

# **Ενεργειακή Αξιολόγηση και Προτάσεις για βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων: Η περίπτωση του Γυμνασίου Κουνουπιδιανών.**

**Βρεττός Γεράσιμος**

**Επιβλέπων: Παπαευθυμίου Σπυρίδων**

**Χανιά, Σεπτέμβριος 2014**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή, κο Σπυρίδωνα Παπαευθυμίου για την ανάθεση της διπλωματικής μου εργασίας αλλά και για τη στήριξη και την υπομονή του. Ευχαριστώ, επίσης, για τη γνώση που έλαβα όλους τους καθηγητές της σχολής Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης, ιδιαίτερα αυτούς που με έκαναν να αγαπήσω τον κλάδο και την επιστήμη.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την ηθική, πνευματική αλλά και οικονομική στήριξη την οποία πολλές φορές καταχράστηκα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου με τους οποίους μοιράστηκα και συνεχίζω να μοιράζομαι τις στιγμές της ζωής, καλές και κακές!

Στην αδερφή μου, Χριστιάννα,  
μια εκκολαπτόμενη επιστήμονα!

# Περιεχόμενα

---

Εισαγωγή.

1. Ενεργειακή κατανάλωση σχολικών κτιρίων στην Ελλάδα.
  - 1.1. Ενδεικτικά στοιχεία για τα ελληνικά σχολικά κτίρια
  - 1.2. Περιγραφή του λογισμικού TEE-KENAK Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων
  - 1.3. Περιγραφή του κτιρίου του Γυμνασίου Κουνουπιδιανών
2. Εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα.
  - 2.1. Κτίριο.
  - 2.2. Ζώνη.
  - 2.3. Αδιαφανείς επιφάνειες.
  - 2.4. Σε επαφή με το έδαφος.
  - 2.5. Διαφανείς επιφάνειες.
  - 2.6. Θέρμανση.
  - 2.7. Ψύξη.
  - 2.8. Φωτισμός.
  - 2.9. Τελικά αποτελέσματα.
3. Παρεμβάσεις.
  - 3.1. Τοποθέτηση εξωτερικής μόνωσης πάχους 6cm στην Οροφή του κτιρίου.
  - 3.2. Τοποθέτηση εξωτερικής μόνωσης πάχους 6cm στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου.
  - 3.3. Αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες LED.
  - 3.4. Συνδυασμός των 2 αποδοτικότερων παρεμβάσεων, της μόνωσης της οροφής και της αντικατάστασης των λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες LED 20W.
  - 3.5. Συνδυασμός και των τριών παρεμβάσεων, μόνωση της οροφής, μόνωση των τοίχων και αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες LED20W.
4. Συμπεράσματα.

# Περίληψη

---

Στην σύγχρονη Ευρώπη, ένα από τα μεγαλύτερα ενεργειακά προβλήματα είναι αυτό της κτιριακής κατανάλωσης, η οποία αποτελεί το 40% της καναλισκόμενης ενέργειας στην Ε.Ε. των 25. Στην Ελλάδα, μία χώρα με ήπιες κλιματολογικές συνθήκες, σύμφωνα με στοιχεία της Παγκόσμιας Τράπεζας, έχει τριπλασιαστεί η κατά κεφαλήν εκπομπή CO<sub>2</sub> (Διοξειδίου του Άνθρακα) τα τελευταία 40 χρόνια, σε αντίθεση με χώρες της Βόρειας Ευρώπης στις οποίες παρατηρούμε μείωση των εκπομπών περισσότερο από 50% στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Καθίσταται φανερό πλέον, αφενός μεν ότι είναι επιτακτική η ανάγκη για άμεση μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην Ελλάδα, αφετέρου δε ότι η επίτευξη ενός τέτοιου στόχου δεν είναι ακατόρθωτη, καθότι έχει ήδη επιτευχθεί σε χώρες με πολύ μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες στις κτιριακές τους εγκαταστάσεις. Με τη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας θα πετύχουμε όχι μόνο τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> που θα έχει ως αποτέλεσμα ένα φιλικότερο στους ανθρώπους περιβάλλον αλλά και τη μείωση των εξόδων των καταναλωτών, καθώς η τιμή της ενέργειας αυξάνεται χρόνο με το χρόνο.

Στη διπλωματική αυτή μελέτη αυτή θα εξετάσουμε ένα κτίριο του τριτογενούς τομέα και συγκεκριμένα το Γυμνάσιο Κουνουπιδιανών, με σκοπό σε πρώτο στάδιο την ανάλυση και καταγραφή των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου, σε δεύτερο στάδιο την παρουσίαση προτάσεων για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και τελικά τη σύγκριση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου μετά την εφαρμογή των προτάσεων, σε σχέση με την υπάρχουσα κατάστασή του. Η μελέτη θα γίνει με τη χρήση του διαπιστευμένου εμπορικού προγράμματος ηλεκτρονικού υπολογιστή TEE-KENAK.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Ενεργειακή κατανάλωση σχολικών κτιρίων στην Ελλάδα.

---

*Στο κεφάλαιο αυτό, αρχικά θα αναλύσουμε κάποια από τα συνήθη προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα σχολικά κτίρια στην Ελλάδα. Εν συνεχεία θα παρουσιαστεί το λογισμικό που χρησιμοποιήσαμε και τέλος θα γίνει μία σύντομη περιγραφή του κτιρίου του Γυμνασίου Κουνουπιδιανών που εξετάσαμε.*

## 1.1. Ενδεικτικά στοιχεία για τα ελληνικά σχολικά κτίρια.

Ο πρώτος σχετικός με την θερμομόνωση των κτιρίων κανονισμός που εφαρμόστηκε στην Ελλάδα είναι ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.) το 1979, μέχρι τότε δεν χρησιμοποιούταν καθόλου μόνωση στο κέλυφος των κτιρίων.

Βέβαια, ακόμα και μετά το 1980, κατά την προσφιλή συνήθεια των Ελλήνων, ο κανονισμός σε πολλές περιπτώσεις αγνοήθηκε, κι έτσι ακόμα και στα κτίρια τα οποία κατασκευάστηκαν μετά το 1980 αντιμετωπίζουμε περιπτώσεις με μερική ή καθόλου μόνωση στο κέλυφος. Ας μην ξεχνάμε πως η τότε τιμή του πετρελαίου δεν δημιουργούσε την ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας.

Στην Ελλάδα αυτή τη στιγμή λειτουργούν πάνω από 15.000 σχολικά κτίρια, από τα οποία τα 38% είναι προσχολικής εκπαίδευσης, το 37% είναι δημοτικά, το 13% γυμνάσια, το 9% λύκεια, και 3% Τ.Ε.Ε.. Από τα 15.000 τα περίπου 5.000 έχουν κατασκευαστεί πριν το 1975 (δηλαδή πριν την εφαρμογή του Κ.Θ.Κ.), ενώ περίπου 12.000 κτίρια έχουν κτιστεί πριν το 1996.

Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των σχολικών κτιρίων στην Ελλάδα ανέρχεται σε 270.000MWh, με τις απαιτήσεις να είναι πολύ μεγαλύτερες. Η ετήσια καταγεγραμμένη κατανάλωση είναι περίπου 16.300τόνοι πετρελαίου και 78.000MWh ηλεκτρικής ενέργειας (στοιχεία 1995), ποσά τα οποία συντελούν στην εκπομπή περίπου 150.000 τόνων CO<sub>2</sub> και 1000 τόνων SO<sub>2</sub>. Η μέση εκτιμώμενη ενεργειακή κατανάλωση είναι 92 kWh/m<sup>2</sup>, η οποία σε αρκετές περιπτώσεις φτάνει τις 100 kWh/m<sup>2</sup> ως και 200 kWh/m<sup>2</sup>! Αν στα παραπάνω ποσά συνυπολογίσουμε την υπάρχουσα ανάγκη για αύξηση των αιθουσών διδασκαλίας από 65.000 σε 88.000, αύξηση κατά πάνω από 35% δηλαδή, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η κατανάλωση ετήσια κατανάλωση των σχολικών κτιρίων πρόκειται να αυξηθεί ραγδαία.

Συνήθη προβλήματα που αντιμετωπίζουμε στα σχολικά κτίρια είναι τα εξής:

1. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα δεν επιτυγχάνονται επιθυμητές θερμοκρασίες εντός των αιθουσών διδασκαλίας, με αποτέλεσμα οι μαθητές συχνά να κρυώνουν, ενώ αντίθετα κατά την άνοιξη και το φθινόπωρο, ιδιαίτερα στην κλιματική ζώνη Α και Β, υπάρχει υπερθέρμανση μέσα στις αίθουσες.

2. Πολλά από τα υπάρχοντα κτίρια δεν εκμεταλλεύονται την θερμική ενέργεια που προσφέρει ο ήλιος. Λόγω του ακατάλληλου προσανατολισμού του κτιρίου, καθώς και του λάθος σχεδιασμού των ανοιγμάτων ή της ανεπάρκειας των συστημάτων σκίασης έχουμε σαν αποτέλεσμα τον λανθασμένο και λανθάνων ηλιασμό του κτιρίου

το χειμώνα και την υπερθέρμανση το καλοκαίρι με αποτέλεσμα τη θερμική δυσφορία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

3. Λόγω της παλαιότητας των κουφωμάτων αντιμετωπίζουμε ανεξέλεγκτο αερισμό των κτιρίων, ο οποίος, ειδικά το χειμώνα, επιφέρει αύξηση των αναγκών για ενέργειαι λόγω των θερμικών απωλειών που προκαλούν μείωση της θερμοκρασίας μέσα στις αίθουσες.

4. Η κακή ή πολλές φορές ανύπαρκτη μόνωση του κελύφους καθώς και οι πιθανές φθορές επιφέρουν μεγάλες θερμικές απώλειες κι αυξάνουν δραματικά την κατανάλωση ενέργειας, καθιστώντας ακόμα δυσκολότερη την επίτευξη των κατάλληλων εσωτερικών συνθηκών.

5. Σε ότι αφορά στα συστήματα θέρμανσης, ο ακατάλληλος σχεδιασμός και η πολλές φορές κακή συντήρησή τους, καθιστούν την λειτουργία τους μη αποδοτική.

Γίνεται, λοιπόν, εύκολα αντιληπτό ότι μπορούμε να μειώσουμε άμεσα την καταναλισκόμενη ενέργεια στα ήδη υπάρχοντα κτίρια αλλά και να δημιουργήσουμε πολύ ευνοϊκότερες θερμικές και οπτικές συνθήκες εντός των αιθουσών διδασκαλίας με απλές παρεμβάσεις όπως:

- Εξωτερική μόνωση κελύφους και τοποθέτηση αεροστεγανών κουφωμάτων για μείωση των θερμικών απωλειών.
- Τοποθέτηση σκιάστρων στα ανοίγματα για καλύτερη διαχείριση του ηλιασμού και του φυσικού φωτισμού.
- Συντήρηση ή αναβάθμιση της κεντρικής θέρμανσης για μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας.
- Τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής για τη δημιουργία ευνοϊκότερων θερμικών συνθηκών κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.
- Αντικατάσταση των υπάρχοντων συστημάτων φωτισμού με ενεργειακά αποδοτικότερα συστήματα.

Σε ότι αφορά σε νεοανεγειρόμενα κτίρια, οφείλουν να γίνουν προβλέψεις για:

- Κατάλληλο προσανατολισμό και χωροθέτηση του κτιρίου ώστε να εξασφαλίζεται ο κατάλληλος ηλιασμός (μεγιστοποίηση των ηλιακών κερδών το χειμώνα, ελαχιστοποίησή τους το καλοκαίρι).
- Σωστό σχεδιασμό των ανοιγμάτων για περισσότερο και καταλληλότερο φυσικό φωτισμό και εξαερισμό.



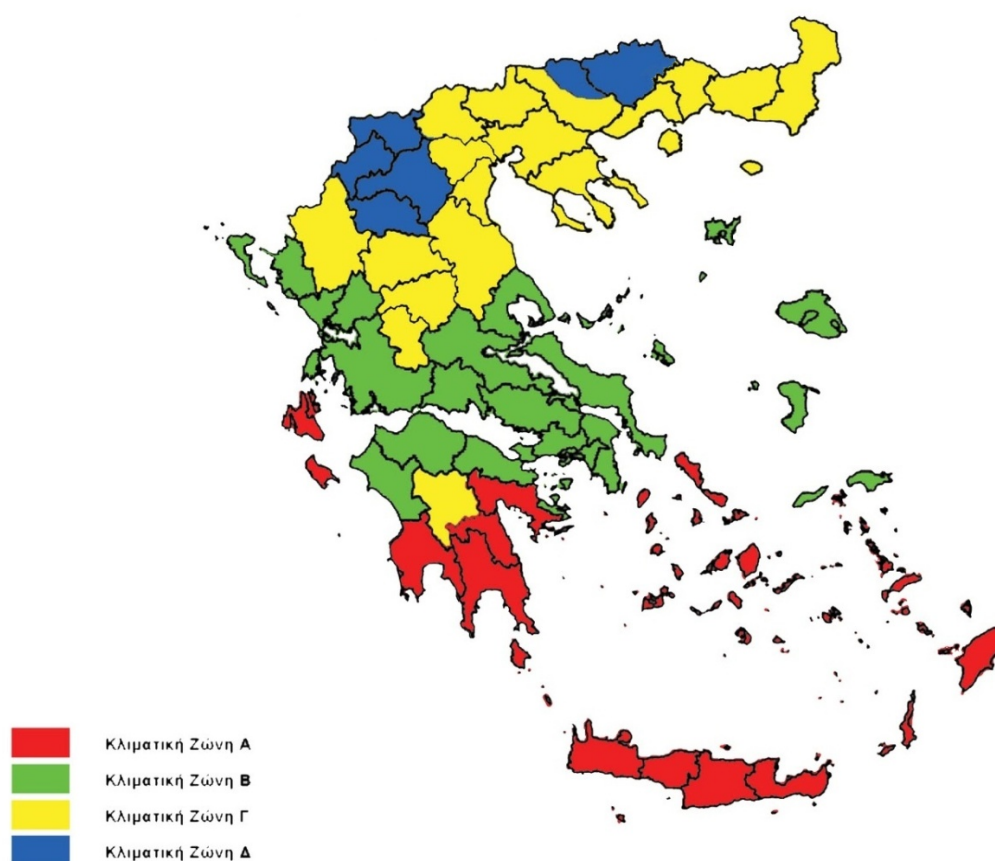
- Χρήση κατάλληλων μονώσεων και αεροστεγανών κουφωμάτων για μείωση των θερμικών απωλειών.
- Τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής για τη δημιουργία ευνοϊκότερων θερμικών συνθηκών κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.
- Τοποθέτηση στομίων εξαερισμού για ελεγχόμενο εξαερισμό τον χειμώνα.
- Ορθή επιλογή του εξοπλισμού της εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης.
- Χρήση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων φωτισμού.

Οι επεμβάσεις οι οποίες θεωρούνται πρώτης προτεραιότητας για όλα τα κτίρια υπάρχοντα και υπό ανέγερση, είναι οι επεμβάσεις ρύθμισης του φυσικού φωτισμού καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου, οι επεμβάσεις μείωσης των θερμικών απωλειών από το κέλυφος ή από τα κουφώματα καθώς και ο ελεγχόμενος εξαερισμός κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η ρύθμιση της σκίασης και του δροσισμού κατά την περίοδο του καλοκαιριού, και τέλος η αποδοτική λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης και φωτισμού.

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. η Ελλάδα χωρίζεται σε 4 κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμολημένες θέρμανσης, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, από την θερμότερη στην ψυχρότερη. Στην Ζώνη Α, η οποία χαρακτηρίζεται από ήπιο κλίμα, τα κτίρια έχουν αυξημένες ανάγκες για ψύξη, και λιγότερες για θέρμανση. Στη ζώνη Β, τα κτίρια έχουν ισορροπημένες ανάγκες για θέρμανση και ψύξη. Στη ζώνη Γ έχουν πολύ μικρές ανάγκες για ψύξη και αυξημένες ανάγκες για θέρμανση, ενώ στη ζώνη Δ οι ανάγκες για ψύξη είναι μηδενικές και οι ανάγκες για θέρμανση υψηλές. Οι περιοχές κάθε νομού οι οποίες βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων εντάσσονται στην αμέσως επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από αυτήν που ήδη βρίσκονται. Για τη ζώνη Δ, όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψόμετρου εντάσσονται στη ίδια ζώνη.

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, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

*Εικόνα 1: Νομοί της Ελλάδας ανά κλιματική ζώνη.*



*Εικόνα 2: Οι κλιματικές ζώνες της Ελλάδας στο χάρτη.*

## **1.2 Περιγραφή του λογισμικού TEE-KENAK Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων.**

Το λογισμικό TEE-KENAK για την ενεργειακή επιθεώρηση και πιστοποίηση κτιρίων αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στα πλαίσια του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ).

