.6 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΘΕΡΜΟΠΑΝΕΛ

Γενικά, τα θερμομονωτικά πάνελ πολυουρεθάνης χρησιμοποιούνται για:

- Επικαλύψεις επίπεδων ή ελαφρώς κεκλιμένων οροφών
- Πλαγιοκαλύψεις
- Επικάλυψη οροφών με χρήση μεταλλικών ή πήλινων κεραμιδιών
- Εξωτερική τοιχοποιία με χρήση insulating boards μεταξύ τούβλων
- Θερμομόνωση υφιστάμενων και νέων επίπεδων οροφών από μπετόν
- Πλαγιοκάλυψη με εξωτερική επένδυση high pressure laminate wood

3.7 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U-VALUE)

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value), μεταβάλλεται σε σχέση με το πάχος του πάνελ, όπως δείχνει κι ο παρακάτω πίνακας: [8]

Πάχος πάνελ D (mm)	U-value (W/m ² K)
40	0.525
50	0.42
60	0.35
80	0.26
100	0.21

ΠΙΝΑΚΑΣ 3

3.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Ο υπολογισμός των τελικών θερμικών απωλειών ανά όροφο έγινε εφαρμόζοντας τα θερμομονωτικά πάνελ που επιλέχθηκαν στην αρχική μελέτη με σκοπό τη βελτίωση της θερμικής απόδοσης του κτιρίου.

Επιλέχθηκαν πάνελ πάχους $D = 60 \text{ mm}$ με συντελεστή θερμοπερατότητας $U\text{-value} = 0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$ για πλαγιοκάλυψη του κτιρίου, ήτοι τοποθέτηση των θερμομονωτικών πάνελ στο νότιο, στο δυτικό και στο βόρειο τμήμα του εξωτερικού τοίχου του κτιρίου, καθώς και για εσωτερική κάλυψη της οροφής του κάθε ορόφου.

Επιπλέον, έγινε αντικατάσταση των παλιών παραθύρων (κουφώματα και τζάμια) με νέα, έτσι ώστε να επιτευχθεί ακόμα καλύτερη θερμική απόδοση με σαφώς λιγότερες θερμικές απώλειες από πριν.

Ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας (K) του τοίχου υπολογίστηκε από τη γνωστή σχέση:

$$K = 1/[(1/\alpha_{\text{εσ.}}) + (\delta 1/\lambda 1) + (\delta 2/\lambda 2) + (\delta 3/\lambda 3) + (\delta 4/\lambda 4) + (1/\alpha_{\text{εξ.}})]$$

όπου:

$$\alpha_{\text{εσ.}} = 7 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$$

$$\alpha_{\text{εξ.}} = 20 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$$

$$\text{Εσωτερικός σοβάς: } \delta 1 = 0.07 \text{ m, } \lambda 1 = 0.75 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$$

$$\text{Τούβλο όψεως: } \delta 2 = 0.06 \text{ m, } \lambda 2 = 0.727 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$$

$$\text{Θερμομονωτικό πάνελ (μονωτικό υλικό): } \delta 3 = 0.06 \text{ m, } \lambda 3 = 0.031 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$$

$$\text{Εξωτερικός σοβάς: } \delta 4 = 0.07 \text{ m, } \lambda 4 = 0.75 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$$

και βρέθηκε ότι $K = 0.42 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$.

Ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας (K) της οροφής υπολογίστηκε, επίσης, από την ίδια σχέση ως εξής:

$$K_{\text{ορ.}} = 1/[(1/\alpha_{\text{εσ.}}) + (\delta 1/\lambda 1) + (\delta 2/\lambda 2) + (\delta 3/\lambda 3) + (1/\alpha_{\text{εξ.}})]$$

όπου:

$$\alpha_{\text{εσ.}} = 7 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$$

$$\alpha_{\text{εξ.}} = 20 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$$

$$\text{Οπλισμένο σκυρόδεμα: } \delta 1 = 0.17 \text{ m, } \lambda 1 = 1.731 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$$

$$\text{Θερμομονωτικό πάνελ (μονωτικό υλικό): } \delta 2 = 0.06 \text{ m, } \lambda 2 = 0.031 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$$

$$\text{Εξωτερικός σοβάς: } \delta 3 = 0.07 \text{ m, } \lambda 3 = 0.75 \text{ kcal/m} \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$$

και βρέθηκε ότι $K_{\text{ορ.}} = 0.43 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd}$.

