



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΝΟΜΟΣ ΗΛΕΙΑΣ
ΔΗΜΟΣ ΠΥΡΓΟΥ
ΑΥΤΟΤΕΛΕΣ ΓΡΑΦΕΙΟ
ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ
ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΑΝΑΡΤΗΤΕΑ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Απόσπασμα από το πρακτικό της 9^{ης}/25-02-2025 τακτικής (δια ζώσης) συνεδρίασης της Δημοτικής Επιτροπής του Δήμου Πύργου

ΘΕΜΑ 7^ο ΕΚΤΟΣ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

Λήψη απόφασης για την έγκριση υποβολής αιτήματος χρηματοδότησης στα πλαίσια της Πρόσκλησης για την υποβολή αιτήσεων ένταξης στο Πρόγραμμα για την Ενεργειακή Αναβάθμιση Νηπιαγωγείων και Δημοτικών σχολείων «Αθηνά» του Ταμείου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας REPOWER EU στον ΑΞΟΝΑ 5.2 Επενδύσεις στο πλαίσιο του REPowerEU και στη Δράση 16994: Ενεργειακή απόδοση και προώθηση των ΑΠΕ για αυτοκατανάλωση. (σχετ.εισ. 5992/25-02-2025 Δ/νσης Τ.Υ & Π.).

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΠΟΦΑΣΗΣ: 114/2025

Στον Πύργο σήμερα, **25-02-2025**, ημέρα **ΤΡΙΤΗ** και ώρα **13:00**, η Δημοτική Επιτροπή του Δήμου Πύργου συνήλθε σε **τακτική** (δια ζώσης) συνεδρίαση στο «Λάτσειο Δημοτικό Μέγαρο» (2ος όροφος), (σύμφωνα με την εγκύκλιο ΥΠ.ΕΣ. εγκ.374/39135/30.05.2022), ύστερα από την αριθμ. πρωτ. **5636/21-02-2025 πρόσκληση του Προέδρου**, η οποία επιδόθηκε στα μέλη κατ' εφαρμογή των διατάξεων του άρθρου 75 § 6 του Ν.3852/2010.

Ο Πρόεδρος της Δημοτικής Επιτροπής, κ. Ευστάθιος Καννής, διαπίστωσε νόμιμη απαρτία δεδομένου ότι σε σύνολο **επτά (7)** μελών, βρέθηκαν παρόντα **πέντε (5)** και ονομαστικά οι κ.κ.:

ΠΑΡΟΝΤΕΣ		ΑΠΟΝΤΕΣ	
1	Καννής Α. Ευστάθιος ΠΡΟΕΔΡΟΣ	1	Αντωνακόπουλος Γ. Παναγιώτης ΤΑΚΤΙΚΟ ΜΕΛΟΣ – Αντιπρόεδρος
2	Κυριαζής Δ. Επαμεινώνδας ΤΑΚΤΙΚΟ ΜΕΛΟΣ	2	Αργυρόπουλος Γ. Ιωάννης ΤΑΚΤΙΚΟ ΜΕΛΟΣ
3	Παναγόπουλος Σ. Βασίλειος ΤΑΚΤΙΚΟ ΜΕΛΟΣ (αποχώρησε πριν την ψηφοφορία του 3ου θέματος Η.Δ.)		
4	Θεοδώρου Β. Νικόλαος ΤΑΚΤΙΚΟ ΜΕΛΟΣ		
5	Φάμελος Α. Βασίλειος ΤΑΚΤΙΚΟ ΜΕΛΟΥΣ		

[Στη συνεδρίαση παρευρέθηκε επίσης ο επικεφαλής της Παράταξης «ΛΑΙΚΗ ΣΥΣΠΕΙΡΩΣΗ ΔΗΜΟΥ ΠΥΡΓΟΥ» κ. Χρήστος Π. Αθανάσουλας. Η Πρόεδρος της Δημοτικής Κοινότητας Πύργου κα Αθηνά Κ. Κρεστενίτη δεν προσήλθε αν και κλήθηκε νόμιμα].

[Την τήρηση των πρακτικών της συνεδρίασης πραγματοποίησε η υπάλληλος του Δήμου Πύργου, Μαρία Ευαγγελία Πολιτοπούλου κατηγορίας και κλάδου ΔΕ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ-ΛΟΓΙΣΤΙΚΟΥ].

[Το θέμα με τίτλο: «Λήψη απόφασης για την έγκριση υποβολής αιτήματος χρηματοδότησης στα πλαίσια της Πρόσκλησης για την υποβολή αιτήσεων ένταξης στο Πρόγραμμα για την Ενεργειακή Αναβάθμιση Νηπιαγωγείων και Δημοτικών σχολείων «Αθηνά» του Ταμείου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας REPOWER EU στον ΑΞΟΝΑ 5.2 Επενδύσεις στο πλαίσιο του REPowerEU και στη Δράση 16994: Ενεργειακή απόδοση και προώθηση των ΑΠΕ για αυτοκατανάλωση (σχετ. εισ. 5992/25-02-2025 Δ/νσης Τ.Υ & Π.)», τέθηκε για συζήτηση εκτός ημερήσιας διάταξης, για την εύρυθμη λειτουργία του Δήμου και λόγω προθεσμιών].

[Τα μέλη τα οποία συμμετείχαν στη συνεδρίαση δήλωσαν ότι ψηφίζουν ΝΑΙ στη συζήτηση και λήψη απόφασης επί του θέματος με τη διαδικασία του κατεπείγοντος εκτός ημερήσιας διάταξης].

Η Δημοτική Επιτροπή λαμβάνοντας υπόψη
τις διατάξεις του άρθρου 75 § 3 του Ν.3852/2010

Ομόφωνα αποφασίζει
Τη συζήτηση και λήψη απόφασης επί του θέματος με τη διαδικασία
του κατεπείγοντος εκτός ημερήσιας διάταξης.

=====

[Ο Πρόεδρος έθεσε υπόψη της Δημοτικής Επιτροπής το **7ο θέμα εκτός Η.Δ.** και ειδικότερα την υπ' αρ. **5992/25-02-2025** εισήγηση της Δ/νσης Τ.Υ. & Π., η οποία έχει ως εξής:

=====



ΔΗΜΟΣ ΠΥΡΓΟΥ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ
& ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΕΛΕΤΩΝ & ΕΚΤΕΛΕΣΗΣ ΕΡΓΩΝ

Πύργος 25 /02/2025

Αριθμ.Πρωτ.:**5992**

Ταχ. Δ/ση : Πλατεία Σάκη Καράγιωργα
Ταχ.Κώδικας : 27131
Πληροφορίες : Τσίκας Αγγελος
Τηλέφωνα : 2621362408
e-mail :
texypirgou@yahoo.gr
syzefxis.gov.gr

Προς: ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΔΗΜΟΥ
ΠΥΡΓΟΥ

Θέμα: Λήψη απόφασης για την έγκριση υποβολής αιτήματος χρηματοδότησης στα πλαίσια της Πρόσκλησης για την υποβολή αιτήσεων ένταξης στο Πρόγραμμα για την Ενεργειακή Αναβάθμιση Νηπιαγωγείων και Δημοτικών σχολείων «Αθηνά» του Ταμείου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας REPOWER EU στον ΑΞΟΝΑ 5.2 Επενδύσεις στο πλαίσιο του REPowerEU και στη Δράση 16994: Ενεργειακή απόδοση και προώθηση των ΑΠΕ για αυτοκατανάλωση.

Σχετ : Η πρόσκληση με αριθμό ΥΠΕΝ/ΔΕΠΕΑ/140569/2337 που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 6979/Β/19.12.2024

Η Διεύθυνση Ενεργειακών Πολιτικών και Ενεργειακής Αποδοτικότητας (ΔΕΠΕΑ) του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) στο πλαίσιο βελτίωσης των υποδομών δημοσίευσε για το Πρόγραμμα του Ταμείου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας REPOWER EU ΑΞΟΝΑΣ 5.2 Επενδύσεις στο πλαίσιο του REPowerEU Δράση 16994: Ενεργειακή απόδοση και προώθηση των ΑΠΕ για αυτοκατανάλωση την Πρόσκληση για την για την Ενεργειακή Αναβάθμιση η Νηπιαγωγείων και Δημοτικών σχολείων «Αθηνά».

Η ανωτέρω πρόσκληση με αριθμό ΥΠΕΝ/ΔΕΠΕΑ/140569/2337 δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 6979/Β/19.12.2024 και προβλέπει τα ακόλουθα:

Σκοπός του Προγράμματος είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού αποθέματος, με παρεμβάσεις περιορισμού της ενεργειακής ζήτησης που συνδέεται με την χρήση του κτιρίου, η οποία περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, την ενέργεια που χρησιμοποιείται για τα τεχνικά συστήματα όπως για θέρμανση, ψύξη, καθώς και ευπαθή σημεία του κτιρίου τα οποία επιτρέπουν τις θερμικές απώλειες (όπως κουφώματα, οροφές, κλπ) , διασφαλίζοντας τα βέλτιστα επίπεδα θερμικής άνεσης.

Στόχοι του Προγράμματος είναι η επιτάχυνση της υλοποίησης έργων τοπικού χαρακτήρα και σημαντικού αντίκτυπου στην ενεργειακή απόδοση στον δημόσιο τομέα, παράλληλα με την επίτευξη, κατ' ελάχιστον, 30% εξοικονόμησης ετήσιας πρωτογενούς ενέργειας που απαιτείται για τις ανάγκες των τεχνικών συστημάτων που εξυπηρετούν το κτίριο, καθώς και η διασφάλιση ότι δεν βλάπτονται σημαντικά οι περιβαλλοντικοί στόχοι, υιοθετώντας τις συγκεκριμένες απαιτήσεις του Προγράμματος.

Η χρηματοδότηση των έργων που εντάσσονται στο πρόγραμμα πραγματοποιείται από πόρους του Ταμείου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας, μέσω του μηχανισμού REPowerEU, στο πλαίσιο του Άξονα 5.2, για τη Δράση 16994 «Ενεργειακή απόδοση και προώθηση των ΑΠΕ για αυτοκατανάλωση», Sub.2 «Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων του δημόσιου τομέα και του ιδιωτικού τομέα (μη οικιστικά κτίρια)».

Η συνολική διάρκεια εφαρμογής του Προγράμματος είναι η περίοδος Ιανουάριος- Δεκέμβριος 2025. Η ημερομηνία έναρξης υποβολής Αιτήσεων χρηματοδότησης από δυνητικούς ωφελούμενους είναι η 8η Ιανουαρίου 2025 και η υποβολή των αιτήσεων γίνεται έως τις 28.02.2025.

Δικαιούχοι του Προγράμματος είναι οι ΟΤΑ α' βαθμού για παρεμβάσεις Νηπιαγωγεία και Δημοτικά Σχολεία που στεγάζονται σε ιδιόκτητα ή μισθωμένα κτίρια τα οποία έχουν κατασκευαστεί προ του 2000 και δεν έχουν έκτοτε αναβαθμιστεί ενεργειακά.

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των προτεινόμενων κτιρίων αφορά σε επεμβάσεις στο κέλυφος των κτιρίων και στα τεχνικά συστήματα αυτών, ως ακολούθως: α) θερμομόνωση αδιαφανών στοιχείων και υγρομόνωση οροφών, β) αντικατάσταση διαφανών στοιχείων (κουφώματα, υαλώσεις), γ) εγκατάσταση αντλιών θερμότητας καθώς και τα συνοδά έργα που αφορούν τυχόν αναβάθμιση του ηλεκτρικού πίνακα και της ηλεκτρικής εγκατάστασης του κτιρίου, σώματα, κλπ.

Επιπλέον, επιλέξιμες είναι οι δαπάνες για συμβουλευτικές και μελετητικές υπηρεσίες. Πιο συγκεκριμένα, οι επιλέξιμες δαπάνες αφορούν σε ενέργειες για την προετοιμασία και την υποβολή του φακέλου Πρότασης, ενέργειες για την πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων μετά την ολοκλήρωση των παρεμβάσεων, καθώς και για τις Συμβουλευτικές Υπηρεσίες. Οι ανωτέρω δαπάνες δύναται να ανέλθουν έως του ποσοστού 5% του επιλέξιμου προϋπολογισμού.

Ποσό ενίσχυσης: ως ανώτατος επιλέξιμος Προϋπολογισμός κάθε υποβαλλόμενης Αίτησης Ένταξης ορίζεται 80.000,00 ευρώ (€) για τα Νηπιαγωγεία, συμπεριλαμβανομένου του αναλογούντος ΦΠΑ και 300.000,00 ευρώ (€) για τα Δημοτικά, συμπεριλαμβανομένου του αναλογούντος ΦΠΑ.

Κάθε Αίτηση Ένταξης περιλαμβάνει ένα κτίριο ενώ χρειάζεται και σχετική απόφαση του αρμόδιου οργάνου του υποψήφιου Δικαιούχου για την Αίτηση Ένταξης στο Πρόγραμμα «Αθηνά», με την οποία επιπλέον θα αποδέχεται τους όρους της παρούσας Πρόσκλησης.

Στο πλαίσιο της ως άνω πρόσκλησης, ο Δήμος Πύργου προτίθεται να υποβάλλει αιτήσεις χρηματοδότησης στο πρόγραμμα Αθηνά, για ενεργειακή αναβάθμιση των Δημοτικών Σχολείων Βουνάργου και Καρατούλα **συνολικού προϋπολογισμού 596.255.63€**, (συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ) [Δ.Σ. Βουνάργου: 351.775,67€ και Δ.Σ. Καρατούλα : 244.479,96€]

Και Έχοντας υπόψη:

1. Τις διατάξεις του ν.3852/2010 (ΦΕΚ Α' 87) «Νέα Αρχιτεκτονική της Αυτοδιοίκησης και της Αποκεντρωμένης Διοίκησης – Πρόγραμμα Καλλικράτης» (ΦΕΚ 87/Α/7-6-2010)
2. Τις διατάξεις του ν.3463/2006 (ΦΕΚ Α' 114) «Κώδικας Δήμων και Κοινοτήτων»,
3. Τις διατάξεις του ν.4412/2016 (ΦΕΚ Α' 147/2016) περί Δημοσίων συμβάσεων Έργων προμηθειών και Υπηρεσιών (προσαρμογή στις οδηγίες 2014/24/ΕΕ & 2014/25/ΕΕ), όπως ισχύει
4. Τις διατάξεις του ν.4555/2018 (ΦΕΚ 133/τ.Α 2018) «Μεταρρύθμιση του θεσμικού πλαισίου της Τοπικής Αυτοδιοίκησης Εμβάθυνση της Δημοκρατίας Ενίσχυση της Συμμετοχής Βελτίωση της οικονομικής και αναπτυξιακής λειτουργίας των Ο.Τ.Α. [Πρόγραμμα «ΚΛΕΙΣΘΕΝΗΣ Ι»] » όπως ισχύει
5. Τις διατάξεις της παρ.2 του αρθ.17 του ν.4674/2020 ΦΕΚ 4674/2020) με τις οποίες τροποποιείται το η παρ. 1 του αρθ.72 του ν.3852 αναφορικά με την ρύθμιση των αρμοδιοτήτων της οικονομικής επιτροπής , η οποία αποφασίζει εφεξής για την υποβολή προτάσεων χρηματοδότησης ή επιχορήγησης δράσεων, προγραμμάτων και αντίστοιχων έργων από εθνικούς πόρους ή/και πόρους της Ευρωπαϊκής Ένωσης ή/και οπουδήποτε αλλού
6. Τις διατάξεις της παρ.2 του Άρθρο 74^Α Αρμοδιότητες δημοτικής επιτροπής όπως προστέθηκε με το Άρθρο 9 του Νόμου 5056/2023 με ισχύ την 1/1/2024

Έχοντας υπόψη :

Την Βεβαίωση Δημάρχου Πύργου με αρ.πρωτ. :5991/2025 ότι : «σε περίπτωση που το ποσό χρηματοδότησης από το πρόγραμμα δεν επαρκεί για την εκτέλεση των έργων εξ' ολοκλήρου, η οικονομική διαφορά που θα προκύψει θα καλυφθεί από ίδιους πόρους.

Εισηγούμαστε να λάβει Απόφαση η Δημοτική Επιτροπή για την:

1. Αποδοχή των όρων συμμετοχής στην υπ' αρ. ΥΠΕΝ/ΔΕΠΕΑ/140569/2337 πρόσκληση του προγράμματος «Αθηνά» του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) με χρηματοδότηση του

Ταμείου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας REPOWER EU ΑΞΟΝΑΣ 5.2 Επενδύσεις στο πλαίσιο του REPowerEU Δράση 16994: Ενεργειακή απόδοση και προώθηση των ΑΠΕ για αυτοκατανάλωση.

2. Έγκριση των με αρ. 11/2025 και 12/2025 Μελετών της Δ/σης Τεχν. Υπηρ. &Περ.
3. Έγκριση υποβολής αιτήσεων ένταξης στο πρόγραμμα «Αθηνά» του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) για ενεργειακή αναβάθμιση των Δημοτικών Σχολείων Βουνάργου και Καράτουλα συνολικού προϋπολογισμού **596.255.63€**, (συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ) [Δ.Σ. Βουνάργου: 351.775,67€ και Δ.Σ. Καράτουλα : 244.479,96€]
4. Βεβαίωση ότι σε περίπτωση που το ποσό χρηματοδότησης από το πρόγραμμα δεν επαρκεί για την εκτέλεση των έργων εξ' ολοκλήρου, η οικονομική διαφορά που θα προκύψει θα καλυφθεί από ίδιους πόρους.
5. Εξουσιοδότηση του Δημάρχου ως χρήστη για να προβεί, εκ μέρους του Δήμου, στις απαραίτητες ενέργειες για την υποβολή αιτήσεων ένταξης των δημοτικών κτιρίων στο πρόγραμμα χρηματοδότησης για την ενεργειακή αναβάθμιση νηπιαγωγείων και δημοτικών σχολείων «ΑΘΗΝΑ».
6. Εξουσιοδότηση του Δημάρχου, να υπογράψει τις αιτήσεις χρηματοδότησης και όλα τα απαραίτητα έγγραφα και Υπεύθυνες Δηλώσεις για την υποβολή των προτάσεων στο πρόγραμμα «Αθηνά».

=====

Κατόπιν ο Πρόεδρος της Δημοτικής Επιτροπής, κάλεσε τα μέλη να αποφασίσουν σχετικά.

[Μέλη της Επιτροπής: «Συμφωνούμε και εγκρίνουμε»].

Η Δημοτική Επιτροπή λαμβάνοντας υπόψη

- τις διατάξεις του Ν.3852/2010 (ΦΕΚ 87/2010/Α') όπως τροποποιήθηκε και ισχύει σήμερα
- τις διατάξεις του άρθρου 9 του Ν.5056/2023 (ΦΕΚ Α 163/6.10.2023)
- τις διατάξεις του Ν.4412/2016 (ΦΕΚ Α' 147/2016)
- τις διατάξεις του Ν.4555/2018 (ΦΕΚ 133/τ.Α 2018)
- την υπ' αρ πρόσκληση που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 6979/Β/19.12.2024
- το υπ' αρ. 5992/25-02-2025 έγγραφο της Δ/σης Τ.Υ. & Π.
- την υπ αρ.11/2025 μελέτη της Δ/σης Τ.Υ.& Π. με τίτλο: «Ενεργειακή Αναβάθμιση Δημοτικού Σχολείου Βουνάργου», συνολικού προϋπολογισμού 351.775,67€
- την υπ αρ. 12/2025 μελέτη της Δ/σης Τ.Υ.& Π. με τίτλο: «Ενεργειακή Αναβάθμιση Δημοτικού Σχολείου Καράτουλα», συνολικού προϋπολογισμού 244.479,96€
- την υπ' αρ. 5991/25-02-2025 βεβαίωση του Δημάρχου Πύργου
- την εισήγηση του Προέδρου της Δημοτικής Επιτροπής και μετά από διαλογική συζήτηση

Ομόφωνα Αποφασίζει

Α. Εγκρίνει τους όρους της υπ' αρ. υπ' αρ. ΥΠΕΝ/ΔΕΠΕΑ/140569/2337 πρόσκλησης του προγράμματος «Αθηνά» του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) με χρηματοδότηση του Ταμείου Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας REPOWER EU ΑΞΟΝΑΣ 5.2 Επενδύσεις στο πλαίσιο του

REPowerEU Δράση 16994: Ενεργειακή απόδοση και προώθηση των ΑΠΕ για αυτοκατανάλωση.

Β. Εγκρίνει την υπ'αρ. 11/2025 μελέτη με τίτλο: «Ενεργειακή Αναβάθμιση Δημοτικού Σχολείου Βουνάργου», της Δ/νσης Τ.Υ. & Π. , προϋπολογισμού 351.775,67€ συμπ/νου ΦΠΑ 24%.

*[Οι τεχνικές προδιαγραφές, και ο ενδεικτικός προϋπολογισμός
επισυνάπτονται στο παράρτημα Ι της παρούσας
ως αναπόσπαστο μέλος αυτής]*

Γ. Εγκρίνει την υπ'αρ. 12/2025 μελέτη με τίτλο: «Ενεργειακή Αναβάθμιση Δημοτικού Σχολείου Καράτουλα», της Δ/νσης Τ.Υ. & Π. , προϋπολογισμού 244.479,96€ συμπ/νου ΦΠΑ 24%.

*[Οι τεχνικές προδιαγραφές, και ο ενδεικτικός προϋπολογισμός
επισυνάπτονται στο παράρτημα ΙΙ της παρούσας
ως αναπόσπαστο μέλος αυτής]*

Δ. Εγκρίνει την υποβολή αιτήσεων ένταξης στο πρόγραμμα «Αθηνά» του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) για ενεργειακή αναβάθμιση των Δημοτικών Σχολείων Βουνάργου και Καράτουλα συνολικού προϋπολογισμού 596.255.63€ (συμπεριλαμβανομένου ΦΠΑ) [Δ.Σ. Βουνάργου: 351.775,67€ και Δ.Σ. Καράτουλα: 244.479,96€], σύμφωνα με το υπ'αρ. 5992/25-02-2025 έγγραφο της Δ/νσης Τ.Υ. & Π.

Ε. Βεβαιώνει ότι σε περίπτωση που το ποσό χρηματοδότησης από το πρόγραμμα δεν επαρκεί για την εκτέλεση των έργων εξ' ολοκλήρου, η οικονομική διαφορά που θα προκύψει θα καλυφθεί από ίδιους πόρους.

ΣΤ. Εξουσιοδοτεί τον Δήμαρχο Πύργου, ως χρήστη για να προβεί, εκ μέρους του Δήμου, στις απαραίτητες ενέργειες για την υποβολή αιτήσεων ένταξης των δημοτικών κτιρίων στο πρόγραμμα χρηματοδότησης για την ενεργειακή αναβάθμιση νηπιαγωγείων και δημοτικών σχολείων «ΑΘΗΝΑ».

Ζ. Εξουσιοδοτεί τον Δήμαρχο Πύργου να υπογράψει τις αιτήσεις χρηματοδότησης και όλα τα απαραίτητα έγγραφα και Υπεύθυνες Δηλώσεις για την υποβολή των προτάσεων στο πρόγραμμα «Αθηνά».

Κατά της παραπάνω απόφασης, χωρεί άσκηση αίτησης θεραπείας σύμφωνα με τις διατάξεις της παρ. 3 του άρθρου 227 του ν.3852/2010. Επιπλέον, κατά της παραπάνω απόφασης χωρεί και άσκηση ειδικής διοικητικής προσφυγής για λόγους νομιμότητας σύμφωνα με το άρθρο 227 του ν.

3852/2010, όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 118 του ν. 4555/2018 (Α' 133) μέσα σε προθεσμία δεκαπέντε (15) ημερών από την κοινοποίησή της ή αφότου έλαβε πλήρη γνώση αυτής.

Η παρούσα απόφαση έλαβε αύξοντα αριθμό 114/2025.

Για το σκοπό αυτό συντάχθηκε το παρόν πρακτικό και υπογράφεται ως ακολούθως:

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ Δ.Ε.

ΤΑ ΜΕΛΗ

**ΑΚΡΙΒΕΣ ΑΠΟΣΠΑΣΜΑ
Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

**ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ ΚΑΝΝΗΣ
ΔΗΜΑΡΧΟΣ**

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΔΗΜΟΣ ΠΥΡΓΟΥ

Έργο: Ενεργειακή Αναβάθμιση

Δημοτικού Σχολείου Βούναργου



ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2025

Περιεχόμενα

1.	ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	4
1.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	4
1.2	Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	4
1.3	ΣΚΟΠΟΣ	4
2.	ΠΡΟΤΥΠΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	5
2.1	ΓΕΝΙΚΑ	5
2.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ	7
3.	ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ	8
3.1	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ	8
3.1.1	ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	8
3.1.2	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ-ΧΡΟΝΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	10
3.1.3	ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	11
3.1.4	ΘΕΡΜΑΝΣΗ.....	13
3.1.5	ΨΥΞΗ 20	
3.1.6	Φωτισμός.....	20
3.2	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕΓΕΘΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	25
3.2.1	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	26
3.2.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	27
4.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	28
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	28
4.2	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ	29
4.2.1	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΝΕΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ.....	30
4.2.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ.....	32

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

4.3	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ	32
4.3.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΤΟΙΧΩΝ	32
4.3.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ.....	34
4.4	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΩΣΗΣ ΟΡΟΦΗΣ.....	35
4.4.1	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΟΡΟΦΗΣ	36
4.4.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ.....	39
4.5	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	40
4.5.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	40
4.5.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ.....	43
4.6	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ.....	44
4.6.1	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ.....	45
5.	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ	47
5.1	ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ.....	48
5.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ-ΟΦΕΛΟΥΣ.....	50

1. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το σχολείο βρίσκεται εντός του οικισμού Βούναργο της Δ.Ε. Ιαρδάνου του Δήμου Πύργου. Έχει επιφάνεια 556,77m² και ωφέλιμη επιφάνεια 548,329 m². Για την θέρμανση των χώρων χρησιμοποιείται χαλύβδινος λέβητας ισχύος 100.000 Kcal/h. Για τον κλιματισμό χρησιμοποιούνται κλιματιστικές μονάδες διαιρούμενου τύπου στους χώρους των γραφείων συνολικής ισχύος 11,12 kWc. Ο φωτισμός των χώρων γίνεται κυρίως με φωτιστικά σώματα φθορισμού.

