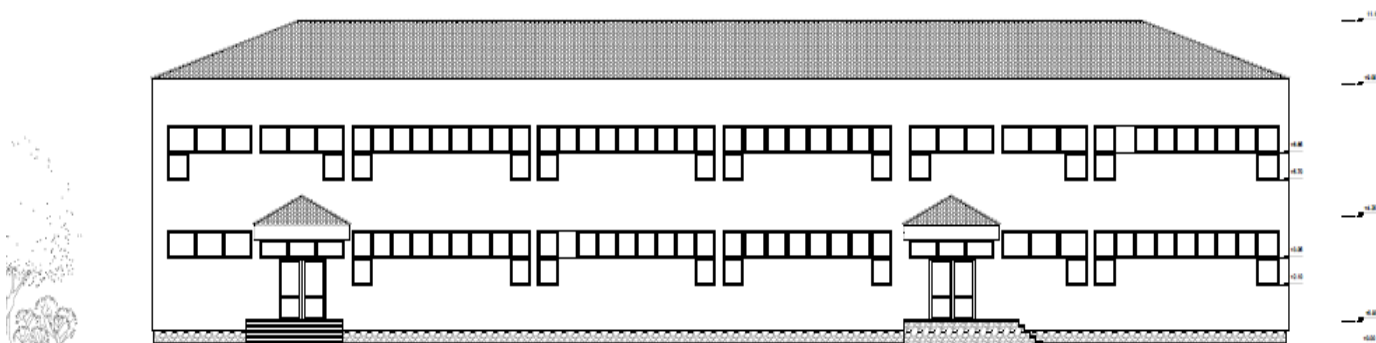


ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021



ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ

ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ & ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή.....	2
Τεκμηρίωση της σκοπιμότητας	2
Διενέργεια Επιθεώρησης	3
Γενικά	3
Λίστα Ενεργειακού Ελέγχου	4
Πρότυπα - Μεθοδολογία Υπολογισμών.....	6
Γενικά	6
Υφιστάμενη Ενεργειακή Κατάσταση	17
Μετεωρολογικά και κλιματολογικά στοιχεία	17
Περιγραφή του Κτιρίου	19
Αποτελέσματα Ενεργειακής Επιθεώρησης.....	23
Θέρμανση.....	27
Σύστημα Ψύξης	30
Αερισμός.....	30
Φωτισμός	31
Υπολογισμοί Μεγεθών Υφιστάμενης κατάστασης	31
Θερμικές Απώλειες	32
Ψυκτικά Φορτία Κτιρίου	33
Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίου	35
Σχόλια – Παρατηρήσεις.....	35
Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας	37
Γενικά	37
Επεμβάσεις στο κέλυφος	37
Επεμβάσεις στα Συστήματα του Κτιρίου	41
Συμπεράσματα	47
Ενεργειακή Κατάταξη	48
Πρωτογενής Ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m ²)	49
Καταναλώσεις καυσίμων (kWh/m ²) σε σχέση με το λειτουργικό κόστος (€).....	50
Καταναλώσεις Καυσίμων και εκπομπές Διοξειδίου του Άνθρακα CO ₂	51
Διερεύνηση Παρεμβάσεων	52
Μείωση Εκπομπών CO ₂	Καταναλώσεις Καυσίμων
	54

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας τεχνικής έκθεσης είναι η αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης του κτιρίου του Δημοτικού Σχολείου της Μελιβοίας. Πιο συγκεκριμένα, αναλύονται - με γνώμονα την ενεργειακή αποδοτικότητα - η υφιστάμενη κατάσταση του κελύφους καθώς και ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την κάλυψη των απαιτήσεων σε θέρμανση, ψύξη - κλιματισμό και φωτισμό. Εκτιμάται η ενεργειακή κατάταξη του σχολικού συγκροτήματος με βάση τις προδιάγραφες του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων. Τέλος, προτείνεται σειρά παρεμβάσεων, οι οποίες αναμένεται να μειώσουν δραστικά την ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, κατά τρόπο ενεργειακά αποδοτικό και οικονομικοτεχνικά σκόπιμο.

Η παραδοσιακή προσέγγιση των ενεργειακών συστημάτων σε ένα κτίριο αφορούσε τη διασφάλιση των επιθυμητών εσωκλιματικών συνθηκών, με το ελάχιστο δυνατό αρχικό κόστος και, δευτερευόντως, τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Οι μεταβολές σε κοινωνικό και οικονομικό επίπεδο, οι τεχνολογικές εξελίξεις αλλά και η συνειδητοποίηση των επιπτώσεων αυτής της πολιτικής, κυρίως στο αστικό περιβάλλον, μας οδηγούν υποχρεωτικά στον επαναπροσδιορισμό των κριτηρίων σχεδιασμού και επιλογής ενός συστήματος θέρμανσης, ψύξης ή κλιματισμού. Στην ουσία, μάλιστα, οδηγούν σε διαφορετική θεώρηση του ρόλου των παραπάνω συστημάτων ως συνιστώσα του κτιρίου, αλλά και ως παράμετρο του σχεδιασμού του.

Το πρόβλημα της κατανάλωσης ενέργειας για την εξυπηρέτηση κτιρίων παραμένει ένα πολυσύνθετο τεχνικό και οικονομικό πρόβλημα, τη διάσταση του οποίου συνειδητοποιήσαμε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1970 με τις δύο πετρελαϊκές κρίσεις.