Το TEE-KENAK δημιουργήθηκε σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά και εθνικά πρότυπα, τον Κανονισμό Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτηρίων και τις σχετικές Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (TOTEE) οι οποίες είναι οι εξής:

1. TOTEE 20701-1/2010 (2010α): Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης
2. TOTEE 20701-2/2010 (2010β): Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων.
3. TOTEE 20701-3/2010 (2010γ): Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών
4. TOTEE 20701-4/2010 (2010δ): Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού.

Το TEE-KENAK Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων, έκδοση 1.28.1.67, χρησιμοποιείται για την εκπόνηση υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές του νόμου 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89), του Κανονισμού Ενεργειακή Απόδοσης Κτιρίων - KENAK (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010) και της σχετικής Τεχνικής Οδηγίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (20701-1/2010) «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον Υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και την Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης». Η τεχνική οδηγία αυτή κατευθύνει αναλυτικά τον επιθεωρητή για τις παραμέτρους που θα χρησιμοποιήσει κατά τους υπολογισμούς ανάλογα τα δεδομένα και τις προδιαγραφές των κτιριακών εγκαταστάσεων.

Ο πυρήνας των υπολογισμών βασίζεται στο προϋπάρχον λογισμικό EPA-NR (έκδοση 1.7.6.19), το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος

IntelligentEnergy - Europe, 17η Γ.Δ. της Ε.Ε. (EIE/04/125/S07.38651), ο οποίος έχει τροποποιηθεί κατάλληλα ώστε να είναι σύμφωνος με τις εθνικές απαιτήσεις, όπως αυτές προβλέπονται στον Κανονισμό Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτηρίων και στις σχετικές Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας. Περισσότερες πληροφορίες για το λογισμικό βάσης στο [www.epa-nr.org](http://www.epa-nr.org).

Κάποιες από τις παραμέτρους που εισάγονται στο λογισμικό κατά την ενεργειακή επιθεώρηση είναι καθαρά για στατιστικούς λόγους όπως τα τεχνικά χαρακτηριστικά για τους ανελκυστήρες, την ύδρευση, την άρδευση, την αποχέτευση του κτηρίου, κ.ά. Τα στοιχεία αυτά δεν έχει υποχρεωτικό να εισάγονται για την εκπόνηση μιας ενεργειακής επιθεώρησης. Προς το παρόν για την ενεργειακή κατάταξη ενός κτιρίου, απαιτείται ο υπολογισμός της τελικής και πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας, για την θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμός του κτηρίου ή τμήματος αυτού (π.χ. διαμέρισμα).

Με την ολοκλήρωση της εισαγωγής δεδομένων για το προς επιθεώρηση κτίριο / τμήμα κτιρίου, το λογισμικό δημιουργεί αυτόματα το κτίριο αναφοράς με το οποίο συγκρίνεται το υπάρχον κτίριο. Το κτήριο αναφοράς είναι το ίδιο με το υπό επιθεώρηση κτήριο. Συγκεκριμένα, θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το υπάρχον κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό, σύμφωνα με την TOTEE 2010α.

### **1.3. Περιγραφή του κτιρίου του Γυμνασίου Κουνουπιδιανών.**

Το κτίριο του Γυμνασίου Κουνουπιδιανών βρίσκεται επί της οδού Ευαγγελίστριας στην περιοχή των Κουνουπιδιανών, σε μία περιοχή με αραιή δόμηση. Βρίσκεται στην Κλιματική Ζώνη Α της Ελλάδας. Το κτίριο έχει ορθογώνιο σχήμα και είναι εκτεθειμένο στον εξωτερικό αέρα σε κάθε του πλευρά. Οι δύο κύριες όψεις του είναι Βόρεια και Νότια. Πρόκειται για τριόροφο κτίριο με υπόγειο, ισόγειο και όροφο, συνολικού εμβαδού περίπου 1750m<sup>2</sup>.



*Εικόνα 3: Η βόρεια όψη του σχολείου.*



*Εικόνα 4: Η δυτική όψη του σχολείου*

Στο υπόγειο βρίσκονται 2 αίθουσες διδασκαλίας και ο χώρος του λεβητοστασίου. Στο ισόγειο βρίσκονται τα γραφεία των καθηγητών, αίθουσες διδασκαλίας, ένα κυλικείο καθώς και χώροι μπάνιων. Στον όροφο βρίσκονται αίθουσες διδασκαλίας.

Το κτίριο θερμαίνεται από λέβητα πετρελαίου. Θερμαντικά σώματα βρίσκονται σε



όλες τις αίθουσες, καθώς και στους κοινόχρηστους χώρους (διαδρόμους), συνεπώς δεν υπάρχουν μη θερμαινόμενοι χώροι.

Χωρίζεται σε δύο (2) θερμικές ζώνες. Τα γραφεία και τις αίθουσες διδασκαλίας. Η πρώτη ζώνη περιλαμβάνει το χώρο των γραφείων καθώς και το χώρο του μπάνιου των καθηγητών στο ισόγειο. Η δεύτερη ζώνη περιλαμβάνει τις αίθουσες διδασκαλίας, το κυλικείο, τους κοινόχρηστους χώρους και το λεβητοστάσιο, δηλαδή το υπόγειο, το υπόλοιπο ισόγειο καθώς και τον όροφο.

Στο φάκελο της άδειας δεν μπορέσαμε να βρούμε κάποια Μελέτη Θερμομόνωσης για το κτίριο. Για το λόγο αυτό και δεδομένου ότι η ημερομηνία έκδοσης της άδειας είναι μετά την εφαρμογή του νόμου περί Θερμομόνωσης του 1979, θα θεωρηθεί ότι υπάρχει μόνωση στους εξωτερικούς τοίχους και στην οροφή, αλλά αυτή είναι ελλιπής.



*Εικόνα 5: Η κάτοψη του σχολείου από το GoogleMaps.*

## Κεφάλαιο 2

### Εισαγωγή δεδομένων στο πρόγραμμα

---

*Στο κεφάλαιο 2 γίνεται αναλυτική περιγραφή του πως προκύπτουν οι τιμές οι οποίες έχουν καταχωρηθεί στο λογισμικό.*

## 2.1. Καρτέλα 1 - Κτίριο, Γενικά

Επιλέξτε τα συστήματα που υπάρχουν στο κτίριο: ☐ Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας ☐ Φωτοβολταϊκά ☐ Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση **Ανελκυστήρες**

Περιγραφή: Υπάρχον κτίριο

Χρήση κτιρίου:

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): Συνολικός όγκος (m<sup>3</sup>):

Θερμαινόμενη επιφάνεια (m<sup>2</sup>): Θερμαινόμενος όγκος (m<sup>3</sup>):

Ψυχόμενη επιφάνεια (m<sup>2</sup>): Ψυχόμενος όγκος (m<sup>3</sup>):

Αριθμός ορόφων: 0 Ύψος τυπικού ορόφου (m): Ύψος ισογείου (m):

Έκθεση κτιρίου:

Αριθμός θερμικών ζωνών: 1

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 0 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

☐ Θερμομόνωση των κατακόρυφων δομικών στοιχείων

	Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ZNΧ	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
*										00/00/00 - 01/01/10

☐ Συνθήκες θερμικής άνεσης ☐ Συνθήκες ακουστικής άνεσης ☐ Συνθήκες οπτικής άνεσης ☐ Ποιότητα εσωτερικού αέρα

**Εικόνα 6:** Η καρτέλα «Κτίριο» του προγράμματος

**Συνολική Επιφάνεια:** Εισάγεται η Συνολική Επιφάνεια σε τετραγωνικά μέτρα (m<sup>2</sup>) του εξεταζόμενου κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του εξεταζόμενου κτιρίου.

Η συνολική επιφάνεια του Γυμνασίου Κουνουπιδιανών είναι 1746 m<sup>2</sup>.

**Θερμαινόμενη Επιφάνεια:** Εισάγεται η Επιφάνεια σε τετραγωνικά μέτρα (m<sup>2</sup>) του Θερμαινόμενου Χώρου του κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του εξεταζόμενου κτιρίου.

Η Θερμαινόμενη Επιφάνεια του εξεταζόμενου κτιρίου είναι 1746 m<sup>2</sup>.

**Ψυχόμενη Επιφάνεια:** Εισάγεται η Επιφάνεια σε τετραγωνικά μέτρα (m<sup>2</sup>) του Ψυχόμενου Χώρου του κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του εξεταζόμενου κτιρίου.

Η Ψυχόμενη Επιφάνεια του εξεταζόμενου κτιρίου είναι 0 m<sup>2</sup>.

**Αριθμός Ορόφων:** Εισάγεται ο Αριθμός Ορόφων του εξεταζόμενου κτιρίου.

Ο Αριθμός Ορόφων του εξεταζόμενου κτιρίου είναι 3.

**Συνολικός Όγκος:** Εισάγεται ο Συνολικός Όγκος σε κυβικά μέτρα (m<sup>3</sup>) του εξεταζόμενου κτιρίου.

Ο Συνολικός Όγκος του εξεταζόμενου κτιρίου είναι 6111 m<sup>3</sup>.



**Θερμαινόμενος Όγκος:** Εισάγεται ο Συνολικός Όγκος σε κυβικά μέτρα ( $m^3$ ) του Θερμαινόμενου Χώρου του κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του εξεταζόμενου κτιρίου.

Ο Θερμαινόμενος Όγκος του εξεταζόμενου κτιρίου είναι  $6111 m^3$ .

**Ψυχόμενος Χώρος:** Εισάγεται ο Συνολικός Όγκος σε κυβικά μέτρα ( $m^3$ ) του Ψυχόμενου Χώρου του εξεταζόμενου κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του κτιρίου.

Ο Ψυχόμενος Χώρος του εξεταζόμενου κτιρίου είναι  $6111 m^3$ .

**Ύψος Τυπικού Ορόφου:** Εισάγεται το ύψος των Ορόφων σε μέτρα (m).

Το Ύψος Τυπικού Ορόφου του εξεταζόμενου κτιρίου είναι 3.5 m.

**Ύψος Ισογείου:** Εισάγεται το ύψος του Ισογείου σε μέτρα (m).

Το Ύψος Ισογείου του εξεταζόμενου κτιρίου είναι 3,5 m.

**Έκθεση Κτιρίου:** Εισάγεται η πυκνότητα δόμησης στην περιοχή του εξεταζόμενου κτιρίου σαν μία από τις τρεις (3) προκαθορισμένες επιλογές: Εκτιθέμενο, Ενδιάμεσο ή Προστατευόμενο κτίριο.

Η Έκθεση Κτιρίου του εξεταζόμενου κτιρίου ορίζεται ως «Εκτεθειμένη».

**Αριθμός Θερμικών Ζωνών:** Εισάγεται ο Αριθμός Θερμικών Ζωνών του εξεταζόμενου κτιρίου.

Ο Αριθμός Θερμικών Ζωνών του εξεταζόμενου κτιρίου είναι 2.

**Αριθμός μη Θερμαινόμενων Χώρων:** Εισάγεται ο Αριθμός των μη Θερμαινόμενων Χώρων στο κτίριο. Οι μη Θερμαινόμενοι Χώροι θα πρέπει να καταλαμβάνουν όγκο ίσο ή μεγαλύτερο με το 10% του συνολικού όγκου του εξεταζόμενου κτιρίου, σε αντίθετη περίπτωση συνυπολογίζονται στην πλησιέστερη Θερμική Ζώνη.

Ο Αριθμός μη Θερμαινόμενων Χώρων του εξεταζόμενου κτιρίου είναι 0.

**Αριθμός Ηλιακών Χώρων:** Εισάγεται ο συνολικός αριθμός Ηλιακών Χώρων του εξεταζόμενου κτιρίου.

Ο Αριθμός Ηλιακών Χώρων του εξεταζόμενου κτιρίου είναι 0.

**Θερμομόνωση των Κατακόρυφων δομικών στοιχείων:** Επιλέγουμε σε περίπτωση ύπαρξης μερικής ή πλήρους θερμομόνωσης των κατακόρυφων δομικών στοιχείων. Το λογισμικό λαμβάνει υπόψη τις θερμογέφυρες και προσθέτει αυτόματα στο Συντελεστή

Θερμοπερατότητας U τιμή  $+0.1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

Στο εξεταζόμενο κτίριο υπάρχει μερική μόνωση, γι αυτό η Θερμομόνωση των Κατακόρυφων δομικών στοιχείων επιλέγεται.

**Πηγή ενέργειας:** Καθορίζεται η πηγή ενέργειας που καταναλώνεται. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τηλεθέρμανση από ΔΕΗ.

Στο εξεταζόμενο κτίριο εισάγονται σαν Πηγές Ενέργειας το Πετρέλαιο Θέρμανσης και η Ηλεκτρική Ενέργεια.

**Τελική χρήση:** Εισάγεται η τελική χρήση της καταναλισκόμενης ενέργειας: θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ΖΝΧ, φωτισμό, συσκευές, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

Η Τελική χρήση των πηγών ενέργειας που έχουν εισαχθεί ορίζεται ως εξής: το Πετρέλαιο Θέρμανσης θα χρησιμοποιηθεί για Θέρμανση και η Ηλεκτρική Ενέργεια για Φωτισμό και Συσκευές.

**Ετήσια Κατανάλωση:** Εισάγεται η μέση ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια σύμφωνα με τιμολόγια ή παραστατική αγοράς/χρέωσης.

Δεν γνωρίζουμε την μέση ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια.

**Μονάδες:** Εισάγονται αυτόματα οι μονάδες της ετήσιας κατανάλωσης ανάλογα με την πηγή ενέργειας που έχει καθοριστεί.

**Περίοδος:** Εισάγεται η περίοδος στην οποία πραγματοποιείται η αντίστοιχη κατανάλωση ενέργειας.

Παραμένει η προεπιλεγμένη τιμή.

**Συνθήκες θερμικής άνεσης:** Επιλέγεται σε περίπτωση που ικανοποιούνται οι εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης.

Στο εξεταζόμενο κτίριο οι συνθήκες θερμικής άνεσης ικανοποιούνται και συνεπώς ενεργοποιείται η επιλογή.

**Συνθήκες οπτικής άνεσης.** Επιλέγεται σε περίπτωση που ικανοποιούνται οι εσωτερικές συνθήκες οπτικής άνεσης.

Στο εξεταζόμενο κτίριο οι συνθήκες οπτικής άνεσης ικανοποιούνται και συνεπώς ενεργοποιείται η επιλογή.

**Συνθήκες ακουστικής άνεσης.** Επιλέγεται σε περίπτωση που ικανοποιούνται οι εσωτερικές συνθήκες ακουστικής άνεσης.

Στο εξεταζόμενο κτίριο οι συνθήκες ακουστικής άνεσης ικανοποιούνται και συνεπώς ενεργοποιείται η επιλογή.

**Ποιότητα εσωτερικού αέρα.** Επιλέγεται σε περίπτωση που ικανοποιούνται οι συνθήκες για την ποιότητα του εσωτερικού αέρα.

Στο εξεταζόμενο κτίριο οι συνθήκες για την ποιότητα του εσωτερικού αέρα ικανοποιούνται και συνεπώς ενεργοποιείται η επιλογή.

## 2.2. Καρτέλα 2<sup>η</sup> - Ζώνη

*Εικόνα 7: Η καρτέλα «Ζώνη» του προγράμματος.*

**Χρήση:** Εισάγεται η χρήση της κάθε ζώνης σαν μία από τις προκαθορισμένες επιλογές.

Στη ζώνη Α ορίζεται η χρήση ως Γραφεία, ενώ στη ζώνη Β ορίζεται η χρήση ως Πρωτοβάθμιας ή Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

**Συνολική επιφάνεια:** Εισάγεται η συνολική επιφάνεια σε τετραγωνικά μέτρα της θερμικής ζώνης, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις του κτιρίου.

Η ζώνη Α έχει επιφάνεια 126 m<sup>2</sup> ενώ η ζώνη Β 1620m<sup>2</sup>.

**Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>3</sup>·K):** Εισάγεται η Ειδική Θερμοχωρητικότητα της κατασκευής σε kJ/m<sup>3</sup>·K. Επιλέγεται μία από τις προκαθορισμένες τιμές. Λαμβάνονται τιμές από τον πίνακα 3.13, TOTEE 2010<sup>a</sup>. (§3.2.4. Η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων.)

Στις ζώνες Α και Β επιλέγεται Βαριά Κατασκευή με ανηγμένη θερμοχωρητικότητα 260 kJ/m<sup>2</sup>K.

**Μέση κατανάλωση ZNX (Ζεστού Νερού Χρήσης – m<sup>3</sup>/έτος):** Εισάγεται η Μέση Ετήσια κατανάλωση Ζεστού Νερού Χρήσης, σε κυβικά μέτρα ανά έτος, για την συγκεκριμένη ζώνη, σύμφωνα με τις τιμές που ορίζονται στην TOTEE 2010α (§2.5. Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης. Πίνακας 2.5.-Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας). Η Μέση Ετήσια κατανάλωση Ζεστού Νερού Χρήσης θα υπολογιστεί με βάση τις μέρες και ώρες λειτουργίας της συγκεκριμένης ζώνης όπως προκύπτει από τον αντίστοιχο πίνακα της TOTEE (§2.3.Ωράριο και Περίοδος Λειτουργίας του Κτιρίου ή των Ανεξάρτητων Θερμικών Ζωνών. Πίνακας 2.1.-Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτηρίων ανά χρήση).