1.2 Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Ο κύριος Η/Μ εξοπλισμός περιλαμβάνει:

- ❖ Λέβητα
- ❖ Κλιματιστικές συσκευές διαιρούμενου τύπου
- ❖ Φωτιστικά σώματα

1.3 ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της προμελέτης είναι η απόκτηση επαρκούς γνώσης όσον αφορά στο υφιστάμενο σύνολο των χαρακτηριστικών ενεργειακής κατανάλωσης των εγκαταστάσεων του κτιρίου και η εξασφάλιση εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας που απαιτείται για τις ανάγκες των τεχνικών συστημάτων που εξυπηρετούν το κτήριο κατά τουλάχιστον 30% ετησίως, καθώς και μείωση των εκπομπών CO₂ κατά τουλάχιστον 30%.

2. ΠΡΟΤΥΠΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Με βάση τα στοιχεία που συλλέγονται για το κτίριο τόσο κατά την αρχική φάση της αποτύπωσης της υφιστάμενης κατάστασης όσο και κατά την αναλυτική ενεργειακή επιθεώρηση, έγινε υπολογισμός της ζήτησης ενέργειας στους τομείς θέρμανση, ψύξη, φωτισμός, μηχανικός αερισμός και ζεστό νερό χρήσης. Για τους υπολογισμούς των ενεργειακών παραμέτρων του κτιρίου στους παραπάνω τομείς χρησιμοποιείται το λογισμικό TEE - KENAK Έκδοση 1.31.1.9 - Engine 1.7.6.19 , βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και των αντίστοιχων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και 20701- 4/2017.

Στο λογισμικό συμπεριλαμβάνονται Ευρωπαϊκά και Διεθνή πρότυπα τα οποία βρίσκονται σε αντιστοιχία με τα οριζόμενα στο Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων – KENAK. Πιο συγκεκριμένα, έχουν χρησιμοποιηθεί τα παρακάτω πρότυπα:

- ISO/DIS 13790 – CEN/TC 89 WI-14. “Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling” (17-03-2005).
- ISO/DIS 13789 – CEN WI-23 part 2. “Thermal performance of buildings – Transmission and ventilation heat transfer coefficients – Calculation method” (December 2004).
- CEN/TC 228 WI-2. “Heating systems in buildings – Energy performance of buildings – Overall energy use, primary energy and CO2 emissions” (May 2005).
- CEN Draft prEN 15193-1 – CEN WI-13. “Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting – Part 1: Lighting energy estimation” (March 2005).
- CEN/TC 228 WI-9. “Heating systems in buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 2.2.4: Space heating generation systems, the performance and quality of CHP electricity and heat” (December 2004).
- CEN/TC 228 WI-11. “Heating systems in buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 3.1 Domestic hot water systems, characterisation of needs (tapping requirements)” (May 2005).
- EPA-ED project. “EPA-ED Formulas – Calculation scheme” (September 2004).
- EPA-ED project. “EPA-ED Calculation engine software – Data structure” (September 2004).
- EPA-ED project. “Recommendations on EPA-ED method & tool” (September 2004).
- EPA-U software. “Energieprestatie van utiliteitsgebouwen – Formulestructuur (inclusief winkels)” (November 2004). In Dutch (English title: “Energy performance of non-residential

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

buildings – Formula structure (including retail buildings)”). Soethout L. Scholten, J.E. & Elkhuisen B. Functional specification of the EPA-NR software- WP2b. Final version, March 2007. TNO. Delft, The Netherlands.

Η παρούσα ενεργειακή επιθεώρηση διενεργήθηκε με βάση το «Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» (KENAK), όπως αυτός συμπληρώθηκε και τροποποιήθηκε με τον ισχύοντα ΚΕΝΑΚ (Αριθ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/ 30-06-17, ΦΕΚ 2367/Β/12-07-17) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Το κέλυφος και οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις αποτυπώθηκαν στο λογισμικό 4M KENAK σε τρισδιάστατη απεικόνιση για την εισαγωγή δεδομένων και την παραγωγή των αποτελεσμάτων.



ΕΙΚΟΝΑ 1 ΑΠΕΙΚΟΝΗΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

Ειδικότερα, η διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης βασίσθηκε στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

- 20701-1/2017: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» - Α΄ Έκδοση (Νοέμβριος 2017),
- 20701-2/2017: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων» - Α΄ Έκδοση (Νοέμβριος 2017),

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

- 20701-3/2014: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων» - Γ' Έκδοση (Νοέμβριος 2014),
- 20701-4/2017: «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού» - Α' Έκδοση (Νοέμβριος 2017).

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου εφαρμόζεται η μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790, και των υπολοίπων προτύπων όπως προσδιορίζεται από τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). Στις επόμενες παραγράφους αναλύεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε βάσει των παραπάνω προτύπων για τον υπολογισμό της ζήτησης και κατανάλωσης ενέργειας στο κτίριο στους τομείς της θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού και ζεστού νερού χρήσης. Επιπλέον, περιγράφεται η μεθοδολογία για τον υπολογισμό των αναγκών αερισμού του κτιρίου καθώς και οι απαιτήσεις θερμικής άνεσης των χρηστών.

2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

Αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου, εκτιμάται η ζήτηση του κτιρίου σε ενέργεια (ηλεκτρική, θερμική) για φωτισμό, θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ζεστό νερό χρήσης, ηλεκτρικά φορτία, εκτιμώνται οι αντίστοιχες καταναλώσεις σε ηλεκτρική ενέργεια και καύσιμο και δίνονται τα αντίστοιχα διαγράμματα και πίνακες της υφιστάμενης/ παρούσας κατάστασης της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου.

Προτείνονται παρεμβάσεις και εκτιμώνται οι αντίστοιχες τιμές εξοικονόμησης και απόσβεσης. Ο υπολογισμός των χρόνων απόσβεσης γίνεται από το υπολογιστικό πρόγραμμα με βάση την εξοικονόμηση που έχει η κάθε παρέμβαση στην καταναλισκόμενη ενέργεια.

Κάθε παρέμβαση εξετάζεται ξεχωριστά και δίνονται οι αντίστοιχες τιμές εξοικονόμησης, μείωσης των εκπομπών CO₂ και χρόνου απόσβεσης.

Ο χρόνος απόσβεσης μιας παρέμβασης εκτιμάται με βάση το εκτιμώμενο κόστος προς την υπολογιζόμενη εξοικονόμηση ενέργειας ανοιγμένη σε χρηματικό ποσό.

Η εκτίμηση της εξοικονόμησης γίνεται με βάση το καύσιμο που χρησιμοποιείται και την θερμογόνο τιμή του.

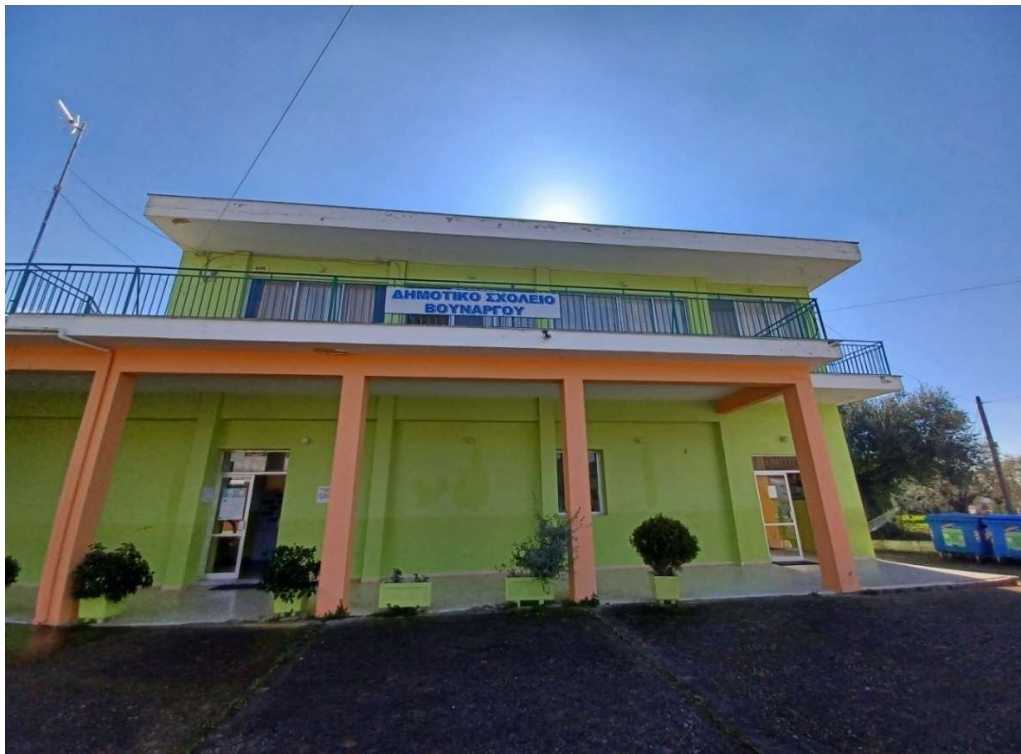
3. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ

3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφεται η υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου ως ανάλυση των επιμέρους χαρακτηριστικών και συστημάτων του.

3.1.1 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το σχολείο είναι ορθογώνιο κτίριο. Η οργάνωση του κτιρίου τόσο σε τυπολογικό όσο και σε μορφολογικό επίπεδο είναι συμμετρική. Το κτίριο αποτελείται από ισόγειο και έναν όροφο. Η πρόσβαση στον όροφο γίνεται μέσω κλιμακοστασίου. Το Ισόγειο κατασκευάστηκε προ του 1955 ενώ στη συνέχεια προστέθηκε το κλιμακοστάσιο και ο όροφος το 1979.



ΕΙΚΟΝΑ 2 ΠΡΟΣΟΨΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου είναι 556,77m², και αναπτύσσεται όπως αναφέρθηκε παραπάνω σε δύο στάθμες. Στο σχολείο φιλοξενούνται κυρίως χώροι εκπαίδευσης, κάποια γραφεία και κάποιοι χώροι ηλεκρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Η παραπάνω επιφάνεια αφορά μόνο το κτίριο του σχολείου και δεν περιλαμβάνει τα υπόλοιπα κτίρια που βρίσκονται εντός του οικοπέδου.

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-4/2017 παρ. 3.2 σελ. 23 :

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την κατανάλωση στο υπόλοιπο κτήριο, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες.

Τμήματα του κτηρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Για τις ανάγκες της ενεργειακής αποτύπωσης το λεβητοστάσιο θεωρείται μη θερμαινόμενος χώρος.

- Χώροι εκπαίδευσης και γραφείων: $548,329 \text{ m}^2$ Όγκος : $1.972,77 \text{ m}^3$
- Χώροι Η/Μ: $8,38 \text{ m}^2$ Όγκος : $20,95 \text{ m}^3$

Το κτίριο όπως διακρίνεται και στην δορυφορική εικόνα, βρίσκεται σε οικοπέδο που είναι ελεύθερο στο Νότο και την Ανατολή ενώ στην Βόρεια και Δυτική πλευρά του συνορεύει με την επαρχιακή οδό Λαστείων-Ξυλοκέρας.



ΕΙΚΟΝΑ 3 ΠΑΝΟΡΑΜΙΚΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

3.1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ-ΧΡΟΝΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Κατά την διαδικασία του ελέγχου καταγράφηκαν και εκτιμήθηκαν οι χρόνοι και περίοδοι λειτουργίας των διαφόρων συστημάτων και δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας Σχολείου	
Ώρες λειτουργίας	8
Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	5
Μήνες λειτουργίας	9
Περίοδος θέρμανσης	1/11 έως 15/4
Περίοδος ψύξης	15/5 έως 15/9
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	35
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m ³ /h/m ²)	11.00
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	300
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς (W/m ²)	9,6
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m ³ /(m ² .έτος)]	0.00
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	60
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	16.4
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της	40
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.18
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	2
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,25

3.1.3 ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Δομικά – τοιχοποιία

Η κατασκευή του κελύφους αποτελείται από λιθοδομή στο ισόγειο πάχους 65 εκατοστών και δρομική οπτοπλινθοδομή στον όροφο και το κλιμακοστάσιο πάχους 30 εκατοστών χωρίς θερμομονωτική προστασία καθώς ο χρόνος κατασκευής προσδιορίζεται πριν το 1980 που είναι και το όριο εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων.

Στην τελευταία στάθμη υπάρχει πλάκα σκυροδέματος. Λόγω κάποιων διαρροών σε διάφορα σημεία της οροφής θεωρείται ότι η θερμομονωτική προστασία που μπορεί να προσφέρει στο κτίριο είναι περιορισμένη.

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης οι συντελεστές θερμοπερατότητας (U value) που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς για τα δομικά στοιχεία του κτιρίου σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017 (πιν.3.6) είναι:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (λιθοδομή ισογείου)	3,85 W/m ² κ
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οπτοπλινθοδομή ορόφου)	2.20 W/m ² κ
Δώμα	3.05 W/m ² κ
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	3,10 W/m ² κ

Ανοίγματα

Ένα σημαντικό ποσοστό του κελύφους του κτιρίου καλύπτεται από ανοίγματα, τα οποία αποτελούνται από μεταλλικό πλαίσιο με σταθερούς ή κινητούς φεγγίτες και μονούς υαλοπίνακες μέτριας αεροστεγανότητας στο μεγαλύτερο μέρος. Κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης διαπιστώθηκε ότι η κατάσταση των κουφωμάτων είναι μέτρια με σχετικά προβλήματα στεγάνωσης, στην οποία οφείλονται εν μέρη και οι σημαντικές θερμικές απώλειες λόγω αερισμού στο κτίριο. Δεν υπάρχει ποικιλία στο σχήμα και τις διαστάσεις των κουφωμάτων ανά στάθμη όπως φαίνεται και στη φωτογραφία παρακάτω.



ΕΙΚΟΝΑ 4 ΤΥΠΙΚΟ ΚΟΥΦΩΜΑ

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου οι συντελεστές θερμοπερατότητας (U value) που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς για ανοίγματα σύμφωνα με την TOTEE 20701- 1-2017 (πιν.3.13α) είναι:

Μεταλλικό πλαίσιο ποσοστό 30% χωρίς θερμοδιακοπή μονός υαλοπίνακας : $6.1 \text{ W/m}^2\text{oK}$

- ❖ Για τον συγκεκριμένο συνδυασμό πλαισίου – υαλοπίνακα, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας ισούται με $\Psi=0,02 \text{ W/mK}$ TOTEE 20701-1-2017 (πιν.3.10).
- ❖ Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους του μονού υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση είναι $g=0,85$ και ο μέσος συντελεστής ηλιακού κέρδους του υαλοπίνακα είναι $gg_l=0,90 \times 0,85=0,77$.
- ❖ Η διείσδυση του αέρα από χαραμάδες λαμβάνεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.24) και είναι ίση με $8,7 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ για τα παράθυρα και 5,3 τις πόρτες με διπλό υαλοπίνακα επομένως η συνολική διείσδυση αέρα από κουφώματα υπολογίζεται ανά στάθμη στον παρακάτω πίνακα.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΘΕΛΗΤΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ

ΣΤΑΘΜΗ	ΕΜΒΑΔΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ m ²	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ m ² /h
ΙΣΟΓΕΙΟ	55,01	374,07
ΟΡΟΦΟΣ	55,01	374,07

3.1.4 ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Παραγωγή

Για την παραγωγή ζεστού νερού θέρμανσης χρησιμοποιείται ένας λέβητας ισχύος 100.000 kcal/h ή 116,28 kWatt



ΕΙΚΟΝΑ 5 ΛΕΒΗΤΑΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

Ο βαθμός απόδοσης της καύσης λήφθηκε από τα φύλλα συντήρησης μετρημένος, σύμφωνα με την Κ.Υ.Α.189533/07-11-2011 «Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού» (ΦΕΚ Β' 2654), όπως αναγράφονται στα φύλλα συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης και δόθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία του Διοικητηρίου.

Επειδή δεν βρέθηκε η μελέτη εφαρμογής της θέρμανσης, η υπολογιζόμενη θερμική ισχύς P_{gen} προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$$P_{gen} = \left(A \cdot U_m \cdot 1,5 + \frac{\dot{V}}{3} \right) \cdot \Delta T$$

όπου:

P_{gen} [W]	η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτιρίου,
A [m ²]	η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (τοιχοί, οροφές, πυλωτή, ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα ή/και σε επαφή με όμορα κτήρια ή/και σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή/και σε επαφή με το έδαφος, όπως λαμβάνεται υπόψη κατά τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου.
U_m , [W/(m ² K)]	ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A . Ανάλογα με την ηλικία του κτιρίου ο U_m λαμβάνει τις τιμές: • 3,5 W/(m²K) ή όπως υπολογίζεται από τον επιθεωρητή, για κτίρια πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (οικοδομικές άδειες πριν από το 1980), • 1,55 W/(m²K) για την Α κλιματική ζώνη, • 1,20 W/(m²K) για τη Β κλιματική ζώνη και • 0,95 W/(m²K) για τη Γ κλιματική ζώνη, για κτίρια μετά την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (έγκριση οικοδομικής άδειας μετά το 1980), καθώς και για κτίρια πριν από την ισχύ του κανονισμού, τα οποία πιστοποιημένα έχουν εφαρμόσει θερμομόνωση σε όλο το κτιριακό κέλυφος. • Σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης (μελέτη ενεργειακής απόδοσης) για κτίρια μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.
ΔT [°C] ή [K]	η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος: • 18°C για την Α κλιματική ζώνη, • 20°C για τη Β κλιματική ζώνη, • 23°C για τη Γ και κλιματική ζώνη και • 28°C για τη Δ κλιματική ζώνη. Αυτές οι θερμοκρασιακές διαφορές εκτιμήθηκαν βάσει των ελάχιστων θερμοκρασιών αέρα που παρατηρούνται στις αντίστοιχες κλιματικές ζώνες.
1,5	συντελεστής που περιλαμβάνει τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής κ.τ.λ.
$\dot{V}$	η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στον θερμαινόμενο χώρο σε (m ³ /h) και υπολογίζεται βάσει του Πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

Για το συγκεκριμένο κτίριο έχουμε :

A=	548,39	m ²
Um=	3.5	W/mK
V=	6.031,63	m ³ /h
ΔT=	20	°C

Εφαρμόζοντας τον παραπάνω τύπο προκύπτει:

$$P_{gen}=97,78 \text{ kWatt}$$

Επομένως η συνολική ισχύς για τον έλεγχο είναι 116,28 Watt η οποία είναι 18,9% περίπου μεγαλύτερη σε σχέση με την υπολογιζόμενη από τον κανονισμό ισχύ.

Η μονάδα δεν έχει ενεργειακή σήμανση οπότε αν η_{gm} είναι ο πραγματικός βαθμός απόδοσης της μονάδας λέβητα-καυστήρα όπως μετρήθηκε στο πλήρες φορτίο κατά την ανάλυση καυσαερίων στα υφιστάμενα συστήματα, τότε ο εποχιακός βαθμός απόδοσης της μονάδας $\eta_{sK\Theta}$ δίδεται από τον τύπο:

$$\eta_{sK\Theta} = \eta_{gm} \cdot \eta_{g0}$$

όπου η_{g0} είναι ο συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό βαθμό απόδοσης και δίδεται από τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.2γ Συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό βαθμό απόδοσης (η_{g0})

	Συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό β.α. η_{g0}			
Ονομαστική ισχύς (kW)	≤25	>25 & ≤100	>100 & ≤400	>400
Λέβητας χωρίς στοιχεία (*)	0,82	0,84	0,87	0,90
Συνήθης λέβητας (*)	0,85	0,88	0,91	0,92
Λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών	0,91	0,935	0,965	0,965
Λέβητας συμπύκνωσης	0,95	0,96	0,977	0,977

Στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση, χρησιμοποιείται ο βαθμός απόδοσης (η_{gen}), που προκύπτει από τον εποχιακό βαθμό απόδοσης της μονάδας λέβητα - καυστήρα ($\eta_{sK\Theta}$), μειωμένος κατά τον συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης (η_{g1}) και τον συντελεστή μόνωσης (η_{g2}) οι οποίοι δίδονται στους πίνακες 4.3. και 4.4 και τη σχέση :

$$n_{g2} = a \cdot Y + b$$

Έτσι, ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης (n_{gen}) προκύπτει:

$$n_{gen} = n_{s\kappa\theta} \cdot n_{g1} \cdot n_{g2}$$

Όπου:

- ❖ **Y:** η υπερδιαστασιολόγηση η οποία λαμβάνει την τιμή 1 για λέβητα χωρίς υπερδιαστασιολόγηση, 1,5 για λέβητα με υπερδιαστασιολόγηση 50% κ.ο.κ.
- ❖ **a, b:** συντελεστές οι οποίοι υπολογίζονται από τον πίνακα 4.4

Πίνακας 4.3. Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} μονάδας λέβητα - καυστήρα.

Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης (P_m / P_{gen})	Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης					
	100%	125%	150%	200%	400%	500%
Λέβητας βιομάζας (χωρίς στοιχεία)	1	0,97	0,94	0,90	0,76	0,70
Συνήθης λέβητας	1	0,97	0,94	0,91	0,77	0,72
Λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών	1	0,985	0,97	0,94	0,84	0,80
Λέβητας συμπύκνωσης	1	0,988	0,975	0,95	0,85	0,82
Πιστοποιημένος Λέβητας βιομάζας (χειροκίνητης ή αυτόματης τροφοδοσίας)	1	0,975	0,955	0,91	0,78	0,74

Πίνακας 4.4. Συντελεστές υπολογισμού συντελεστή κατάστασης μόνωσης n_{g2} μονάδας λέβητα - καυστήρα.

Κατάσταση μόνωσης	Τύπος λέβητα	a	b
Καλή	Όλοι	0,0	1,0
Μέτρια	Χωρίς στοιχεία, συνήθης, βιομάζας	-0,0145	0,975
	Χαμηλών θερμοκρασιών	-0,017	0,99
	Συμπύκνωσης	-0,015	1,00
Κακή	Χωρίς στοιχεία, συνήθης, βιομάζας	-0,026	0,95
	Χαμηλών θερμοκρασιών	-0,027	0,99
	Συμπύκνωσης	-0,034	1,00

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

Για το συγκεκριμένο κτίριο οι παραπάνω συντελεστές διαμορφώνονται ως εξής :

nsKΘ=	0.835
ngm	0.97
ng0=	0.88
ng1=	0.97
ng2=	1
a=	0
b=	1
γ=	1

Επομένως ο συνολικός βαθμός απόδοσης που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου είναι :

$$n_{gen}=0.81$$

Δίκτυο διανομής

Το δίκτυο διανομής ζεστού νερού θέρμανσης ξεκινάει από το λεβητοστάσιο και μέσω συλλεκτών διανέμει με κατακόρυφες στήλες στα θερμαντικά σώματα του κτιρίου.

Ως προς τη μόνωση του δικτύου από την επιθεώρηση προκύπτει ότι δεν υπάρχουν αμόνωτες σωλήνωσης σε μη θερμαινόμενους χώρους. Η διανομή γίνεται με 1 κυκλοφορητή χωρίς αυτοματισμό ρύθμισης στροφών με αντιστάθμιση φορτίου, ενώ η συνολική ονομαστική ισχύς του είναι 0,335 kWatt .



ΕΙΚΟΝΑ 6 ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 το πάχος θερμομόνωσης καλύπτει τις απαιτήσεις του κανονισμού σχετικά με τα δίκτυα διανομής θερμού μέσου το οποίο είναι 13mm. Επομένως οι απώλειες του δικτύου είναι 2% σύμφωνα με τον πίνακα 4.11 και ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής υπολογίζεται 98%.

Πίνακας 4.11. Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς τη συνολική θερμική / ψυκτική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο.

Θερμική ή ψυκτική ισχύς δικτύου διανομής	Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς χώρους				Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους		
	Μόνωση ¹ κτηρίου αναφοράς	Μόνωση ² ίση με την ακτίνα σωλήνων	Ανεπαρκής μόνωση ³	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνων	Χωρίς ή με ανεπαρκή με ανεπαρκή μόνωση
[kW]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Δίκτυα διανομής θέρμανσης με υψηλές θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου (≥60°C)							
20 - 100	5,5	4,5	11,0	14,0	8,0	6,5	17,0
100 - 200	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7	15,5
200 - 300	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2	14,2
300 - 400	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7	13,1
> 400	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0	12,0

Θερμαντικά σώματα

Τα θερμαντικά σώματα είναι χαλύβδινα τύπου ΑΚΑΝ , παλαιότερης κατασκευής με μειωμένη κατά κανόνα εκπομπή. Στο σύνολό τους τα θερμαντικά σώματα είναι τοποθετημένα σε κατάλληλες θέσεις επιτρέποντας την φυσική μεταφορά του θερμού αέρα. Για τον υπολογισμό της απόδοσης των θερμαντικών μονάδων θέρμανσης, χρησιμοποιείται η σχέση 4.12 και ο πίνακας 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{hydr}}$$

Όπου:

❖ n_{em} : η απόδοση εκπομπής

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

- ❖ f_{rad} : παράγοντας αποτελεσματικότητας ακτινοβολίας f_{im} : παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας
- ❖ f_{hydr} : παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας

Για τις τερματικές μονάδες άμεσης απόδοσης:

Το εσωτερικό ύψος των χώρων του κτιρίου είναι $< 4,0 \text{ m}$, οπότε: $f_{rad} = 1,00$.

Υπάρχει υπάρχει δυνατότητα αυτόματης ρύθμισης σε επίπεδο τερματικής μονάδας, οπότε: $f_{im} = 0,97$

Πρόκειται για σύστημα υδραυλικά μη ισορροπημένο οπότε: $f_{hydr} = 1,03$.

Έτσι με απόδοση εκπομπής $\eta_{em} = 0,93$ για άμεσης απόδοσης τερματικές μονάδες σε εξωτερικό τοίχο, με θερμοκρασία μέσου $70-50^\circ\text{C}$, προκύπτει βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων: $\eta_{em,t} = 90,3\%$



ΕΙΚΟΝΑ 7 ΤΥΠΙΚΟ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

3.1.5 ΨΥΞΗ

Παραγωγή

Δεν υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα παραγωγής ψύξης στους χώρους του σχολείου παρά μόνο δύο κλιματιστικές μονάδες στους χώρους των γραφείων.

3.1.6 Φωτισμός

Ο φωτισμός εντός των χώρων του κτιρίου σε όλους τους ορόφους γίνεται στη συντριπτική πλειονότητα με φωτιστικά με 2Χ18W και 4Χ18W λαμπτήρων φθορισμού και 4 φωτιστικά στο WC πάλι με λαμπτήρες πυρακτώσεως αλογόνου.