Ο ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίου και ιδιαίτερα κτιρίων με ειδικές απαιτήσεις, όπως είναι το κτίριο του Δημοτικού Σχολείου της Μελιβοίας - με ιδιαίτον ωράριο λειτουργίας και χρήσης - αποβλέπει σε πολλαπλά οφέλη, τα οποία κατηγοριοποιούνται σε:

- **Ενεργειακά:** Επιτυγχάνεται δραστική εξοικονόμηση ενέργειας, δεδομένου ότι μειώνονται οι απαιτήσεις θέρμανσης, κλιματισμού και φωτισμού του κτιρίου.
- **Οικονομικά:** Απομειώνεται σημαντικά το κόστος λειτουργίας των Η/Μ εγκαταστάσεων.
- **Περιβαλλοντικά:** Μειώνονται οι εκπομπές αερίων ρύπων, τόσο οι άμεσες, από την χρήση υδρογονανθράκων από τα συστήματα του κτιρίου, όσο και οι έμμεσες, από τη μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Τεκμηρίωση της σκοπιμότητας

Σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για περίπου το 40% -45% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια αυξάνεται σταθερά, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα σημαντική οικονομική επιβάρυνση, λόγω του υψηλού κόστους της ενέργειας και της ρύπανσης της ατμόσφαιρας, που αφορά κυρίως τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Ο κτιριακός τομέας αποτελεί το επίκεντρο των νομοθετικών πλαισίων της ΕΕ, διότι είναι ο τομέας που αφενός ευθύνεται για αξιοσημείωτο ποσοστό σπατάλης ενέργειας, αφετέρου εμφανίζει εξαιρετικές δυνατότητες βελτίωσης. Σε εφαρμογή των οδηγιών της ΕΕ και των ελληνικών κανονισμών (ΚΕΝΑΚ) είναι απαραίτητο ο κτιριακός τομέας να χαρακτηρίζεται από πιο συνετή ενεργειακή συμπεριφορά, μέσω της ορθολογικής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Σε αυτή την κατεύθυνση, γίνεται προσπάθεια για την ενεργειακή αναβάθμιση

των κτιρίων στη χώρα μας με προτεραιότητα στα δημόσια κτίρια, τα οποία καλούνται να λειτουργήσουν ως υπόδειγμα.

Το κτίριο του Δημοτικού Σχολείου της Μελιβοίας, λόγω του χρόνου κατασκευής του, στερείται οποιασδήποτε μέριμνας θερμομόνωσης, τα κουφώματα είναι παλαιά και χρήζουν συντήρησης, οι δε ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις χρήζουν μελέτης και βελτιστοποίησης, προκειμένου να καταστούν ενεργειακά αποδοτικότερες. Τεκμαίρεται, επομένως, η ανάγκη ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου, που θα οδηγήσει σε μείωση του κόστους λειτουργίας, μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, αλλά και σε βελτίωση των συνθηκών εσωτερικής άνεσης για τους χρήστες αλλά και τους επισκέπτες. Αξίζει να επισημανθεί ότι, με δεδομένο τον εμβληματικό χαρακτήρα του κτιρίου και της ιδιαίτερης χρήσης του, η ενεργειακή του αναβάθμιση συμβάλλει στην ευαισθητοποίηση ευρύτερων τμημάτων του πληθυσμού και στη βελτίωση της ενεργειακής τους συνείδησης.

ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

Γενικά

Σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 7 του ν. 3661/2008 και το άρθρο 10 του ν. 3851/2010 όπως καθορίζονται στην πρόσφατη Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος **Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-4/2017** η ενεργειακή επιθεώρηση αποσκοπεί:

- στην εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, φωτισμός, ζεστό νερό χρήσης) και συνολικά,
- στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου,
- στη σύνταξη συστάσεων προς τον ιδιοκτήτη/χρήστη για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης καταγράφονται στοιχεία σχετικά με:

- ✓ το κτιριακό κέλυφος,
- ✓ το σύστημα θέρμανσης,
- ✓ το σύστημα ψύξης,
- ✓ το σύστημα αερισμού,
- ✓ το σύστημα φωτισμού,

Σε πρώτο στάδιο συλλέχθηκαν για τα προς επιθεώρηση κτίρια στοιχεία όπως:

Πλέον πρόσφατα αρχιτεκτονικά σχέδια (κατόψεις, όψεις, τομές). Υπήρξε έλεγχος και αντιπαραβολή των σχεδίων με την υπάρχουσα κατασκευή.

- Πλέον πρόσφατες μελέτες (π.χ. θερμομόνωσης, ηλεκτρολογική μελέτη, μελέτη θέρμανσης).

Δεν κατέστη δυνατόν να παραδοθούν οι ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες των κτιρίων. Από την επιτόπια αυτοψία, ωστόσο, έγινε απόλυτα κατανοητή η λειτουργία των εγκαταστάσεων θέρμανσης, κλιματισμού και φωτισμού.

Στόχος του ελέγχου είναι η αναλυτική καταγραφή των γενικών και ειδικών χαρακτηριστικών των κτιριακών εγκαταστάσεων, καθώς και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων αυτού, της ενεργειακής συμπεριφοράς των χρηστών κ.α., προκειμένου να συλλεχθούν τα απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό των ενεργειακών αναγκών του και να επιλεχθούν οι ενδεδειγμένες παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Λίστα Ενεργειακού Ελέγχου

Δομικά στοιχεία κτιρίου

Ο έλεγχος των δομικών στοιχείων του κτιρίου περιλαμβάνει την καταγραφή του προσανατολισμού, των διαστάσεων, όπως ύψος και πλάτος των όψεων και του συνολικού κελύφους, καθώς και εκτίμηση του ποσοστού σκίασης των όψεων του κελύφους από φυσικά ή τεχνητά σκιάστρα, γειτονικά κτίρια κ.λπ. Επιπλέον, περιλαμβάνει την μέτρηση του πάχους των εξωτερικών τοίχων, οροφών και δαπέδων του κελύφους του κτιρίου και καταγραφή - κατηγοριοποίηση των υλικών κατασκευής τους και του χρώματος των επιφανειών. Από την καταγραφή αυτή εκτιμώνται οι απώλειες δια μέσω της τοιχοποιίας του κτιρίου και θα υπολογιστεί η ζήτηση σε ενέργεια για θέρμανση και ψύξη.