Σύμφωνα με την TOTEE, καμία από τις ζώνες Α και Β του εξεταζόμενου κτιρίου δεν έχει ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης και συνεπώς η μέση κατανάλωση ZNX ορίζεται 0.

**Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών:** Επιλέγεται μία από τις 4 προεπιλεγμένες κατηγορίες διατάξεων Αυτόματου Ελέγχου που αφορούν στις μονάδες παραγωγής θέρμανσης/ψύξης, στις μονάδες αερισμού, στο δίκτυο διανομής και στις τερματικές μονάδες της συγκεκριμένης ζώνης, σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§5.2.Διατάξεις Αυτόματου Ελέγχου. Πίνακας 5.5.-Κατηγορίες διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών). Στην περίπτωση απουσίας τέτοιων διατάξεων η κατηγορία είναι «Δ».

Οι ζώνες Α και Β παρουσιάζουν απουσία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών, και συνεπώς επιλέγεται η κατηγορία «Δ».

**Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h).** Εισάγεται η υπολογιζόμενη συνολική διείσδυση του εξωτερικού αέρα από τις χαραμάδες κουφωμάτων σε κυβικά μέτρα ανά ώρα (m<sup>3</sup>/h) των κουφωμάτων και με τις τιμές που ορίζονται στην TOTEE 2010α (§3.4.2. Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα)), σύμφωνα τον τύπο:

$$V_{inf} = \sum (l \cdot a) R \cdot H,$$

όπου

**l** = Το συνολικό μήκος των χαραμάδων του ανοίγματος.

**a** = Συντελεστής αεροδιαπερατότητας του ανοίγματος (ανάλογα με το υλικό και την ποιότητα του ανοίγματος). Εισάγονται τιμές από την TOTEE 2010α (Πίνακας 3.23 – Συντελεστής

αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες ανοιγμάτων για τον υπολογισμό του αερισμού).  $R$  = Συντελεστής Διεισδυτικότητας που ισούται με το πηλίκο της διαίρεσης των επιφανειών των εξωτερικών προς τα εσωτερικά ανοίγματα. Εισάγονται τιμές από την TOTEE 2010α (Πίνακας 3.24 – Συντελεστής διεισδυτικότητας  $R$  για τον υπολογισμό του αερισμού από χαραμάδες των κουφωμάτων).

$H$  = Συντελεστής Θέσης του Ανοίγματος και Ανεμόπτωση. Εισάγονται τιμές από την TOTEE 2010α (Πίνακας 3.25 – Συντελεστής λόγω θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωση  $H$  για τον υπολογισμό του αερισμού από χαραμάδες των κουφωμάτων).

Παράδειγμα υπολογισμού διεϊσδυσης αέρα για ένα τυπικό συρόμενο παράθυρο όπως αυτό της εικόνας:



*Εικόνα 8: Τυπικό παράθυρο του κτιρίου.*

Τα περισσότερα παράθυρα του εξεταζόμενου κτιρίου έχουν διαστάσεις 3.2 x 1.1m κι από πάνω διαθέτουν ανοιγόμενο φεγγίτη με διαστάσεις 3.2 x 0.4m. Έτσι, για ένα παράθυρο:

Συνολικό μήκος χαραμάδων:  $3,2 + 3,2 + 1,1 + 1,1 + 1,1$ , συνεπώς  $I=9,7$  m.

Συντελεστής Αεροδιαπερατότητας: Τα παράθυρα του εξεταζόμενου κτιρίου ανήκουν στην κατηγορία μεταλλικών ή συνθετικών τύπων πλαισίου με διπλό υαλοπίνακα (όπως φαίνεται και στην εικόνα), επάλληλα συρόμενο, συνεπώς έχουν συντελεστή  $a = 1,4$ .

Συντελεστής Διεισδυτικότητας  $R$ : Σε μία τυπική αίθουσα έχουμε 2 εξωτερικά ανοίγματα διαστάσεων  $3,2 \times 1,1 + 0,4 \times 1,1 = 3,96$ , άρα σύνολο  $7,92 \text{ m}^2$  εξωτερικών ανοιγμάτων. Εσωτερικό άνοιγμα έχουμε μόνο πόρτα εισόδου από τον εσωτερικό διάδρομο, διαστάσεων

2,25x1 συνεπώς ο λόγος εξωτερικών προς εσωτερικών ανοιγμάτων είναι  $<6$  και  $R=0.9$ .

Συντελεστής Θέσης κι Ανεμόπτωσης: Τα παράθυρα βρίσκονται σε Άκρως Απροστάτευτη θέση με Κανονική ανεμόπτωση και συνεπώς  $H = 1,94$ .

Συνεπώς,  $V_{inf} = 9,7 \cdot 1,4 \cdot 0,9 \cdot 1,94 = 23,71 \text{ m}^3/\text{h}$ .



*Εικόνα 9: Τυπικό παράθυρο του κτιρίου σε κοντινή λήψη.*

**Σημείωση:** Ο μελετητής μπορεί να λάβει έτοιμες τυπικές τιμές για τον υπολογισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων από την TOTEE 2010α (**Πίνακας 3.26 – Τυπικές τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμάδων ανά μονάδα επιφάνειας κουφώματος**). Στον πίνακα λαμβάνονται τιμές συντελεστών  $R = 0.7$ ,  $H = 1.87$  για κανονική ανεμόπτωση, ελεύθερη θέση του ανοίγματος και ελεύθερες όψεις κτιρίου.

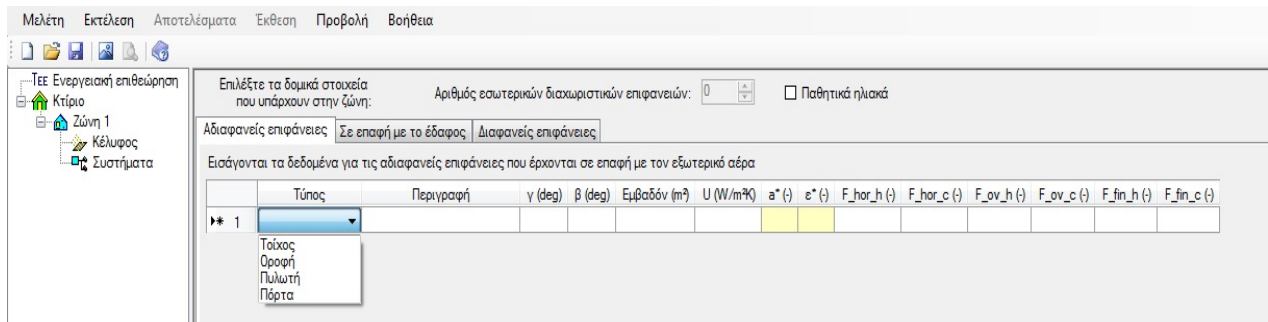
**Αριθμός καμινάδων.** Εισάγεται ο συνολικός αριθμός των καμινάδων εστιών καύσης που υπάρχουν στην συγκεκριμένη ζώνη.

Στο εξεταζόμενο κτίριο υπάρχει μία καμινάδα για το λέβητα στη ζώνη Β.

**Αριθμός θυρίδων εξαερισμού.** Εισάγεται ο αριθμός των θυρίδων εξαερισμού στην συγκεκριμένη ζώνη.

Στο εξεταζόμενο κτίριο δεν υπάρχουν θυρίδες εξαερισμού.

## 2.3. Καρτέλα 3 - Αδιαφανείς επιφάνειες



*Εικόνα 10: Η καρτέλα «Αδιαφανείς Επιφάνειες» του προγράμματος.*

**Τύπος:** Εισάγεται ο τύπος της Αδιαφανούς Επιφάνειας. Ο χρήστης επιλέγει μεταξύ των 4 διαθέσιμων επιλογών: Τοίχος, Οροφή, Πυλωτή, Πόρτα.

**Περιγραφή.** Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή της επιφάνειας (δεν επηρεάζει τους υπολογισμούς).

**γ (deg):** Εισάγεται ο **προσανατολισμός** του εκάστοτε δομικού στοιχείου. Σύμφωνα με την σύμβαση, για επιφάνειες με Βόρειο προσανατολισμό η τιμή είναι 0°, Ανατολικό 90°, Νότιο 180° και Δυτικό 270°.

**β (deg):** Εισάγεται η **κλίση** του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής). Ένας τυπικός κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση 90°, μία τυπική κατακόρυφη πόρτα επίσης 90° μια επίπεδη οροφή 0°, μια πυλωτή 180°.

**Εμβαδόν (m<sup>2</sup>):** Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας σε τετραγωνικά μέτρα (αφαιρώντας το εμβαδόν των ανοιγμάτων), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της επιφάνειας.

**U (W/m<sup>2</sup>K):** Εισάγεται ο **Συντελεστής Θερμοπερατότητας** της αδιαφανούς επιφάνειας. Σε περίπτωση που δεν διαθέτουμε στοιχεία για το εξεταζόμενο κτίριο χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την TOTEE 2010α (§3.2.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων. **Πίνακας 3.4α.** - Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε



κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979). **Πίνακας 3.4β.** - Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979)).

Στο εξεταζόμενο κτίριο ορίσαμε τις τυπικές τιμές από την TOTEE. Έτσι, για έναν τοίχο ο οποίος αποτελείται λ.χ. κατά 30% από δοκάρια/κολόνες και 70% από οπτόπλινθο, ο Συντελεστής Θερμοπερατότητας του τοίχου προκύπτει ως:  $0,3 \cdot 1 + 0,7 \cdot 0,85 = 0,895$ . Η τιμή θα προσ αυξηθεί κατά 0,1 λόγω του υπολογισμού των θερμογεφυρών.

**Σημείωση 1:** Υπάρχουν 2 τρόποι να εισαχθούν τα δομικά στοιχεία του φέροντος οργανισμού (δοκάρια, κολόνες) και οι τοιχοποιίες (πλινθοδομές, λιθοδομές), είτε σαν ξεχωριστές επιφάνειες είτε ενιαία. Σε περίπτωση που οριστούν ενιαία θα πρέπει ο ενιαίος Συντελεστής Θερμοπερατότητας να είναι η μέση τιμή των δύο δομικών στοιχείων.

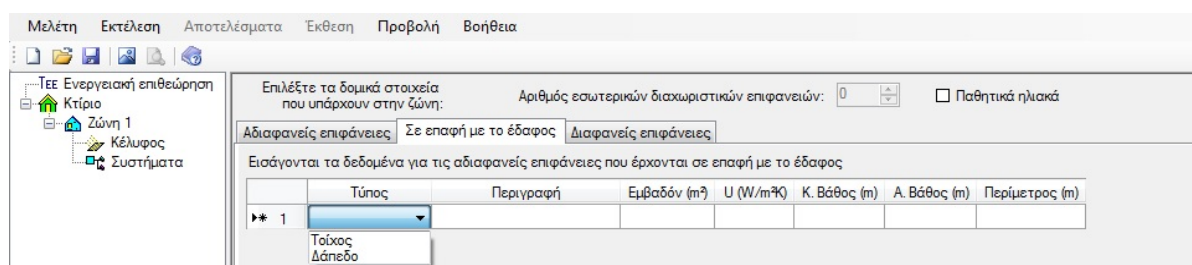
**Σημείωση 2:** Ο Συντελεστής Θερμοπερατότητας που δίνεται στην TOTEE δεν εμπεριέχει τη διόρθωση για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών (+0,1). Η διόρθωση μπορεί να γίνει αυτόματα από το λογισμικό αν γίνει χρήση της επιλογής “Θερμομόνωση κατακόρυφων δομικών στοιχείων” στην “Καρτέλα 1 – Κτίριο” είτε απλά προσθέτοντας την τιμή σε κάθε τοίχο.

**Σημείωση 3:** Αν το κτίριο διαθέτει Αδιαφανείς Επιφάνειες σε επαφή με όμορο κτίριο το οποίο είναι θερμαινόμενο, οι επιφάνειες αυτές δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς και συνεπώς δεν ορίζονται στο κέλυφος. Σε περίπτωση που είναι σε επαφή με όμορο κτίριο μη θερμαινόμενο, λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς και ορίζονται στο κέλυφος σαν αδιαφανείς επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (TOTEE 2010α).

## 2.4. Καρτέλα 4 - Επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος

Η καρτέλα αυτή περιλαμβάνει πληροφορίες για επιφάνειες (υπόγειους τοίχους ή δάπεδα) οι οποίες βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος.





**Εικόνα 11:** Η καρτέλα «Σε επαφή με το έδαφος» του προγράμματος

**Τύπος:** Εισάγεται ο τύπος του δομικού στοιχείου μεταξύ των 2 προκαθορισμένων επιλογών: Τοίχος, Δάπεδο.

**Περιγραφή:** Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή του δομικού στοιχείου.

**Εμβαδόν:** Εισάγεται εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας (αφαιρώντας τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις.

**U (W/m<sup>2</sup>K):** Εισάγεται ο **Συντελεστής Θερμοπερατότητας** της αδιαφανούς επιφάνειας. Σε περίπτωση που δεν διαθέτουμε στοιχεία για το εξεταζόμενο κτίριο χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την TOTEE 2010α (§3.2.2. Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων. **Πίνακας 3.4α.** - Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979). **Πίνακας 3.4β.** - Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979)).

**Κ. Βάθος (m):** Εισάγεται το βάθος έδρασης του κάτω τμήματος του δομικού στοιχείου μέσα στο έδαφος σε απόλυτη τιμή. Σε περίπτωση που η επιφάνεια βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος εισάγεται η τιμή 0, σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§3.2.2.2. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος).

Για δάπεδο το οποίο βρίσκεται λ.χ. σε βάθος 2,5 μέτρων από την επιφάνεια της γης, εισάγεται η τιμή 2,5. Ομοίως σε περίπτωση τοίχου ο οποίος έχει το κατώτατο σημείο του σε βάθος λ.χ. 3 μέτρων, εισάγεται η τιμή 3.

**Α. Βάθος (m):** Εισάγεται το βάθος έδρασης μέσα στο έδαφος από το οποίο ξεκινάει το κατακόρυφο δομικό στοιχείο σε απόλυτη τιμή, σύμφωνα με την TOTEE 2010α

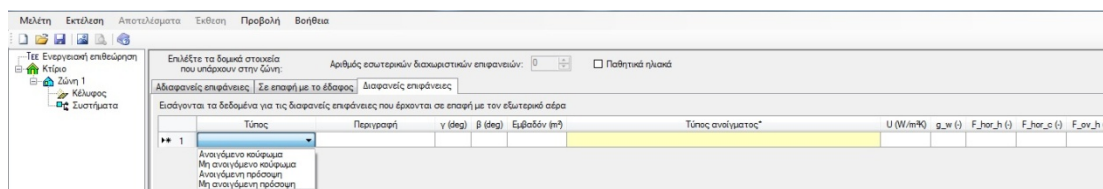
(§3.2.2.2.Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος). Για δάπεδα το πεδίο είναι ανενεργό).

Για ένα τοίχο ο οποίος βρίσκεται σε βάθος λ.χ. 3 μέτρων και δεν έχει κλίση, εισάγεται η τιμή 3.

**Περίμετρος (m):** Εισάγεται η εκτεθειμένη περίμετρος του δαπέδου. Στη ζώνη Α η περίμετρος είναι 43,2m και στη ζώνη Β 230,m.

## 2.5. Καρτέλα 5 - Διαφανείς επιφάνειες

Η καρτέλα αυτή περιλαμβάνει πληροφορίες για διαφανείς επιφάνειες (ανοίγματα), δηλαδή για ανοιγόμενα ή μη παράθυρα και για ανοιγόμενες ή μη προσόψεις.



Εικόνα 12: Η καρτέλα «Διαφανείς επιφάνειες» του προγράμματος.

**Τύπος:** Εισάγεται ο τύπος του δομικού στοιχείου ως μία από τις προκαθορισμένες επιλογές: Ανοιγόμενο Κούφωμα, Μη Ανοιγόμενο Κούφωμα, Ανοιγόμενη Πρόσοψη, Μη ανοιγόμενη Πρόσοψη.