ΕΙΚΟΝΑ 8 & 9 ΤΥΠΙΚΑ ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

Η κατάσταση των φωτιστικών κρίνεται μέτρια, ενώ κατά την επιθεώρηση, διαπιστώθηκε ότι τα εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα και λαμπτήρες, αποδίδουν στάθμη γενικού φωτισμού χαμηλότερη από τα καθοριζόμενα στον κανονισμό. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο αριθμός και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών σωμάτων εντός του κτιρίου.

Η εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού στο κτίριο ανέρχεται σε 11,81kW.

Για τις ανάγκες της επιθεώρησης και σύμφωνα με την τελευταία αναθεώρηση του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης καταγράφονται οι ζώνες τεχνητού φωτισμού που δημιουργούνται από την ομαδοποίηση των χώρων του κτιρίου ανάλογα με τις απαιτούμενες στάθμες του τεχνητού φωτισμού που καθορίζονται από το EN12464-1 ανάλογα τη χρήση των χώρων. Η κάθε ζώνη τεχνητού φωτισμού αντιστοιχεί σε καθορισμένο ποσοστό κάλυψης σε σχέση με το συνολικό εμβαδό της θερμικής ζώνης του κτιρίου. Στη συνέχεια θα συσχετίζονται τα ποσοστά κάλυψης με τα αντίστοιχα όρια της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού (W/m^2) ανά θερμική ζώνη με σκοπό τη δημιουργία ενός μέσου ορίου εγκατεστημένης ισχύς φωτισμού (W/m^2) που θα είναι μοναδικό για κάθε θερμική ζώνη και κτήριο και θα συσχετίζεται με τις ανάγκες φωτισμού των χώρων του.

Για την ανάλυση των δεδομένων φωτισμού το κτίριο λήφθηκε ως μία ζώνη τεχνητού φωτισμού σύμφωνα με τις απαιτήσεις σε ένταση φωτισμού. Η ζώνη τεχνητού φωτισμού έχει απαίτηση για στάθμη φωτισμού στα 300lx.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m ²]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	6,4	0,8
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Οικοτροφείο και κοιτώνας	300	9,6	0,8
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	250	8,0	0,8
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	100	3,2	0,5
Εστιατόριο	200	6,4	0,8
Ζαχαροπλασείο, καφενείο	250	8,0	0,8
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	3,2	0,8
Θέατρο, κινηματογράφος	100	3,2	0,8
Χώρος συναυλιών	100	3,2	0,8
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	200	6,4	0,8
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	500	16,0	0,8
Τράπεζα	500	16,0	0,8
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	300	9,6	0,8
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	300	9,6	0,5
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	200	6,4	0,5
Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	6,4	0,5
Νηπιαγωγείο	300	9,6	0,8
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	300	9,6	0,8

. Σ ε λ ί δ α | 22

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

Κατανομή ισχύος φωτισμού ανά ζώνη τεχνητού φωτισμού						
A/A	Απαιτούμενη ένταση	Επιφάνεια ζώνης τεχνητού		Ισχύς φωτισμού ανά ζώνη	Ανηγμένη	Πυκνότητα
-	lx	m ²	%	W	W/m ²	W/m ² /100l
1	1000	0,00	0,0	0	0,0	0,0
2	500	0,00	0,0	0	0,0	0,0
3	300	548,329	100	11.810	21,21	6,62
4	200	0,00	0,0	0	0,0	0,0
5	100	0,00	0,00%	0	0,0	0,0
	Σύνολα	548,329	100.00%	11,81	-	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΑΝΑ ΖΩΝΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η παρατήρηση ότι η γενική στάθμη φωτισμού στο κτίριο απέχει από όσα ορίζονται στον κανονισμό επιβεβαιώνεται και υπολογιστικά από την σύγκριση της στήλης «Πυκνότητα ισχύος

ανά 100lx» του προηγούμενου πίνακα, με τις τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανά 100lux του πίνακα 5.1α της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

Πίνακας 5.1α. Τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανά 100lux, για επιθεώρηση κτηρίων όταν ο υπό εξέταση χώρος είναι υποφωτισμένος.

Φωτιστικά με λαμπτήρες	Πυκνότητα ισχύος ανά 100 lx [W/m ² /100lx]
Απλός πυράκτωσης (έχει καταργηθεί)	27,0
Πυράκτωσης αλογόνου	16,6
Ατμών υδραργύρου (έχει καταργηθεί)	7,0
Ατμών νατρίου υψηλής πίεσης	4,2
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του ballast)	4,5
Γραμμικός φθορισμού T8 (halophosphate συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρομαγνητικού ballast)	4,2
Γραμμικός φθορισμού T8 (triphosphor συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,4
Γραμμικός φθορισμού T5 (συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,2
Ατμών μεταλλικών αλογονιδίων (συμπεριλαμβανομένου ηλεκτρομαγνητικού στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	5,2
Φωτοдиодοι (LED) με ενσωματωμένο driver	2,5

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

Για να διαπιστωθεί η απόκλιση της στάθμης φωτισμού από το πρότυπο EN 12464-1 θα εκπονηθούν φωτοτεχνικές μελέτες με κατάλληλο λογισμικό για να αποτυπωθούν και να υπολογιστούν οι συνθήκες φωτισμού στους χώρους του σχολείου.

Όπως γίνεται αντιληπτό οι αποκλίσεις από την απαιτούμενη στάθμη των 300lx είναι σημαντικά μεγαλύτερες του 30% επομένως η εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου θα πρέπει να υπολογισθεί σύμφωνα με τον κανονισμό ως εξής :

Σε περίπτωση που το υπό επιθεώρηση κτίριο διαθέτει φωτιστικά και λαμπτήρες που αποδίδουν χαμηλότερη στάθμη (lx) γενικού φωτισμού από τα καθορισμένα στον πίνακα 2.4. και εφόσον τα επίπεδα φωτισμού έχουν μεγαλύτερη διαφοροποίηση από το όριο προς τα κάτω κατά 30% (σύμφωνα με τη Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/17-6-2008 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα» - ΦΕΚ Β' 1122) τότε για τους υπολογισμούς, ως εγκατεστημένη ισχύς γενικού φωτισμού λαμβάνεται η υπολογιζόμενη ελάχιστη απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών της ίδιας τεχνολογίας με τη χρησιμοποιούμενη στο εξεταζόμενο κτήριο, που πληροί την ελάχιστη στάθμη (lx) γενικού φωτισμού.

Η ελάχιστη απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς (W/m^2) γενικού φωτισμού υπολογίζεται ανάλογα με τον τύπο λαμπτήρων και του εξοπλισμού λειτουργίας (τύπος ballast κλπ) που καταγράφονται στο υπό επιθεώρηση κτήριο, την ελάχιστη απαιτούμενη στάθμη φωτισμού (lx) ανάλογα με τη χρήση του χώρου (πίνακας 2.4.) και τις τυπικές τιμές του συντελεστή μετατροπής (πυκνότητα ισχύος ανά 100lx), για διάφορες τεχνολογίες φωτιστικών που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτήρια και δίνεται στον πίνακα 5.1α.

Εντός των χώρων του κτιρίου δεν υπάρχουν εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα ασφαλείας για την υπόδειξη των οδεύσεων και εξόδων διαφυγής τα οποία διαθέτουν λαμπτήρες φθορισμού.

Σε κανέναν χώρο δεν υπάρχει αισθητήρας μέτρησης της έντασης φυσικού φωτισμού που προκύπτει από την ηλιακή ακτινοβολία επομένως η περιοχή Φυσικού Φωτισμού (Περιοχή ΦΦ) λαμβάνεται ίση με 0%. Επιπλέον η αφή και σβέση των φωτιστικών σωμάτων γίνεται από τοπικούς μηχανικούς διακόπτες τους οποίους χειρίζεται το προσωπικό. Οι μηχανικοί διακόπτες επιτυγχάνουν λειτουργία αφής/σβέσης (On/Off) επομένως οι επιλογές αυτοματισμών ΦΦ (FD) και ανίχνευσης κίνησης (Fo) λαμβάνονται ως απολύτως χειροκίνητοι.

3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕΓΕΘΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m²), όπως :

- ❖ Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη.
- ❖ Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός), ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.).
- ❖ Ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με το Κ.Εν.Α.Κ και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	----
Τηλεθέρμανση από θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.	0,70	0,347
Τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε.	0,50	----

Η αυξημένη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά την τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο κτίριο, καθώς και την έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής πρωτογενούς ενέργειας.

Στα αποτελέσματα συγκρίνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις και η κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου στην υφιστάμενη κατάσταση με τις αντίστοιχες τιμές του κτιρίου αναφοράς. Το κτίριο αναφοράς σύμφωνα με την παράγραφο 3 του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. είναι : « Το κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο Κτίριο. Το Κτίριο αναφοράς

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη ΘΨΚ των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ΖΝΧ και το φωτισμό.» και αποτελεί το μέτρο σύγκρισης για την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

3.2.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση, ψύξη παρουσιάζονται στον πίνακα 10 που ακολουθεί:

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	3.1	1.9	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.8	8.6
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	0.0	0.0	5.6
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Η κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών με βάση τους βαθμούς απόδοσης του κάθε συστήματος παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα 11:

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	5.0	3.2	2.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.4	3.2	16.1
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	3.3
ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Φωτισμός	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	1.8	1.8	1.8	1.8	16.0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σύνολο	6.8	5.0	3.8	2.5	3.2	0.0	0.0	0.0	3.7	2.3	3.1	5.0	35.4

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Και αντίστοιχα οι καταναλώσεις ανά μορφή καυσίμου και οι εκπομπές CO₂ παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 12:

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
►	Ηλεκτρισμός	23.0	22.7
	Πετρέλαιο	12.4	3.3
	Φυσικό αέριο	0.0	0.0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
	Ηλιακή	0.0	0.0
	Βιομάζα	0.0	0.0
	Γεωθερμία	0.0	0.0
	Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
	Σύνολο	35.4	26.0

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂

3.2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό παρουσιάζονται στον πίνακα 13 που ακολουθεί:

	Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	9.3	7.6	5.6	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	7.8	35.3
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	6.3
	Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ

Η κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών με βάση τους βαθμούς απόδοσης του κάθε συστήματος παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα 14:

	Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	19.1	15.8	11.7	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	8.5	16.2	74.7
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	5.1
	ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	0.0	0.0	0.0	3.4	3.4	3.4	3.4	30.9
	Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	22.6	19.2	15.2	6.3	5.7	0.0	0.0	0.0	6.3	4.0	11.9	19.6	110.7

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ

Στον παρακάτω πίνακα 15 παρουσιάζεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου:

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
▶	Ηλεκτρισμός	40.1	39.7
	Πετρέλαιο	70.6	18.6
	Φυσικό αέριο	0.0	0.0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
	Ηλιακή	0.0	0.0
	Βιομάζα	0.0	0.0
	Γεωθερμία	0.0	0.0
	Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
	Σύνολο	110.7	58.3

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂

4. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με βάση την Ενεργειακή Επιθεώρηση που διενεργήθηκε στο κτίριο και το αντίστοιχο Π.Ε.Α. τα κτίρια στην παρούσα κατάσταση του κατατάχθηκε στην Κατηγορία Ζ.

Στόχος της προμελέτης είναι η υποβολή προτάσεων για τις αναγκαίες παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης, μέσω:

- ❖ της θερμομονωτικής επάρκειας με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία,
- ❖ της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας,

Από την διενέργεια “ex ante” Ενεργειακής Επιθεώρησης και την παρούσα προμελέτη ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου αποδεικνύεται ότι:

- ❖ Το κτίριο δεν πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. μιας και κατατάσσεται στην **κατηγορία Ζ**.
- ❖ Τα βασικά μέτρα παρεμβάσεων είναι η αναβάθμιση του κτιριακού περιβλήματος (με αντικατάσταση θερμομόνωσης δώματος, αντικατάσταση κουφωμάτων, επεμβάσεις στις Η/Μ εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού).

Με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου, γίνονται συστάσεις αναβάθμισης του κελύφους ή/και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

Οι προτάσεις αυτές κινούνται στους εξής άξονες:

- ❖ Θερμομονωτική προστασία των αδιαφανών επιφανειών του κτιριακού κελύφους.
- ❖ Βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των διαφανών επιφανειών του κτιριακού κελύφους.
- ❖ Επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις θέρμανσης – ψύξης και κλιματισμού του κτιρίου.
- ❖ Επεμβάσεις στο σύστημα του φωτισμού του κτιρίου.

Ο συνδυασμός των παραπάνω μέτρων που προτείνονται βασίζεται κυρίως:

- ❖ Στην ενεργειακή συνεισφορά του προτεινόμενου μέτρου,
- ❖ Τη δυνατότητα υλοποίησής τους,
- ❖ Την οικονομική απόσβεσή τους,

Από τις δυνατές επεμβάσεις:

- ❖ Η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των εξωτερικών κουφωμάτων και εξετάζεται η αντικατάστασή τους με νέα.
- ❖ Εξετάζεται η ενεργειακή βελτίωση και αναβάθμιση των Η/Μ συστημάτων θέρμανσης– ψύξης.
- ❖ Εξετάζεται η επέμβαση στον φωτισμό με αντικατάσταση των φωτιστικών με νέα με λαμπτήρες τεχνολογίας Led.
- ❖ Δεν εξετάζεται η ενσωμάτωση Σ.Η.Θ.Υ.Α. καθώς το μέγεθος και η λειτουργία του κτιρίου καθιστά την συγκεκριμένη παρέμβαση απαγορευτική από πλευράς κόστους και λειτουργίας.

Επίσης η συγκεκριμένη μελέτη απαιτεί πληθώρα στοιχείων ενεργειακών καταναλώσεων για τον βέλτιστο καθορισμό της θερμικής / ηλεκτρικής ισχύος της τα οποία δεν ήταν διαθέσιμα. Σε κάθε περίπτωση η διερεύνηση της χρήσης συστήματος Σ.Η.Θ.Υ.Α. θα μπορούσε να εξετασθεί σε επόμενο στάδιο μετά την εφαρμογή των πρωταρχικών μέτρων που προτείνονται στην παρούσα μελέτη.

4.2 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Τα κουφώματα του κτιρίου είναι στο σύνολό τους παλαιά με μονό υαλοπίνακα με σχετικά μέτρια στεγάνωση. Η πρόταση για τα κουφώματα αφορά αντικατάστασή τους, διατηρώντας την υπάρχουσα τυπολογία τους, αλλά με νέα πλαίσια και ενεργειακούς υαλοπίνακες (low-e) ώστε ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης για την κλιματική ζώνη Β



ΕΙΚΟΝΑ 9 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ

Τα ανοιγόμενα, και σταθερά τμήματα προτείνεται να αντικατασταθούν από μεταλλικό πλαίσιο αντίστοιχου πάχους με τα υφιστάμενα ή διαφορετικό. Τα υλικά και η κατασκευή των πλαισίων θα συμμορφώνεται με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-08-01-00.

Οι υαλοπίνακες των νέων κουφωμάτων θα είναι διπλοί με διάκενο τουλάχιστον 6mm και θα συμμορφώνονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-08-07-02 για τους διπλούς υαλοπίνακες. Η στεγάνωση προτείνεται να γίνεται με ελαστικά EPDM σε όλα τα σημεία συναρμογής, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη αεροστεγανότητα. Τα νέα κουφώματα προτείνεται να διαθέτουν πιστοποίηση κατά EN 12207 και η αεροπερατότητά τους με βάση τη συνολική επιφάνεια του κουφώματος να είναι τουλάχιστον κλάσης 2, οπότε για συνήθεις συνθήκες διαφοράς πίεσης (6Pa) από τις συνθήκες κατά τη διαδικασία της πιστοποίησης (με διαφορά πίεσης 100Pa), και σύμφωνα με τον Πίνακα 3.24 της TOTEE 20701-1/2017 η τιμή του συντελεστή διείσδυσης αέρα θα είναι: $\alpha = 4,1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$.

4.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΝΕΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας για τα κουφώματα, υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τον συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου (κάσα και φύλλο), τον συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα, το ποσοστό συμμετοχής του καθενός στο κούφωμα και τους συντελεστές γραμμικής θερμοπερατότητας και το μήκος των θερμογεφυρών στην επιφάνεια επαφής υαλοπίνακα - πλαισίου. Ο τύπος που υπολογίζει τον συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος είναι:

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

U _w	[W/m ² K]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος
U _f	[W/m ² K]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου
U _g	[W/m ² K]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα
A _f	[m ²]	η επιφάνεια του πλαισίου
A _g	[m ²]	η επιφάνεια του υαλοπίνακα
A _w	[m ²]	η επιφάνεια του κουφώματος
l _g	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας
Ψ _g	[W/mK]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας

Ο παραπάνω συνδυασμός πλαισίου – υαλοπίνακα σύμφωνα με τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης (ΤΟΤΕΕ 20701-1 2017 πιν. 3.4α) δεν θα πρέπει να ξεπερνάει την τιμή 3,00 W/m²K για την κλιματική ζώνη Β στην οποία ανήκει το Βούναργο.

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης για το σενάριο της αντικατάστασης κουφωμάτων ως συντελεστής θερμοπερατότητας των νέων κουφωμάτων λήφθηκε ο 2,50 W/m²K.

Πίνακας 3.4α. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτιρίου.

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,20	2,00	1,80	1,80
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

4.2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Το κόστος για την αποξήλωση παλαιών και εγκατάσταση νέων κουφωμάτων με δίδυμο υαλοπίνακα εκτιμάται 492,50 €/m² και για αντικατάσταση των απλών υαλοπινάκων με διπλούς θερμομονωτικούς-ηχομονωτικούς-ανακλαστικούς υαλοπίνακες συνολικού πάχους 22mm ενώ το συνολικό εμβαδό ανοιγμάτων είναι 110,00m². Οπότε το συνολικό κόστος για την αντικατάσταση των κουφωμάτων θα διαμορφωθεί ως εξής:

α/α	Είδος Εργασίας	Μονάδα	Ποσότητα	Τιμή μον. €	Μερικό σύνολο
1	Αποξήλωση παλαιών και εγκατάσταση νέων κουφωμάτων	m ²	110,00	492,50	54.175,00

4.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Προβλέπεται η εφαρμογή **Πιστοποιημένου Συστήματος Εξωτερικής Θερμομόνωσης** με σκοπό τη μείωση των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων, τη βελτίωση των συνθηκών άνεσης και την βελτίωση της εξωτερικής εμφάνισης του κτιρίου.

Το σύστημα της Εξωτερικής Θερμομόνωσης ως προϊόν θα πρέπει να φέρει σήμανση “CE,, και έγκριση κατά EAD 040083-00-0404 του ΕΟΤΑ. Ο συνολικός επιτυγχανόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας θα είναι **U=0,40 W/m²oK**.

Η εφαρμογή θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία αφορά σε επιφάνεια **546,329 m²**.

Είναι:

Πριν τις παρεμβάσεις: **U = 3,85 W/m²oK** (βάσει Ενεργειακής Επιθεώρησης)

Μετά τις παρεμβάσεις: **U = 0,40 W/m²oK**

(Μείωση συντελεστή U κατά 89,61 %

4.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΤΟΙΧΩΝ

- ❖ **Κατάσταση υποστρώματος.** Το υπόστρωμα πρέπει να είναι καθαρό, σχετικά ομαλό και ικανό να φέρει φορτία. Σε περίπτωση που αμφισβητείται η φέρουσα ικανότητα θα απαιτηθεί μηχανική στερέωση, ενώ θα πρέπει να ελεγχθεί και η επιπεδότητα των υποστρωμάτων.
- ❖ **Εφαρμογή συγκολλητικού κονιάματος ανόργανης βάσης**

- ❖ **Τοποθέτηση μονωτικών πλακών γραφιτούχου εξηλασμένης πολυστερίνης** πάχους 7cm με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0,031 \text{ W/moK}$. Οι πλάκες τοποθετούνται «σταυρωτά», φροντίζοντας να μην μένουν ανοικτοί αρμοί ή μεγάλες ανεπιτεδότητες. Το συγκολλητικό κονίαμα τοποθετείται επάνω στις πλάκες, συνήθως περιμετρικά και σημειακά στο κέντρο της πλάκας, ώστε να μπορεί να απορροφήσει ανωμαλίες του υποστρώματος. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στους χρόνους εργασιμότητας των μιγμάτων, ώστε να διασφαλίζεται η άριστη πρόσφυση των πλακών. Τυχόν κενά και αρμοί πρέπει να γεμίζονται είτε με κομμάτια του μονωτικού είτε με ειδικό μη αναφλέξιμο αφρό πολυουρεθάνης.
- ❖ **Μηχανική στερέωση μονωτικών πλακών.** Χρησιμοποιούνται βύσματα αγκύρωσης πολυαιθυλενίου με ατσάλινες βίδες και διάμετρο κεφαλής 60 χιλ. Η κατάλληλη στερέωση της πλάκας επιτυγχάνεται με 6 βύσματα αγκύρωσης ανά τετραγ. μέτρο (3 βύσματα αγκύρωσης ανά πλάκα), σημειώνοντας ότι στις γωνίες του κτιρίου χρησιμοποιούνται 8-14 βύσματα αγκύρωσης ανά τετραγωνικό μέτρο.
- ❖ **Ενδιάμεση στρώση και τοποθέτηση πλέγματος ενίσχυσης.** Ο ενδιάμεσος οργανικός ελαστομερής ενισχυτικός σοβάς μπορεί να εφαρμοστεί είτε με μηχανές ψεκασμού είτε με ειδικές σπάτουλες. Οι οργανικοί σοβάδες επιταχύνουν το στέγνωμα του υλικού και τη δημιουργία υδατοστεγούς επιφάνειας, γεγονός που μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και υψηλής υγρασίας ή βροχής. Αμέσως μετά την εφαρμογή του σοβά, το υαλόπλεγμα εμβαπτίζεται στον υγρό ακόμα σοβά, έτσι ώστε να καλυφθεί πλήρως. Οι στρώσεις του υαλοπλέγματος πρέπει να επικαλύπτονται στις πλευρές και στις άκρες ώστε να διασφαλίζεται η κατανομή των τάσεων των θερμομονωτικών πλακών και η συνέχεια της θωράκισης του συστήματος.
- ❖ **Τελική στρώση.** Η τελική στρώση προτείνεται να είναι οργανικής βάσης. Τα οργανικά επιχρίσματα είναι έτοιμες πάστες σε δοχεία και μπορούν να τοποθετηθούν με μηχανή ψεκασμού ή με σπάτουλες. Είναι έτοιμα στην επιθυμητή απόχρωση και προσφέρουν την μέγιστη αντίσταση στις συνθήκες του περιβάλλοντος καθώς και ιδιαίτερα αυξημένη ελαστικότητα. Εξαιτίας της σύνθεσης τους δεν δίνουν μεγάλο πάχος στρώσης, ενώ αναλογική με το μέγεθος κόκκου των αδρανών που περιέχουν είναι η ικανότητα να «γεμίζουν» ανωμαλίες του υποστρώματος.
- ❖ Το συνολικό πάχος της εξωτερικής θερμομόνωσης **θα είναι 7cm.**
- ❖ Η σωστή εφαρμογή της θερμομόνωσης περιμετρικά των ανοιγμάτων του κτιρίου ή των ακμών (εξωτερικών ή εσωτερικών γωνιών) του κτιρίου, θα επιτευχθεί με την τοποθέτηση γωνιοκράνων από προφίλ διογκωμένης πολυστερίνης.
- ❖ Προκειμένου περί εξωτερικής θερμομόνωσης σε ισόγειους χώρους θα προβλέπεται ειδική ενίσχυση για μηχανική προστασία, σε ύψος 1,50m.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

- ❖ Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί, κατά την εκτέλεση των εργασιών, όσον αφορά στις υφιστάμενες υδρορρόες (αντικατάσταση φθαρμένων υδρορροών με νέες εξωτερικές γαλβανισμένες Φ 4").
- ❖ Επίσης θα απαιτηθεί αντικατάσταση μαρμαροποδιών των κουφωμάτων τόσο λόγω φθοράς όσο και λόγω γεωμετρικής προσαρμογής στο νέο πάχος της τοιχοποιίας. Τέλος είναι επιβεβλημένη η προσαρμογή της όδευσης, συμπεριλαμβανομένης και αντικατάστασης όπου αυτό κρίνεται επιβεβλημένο, των ηλεκτρικών καλωδίων που εφάπτονται της εξωτερικής τοιχοποιίας.
- ❖ Είναι επιβεβλημένη η προσαρμογή της όδευσης, συμπεριλαμβανομένης και αντικατάστασης όπου αυτό κρίνεται επιβεβλημένο, των ηλεκτρικών καλωδίων που εφάπτονται της εξωτερικής τοιχοποιίας.
- ❖ Όλες οι εργασίες θα γίνουν από εξειδικευμένο προσωπικό και σύμφωνα με τις προδιαγραφές των υλικών και τις οδηγίες του προμηθευτή για το κάθε υλικό. Μετά το πέρας των εργασιών, η κατασκευή επανελέγχεται από την Υπηρεσία ή/και τον Ανάδοχο. Οποιαδήποτε κακοτεχνία διαπιστωθεί επιδιορθώνεται από τον Ανάδοχο χωρίς συμπληρωματική αμοιβή.
- ❖ Η αντίδραση του Συστήματος σε φωτιά θα πρέπει να είναι τουλάχιστον B-s2,d0.
- ❖ Οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες και οι προβολείς θα αφαιρεθούν προσωρινά με φροντίδα του Αναδόχου, θα φυλαχθούν σε χώρο που θα υποδείξει η Επίβλεψη και θα επανατοποθετηθούν μετά την ολοκλήρωση των εργασιών θερμομονώσεων. Η επανατοποθέτησή τους θα γίνει στο κατά το δυνατόν πιο αφανές σημείο της όψης και με ειδικά προεγκατεστημένα μεταλλικά στηρίγματα που θα τοποθετηθούν πριν την εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης.
- ❖ Διάφορες διάσπαρτες καλωδιώσεις και συναφείς μικροεγκαταστάσεις (συμπεριλαμβανομένων των ψυκτικών σωληνώσεων), όπου είναι δυνατόν θα εγκιβωτιστούν εντός του συστήματος θερμομόνωσης, κατόπιν έγκρισης της Επίβλεψης και αφού προηγουμένως με φροντίδα του Αναδόχου φωτογραφηθούν και αποτυπωθούν σε ακριβές σχέδιο που θα παραδώσει στην Υπηρεσία.
- ❖ Τα υλικά και το σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικά CE.