Έγινε καταγραφή των εμβαδών των επιφανειών ανά θερμική ζώνη καθώς και ο έλεγχος των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κτιρίου χωρίς να βρεθούν σημαντικές αποκλίσεις από τα σχέδια και αποτυπώθηκε το κτίριο και οι λειτουργίες του.

Εξωτερικά ανοίγματα

Ο έλεγχος των εξωτερικών ανοιγμάτων περιλαμβάνει την καταγραφή της θέσης, των διαστάσεων, του προσανατολισμού, της κατάστασης, του υλικού του πλαισίου και του υαλοστασίου όλων των εξωτερικών παραθύρων και θυρών του κτιρίου. Επιπλέον, καταγράφεται η ύπαρξη εσωτερικού και εξωτερικού σκιάστρου και η επίδραση του στην συμπεριφορά των υπολογιζόμενων μεγεθών. Από την καταγραφή αυτή προκύπτουν οι υπολογισμοί της ζήτησης σε ενέργεια για τη θέρμανση, την ψύξη και το φωτισμό.

Έγινε ο σχετικός έλεγχος και καταγράφηκαν τα υπάρχοντα κουφώματα, οι διαστάσεις τους, ο τύπος τους και τα υλικά κατασκευής τους. Αναφορικά με την αεροστεγανότητα θεωρήθηκε ως η τυπική για αυτού του τύπου τα κουφώματα σύμφωνα με τους σχετικούς πίνακες της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017.

Φυσικός Φωτισμός

Ο έλεγχος του φυσικού φωτισμού περιλαμβάνει την καταγραφή της έντασης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε lux στα διάφορα καίρια σημεία του εσωτερικού του κτιρίου, όπως είναι τα κεντρικά σημεία του χώρου και τα απομακρυσμένα σημεία από τα παράθυρα του χώρου. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να εκτιμηθεί η επάρκεια φυσικού φωτισμού και να εξεταστεί η δυνατότητα σύζευξης τεχνητού και φυσικού φωτισμού για την κάλυψη των απαραίτητων σταθμών φωτισμού.

Τεχνητός φωτισμός

Ο έλεγχος του τεχνητού φωτισμού περιλαμβάνει τη μέτρηση και την καταγραφή του αριθμού, του τύπου, της ισχύος και της θέσης των φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων, καθώς και της στάθμης φωτισμού στις διάφορες θέσεις και σημεία του χώρου. Από την καταγραφή αυτή προκύπτει ο υπολογισμός της καταναλισκόμενης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών φωτισμού καθώς και ενδεχόμενες προτάσεις για την αντικατάσταση και αυτοματοποίηση της λειτουργίας των φωτιστικών σωμάτων. Η ένταση φωτισμού σε LUX σε κάθε χώρο υπολογίζεται με τη χρήση μετρητή φωτός με φωτοαισθητήρα. Η μέτρηση εκτελείται δύο φορές, μία για το φυσικό και μία για τον τεχνητό φωτισμό. Λαμβάνονται επίσης μετρήσεις έντασης φωτός σε εξωτερικό χώρο πλησίον των κτιρίων.

Συστήματα Θέρμανσης

Θέρμανση: Για τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης, με χρήση ειδικού εξοπλισμού υπολογίζεται η ενεργειακή απόδοση των συστημάτων καυστήρα/λέβητα, η ποιοτική σύσταση των καυσαερίων σε μονοξείδιο/διοξείδιο του άνθρακα και περίσσεια οξυγόνου, καθώς και ο δείκτης Bacharach. Γίνεται καταγραφή των στοιχείων του συστήματος, όπως ο τύπος και τα χαρακτηριστικά του καυστήρα/λέβητα, κυκλοφορητή κ.ά. ενώ διαπιστώνεται κατά πόσο οι σωληνώσεις σε μη-θερμαινόμενους χώρους είναι μονωμένες και αν υπάρχουν συστήματα αντιστάθμισης (π.χ. τρίοδη / τετράοδη βάνια), ανάκτησης θερμότητας, θερμοστατικοί διακόπτες κ.ά. Τέλος, αξιολογείται η συνολική λειτουργία του συστήματος.

Ο έλεγχος του συστήματος θέρμανσης αποτελείται από τρεις τομείς

1. Την επιθεώρηση της κεντρικής θέρμανσης, όπου καταγράφονται η ισχύς και τα όρια λειτουργίας του λέβητα και του καυστήρα, ο τύπος τους, το καύσιμο, τα στοιχεία κατανάλωσης, ο βαθμός απόδοσης καύσης, η θερμοκρασία και η περιεκτικότητα των καυσαερίων, η κατάσταση της συνολικής εγκατάστασης του λεβητοστασίου, όπως και οι κυκλοφορητές, οι θερμοστάτες, οι αυτοματισμοί και τα πιθανά συστήματα εξοικονόμησης – αντιστάθμισης της λειτουργίας του.
2. Την επιθεώρηση του συστήματος διανομής όπου καταγράφεται το σύστημα διανομής, η ποιότητα των μονώσεων, η ύπαρξη και χωροθέτηση των θερμοστατών και οι πιθανές διατάξεις αυτοματισμού της λειτουργίας του.
3. Την επιθεώρηση των θερμαντικών σωμάτων, όπου καταγράφεται ο τύπος, η θερμοκρασία, η χωροθέτηση των θερμαντικών σωμάτων, καθώς και οι ώρες λειτουργίας τους.