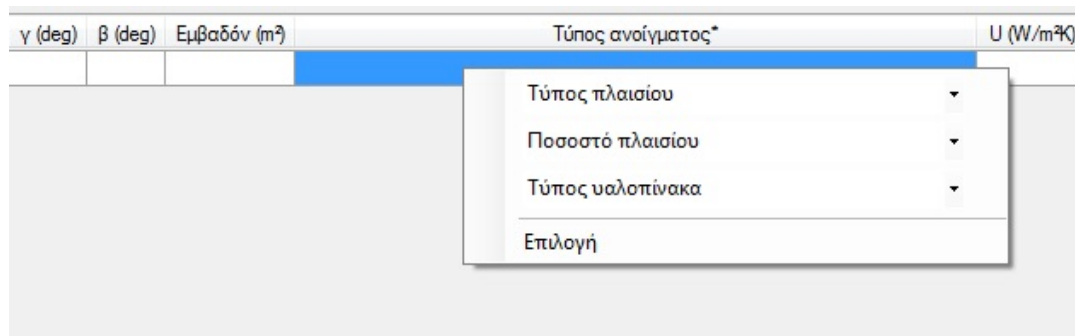
**Περιγραφή:** Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή της Αδιαφανούς Επιφάνειας.

**γ (deg):** Εισάγεται ο **προσανατολισμός** του εκάστοτε δομικού στοιχείου. Σύμφωνα με την σύμβαση, για επιφάνειες με Βόρειο προσανατολισμό η τιμή είναι 0°, Ανατολικό 90°, Νότιο 180° και Δυτικό 270°.

**β (deg):** Εισάγεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής). Ένα τυπικό κατακόρυφο άνοιγμα έχει κλίση 90° και ένας φεγγίτης σε μια επίπεδη οροφή 0°.

**Εμβαδόν:** Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν σε τετραγωνικά μέτρα της διαφανούς επιφάνειας συμπεριλαμβανομένου και του πλαισίου.

**Τύπος ανοίγματος:** Εισάγεται ο τύπος του ανοίγματος ως παράμετρος του τύπου πλαισίου, του ποσοστού του πλαισίου επί του κουφώματος και του υλικού του υαλοπίνακα. Για κάθε παράμετρο υπάρχουν προκαθορισμένες τιμές από το πρόγραμμα (βλ εικόνα).



**Εικόνα 13:** Λεπτομέρεια της καρτέλας «Διαφανείς επιφάνειες» του προγράμματος

Το εξεταζόμενο κτίριο διαθέτει παράθυρα με Τύπο πλαισίου Μεταλλικό χωρίς θερμοδιακοπή, Ποσοστό πλαισίου 20% και Τύπο υαλοπίνακα Δίδυμο με διάκενο αέρα 6mm. Επίσης, διαθέτει φεγγίτες με Τύπο πλαισίου Μεταλλικό χωρίς θερμοδιακοπή, Ποσοστό πλαισίου 40% και Τύπο υαλοπίνακα Δίδυμο με διάκενο αέρα 6mm.

**U (W/m<sup>2</sup>K):** Εισάγεται αυτόματα ο Συνολικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας του κουφώματος ανάλογα με τον «τύπο ανοίγματος» σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την TOTEE 2010α (§3.2.3. Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών επιφανειών. **Πίνακας 3.12.** - Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων  $U_{n\_F}$  (W/m<sup>2</sup>K)). Πολλοί κατασκευαστές περιλαμβάνουν στα τεχνικά χαρακτηριστικά των κουφωμάτων πιστοποιημένη τιμή για τον Συντελεστή Θερμοπερατότητας. Στην περίπτωση αυτή εισάγεται η δοσμένη τιμή για τον συντελεστή.

Στα παράθυρα του εξεταζόμενου κτιρίου ο Συνολικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας U προκύπτει 4,1 ενώ στους φεγγίτες 4,8.

**g-w:** Συμπληρώνεται αυτόματα ο Συντελεστής Συνολικής Διαπερατότητας στην Ηλιακή Ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας, ανάλογα με τον «τύπο ανοίγματος» σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την TOTEE 2010α (§3.2.3. Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων. **Πίνακας 3.17.** - Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων). Πολλοί κατασκευαστές περιλαμβάνουν στα τεχνικά χαρακτηριστικά των κουφωμάτων πιστοποιημένη τιμή για τον Συντελεστή Διαπερατότητας. Στην περίπτωση αυτή εισάγεται η τιμή η οποία έχει δοθεί για τον συντελεστή.

Στα παράθυρα του εξεταζόμενου κτιρίου ο Συντελεστής Συνολικής Διαπερατότητας στην Ηλιακή Ακτινοβολία προκύπτει ίσος με 0,54 ενώ στους φεγγίτες 0,41.

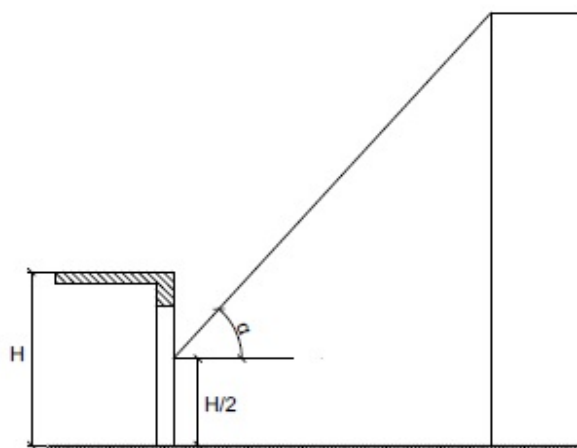
**F<sub>hor</sub> (h):** Εισάγεται ο Συντελεστής Σκίασης από ορίζοντα κατά τη χειμερινή περίοδο σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§3.3.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα  $F_{hor}$ . **Πίνακας**

**3.18.** Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα  $F_{hor}$ ). Στην τιμή αυτή υπολογίζονται σκιάσεις από γειτονικά κτίρια ή φυσικά εμπόδια (λ.χ. από βουνά ή λόφους). Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής παίρνει την τιμή 1, ενώ σε περίπτωση πλήρους σκίασης παίρνει την τιμή 0.

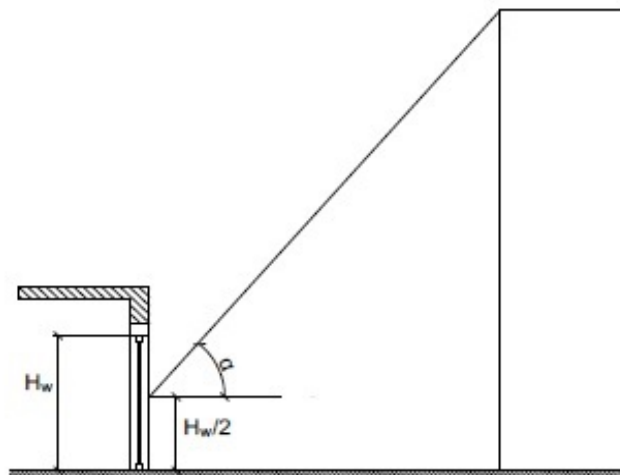
**F<sub>hor</sub> (c):** Εισάγεται ο Συντελεστής Σκίασης από ορίζοντα κατά τη θερινή περίοδο σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§3.3.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα  $F_{hor}$ ). **Πίνακας 3.18.** Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα  $F_{hor}$ ). Στην τιμή αυτή υπολογίζονται σκιάσεις από γειτονικά κτίρια ή φυσικά εμπόδια (λ.χ. από λόφους). Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής παίρνει την τιμή 1, ενώ σε περίπτωση πλήρους σκίασης παίρνει την τιμή 0.

Μεθοδολογία υπολογισμού της γωνίας σκίασης από ορίζοντα  $\alpha$  για αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες:

- 1) Βρίσκουμε το μέσο ύψος  $H/2$  της επιφάνειας (αδιαφανούς ή διαφανούς) που εξετάζουμε.
- 2) Υπολογίζουμε το ύψος της επιφάνειας που προκαλεί σκίαση στην εξεταζόμενη επιφάνεια.
- 3) Υπολογίζουμε τη γωνία που δημιουργείται μεταξύ μίας καθέτου στο μέσο της εξεταζόμενης επιφάνειας και της ευθείας που δημιουργείται από το ευθύγραμμο τμήμα που ενώνει το μέσο ύψος της εξεταζόμενης επιφάνειας και το ύψος της επιφάνειας που προκαλεί σκίαση, όπως στο σχήμα.
- 4) Βάσει της γωνίας που υπολογίσαμε, παίρνουμε τιμές σκίασης από τον παρακάτω πίνακα.



**Εικόνα 14:** Υπολογισμός της γωνίας σκίασης από ορίζοντα για αδιαφανή επιφάνεια.



**Εικόνα 15:** Υπολογισμός της γωνίας σκίασης από ορίζοντα για διαφανή επιφάνεια

**F\_on (h):** Εισάγεται ο Συντελεστής Σκίασης από προβόλους/τέντες/περσίδες κατά τη χειμερινή περίοδο σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§3.3.3. Συντελεστής σκίασης από προβόλους *Fon*. Πίνακας 3.19- Συντελεστής σκίασης από προβόλους *Fon*). Στην τιμή αυτή υπολογίζονται σκιάσεις από εξωτερικά σκίαστρα ή προβόλους (μπαλκόνια). Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής παίρνει την τιμή 1, ενώ σε περίπτωση πλήρους σκίασης παίρνει την τιμή 0.

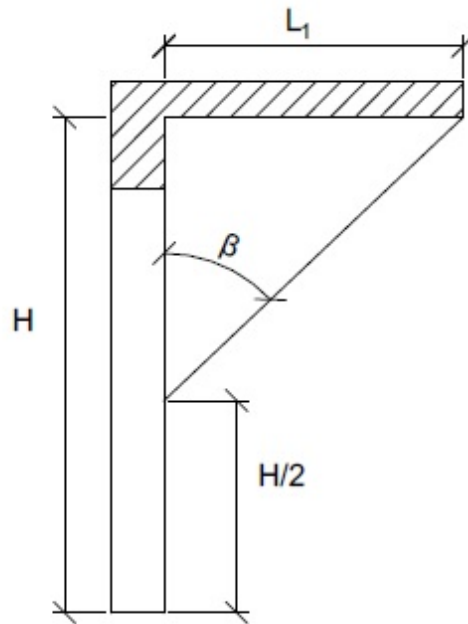
**F\_on (c):** Εισάγεται ο Συντελεστής Σκίασης από προβόλους/τέντες/περσίδες κατά τη θερινή περίοδο σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§3.3.3. Συντελεστής σκίασης από προβόλους *Fon*. Πίνακας 3.19- Συντελεστής σκίασης από προβόλους *Fon*). Στην τιμή αυτή υπολογίζονται σκιάσεις από εξωτερικά σκίαστρα ή προβόλους (μπαλκόνια). Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής παίρνει την τιμή 1, ενώ σε περίπτωση πλήρους σκίασης παίρνει την τιμή 0.

Μεθοδολογία υπολογισμού της γωνίας σκίασης β από προβόλους:

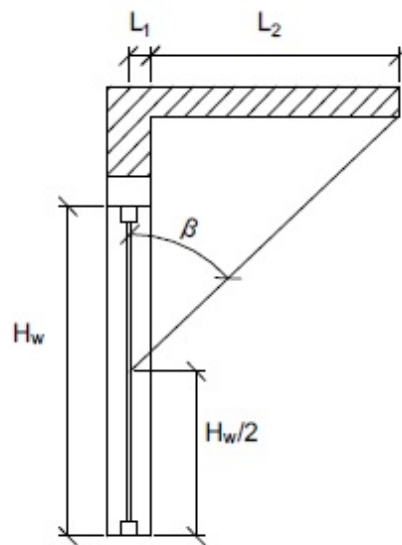
- 1) Βρίσκουμε το μέσο ύψος  $H/2$  της επιφάνειας (αδιαφανούς ή διαφανούς) που εξετάζουμε.
- 2) Υπολογίζουμε το μήκος  $L_1$  της επιφάνειας που προκαλεί σκίαση στην εξεταζόμενη επιφάνεια.
- 3) Υπολογίζουμε τη γωνία που δημιουργείται μεταξύ του άκρου της επιφάνειας που δημιουργεί σκίαση και του μέσου ύψους της εξεταζόμενης επιφάνειας, όπως στο σχήμα.
- 4) Βάσει της γωνίας β που υπολογίσαμε, παίρνουμε τιμές σκίασης από τον παρακάτω πίνακα.

Γωνία $\alpha$	Περίοδος	Προσανατολισμός				
		N	NA και NΔ	A και Δ	Bα και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,98	0,97	0,96	0,98	1,00
	ψύξης	1,00	0,98	0,97	0,96	0,96
10°	θέρμανσης	0,96	0,95	0,93	0,95	1,00
	ψύξης	1,00	0,97	0,94	0,92	0,92
15°	θέρμανσης	0,86	0,84	0,86	0,92	1,00
	ψύξης	1,00	0,94	0,90	0,88	0,90
20°	θέρμανσης	0,86	0,84	0,80	0,89	1,00
	ψύξης	1,00	0,92	0,86	0,84	0,87
25°	θέρμανσης	0,73	0,73	0,72	0,87	1,00
	ψύξης	1,00	0,90	0,83	0,82	0,87
30°	θέρμανσης	0,61	0,62	0,65	0,85	1,00
	ψύξης	1,00	0,89	0,81	0,81	0,86
35°	θέρμανσης	0,53	0,54	0,61	0,84	1,00
	ψύξης	0,99	0,85	0,77	0,77	0,86
40°	θέρμανσης	0,44	0,47	0,57	0,83	1,00
	ψύξης	0,98	0,82	0,72	0,73	0,85
45°	θέρμανσης	0,40	0,44	0,55	0,82	1,00
	ψύξης	0,95	0,78	0,68	0,70	0,85
50°	θέρμανσης	0,36	0,40	0,53	0,81	1,00
	ψύξης	0,93	0,74	0,63	0,67	0,85
55°	θέρμανσης	0,34	0,38	0,52	0,81	1,00
	ψύξης	0,89	0,70	0,60	0,65	0,85
60°	θέρμανσης	0,32	0,37	0,51	0,81	1,00
	ψύξης	0,86	0,67	0,57	0,63	0,85
65°	θέρμανσης	0,32	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,79	0,63	0,55	0,63	0,85
$\geq 70^\circ$	θέρμανσης	0,31	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,73	0,58	0,52	0,62	0,85

*Πίνακας 1. Συντελεστές σκίασης από ορίζοντα  $F_{hor}$*



**Εικόνα 16:** Υπολογισμός της γωνίας σκίασης από προβόλους για αδιαφανή επιφάνεια.



**Εικόνα 17:** Υπολογισμός της γωνίας σκίασης από προβόλους για αδιαφανή επιφάνεια.

**F<sub>fin</sub> (h):** Εισάγεται ο Συντελεστής Σκίασης από πλευρικές προεξοχές κατά τη χειμερινή περίοδο σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§3.3.4. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές *F<sub>fin</sub>*. **Πίνακας 3.20.α.** -Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές *F<sub>fin</sub>* από την αριστερή πλευρά, **Πίνακας 3.20.β.** -Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές *F<sub>fin</sub>* από την δεξιά πλευρά). Στην τιμή αυτή υπολογίζονται σκιάσεις από εξωτερικά σκίαστρα ή προβόλους (μπαλκόνια). Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής.

Γωνία $\alpha$	Περίοδος	Προσανατολισμός				
		N	NA και NΔ	A και Δ	Bα και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96
	ψύξης	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97
10°	θέρμανσης	0,94	0,94	0,94	0,93	0,92
	ψύξης	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94
15°	θέρμανσης	0,91	0,91	0,91	0,90	0,89
	ψύξης	0,84	0,86	0,89	0,90	0,90
20°	θέρμανσης	0,87	0,88	0,88	0,86	0,85
	ψύξης	1,0,78	0,82	0,85	0,87	0,87
25°	θέρμανσης	0,84	0,84	0,85	0,83	0,81
	ψύξης	0,73	0,77	0,81	0,83	0,84
30°	θέρμανσης	0,80	0,81	0,82	0,80	0,77
	ψύξης	0,67	0,72	0,77	0,80	0,80
35°	θέρμανσης	0,76	0,77	0,78	0,76	0,74
	ψύξης	0,61	0,67	0,72	0,76	0,77
40°	θέρμανσης	0,72	0,73	0,75	0,73	0,70
	ψύξης	0,56	0,62	0,68	0,72	0,74
45°	θέρμανσης	0,68	0,69	0,70	0,69	0,66
	ψύξης	0,51	0,57	0,63	0,68	0,70
50°	θέρμανσης	0,63	0,64	0,66	0,65	0,62
	ψύξης	0,46	0,52	0,58	0,64	0,67
55°	θέρμανσης	0,57	0,58	0,62	0,61	0,59
	ψύξης	0,42	0,48	0,53	0,59	0,63
60°	θέρμανσης	0,50	0,52	0,57	0,57	0,55
	Ψύξης	0,39	0,43	0,48	0,55	0,60
65°	Θέρμανσης	0,42	0,45	0,50	0,53	0,51
	Ψύξης	0,36	0,39	0,43	0,49	0,56
70°	Θέρμανσης	0,34	0,37	0,44	0,48	0,47
	Ψύξης	0,33	0,34	0,38	0,44	0,52
80°	Θέρμανσης	0,17	0,21	0,29	0,38	0,40
	Ψύξης	0,28	0,26	0,27	0,32	0,41
≥90°	Θέρμανσης	0,10	0,12	0,17	0,27	0,33
	Ψύξης	0,24	0,19	0,18	0,22	0,30

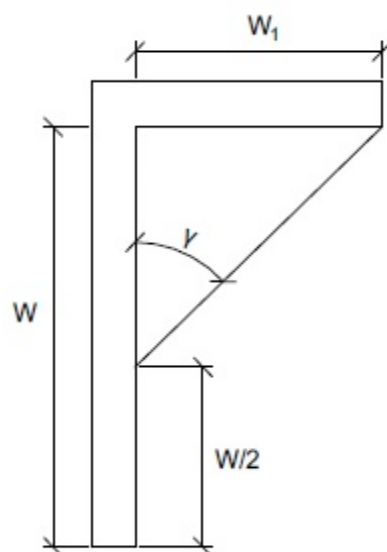
**Πίνακας 2.** Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους  $F_{ov}$



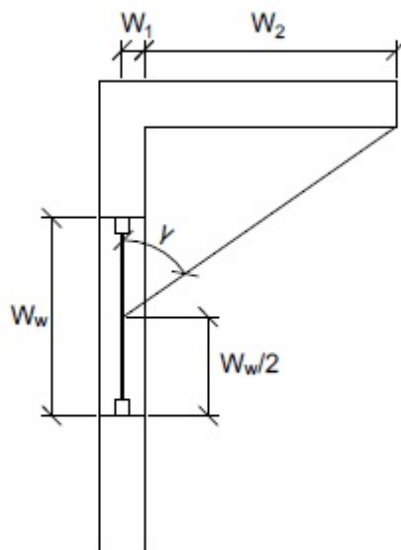
**F<sub>fin</sub> (c):** Εισάγεται ο Συντελεστής Σκίασης από πλευρικές προεξοχές κατά τη θερινή περίοδο σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§3.3.4. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές  $F_{fin}$ . **Πίνακας 3.20.α.** -Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές  $F_{fin}$  από την αριστερή πλευρά, **Πίνακας 3.20.β.** -Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές  $F_{fin}$  από την δεξιά πλευρά). Στην τιμή αυτή υπολογίζονται σκιάσεις από εξωτερικά σκίαστρα ή προβόλους (μπαλκόνια). Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής.