Επιλογή νέων παραθύρων (κουφωμάτων και τζαμιών)

Επιλέξαμε να τοποθετήσουμε μονόφυλλα ανοιγόμενα κουφώματα PVC λευκού χρώματος, τα οποία περιλαμβάνουν διπλά τζάμια και περιμετρικό μηχανισμό κλειδώματος.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας (K) των κουφωμάτων PVC έχει βρεθεί από πίνακες και είναι:

$$K_{\text{κουφ.}} = 1.30 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{grd} .$$

Όπως στην αρχική μελέτη, έτσι και τώρα για δική μας διευκόλυνση χωρίσαμε τα παράθυρα σε 4 κατηγορίες ανάλογα με τις διαστάσεις τους. Συνεπώς έχουμε:

- α).Μεγάλα παράθυρα (Μ) με μήκος = 0.8 m και πλάτος ή ύψος= 2.00 m (το καθένα)
- β).Μεσαία παράθυρα (Μσ) με μήκος = 0.8 m και πλάτος ή ύψος= 2.00 m (το καθένα)
- γ).μικρά παράθυρα (μ) με μήκος = 0.8 m και πλάτος ή ύψος= 0.1 m (το καθένα)
- δ).Μεγάλα δύσης (Μδ) με μήκος = 0.8 m και πλάτος ή ύψος= 2.00 m (το καθένα)

Συνολικά, ανά όροφο και προσανατολισμό έχουμε:

ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ	ΟΡΟΦΟΣ		
		ΙΣΟΓΕΙΟ	ΠΡΩΤΟΣ	ΔΕΥΤΕΡΟΣ
ΝΟΤΟΣ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ	16(μ)	19(Μ) κ' 3(μ)	19(Μ) κ' 3(μ)
ΔΥΣΗ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ	-	1(Μδ)	1(Μδ)
ΒΟΡΡΑΣ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ	21(Μσ) κ' 2(μ)	19(Μ) κ' 3(μ)	19(Μ)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

Υπολογισμός θερμικών απωλειών λόγω ανανέωσης του αέρα (αερισμός)

Οι απώλειες λόγω αερισμού υπολογίστηκαν από τον τύπο:

$$Q_A = (\Sigma_w \cdot l) \cdot \Delta t \cdot (\Sigma \Delta) \cdot (\Sigma A) \cdot (\Sigma \Gamma) \text{ (kcal/h)}, \text{ όπου:}$$

w = παροχή του αέρα ανά μονάδα μήκους χαραμάδας (m^3/mh)

l = μήκος χαραμάδας (m)

$\Delta t = t_{\text{εσ.}} - t_{\text{εξ.}}$ ($^{\circ}\text{C}$)

$\Sigma \Delta$ = συντελεστής διεισδυτικότητας αέρα (διαπερατότητας)

ΣA = συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης

$\Sigma \Gamma$ = γωνιακός συντελεστής

Μετά από απλή αντικατάσταση στον παραπάνω τύπο των παραμέτρων βάσει δεδομένων από σχέδια και πίνακες, προέκυψαν τα εξής συνολικά αποτελέσματα ανά όροφο:

ΙΣΟΓΕΙΟ

$$Q_A = 283 \text{ (kcal/h)}, \text{ οπότε: } Q_\sigma = 5488 \text{ (kcal/h)}$$

ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ

$$Q_A = 327 \text{ (kcal/h)}, \text{ οπότε: } Q_\sigma = 2692 \text{ (kcal/h)}$$

ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΟΡΟΦΟΣ

$$Q_A = 305 \text{ (kcal/h)}, \text{ οπότε: } Q_\sigma = 3930 \text{ (kcal/h)}$$



ΕΙΚΟΝΑ 3.1: ΑΝΟΙΓΜΑ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 3.2: ΔΑΠΕΔΟ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 3.3: ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΜΑ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ
Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 3.4: ΑΝΟΙΓΜΑ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ ΣΕ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 3.5: ΑΛΛΟ ΑΝΟΙΓΜΑ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ ΣΕ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 3.6: ΝΕΟ ΑΝΟΙΓΜΑ ΑΕΡΑΓΩΓΟΥ ΣΕ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ Ζ