Επιπλέον, καταγράφεται η χρήση άλλων συστημάτων θέρμανσης, εναλλακτικών ή επικουρικών της κεντρικής θέρμανσης. Από την καταγραφή εκτιμάται η κατανάλωση για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ώστε να γίνουν οι απαραίτητες προτάσεις ρύθμισης και αυτοματοποίησης της λειτουργίας τους.

Συστήματα κλιματισμού

Ο έλεγχος των συστημάτων κλιματισμού περιλαμβάνει την καταγραφή :

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

- Του κεντρικού συστήματος κλιματισμού (εφόσον υπάρχει) και τις τοπικές εσωτερικές μονάδες όπου καταγράφονται τα χαρακτηριστικά όπως απόδοση, απαιτούμενη και αποδιδόμενη ισχύς για θέρμανση και ψύξη της κεντρικής και των εσωτερικών μονάδων.
- Η θέση, ο αριθμός και η απαιτούμενη αποδιδόμενη ισχύς της εξωτερικής και εσωτερικής μονάδας (σε περίπτωση κλιματισμού με διαιρούμενες μονάδες τύπου split).
- Από την καταγραφή θα υπολογιστεί η συνολική κατανάλωση σε ενέργεια για τις ανάγκες κλιματισμού και θα εκτιμηθούν οι πιθανές επεμβάσεις εξοικονόμησης.

Από την επιτόπια επιθεώρηση προέκυψε ότι δεν υπάρχουν συστήματα κλιματισμού.

Συστήματα αερισμού

Κατά τον έλεγχο των συστημάτων εξαερισμού, γίνεται καταγραφή ή και εκτίμηση των εναλλαγών αέρα στην μονάδα του χρόνου προκειμένου να εξασφαλιστεί η ανανέωση του αέρα του χώρου του κτιρίου. Επίσης, εξετάζεται η ύπαρξη συστημάτων ανάκτησης της απορριπτόμενης θερμικής ενέργειας. Ο έλεγχος των συστημάτων εξαερισμού ως σκοπό έχει την εκτίμηση του ποσού θερμικής ενέργειας το οποίο χάνεται κατά την απόρριψη του αέρα του εσωτερικού του κτιρίου και κατ' επέκταση θα πρέπει να καλυφθεί από το σύστημα θέρμανσης ή κλιματισμού.

Δεν υπάρχει σύστημα μηχανικού αερισμού στο κτίριο και ο αερισμός γίνεται με φυσικό τρόπο.

Εσωτερικές Συνθήκες

Θερμοκρασία και υγρασία χώρου: Με χρήση ειδικού θερμομέτρου – υγρασιόμετρου με ενσωματωμένο θερμοστοιχείο υπολογίζεται η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία σε κάθε χώρο. Λαμβάνονται επίσης μετρήσεις θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας σε εξωτερικό χώρο πλησίον του κτιρίου.

Θερμοκρασία σημείων ενδιαφέροντος: Υπολογίζεται η θερμοκρασία σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σημεία του κτιρίου, όπως για παράδειγμα στην επιφάνεια των τοίχων ή του δαπέδου, των σωληνώσεων, των θερμαντικών σωμάτων κ.ά. με χρήση ειδικού ψηφιακού υπέρυθρου θερμομέτρου με στόχευση λέιζερ.

Εσωτερικά φορτία

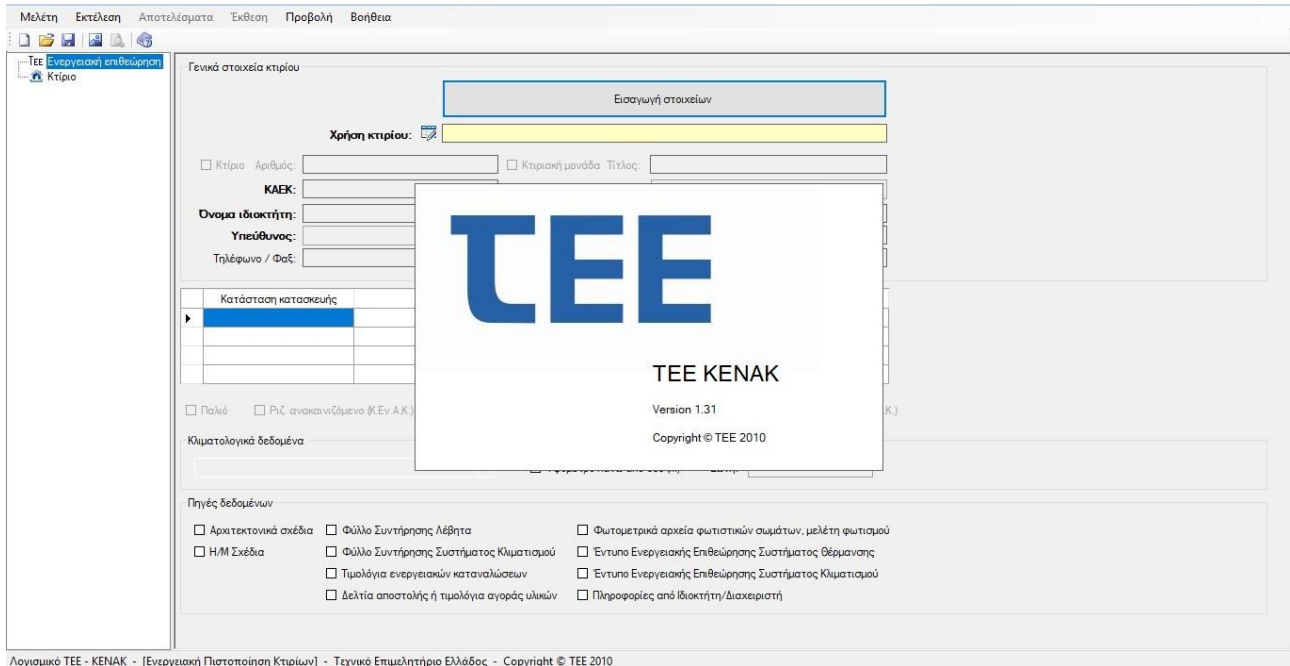
Κατά τον έλεγχο καταγράφεται ο αριθμός των ατόμων που βρίσκονται στο κτίριο, ώστε να εκτιμηθούν τα εσωτερικά θερμικά κέρδη που επηρεάζουν τις ανάγκες θέρμανσης, κλιματισμού και εξαερισμού του κτιρίου.

ΠΡΟΤΥΠΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Γενικά

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

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, υπολογίζεται η ζήτηση ενέργειας στους τομείς της θέρμανσης, ψύξης, του φωτισμού και του ζεστού νερού χρήσης. Για τους υπολογισμούς των ενεργειακών παραμέτρων στους παραπάνω τομείς χρησιμοποιείται το λογισμικό ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.31 - Engine 1.7.6.19, βάσει των απαιτήσεων και των 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 (ΚΕΝΑΚ). Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω πρότυπα:

1. ISO/DIS 13790 – CEN/TC 89 WI-14. “Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling” (17-03-2005).
2. ISO/DIS 13789 – CEN WI-23 part 2. “Thermal performance of buildings – Transmission and ventilation heat transfer coefficients – Calculation method” (December 2004).
3. CEN/TC 228 WI-2. “Heating systems in buildings – Energy performance of buildings – Overall energy use, primary energy and CO2 emissions” (May 2005).
4. CEN Draft prEN 15193-1 – CEN WI-13. “Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting – Part 1: Lighting energy estimation” (March 2005).
5. 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).
6. 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).
7. EPA-ED project. “EPA-ED Formulas – Calculation scheme” (September 2004).

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

8. EPA-ED project. “EPA-ED Calculation engine software – Data structure” (September 2004).
9. EPA-ED project. “Recommendations on EPA-ED method & tool” (September 2004).
10. 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)”).
11. Soethout L. Scholten, J.E. & Elkhuisen B. Functional specification of the EPA-NR software - WP2b. Final version, March 2007. TNO. Delft, The Netherlands.

Για τη σύνταξη της μελέτης αυτής χρησιμοποιήθηκαν επίσης τα ακόλουθα πρότυπα, κανονισμοί, επιστημονικά συγγράμματα και δημοσιεύσεις.

1. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-1/2017, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
2. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-2/2017, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
3. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».
4. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-4/2017, «Οδηγίες και Έντυπα Ενεργειακών Επιθεωρήσεων Κτηρίων, Λεβήτων & Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού».

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής 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 της κατανάλωσης ενέργειας στο κτίριο στους τομείς της θέρμανσης, ψύξης, και φωτισμού. Επιπλέον, περιγράφεται η μεθοδολογία για τον υπολογισμό των αναγκών αερισμού, καθώς και οι απαιτήσεις θερμικής άνεσης των χρηστών.

Θέρμανση - Ψύξη

Οι κτιριακές ανάγκες για θέρμανση και ψύξη υπολογίζονται σύμφωνα με το πρότυπο ISO / EN 13790 (2005), με κριτήριο τη θερμική άνεση των χρηστών. Με βάση το πρότυπο υπολογίζονται:

- Οι απώλειες θερμότητας με μετάδοση και αερισμό, όταν το κτίριο θερμαίνεται και ψύχεται σε συγκεκριμένη εσωτερική θερμοκρασία.
- Η συνεισφορά των θερμικών ηλιακών κερδών στο ισοζύγιο του κτιρίου.
- Οι ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση και ψύξη προκειμένου να επιτευχθούν οι επιθυμητές θερμοκρασίες το χειμώνα και το καλοκαίρι.
- Η ετήσια χρήση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη βασισμένη στην ζήτηση του κτιρίου και στην απόδοση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το ποσό ενέργειας που αποτελεί τη ζήτηση του κτιρίου για θέρμανση και ψύξη διαφέρει από την ενέργεια που απαιτείται για την κάλυψη της ζήτησης λόγω του βαθμού απόδοσης των συστημάτων και των εγκαταστάσεων. Ωστόσο, στην πράξη, το ποσό ενέργειας που πραγματικά

καταναλώνεται διαφέρει από το υπολογιζόμενο καθώς σε αυτό υπεισέρχονται υποκειμενικοί παράγοντες της χρήσης του κτιρίου (ρύθμιση θερμοστάτη, κ.λπ.) και της συμπεριφοράς των χρηστών (άνοιγμα παραθύρων).

Φωτισμός

Οι κτιριακές ανάγκες για φωτισμό υπολογίζονται με τη χρήση του προτύπου prEN 15193:2006 λαμβάνοντας υπόψη την εγκατεστημένη ισχύ, τα μεγέθη χρόνου, την ύπαρξη ή όχι αυτοματισμών για τη διακοπή της λειτουργίας, καθώς και τους παράγοντες επίδρασης του φυσικού φωτισμού. Πιο συγκεκριμένα, οι παράμετροι που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας στον τομέα του φωτισμού και υπεισέρχονται στους υπολογισμούς είναι:

Η ετήσια λειτουργία, ως άθροισμα του ημερήσιου χρόνου λειτουργίας (χρόνος με φυσικό φωτισμό) και του χρόνου λειτουργίας χωρίς φυσικό φωτισμό.