Μεθοδολογία υπολογισμού της γωνίας σκίασης  $\gamma$  από πλευρικές προεξοχές:

- 1) Βρίσκουμε το μέσομήκος  $W_w/2$  της επιφάνειας (αδιαφανούς ή διαφανούς) που εξετάζουμε.
- 2) Υπολογίζουμε το μήκος  $W_1$  της επιφάνειας που προκαλεί σκίαση στην εξεταζόμενη επιφάνεια.
- 3) Υπολογίζουμε τη γωνία που δημιουργείται μεταξύ του άκρου της επιφάνειας που δημιουργεί σκίαση και του μέσου ύψους της εξεταζόμενης επιφάνειας, όπως στο σχήμα.
- 4) Βάσει της γωνίας  $\gamma$  που υπολογίσαμε, παίρνουμε τιμές σκίασης από τους παρακάτω πίνακες, ανάλογα με το αν η σκίαση προέρχεται από επιφάνεια στην αριστερή ή την δεξιά πλευρά της εξεταζόμενης επιφάνειας.
- 5) Σε περίπτωση που η εξεταζόμενη επιφάνεια σκιάζεται και από τις δύο πλευρές, παίρνουμε συνολικό συντελεστή σκίασης ο οποίος ισούται με το γινόμενο των δύο συντελεστών που έχουμε υπολογίσει.



**Εικόνα 18:** Υπολογισμός της γωνίας σκίασης από πλευρική προεξοχή για αδιαφανή επιφάνεια.



**Εικόνα 19:** Υπολογισμός της γωνίας σκίασης από πλευρική προεξοχή για αδιαφανή επιφάνεια.

Γωνία $\gamma$	Περίοδος	Προσανατολισμός Επιφάνειας							
		N	NA	$\Delta$	B $\Delta$	B	BA	A	NA
0	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	θέρμανσης	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	0,97
	ψύξης	0,97	0,97	1,00	1,00	0,97	0,96	0,99	0,99
20	θέρμανσης	0,95	0,99	1,00	1,00	1,00	0,92	0,90	0,93
	ψύξης	0,95	0,94	0,99	1,00	0,95	0,93	0,98	0,99
30	θέρμανσης	0,92	0,98	1,00	1,00	1,00	0,89	0,86	0,90
	ψύξης	0,93	0,90	0,99	1,00	0,93	0,89	0,96	0,98
40	θέρμανσης	0,89	0,97	1,00	1,00	1,00	0,86	0,80	0,87
	ψύξης	0,91	0,86	0,98	1,00	0,92	0,84	0,95	0,97
50	θέρμανσης	0,85	0,95	1,00	1,00	1,00	0,84	0,75	0,83
	ψύξης	0,89	0,81	0,97	1,00	0,92	0,79	0,93	0,96
60	θέρμανσης	0,81	0,93	1,00	1,00	1,00	0,82	0,69	0,79
	ψύξης	0,88	0,76	0,96	1,00	0,92	0,73	0,91	0,96
70	θέρμανσης	0,76	0,90	1,00	1,00	1,00	0,81	0,62	0,73
	ψύξης	0,86	0,71	0,94	1,00	0,92	0,66	0,88	0,95

**Πίνακας 3.** Συντελεστής σκίασης πλευρικών προεξοχών  $F_{fin}$  από τη δεξιά μεριά.

Γωνία $\gamma$	Περίοδος	Προσανατολισμός Επιφάνειας							
		N	NA	$\Delta$	B $\Delta$	B	BA	A	NA
0	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	θέρμανσης	0,97	0,97	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,97	0,99	0,99	0,96	0,97	1,00	1,00	0,97
20	θέρμανσης	0,95	0,93	0,90	0,92	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,95	0,99	0,98	0,93	0,95	1,00	1,00	0,94
30	θέρμανσης	0,92	0,90	0,86	0,89	1,00	1,00	1,00	0,98
	ψύξης	0,93	0,98	0,96	0,89	0,93	1,00	0,99	0,90
40	θέρμανσης	0,89	0,87	0,80	0,86	1,00	1,00	1,00	0,97
	ψύξης	0,91	0,97	0,95	0,84	0,92	1,00	0,98	0,86
50	θέρμανσης	0,85	0,83	0,75	0,84	1,00	1,00	1,00	0,95
	ψύξης	0,89	0,96	0,93	0,79	0,92	1,00	0,97	0,81
60	θέρμανσης	0,81	0,79	0,69	0,82	1,00	1,00	1,00	0,93
	ψύξης	0,88	0,96	0,91	0,73	0,92	1,00	0,96	0,76
70	θέρμανσης	0,76	0,73	0,62	0,81	1,00	1,00	1,00	0,90
	ψύξης	0,86	0,95	0,88	0,66	0,92	1,00	0,94	0,71

**Πίνακας 4.** Συντελεστής σκίασης πλευρικών προεξοχών  $F_{fin}$  από την αριστερή μεριά.

## 2.6. Καρτέλα 6 - Συστήματα Θέρμανσης

Ένα τυπικό Σύστημα Θέρμανσης αποτελείται από 4 μονάδες:

- 1) Την παραγωγή
- 2) Το δίκτυο διανομής
- 3) Τις τερματικές μονάδες
- 4) Τις βοηθητικές μονάδες

Επιλέξτε τα συστήματα που υπάρχουν στην ζώνη: ☐ Υγρανση ☐ ΚΚΜ ☐ Ηλιακός συλλέκτης ☒ Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ. (-)	COP (-)	Iαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	13.398	0.8854	1.0	1	1	1	1	0	0
* 2				1	1						

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	11.863	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.89	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Απ. (-)
▶ 1	Σώματα τύπου ΑΚΑΝ	0.89

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Κυκλοφορητές	1	0.024
2	Κυκλοφορητές	1	0.024
3	Αντλίες	1	0.05
* 4		1	0

**Εικόνα 20:** Η καρτέλα «Θέρμανση» του προγράμματος.

### Παραγωγή:

**Τύπος:** Εισάγεται ο τύπος της Μονάδας Παραγωγής Θερμότητας από τις προκαθορισμένες επιλογές.

Στο εξεταζόμενο κτίριο η Μονάδα Παραγωγής Θερμότητας είναι Λέβητας συνολικής ισχύος 160kCal/ή 186,08 kWatt.

**Πηγή Ενέργειας:** Εισάγεται η Πηγή της Ενέργειας από τις προκαθορισμένες επιλογές.

Στο εξεταζόμενο κτίριο η Πηγή Ενέργειας είναι το Πετρέλαιο Θέρμανσης.

**Ισχύς:** Εισάγεται η Θερμική Ισχύς της Μονάδας Παραγωγής Θερμότητας που καλύπτει την Θερμική Ζώνη. Σε περίπτωση που μία Μονάδα Παραγωγής καλύπτει παραπάνω από μία Θερμικές Ζώνες, η τιμή που εισάγεται αποτελεί ποσοστό της Ολικής Ισχύος ίσο με το ποσοστό τετραγωνικών μέτρων της επιφάνειας της Θερμικής Ζώνης προς τα τετραγωνικά ολόκληρης της επιφάνειας που θερμαίνεται από την εκάστοτε Μονάδα Παραγωγής.

Δηλαδή:

Στο εξεταζόμενο κτίριο η ισχύς μοιράζεται σε 13,398 kWattστη ζώνη Α και 172,682 kWattστη ζώνη Β.

**Β.απ (Βαθμός Απόδοσης):** Εισάγεται ο Βαθμός Απόδοσης. Ο χρήστης μπορεί να βρει τιμή για τον πραγματικό βαθμό απόδοσης αλλά και την πραγματική θερμική ισχύ στην Ανάλυση

Καυσαερίων, η οποία είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 189533/2011 και αναγράφονται στο Φύλλο Συντήρησης και Ρύθμισης του Συστήματος Θέρμανσης.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχει διαθέσιμη η Ανάλυση Καυσαερίων ακολουθείται η εξής διαδικασία:

1. Υπολογίζουμε την Πραγματική Θερμική Ισχύ  $P_m$  της μονάδας σε kWatt. (Συνήθως αναγράφεται στα Τεχνικά Στοιχεία του Λέβητα/Καυστήρα σε kCal/h. Ο συντελεστής μετατροπής είναι  $859,85 \text{ kCal/h} = 1 \text{ kWatt}$ )
2. Υπολογίζουμε την Υπολογιζόμενη Θερμική Ισχύ  $P_{gen}$  της μονάδας σύμφωνα με τον τύπο

$$P_{gen} = A \cdot U \cdot \Delta T \cdot 2,5$$

Όπου

**A**= Το σύνολο της εξωτερικής επιφάνειας του κτιρίου (τοίχοι, ανοίγματα, οροφές, δάπεδα, πυλωτή) που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα ή βρίσκεται σε επαφή με όμορα, μη θερμαινόμενα κτίρια ή μη θερμαινόμενους χώρους.

**U**= Ο μέγιστος επιτρεπόμενος Μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας **A**, σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§4.1.2.1 *Βαθμός απόδοσης μονάδων λέβητα-καυστήρα*).

**ΔT** = Η διαφορά της θερμοκρασίας για την διαστασιολόγηση του συστήματος, σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§4.1.2.1 *Βαθμός απόδοσης μονάδων λέβητα-καυστήρα*).

3. Βρίσκουμε τον λόγο  $P_m/P_{gen}$ .
4. Υπολογίζουμε το Συνολικό Βαθμό Απόδοσης της μονάδας παραγωγής θερμότητας  $n_{gen}$  σύμφωνα με τη σχέση

$$n_{gen} = n_{gm} \cdot n_{g1} \cdot n_{g2}$$

όπου

**$n_{gen}$**  = Ο Συνολικός Βαθμός Απόδοσης της μονάδας παραγωγής θερμότητας

**$n_{gm}$** = Ο Πραγματικός Βαθμός Απόδοσης της μονάδας λέβητα – Καυστήρα. Σε περίπτωση που δε γνωρίζουμε τον Πραγματικό Βαθμό Απόδοσης της μονάδας από το φύλλο καύσης, η τιμή βρίσκεται από την TOTEE 2010α (**πίνακας 4.2**).

**$n_{g1}$** = Ο Συντελεστής Υπερδιαστασιολόγησης της μονάδας λέβητα – Καυστήρα ανάλογα με το λόγο  $P_m/P_{gen}$  που υπολογίσαμε πριν, σύμφωνα με την TOTEE 2010α (**πίνακας 4.3 §4.1.2.1.**).

$n_{g2}$ = Ο Συντελεστής Μόνωσης Λέβητα ανάλογα με την Ονομαστική Ισχύ και την κατάσταση μόνωσης του Λέβητα, σύμφωνα με την TOTEE 2010α (πίνακας 4.4 §4.1.2.1.).

Στο εξεταζόμενο κτίριο:

1. Έχουμε Λέβητα 160.000kCal/h, δηλαδή 186,08 kWatt.
2. Υπολογίζουμε το  $P_{gen} = 4904,47 \cdot 1,55 \cdot 18 \cdot 2,5 = 342.086,78$
3. Υπολογίζουμε το λόγο  $P_m/P_{gen} = 186.080/342.086.78 = 0.54$
4. Καθότι δε γνωρίζουμε τον Πραγματικό Βαθμό Απόδοσης της μονάδας, τον υπολογίζουμε το  $n_{gm}$  από τον πίνακα 4.2 της TOTEE 2010α, για συνήθεις λέβητες, σύμφωνα με τον τύπο:

$$84 + 2\log(186,08) = 88,54.$$

Το  $n_{g1}$  υπολογίζεται από τον πίνακα 4.3 της TOTEE 2010α, ίσο με 1, αφού έχουμε βρει ήδη ότι  $P_m/P_{gen} = 0.54$ .

Το  $n_{g2}$  υπολογίζεται από τον πίνακα 4.4 της TOTEE 2010α, ίσο με 1, αφού ο λέβητας έχει μόνωση σε καλή κατάσταση.

Έτσι,  $n_{gen} = 88,54 \cdot 1 \cdot 1 = 88,54$  ο Βαθμός Απόδοσης του λέβητα.

**COP (Συντελεστής Επίδοσης):** Εισάγεται ο Συντελεστής Επίδοσης σε περίπτωση που γίνεται χρήση μονάδας Αντλίας Θερμότητας, σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§4.1.2 Απόδοση Μονάδας Παραγωγής Θερμότητας).

**Σημείωση:** Σε περίπτωση που γίνεται χρήση οποιουδήποτε Θερμαντικού Μέσου εκτός από Αντλία Θερμότητας, το COP εισάγεται σα μονάδα (1). Ομοίως, σε περίπτωση χρήσης Αντλίας Θερμότητας, ο Β.απ. εισάγεται σα μονάδα (1).

Στο εξεταζόμενο κτίριο δεν υπάρχει Αντλία Θερμότητας συνεπώς η τιμή του COP είναι 1.

**Δίκτυο Διανομής:** Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι Δικτύων Διανομής. Το Δίκτυο Διανομής Θερμού Μέσου (Σωληνώσεις) και οι Αεραγωγοί Διανομής Κλιματιζόμενου Αέρα. Ο χρήστης θα εισάγει τα στοιχεία του Δικτύου Διανομής στην αντίστοιχη γραμμή του πίνακα.

Το εξεταζόμενο κτίριο διαθέτει Δίκτυο Διανομής Θερμού Μέσου (Σωληνώσεις)

**Ισχύς:** Εισάγεται η Πραγματική Ισχύς που μεταφέρεται εντός του δικτύου ως γινόμενο της Ονομαστικής Ισχύος του Λέβητα επί το Βαθμό Απόδοσής του. Σε περίπτωση που ένα Δίκτυο Διανομής καλύπτει παραπάνω από μία Θερμικές Ζώνες, η τιμή που εισάγεται αποτελεί ποσοστό της Ολικής Ισχύος ίσο με το ποσοστό τετραγωνικών μέτρων της επιφάνειας της

Θερμικής Ζώνης προς τα τετραγωνικά ολόκληρης της επιφάνειας που καλύπτεται από το εκάστοτε Δίκτυο Διανομής.

Στο εξεταζόμενο κτίριο η ισχύς υπολογίζεται ίση με 11.863 για τη ζώνη Α και 152.892 για τη ζώνη Β.

**Β.Απ. (Βαθμός Απόδοσης):** Εισάγεται ο Βαθμός Απόδοσης του Δικτύου Διανομής σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§4.3.4.Απώλειες δικτύων διανομής. **Πίνακας 4.11.** - Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς την συνολική θερμική / ψυκτική ενέργεια που μεταφέρει το δίκτυο) ως 1 μείον το ποσοστό των απωλειών.

Στο Δίκτυο Διανομής του εξεταζόμενου κτιρίου ο Βαθμός Απόδοσης υπολογίζεται 91,5% καθώς η μόνωση του δικτύου θεωρείται ανεπαρκής.