Κατόπιν, ακολούθησε η εφαρμογή των νέων αριθμητικών δεδομένων που βρήκαμε παραπάνω στην αρχική θερμική μελέτη και έτσι προέκυψε ο ακόλουθος πίνακας:

Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πάχος τοίχου	Υπολογισμός επιφανειών					Υπολογισμός απωλειών				Προσαυξήσεις			Απώλειες θερμότητας χώρου
			Μήκος	Υψος ή Πλάτος	Επιφάνεια	Αριθμός όμοιων επιφανειών	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής K	Διαφορά θερμοκρασίας	Απώλειες θερμότητας χωρίς προσαυξήσεις	Προσανατολισμός (ZH)	Διακοπών (ZD)	Συντελεστής προσαύξεσης	
ΙΣΟΓΕΙΟ															
Τοιχ. εξ.	N	13	11.6	3.5	40.6	1		39.32	0.42	21	347	-5	15	1.10	382
Τοιχ. εξ.	Δ	13	10.5	3.5	36.7	1		36.70	0.42	21	324	0	15	1.15	373
Τοιχ. εξ.	B	13	11.6	3.5	40.6	1		6.84	0.42	21	60	5	15	1.20	72
Παρ. εξ.	N	0	0.8	0.1	0.08	16	1.28	1.28	1.30	21	35	-5	15	1.10	38
Παρ. εξ.	B	0	0.8 κ' 0.8	2.00 κ' 0.1	1.60 κ' 0.08	21 κ' 2	33.60 κ' 0.16 (συν. 33.76)	33.60 κ' 0.16	1.30 κ' 1.30	21	917 κ' 4	5	15	1.20	1100 κ' 5
Δάπεδο	0	0	11.6	10.5	121.8	1		121.8	2.2	10.5	2813	0	15	1.15	3235
Qo											4500				5205
Qσ															5488
ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ															
Τοιχ. εξ.	N	13	11.6	3	34.8	1		4.16	0.42	21	37	-5	15	1.10	41
Τοιχ. εξ.	Δ	13	10.5	3	31.5	1		29.9	0.42	21	264	0	15	1.15	304
Τοιχ. εξ.	B	13	11.6	3	34.8	1		4.16	0.42	21	37	5	15	1.20	44
Παρ. εξ.	N	0	0.8 κ' 0.8	2.00 κ' 0.1	1.60 κ' 0.08	19 κ' 3	30.40 κ' 0.24 (συν. 30.64)	30.40 κ' 0.24	1.30 κ' 1.30	21	830 κ' 7	-5	15	1.10	913 κ' 8
Παρ. εξ.	Δ	0	0.8	2.00	1.60	1	1.60	1.60	1.30	21	44	0	15	1.15	51
Παρ. εξ.	B	0	0.8 κ' 0.8	2.00 κ' 0.1	1.60 κ' 0.08	19 κ' 3	30.40 κ' 0.24 (συν. 30.64)	30.40 κ' 0.24	1.30 κ' 1.30	21	830 κ' 7	5	15	1.20	996 κ' 8
Qo											2056				2365
Qσ															2692
ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΟΡΟΦΟΣ															
Τοιχ. εξ.	N	13	11.6	3	34.8	1		4.16	0.42	21	37	-5	15	1.10	41
Τοιχ. εξ.	Δ	13	10.5	3	31.5	1		29.9	0.42	21	264	0	15	1.15	304

Τοιχ. εξ.	B	13	11.6	3	34.8	1		4.4	0.42	21	39	5	15	1.20	47
Παρ. εξ.	N	0	0.8 κ' 0.8	2.00 κ' 0.1	1.60 κ' 0.08	19 κ' 3	30.40 κ' 0.24 (συν. 30.64)	30.40 κ' 0.24	1.30 κ' 1.30	21	830 κ' 7	-5	15	1.10	913 κ' 8
Παρ. εξ.	Δ	0	0.8	2.00	1.60	1	1.60	1.60	1.30	21	44	0	15	1.15	51
Παρ. εξ.	B	0	0.8	2.00	1.60	19	30.40	30.40	1.30	21	830	5	15	1.20	996
Οροφή	0	0	11.6	10.5	121.8	1		121.8	0.43	21	1100	0	15	1.15	1265
Qo											3151				3625
Qσ															3930

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: ΤΕΛΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η οικονομοτεχνική ανάλυση της μελέτης και τα αποτελέσματα αυτής, έτσι ώστε να δειχθεί αν και κατά πόσο συνέφερε τόσο λειτουργικά όσο και οικονομικά η επιλογή της συγκεκριμένης μορφής θερμομόνωσης.