Στις υποχρεώσεις του Αναδόχου για την πλήρη και έντεχνη αποπεράτωση της εργασίας, περιλαμβάνονται και τα ικριώματα, ανυψωτικά μέσα κλπ.

4.3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Το κόστος για τον καθαρισμό των επιφανειών και την εφαρμογή ολοκληρωμένου συστήματος πιστοποιημένης θερμομόνωσης τοιχοποιίας ανέρχεται σε 91,60€/m².

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

α/ α	Είδος Εργασίας	Μονάδα	Ποσό τητα	Τιμή μον. €	Μερικό σύνολο
1	Εφαρμογή πιστοποιημένου συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας	m ²	500,00	91,60	45.800,00

4.4 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΩΣΗΣ ΟΡΟΦΗΣ

Η αρχική κατασκευή της οροφής ήταν δώμα με κεραμίδια οικοδομής. Κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης στην οροφή του κτιρίου διαπιστώθηκαν διαρροές από την οροφή με αποτέλεσμα όμβρια να έχουν εισχωρήσει στις «δεξαμενές» έχοντας προκαλέσει σοβαρές ζημιές στο μονωτικό υλικό αλλά σε κάποια σημεία έχουν διαπεράσει την πλάκα και έχουν εισχωρήσει στο κτίριο. Διερευνήθηκαν διάφοροι τρόποι και υλικά θερμομόνωσης με βάση την υφιστάμενη κατάσταση και λαμβάνοντας υπόψη τεχνικούς και οικονομικούς περιορισμούς.

Σχετικά με το θερμομονωτικό υλικό που θα επιλεγεί, λαμβάνονται υπόψη χαρακτηριστικά όπως ο συντελεστής θερμοπερατότητας, η συμπεριφορά στη φωτιά, η μηχανική αντοχή, η αντίσταση στη διάχυση υδρατμών. Υλικά από ορυκτοβάμβακα και υαλοβάμβακα απορρίφθηκαν διότι δεν διασφαλίζουν υδροστεγανότητα σε τυχόν διαφυγόντα όμβρια από το δώμα. Οπότε σε σχέση με τα εμπορικά διαθέσιμα υλικά η επιλογή γίνεται ανάμεσα σε μόνωση πολυστερίνης (διογκωμένη ή εξηλασμένη) και αφρώδη υλικά όπως πολυουρεθάνη / πολυισοκυανουρία. Η σημαντικότερη διαφορά ανάμεσα στα δύο είδη μόνωσης είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας «λ», ο οποίος στις πολυστερίνες παίρνει τιμές $\lambda = 0,031 \div 0,035$ W/m²K ενώ στα αφρώδη κυψελωτά υλικά $\lambda = 0,022 \div 0,026$ W/m²K.

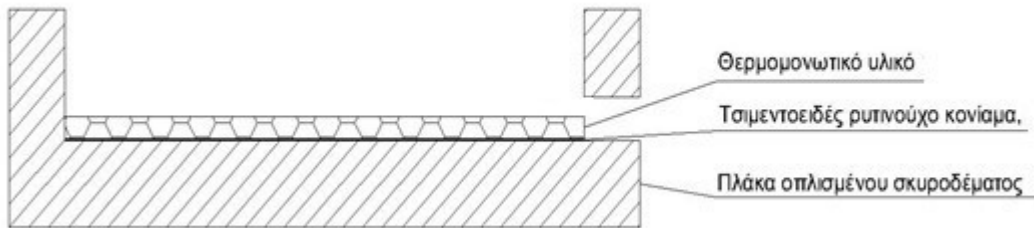
Η πρόταση για τη βελτίωση της θερμομόνωσης αφορά στον σχολαστικό καθαρισμό της επιφάνειας από σκόνες και σαθρά υλικά και επικόλληση πλακών μονωτικού υλικού με πολυουρεθανική κόλλα η οποία διογκώνεται και σφραγίζει πλήρως τα κενά μεταξύ των πλακών στη θέση του υαλοβάμβακα.

Οι εργασίες και τα υλικά θερμομόνωσης θα συμμορφώνονται με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501- 03-06-02-01

Για λόγους ασφαλείας ως προς την εισχώρηση υγρασίας προτείνεται επίσης η επικάλυψη του δώματος με επαλειφόμενο στεγανωτικό κονίαμα κρυσταλλοποίησης. Αυτό δρα με δύο τρόπους, αφ' ενός δημιουργώντας ένα λεπτό στεγανό υμένα στην επιφάνεια, αφ' ετέρου με εις βάθος κρυσταλλοποίηση. Κατά την κρυσταλλοποίηση τα ενεργά άλατα του υλικού μεταφέρονται από την υγρασία μέσω του τριχοειδούς δικτύου σε βάθος μέσα στην πλάκα και αλληλεπιδρούν με την ελεύθερη άσβεστο του σκυροδέματος. Τα σύμπλοκα άλατα που σχηματίζονται αποφράζουν το πορώδες σε βάθος μερικών εκατοστών. Η επάλειψη με το στεγανωτικό θα πρέπει να γίνει σε δύο στρώσεις.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

Κατασκευαστική λεπτομέρεια θερμομόνωσης δώματος



*Ταυτόχρονα με την θερμομόνωση του δώματος και για την αποφυγή καταπόνησης και φθοράς του μονωτικού υλικού και για την περεταίρω θωράκιση του δώματος προτείνεται και η υγραμόνωσή του.

Για την υγραμόνωση προτείνεται η τοποθέτηση ασφαλτόπανων. Οι εργασίες υγραμόνωσης του δώματος δεν προσφέρουν κάποιο ενεργειακό όφελος και προτείνονται αποκλειστικά και μόνο για την βέλτιστη αξιοποίηση της παρέμβασης στο δώμα και την προστασία της θερμομονωτικής επίστρωσης. Το κόστος των εργασιών δίνεται ενδεικτικά μαζί με το κόστος της πρότασης θερμομόνωσης.

*Οι εργασίες και τα υλικά υγραμόνωσης θα πρέπει συμμορφώνονται με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-06- 01-01

4.4.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΟΡΟΦΗΣ

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου η στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

$$n = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_e}$$

όπου: $U [W/m^2K]$ ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου

n [-] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου

d	[m]	το πάχος κάθε στρώσης δομικού στοιχείου
λ	[m]	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

R _δ	[m ² K/W]	η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και
R _i	[m ² K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το
R _a	[m ² K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το

Για την περίπτωση του συγκεκριμένου κτιρίου όπως αναφέρθηκε και στο τεύχος της ενεργειακής επιθεώρησης χρησιμοποιήθηκαν συντελεστές θερμοπερατότητας που ορίζονται από την τεχνική οδηγία 20701-1 2017 για υφιστάμενα κτίρια χωρίς ή με μερική πρόνοια θερμομόνωσης.

Δώμα (Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.) : 3,05 W/m²K

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης για το σενάριο της αντικατάστασης θερμομόνωσης της οροφής υπολογίστηκε εκ νέου ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

Ως μονωτικό υλικό επιλέχθηκε η εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 9cm λ=0,036 W/(mK), από τους υπολογισμούς όπως παρατίθενται και παρακάτω προκύπτει συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας U=0,36 W/m²K.

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δώμα

Διατομή	Ζώνη Β

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

A/A	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		[kg/m ³]	[m]	[W/(mK)]	[(m ² K)/W]

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

1	Εξηλασμένη πολυστερίνη	32.00	0.090	0.036	2.500
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400.00	0.250	2.500	0.100
3	Επίχρισμα	1800.00	0.020	0.870	0.023
			$\Sigma d = 0.360$		$R\Lambda = 2.623$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ			Ri (εσωτερ.)	Ra (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)			0.13	0.04
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0.13	0.13
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0.13	0.00
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)			0.1	0.04
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0.1	0.1
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)			0.17	0.04
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)			0.17	0.17
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0.17	0.00
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	Ri	(m ² K)/W	0.10
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2.62
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	Ra	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	Roλ	(m ² K)/W	2.76
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0.36
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U _{max}	W/(m ² K)	0.40

Πρέπει $U < U_{\max}$ **ΙΣΧΥΕΙ**

Το πάχος και το είδος του μονωτικού επιλέχθηκαν με γνώμονα το ελάχιστο δυνατό κόστος ώστε ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου να μην ξεπερνά τον μέγιστο επιτρεπτό για την περίπτωση ριζικής ανακαίνισης κτιρίου στην κλιματική ζώνη Β όπως ορίζεται στην ΤΟΤΕΕ 20701-1 2017.

Πίνακας 3.4α. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου.

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,20	2,00	1,80	1,80
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

4.4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Το κόστος για την απομάκρυνση των υφιστάμενων πλακών υαλοβάμβακα τον καθαρισμό των επιφανειών και την επανατοποθέτηση πλακών εξηλασμένης πολυστερίνης και εφαρμογή υγρομόνωσης δώματος ανέρχεται σε 88,14€/m². Το κόστος εφαρμογής υγρομόνωσης στην επιφάνεια άνωθεν του υπαίθριου χώρου ανέρχεται σε 25/m². € Οπότε το συνολικό κόστος για την παρέμβαση στην θερμομόνωση και υγρομόνωση θα διαμορφωθεί ως εξής:

α/α	Είδος Εργασίας	Μονάδα	Ποσότητα	Τιμή μον. €	Μερικό Σύνολο
	Θερμομόνωση των οριζόντιων αδιαφανών δομικών στοιχείων με πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους 7cm και με συντελεστή	m ²	450	88,14	39.663,00

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

	Υγρομόνωση επιφανείας άνωθεν υπαίθριου χώρου	m ²	80	25	2.000,00
--	--	----------------	----	----	----------

4.5 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

4.5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Για την ψύξη και την θέρμανση όλων των χώρων του κτηρίου θα τοποθετηθεί αντλία θερμότητας αέρα-νερού, όπου μία εξωτερική μονάδα θα εξυπηρετεί περισσότερες εσωτερικές. Η εξωτερική μονάδα θα τοποθετηθεί στο λεβητοστάσιο και θα συνδεθεί με τις εσωτερικές με κατάλληλο δίκτυο σωλήνων ψυκτικού μέσου και καλωδίων αυτοματισμών. Γενικά, οι εσωτερικές μονάδες θα είναι επιδαπέδιες εμφανούς ή κρυφού τύπου, κατάλληλης ψυκτικής/θερμικής απόδοσης ανάλογα με τον χώρο που τοποθετούνται.

Θα γίνει αποξήλωση του υφιστάμενου λέβητα ισχύος 100.000 kcal, απομάκρυνσή του από το χώρο και απόθεση σε χώρο που θα του υποδείξει ο Δήμος. Επίσης θα αποξηλωθούν και όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα δίκτυα νερού και αποχέτευσης συμπυκνωμάτων και θα απορριφθούν σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία. Το οριζόντιο δίκτυο σωληνώσεων θα οδεύει μέσα σε νέο πλαστικό κανάλι.

Αντλία Θερμότητας

Προβλέπεται αντλία θερμότητας του τύπου αέρα – νερού όπως παρακάτω :

Η αντλία θερμότητας θα έχει τουλάχιστον συμπιεστή τύπου Inverter και θα λειτουργεί με εγκεκριμένο ψυκτικό μέσο. Θα έχει πιστοποιημένες κατά EUROVENT αποδόσεις. Η μονάδα θεωρείται με Εποχιακό Βαθμό Απόδοσης SEER=4.00 το ελάχιστο. Οι αντλίες θερμότητας θα εγκατασταθούν επάνω σε αντικραδασμικές βάσεις. Θα συνδεθούν υδραυλικά στα δίκτυα διανομής θέρμανσης - ψύξης μέσω χαλύβδινου δοχείου αδρανείας κατάλληλης χωρητικότητας και ονομαστικής πίεσης 6 atm.

Διανομή Θερμότητας - Μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου

Για τον έλεγχο της θερμοκρασίας προσαγωγής νερού στις μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (Fan Coils) θα εγκατασταθούν τρίοδες ηλεκτροκίνητες βάνες που θα ελέγχονται από το σύστημα BEMS. Στην τροφοδοσία των μονάδων ανεμιστήρα στοιχείου (Fan Coils) θα τοποθετηθούν ηλεκτροβάνες ON-OFF που θα ελέγχονται (μαζί με τους ανεμιστήρες των μονάδων) από ένα επίτοιχο ηλεκτρονικό χειριστήριο – θερμοστάτη. Μαζί με το δίκτυο των

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

FCU θα κατασκευαστεί και ηλεκτρικό δίκτυο για την διασύνδεση τους με τον ηλεκτρικό πίνακα του κτιρίου όπως και της αντλίας θερμότητας. Επίσης θα κατασκευαστεί και δίκτυο απορροής των συμπυκνωμάτων, το οποίο θα τα οδηγεί στις πλησιέστερες υδρορροές του κτιρίου.

Ο έλεγχος των τοπικών μονάδων κλιματισμού θα γίνεται μέσω επίτοιχου χειριστηρίου εντός κάθε χώρου σε θέση που θα υποδείξει η επίβλεψη, ενώ θα υπάρχει η δυνατότητα κεντρικού ελέγχου μέσα από το BEMS. Οι συνθήκες επιλογής των μονάδων είναι :

- ❖ Λειτουργία σε ψύξη Θερμοκρασία αέρα (DB) : 26°C
- ❖ Σχετική υγρασία αέρα : 50%
- ❖ Θερμοκρασία εισόδου – εξόδου νερού : 9/14°C
- ❖ Απόδοση (αισθητή) στη μέγιστη ταχύτητα: > 2,3 kW
- ❖ Λειτουργία σε θέρμανση Θερμοκρασία αέρα (DB) : 20°C
- ❖ Θερμοκρασία εισόδου νερού : 40°C
- ❖ Παροχή νερού : αυτή που επιλέχθηκε για λειτουργία σε ψύξη
- ❖ Απόδοση επιλέγεται στη μεσαία ταχύτητα .

Για την όδευση του δικτύου από τις εξωτερικές μονάδες προς τις εσωτερικές θα απαιτηθεί η διάνοιξη κάποιων οπών στο φέροντα οργανισμό του κτιρίου, Στις θέσεις αυτές προβλέπεται και η κατάλληλη μόνωση των οπών. Στις εργασίες όδευσης των νέων σωληνώσεων του δικτύου, περιλαμβάνονται όλες οι εργασίες, τα ικριώματα, τα ανυψωτικά μηχανήματα, τα υλικά και μικρουλικά (όπως πλαστικά κανάλια κτλ) για την πλήρη περάτωση του έργου.

Υδραυλικά δίκτυα διανομής

Τα δίκτυα είναι σταθερής παροχής, έχουν όμως μονάδες κυκλοφορίας με μετατροπείς συχνότητας για τη ρύθμιση της παροχής στην επιθυμητή τιμή. Τα υδραυλικά δίκτυα στα κτίρια θα είναι ορατά. Θα είναι κατασκευασμένα ώστε να μπορεί να συντηρηθούν εύκολα.

Οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής θα κατασκευαστούν για διαμέτρους με χαλυβδοσωλήνες μαύρους με ραφή, μέσου βάρους κατά DIN 2440, με εξαρτήματα από μαλακτοποιημένο χυτοσίδηρο με σπείρωμα και ενισχυμένα χείλη. Σε όλο το μήκος του δικτύου οι συνδέσεις με βάνες, διακόπτες, φίλτρα, συσκευές, αντλίες κ.λ.π. θα γίνουν με ρακόρ ώστε να είναι δυνατή η αποσύνδεσή τους.

Η ανάρτηση των δικτύων μέσα στα κτίρια θα γίνει με τυποποιημένα αναδιπλωμένα γαλβανισμένα χαλυβδοελάσματα και ράβδους ανάρτησης. Η σύνδεση των συσκευών με τα δίκτυα θα γίνει

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών των συσκευών. Στα υψηλά σημεία του δικτύου, αλλά και σε θέσεις καθόδων και ανόδων και όπου μπορεί να εγκλωβιστεί αέρας θα εγκατασταθούν αυτόματα εξαεριστικά ορειχάλκινα, με πλωτήρα.

Μονώσεις σωληνώσεων

Για τη διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας προσαγωγής νερού στα σώματα, την εξοικονόμηση ενέργειας (και την αποφυγή δημιουργίας συμπυκνωμάτων) τα δίκτυα θα είναι θερμομονωμένα με μονωτικούς σωλήνες από εύκαμπτο ελαστομερές υλικό με κλειστές κυψέλες. Το πάχος των μονώσεων θα είναι ελάχιστης διατομής 9 mm. Τα δίκτυα των σωληνώσεων πριν από την μόνωση θα έχουν υποστεί δοκιμές πίεσεως, στεγανότητας, κ.λ.π. και θα έχουν βαφεί με δύο στρώσεις αντισκωριακού χρώματος. Όλα τα μονωμένα δίκτυα σωληνώσεων που οδεύουν στο ύπαιθρο θα επενδυθούν με φύλλο από αλουμίνιο πάχους 0.6 mm για προστασία της μόνωσης. Προβλέπεται επίσης η θερμομόνωση με τα αντίστοιχα υλικά όλων των εξαρτημάτων των δικτύων. Η μόνωση όλων των τμημάτων των δικτύων θα είναι συνεχής και δεν θα διακόπτεται από αμόνωτα εξαρτήματα ή από πιθανές διελεύσεις από δομικά στοιχεία.

Αντλίες και κυκλοφορητές –

Στα κυκλώματα διανομής θερμότητας θα τοποθετηθούν κυκλοφορητές με κινητήρα μόνιμου μαγνήτη ηλεκτρονικά ελεγχόμενοι από αισθητήρες διαφορικής πίεσης (εσωτερικοί αισθητήρες στους κυκλοφορητές), δυνατότητα θερμιδομέτρησης με πρόσθετο εξωτερικό αισθητή θερμοκρασίας και κάρτα BAC-NET/MSTP για πλήρη διασύνδεση με το Σύστημα Κεντρικού Ελέγχου. Οι συνδέσεις των αντλιών των κυκλοφορητών με το δίκτυο σωληνώσεων θα γίνουν με φλάντζες ή ρακόρ και θα περιλαμβάνουν τα παρακάτω όργανα:

- μία βαλβίδα διακοπής πριν και μετά την αντλία.
- δύο μανόμετρα, ένα πριν και ένα μετά την αντλία, ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση του μανομετρικού λειτουργίας της αντλίας και ένα δείκτη ροής για σύνδεση στο Σύστημα Κεντρικού Ελέγχου (στους κυκλοφορητές και τις αντλίες που δεν ελέγχονται από μετατροπείς συχνότητας).
- μία βαλβίδα αντεπιστροφής μετά την αντλία, για να εμποδίζεται η αντίστροφη ροή του νερού.
- μία βαλβίδα διακοπής μετά την αντλία.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

*ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Λόγω της θερμικής θωράκισης του κελύφους του κτιρίου με την εφαρμογή θερμομόνωσης και αντικατάσταση κουφωμάτων, οι θερμικές απώλειες και τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου εκτιμάται ότι θα μειωθούν. Κρίνεται επομένως σκόπιμος ο εκ νέου υπολογισμός των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων του κτιρίου, μέσω των οποίων θα υπολογιστεί ξανά η μέγιστη απαιτούμενη ισχύς των ψυκτών η οποία πιθανότατα θα είναι μικρότερη από αυτή των υφιστάμενων προς αντικατάσταση.

4.5.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Ακολουθεί πίνακας με το κόστος εγκατάστασης μονάδων κλιματισμού

Α/Α	Περιγραφή	Τεμ.	Τιμή/Τεμ.
1	Εγκατάσταση μίας Κεντρικής Αντλίας Θερμότητας υψηλής απόδοσης (inverter) ισχύος 30 kW.	1	22.000,00
2	Αποξήλωση πεπαλαιωμένου λέβητα ισχύος 100.000 kcal,κατάργηση των υφιστάμενων σωληνώσεων του Λεβητοστασίου, εγκατάσταση νέων σωληνώσεων, θερμομόνωση σωληνώσεων, εγκατάσταση μονάδων διανομής (fan coils), θέση σε λειτουργία, αποξηλώσεις-μεταφορές-λουιές ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες		20.000,00

4.6 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ

Ο φωτισμός των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, σε όλες τις ζώνες τεχνητού φωτισμού υλοποιείται στη συντριπτική πλειονότητα με συμβατικά φωτιστικά σώματα οροφής με λαμπτήρες φθορισμού, ισχύος 18W, 36W ή 45W.

Για τον περιορισμό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και την αύξηση της στάθμης φωτισμού των χώρων ώστε αυτή να εναρμονίζεται με τα υφιστάμενα πρότυπα φωτισμού (ELOT EN 12464-01) προτείνεται η αντικατάσταση των φωτιστικών και λαμπτήρων φθορισμού από νέα με λαμπτήρες LED (Light Emitting Diode).

Τα νέα φωτιστικά σώματα θα διαθέτουν ορθογωνική, τετραγωνική ή κωνική μορφή και θα εγκαθίστανται σε όσο το δυνατόν παραπλήσια θέση με τα φωτιστικά σώματα που αφαιρούνται. Η τροφοδοσία των νέων φωτιστικών σωμάτων θα πραγματοποιείται από την κοντινότερη υφιστάμενη κλέμμα που τροφοδοτεί ένα από τα παλιά φωτιστικά σώματα. Δεδομένου ότι η ισχύς των νέων φωτιστικών σωμάτων είναι μειωμένη κατά το ήμισυ σχεδόν συγκριτικά με τα υφιστάμενα, το ονομαστικό ρεύμα, το μέσο προστασίας (ασφάλεια τήξεως ή μικροαυτόματος) και το καλώδιο τροφοδοσίας τους θεωρείται ότι πληρούν τις απαιτήσεις του προτύπου ELOT HD384.

Τα νέα φωτιστικά σώματα θα διαθέτουν προδιαγραφή για περιορισμό εμφάνισης του φαινομένου της θάμβωσης (Unified Glare Rating), ενώ θα είναι κατάλληλα για στήριξη στην οροφή των χώρων και η ανάρτηση τους θα γίνει από νέα στηρίγματα που θα τοποθετήσει το συνεργείο εγκατάστασης.

Η ηλεκτρική σύνδεση των νέων φωτιστικών θα είναι η ίδια με αυτήν που εξυπηρετεί τα υφιστάμενα φωτιστικά σώματα. Δεδομένου ότι επί του παρόντος, η απαιτούμενη στάθμη φωτισμού των χώρων εργασίας δεν επιτυγχάνεται (σε ποσοστό μεγαλύτερο του 30% - σύμφωνα με τη Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/17-6-2008) και η ελάχιστη εγκατεστημένη ισχύς (W/m^2) γενικού φωτισμού της ενεργειακής αναβάθμισης υπολογίζεται ανάλογα με την απαιτούμενη στάθμη φωτισμού (lx) ανάλογα με την χρήση του χώρου του παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 7: Τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανά 100lux, για επιθεώρηση κτιρίων όταν ο υπό εξέταση χώρος είναι υποφωτισμένος Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701/2017

Φωτιστικά με λαμπτήρες	Πυκνότητα ισχύος ανά 100lx [W/m ² /100lx]
Απλός πυράκτωσης (έχει καταργηθεί)	27,0
Πυράκτωσης αλογόνου	16,6
Ατμών υδραργύρου (έχει καταργηθεί)	7,0
Ατμών νατρίου υψηλής πίεσης	4,2
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του ballast)	4,5
Γραμμικός φθορισμού T8 (halophosphate συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρομαγνητικού ballast)	4,2
Γραμμικός φθορισμού T8 (triphosphor συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,4
Γραμμικός φθορισμού T5 (συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,2
Ατμών μεταλλικών αλογονιδίων (συμπεριλαμβανομένου ηλεκτρομαγνητικού στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	5,2
Φωτοдиодοι (LED) με ενσωματωμένο driver	2,5

Το σενάριο αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων προβλέπει την χρήση φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες LED (φωτοдиодοι) με ενσωματωμένο driver και πυκνότητα ισχύος 2,5W ανά τετραγωνικό μέτρο και ανά 100lux.

Κατά συνέπεια όλοι οι χώροι που καλύπτονται θα υπολογιστούν με συντελεστή 2.5 W/m²/100lx.

4.6.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Δεδομένου, ότι η νέα ισχύς προκύπτει υπολογιστικά, για την εκτίμηση του προϋπολογισμού χρησιμοποιούνται τεχνικές προδιαγραφές και αποδόσεις φωτιστικών σωμάτων των μεγαλύτερων κατασκευαστών φωτιστικών σωμάτων ώστε να προκύψει η μέση καταναλισκόμενη ισχύς ανά φωτιστικό σώμα και κατ' επέκταση το πλήθος των απαιτούμενων φωτιστικών σωμάτων για το σύνολο των χώρων.

Τα νέα φωτιστικά σώματα θα διαθέτουν δείκτη θάμβωσης (Unified Glare Rating) μικρότερο του είκοσι (20) ενώ προτείνεται για την επίτευξη των τιμών φωτεινής ροής, η επιλογή θερμοκρασίας χρώματος 4000°K. Η θερμοκρασία χρώματος επιτρέπεται να είναι και μικρότερη (2700°K ή 3000°K) εφόσον το φωτιστικό σώμα έχει μεγαλύτερη απόδοση (lm/W). Τα αναλυτικά τεχνικά χαρακτηριστικά θα προκύψουν κατά το στάδιο της μελέτης εφαρμογής.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

Η διαδικασία αντικατάστασης των φωτιστικών σωμάτων θα είναι:

- ❖ Διακοπή της ηλεκτροδότησης στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης των κτιρίων.
- ❖ Αφαίρεση εγκατεστημένων λαμπτήρων φθορισμού και αποσύνδεση κλέμματος τροφοδοσίας παλαιών φωτιστικών σωμάτων.
- ❖ Αποξήλωση παλαιών φωτιστικών σωμάτων.
- ❖ Τοποθέτηση νέων φωτιστικών σωμάτων και διασύνδεση της κλέμματος τροφοδοσίας.
- ❖ Έλεγχος ηλεκτρικής εγκατάστασης κατά ΚΕΗΕ (για εγκαταστάσεις προ 2004) ή κατά ΕΛΟΤ HD 384 (για εγκαταστάσεις μετά το 2004).

*ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Κατά τη φάση των οριστικών μελετών του έργου θα γίνει μελέτη φωτοτεχνίας από την οποία θα πρέπει να προκύπτει ότι με την αντικατάσταση των φωτιστικών επιτυγχάνεται η επιθυμητή στάθμη φωτισμού όπως προβλέπεται στον κανονισμό.

5. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Συνδυάζοντας όλες τις προτεινόμενες παρεμβάσεις καταλήγουμε στην τελική πρόταση ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου.

5.1 ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Ο συνοπτικός προϋπολογισμός των επεμβάσεων αυτών διαμορφώνεται τελικά ως εξής:

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (τμχ, m2)	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ (€/τμχ , €/μ²)	ΔΑΠΑΝΗ
1	Αντικατάσταση κουφωμάτων	110	492.5	54.175,00
2	Εξωτερική θερμομόνωση τοίχων	500	91.60	45.800,00
3	Θερμομόνωση Δώματος	450	88.14	39.663,00
4	Υγρομόνωση επιφάνειας άνωθεν Υπαίθριου χώρου	80	25	2.000,00
5	Εγκατάσταση μίας Κεντρικής Αντλίας Θερμότητας υψηλής απόδοσης (inverter) ισχύος 30 kW.	Κατ' αποκοπήν	22000	22.000,00
6	Αποξήλωση πεπαλαιωμένου λέβητα ισχύος 100.000kcal,κατάργηση των υφιστάμενων σωληνώσεων του Λεβητοστασίου, εγκατάσταση νέων σωληνώσεων,θερμομόνωση σωληνώσεων,εγκατάσταση μονάδων διανομής (fan coils), θέση σε λειτουργία, αποξηλώσεις- μεταφορές-λοιπές ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες	Κατ' αποκοπήν	20000	20.000,00
7	Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων φθορισμού, με νέα τύπου LED	50	110	5.500,00
ΣΥΝΟΛΟ:				189,138.00 €
Γενικά έξοδα και όφελος Εργολάβου			(18,00%)	34,044.84 €
Άθροισμα μετά ΓΕ & ΟΕ				223,182.84 €
Απρόβλεπτες Εργασίες :			(15,00%)	33,477.43 €
Άθροισμα μετά Απρόβλεπτες εργασίες:				256,660.27 €
Εκτίμηση εισφοράς ΑΕΚΚ				2,000.00 €
Άθροισμα :				258,660.27 €
Πρόβλεψη αναθεώρησης (περίπου 5%)				12,933.01 €
Άθροισμα μετά την αναθεώρηση:				271,593.28 €
Φ.Π.Α.:			(24,00%)	65,182.39 €
Σύνολο Προϋπολογισμού μετά Φ.Π.Α.:				336,775.67 €
Υπηρεσίες τεχνικού συμβούλου:				15.000,00
Σύνολο προϋπολογισμού:				351.775,67

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

5.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ-ΟΦΕΛΟΥΣ

Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει λόγω των προτεινόμενων παρεμβάσεων υπολογίζεται με το πρόγραμμα ΤΕΕ – ΚΕΝΑΚ και παρουσιάζεται στους παρακάτω πίνακες.

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	9.3	7.6	5.6	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	7.8	35.3
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	6.3
	Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	19.1	15.8	11.7	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	8.5	16.2	74.7
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	5.1
	ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	0.0	0.0	0.0	3.4	3.4	3.4	3.4	30.9
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο:	22.6	19.2	15.2	6.3	5.7	0.0	0.0	0.0	6.3	4.0	11.9	19.6	110.7

Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
►	Ηλεκτρισμός	40.1	39.7
	Πετρέλαιο	70.6	18.6
	Φυσικό αέριο	0.0	0.0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
	Ηλιακή	0.0	0.0
	Βιομάζα	0.0	0.0
	Γεωθερμία	0.0	0.0
	Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
	Σύνολο	110.7	58.3

Πίνακας 14: Ενεργειακές απαιτήσεις και ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²) για το υπάρχον κτίριο

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

Σενاريو 1

	Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	3.2	1.9	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	1.9	8.9
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	4.2
	Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

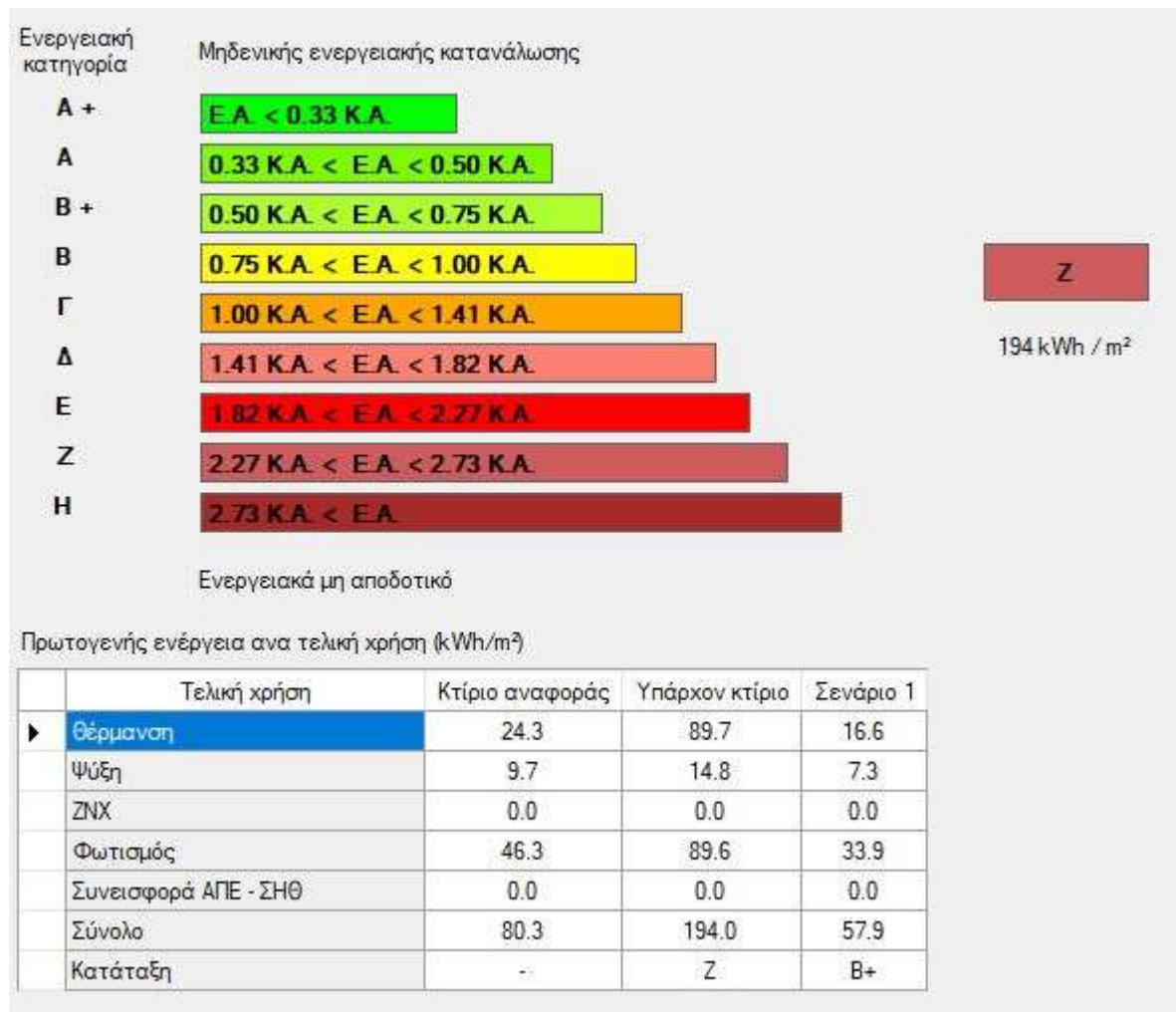
	Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	1.2	0.9	0.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.7	0.9	5.7
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	2.5
	ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3	1.3	1.3	11.7
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	2.5	2.2	2.1	1.9	2.4	0.0	0.0	0.0	2.7	1.9	2.0	2.2	20.0

	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)	Εκπομπές CO2 (kg/m²)
►	Ηλεκτρισμός	19.9	19.7
	Πετρέλαιο	0.0	0.0
	Φυσικό αέριο	0.0	0.0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
	Ηλιακή	0.0	0.0
	Βιομάζα	0.0	0.0
	Γεωθερμία	0.0	0.0
	Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
	Σύνολο	20.0	19.7

Πίνακας 15: Ενεργειακές απαιτήσεις και ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²) για το σύνολο των επεμβάσεων

Οι συνολικές παρεμβάσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου θα έχουν ως αποτέλεσμα την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου από την Κατηγορία Ζ' στην Κατηγορία Β+.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ



Από το σύνολο των παρεμβάσεων προκύπτει σημαντική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας: 126,9 kWh/m² ή 66,8% σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Λειτουργικό κόστος (€)	2,812.2	7,557.4	1,858.5
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			257,666.0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			136.1
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			70.2
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			3.5
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			38.6
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			45.2

Με συνολικό κόστος επέμβασης για την αναβάθμιση ο οποίο υπολογίζεται σε 257.666,00 € η απόσβεση των επεμβάσεων στο κτίριο όπως προκύπτει με την απλή μέθοδο αποπληρωμής του προγράμματος TEE-KENAK, ανέρχεται σε 45,2 έτη.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΔΗΜΟΣ ΠΥΡΓΟΥ
Έργο: Ενεργειακή Αναβάθμιση
Δημοτικού Σχολείου Βούναργου

ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ



ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2025

ΕΡΓΟ: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΒΟΥΝΑΡΓΟΥ

ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (τμχ, m2)	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ (€/τμχ , €/μ²)	ΔΑΠΑΝΗ
1	Αντικατάσταση κουφωμάτων	110	492.5	54.175,00
2	Εξωτερική θερμομόνωση τοίχων	500	91.60	45.800,00
3	Θερμομόνωση Δώματος	450	88.14	39.663,00
4	Υγρομόνωση επιφάνειας άνωθεν Υπαίθριου χώρου	80	25	2.000,00
5	Εγκατάσταση μίας Κεντρικής Αντλίας Θερμότητας υψηλής απόδοσης (inverter) ισχύος 30 kW.	Κατ' αποκοπήν	22000	22.000,00
6	Αποξήλωση πετपालιωμένου λέβητα ισχύος 100.000kcal,κατάργηση των υφιστάμενων σωληνώσεων του Λεβητοστασίου, εγκατάσταση νέων σωληνώσεων,θερμομόνωση σωληνώσεων,εγκατάσταση μονάδων διανομής (fan coils), θέση σε λειτουργία, αποξηλώσεις- μεταφορές-λοιπές ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες	Κατ' αποκοπήν	20000	20.000,00
7	Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων φθορισμού, με νέα τύπου LED	50	110	5.500,00
ΣΥΝΟΛΟ:				189.138,00 €
Γενικά έξοδα και όφελος Εργολάβου			(18,00%)	34.044,84 €
Άθροισμα μετά ΓΕ & ΟΕ				223.182,84 €
Απρόβλεπτες Εργασίες :			(15,00%)	33.477,43 €
Άθροισμα μετά Απρόβλεπτες εργασίες:				256.660,27 €
Εκτίμηση εισφοράς ΑΕΚΚ				2.000,00 €
Άθροισμα :				258.660,27 €
Πρόβλεψη αναθεώρησης (περίπου 5%)				12.933,01 €
Άθροισμα μετά την αναθεώρηση:				271.593,28 €
Φ.Π.Α.:			(24,00%)	65.182,39 €
Σύνολο Προϋπολογισμού μετά Φ.Π.Α.:				336.775,67 €
Υπηρεσίες τεχνικού συμβούλου:				15.000,00
Σύνολο προϋπολογισμού:				351.775,67

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

.....

.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΔΗΜΟΣ ΠΥΡΓΟΥ

Έργο: Ενεργειακή Αναβάθμιση

Δημοτικού Σχολείου Καράτουλα



ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2025

Πίνακας περιεχομένων

1.	ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	4
1.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	4
1.2	Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	4
1.3	ΣΚΟΠΟΣ	4
2.	ΠΡΟΤΥΠΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	5
2.1	ΓΕΝΙΚΑ	5
2.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ	7
3	ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ	8
3.1	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ	8
	3.1.1 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	8
	3.1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ-ΧΡΟΝΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	10
	3.1.3 ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	11
	3.1.4 ΘΕΡΜΑΝΣΗ.....	13
	3.1.5 ΨΥΞΗ 22	
	3.1.6 ΦΩΤΙΣΜΟΣ.....	22
3.2	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕΓΕΘΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	28
	3.2.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	30
	3.2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	31
4	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	32
4.1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	32
4.2	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ	34
	4.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΝΕΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ..	35

4.2.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ	36
4.3	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ	37
4.3.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΤΟΙΧΩΝ	37
4.3.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ	40
4.4	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΩΣΗΣ ΟΡΟΦΗΣ	40
4.4.1	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΟΡΟΦΗΣ	42
4.4.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ	45
4.5	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	46
4.5.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	46
4.5.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ	50
4.6	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ	50
4.6.1	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ	52
5	ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ	53
5.1	ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	53
5.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ-ΟΦΕΛΟΥΣ	55

1. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Το σχολείο βρίσκεται εντός του οικισμού Καράτουλα τη Δ.Ε. Ωλένης του Δήμου Πύργου. Έχει επιφάνεια **344,19m²** και ωφέλιμη επιφάνεια 335,34 m².

Για την θέρμανση των χώρων χρησιμοποιείται χαλύβδινος λέβητας ισχύος 104,40 kW/h.

Δεν υπάρχουν κλιματιστικές μονάδες στο κτίριο.

Ο φωτισμός των χώρων γίνεται κυρίως με φωτιστικά σώματα φθορισμού.

1.2 Η/Μ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Ο κύριος Η/Μ εξοπλισμός περιλαμβάνει:

- ❖ Λέβητα
- ❖ Φωτιστικά σώματα

1.3 ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της προμελέτης είναι η απόκτηση επαρκούς γνώσης όσον αφορά στο υφιστάμενο σύνολο των χαρακτηριστικών ενεργειακής κατανάλωσης των εγκαταστάσεων του κτιρίου και η εξασφάλιση εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας που απαιτείται για τις ανάγκες των τεχνικών συστημάτων που εξυπηρετούν το κτήριο κατά τουλάχιστον 30% ετησίως, καθώς και μείωση των εκπομπών CO₂ κατά τουλάχιστον 30%.

2. ΠΡΟΤΥΠΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

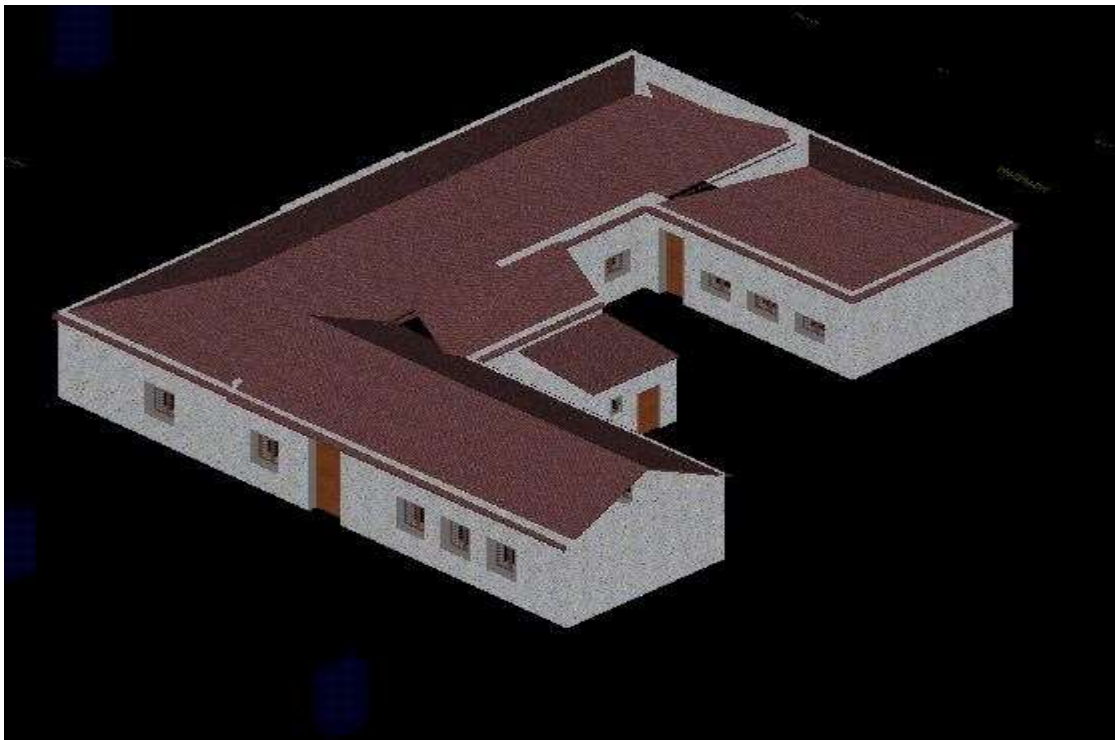
Με βάση τα στοιχεία που συλλέγονται για το κτίριο τόσο κατά την αρχική φάση της αποτύπωσης της υφιστάμενης κατάστασης όσο και κατά την αναλυτική ενεργειακή επιθεώρηση, έγινε υπολογισμός της ζήτησης ενέργειας στους τομείς θέρμανση, ψύξη, φωτισμός, μηχανικός αερισμός και ζεστό νερό χρήσης. Για τους υπολογισμούς των ενεργειακών παραμέτρων του κτιρίου στους παραπάνω τομείς χρησιμοποιείται το λογισμικό TEE - KENAK Έκδοση 1.31.1.9 - Engine 1.7.6.19 , βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και των αντίστοιχων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και 20701- 4/2017.

Στο λογισμικό συμπεριλαμβάνονται Ευρωπαϊκά και Διεθνή πρότυπα τα οποία βρίσκονται σε αντιστοιχία με τα οριζόμενα στο Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων – KENAK. Πιο συγκεκριμένα, έχουν χρησιμοποιηθεί τα παρακάτω πρότυπα:

- ISO/DIS 13790 – CEN/TC 89 WI-14. “Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling” (17-03-2005).
- ISO/DIS 13789 – CEN WI-23 part 2. “Thermal performance of buildings – Transmission and ventilation heat transfer coefficients – Calculation method” (December 2004).
- CEN/TC 228 WI-2. “Heating systems in buildings – Energy performance of buildings – Overall energy use, primary energy and CO2 emissions” (May 2005).
- CEN Draft prEN 15193-1 – CEN WI-13. “Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting – Part 1: Lighting energy estimation” (March 2005).
- CEN/TC 228 WI-9. “Heating systems in buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 2.2.4: Space heating generation systems, the performance and quality of CHP electricity and heat” (December 2004).
- CEN/TC 228 WI-11. “Heating systems in buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 3.1 Domestic hot water systems, characterisation of needs (tapping requirements)” (May 2005).
- EPA-ED project. “EPA-ED Formulas – Calculation scheme” (September 2004).
- EPA-ED project. “EPA-ED Calculation engine software – Data structure” (September 2004).
- EPA-ED project. “Recommendations on EPA-ED method & tool” (September 2004).

- EPA-U software. “Energieprestatie van utiliteitsgebouwen – Formulestructuur (inclusief winkels)” (November 2004). In Dutch (English title: “Energy performance of non-residential buildings – Formula structure (including retail buildings)”).
- Soethout L. Scholten, J.E. & Elkhuizen B. Functional specification of the EPA-NR software
 - WP2b. Final version, March 2007. TNO. Delft, The Netherlands.

Η παρούσα ενεργειακή επιθεώρηση διενεργήθηκε με βάση το «Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» (ΚΕΝΑΚ), όπως αυτός συμπληρώθηκε και τροποποιήθηκε με τον ισχύοντα ΚΕΝΑΚ (Αριθ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/ 30-06-17, ΦΕΚ 2367/Β/12-07-17) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Το κέλυφος και οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις αποτυπώθηκαν στο λογισμικό 4M ΚΕΝΑΚ σε τρισδιάστατη απεικόνιση για την εισαγωγή δεδομένων και την παραγωγή των αποτελεσμάτων.



ΕΙΚΟΝΑ 1 ΑΠΕΙΚΟΝΗΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ

Ειδικότερα, η διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης βασίσθηκε στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

- 20701-1/2017: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» - Α' Έκδοση (Νοέμβριος 2017),

- 20701-2/2017: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων» - Α' Έκδοση (Νοέμβριος 2017),
- 20701-3/2014: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων» - Γ' Έκδοση (Νοέμβριος 2014),
- 20701-4/2017: «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού» - Α' Έκδοση (Νοέμβριος 2017).

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου εφαρμόζεται η μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790, και των υπολοίπων προτύπων όπως προσδιορίζεται από τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). Στις επόμενες παραγράφους αναλύεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε βάσει των παραπάνω προτύπων για τον υπολογισμό της ζήτησης και κατανάλωσης ενέργειας στο κτίριο στους τομείς της θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού και ζεστού νερού χρήσης. Επιπλέον, περιγράφεται η μεθοδολογία για τον υπολογισμό των αναγκών αερισμού του κτιρίου καθώς και οι απαιτήσεις θερμικής άνεσης των χρηστών.

2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

Αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου, εκτιμάται η ζήτηση του κτιρίου σε ενέργεια (ηλεκτρική, θερμική) για φωτισμό, θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ζεστό νερό χρήσης, ηλεκτρικά φορτία, εκτιμώνται οι αντίστοιχες καταναλώσεις σε ηλεκτρική ενέργεια και καύσιμο και δίνονται τα αντίστοιχα διαγράμματα και πίνακες της υφιστάμενης/ παρούσας κατάστασης της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου.

Προτείνονται παρεμβάσεις και εκτιμώνται οι αντίστοιχες τιμές εξοικονόμησης και απόσβεσης. Ο υπολογισμός των χρόνων απόσβεσης γίνεται από το υπολογιστικό πρόγραμμα με βάση την εξοικονόμηση που έχει η κάθε παρέμβαση στην καταναλισκόμενη ενέργεια.

Κάθε παρέμβαση εξετάζεται ξεχωριστά και δίνονται οι αντίστοιχες τιμές εξοικονόμησης, μείωσης των εκπομπών CO₂ και χρόνου απόσβεσης.

Ο χρόνος απόσβεσης μιας παρέμβασης εκτιμάται με βάση το εκτιμώμενο κόστος προς την υπολογιζόμενη εξοικονόμηση ενέργειας ανοιγμένη σε χρηματικό ποσό.

Η εκτίμηση της εξοικονόμησης γίνεται με βάση το καύσιμο που χρησιμοποιείται και την θερμογόνο τιμή του.

3 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ

3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

Στις επόμενες παραγράφους περιγράφεται η υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου ως ανάλυση των επιμέρους χαρακτηριστικών και συστημάτων του.

3.1.1 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το σχολείο είναι ορθογώνιο κτίριο. Η οργάνωση του κτιρίου τόσο σε τυπολογικό όσο και σε μορφολογικό επίπεδο είναι συμμετρική. Το κτίριο αποτελείται από ισόγειο και έναν όροφο. Η πρόσβαση στον όροφο γίνεται μέσω κλιμακостаσίου. Το Ισόγειο κατασκευάστηκε προ του 1955 ενώ στη συνέχεια προστέθηκε το κλιμακοστάσιο και ο όροφος το 1979.



ΕΙΚΟΝΑ 2 ΠΡΟΣΟΨΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου είναι **344,19m²**, και αναπτύσσεται όπως αναφέρθηκε παραπάνω σε μία στάθμη. Στο σχολείο φιλοξενούνται κυρίως χώροι εκπαίδευσης, κάποια γραφεία και κάποιοι χώροι ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-4/2017 παρ. 3.2 σελ. 23 :

Η παραπάνω επιφάνεια αφορά μόνο το κτίριο του σχολείου και δεν περιλαμβάνει τα υπόλοιπα κτίρια που βρίσκονται εντός του οικοπέδου.

Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την κατανάλωση στο υπόλοιπο κτήριο, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες.

Τμήματα του κτηρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Για τις ανάγκες της ενεργειακής αποτύπωσης το λεβητοστάσιο θεωρείται μη θερμαινόμενος χώρος.

- Χώροι εκπαίδευσης και γραφείων: 344,19 m² Όγκος : 1.376,76m³
- Χώροι Η/Μ: 8,85 m² Όγκος : 23,985m³

Το κτίριο όπως διακρίνεται και στην δορυφορική εικόνα, βρίσκεται σε ελεύθερο οικόπεδο και είναι ελεύθερο στο Βορά , την Δύση και την Ανατολή ενώ στην Νότια πλευρά του συνορεύει με την την επαρχιακή οδό Καρούτας-Χάνι Παυλόπουλου.



ΕΙΚΟΝΑ 3 ΠΑΝΟΡΑΜΙΚΗ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΚΑΡΑΤΟΥΛΑ

3.1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ-ΧΡΟΝΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Κατά την διαδικασία του ελέγχου καταγράφηκαν και εκτιμήθηκαν οι χρόνοι και περίοδοι λειτουργίας των διαφόρων συστημάτων και δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας Σχολείου		
Ώρες λειτουργίας	8	Προκαθορισμένη παράμετρος από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2017
Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	5	
Μήνες λειτουργίας	9	
Περίοδος θέρμανσης	1/11 έως 15/4	
Περίοδος ψύξης	15/5 έως 15/9	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	35	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45	
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m ³ /h/m ²)	11.00	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	300	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο	9,6	
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m ³ /(m ² .έτος)]	0.00	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	60	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	16.4	
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα	40	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.18	
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	2	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,25	

3.1.3 ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Δομικά – τοιχοποιία

Η κατασκευή του κελύφους αποτελείται από λιθοδομή πάχους 65 εκατοστών χωρίς θερμομονωτική προστασία καθώς ο χρόνος κατασκευής προσδιορίζεται πριν το 1955 που είναι και το όριο εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων.

Στην τελευταία στάθμη υπάρχει πλάκα σκυροδέματος . Λόγω κάποιων διαρροών σε διάφορα σημεία της οροφής θεωρείται ότι η θερμομονωτική προστασία που μπορεί να προσφέρει στο κτίριο είναι περιορισμένη.