- Ο ετήσιος χρόνος φόρτισης των συσσωρευτών του φωτισμού έκτακτης ανάγκης.
- Η ωφέλιμη επιφάνεια κτιρίου.
- Ο παράγοντας συσχέτισης της εγκατεστημένης ισχύος με την ύπαρξη φυσικού φωτισμού στο χώρο (αισθητήρες φωτός).
- Ο παράγοντας συσχέτισης της εγκατεστημένης ισχύος με τη χρήση των χώρων (αισθητήρες κίνησης).
- Ο παράγοντας παρουσίας/απουσίας των χρηστών στους χώρους.
- Ο παράγοντας συσχέτισης της εγκατεστημένης ισχύος με τη λειτουργία συστημάτων ελέγχου φωτισμού.
- Ο παράγοντας μείωσης της απόδοσης του φωτιστικού εξοπλισμού με την παλαιότητα (επίδραση της συντήρησης).
- Ο τύπος φωτιστικού σώματος και διατάξεων στραγγαλισμού (ballast).

Αερισμός

Η είσοδος του νωπού αέρα και ο αερισμός του κτιρίου επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:

- 1) μέσω των χαραμάδων που υπάρχουν στα ανοίγματα
- 2) μέσω του φυσικού ή τεχνητού αερισμού.

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας από αερισμό χρησιμοποιείται το πρότυπο ISO/DIS 13789, σύμφωνα με το ρυθμό ανανέωσης του αέρα από τις χαραμάδες και του φυσικού ή τεχνητού αερισμού. Η ανανέωση αέρα που γίνεται από τους χρήστες του κτιρίου θεωρείται ότι είναι η ελάχιστη απαιτούμενη, εκτός αν υπάρχει μηχανικός αερισμός με δεδομένη παροχή.

Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω αεροστεγανότητας η διείσδυση αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτιριακού κελύφους θεωρείται αμελητέα και λαμβάνεται ίση με μηδέν. Ο αερισμός μέσω θυρίδων αερισμού ή καμινάδων εστιών καύσης (τζακιού, θερμάστρας ξύλων ή πετρελαίου κ.ά.), λαμβάνονται κατά περίπτωση και σύμφωνα με το αριθμό των θυρίδων τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτιρίου. Στον πίνακα 2 δίνονται τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα ανά θυρίδα αερισμού, που θα λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, τόσο στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, όσο και στο κτίριο αναφοράς.

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Πίνακας 1: Τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα από θυρίδα αερισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Είδος θυρίδας	Διείσδυση αέρα (m ³ /h)
Καμινάδα τζακιού, καπνοδόχος θερμάστρας ξύλου ή πετρελαίου ή άλλης εστίας καύσης	20
Θυρίδες αερισμού, π.χ. για χρήση συσκευών αερίου	10
Εξώθυρα με περιθώριο στο κάτω μέρος > 1,0 cm και σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον	10

Οι εξώπορτες με περιθώριο στο κάτω μέρος >1,0 cm και επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον επηρεάζουν την διείσδυση αέρα στη ζώνη οπότε κατά παραδοχή πρέπει να δηλώνονται και σαν θυρίδες αερισμού. Όπως φαίνεται και στον πίνακα 2, στην περίπτωση που υπάρχει εξώθυρα στο κτίριο (πόρτα σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, πόρτα εισόδου) η οποία δεν έχει πλαίσιο στο κάτω μέρος και δημιουργείται χαραμάδα μεταξύ του ανοιγόμενου τμήματος και του δαπέδου, τότε η διείσδυση αέρα μέσω αυτής λαμβάνεται ίση με 10 m³/h αν το περιθώριο μεταξύ της θύρας και του δαπέδου είναι μεγαλύτερο του 1,0 cm και μηδενική αν είναι μικρότερο. Η διείσδυση αέρα από τις υπόλοιπες πλευρές τις εξώθυρας αυτής υπολογίζεται όπως και στα υπόλοιπα κουφώματα. Στο κτίριο αναφοράς η διείσδυση αέρα από τις εξώθυρες με περιθώριο στο κάτω μέρος σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον λαμβάνεται μηδενική. Ο αερισμός λόγω ύπαρξης χαραμμάτων στα κουφώματα εξαρτάται από το μήκος των χαραμμάτων, την ποιότητα των κουφωμάτων (βαθμός αεροστεγανότητας), τον αριθμό (και την επιφάνεια) των ανοιγμάτων στις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου. Η διείσδυση του αέρα διαμέσου των χαραμμάτων των ανοιγμάτων καθορίζεται από τη διαφορά πίεσης μεταξύ των όψεων ενός κτιρίου που επηρεάζεται γενικά από άλλους παράγοντες όπως η αναλογία εξωτερικών προς εσωτερικά ανοιγμάτων (εσωτερικές πόρτες) στο χώρο καθώς επίσης και η θέση του κτιρίου και των όψεων του, η ανεμόπτωση κ.α. Για τον υπολογισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμμάτων (διείσδυση αέρα) λήφθηκαν υπόψη όλα τα παραπάνω και εκτιμήθηκαν τυπικές τιμές αερισμού ανά τετραγωνικό μέτρο ανοίγματος (m³/h/m²) για τυπικές διαστάσεις κουφωμάτων (πόρτας – παραθύρου) και παροσιάζονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2: Τυπικές τιμές διείσδυσης αέρα λόγω ύπαρξης χαραμμάτων ανά μονάδα επιφανείας και είδος κουφώματος.