Το κόστος για θερμομονωτικό πάνελ πολυουρεθάνης πάχους $D = 60 \text{ mm}$, που επιλέχθηκε για τη μελέτη είναι **17.50 €/ m²**.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το κόστος υλικού ανά όροφο, καθώς και το συνολικό κόστος υλικού για την εφαρμογή της θερμομόνωσης:

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ m ²	ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΝΕΛ / m ² (€)	ΤΕΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)
ΙΣΟΓΕΙΟ				
Τοιχ.εξ.	N	39.32	17.50	688.10
Τοιχ.εξ.	Δ	36.70	17.50	642.25
Τοιχ.εξ.	B	6.84	17.50	119.70
ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ				
Τοιχ.εξ.	N	4.16	17.50	72.80
Τοιχ.εξ.	Δ	29.90	17.50	523.25
Τοιχ.εξ.	B	4.16	17.50	72.80
ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΟΡΟΦΟΣ				
Τοιχ.εξ.	N	4.16	17.50	72.80
Τοιχ.εξ.	Δ	29.90	17.50	523.25
Τοιχ.εξ.	B	4.40	17.50	77.00
Οροφή	0	121.80	17.50	2131.50
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ				4923.45
ΦΠΑ 23%				1132.39
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ+ΦΠΑ 23%				6055.84

ΠΙΝΑΚΑΣ 6

Το κόστος για μονόφυλλα ανοιγόμενα κουφώματα PVC λευκού χρώματος με διπλά τζάμια και περιμετρικό μηχανισμό κλειδώματος φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ m ²	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΜΟΙΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ	ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (€)	ΤΕΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)
ΙΣΟΓΕΙΟ					
Παρ.εξ.	N	0.08	16	65	1040
Παρ.εξ.	B	1.60 κ' 0.08	21 κ' 2	186 κ' 65	3906 κ' 130
ΠΡΩΤΟΣ ΟΡΟΦΟΣ					
Παρ.εξ.	N	1.60 κ' 0.08	19 κ' 3	186 κ' 65	3534 κ' 195
Παρ.εξ.	Δ	1.60	1	186	186
Παρ.εξ.	B	1.60 κ' 0.08	19 κ' 3	186 κ' 65	3534 κ' 195
ΔΕΥΤΕΡΟΣ ΟΡΟΦΟΣ					
Παρ.εξ.	N	1.60 κ' 0.08	19 κ' 3	186 κ' 65	3534 κ' 195
Παρ.εξ.	Δ	1.60	1	186	186
Παρ.εξ.	B	1.60	19	186	3534
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ					20169
ΦΠΑ 23%					4638.87
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ+ΦΠΑ 23%					24807.87

ΠΙΝΑΚΑΣ 7

Το κόστος τοποθέτησης των κουφωμάτων είναι:

$$\begin{aligned} \text{Σύνολο m}^2 \text{ κουφωμάτων} \times 25\text{€m}^2 &= \\ 160.56 \text{ m}^2 \times 25\text{€m}^2 &= \mathbf{4014\text{€}} \end{aligned}$$

Το κόστος τοποθέτησης των θερμομονωτικών πάνελ είναι:

$$\begin{aligned} \text{Σύνολο m}^2 \text{ θερμοπάνελ} \times 18\text{€m}^2 &= \\ 281.34 \text{ m}^2 \times 18\text{€m}^2 &= \mathbf{5064.12\text{€}} \end{aligned}$$

Βαθμοημέρες

Η μέθοδος των βαθμοημερών είναι από τις πιο διαδεδομένες και απλές μεθόδους για την εκτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης τόσο για θέρμανση που ενδιαφέρει εμάς στη συγκεκριμένη μελέτη όσο και για ψύξη των κτιρίων. Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι για τον υπολογισμό των μεγεθών