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης οι συντελεστές θερμοπερατότητας (U value) που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς για τα δομικά στοιχεία του κτιρίου σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017 (πιν.3.6) είναι:

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (λιθοδομή ισογείου)	3,85 W/m ² κ
Ξύλινη Στέγη	4.25 W/m ² κ
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	3,10 W/m ² κ

Ανοίγματα

Ένα σημαντικό ποσοστό του κελύφους του κτιρίου καλύπτεται από ανοίγματα, τα οποία αποτελούνται από μεταλλικό πλαίσιο με σταθερούς ή κινητούς φεγγίτες και διπλούς υαλοπίνακες μέτριας αεροστεγανότητας στο μεγαλύτερο μέρος,. Κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης διαπιστώθηκε ότι η κατάσταση των κουφωμάτων είναι μέτρια με σχετικά προβλήματα στεγάνωσης, στην οποία οφείλονται εν μέρη και οι σημαντικές θερμικές απώλειες λόγω αερισμού στο κτίριο. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία στο σχήμα και τις διαστάσεις των κουφωμάτων ανά στάθμη όπως φαίνεται και στις φωτογραφίες παρακάτω.



ΕΙΚΟΝΑ 4 ΤΥΠΙΚΟ ΚΟΥΦΩΜΑ

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου οι συντελεστές θερμοπερατότητας (U value) που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς για ανοίγματα σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701- 1-2017 (πιν.3.13α) είναι:

- ❖ Μεταλλικό πλαίσιο ποσοστό 30% χωρίς θερμοδιακοπή μονός υαλοπίνακας : $6.1 \text{ W/m}^2\text{oK}$
- ❖ Για τον συγκεκριμένο συνδυασμό πλαισίου – υαλοπίνακα, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας ισούται με $\Psi=0,02 \text{ W/mK}$ ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017 (πιν.3.10).
- ❖ Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους των διπλών υαλοπινάκων σε κάθετη πρόσπτωση είναι $g=0,85$ και ο μέσος συντελεστής ηλιακού κέρδους του υαλοπίνακα είναι $ggI=0,90 \times 0,85=0,77$.
- ❖ Η διείσδυση του αέρα από χαραμάδες λαμβάνεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.24) και είναι ίση με $8,7 \text{ m}^3/(\text{m}^2\text{h})$ για τα παράθυρα και 5,3 τις πόρτες με διπλό υαλοπίνακα επομένως η συνολική διείσδυση αέρα από κουφώματα υπολογίζεται ανά στάθμη στον παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΘΕΛΗΤΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ

ΣΤΑΘΜΗ	ΕΜΒΑΔΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ m ²	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ m ² /h
ΙΣΟΓΕΙΟ	60,00	485,00

3.1.4 ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Παραγωγή

Για την παραγωγή ζεστού νερού θέρμανσης χρησιμοποιείται ένας λέβητας ισχύος 104,40 kW



ΕΙΚΟΝΑ 5 ΛΕΒΗΤΑΣ

Ο βαθμός απόδοσης της καύσης λήφθηκε από τα φύλλα συντήρησης μετρημένος, σύμφωνα με την Κ.Υ.Α.189533/07-11-2011 «Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού» (ΦΕΚ Β' 2654), όπως αναγράφονται στα φύλλα συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης και δόθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία του Διοικητηρίου.

Επειδή δεν βρέθηκε η μελέτη εφαρμογής της θέρμανσης, η υπολογιζόμενη θερμική ισχύς P_{gen} προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$$P_{gen} = \left(A \cdot U_m \cdot 1,5 + \frac{\dot{V}}{3} \right) \cdot \Delta T$$

όπου:

P_{gen} [W]	η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτιρίου,
A [m^2]	η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (τοιχοί, οροφές, πυλωτή, ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα ή/και σε επαφή με όμορα κτήρια ή/και σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή/και σε επαφή με το έδαφος, όπως λαμβάνεται υπόψη κατά τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου.
U_m , [W/(m^2K)]	ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A . Ανάλογα με την ηλικία του κτιρίου ο U_m λαμβάνει τις τιμές: • 3,5 W/(m^2K) ή όπως υπολογίζεται από τον επιθεωρητή, για κτίρια πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (οικοδομικές άδειες πριν από το 1980), • 1,55 W/(m^2K) για την Α κλιματική ζώνη, • 1,20 W/(m^2K) για τη Β κλιματική ζώνη και • 0,95 W/(m^2K) για τη Γ κλιματική ζώνη, για κτίρια μετά την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (έγκριση οικοδομικής άδειας μετά το 1980), καθώς και για κτίρια πριν από την ισχύ του κανονισμού, τα οποία πιστοποιημένα έχουν εφαρμόσει θερμομόνωση σε όλο το κτιριακό κέλυφος. • Σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης (μελέτη ενεργειακής απόδοσης) για κτίρια μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.
ΔT [$^{\circ}C$] ή [K]	η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος: • 18$^{\circ}C$ για την Α κλιματική ζώνη, • 20$^{\circ}C$ για τη Β κλιματική ζώνη, • 23$^{\circ}C$ για τη Γ και κλιματική ζώνη και • 28$^{\circ}C$ για τη Δ κλιματική ζώνη. Αυτές οι θερμοκρασιακές διαφορές εκτιμήθηκαν βάσει των ελάχιστων θερμοκρασιών αέρα που παρατηρούνται στις αντίστοιχες κλιματικές ζώνες.
1,5	συντελεστής που περιλαμβάνει τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής κ.τ.λ.
$\dot{V}$	η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στον θερμαινόμενο χώρο σε (m^3/h) και υπολογίζεται βάσει του Πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Για το συγκεκριμένο κτίριο έχουμε :

$A=$	344,19	m^2
$U_m=$	3.5	W/mK
$V=$	3.795,00	m^3/h
$\Delta T=$	20	$^{\circ}C$

Εφαρμόζοντας τον παραπάνω τύπο προκύπτει:

$$P_{gen}=61,439 \text{ kWatt}$$

Επομένως η συνολική ισχύς για τον έλεγχο είναι 104,40 Watt η οποία είναι 70,0% περίπου μεγαλύτερη σε σχέση με την υπολογιζόμενη από τον κανονισμό ισχύ.

Η μονάδα δεν έχει ενεργειακή σήμανση οπότε αν η_{gm} είναι ο πραγματικός βαθμός απόδοσης της μονάδας λέβητα-καυστήρα όπως μετρήθηκε στο πλήρες φορτίο κατά την ανάλυση καυσαερίων στα υφιστάμενα συστήματα, τότε ο εποχιακός βαθμός απόδοσης της μονάδας $\eta_{sK\Theta}$ δίδεται από τον τύπο:

$$\eta_{sK\Theta} = \eta_{gm} \cdot \eta_{g0}$$

όπου η_{g0} είναι ο συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό βαθμό απόδοσης και δίδεται από τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.2γ Συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό βαθμό απόδοσης (η_{g0})

	Συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό β.α. η_{g0}			
Ονομαστική ισχύς (kW)	≤25	>25 & ≤100	>100 & ≤400	>400
Λέβητας χωρίς στοιχεία (*)	0,82	0,84	0,87	0,90
Συνήθης λέβητας (*)	0,85	0,88	0,91	0,92
Λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών	0,91	0,935	0,965	0,965
Λέβητας συμπύκνωσης	0,95	0,96	0,977	0,977

Στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση, χρησιμοποιείται ο βαθμός απόδοσης (η_{gen}), που προκύπτει από τον εποχιακό βαθμό απόδοσης της μονάδας λέβητα - καυστήρα ($\eta_{sK\Theta}$), μειωμένος κατά τον συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης (η_{g1}) και τον συντελεστή μόνωσης (η_{g2}) οι οποίοι δίδονται στους πίνακες 4.3. και 4.4 και τη σχέση :

$$\eta_{g2} = a \cdot Y + b$$

Έτσι, ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης (η_{gen}) προκύπτει:

$$\eta_{gen} = \eta_{sK\Theta} \cdot \eta_{g1} \cdot \eta_{g2}$$

Όπου:

- ❖ Υ: η υπερδιαστασιολόγηση η οποία λαμβάνει την τιμή 1 για λέβητα χωρίς υπερδιαστασιολόγηση, 1,5 για λέβητα με υπερδιαστασιολόγηση 50% κ.ο.κ.
- ❖ a, b: συντελεστές οι οποίοι υπολογίζονται από τον πίνακα 4.4

Πίνακας 4.3. Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} μονάδας λέβητα - καυστήρα.

Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης (P_m / P_{gen})	Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης					
	100%	125%	150%	200%	400%	500%
Λέβητας βιομάζας (χωρίς στοιχεία)	1	0,97	0,94	0,90	0,76	0,70
Συνήθης λέβητας	1	0,97	0,94	0,91	0,77	0,72
Λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών	1	0,985	0,97	0,94	0,84	0,80
Λέβητας συμπύκνωσης	1	0,988	0,975	0,95	0,85	0,82
Πιστοποιημένος Λέβητας βιομάζας (χειροκίνητης ή αυτόματης τροφοδοσίας)	1	0,975	0,955	0,91	0,78	0,74

Πίνακας 4.4. Συντελεστές υπολογισμού συντελεστή κατάστασης μόνωσης n_{g2} μονάδας λέβητα - καυστήρα.

Κατάσταση μόνωσης	Τύπος λέβητα	a	b
Καλή	Όλοι	0,0	1,0
Μέτρια	Χωρίς στοιχεία, συνήθης, βιομάζας	-0,0145	0,975
	Χαμηλών θερμοκρασιών	-0,017	0,99
	Συμπύκνωσης	-0,015	1,00
Κακή	Χωρίς στοιχεία, συνήθης, βιομάζας	-0,026	0,95
	Χαμηλών θερμοκρασιών	-0,027	0,99
	Συμπύκνωσης	-0,034	1,00

Για το συγκεκριμένο κτίριο οι παραπάνω συντελεστές διαμορφώνονται ως εξής :

nsKΘ=	0.7395
ngm	0.97
ng0=	0.91
ng1=	0.97
ng2=	0.975
a=	0
b=	1
γ=	1

Επομένως ο συνολικός βαθμός απόδοσης που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου είναι :

$$ngen=0.656$$

Δίκτυο διανομής

Το δίκτυο διανομής ζεστού νερού θέρμανσης ξεκινάει από το λεβητοστάσια και μέσω συλλεκτών διανέμει με κατακόρυφες στήλες στα θερμαντικά σώματα του κτιρίου.

Ως προς τη μόνωση του δικτύου από την επιθεώρηση προκύπτει ότι δεν υπάρχουν αμόνωτες σωλήνωσες σε μη θερμαινόμενους χώρους. Η διανομή γίνεται με 1 κυκλοφορητή χωρίς αυτοματισμό ρύθμισης στροφών με αντιστάθμιση φορτίου, ενώ η συνολική ονομαστική ισχύς του είναι 0,335 kWatt .



ΕΙΚΟΝΑ 6 ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 το πάχος θερμομόνωσης καλύπτει τις απαιτήσεις του κανονισμού σχετικά με τα δίκτυα διανομής θερμού μέσου το οποίο είναι 13mm. Επομένως οι απώλειες του δικτύου είναι 2% σύμφωνα με τον πίνακα 4.11 και ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής υπολογίζεται 98%.

Πίνακας 4.11. Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς τη συνολική θερμική / ψυκτική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο.

Θερμική ή ψυκτική ισχύς δικτύου διανομής	Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς χώρους				Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους		
	Μόνωση ¹ κτηρίου αναφοράς	Μόνωση ² ίση με την ακτίνα σωλήνων	Ανεπαρκής μόνωση ³	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνων	Χωρίς ή με ανεπαρκή με ανεπαρκή μόνωση
[kW]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Δίκτυα διανομής θέρμανσης με υψηλές θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου (≥60°C)							
20 - 100	5,5	4,5	11,0	14,0	8,0	6,5	17,0
100 - 200	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7	15,5
200 - 300	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2	14,2
300 - 400	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7	13,1
> 400	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0	12,0

Θερμαντικά σώματα

Τα θερμαντικά σώματα είναι χαλύβδινα τύπου ΑΚΑΝ , παλαιότερης κατασκευής με μειωμένη κατά κανόνα εκπομπή. Στο σύνολό τους τα θερμαντικά σώματα είναι τοποθετημένα σε κατάλληλες θέσεις επιτρέποντας την φυσική μεταφορά του θερμού αέρα.

Για τον υπολογισμό της απόδοσης των θερμαντικών μονάδων θέρμανσης, χρησιμοποιείται η σχέση 4.12 και ο πίνακας 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{hydr}}$$

Όπου:

❖ n_{em} : η απόδοση εκπομπής

❖ f_{rad} : παράγοντας αποτελεσματικότητας ακτινοβολίας f_{im} : παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας

❖ f_{hydr} : παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας

Για τις τερματικές μονάδες άμεσης απόδοσης:

❖ Το εσωτερικό ύψος των χώρων του κτιρίου είναι $< 4,0 \text{ m}$,

οπότε: $f_{rad} = 1,00$.

❖ Υπάρχει υπάρχει δυνατότητα αυτόματης ρύθμισης σε επίπεδο τερματικής μονάδας,

οπότε: $f_{im} = 0,97$

Πρόκειται για σύστημα υδραυλικά μη ισορροπημένο οπότε: $f_{hydr} = 1,03$.

Έτσι με απόδοση εκπομπής $\eta_{em} = 0,93$ για άμεσης απόδοσης τερματικές μονάδες σε εξωτερικό τοίχο, με θερμοκρασία μέσου $70-50^{\circ}\text{C}$, προκύπτει βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων: $\eta_{em,t} = 90,3\%$



ΕΙΚΟΝΑ 7 ΤΥΠΙΚΟ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑΨΥΞΗ

3.1.5 ΨΥΞΗ

Παραγωγή

Υπάρχουν δύο κλιματιστικές μονάδες διαιρούμενου τύπου στους χώρους των γραφείων.

3.1.6 ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ο φωτισμός εντός των χώρων του κτιρίου σε όλους τους ορόφους γίνεται στη συντριπτική πλειονότητα με φωτιστικά με 2Χ18W και 4Χ18W λαμπτήρων φθορισμού και 4 φωτιστικά στο WC πάλι με λαμπτήρες πυρακτώσεως αλογόνου.



ΕΙΚΟΝΑ 8 ΤΥΠΙΚΟ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ



ΕΙΚΟΝΑ 9 ΤΥΠΙΚΑ ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

Η κατάσταση των φωτιστικών κρίνεται μέτρια, ενώ κατά την επιθεώρηση, διαπιστώθηκε ότι τα εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα και λαμπτήρες, αποδίδουν στάθμη γενικού φωτισμού χαμηλότερη από τα καθοριζόμενα στον κανονισμό. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο αριθμός και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών σωμάτων εντός του κτιρίου.

Η εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού στο κτίριο ανέρχεται σε 6,81kW.

Για τις ανάγκες της επιθεώρησης και σύμφωνα με την τελευταία αναθεώρηση του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης καταγράφονται οι ζώνες τεχνητού φωτισμού που δημιουργούνται από την ομαδοποίηση των χώρων του κτιρίου ανάλογα με τις απαιτούμενες στάθμες του τεχνητού φωτισμού που καθορίζονται από το EN12464-1 ανάλογα τη χρήση των χώρων. Η κάθε ζώνη τεχνητού φωτισμού αντιστοιχεί σε καθορισμένο ποσοστό κάλυψης σε σχέση με το συνολικό εμβαδό της θερμικής ζώνης του κτιρίου. Στη συνέχεια θα συσχετίζονται τα ποσοστά κάλυψης με τα αντίστοιχα όρια της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού (W/m^2) ανά θερμική ζώνη με σκοπό τη δημιουργία

ενός μέσου ορίου εγκατεστημένης ισχύς φωτισμού (W/m^2) που θα είναι μοναδικό για κάθε θερμική ζώνη και κτήριο και θα συσχετίζεται με τις ανάγκες φωτισμού των χώρων του.

Για την ανάλυση των δεδομένων φωτισμού το κτίριο θεωρήθηκε ως μία ενιαία ζώνη σύμφωνα με τις απαιτήσεις σε ένταση φωτισμού. Η ζώνη τεχνητού φωτισμού έχει απαίτηση για στάθμη φωτισμού στα 300lx.

Πίνακας 2.4. Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού και εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W/m^2) κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]*	Ισχύς για κτήριο αναφοράς [W/m^2]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία (περισσότερα του ενός διαμερίσματα)	200	6,4	0,8
Ξενοδοχείο ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Ξενώνας ετήσιας λειτουργίας	300	9,6	0,8
θερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
χειμερινής λειτουργίας	300	9,6	0,8
Οικοτροφείο και κοιτώνας	300	9,6	0,8
Υπνοδωμάτιο ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	250	8,0	0,8
Κοινόχρηστος χώρος ξενοδοχείου, οικοτροφείου κ.ά.	100	3,2	0,5
Εστιατόριο	200	6,4	0,8
Ζαχαροπλασείο, καφενείο	250	8,0	0,8
Νυχτερινό κέντρο διασκέδασης, μουσική σκηνή	100	3,2	0,8
Θέατρο, κινηματογράφος	100	3,2	0,8
Χώρος συναυλιών	100	3,2	0,8
Χώρος εκθέσεων, μουσείο	200	6,4	0,8
Χώρος συνεδρίων, αμφιθέατρο, αίθουσα δικαστηρίων	500	16,0	0,8
Τράπεζα	500	16,0	0,8
Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων	300	9,6	0,8
Κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο	300	9,6	0,5
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	200	6,4	0,5
Λουτρό (κοινόχρηστο)	200	6,4	0,5
Νηπιαγωγείο	300	9,6	0,8
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	300	9,6	0,8

Η ποσοστιαία κατανομή ισχύος και τετραγωνικών της απαιτούμενης στάθμης φωτισμού ανά χρήση χώρου (1000lx-500lx-300lx-200lx-100lx) παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα καθώς και η πυκνότητα ισχύος για κάθε χρήση.

Κατανομή ισχύος φωτισμού ανά ζώνη τεχνητού φωτισμού						
A/A	Απαιτούμενη ένταση φωτισμού	Επιφάνεια ζώνης τεχνητού φωτισμού		Ισχύς φωτισμού ανά ζώνη τεχνητού φωτισμού	Ανηγμένη ισχύς φωτισμού	Πυκνότητα ισχύος ανά 100lx
-	lx	m ²	%	W	W/m ²	W/m ² /100l
1	1000	0,00	0,0	0	0,0	0,0
2	500	0,00	0,0	0	0,0	0,0
3	300	0,00	100	6,81	19,80	6,62
4	200	0,00	0,0	0	0,0	0,0
5	100	0,00	0,00%	0	0,0	0,0
	Σύνολα	344,19	100.00%	6,81	-	-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΙΣΧΥΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΑΝΑ ΖΩΝΗ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η παρατήρηση ότι η γενική στάθμη φωτισμού στο κτίριο απέχει από όσα ορίζονται στον κανονισμό επιβεβαιώνεται και υπολογιστικά από την σύγκριση της στήλης «Πυκνότητα ισχύος

ανά 100lx» του προηγούμενου πίνακα, με τις τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανά 100lux του πίνακα 5.1α της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

Πίνακας 5.1α. Τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανά 100lux, για επιθεώρηση κτηρίων όταν ο υπό εξέταση χώρος είναι υποφωτισμένος.

Φωτιστικά με λαμπτήρες	Πυκνότητα ισχύος ανά 100 lx [W/m ² /100lx]
Απλός πυράκτωσης (έχει καταργηθεί)	27,0
Πυράκτωσης αλογόνου	16,6
Ατμών υδραργύρου (έχει καταργηθεί)	7,0
Ατμών νατρίου υψηλής πίεσης	4,2
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του ballast)	4,5
Γραμμικός φθορισμού T8 (halophosphate συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρομαγνητικού ballast)	4,2
Γραμμικός φθορισμού T8 (tripphosphor συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,4
Γραμμικός φθορισμού T5 (συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,2
Ατμών μεταλλικών αλογονιδίων (συμπεριλαμβανομένου ηλεκτρομαγνητικού στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	5,2
Φωτοдиодοι (LED) με ενσωματωμένο driver	2,5

Για να διαπιστωθεί η απόκλιση της στάθμης φωτισμού από το πρότυπο EN 12464-1 θα εκπονηθούν φωτοτεχνικές μελέτες με κατάλληλο λογισμικό για να αποτυπωθούν και να υπολογιστούν οι συνθήκες φωτισμού στους χώρους του σχολείου.

Όπως γίνεται αντιληπτό οι αποκλίσεις από την απαιτούμενη στάθμη των 300lx είναι σημαντικά μεγαλύτερες του 30% επομένως η εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου θα πρέπει να υπολογισθεί σύμφωνα με τον κανονισμό ως εξής :

Σε περίπτωση που το υπό επιθεώρηση κτίριο διαθέτει φωτιστικά και λαμπτήρες που αποδίδουν χαμηλότερη στάθμη (lx) γενικού φωτισμού από τα καθορισμένα στον πίνακα 2.4. και εφόσον τα επίπεδα φωτισμού έχουν μεγαλύτερη διαφοροποίηση από το όριο προς τα κάτω κατά 30% (σύμφωνα με τη Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/17-6-2008 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα» - ΦΕΚ Β' 1122) τότε για τους υπολογισμούς, ως εγκατεστημένη ισχύς γενικού φωτισμού λαμβάνεται η υπολογιζόμενη ελάχιστη απαιτούμενη

εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών της ίδιας τεχνολογίας με τη χρησιμοποιούμενη στο εξεταζόμενο κτήριο, που πληροί την ελάχιστη στάθμη (lx) γενικού φωτισμού.

Η ελάχιστη απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς (W/m^2) γενικού φωτισμού υπολογίζεται ανάλογα με τον τύπο λαμπτήρων και του εξοπλισμού λειτουργίας (τύπος ballast κλπ) που καταγράφονται στο υπό επιθεώρηση κτήριο, την ελάχιστη απαιτούμενη στάθμη φωτισμού (lx) ανάλογα με τη χρήση του χώρου (πίνακας 2.4.) και τις τυπικές τιμές του συντελεστή μετατροπής (πυκνότητα ισχύος ανά $100lx$), για διάφορες τεχνολογίες φωτιστικών που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτήρια και δίνεται στον πίνακα 5.1α.

Εντός των χώρων του κτιρίου δεν υπάρχουν εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα ασφαλείας για την υπόδειξη των οδεύσεων και εξόδων διαφυγής τα οποία διαθέτουν λαμπτήρες φθορισμού.

Σε κανέναν χώρο δεν υπάρχει αισθητήρας μέτρησης της έντασης φυσικού φωτισμού που προκύπτει από την ηλιακή ακτινοβολία επομένως η περιοχή Φυσικού Φωτισμού (Περιοχή ΦΦ) λαμβάνεται ίση με 0%. Επιπλέον η αφή και σβέση των φωτιστικών σωμάτων γίνεται από τοπικούς μηχανικούς διακόπτες τους οποίους χειρίζεται το προσωπικό. Οι μηχανικοί διακόπτες επιτυγχάνουν λειτουργία αφής/σβέσης (On/Off) επομένως οι επιλογές αυτοματισμών ΦΦ (FD) και ανίχνευσης κίνησης (Fo) λαμβάνονται ως απολύτως χειροκίνητοι.

3.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕΓΕΘΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m^2), όπως :

- ❖ Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη.
- ❖ Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m^2), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός), ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.).

- ❖ Ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με το Κ.Εν.Α.Κ και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	----
Τηλεθέρμανση από θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.	0,70	0,347
Τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε.	0,50	----

Η αυξημένη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά την τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο κτίριο, καθώς και την έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής πρωτογενούς ενέργειας.

Στα αποτελέσματα συγκρίνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις και η κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου στην υφιστάμενη κατάσταση με τις αντίστοιχες τιμές του κτιρίου αναφοράς. Το κτίριο αναφοράς σύμφωνα με την παράγραφο 3 του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. είναι : « Το κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο Κτίριο. Το Κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη ΘΨΚ των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ΖΝΧ και το φωτισμό.» και αποτελεί το μέτρο σύγκρισης για την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

3.2.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση, ψύξη παρουσιάζονται στον **πίνακα 5** που ακολουθεί:

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	3.1	1.7	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.7	8.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	0.0	0.0	4.5
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Η κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών με βάση τους βαθμούς απόδοσης του κάθε συστήματος παρουσιάζεται στον επόμενο **πίνακα 6**:

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	4.8	2.8	1.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.2	2.8	14.7
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	2.9
ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Φωτισμός	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	0.0	0.0	0.0	1.8	1.8	1.8	1.8	16.0
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σύνολο	6.5	4.6	3.6	2.4	3.0	0.0	0.0	0.0	3.5	2.3	3.0	4.6	33.5

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Και αντίστοιχα οι καταναλώσεις ανά μορφή καυσίμου και οι εκπομπές CO₂ παρουσιάζονται στον παρακάτω **πίνακα 7**:

	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
►	Ηλεκτρισμός	22.5	22.3
	Πετρέλαιο	11.0	2.9
	Φυσικό αέριο	0.0	0.0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
	Ηλιακή	0.0	0.0
	Βιομάζα	0.0	0.0
	Γεωθερμία	0.0	0.0
	Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
	Σύνολο	33.5	25.2

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂

3.2.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό παρουσιάζονται στον **πίνακα 8** που ακολουθεί:

	Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	16.3	9.7	7.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	10.1	49.8
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	6.8
	Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ

Η κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών με βάση τους βαθμούς απόδοσης του κάθε συστήματος παρουσιάζεται στον επόμενο **πίνακα 9**:

	Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	36.0	21.7	16.2	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	11.7	22.4	112.2
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	5.4
	ΖΝΧ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7	1.7	1.7	15.0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	37.7	23.4	17.8	5.3	3.9	0.0	0.0	0.0	4.8	2.3	13.4	24.1	132.6

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ

Στον παρακάτω **πίνακα 10** παρουσιάζεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου:

	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
▶	Ηλεκτρισμός	24.5	24.2
	Πετρέλαιο	108.1	28.5
	Φυσικό αέριο	0.0	0.0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
	Ηλιακή	0.0	0.0
	Βιομάζα	0.0	0.0
	Γεωθερμία	0.0	0.0
	Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
	Σύνολο	132.6	52.8

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂

4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με βάση την Ενεργειακή Επιθεώρηση που διενεργήθηκε στο κτίριο και το αντίστοιχο Π.Ε.Α. τα κτίρια στην παρούσα κατάσταση του κατατάχθηκε στην **Κατηγορία Ζ**.

Στόχος της προμελέτη είναι η υποβολή προτάσεων για τις αναγκαίες παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης, μέσω:

- ❖ της θερμομονωτικής επάρκειας με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία,
- ❖ της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας,

Από την διενέργεια “ex ante” Ενεργειακής Επιθεώρησης και την παρούσα προμελέτη ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου αποδεικνύεται ότι:

- ❖ Το κτίριο δεν πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. μιας και κατατάσσεται στην **κατηγορία Ζ**.
- ❖ Τα βασικά μέτρα παρεμβάσεων είναι η αναβάθμιση του κτιριακού περιβλήματος (με αντικατάσταση θερμομόνωσης κάτωθεν της στέγης, αντικατάσταση κουφωμάτων, επεμβάσεις στις Η/Μ εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού).