#### **Τερματικές Μονάδες:**

**Τύπος:** Εισάγεται μία σύντομη περιγραφή του τύπου των Τερματικών Μονάδων.

Το εξεταζόμενο κτίριο διαθέτει θερμαντικά σώματα τύπου ΑΚΑΝ.

**Β.Απ. (Βαθμός Απόδοσης):** Εισάγεται ο Βαθμός Απόδοσης των Τερματικών μονάδων σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§4.4.2.Τερματικές Μονάδες Απόδοσης Θερμότητας). Ο τύπος

$$n_{em,t} = n_{em} / [f_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{hydr}]$$

όπου

$n_{em,t}$  = Ο Συνολικός Βαθμός Απόδοσης των τερματικών μονάδων

$n_{em}$  = Η απόδοση εκπομπής μιας τερματικής μονάδας. Τιμές παίρνουμε ενδεικτικά από την TOTEE 2010α (πίνακες 4.12, 4.13).

$f_{rad}$  = Ο παράγοντας αποτελεσματικότητας τερματικών μονάδων ακτινοβολίας. Τιμές παίρνουμε από την TOTEE 2010α (§4.4.2.).

$f_{im}$  = Ο παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας. Παίρνει την τιμή 1.00 σε περίπτωση τερματικών μονάδων συνεχούς λειτουργίας και 0,97 σε περίπτωση διακοπτόμενης λειτουργίας, σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§4.4.2.).

$f_{hydr}$  = Ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων.

Παίρνει την τιμή 1 για υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα και 1,03 για υδραυλικό σύστημα εκτός ισορροπίας, σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§4.4.2.).

Στο εξεταζόμενο κτίριο:

1. Έχουμε συνήθη λέβητα με θερμοκρασία ρευστού 90-70 °C, οπότε  $n_{em}=0,89$  για τα σώματα σε επαφή με εξωτερικό τοίχο και 0,85 για σώματα σε επαφή με εσωτερικό τοίχο.
2. Έχουμε ύψος ορόφων μικρότερο από 4 μέτρα, οπότε  $f_{rad}= 1.00$ .
3. Έχουμε διακοπτόμενη λειτουργία, οπότε  $f_{im}= 0,97$ .
4. Θεωρούμε ότι το σύστημα είναι υδραυλικά εκτός ισορροπίας, οπότε  $f_{hydr}= 1,03$ .

Τελικά  $n_{em,t}=89,08\%$  για σώματα άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο και  $85,08\%$  για σώματα άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο

### **Βοηθητικές Μονάδες:**

**Τύπος:** Εισάγεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων μεταξύ των προκαθορισμένων επιλογών.

Το εξεταζόμενο κτίριο διαθέτει κυκλοφορητές και αντλίες.

**Αριθμός:** Εισάγεται ο αριθμός των μονάδων του εκάστοτε τύπου.

Το εξεταζόμενο κτίριο διαθέτει 2 κυκλοφορητές και 1 αντλία.

**Ισχύς:** Εισάγεται η Ισχύς των Βοηθητικών Μονάδων του εκάστοτε τύπου. Σε περίπτωση απουσίας Βοηθητικών Μονάδων, εισάγεται η τιμή 0.

Η ισχύς του κάθε κυκλοφορητή του εξεταζόμενου κτιρίου είναι 226 Watt και της αντλίας 450Watt.





**Εικόνα 21:** Θερμαντικό σώμα τύπου AKAN σε διάδρομο του σχολείου.

## 2.7. Καρτέλα 7 - Συστήματα Ψύξης

Επιλέξτε τα συστήματα που υπάρχουν στην ζώνη: ☐ Υγρανση ☐ ΚΚΜ ☐ Ηλεκτρικός συλλέκτης ☐ Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ΖΗΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Αν. (-)	EER (-)	Jan (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
* 1				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Αν. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου			1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. Αν. (-)
▶ 1		1

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

**Εικόνα 22:** Η καρτέλα «Ψύξη» του προγράμματος.

Το εξεταζόμενο κτίριο δεν διαθέτει συστήματα ψύξης. Έτσι, σύμφωνα με τις οδηγίες του προγράμματος, στα αντίστοιχα κελιά θα εισαχθούν τιμές ενός θεωρητικού συστήματος

ψύξης για κτίρια τα οποία ανήκουν στον τριτογενή τομέα. Το σύστημα αυτό αποτελείται από αντλίες θερμότητας με βαθμό απόδοσης 2,8, δίκτυο διανομής με απόδοση 0,95, τερματικά με απόδοση 0,95 και βοηθητικές μονάδες ισχύος 10W/m<sup>2</sup>.

## 2.8. Καρτέλα 8 - Φωτισμός

Επιλέξτε τα συστήματα που υπάρχουν στην ζώνη: ☐ Υγρανση ☐ ΚΚΜ ☐ Ηλιακός συλλέκτης ☒ Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ΖΝΧ Φωτισμός

Εγκατεστημένη ισχύς (kW):

Περιοχή ΦΦ (%):

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος ▼

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 1. Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης) ▼

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας ☐

Φωτισμός ασφαλείας ☐

Σύστημα εφεδρείας ☐

*Εικόνα 23: Η καρτέλα «Φωτισμός» του προγράμματος.*

**Εγκατεστημένη Ισχύς:** Εισάγεται η ολική ισχύς του Φωτισμού σε κάθε Θερμική Ζώνη για τον τεχνητό φωτισμό του χώρου.

Το εξεταζόμενο κτίριο διαθέτει ισχύ 0,936 kWatt στη ζώνη Α και 15,12 kWatt στη ζώνη Β.

**Περιοχή ΦΦ (Φυσικού Φωτισμού):** Εισάγεται το ποσοστό της επιφάνειας του δαπέδου της Θερμικής Ζώνης που καλύπτεται με φυσικό φωτισμό σύμφωνα με την TOTEE 2010α (§5.1.2.3.Περιοχές (ζώνες) Φυσικού Φωτισμού).

Το εξεταζόμενο κτίριο διαθέτει 47,6% Φυσικό Φωτισμό στη ζώνη Α και 48,2 στη ζώνη Β.

**Αυτοματισμοί Ελέγχου ΦΦ:** Εισάγεται η διάταξη αυτοματισμού στην περιοχή ΦΦ ως μία από τις προκαθορισμένες επιλογές. Σε περίπτωση απουσίας διάταξης αυτοματισμού εισάγεται η επιλογή «Χειροκίνητος Έλεγχος».

Το εξεταζόμενο κτίριο δε διαθέτει διάταξη αυτοματισμού και εισάγεται η επιλογή «Χειροκίνητος έλεγχος».

**Αυτοματισμοί Ανίχνευσης Κίνησης:** Εισάγεται η διάταξη αυτοματισμού ανίχνευσης

κίνησης στην Θερμική Ζώνη ως μία από τις προκαθορισμένες επιλογές. Σε περίπτωση απουσίας διάταξης αυτοματισμού ανίχνευσης κίνησης εισάγεται η επιλογή «Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης)».

Το εξεταζόμενο κτίριο δε διαθέτει αυτοματισμούς ανίχνευσης κίνησης και εισάγεται η επιλογή «Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης)».

**Σύστημα Απομάκρυνσης Θερμότητας:** Επιλέγεται σε περίπτωση που το υπό εξέταση κτίριο διαθέτει σύστημα απομάκρυνσης της θερμότητας που εκλύεται από τα φωτιστικά.

Το εξεταζόμενο κτίριο δε διαθέτει Σύστημα Απομάκρυνσης Θερμότητας.

**Φωτισμός Ασφαλείας:** Επιλέγεται σε περίπτωση που το υπό εξέταση κτίριο διαθέτει φωτισμό ασφαλείας.

Το εξεταζόμενο κτίριο διαθέτει Φωτισμό Ασφαλείας.

**Σύστημα Εφεδρείας:** Επιλέγεται σε περίπτωση που το υπό εξέταση κτίριο διαθέτει εφεδρικό σύστημα φωτισμού.

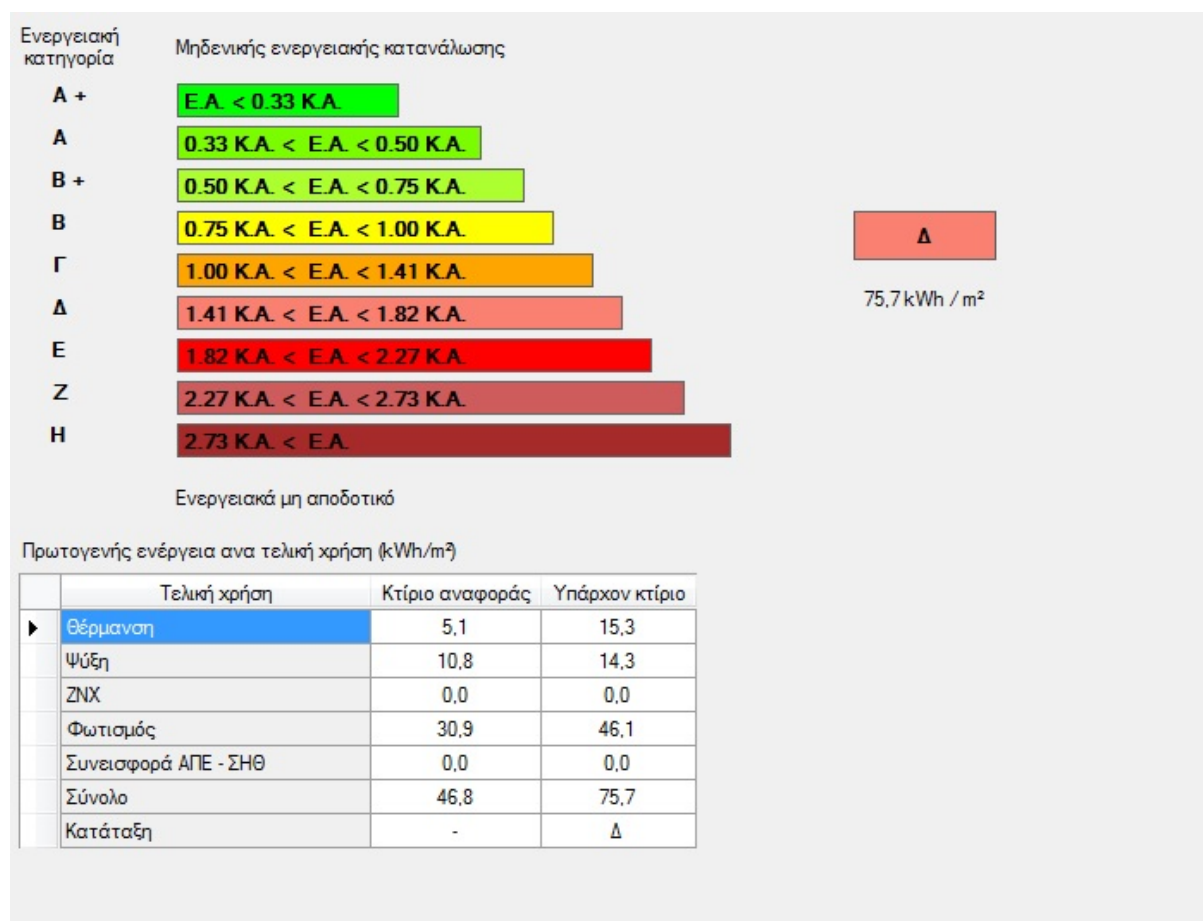
Το εξεταζόμενο κτίριο δε διαθέτει Σύστημα Εφεδρείας.



*Εικόνα 24: Τυπικό φωτιστικό σώμα του κτιρίου.*

## 2.9. Τελικά αποτελέσματα

Αφού αποθηκεύσουμε τα δεδομένα, πατάμε στην επιλογή «Εκτέλεση» και μετά «Αποτελέσματα». Τα αποτελέσματα για το εξεταζόμενο κτίριο παρουσιάζονται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 25: Αποτελέσματα ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

**Παρατηρήσεις:** Βλέπουμε ότι το εξεταζόμενο κτίριο παρουσιάζει προβλήματα στον τομέα της Θέρμανσης και του Φωτισμού. Ο τομέας της ψύξης, όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι πλασματικός καθότι δεν υπάρχει κανένα σύστημα ψύξης εγκατεστημένο στο κτίριο. Έτσι, θα αναζητήσουμε οικονομικές μεθόδους για να μειώσουμε την καταναλισκόμενη ενέργεια για τη θέρμανση αλλά και το φωτισμό του κτιρίου. Καθότι το εγκατεστημένο σύστημα θέρμανσης θεωρείται επαρκές, κρίνουμε ότι δε χρειάζεται αντικατάσταση και η μέθοδος που θα δοκιμάσουμε για τη θέρμανση είναι η μόνωση της οροφής αλλά και των τοίχων. Για τον φωτισμό, θα αντικαταστήσουμε τις συνήθεις λάμπες φθορισμού ισχύος 36W με λάμπες τεχνολογίας LED, ισχύος 20W.

## Κεφάλαιο 3

### Παρεμβάσεις

---

*Στο κεφάλαιο αυτό θα προτείνονται λύσεις για μείωση της ενέργειας που δαπανάται στο εξεταζόμενο κτίριο.*

### 31. Τοποθέτηση εξωτερικής μόνωσης πάχους 6cm στην Οροφή του κτιρίου.

Στην πρώτη περίπτωση μελετάται η τοποθέτηση εξωτερικής μόνωσης πάχους 6cm στις οροφές του κτιρίου. Έχοντας ήδη υποθέσει μερική μόνωση στις οροφές κι έχοντας δεχτεί τις τυπικές τιμές της TOTEE 2010α για τον Συντελεστή Θερμοπερατότητας  $U$ , μένει να υπολογίσουμε το νέο Συντελεστή Θερμοπερατότητας για την μονωμένη πλέον οροφή.

Ο τύπος που υπολογίζει τον Συντελεστή Θερμοπερατότητας για οριζόντια οροφή είναι ο:

$$U_{RU} = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_u + R_a}$$

Όπου,

$U_{RU}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)]: Ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οριζόντιας οροφής

$R_i$  [m<sup>2</sup>·K/W]: Η αντίσταση θερμικής μετάβασης του επιφανειακού στρώματος αέρα στη μετάδοση θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς την οροφή. Οι τιμές συμπληρώνονται από την TOTEE 2010β (Πίνακας 3.β – Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο)

$d$  [m]: Το πάχος της κάθε στρώσης της οριζόντιας οροφής.

$\lambda$ : Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης της οριζόντιας οροφής.

$n$ : Το πλήθος των στρώσεων της οριζόντιας οροφής.

$R_s$  [(m<sup>2</sup>·K)/W]: Η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις της οριζόντιας οροφής. Προϋπόθεση αποτελεί ο αέρας του διάκενου να είναι ακίνητος και να μην έρχεται σε επικοινωνία με τον αέρα του εσωτερικού χώρου αλλά και τον αέρα κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη.

$R_u$  [(m<sup>2</sup>·K)/W]: Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το στρώμα αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, συμπεριλαμβανομένης της θερμικής αντίστασης των στρώσεων της κεκλιμένης στέγης. Οι τιμές συμπληρώνονται από την TOTEE 2010β (Πίνακας 5 - Η θερμική αντίσταση που προβάλλει στρώμα αέρα μεταξύ οριζόντιας θερμομονωμένης οροφής και κεκλιμένης στέγης)

$R_a[(m^2 \cdot K)/W]$ : Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από την κεκλιμένη στέγη προς το εξωτερικό περιβάλλον. Οι τιμές συμπληρώνονται από την TOTEE 2010β (Πίνακας 3.β – Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο.

Έτσι, ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας για την οριζόντια οροφή του κτιρίου υπολογίζεται ως εξής:

Υλικό	Πάχος d (m)	Συντ. Λ.	R
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	0,15	2,035	0,074
Στεγάνωση	0,004	0,174	0,023
Απλό μονωτικό	0,027	0,041	0,659
Τσιμεντοκονίαμα	0,02	1,39	0,014
Τσιμεντόπλακες	0,04	2,035	0,02
Στεγάνωση	0,004	0,174	0,023
Διογκωμένη Πολυστερίνη	0,06	0,035	1,714
Τσιμεντοκονίαμα	0,02	1,39	0,014
Τσιμεντόπλακες	0,04	2,035	0,02
<b>R<sub>ολ</sub> Υλικών</b>			2,561
<b>R<sub>i</sub></b>			0,1
<b>R<sub>a</sub></b>			0,04
<b>Συνολικό R</b>			2,701
<b>U= 1/R</b>			<b>0,370</b>

**Πίνακας 5:** Υπολογισμός του νέου συντελεστή θερμοπερατότητας για την οριζόντια οροφή του κτιρίου.



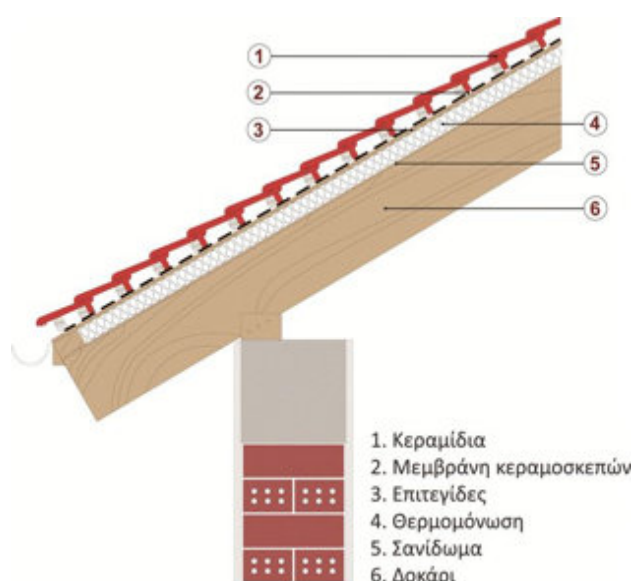
**Εικόνα 26:** Εφαρμογή εξωτερικής μόνωσης από πολυστερίνη σε οριζόντια οροφή.