αυτών, οι περισσότερες εκ των οποίων απαιτούν τη γνώση αναλυτικών θερμοκρασιακών δεδομένων. Σύμφωνα με τη μέθοδο για τον υπολογισμό των βαθμομερών θέρμανσης, χρησιμοποιούμε ως θερμοκρασιακή βάση τους 20°C και την ακόλουθη σχέση:

$$\mathbf{CDD = (1\ day)\sum(T_m - T_b)}$$

όπου:

T_m = μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος

T_b = θερμοκρασία βάσης

Η θερμοκρασία βάσης είναι η τιμή της εξωτερικής θερμοκρασίας, η οποία για συγκεκριμένες τιμές της εσωτερικής θερμοκρασίας του κτιρίου μας δίνει ολικές θερμοκρασιακές απώλειες που είναι ίσες με τα θερμικά κέρδη (από τον ήλιο, τους ενοίκους, τα φώτα κτλ.). Το θετικό πρόσημο στην παραπάνω σχέση υποδεικνύει ότι μόνο τα θετικά αποτελέσματα έχουν υπόσταση. Στην περίπτωση που $T_m < T_b$ τότε ισχύει ότι $CDD = 0$. Για τον υπολογισμό των βαθμομερών θέρμανσης η παραπάνω σχέση παίρνει τη μορφή:

$$\mathbf{HDD = (1\ day)\sum(T_b - T_m)}$$

Και σε αυτή την περίπτωση, το θετικό πρόσημο στην εξίσωση υποδεικνύει ότι μόνο τα θετικά αποτελέσματα έχουν υπόσταση. Στην περίπτωση που $T_b < T_m$ τότε ισχύει ότι $HDD = 0$.

Όπως γίνεται αντιληπτό, η μέθοδος αυτή απαιτεί τη γνώση των μέσων ημερήσιων τιμών της θερμοκρασίας. Η «απαίτηση» αυτή της μεθόδου την καθιστά δύσκολη στην εφαρμογή της. Για την αποφυγή της δυσκολίας αυτής θεωρήσαμε ότι η μέση μηνιαία θερμοκρασία έχει προκύψει από την επεξεργασία των μέσων ημερήσιων τιμών της, οπότε οι παραπάνω δύο σχέσεις μπορούν να γραφούν και ως εξής:

$$\mathbf{HDD = N(T_b - T_{m,month})}$$

$$\mathbf{CDD = N(T_{m,month} - T_b)}$$

όπου:

N = οι μέρες του κάθε μήνα

Για να υπολογίσουμε τις βαθμομέρες θέρμανσης, χρησιμοποιήσαμε τη μέση μηνιαία θερμοκρασία της Πάτρας για τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Μάρτιο, Απρίλιο, Νοέμβριο, Δεκέμβριο για το έτος 2012 κι έπειτα, υπολογίσαμε την ποσότητα του πετρελαίου που απαιτείται για τη θέρμανση του κτιρίου αρχικά χωρίς και κατόπιν με θερμομόνωση. [6]

$$\mathbf{HDD = \sum N (T_b - T_{m,month}) = [31 (20-11.4) + 28 (20-11.9) + 31 (20-13.8) + 30 (20-16.8) + 30 (20-16) + 31 (20-12.8)] = 1125\ h}$$

Έπειτα, υπολογίσαμε την ποσότητα του πετρελαίου που απαιτείται για τη θέρμανση του κτιρίου χωρίς τη θερμομόνωση, για να υπολογίσουμε στη συνέχεια τη συνολική αξία του πετρελαίου. Αρχικά, όμως, υπολογίσαμε την ενέργεια θέρμανσης του κτιρίου από την εξής σχέση:

$$E_{\chi} = Q_{\sigma} \times HDD = 44 \text{ KW} \times 1125 \text{ h} = 49500 \text{ KWh} = 0.495 \times 10^5 \text{ KWh} = 0.495 \times 10^5 \times 3.6 \times 10^3 = \mathbf{1.8 \times 10^8 \text{ KJ}}$$

όπου:

Q_{σ} = συνολικές απώλειες κτιρίου χωρίς θερμομόνωση

Η απαιτούμενη ποσότητα του πετρελαίου για τη θέρμανση του κτιρίου χωρίς τη θερμομόνωση είναι:

$$\begin{aligned} n_{\Sigma} &= E_{\chi} / E_{\theta} \Rightarrow n_{\Sigma} = E_{\chi} / (m_{\pi} \times \Delta H_{\Pi}) \Rightarrow m_{\pi} = E_{\chi} / (n_{\Sigma} \times \Delta H_{\Pi}) = \\ &= (1.8 \times 10^8 \text{ KJ}) / (4.2 \times 10^4 \times 0.70 \text{ KJ/Kg}) = 0.612 \times 10^4 \text{ Kg} = 6.12 \times 10^3 \text{ Kg} = \\ &= \mathbf{7.61 \times 10^3 \text{ lit}} \end{aligned}$$

Ισχύει ότι:

$$1 \text{ KWh} = 1 \text{ KW} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^3 \text{ KJ}$$

$$\Delta H_{\Pi} = 42000 \text{ KJ/Kg} = 4.2 \times 10^4 \text{ KJ/Kg}$$

$$1 \text{ kcal/h} = 1.16 \text{ W}$$

$$Q_{\sigma} = \mathbf{38265 \text{ kcal/h} = 44387 \text{ W} = 44.39 \text{ KW} = 44 \text{ KW}}$$

Η συνολική αξία του πετρελαίου με τιμή **0.80€/lit** είναι:

$$\begin{aligned} \text{Συνολική αξία} &= m_{\pi} \times \text{τιμή €/lit} = 7.61 \times 10^3 \text{ lit} \times 0.80 \text{ €/lit} = \\ &= \mathbf{6088 \text{ €}} \end{aligned}$$

Έπειτα, υπολογίσαμε την ποσότητα του πετρελαίου που απαιτείται για τη θέρμανση του κτιρίου με τη θερμομόνωση, για να υπολογίσουμε στη συνέχεια τη συνολική αξία του πετρελαίου. Αρχικά, όμως, υπολογίσαμε την ενέργεια θέρμανσης του κτιρίου από την εξής σχέση:

$$E_{\chi} = Q_{\sigma} \times HDD = 14 \text{ KW} \times 1125 \text{ h} = 15750 \text{ KWh} = 0.1575 \times 10^5 \text{ KWh} = 0.1575 \times 10^5 \times 3.6 \times 10^3 = \mathbf{0.6 \times 10^8 \text{ KJ}}$$

όπου:

Q_{σ} = συνολικές απώλειες κτιρίου με θερμομόνωση

Η απαιτούμενη ποσότητα του πετρελαίου για τη θέρμανση του κτιρίου με τη θερμομόνωση είναι:

$$\begin{aligned}
 n_{\Sigma} &= E_{\chi} / E_{\theta} \Rightarrow n_{\Sigma} = E_{\chi} / (m_{\pi} \times \Delta H_{\Pi}) \Rightarrow m_{\pi} = E_{\chi} / (n_{\Sigma} \times \Delta H_{\Pi}) = \\
 &= (0.6 \times 10^8 \text{ KJ}) / (4.2 \times 10^4 \times 0.70 \text{ KJ/Kg}) = 0.204 \times 10^4 \text{ Kg} = 2.04 \times 10^3 \text{ Kg} = \\
 &= \mathbf{2.54 \times 10^3 \text{ lit}}
 \end{aligned}$$

Ισχύει ότι:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ KWh} &= 1 \text{ KW} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \times 10^3 \text{ KJ} \\
 \Delta H_{\Pi} &= 42000 \text{ KJ/Kg} = 4.2 \times 10^4 \text{ KJ/Kg} \\
 1 \text{ kcal/h} &= 1.16 \text{ W} \\
 \mathbf{Q_{\sigma} = 12110 \text{ kcal/h} = 14048 \text{ W} = 14.048 \text{ KW} = 14 \text{ KW}}
 \end{aligned}$$

Η συνολική αξία του πετρελαίου με τιμή **0.80€/lit** είναι:

$$\begin{aligned}
 \text{Συνολική αξία} &= m_{\pi} \times \text{τιμή €/lit} = 2.54 \times 10^3 \text{ lit} \times 0.80 \text{ €/lit} = \\
 &= \mathbf{2032 \text{ €}}
 \end{aligned}$$

Οπότε, έχουμε:

$$\begin{aligned}
 \text{ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ} &= 30863.71 \text{ €} \\
 \text{ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ} &= 9078.12 \text{ €}
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{\text{ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ} = 39941.83 \text{ €}}$$

Σύμφωνα με τη μελέτη μας, το συνολικό κόστος εγκατάστασης ανέρχεται στο ποσό των **39941.83 €**. Η συνολική αξία δαπάνης ανά έτος κατανάλωσης του πετρελαίου χωρίς τη θερμομόνωση ανέρχεται στο ποσό των **6088 €**, ενώ με τη θερμομόνωση ανέρχεται στο ποσό των **2032 €**.