Με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου, γίνονται συστάσεις αναβάθμισης του κελύφους ή/και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Οι προτάσεις αυτές κινούνται στους εξής άξονες:

- ❖ Θερμομονωτική προστασία των αδιαφανών επιφανειών του κτιριακού κελύφους.
- ❖ Βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των διαφανών επιφανειών του κτιριακού κελύφους.
- ❖ Επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις θέρμανσης – ψύξης και κλιματισμού του κτιρίου.
- ❖ Επεμβάσεις στο σύστημα του φωτισμού του κτιρίου.

Ο συνδυασμός των παραπάνω μέτρων που προτείνονται βασίζεται κυρίως:

- ❖ Στην ενεργειακή συνεισφορά του προτεινόμενου μέτρου,
- ❖ Τη δυνατότητα υλοποίησής τους,
- ❖ Την οικονομική απόσβεσή τους,

Από τις δυνατές επεμβάσεις:

- ❖ Η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των εξωτερικών κουφωμάτων και εξετάζεται η αντικατάστασή τους με νέα.
- ❖ Εξετάζεται η ενεργειακή βελτίωση και αναβάθμιση των Η/Μ συστημάτων θέρμανσης– ψύξης.
- ❖ Εξετάζεται η επέμβαση στον φωτισμό με αντικατάσταση των φωτιστικών με νέα με λαμπτήρες τεχνολογίας Led.
- ❖ Δεν εξετάζεται η ενσωμάτωση Σ.Η.Θ.Υ.Α. καθώς το μέγεθος και η λειτουργία του κτιρίου καθιστά την συγκεκριμένη παρέμβαση απαγορευτική από πλευράς κόστους και λειτουργίας.

Επίσης η συγκεκριμένη μελέτη απαιτεί πληθώρα στοιχείων ενεργειακών καταναλώσεων για τον βέλτιστο καθορισμό της θερμικής / ηλεκτρικής ισχύος της τα οποία δεν ήταν διαθέσιμα. Σε κάθε περίπτωση η διερεύνηση της χρήσης συστήματος Σ.Η.Θ.Υ.Α. θα μπορούσε να εξετασθεί σε επόμενο στάδιο μετά την εφαρμογή των πρωταρχικών μέτρων που προτείνονται στην παρούσα προμελέτη.

4.2 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Τα κουφώματα του κτιρίου είναι στο σύνολό τους παλαιά με διπλό υαλοπίνακα με σχετικά μέτρια στεγάνωση. Η πρόταση για τα κουφώματα αφορά αντικατάστασή τους, διατηρώντας την υπάρχουσα τυπολογία τους, αλλά με νέα πλαίσια και ενεργειακούς υαλοπίνακες (low-e) ώστε ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης για την κλιματική ζώνη Β.



ΕΙΚΟΝΑ 10 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΟΜΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ

Τα ανοιγόμενα, και σταθερά τμήματα προτείνεται να αντικατασταθούν από μεταλλικό πλαίσιο αντίστοιχου πάχους με τα υφιστάμενα ή διαφορετικό. Τα υλικά και η κατασκευή των πλαισίων θα συμμορφώνεται με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-08-01-00.

Οι υαλοπίνακες των νέων κουφωμάτων θα είναι διπλοί με διάκενο τουλάχιστον 6mm και θα συμμορφώνονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-08-07-02 για τους διπλούς υαλοπίνακες. Η στεγάνωση προτείνεται να γίνεται με ελαστικά EPDM σε όλα τα σημεία συναρμογής, ώστε να εξασφαλίζεται η μέγιστη αεροστεγανότητα. Τα νέα κουφώματα προτείνεται να διαθέτουν πιστοποίηση κατά EN 12207 και η αεροπερατότητά τους με βάση τη συνολική επιφάνεια του κουφώματος να είναι τουλάχιστον κλάσης 2, οπότε για συνήθεις συνθήκες διαφοράς πίεσης (6Pa) από τις συνθήκες κατά τη διαδικασία της πιστοποίησης (με διαφορά πίεσης 100Pa), και σύμφωνα με τον Πίνακα 3.24 της TOTEE 20701-1/2017 η τιμή του συντελεστή διείσδυσης αέρα θα είναι: $\alpha = 4,1 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$.

4.2.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΝΕΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας για τα κουφώματα, υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη τον συντελεστή θερμοπερατότητας του πλαισίου (κάσα και φύλλο), τον συντελεστή θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα, το ποσοστό συμμετοχής του καθενός στο κούφωμα και τους συντελεστές γραμμικής θερμοπερατότητας και το μήκος των θερμογεφυρών στην επιφάνεια επαφής υαλοπίνακα - πλαισίου. Ο τύπος που υπολογίζει τον συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος είναι:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

όπου: U_w	[W/m ² K]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος
U_f	[W/m ² K]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου
U_g	[W/m ² K]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα
A_f	[m ²]	η επιφάνεια του πλαισίου
A_g	[m ²]	η επιφάνεια του υαλοπίνακα
A_w	[m ²]	η επιφάνεια του κουφώματος
l_g	[m]	το μήκος της θερμογέφυρας
Ψ_g	[W/mK]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας

Ο παραπάνω συνδυασμός πλαισίου – υαλοπίνακα σύμφωνα με τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης (ΤΟΤΕΕ 20701-1 2017 πιν. 3.4α) δεν θα πρέπει να ξεπερνάει την τιμή 3,00 W/m²K για την κλιματική ζώνη Β στην οποία ανήκει το **Καράτουλα**.

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης για το σενάριο της αντικατάστασης κουφωμάτων ως συντελεστής θερμοπερατότητας των νέων κουφωμάτων λήφθηκε ο $2,50 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Πίνακας 3.4α. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου.

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,20	2,00	1,80	1,80
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

4.2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Το κόστος για την αποξήλωση παλαιών και εγκατάσταση νέων κουφωμάτων με δίδυμο υαλοπίνακα εκτιμάται $492,50 \text{ €/m}^2$ και για αντικατάσταση των απλών υαλοπινάκων με διπλούς θερμομονωτικούς-ηχομονωτικούς-ανακλαστικούς υαλοπίνακες συνολικού πάχους 22 mm ενώ το συνολικό εμβαδό ανοιγμάτων είναι $60,00 \text{ m}^2$. Οπότε το συνολικό κόστος ανά παρέμβαση για την αντικατάσταση των κουφωμάτων θα διαμορφωθεί ως εξής:

α/α	Είδος Εργασίας	Μονάδα	Ποσό τητα	Τιμή μον. €	Μερικό σύνολο
1	Αποξήλωση παλαιών και εγκατάσταση νέων κουφωμάτων	m ²	60,00	492,50	29550,00

4.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

Προβλέπεται η εφαρμογή **Πιστοποιημένου Συστήματος Εξωτερικής Θερμομόνωσης** με σκοπό τη μείωση των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων, τη βελτίωση των συνθηκών άνεσης και την βελτίωση της εξωτερικής εμφάνισης του κτιρίου.

Το σύστημα της Εξωτερικής Θερμομόνωσης ως προϊόν θα πρέπει να φέρει σήμανση “CE,, και έγκριση κατά EAD 040083-00-0404 του ΕΟΤΑ. Ο συνολικός επιτυγχανόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας θα είναι **U=0,40 W/m²°K**.

Η εφαρμογή θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία αφορά σε επιφάνεια **335,34 m²**.

Είναι:

❖ Πριν τις παρεμβάσεις:

U = 3,85 W/m²°K (βάσει Ενεργειακής Επιθεώρησης)

❖ Μετά τις παρεμβάσεις:

U = 0,40 W/m²°K

(Μείωση συντελεστή U κατά 89,61 %

4.3.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΤΟΙΧΩΝ

- ❖ **Κατάσταση υποστρώματος.** Το υπόστρωμα πρέπει να είναι καθαρό, σχετικά ομαλό και ικανό να φέρει φορτία. Σε περίπτωση που αμφισβητείται η φέρουσα ικανότητα θα απαιτηθεί μηχανική στερέωση, ενώ θα πρέπει να ελεγχθεί και η επιπεδότητα των υποστρωμάτων.
- ❖ **Εφαρμογή συγκολλητικού κονιάματος ανόργανης βάσης**

- ❖ **Τοποθέτηση μονωτικών πλακών γραφιτούχου εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους 7cm με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0,031 \text{ W/m}^\circ\text{K}$.** Οι πλάκες τοποθετούνται «σταυρωτά», φροντίζοντας να μην μένουν ανοικτοί αρμοί ή μεγάλες ανεπιτεδότητες. Το συγκολλητικό κονίαμα τοποθετείται επάνω στις πλάκες, συνήθως περιμετρικά και σημειακά στο κέντρο της πλάκας, ώστε να μπορεί να απορροφήσει ανωμαλίες του υποστρώματος. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στους χρόνους εργασιμότητας των μιγμάτων, ώστε να διασφαλίζεται η άριστη πρόσφυση των πλακών. Τυχόν κενά και αρμοί πρέπει να γεμίζονται είτε με κομμάτια του μονωτικού είτε με ειδικό μη αναφλέξιμο αφρό πολυουρεθάνης.
- ❖ **Μηχανική στερέωση μονωτικών πλακών.** Χρησιμοποιούνται βύσματα αγκύρωσης πολυαιθυλενίου με ατσάλινες βίδες και διάμετρο κεφαλής 60 χιλ. Η κατάλληλη στερέωση της πλάκας επιτυγχάνεται με 6 βύσματα αγκύρωσης ανά τετραγ. μέτρο (3 βύσματα αγκύρωσης ανά πλάκα), σημειώνοντας ότι στις γωνίες του κτιρίου χρησιμοποιούνται 8-14 βύσματα αγκύρωσης ανά τετραγωνικό μέτρο.
- ❖ **Ενδιάμεση στρώση και τοποθέτηση πλέγματος ενίσχυσης.** Ο ενδιάμεσος οργανικός ελαστομερής ενισχυτικός σοβάς μπορεί να εφαρμοστεί είτε με μηχανές ψεκασμού είτε με ειδικές σπάτουλες. Οι οργανικοί σοβάδες επιταχύνουν το στέγνωμα του υλικού και τη δημιουργία υδατοστεγούς επιφάνειας, γεγονός που μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και υψηλής υγρασίας ή βροχής. Αμέσως μετά την εφαρμογή του σοβά, το υαλόπλεγμα εμβαπτίζεται στον υγρό ακόμα σοβά, έτσι ώστε να καλυφθεί πλήρως. Οι στρώσεις του υαλοπλέγματος πρέπει να επικαλύπτονται στις πλευρές και στις άκρες ώστε να διασφαλίζεται η κατανομή των τάσεων των θερμομονωτικών πλακών και η συνέχεια της θωράκισης του συστήματος.
- ❖ **Τελική στρώση.** Η τελική στρώση προτείνεται να είναι οργανικής βάσης. Τα οργανικά επιχρίσματα είναι έτοιμες πάστες σε δοχεία και μπορούν να τοποθετηθούν με μηχανή ψεκασμού ή με σπάτουλες. Είναι έτοιμα στην επιθυμητή απόχρωση και προσφέρουν την μέγιστη αντίσταση στις συνθήκες του περιβάλλοντος καθώς και ιδιαίτερα αυξημένη ελαστικότητα. Εξαιτίας της σύνθεσης τους δεν δίνουν μεγάλο πάχος στρώσης, ενώ αναλογική με το μέγεθος κόκκου των αδρανών που περιέχουν είναι η ικανότητα να «γεμίζουν» ανωμαλίες του υποστρώματος.
- ❖ Το συνολικό πάχος της εξωτερικής θερμομόνωσης θα είναι **7 cm**.

- ❖ Η σωστή εφαρμογή της θερμομόνωσης περιμετρικά των ανοιγμάτων του κτιρίου ή των ακμών (εξωτερικών ή εσωτερικών γωνιών) του κτιρίου, θα επιτευχθεί με την τοποθέτηση γωνιοκράνων από προφίλ διογκωμένης πολυστερίνης.
- ❖ Προκειμένου περί εξωτερικής θερμομόνωσης σε ισόγειους χώρους θα προβλέπεται ειδική ενίσχυση για μηχανική προστασία, σε ύψος 1,50m.
- ❖ Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί, κατά την εκτέλεση των εργασιών, όσον αφορά στις υφιστάμενες υδρορρόες (αντικατάσταση εφθαρμένων υδρορροών με νέες εξωτερικές γαλβανισμένες Φ 4").
- ❖ Επίσης θα απαιτηθεί αντικατάσταση μαρμαροποδιών των κουφωμάτων τόσο λόγω φθοράς όσο και λόγω γεωμετρικής προσαρμογής στο νέο πάχος της τοιχοποιίας. Τέλος είναι επιβεβλημένη η προσαρμογή της όδευσης, συμπεριλαμβανομένης και αντικατάστασης όπου αυτό κρίνεται επιβεβλημένο, των ηλεκτρικών καλωδίων που εφάπτονται της εξωτερικής τοιχοποιίας.
- ❖ Είναι επιβεβλημένη η προσαρμογή της όδευσης, συμπεριλαμβανομένης και αντικατάστασης όπου αυτό κρίνεται επιβεβλημένο, των ηλεκτρικών καλωδίων που εφάπτονται της εξωτερικής τοιχοποιίας.
- ❖ Όλες οι εργασίες θα γίνουν από εξειδικευμένο προσωπικό και σύμφωνα με τις προδιαγραφές των υλικών και τις οδηγίες του προμηθευτή για το κάθε υλικό. Μετά το πέρας των εργασιών, η κατασκευή επανελέγχεται από την Υπηρεσία ή/και τον Ανάδοχο. Οποιαδήποτε κακοτεχνία διαπιστωθεί επιδιορθώνεται από τον Ανάδοχο χωρίς συμπληρωματική αμοιβή.
- ❖ Η αντίδραση του Συστήματος σε φωτιά θα πρέπει να είναι τουλάχιστον B-s2,d0.
- ❖ Οι τοπικές κλιματιστικές μονάδες και οι προβολείς θα αφαιρεθούν προσωρινά με φροντίδα του Αναδόχου, θα φυλαχθούν σε χώρο που θα υποδείξει η Επίβλεψη και θα επανατοποθετηθούν μετά την ολοκλήρωση των εργασιών θερμομονώσεων. Η επανατοποθέτησή τους θα γίνει στο κατά το δυνατόν πιο αφανές σημείο της όψης και με ειδικά προεγκατεστημένα μεταλλικά στηρίγματα που θα τοποθετηθούν πριν την εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης.
- ❖ Διάφορες διάσπαρτες καλωδιώσεις και συναφείς μικροεγκαταστάσεις (συμπεριλαμβανομένων των ψυκτικών σωληνώσεων), όπου είναι δυνατόν θα εγκιβωτιστούν εντός του συστήματος θερμομόνωσης, κατόπιν έγκρισης της Επίβλεψης και αφού προηγουμένως με φροντίδα του Αναδόχου φωτογραφηθούν και αποτυπωθούν σε ακριβές σχέδιο που θα παραδώσει στην Υπηρεσία.
- ❖ Τα υλικά και το σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης πρέπει να συνοδεύονται από πιστοποιητικά CE.

Στις υποχρεώσεις του Αναδόχου για την πλήρη και έντεχνη αποπεράτωση της εργασίας,

περιλαμβάνονται και τα ικριώματα, ανυψωτικά μέσα κλπ.

4.3.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Το κόστος για τον καθαρισμό των επιφανειών και την εφαρμογή ολοκληρωμένου συστήματος πιστοποιημένης θερμομόνωσης τοιχοποιίας ανέρχεται σε 91,60€/m².

α/ α	Είδος Εργασίας	Μονάδα	Ποσό τητα	Τιμή μον. €	Μερικό σύνολο
1	Εφαρμογή πιστοποιημένου συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας	m ²	220,00	91,60	20.152,00

4.4 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΩΣΗΣ ΟΡΟΦΗΣ

Η αρχική κατασκευή της οροφής ήταν στέγη με κεραμίδια οικοδομής. Κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης στην οροφή του κτιρίου διαπιστώθηκαν διαρροές από την οροφή με αποτέλεσμα όμβρια να έχουν εισχωρήσει στις «δεξαμενές» έχοντας προκαλέσει σοβαρές ζημιές στο μονωτικό υλικό αλλά σε κάποια σημεία έχουν διαπεράσει την πλάκα και έχουν εισχωρήσει στο κτίριο. Διερευνήθηκαν διάφοροι τρόποι και υλικά θερμομόνωσης με βάση την υφιστάμενη κατάσταση και λαμβάνοντας υπόψη τεχνικούς και οικονομικούς περιορισμούς.

Σχετικά με το θερμομονωτικό υλικό που θα επιλεγεί, λαμβάνονται υπόψη χαρακτηριστικά όπως ο συντελεστής θερμοπερατότητας, η συμπεριφορά στη φωτιά, η μηχανική αντοχή, η αντίσταση στη διάχυση υδρατμών. Υλικά από ορυκτοβάμβακα και υαλοβάμβακα απορρίφθηκαν διότι δεν διασφαλίζουν υδροστεγανότητα σε τυχόν διαφυγόντα όμβρια από το δώμα. Οπότε σε σχέση με τα εμπορικά διαθέσιμα υλικά η επιλογή γίνεται ανάμεσα σε μόνωση πολυστερίνης (διογκωμένη ή εξηλασμένη) και αφρώδη υλικά όπως πολυουρεθάνη / πολυισοκυανουρία. Η σημαντικότερη διαφορά ανάμεσα στα δύο είδη μόνωσης είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας «λ», ο οποίος στη πολυστερίνες παίρνει τιμές $\lambda = 0,031$

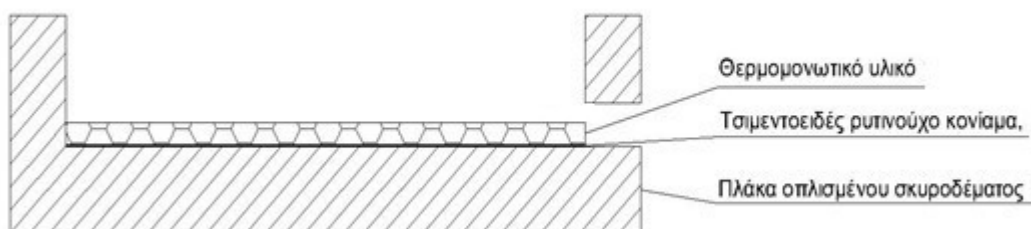
$\div 0,035 \text{ W/m}^2\text{K}$ ενώ στα αφρώδη κυψελωτά υλικά $\lambda = 0,022 \div 0,026 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Η πρόταση για τη βελτίωση της θερμομόνωσης αφορά στον σχολαστικό καθαρισμό της επιφάνειας από σκόνες και σαθρά υλικά και επικόλληση πλακών μονωτικού υλικού με πολυουρεθανική κόλλα η οποία διογκώνεται και σφραγίζει πλήρως τα κενά μεταξύ των πλακών στη θέση του υαλοβάμβακα.

Οι εργασίες και τα υλικά θερμομόνωσης θα συμμορφώνονται με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-06-02-01

Για λόγους ασφαλείας ως προς την εισχώρηση υγρασίας προτείνεται επίσης η επικάλυψη του δώματος με επαλειφόμενο στεγανωτικό κονίαμα κρυσταλλοποίησης. Αυτό δρα με δύο τρόπους, αφ' ενός δημιουργώντας ένα λεπτό στεγανό υμένιο στην επιφάνεια, αφ' ετέρου με εις βάθος κρυσταλλοποίηση. Κατά την κρυσταλλοποίηση τα ενεργά άλατα του υλικού μεταφέρονται από την υγρασία μέσω του τριχοειδούς δικτύου σε βάθος μέσα στην πλάκα και αλληλεπιδρούν με την ελεύθερη άσβεστο του σκυροδέματος. Τα σύμπλοκα άλατα που σχηματίζονται αποφράζουν το πορώδες σε βάθος μερικών εκατοστών. Η επάλειψη με το στεγανωτικό θα πρέπει να γίνει σε δύο στρώσεις.

Κατασκευαστική λεπτομέρεια θερμομόνωσης δώματος



*Ταυτόχρονα με την θερμομόνωση της επιφάνειας κάτωθεν στέγης και για την αποφυγή καταπόνησης και φθοράς του μονωτικού υλικού και για την περεταίρω θωράκιση της επιφάνειας κάτωθεν στέγης προτείνεται και η υγραμόνωσή της.

Για την υγραμόνωση προτείνεται η αφαίρεση των κεραμικών πλακιδίων και η τοποθέτηση ασφαλτόπανων, οι εργασίες υγραμόνωσης της στέγης δεν προσφέρουν κάποιο ενεργειακό όφελος προτείνονται αποκλειστικά και μόνο για την βέλτιστη αξιοποίηση της παρέμβασης στο δώμα και την προστασία της θερμομονωτικής επίστρωσης. Το κόστος των εργασιών δίνεται ενδεικτικά μαζί με το κόστος της πρότασης θερμομόνωσης.

*Οι εργασίες και τα υλικά υγραμόνωσης θα πρέπει συμμορφώνονται με το πρότυπο ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-03-06-01-01

4.4.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΟΡΟΦΗΣ

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου η στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_e}$$

όπου: U [W/m²K] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου

n [-] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου

d	[m]	το πάχος κάθε στρώσης δομικού στοιχείου
λ	[m]	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης
R _s	[m ² K/W]	η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος
R _i	[m ² K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο
R _e	[m ² K/W]	η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον

Για την περίπτωση του συγκεκριμένου κτιρίου όπως αναφέρθηκε και στο τεύχος της ενεργειακής επιθεώρησης χρησιμοποιήθηκαν συντελεστές θερμοπερατότητας που ορίζονται από την τεχνική οδηγία 20701-1 2017 για υφιστάμενα κτίρια χωρίς ή με μερική πρόνοια θερμομόνωσης.

Επιφάνεια κάτωθεν στέγης (Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.)

:3,05 W/m²K

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης για το σενάριο της αντικατάστασης θερμομόνωσης της οροφής υπολογίστηκε εκ νέου ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

Ως μονωτικό υλικό επιλέχθηκε η εξηλασμένη πολυστερίνη πάχους 7 cm $\lambda=0,036 \text{ W/(mK)}$, από τους υπολογισμούς όπως παρατίθενται και παρακάτω προκύπτει συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας $U=0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$.

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη

Διατομή	Ζώνη Β

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

A/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητ α ρ	Πάχος στρ. D	Συντ. Θέρμ. Αγωγιμ. Λ	Θερμ. Αντίστ. D/Λ
		[kg/m ³]	[m]	[w/(mK)]	[(m ² K)/w]
1	Εξηλασμένη πολυστερίνη	32.00	0.090	0.036	2.500
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400.00	0.250	2.500	0.100
3	Επίχρισμα	1800.00	0.020	0.870	0.023
			Σd = 0.360		R_L = 2.623

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	R _i (εσωτε ρ.)	R _a (εξωτε ρ.)

Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)			0.13	0.04
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0.13	0.13
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0.13	0.00
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)			0.1	0.04
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0.1	0.1
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)			0.17	0.04
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)			0.17	0.17
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0.17	0.00
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	Ri	(m ² K)/W	0.10
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R	(m ² K)/W	2.62
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	Ra	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	Roλ	(m ² K)/W	2.76
Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0.36
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U _{max}	W/(m ² K)	0.40

Πρέπει $U < U_{max}$

Το πάχος και το είδος του μονωτικού επιλέχθηκαν με γνώμονα το ελάχιστο δυνατό κόστος ώστε ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου να μην ξεπερνά τον μέγιστο επιτρεπτό για την περίπτωση ριζικής ανακαίνισης κτιρίου στην κλιματική ζώνη Β όπως ορίζεται στην ΤΟΤΕΕ 20701-1 2017.

Πίνακας 3.4α. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των επί μέρους δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου.

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,20	2,00	1,80	1,80
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

4.4.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Το κόστος για την απομάκρυνσης των υφιστάμενων πλακών υαλοβάμβακα τον καθαρισμό των επιφανειών και την επανατοποθέτηση πλακών εξηλασμένης πολυστερίνης και εφαρμογή θερμοϋγρομόνωσης της επιφάνειας κάτωθεν στέγης ανέρχεται σε **88,14€/m²**. Οπότε το συνολικό κόστος για την παρέμβαση στην θερμομόνωση και υγρομόνωση θα διαμορφωθεί ως εξής:

α/α	Είδος Εργασίας	Μονάδα	Ποσότητα	Τιμή μον. €	Μερικό Σύνολο
1	Θερμομόνωση των οριζόντιων αδιαφανών δομικών στοιχείων με πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους 7cm και με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$. Εργασίες καθαρισμού, επάλειψη στεγανωτικού κονιάματος κρυσταλλοποίησης,	m ²	345	88,14	30.408,30

4.5 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

4.5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ-ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Για την ψύξη και την θέρμανση όλων των χώρων του κτηρίου θα τοποθετηθεί αντλία θερμότητας αέρα-νερού, όπου μία εξωτερική μονάδα θα εξυπηρετεί περισσότερες εσωτερικές. Η εξωτερική μονάδα θα τοποθετηθεί στο λεβητοστάσιο και θα συνδεθεί με τις εσωτερικές με κατάλληλο δίκτυο σωλήνων ψυκτικού μέσου και καλωδίων αυτοματισμών. Γενικά, οι εσωτερικές μονάδες θα είναι επιδαπέδιες εμφανούς ή κρυφού τύπου, κατάλληλης ψυκτικής/θερμικής απόδοσης ανάλογα με τον χώρο που τοποθετούνται.

Θα γίνει αποξήλωση του υφιστάμενου λέβητα ισχύος 104,40 kW, απομάκρυνσή του από το χώρο και απόθεση σε χώρο που θα του υποδείξει ο Δήμος. Επίσης θα αποξηλωθούν και όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα δίκτυα νερού και αποχέτευσης συμπυκνωμάτων και θα απορριφθούν σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία. Το οριζόντιο δίκτυο σωληνώσεων θα οδεύει μέσα σε νέο πλαστικό κανάλι.