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	Διείσδυση του αέρα	
	Πόρτα [m ³ /h/m ²]	Παράθυρο [m ³ /h/m ²]
Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα	11,8	15,1
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες, χωνευτό. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση.	9,8	12,5
Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	7,4	8,7

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Κουφώμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες, χωνευτό. Ανοιγόμενο κουφώμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση.	5,3	6,8
Κουφώματα με μεταλλικό, συνθετικό ή ξύλινο πλαίσιο με πιστοποίηση κατά EN 12207(*)		
Κλάση αεροπερατότητας με βάση τη συνολική επιφάνεια του κουφώματος:	1	7,7
	2	4,1
	3	1,4
	4	0,5
Γυάλινες προσόψεις		
Για τα μερικώς ανοιγόμενα κουφώματα των γυάλινων προσόψεων (π.χ. με προβαλλόμενα τμήματα) λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη σταθερό τμήμα, ανάλογα προς τις παραπάνω κατηγορίες αυτού του πίνακα.		

Οι τιμές του συντελεστή α για τα πιστοποιημένα κατά EN 12207 κουφώματα έχουν αναχθεί σε συνθήκες συνθήκες διαφοράς πίεσης (6 Pa) από τις συνθήκες κατά τη διαδικασία της πιστοποίησης (διαφορά πίεσης 100 Pa).

Η πιστοποίηση των κουφωμάτων γίνεται μετά από μετρήσεις που καθορίζονται από το πρότυπο EN 14351 και γίνονται σε εργαστήρια με βάση το πρότυπο EN 1026.

Συντελεστής θερμοπερατότητας (U-value)

Ο υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων του κτιρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

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

όπου,

d_j, - το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j,

λ_j, - ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j,

R_i και R_a - οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και

R_δ - η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα.

Οι συντελεστές R_i και R_a καθορίζουν την αντίσταση θερμικής μετάβασης και δίνονται κατά περίπτωση στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 3: Συντελεστές αντίστασης θερμικής μετάβασης.

	R_i	R_a
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 έδαφος	0,13	0,00
Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,10	0,04
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0,10	0,10
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή)	0,17	0,04
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο	0,17	0,17

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,17	0,00
------------------------------	------	------

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, ο επιθεωρητής καλείται να εκτιμήσει τη θερμική συμπεριφορά των αδιαφανών δομικών στοιχείων, συνυπολογίζοντας το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας του κτιρίου. Προς αυτή την κατεύθυνση κωδικοποιούνται για τον έλεγχο της ενεργειακής επιθεώρησης όλα τα κτίρια σε επί μέρους κατηγορίες, σύμφωνα με την περίοδο ανέγερσής τους και το βαθμό της θερμομονωτικής τους προστασίας. Οι τυπικές τιμές τους δίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4: Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτίρια, η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. (2010).

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμε.χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμε.χώρο	Σε επαφή με έδαφος
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)						
Ανεπίχριστο από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,40	2,60	–	1,00	0,90	–
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική	2,45	2,00	2,90	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,90	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,50	2,05	4,00	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα,τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,05	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Οπτοπλινθοδομή, φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)						
Μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστο από τη μία ή τις δύο όψεις.	2,30	1,90	2,55	0,85	0,80	0,90
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	2,20	1,85	–	0,85	0,80	–
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική	1,90	1,60	2,05	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,10	1,75	2,25	0,80	0,75	0,85
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	2,25	1,85	2,45	0,85	0,80	0,85

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστο από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,25	2,50	3,75	0,95	0,90	1,00
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,05	2,40	–	0,95	0,85	–
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική	2,50	2,00	2,75	0,85	0,80	0,90
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή.	2,80	2,25	3,20	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	3,10	2,40	3,55	0,95	0,85	1,00
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα,τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	1,90	1,65	2,05	0,80	0,75	0,85
Αργολιθοδομή						
Ανεπίχριστο από τη μία ή τις δύο όψεις.	4,25	3,10	5,00	1,05	0,95	1,10
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις.	3,85	2,85	–	1,00	0,95	–
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική	2,85	2,30	3,25	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες.	4,10	3,00	4,95	1,00	0,95	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.	2,30	1,95	2,60	0,85	0,80	0,90

Πίνακας 5: Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτίρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. (2010).

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν.χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν.χώρο	Σε επαφή με έδαφος
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή)						
Συμβατικού τύπου δώμα.	3,05	-	-	0,95	-	-
Αντεστραμμένου τύπου δώμα	-	-	-	0,95	-	-
Αεριζόμενο δώμα.	-	3,70	-	1,00	-	-
Φυτεμένο δώμα	1,20	-	-	0,70	-	-

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.	3,70	-	-	1,00	-	-
Οροφή κάτω από μη θερμαινόμενο χώρο.	-	2,90	-	-	0,90	-
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου	4,70	-	-	1,05	-	-
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης	4,25	-	-	1,00	-	-
Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)						
Επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο (πυλωτή).	2,75	-	-	0,90	-	-
Επί εδάφους	-	-	3,10	-	-	0,95
Επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.	-	2,00	-	-	0,80	-

Αντίστοιχα ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w υπολογίζεται από τη σχέση:

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

όπου,

U_f - ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

U_g - ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

A_f - το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος, A_g - το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος, l_g - το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψ_g - ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Πίνακας 6: Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων U_w [$W/(m^2 \cdot K)$] χωρίς εξωτερικά προστατευτικά φύλλα.