Ενώ για την κεκλιμένη οροφή του εξεταζόμενου κτιρίου ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται ως:

Υλικό	Πάχος d (m)	Συντλ. Λ	R
Επίχρισμα	0,02	0,872	0,023
Οπλισμένο Σκυρόδεμα	0,2	2,035	0,098
Εξηλασμένη Πολυτεστερίνη	0,07	0,033	2,121
Ασφαλτόχαρτο	0,01	0,19	0,053
Κεραμίδια	0,02	0,7	0,029
$R_{ολ \text{ Υλικών}}$			2,324
$R_i$			0,1
$R_a$			0,04
Σύνολο R			2,464
$U = 1/R$			0,406

**Πίνακας 6:** Υπολογισμός του νέου συντελεστή θερμοπερατότητας για την κεκλιμένη οροφή του κτιρίου.



**Εικόνα 27:** Εφαρμογή εξωτερικής μόνωσης από πολυτεστερίνη σε κεκλιμένη οροφή.

**Σημείωση:** Για τον υπολογισμό των τιμών του συντελεστή Θερμοπερατότητας προ της χρήσης εξωτερικής μόνωσης έχουμε πάρει τυπικές τιμές από την TOTEE 2010α, §3.2.2.

**Πίνακας 3.4β,** για υφιστάμενα οριζόντια δομικά στοιχεία με ανεπαρκή θερμική προστασία κατά τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.). Για τον μαθηματικό υπολογισμό της μόνωσης όμως, σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο, πρέπει να θεωρήσουμε πάχη μόνωσης τα οποία μοιάζουν μη ρεαλιστικά (π.χ. 2,7 εκατοστά). Αυτό συμβαίνει καθαρά και μόνο για υπολογιστικούς σκοπούς.



**Παρατηρήσεις:** Το κόστος της εξωτερικής μόνωσης σύμφωνα με το πρόγραμμα εξοικονόμηση κατ' οίκον ανέρχεται το πολύ σε 40€/m<sup>2</sup>. Δεδομένου ότι η ολική επιφάνεια δώματος είναι 2010m<sup>2</sup>, το ολικό κόστος (μαζί με τα έξοδα εγκατάστασης) ανέρχεται σε 80.400€

Η μείωση που επιτυγχάνουμε είναι 5,1kWh/m<sup>2</sup> ανά έτος, δηλαδή 8904,6 kWh ανά έτος. Η θερμογόνος δύναμη του πετρελαίου θέρμανσης είναι 10250kcal/kg, δηλαδή ισούται με 11,91kWh/kg. Η πυκνότητα του πετρελαίου θέρμανσης είναι 0,86 kg/L, συνεπώς η θερμογόνος δύναμη του πετρελαίου ισούται με 10,246 kWh/L. Τελικά εξοικονομούμε 869,08 L πετρελαίου ανά έτος, και υποθέτοντας μία μέση τιμή 1,35 €/L, κερδίζουμε 1173,26 € ανά έτος.



**Εικόνα 28:** Αποτελέσματα μετά την προσθήκη εξωτερικής μόνωσης στην οροφή.

### 3.2 Τοποθέτηση εξωτερικής μόνωσης πάχους 6cm στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου

Στην δεύτερη περίπτωση μελετάται η περίπτωση τοποθέτησης εξωτερικής μόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου. Έχοντας ήδη υποθέσει μερική μόνωση για τους

τοίχους οι οποίοι έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα κι έχοντας δεχτεί τις τυπικές τιμές της TOTEE 2010α για τον Συντελεστή Θερμοπερατότητας  $U$ , μένει να υπολογίσουμε το νέο Συντελεστή Θερμοπερατότητας για τους μονωμένους πλέον τοίχους.

Ο τύπος που υπολογίζει τον Συντελεστή Θερμοπερατότητας για αδιαφανή δομικά στοιχεία είναι ο:

$$U_{RU} = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_u + R_a}$$

Όπου,

$U_{RU}$  [W/(m<sup>2</sup>·K)]: Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

$R_i$  [m<sup>2</sup>·K/W]: Η αντίσταση θερμικής μετάβασης του επιφανειακού στρώματος αέρα στη μετάδοση θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς την οροφή. Οι τιμές συμπληρώνονται από την TOTEE 2010β (**Πίνακας 3.β** – Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο)

$d$  [m]: Το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου.

$\lambda$ : Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου.

$n$ : Το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου.

$R_s$  [(m<sup>2</sup>·K)/W]: Η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις της οριζόντιας οροφής. Προϋπόθεση αποτελεί ο αέρας του διακένου να είναι ακίνητος και να μην έρχεται σε επικοινωνία με τον αέρα του εσωτερικού χώρου αλλά και τον αέρα κάτω από τη μη θερμομονωμένη στέγη.

$R_u$  [(m<sup>2</sup>·K)/W]: Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το στρώμα αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης, συμπεριλαμβανομένης της θερμικής αντίστασης των στρώσεων της κεκλιμένης στέγης. Οι τιμές συμπληρώνονται από την TOTEE 2010β (**Πίνακας 5** - Η θερμική αντίσταση που προβάλλει στρώμα αέρα μεταξύ οριζόντιας θερμομονωμένης οροφής και κεκλιμένης στέγης)

$R_a$  [(m<sup>2</sup>·K)/W]: Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από την κεκλιμένη στέγη προς το εξωτερικό περιβάλλον. Οι τιμές συμπληρώνονται από την TOTEE 2010β (**Πίνακας 3.β** – Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες

ανά δομικό στοιχείο)

**Σημείωση:** Για τον υπολογισμό των τιμών του συντελεστή Θερμοπερατότητας προ της χρήσης εξωτερικής μόνωσης έχουμε πάρει τυπικές τιμές από την TOTEE 2010a, §3.2.2. Πίνακας 3.4a, για υφιστάμενα κατακόρυφα δομικά στοιχεία με ανεπαρκή θερμική προστασία κατά τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.). Για τον μαθηματικό υπολογισμό της μόνωσης όμως, σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο, πρέπει να θεωρήσουμε πάχη μόνωσης τα οποία μοιάζουν μη ρεαλιστικά (π.χ. 2,7 εκατοστά). Αυτό συμβαίνει καθαρά και μόνο για υπολογιστικούς σκοπούς.

Υλικό	Πάχος d (m)	Συντλ. Λ	R
Εσωτερικό Επίχρισμα	0,02	0,872	0,023
Εσωτερικός τοίχος	0,09	0,523	0,172
Μονωτικό υλικό	0,03	0,041	0,732
Εξωτερικός τοίχος	0,06	0,523	0,115
Παλιό εξωτερικό επίχρισμα	0,02	0,872	0,023
Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες	0,05	0,035	1,429
Νέο εξωτερικό επίχρισμα	0,01	0,872	0,011
		R <sub>ολ</sub> Υλικών	2,504
		R <sub>i</sub>	0,13
		R <sub>a</sub>	0,04
		Σύνολο R	2,674
		U = 1/R	0,374

**Πίνακας 7:** Υπολογισμός του νέου συντελεστή θερμοπερατότητας για τους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου.

**Σημείωση:** Για τον υπολογισμό των τιμών του συντελεστή Θερμοπερατότητας προ της χρήσης εξωτερικής μόνωσης έχουμε πάρει τυπικές τιμές από την TOTEE 2010a, §3.2.2. Πίνακας 3.4a, για υφιστάμενα κατακόρυφα δομικά στοιχεία με ανεπαρκή θερμική προστασία κατά τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.). Για τον μαθηματικό υπολογισμό της μόνωσης όμως, σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο, πρέπει να θεωρήσουμε πάχη μόνωσης τα οποία μοιάζουν μη ρεαλιστικά (π.χ. 2,7 εκατοστά). Αυτό συμβαίνει καθαρά και μόνο για υπολογιστικούς σκοπούς.

**Παρατηρήσεις:** Το κόστος της εξωτερικής μόνωσης του πλαϊνού κελύφους σύμφωνα με το πρόγραμμα εξοικονόμηση κατ' οίκον ανέρχεται το πολύ σε 50€/m<sup>2</sup>. Δεδομένου ότι η ολική επιφάνεια εξωτερικών πλαϊνών επιφανειών είναι 1085,5m<sup>2</sup>, το ολικό κόστος (μαζί με τα έξοδα εγκατάστασης) ανέρχεται σε 54.275€.

Η μείωση που επιτυγχάνουμε είναι 2,4 kWh/m<sup>2</sup> ανά έτος, δηλαδή 4.109,4KWh ανά έτος. Εξοικονομούμε 408,98L πετρελαίου ανά έτος και κερδίζουμε 552,12 € ανά έτος.



**Εικόνα 29:** Αποτελέσματα μετά την προσθήκη εξωτερικής μόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου

### 3.3. Αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες LED.

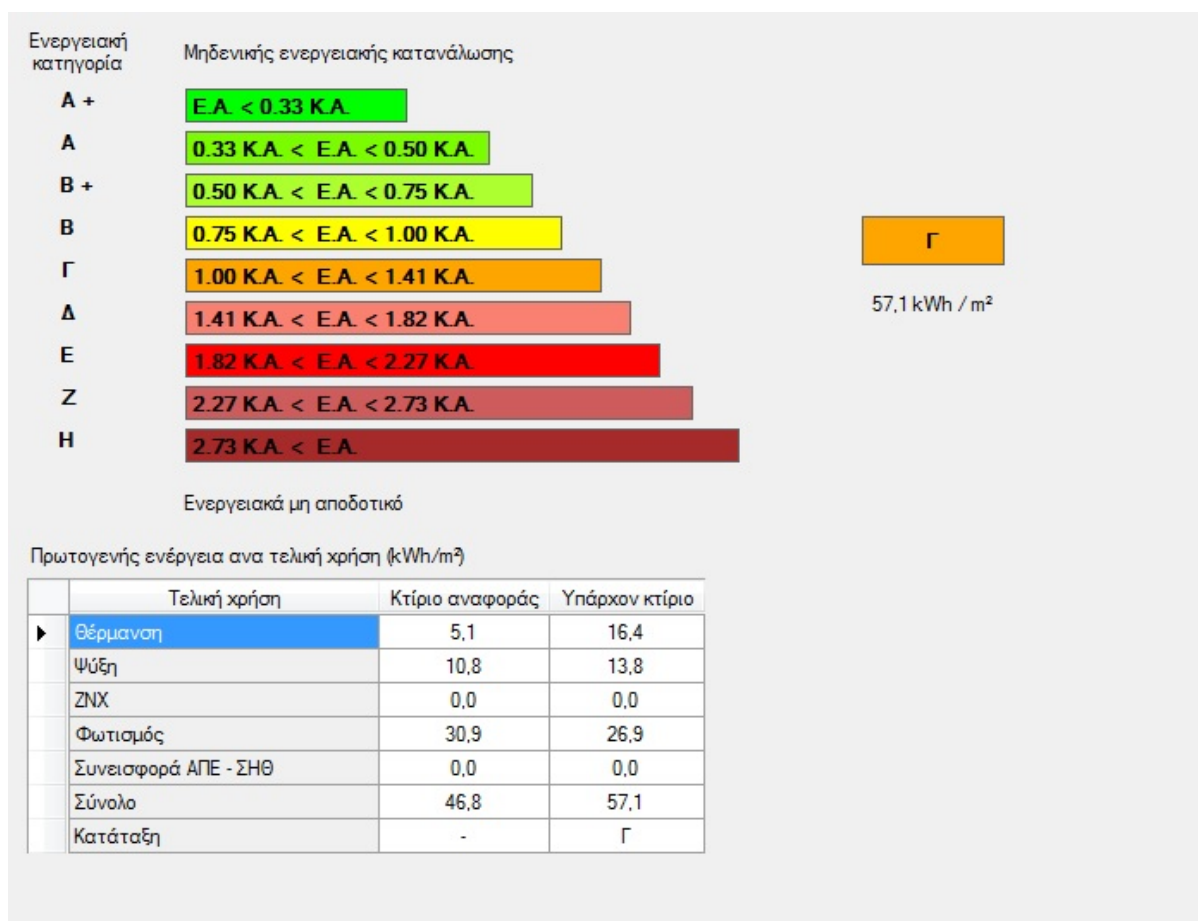
Όπως προαναφέρθηκε, το σχολείο διαθέτει φωτιστικά συνολικής ισχύος 0,936 kW στη ζώνη Α και 15,12 kW στη ζώνη Β. Αυτό μεταφράζεται σε 13 φωτιστικά σώματα 2 λαμπτήρων φθορισμού ισχύος 36W έκαστος στη ζώνη Α και 210 στη ζώνη Β.

Οι λαμπτήρες αυτοί θα αντικατασταθούν με λαμπτήρες τεχνολογίας LED, και συγκεκριμένα το μοντέλο Philips CorePro LED tube με ισχύ 20W. Έτσι, η νέα συνολική εγκατεστημένη ισχύς θα είναι 0,52kW στη ζώνη Α και 8,4kW στη ζώνη Β.

**Παρατηρήσεις:** Το εξεταζόμενο κτίριο διαθέτει 223 φωτιστικά 2 λαμπτήρων το καθένα, δηλαδή έχει ανάγκη από 446 λαμπτήρες. Το κόστος ανά λαμπτήρα LED είναι 35€ και το συνολικό κόστος ανέρχεται σε 15.610€.

Η μείωση που επιτυγχάνουμε είναι 19,1 kWh/m<sup>2</sup> ανά έτος, δηλαδή 33.523,2 kWh ανά έτος. Με μέσο κόστος 0,15€/kWh, κερδίζουμε 5.028,48 € ανά έτος.

Αξίζει να παρατηρήσουμε το γεγονός ότι η ανάγκη για θέρμανση αυξήθηκαν κατά 1,1 kWh/m<sup>2</sup> ανά έτος, δηλαδή κατά 1.920,6 kWh ανά έτος μετά την αλλαγή των λαμπτήρων, καθώς οι λαμπτήρες φθορισμού είχαν μεγαλύτερη εκπομπή θερμότητας από τους λαμπτήρες LED. Αυτό συνεπάγεται σε αύξηση της κατανάλωσης του πετρελαίου κατά 187,45 L ανά έτος, με ολικό κόστος 253,06 € ανά έτος. Το τελικό μας όφελος ισούται με 4.775,42 € ανά έτος.



**Εικόνα 30:** Αποτελέσματα μετά την αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού με αντίστοιχους τεχνολογίας LED

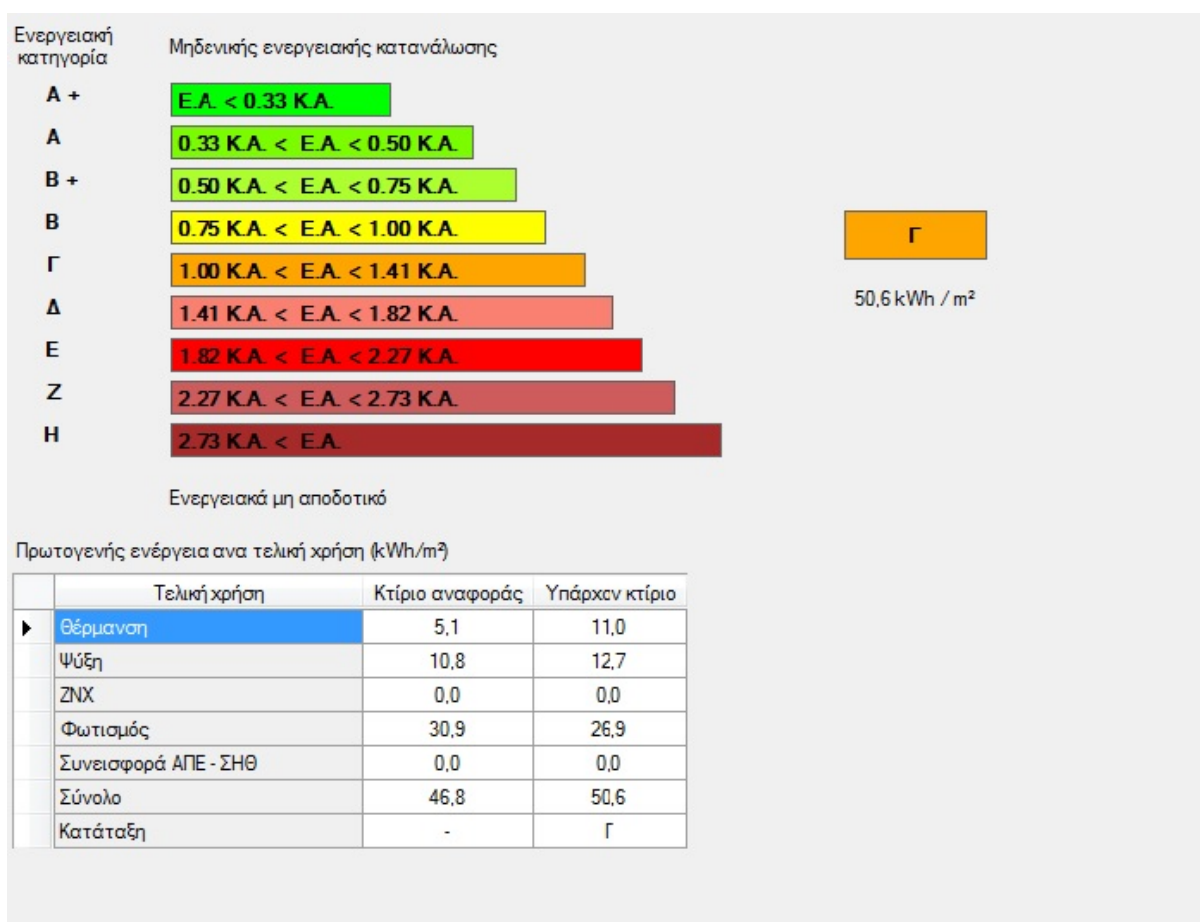


Εικόνα 31: Ο λαμπτήρας PhilipsCoreProLEDtube 20W.