Αντλία Θερμότητας

Προβλέπεται αντλία θερμότητας του τύπου αέρα – νερού όπως παρακάτω :

Η αντλία θερμότητας θα έχει τουλάχιστον συμπιεστή τύπου Inverter και θα λειτουργεί με εγκεκριμένο ψυκτικό μέσο. Θα έχει πιστοποιημένες κατά EUROVENT αποδόσεις. Η μονάδα θεωρείται με Εποχιακό Βαθμό Απόδοσης SEER=4.00 το ελάχιστο. Οι αντλίες θερμότητας θα εγκατασταθούν επάνω σε αντικραδασμικές βάσεις. Θα συνδεθούν υδραυλικά στα δίκτυα διανομής θέρμανσης - ψύξης μέσω χαλύβδινου δοχείου αδρανείας κατάλληλης χωρητικότητας και ονομαστικής πίεσης 6 atm.

Διανομή Θερμότητας - Μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου

Για τον έλεγχο της θερμοκρασίας προσαγωγής νερού στις μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (Fan Coils) θα εγκατασταθούν τριόδες ηλεκτροκίνητες βάνες που θα ελέγχονται από το σύστημα BEMS. Στην τροφοδοσία των μονάδων ανεμιστήρα στοιχείου (Fan Coils) θα τοποθετηθούν ηλεκτροβάνες ON-OFF που θα ελέγχονται (μαζί με τους ανεμιστήρες των μονάδων) από ένα επίτοιχο ηλεκτρονικό χειριστήριο – θερμοστάτη. Μαζί με το δίκτυο των FCU θα κατασκευαστεί και ηλεκτρικό δίκτυο για την διασύνδεση τους με τον ηλεκτρικό πίνακα του κτιρίου όπως και της αντλίας θερμότητας. Επίσης θα κατασκευαστεί και δίκτυο απορροής των συμπυκνωμάτων, το οποίο θα τα οδηγεί στις πλησιέστερες υδρορροές του κτιρίου.

Ο έλεγχος των τοπικών μονάδων κλιματισμού θα γίνεται μέσω επίτοιχου χειριστηρίου εντός κάθε χώρου σε θέση που θα υποδείξει η επίβλεψη, ενώ θα υπάρχει η δυνατότητα κεντρικού ελέγχου μέσα από το BEMS.

Οι συνθήκες επιλογής των μονάδων είναι :

- ❖ Λειτουργία σε ψύξη Θερμοκρασία αέρα (DB) : 26°C
- ❖ Σχετική υγρασία αέρα : 50%
- ❖ Θερμοκρασία εισόδου – εξόδου νερού : 9/14°C
- ❖ Απόδοση (αισθητή) στη μέγιστη ταχύτητα: > 2,3 kW
- ❖ Λειτουργία σε θέρμανση Θερμοκρασία αέρα (DB) : 20°C
- ❖ Θερμοκρασία εισόδου νερού : 40°C
- ❖ Παροχή νερού : αυτή που επιλέχθηκε για λειτουργία σε ψύξη
- ❖ Απόδοση επιλέγεται στη μεσαία ταχύτητα .

Για την όδευση του δικτύου από τις εξωτερικές μονάδες προς τις εσωτερικές θα απαιτηθεί η διάνοιξη κάποιων οπών στο φέροντα οργανισμό του κτιρίου, Στις θέσεις αυτές προβλέπεται και η κατάλληλη μόνωση των οπών. Στις εργασίες όδευσης των νέων σωληνώσεων του δικτύου, περιλαμβάνονται όλες οι εργασίες, τα ικριώματα, τα ανυψωτικά μηχανήματα, τα υλικά και μικροϋλικά (όπως πλαστικά κανάλια κτλ) για την πλήρη περάτωση του έργου.

Υδραυλικά δίκτυα διανομής

Τα δίκτυα είναι σταθερής παροχής, έχουν όμως μονάδες κυκλοφορίας με μετατροπείς συχνότητας για τη ρύθμιση της παροχής στην επιθυμητή τιμή. Τα υδραυλικά δίκτυα στα κτίρια θα είναι ορατά. Θα είναι κατασκευασμένα ώστε να μπορεί να συντηρηθούν εύκολα.

Οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής θα κατασκευαστούν για διαμέτρους με χαλυβοσωλήνες μαύρους με ραφή, μέσου βάρους κατά DIN 2440, με εξαρτήματα από μαλακτοποιημένο χυτοσίδηρο με σπείρωμα και ενισχυμένα χείλη. Σε όλο το μήκος του δικτύου οι συνδέσεις με βάνες, διακόπτες, φίλτρα, συσκευές, αντλίες κ.λ.π. θα γίνουν με ρακόρ ώστε να είναι δυνατή η αποσύνδεσή τους.

Η ανάρτηση των δικτύων μέσα στα κτίρια θα γίνει με τυποποιημένα αναδιπλωμένα γαλβανισμένα χαλυβδοελάσματα και ράβδους ανάρτησης. Η σύνδεση των συσκευών με τα δίκτυα θα γίνει σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών των συσκευών. Στα υψηλά σημεία του δικτύου, αλλά και σε θέσεις καθόδων και ανόδων και όπου μπορεί να εγκλωβιστεί αέρας θα εγκατασταθούν αυτόματα εξαεριστικά ορειχάλκινα, με πλωτήρα.

Μονώσεις σωληνώσεων

Για τη διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας προσαγωγής νερού στα σώματα, την εξοικονόμηση ενέργειας (και την αποφυγή δημιουργίας συμπυκνωμάτων) τα δίκτυα θα είναι θερμομονωμένα με μονωτικούς σωλήνες από εύκαμπτο ελαστομερές υλικό με κλειστές κυψέλες. Το πάχος των μονώσεων θα είναι ελάχιστης διατομής 9 mm. Τα δίκτυα των σωληνώσεων πριν από την μόνωση θα έχουν υποστεί δοκιμές πίεσεως, στεγανότητας, κ.λ.π. και θα έχουν βαφεί με δύο στρώσεις αντισκωριακού χρώματος. Όλα τα μονωμένα δίκτυα σωληνώσεων που οδεύουν στο ύπαιθρο θα επενδυθούν με φύλλο από αλουμίνιο πάχους 0.6 mm για προστασία της μόνωσης. Προβλέπεται επίσης η θερμομόνωση με τα αντίστοιχα υλικά όλων των εξαρτημάτων των δικτύων. Η μόνωση

όλων των τμημάτων των δικτύων θα είναι συνεχής και δεν θα διακόπτεται από αμόνωτα εξαρτήματα ή από πιθανές διελεύσεις από δομικά στοιχεία.

Αντλίες και κυκλοφορητές

Στα κυκλώματα διανομής θερμότητας θα τοποθετηθούν κυκλοφορητές με κινητήρα μόνιμου μαγνήτη ηλεκτρονικά ελεγχόμενοι από αισθητήρες διαφορικής πίεσης (εσωτερικοί αισθητήρες στους κυκλοφορητές), δυνατότητα θερμιδομέτρησης με πρόσθετο εξωτερικό αισθητή θερμοκρασίας και κάρτα BAC-NET/MSTP για πλήρη διασύνδεση με το Σύστημα Κεντρικού Ελέγχου. Οι συνδέσεις των αντλιών των κυκλοφορητών με το δίκτυο σωληνώσεων θα γίνουν με φλάντζες ή ρακόρ και θα περιλαμβάνουν τα παρακάτω όργανα:

- ❖ μία βαλβίδα διακοπής πριν και μετά την αντλία.
- ❖ δύο μανόμετρα, ένα πριν και ένα μετά την αντλία, ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση του μανομετρικού λειτουργίας της αντλίας και ένα δείκτη ροής για σύνδεση στο Σύστημα Κεντρικού Ελέγχου (στους κυκλοφορητές και τις αντλίες που δεν ελέγχονται από μετατροπείς συχνότητας).
- ❖ μία βαλβίδα αντεπιστροφής μετά την αντλία, για να εμποδίζεται η αντίστροφη ροή του νερού.
- ❖ μία βαλβίδα διακοπής μετά την αντλία.

***ΣΗΜΕΙΩΣΗ :** Λόγω της θερμικής θωράκισης του κελύφους του κτιρίου με την εφαρμογή θερμομόνωσης και αντικατάσταση κουφωμάτων, οι θερμικές απώλειες και τα ψυκτικά φορτία του κτιρίου εκτιμάται ότι θα μειωθούν. Κρίνεται επομένως σκόπιμος ο εκ νέου υπολογισμός των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων του κτιρίου, μέσω των οποίων θα υπολογιστεί ξανά η μέγιστη απαιτούμενη ισχύς των ψυκτών η οποία πιθανότατα θα είναι μικρότερη από αυτή των υφιστάμενων προς αντικατάσταση.

4.5.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Ακολουθεί πίνακας με το κόστος εγκατάστασης μονάδων κλιματισμού

Α/Α	Περιγραφή	Τεμ.	Τιμή/Τεμ.
1	Εγκατάσταση μίας Κεντρικής Αντλίας Θερμότητας υψηλής απόδοσης (inverter) ισχύος 30 kW.	1	20.000,00
2	Αποξήλωση πεπαλαιωμένου λέβητα ισχύος 104,40 kW,κατάργηση των υφιστάμενων σωληνώσεων του Λεβητοστασίου, εγκατάσταση νέων σωληνώσεων, θερμομόνωση σωληνώσεων, εγκατάσταση μονάδων διανομής (fan coils), θέση σε λειτουργία, αποξηλώσεις- μεταφορές-λουπές ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες		28.000,00

4.6 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ

Ο φωτισμός των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, σε όλες τις ζώνες τεχνητού φωτισμού υλοποιείται στη συντριπτική πλειονότητα με συμβατικά φωτιστικά σώματα οροφής με λαμπτήρες φθορισμού, ισχύος 18W, 36W ή 45W.

Για τον περιορισμό της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και την αύξηση της στάθμης φωτισμού των χώρων ώστε αυτή να εναρμονίζεται με τα υφιστάμενα πρότυπα φωτισμού (ΕΛΟΤ EN 12464-01) προτείνεται η αντικατάσταση των φωτιστικών και λαμπτήρων φθορισμού από νέα με λαμπτήρες LED (Light Emitting Diode).

Τα νέα φωτιστικά σώματα θα διαθέτουν ορθογωνική, τετραγωνική ή κωνική μορφή και θα εγκαθίστανται σε όσο το δυνατόν παραπλήσια θέση με τα φωτιστικά σώματα που αφαιρούνται. Η τροφοδοσία των νέων φωτιστικών σωμάτων θα πραγματοποιείται από την κοντινότερη υφιστάμενη κλέμμα που τροφοδοτεί ένα από τα παλιά φωτιστικά σώματα. Δεδομένου ότι η ισχύς των νέων φωτιστικών σωμάτων είναι μειωμένη κατά το ήμισυ σχεδόν συγκριτικά με τα υφιστάμενα, το ονομαστικό ρεύμα, το μέσο προστασίας (ασφάλεια τήξεως ή μικροαυτόματος) και το καλώδιο τροφοδοσίας τους θεωρείται ότι πληρούν τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ HD384.

Τα νέα φωτιστικά σώματα θα διαθέτουν προδιαγραφή για περιορισμό εμφάνισης του φαινομένου της θάμβωσης (Unified Glare Rating), ενώ θα είναι κατάλληλα για στήριξη στην

οροφή των χώρων και η ανάρτηση τους θα γίνει από νέα στηρίγματα που θα τοποθετήσει το συνεργείο εγκατάστασης.

Η ηλεκτρική σύνδεση των νέων φωτιστικών θα είναι η ίδια με αυτήν που εξυπηρετεί τα υφιστάμενα φωτιστικά σώματα. Δεδομένου ότι επί του παρόντος, η απαιτούμενη στάθμη φωτισμού των χώρων εργασίας δεν επιτυγχάνεται (σε ποσοστό μεγαλύτερο του 30% - σύμφωνα με τη Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/17-6-2008) και η ελάχιστη εγκατεστημένη ισχύς (W/m^2) γενικού φωτισμού της ενεργειακής αναβάθμισης υπολογίζεται ανάλογα με την απαιτούμενη στάθμη φωτισμού (lx) ανάλογα με την χρήση του χώρου του παρακάτω πίνακα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11 ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΙΣΧΥΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΑΝΑ 100LUX, ΓΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΟΤΑΝ Ο ΥΠΟ ΕΞΕΤΑΣΗ ΧΩΡΟΣ ΕΙΝΑΙ ΥΠΟΦΩΤΙΣΜΕΝΟΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701/2017

Φωτιστικά με λαμπτήρες	Πυκνότητα ισχύος ανά 100lx [W/m ² /100lx]
Απλός πυράκτωσης (έχει καταργηθεί)	27,0
Πυράκτωσης αλογόνου	16,6
Ατμών υδραργύρου (έχει καταργηθεί)	7,0
Ατμών νατρίου υψηλής πίεσης	4,2
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του ballast)	4,5
Γραμμικός φθορισμού T8 (halophosphate συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρομαγνητικού ballast)	4,2
Γραμμικός φθορισμού T8 (triphosphor συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,4
Γραμμικός φθορισμού T5 (συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,2
Ατμών μεταλλικών αλογονιδίων (συμπεριλαμβανομένου ηλεκτρομαγνητικού στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	5,2
Φωτοдиодοι (LED) με ενσωματωμένο driver	2,5

Το σενάριο αντικατάστασης φωτιστικών σωμάτων προβλέπει την χρήση φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες LED (φωτοдиодοι) με ενσωματωμένο driver και πυκνότητα ισχύος 2,5W ανά τετραγωνικό μέτρο και ανά 100lux.

Κατά συνέπεια οι περιοχές που καλύπτονται στα γραφεία και τους διαδρόμους μέχρι στιγμής με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού θα υπολογιστούν με συντελεστή 2.5 W/m²/100lx όπως και οι περιοχές που καλύπτονται στα γραφεία και τους διαδρόμους μέχρι στιγμής με γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού.

4.6.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Δεδομένου, ότι η νέα ισχύς προκύπτει υπολογιστικά, για την εκτίμηση του προϋπολογισμού χρησιμοποιούνται τεχνικές προδιαγραφές και αποδόσεις φωτιστικών σωμάτων των μεγαλύτερων κατασκευαστών φωτιστικών σωμάτων ώστε να προκύψει η μέση καταναλισκόμενη ισχύς ανά φωτιστικό σώμα και κατ' επέκταση το πλήθος των απαιτούμενων φωτιστικών σωμάτων για το σύνολο των χώρων.

Τα νέα φωτιστικά σώματα θα διαθέτουν δείκτη θάμβωσης (Unified Glare Rating) μικρότερο του είκοσι (20) ενώ προτείνεται για την επίτευξη των τιμών φωτεινής ροής, η επιλογή θερμοκρασίας χρώματος 4000°K. Η θερμοκρασία χρώματος επιτρέπεται να είναι και μικρότερη (2700°K ή 3000°K) εφόσον το φωτιστικό σώμα έχει μεγαλύτερη απόδοση (lm/W). Τα αναλυτικά τεχνικά χαρακτηριστικά θα προκύψουν κατά το στάδιο της μελέτης εφαρμογής.

Η διαδικασία αντικατάστασης των φωτιστικών σωμάτων θα είναι:

- ❖ Διακοπή της ηλεκτροδότησης στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης των κτιρίων.
- ❖ Αφαίρεση εγκατεστημένων λαμπτήρων φθορισμού και αποσύνδεση κλέμματος τροφοδοσίας παλαιών φωτιστικών σωμάτων.
- ❖ Αποξήλωση παλαιών φωτιστικών σωμάτων.
- ❖ Τοποθέτηση νέων φωτιστικών σωμάτων και διασύνδεση της κλέμματος τροφοδοσίας.
- ❖ Έλεγχος ηλεκτρικής εγκατάστασης κατά ΚΕΗΕ (για εγκαταστάσεις προ 2004) ή κατά ΕΛΟΤ HD 384 (για εγκαταστάσεις μετά το 2004).

***ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Κατά τη φάση των οριστικών μελετών του έργου θα γίνει μελέτη φωτοτεχνίας από την οποία θα πρέπει να προκύπτει ότι με την αντικατάσταση των φωτιστικών επιτυγχάνεται η επιθυμητή στάθμη φωτισμού όπως προβλέπεται στον κανονισμό.

5 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Συνδυάζοντας όλες τις προτεινόμενες παρεμβάσεις καταλήγουμε στην τελική πρόταση ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου.

5.1 ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Ο συνοπτικός προϋπολογισμός των επεμβάσεων αυτών διαμορφώνεται τελικά ως εξής:

A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (τμχ, m2)	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ (€/τμχ , €/μ²)	ΔΑΠΑΝΗ
1	Αντικατάσταση κουφωμάτων	60	492,5	29550
2	Εξωτερική θερμομόνωση τοίχων	220	91,60	20152
3	Θερμουγγρομόνωση κάτωθεν στέγης	345	88,14	30408,3
4	Εγκατάσταση Αντλίας θερμότητας υψηλής απόδοσης (inverter) ισχύος 22 kW για ψύξη/θέρμανση	Κατ' αποκοπήν	20000	20000
5	Αποξήλωση πεπαλαιωμένου λέβητα ισχύος 100.000kcal,κατάργηση των υφιστάμενων σωληνώσεων του Λεβητοστασίου, εγκατάσταση νέων σωληνώσεων,θερμομόνωση σωληνώσεων,εγκατάσταση μονάδων διανομής (fan coils), θέση σε λειτουργία, αποξηλώσεις- μεταφορές-λοιπές ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες	Κατ' αποκοπήν	28000	28000
6	Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων φθορισμού, με νέα τύπου LED	20	110	2200
		ΣΥΝΟΛΟ:		130.310,30 €
	Γενικά έξοδα και όφελος Εργολάβου		(18,00%)	23.455,85 €
	Άθροισμα μετά ΓΕ & ΟΕ			153.766,15 €
	Απρόβλεπτες Εργασίες :		(15,00%)	23.064,92 €
	Άθροισμα μετά Απρόβλεπτες εργασίες:			176.831,08 €
	Εκτίμηση εισφοράς ΑΕΚΚ			2.000,00 €
	Άθροισμα :			178.831,08 €
	Πρόβλεψη αναθεώρησης (περίπου 5%)			8.941,55 €
	Άθροισμα μετά την αναθεώρηση:			187.772,63 €
	Φ.Π.Α.:		(24,00%)	45.065,43 €
	Σύνολο:			232.838,06 €
	Υπηρεσίες τεχνικού συμβούλου:		(5,00%)	11.643,90
	Σύνολο προϋπολογισμού:			244.479,96

5.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ – ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ-ΟΦΕΛΟΥΣ

Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει λόγω των προτεινόμενων παρεμβάσεων υπολογίζεται με το πρόγραμμα ΤΕΕ – ΚΕΝΑΚ και παρουσιάζεται στους παρακάτω πίνακες.

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο	
► Θέρμανση	16.3	9.7	7.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	10.1	49.8	
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	6.8	
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
ZNX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο	
► Θέρμανση	36.0	21.7	16.2	3.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	11.7	22.4	112.2	
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	5.4	
ZNX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Φωτισμός	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0.0	0.0	0.0	1.7	1.7	1.7	1.7	15.0	
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Σύνολο	37.7	23.4	17.8	5.3	3.9	0.0	0.0	0.0	4.8	2.3	13.4	24.1	132.6	
Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)										Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)			
► Ηλεκτρισμός	24.5										24.2			
Πετρέλαιο	108.1										28.5			
Φυσικό αέριο	0.0										0.0			
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0										0.0			
Ηλιακή	0.0										0.0			
Βιομάζα	0.0										0.0			
Γεωθερμία	0.0										0.0			
Άλλο ΑΠΕ	0.0										0.0			
Σύνολο	132.6										52.8			

ΠΙΝΑΚΑΣ 12 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWH/M²) ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΙΡΙΟ

Σενάριο 1

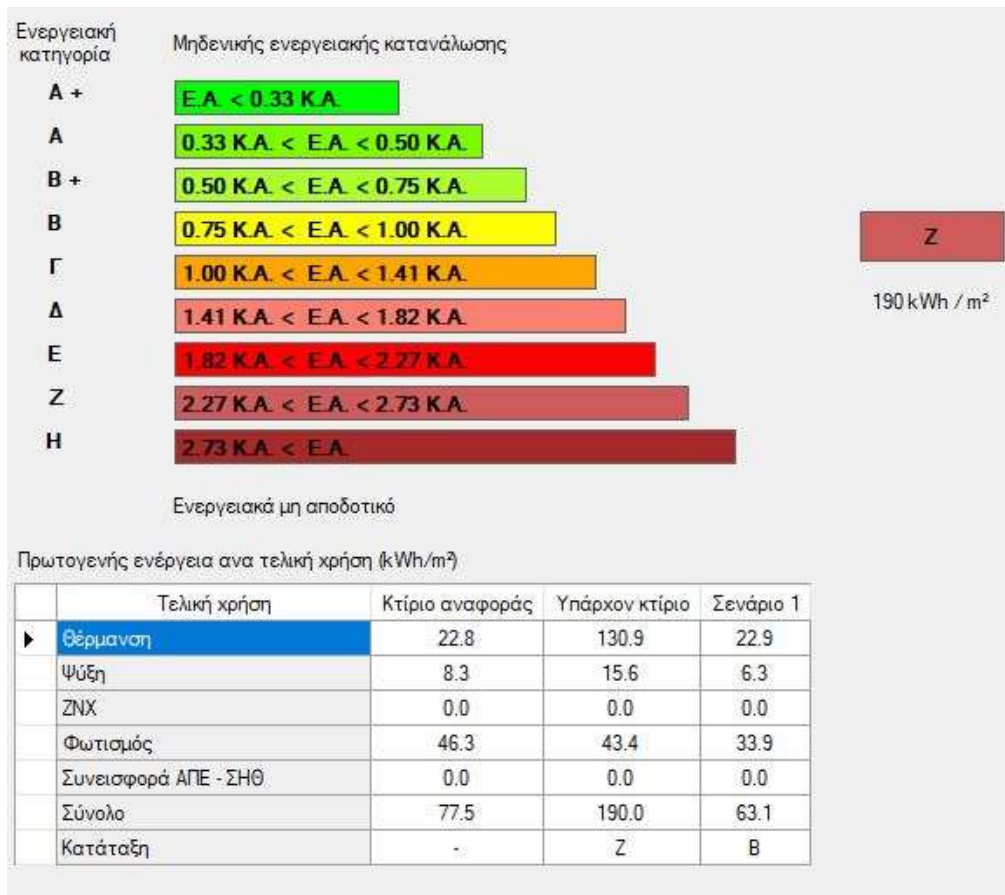
	Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	6.9	4.8	1.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	4.5	18.9
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	0.0	0.0	3.3
	Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZNX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

	Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	2.0	1.5	0.9	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.8	1.5	7.9
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	2.2
	ZNX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Φωτισμός	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3	1.3	1.3	11.7
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Σύνολο	3.3	2.8	2.2	1.9	2.2	0.0	0.0	0.0	2.6	1.9	2.1	2.8	21.8

	Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)	Εκπομπές CO2 (kg/m²)
►	Ηλεκτρισμός	21.7	21.5
	Πετρέλαιο	0.0	0.0
	Φυσικό αέριο	0.0	0.0
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
	Ηλιακή	0.0	0.0
	Βιομάζα	0.0	0.0
	Γεωθερμία	0.0	0.0
	Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
	Σύνολο	21.8	21.5

ΠΙΝΑΚΑΣ 13 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (KWH/M²) ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΝΟΛΟ ΤΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Οι συνολικές παρεμβάσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου θα έχουν ως αποτέλεσμα την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου από την **Κατηγορία Ζ'** στην **Κατηγορία Β**.



Από το σύνολο των παρεμβάσεων προκύπτει σημαντική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας: **126,9 kWh/m²** ή **66,8%** σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Λειτουργικό κόστος (€)	1,691.6	5,103.6	1,271.9
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			181,767.0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			126.9
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			66.8
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			4.2
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			31.2
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			47.4

Με συνολικό κόστος επέμβασης για την αναβάθμιση ο οποίο υπολογίζεται σε **181.767,00 €** η απόσβεση των επεμβάσεων στο κτίριο όπως προκύπτει με την

απλή μέθοδο αποπληρωμής του προγράμματος ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, ανέρχεται σε **47,4 έτη**.

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

.....

.....



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΔΗΜΟΣ ΠΥΡΓΟΥ
Έργο: Ενεργειακή Αναβάθμιση
Δημοτικού Σχολείου Καράτουλα

ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ



ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2025

ΕΡΓΟ: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΚΑΡΑΤΟΥΛΑ
ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ (τμχ, m2)	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ (€/τμχ , €/μ²)	ΔΑΠΑΝΗ
1	Αντικατάσταση κουφωμάτων	60	492.5	29550
2	Εξωτερική θερμομόνωση τοίχων	220	91.60	20152
3	Θερμουρομόνωση κάτωθεν στέγης	345	88.14	30408.3
4	Εγκατάσταση Αντλίας θερμότητας υψηλής απόδοσης (inverter) ισχύος 22 kW για ψύξη/θέρμανση	Κατ' αποκοπήν	20000	20000
5	Αποξήλωση πεπαλαιωμένου λέβητα ισχύος 100.000kcal,κατάργηση των υφιστάμενων σωληνώσεων του Λεβητοστασίου, εγκατάσταση νέων σωληνώσεων,θερμομόνωση σωληνώσεων,εγκατάσταση μονάδων διανομής (fan coils), θέση σε λειτουργία, αποξηλώσεις- μεταφορές-λοιπές ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες	Κατ' αποκοπήν	28000	28000
6	Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων φθορισμού, με νέα τύπου LED	20	110	2200
ΣΥΝΟΛΟ:				130,310.30 €
Γενικά έξοδα και όφελος Εργολάβου			(18,00%)	23.455,85 €
Άθροισμα μετά ΓΕ & ΟΕ				153.766,15 €
Απρόβλεπτες Εργασίες :			(15,00%)	23.064,92 €
Άθροισμα μετά Απρόβλεπτες εργασίες:				176.831,08 €
Εκτίμηση εισφοράς ΑΕΚΚ				2.000,00 €
Άθροισμα :				178.831,08 €
Πρόβλεψη αναθεώρησης (περίπου 5%)				8,941.55 €
Άθροισμα μετά την αναθεώρηση:				187.772,63 €
Φ.Π.Α.:			(24,00%)	45.065,43 €
Σύνολο :				232.838,06 €
Υπηρεσίες τεχνικού συμβούλου:			(5,00%)	11.643,90 €
Σύνολο προϋπολογισμού:				244.479,96 €

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

.....

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

.....