Άρα, η απόσβεση του κόστους κατασκευής θα γίνει σε **10 έτη**.

$$\begin{aligned}
 6088 - 2032 &= 4056 \text{ €} \\
 39941.83 / 4056 &= 10 \text{ έτη}
 \end{aligned}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Μετά την ολοκλήρωση της μελέτης μας καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα θερμομονωτικά πάνελ πολυουρεθάνης είναι μια αξιόπιστη και ενδεδειγμένη λύση για τη θερμομόνωση ενός κτιρίου, καθώς συνδυάζουν την καλύτερη δυνατή θερμική απόδοση με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Η επιλογή της συγκεκριμένης μορφής θερμομόνωσης αποδείχθηκε ότι συμφέρει τόσο λειτουργικά όσο και οικονομικά μετά την οικονομοτεχνική ανάλυση που πραγματοποιήσαμε.

Επίσης, η επιλογή των κουφωμάτων αποδείχθηκε ότι βοήθησε αισθητά στη μείωση των απωλειών του κτιρίου και ήταν μια εξίσου συμφέρουσα λειτουργική και οικονομική λύση.

Όπως είδαμε, το συνολικό κόστος εγκατάστασης ανέρχεται στο ποσό των **39941.83 €** και η απόσβεση του κόστους κατασκευής θα γίνει σε **10 έτη**. Το ετήσιο κόστος πετρελαίου με τη θερμομόνωση ανέρχεται στο ποσό των **4056 €**

Πραγματοποιώντας τη συγκεκριμένη μελέτη, αποκομίσαμε σπουδαίες γνώσεις κυρίως θεωρητικές πάνω στο αντικείμενο της θερμομόνωσης, σημαντικές όμως για να αποτελέσουν τη βάση για μια πιο πρακτική ενασχόλησή μας στο μέλλον με ένα από τα σημαντικότερα κομμάτια του πάζλ της επιστήμης της Μηχανολογίας.

Εν κατακλείδι, σαφώς και προτείνουμε τη συγκεκριμένη μορφή θερμομόνωσης όχι μόνο για θέρμανση, αλλά και για ψύξη και κλιματισμό και μπορεί να γίνει πληθώρα μελετών και κατασκευών πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο, καθώς και οι επιλογές και οι λύσεις που δίνει ποικίλουν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Β. Η. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, «ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ», ΤΟΜΟΣ Α, ΣΕΛΚΑ - 4Μ ΤεΚΛΟΤΙΚΗ, Γ' ΕΚΔΟΣΗ 2002
2. Β. Η. ΣΕΛΛΟΥΝΤΟΣ, «ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ», ΤΟΜΟΣ Β, ΣΕΛΚΑ - 4Μ ΤεΚΛΟΤΙΚΗ, Γ' ΕΚΔΟΣΗ 2002
3. MANFRED HARTERICH, «ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΥΔΡΕΥΣΗΣ, ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ, ΥΓΙΕΙΝΗΣ, ΑΕΡΙΩΝ, ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ», ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ
4. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ Θ.Ψ.Κ. 1
5. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ Θ.Ψ.Κ. 2
6. ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΣ – ΚΑΖΑΖΑΚΗ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑΣ
7. <http://thermopanel.com.au/>
8. polyurethane leaflet greek.pdf
9. <http://www.conservatory.co.nz/>
10. <http://www.thepetdoorstore.com/>
11. <http://kbam.geampod.com/>
12. <http://thermosteps-mtl.com/en/>
13. <http://www.kamaridis.gr/>
14. <http://www.spiridakis-domika.gr/>
15. <http://www.elvial.gr/>
16. <http://www.praktikal.gr/>
17. <http://el.wikipedia.org/>
18. <http://www.easygreen.com.gr/>
19. <http://www.4umarket.gr/>
20. <http://koufomata-expert.blogspot.gr/>

21. <http://www.e-stiazo.gr/>