### 3.4. Συνδυασμός των 2 αποδοτικότερων παρεμβάσεων, της μόνωσης της οροφής και της αντικατάστασης των λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες LED 20W.

Το κόστος εδώ ανέρχεται σε  $80.400 + 15.610 = 96.010\text{€}$

**Παρατηρήσεις:** Η μείωση που επιτυγχάνουμε είναι  $4,3 \text{ kWh/m}^2$ , δηλαδή  $7.507,8 \text{ kWh}$  ανά έτος στον τομέα της θέρμανσης και  $19,2 \text{ kWh/m}^2$ , δηλαδή  $33.523,2 \text{ kWh}$  ανά έτος στον τομέα του φωτισμού. Στον τομέα της θέρμανσης εξοικονομούμε  $732,75 \text{ L}$  πετρελαίου ανά έτος, και κερδίζουμε  $989,21 \text{ €}$  ανά έτος. Από τον τομέα του φωτισμού κερδίζουμε  $5.028,48 \text{ €}$  ανά έτος και έχουμε συνολικό κέρδος και από τους δύο τομείς  $6.017,69 \text{ €}$  ανά έτος.

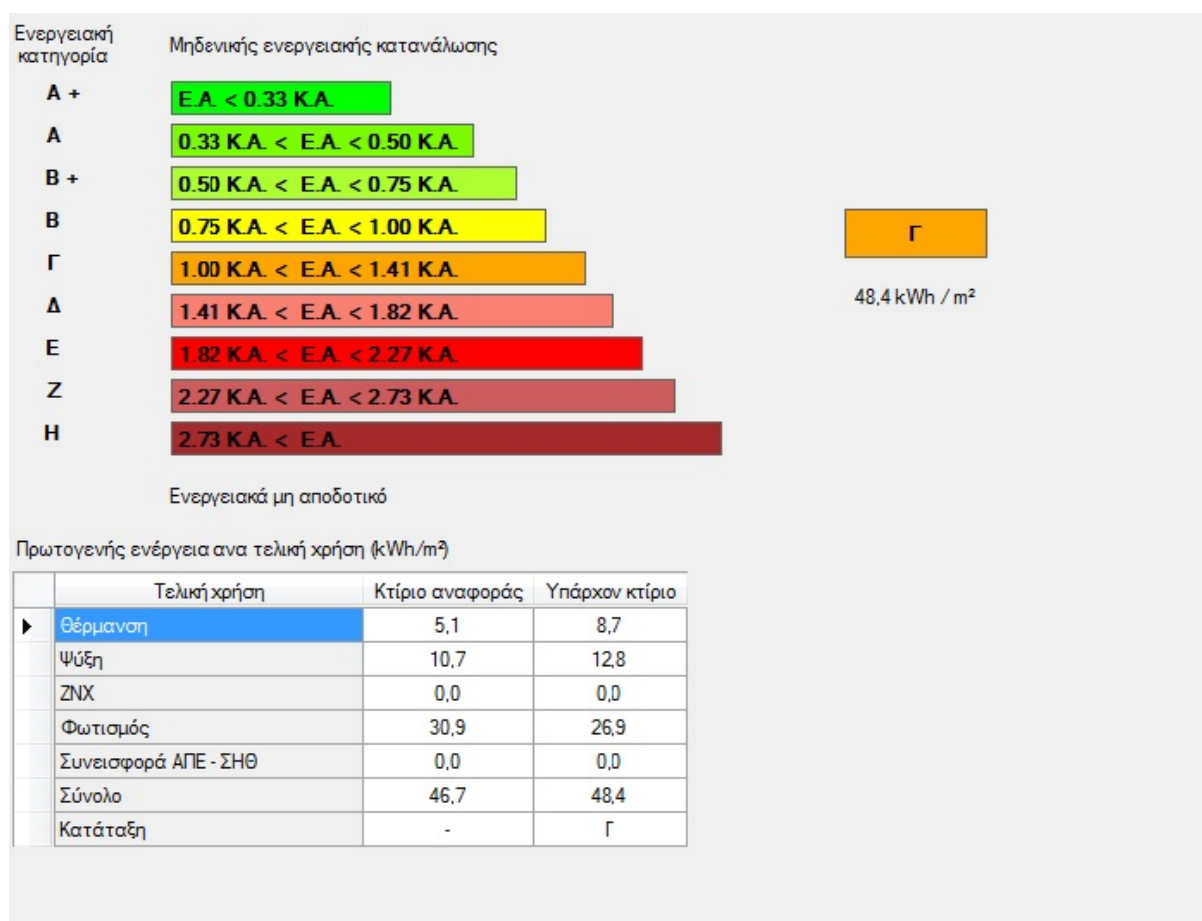


Εικόνα 32: Αποτελέσματα μετά την εφαρμογή των δύο αποτελεσματικότερων παρεμβάσεων

### 3.5. Συνδυασμός και των τριών παρεμβάσεων, μόνωση της οροφής, μόνωση των τοίχων και αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες LED 20W.

**Παρατηρήσεις:** Το κόστος εδώ ανέρχεται σε  $80.400 + 54.275 + 15.610 = 150.285\text{€}$

Η μείωση που επιτυγχάνουμε στον τομέα της θέρμανσης είναι  $6,6 \text{ kWh/m}^2$  ανά έτος, δηλαδή  $11.523,6 \text{ kWh}$  ανά έτος. Εξοικονομούμε  $1.124,69 \text{ L}$  πετρελαίου ανά έτος και το κέρδος μας ισούται με  $1.518,33 \text{ €}$  ανά έτος. Από τον τομέα του φωτισμού κερδίζουμε  $5.028,48 \text{ €}$  ανά έτος και έχουμε συνολικό κέρδος κι από τους δύο τομείς  $7.149,87 \text{ €}$  ανά έτος.



**Εικόνα 33:** Αποτελέσματα μετά την εφαρμογή και των τριών παρεμβάσεων

## Κεφάλαιο 4

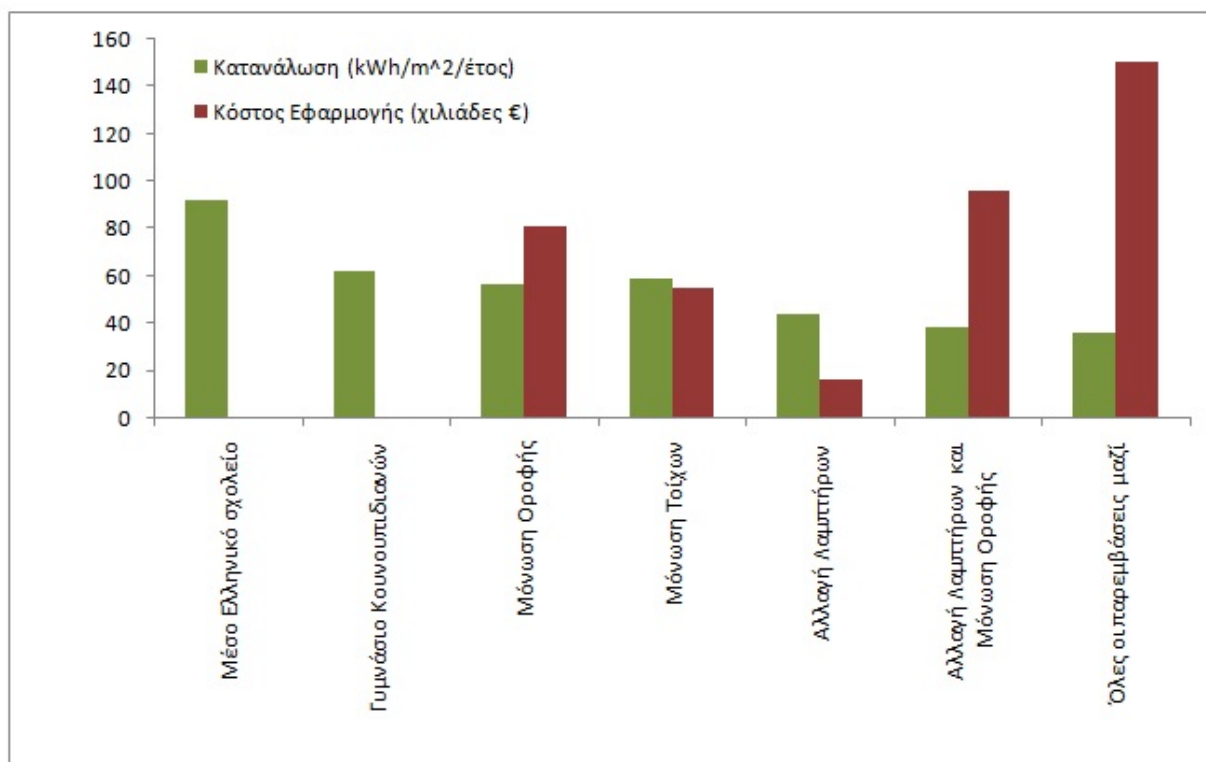
### Συμπεράσματα

---



Από τα αρχικά αποτελέσματα, βλέπουμε ότι το εξεταζόμενο κτίριο δεν έχει πολύ μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση από το κτίριο αναφοράς που δημιουργεί το πρόγραμμα για να κάνει την μελέτη. Το γεγονός ότι βρίσκεται στην Κλιματική Ζώνη Α της Ελλάδας, μειώνει τις ανάγκες του για θέρμανση, παρά την ελλιπή του μόνωση. Είδαμε ότι αρχικά είχαμε τριπλάσια ανάγκη για ενέργεια στη θέρμανση σε σχέση με το κτίριο αναφοράς, και μόνο μετά την ταυτόχρονη μόνωση της ταράτσας και της οροφής μπορέσαμε να πλησιάσουμε σχετικά κοντά στις ανάγκες του κτιρίου αναφοράς, χωρίς βέβαια να το φτάσουμε. Το γεγονός ότι το εξεταζόμενο κτίριο δεν διαθέτει κάποιο σύστημα ψύξης μειώνει ακόμα περισσότερο τις πραγματικές ανάγκες για ενέργεια του κτιρίου.

Όπως βλέπουμε και στην παρακάτω εικόνα, μία μεγάλη δαπάνη όπως αυτή της μόνωσης της οροφής ή των εξωτερικών τοίχων, θα επιφέρει ελάχιστη μείωση των δαπανών του κτιρίου για θέρμανση και, κρίνεται μάλλον ασύμφορη σαν επένδυση. Να σημειώσουμε δε, ότι η παρέμβαση για μόνωση στα δάπεδα του κτιρίου θεωρήθηκε εντελώς ασύμφορη εξαρχής και δεν μελετήθηκε καν αφού σε τέτοια περίπτωση θα έπρεπε να ξηλωθούν εντελώς τα υπάρχοντα πλακάκια του δαπέδου και το κόστος θα εκτοξευόταν.



**Εικόνα 34:** Συγκριτικό διάγραμμα Ενεργειακής Απόδοσης – Κόστους για κάθε εξεταζόμενο σενάριο.

Στον τομέα του φωτισμού είχαμε εξαρχής μία καλή κατάσταση στο εξεταζόμενο κτίριο με μόλις μιάμιση φορά μεγαλύτερη ανάγκη για ενέργεια από το κτίριο αναφοράς. Η

παρέμβαση αλλαγής των υπάρχοντων λαμπτήρων φθορισμού με νέους LED, είχε μικρό κόστος συγκριτικά με τις άλλες παρεμβάσεις που εξετάσαμε και προσέφερε μεγάλη βελτίωση στις ανάγκες του κτιρίου για ενέργεια στον τομέα του φωτισμού. Το τελικό αποτέλεσμα ήταν καλύτερο κι από αυτό του κτιρίου αναφοράς. Τα κέρδη που μπορεί να προσφέρει μία τέτοια παρέμβαση θα είναι άμεσα, και γι αυτό κρίνεται αναγκαία η εφαρμογή της.

Οι παρεμβάσεις που συνδυάζουν ταυτόχρονη αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού και της εξωτερικής μόνωσης είτε μόνο της οροφής είτε της οροφής και των εξωτερικών τοίχων παρουσιάζουν μεγάλο κόστος και παρότι εμφανίζουν ικανοποιητική μείωση στην κατανάλωση ρεύματος και πετρελαίου, θα έχουν κέρδος σε βάθος 20ετίας.

Παρόλα αυτά, οι ανάγκες του κτιρίου σε φωτισμό μόνο των αιθουσών διδασκαλίας και των διαδρόμων αυτή τη στιγμή ανέρχεται σε 15,12 kW, γεγονός που σημαίνει ότι αν τα φώτα μένουν ανοιχτά κατά τη διάρκεια των 30λεπτων διαλειμμάτων της ημέρας καταναλώνονται 7,56 kWh ανά ημέρα και δημιουργείται ένα αχρείαστο κόστος 1,13 € ανά ημέρα. Βλέπουμε λοιπόν ότι ακόμα και με την μικρή κίνηση του να σβήνουμε τα φώτα όταν αυτά πραγματικά δε χρειάζονται, μπορούμε να έχουμε εξοικονόμηση.

## Βιβλιογραφικές Πηγές

- 1) TOTEE 20701-1/2010 (2010α): Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης
- 2) TOTEE 20701-2/2010 (2010β): Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων.
- 3) TOTEE 20701-3/2010 (2010γ): Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών
- 4) TOTEE 20701-4/2010 (2010δ): Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού.
- 5) Ξενοφώντας Κωνσταντόπουλος, «Επεμβάσεις εξοικονόμησης - ορθής διαχείρισης ενέργειας σε σχολικά κτήρια» διπλωματική εργασία Πολυτεχνείο Κρήτης, σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης 2013
- 6) Βιοκλιματικές Εφαρμογές και Καινοτόμες Δράσεις για την Προστασία του Περιβάλλοντος «Τα σύγχρονα ελληνικά σχολεία» Βίκυ Μπενετάτου, Παναγιώτης Παταργιάς
- 7) Ειρήνη Κρεβατσούλη, Σπυρίδων Παπαευθυμίου «Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια» διπλωματική εργασία Πολυτεχνείο Κρήτης, σχολή Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης 2013
- 8) Elena G. Dascalaki, Vasileios G. Sermpetzoglou, “Energy performance and indoor environmental quality in Hellenic schools”, Energy and Buildings vol.43 (2011), p. 718–727
- 9) Οδηγίες για θερμική-Οπτική Άνεση και Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Δημόσια Σχολεία (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Γενική Διεύθυνση για την Ενέργεια)
- 10) <http://forenergysaver.files.wordpress.com/2013/02/cebfceb9-4-cebacebbceb9cebcecb1cf84ceb9cebaceb5cf83-ceb6cf89cebdes.jpg>
- 11) [http://www.ecat.lighting.philips.gr/l/lamps/led-lamps-and-systems/led-tubes/corepro-ledtube/929000296632\\_eu/](http://www.ecat.lighting.philips.gr/l/lamps/led-lamps-and-systems/led-tubes/corepro-ledtube/929000296632_eu/)
- 12) <http://www.ktizontastomellon.gr/index.php/katoikies/monwsh-orofhs>
- 13) [http://www.4green.gr/data/fotovoltaika/news/preview\\_news/101608.asp#photo10](http://www.4green.gr/data/fotovoltaika/news/preview_news/101608.asp#photo10)