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F_f	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm
	[%]	[$W/(m^2 \cdot K)$]	[$W/(m^2 \cdot K)$]	[$W/(m^2 \cdot K)$]	[$W/(m^2 \cdot K)$]	[$W/(m^2 \cdot K)$]
	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	–	3,6	3,2	3,1	2,6
	30%	–	3,5	3,2	3,1	2,7
	40%	–	3,5	3,2	3,0	2,8
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	–	3,4	3,0	3,0	2,3
	30%	–	3,3	3,0	2,9	2,4
	40%	–	3,2	3,0	2,9	2,4
Συνθετικό πλαίσιο	20%	–	3,4	3,0	2,9	2,2
	30%	–	3,3	2,9	2,9	2,3
	40%	–	3,2	2,9	2,9	2,4
Ξύλινο πλαίσιο	20%	5,0	3,2	2,9	2,7	2,1
	30%	4,7	3,1	2,8	2,6	2,1
	40%	4,3	3,0	2,7	2,6	2,1
Διπλό παράθυρο (ξύλινο)*	20%	2,4	–	–	–	–
	30%	2,3	–	–	–	–
	40%	2,1	–	–	–	–
Εξωτερικές Πόρτες Χωρίς υαλοπίνακες [W/(m²K)]						
Υλικό	Σε επαφή με εξωτερικό αέρα				Σε επαφή με μη	
Μέταλλο	6,0				4,0	
Συνθετικό	3,5				2,7	
Ξύλο	3,5				2,7	

Συνθήκες άνεσης

Στην παρούσα ενότητα καθορίζονται οι παράμετροι που σχετίζονται με τις συνθήκες λειτουργίας και απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κτιρίου ο επιθεωρητής καθορίζει και τον αριθμό των ανεξάρτητων θερμικών ζωνών. Για το διαχωρισμό σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- Ο διαχωρισμός του κτιρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο.
- Κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου.

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

- Τμήματα με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου 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 τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης, το κτίριο μελετάται ως μια ενιαία θερμική ζώνη ή διαχωρίζεται κατά περίπτωση σε περισσότερες θερμικές ζώνες. Εφόσον γίνει διαχωρισμός σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, υπάρχει η δυνατότητα βάσει των ευρωπαϊκών προτύπων να εκπονηθεί η ενεργειακή μελέτη με ή χωρίς συνυπολογισμό της θερμικής σύζευξης μεταξύ των θερμικών ζωνών. Δεδομένου ότι η θερμική σύζευξη των ζωνών πολλαπλασιάζει σημαντικά τόσο την είσοδο των δεδομένων στο μοντέλο του κτιρίου, όσο και τον υπολογιστικό χρόνο, χωρίς ωστόσο αντίστοιχα να επιτυγχάνει σημαντική βελτίωση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων, για την ενεργειακή μελέτη είναι σκόπιμο να ακολουθείται ο υπολογισμός χωρίς σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών. Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών γίνεται σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010), και το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009.

Αποτελέσματα -Υπολογισμός Χρόνου Απόσβεσης

Αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου, όπου εκτιμάται η ζήτηση σε ενέργεια (ηλεκτρική, θερμική) για φωτισμό, θέρμανση, ψύξη, και αερισμό. Στη συνέχεια 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. Τέλος, 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 ανηγμένη σε χρηματικό ποσό. Η εκτίμηση της εξοικονόμησης γίνεται με βάση το καύσιμο που χρησιμοποιείται και την θερμογόνο τιμή του.

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Μετεωρολογικά και κλιματολογικά στοιχεία

Γενικά

Τα κλιματικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη έχουν συγκεντρωθεί από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών» για την περιοχή της Λάρισας (ύψος βαρομέτρου: 73.6 μ, Γεωγραφικό Πλάτος: : 39° 39' Β, Γεωγραφικό μήκος: 22° 27' Α) και αφορούν την περίοδο 1993 - 2003. Τα ίδια δεδομένα είναι ενσωματωμένα σε βιβλιοθήκη του λογισμικού.

Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπ' όψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους του προσανατολισμούς, για την περιοχή της Λάρισας. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Γ'.

Θερμοκρασία

Ο θερμότερος μήνας στην περιοχή είναι ο Ιούλιος ενώ ο ψυχρότερος είναι ο Ιανουάριος. Σε απόλυτες τιμές, η μέγιστη θερμοκρασία σημειώθηκε τον μήνα Ιούλιο (34,8 °C), ενώ η ελάχιστη τον μήνα Ιανουάριο (-6,7 °C). Τα παραπάνω μεγέθη παρουσιάζονται σε μηνιαία και ετήσια βάση στον επόμενο Πίνακα 7.

Πίνακας 7: Τιμές Θερμοκρασίας (°C)

	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Μέση Μηνιαία Τιμή (°C)	5,2	6,8	9,5	14,0	19,7	25,2	27,3	26,3	21,9	16,3	10,9	6,5
Μέγιστη Απόλυτη Τιμή (°C)	17,3	19,5	22,5	26,0	33,0	37,8	39,6	38,3	34,7	29,5	22,6	18,2
Ελάχιστη Απόλυτη Τιμή (°C)	-6,7	-5,5	-3,3	0,2	4,9	10,0	13,3	12,9	8,5	3,4	-2,1	-5,0

Άνεμοι

Οι επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή είναι βορειοανατολικοί. Η ένταση των επικρατούντων ανέμων κυμαίνεται από 1,8 m/sec έως 4,1 m/sec. Άνεμοι μεγάλης εντάσεως δεν αποτελούν γνώρισμα της περιοχής.

Πίνακας 8: Ένταση και διεύθυνση ανέμων

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Μήνας	Μέση Μηνιαία Διεύθυνση Ανέμων	Μέση Ταχύτητα Ανέμων (m/sec)
Ιανουάριος	B	2.4
Φεβρουάριος	A	3.0
Μάρτιος	A	3.3
Απρίλιος	A	3.2
Μάιος	A	3.1
Ιούνιος	A	3.9
Ιούλιος	A	4.1
Αύγουστος	A	3.7
Σεπτέμβριος	A	3.3
Οκτώβριος	A	2.7
Νοέμβριος	A	1.9
Δεκέμβριος	B	1.8

Σχετική Υγρασία

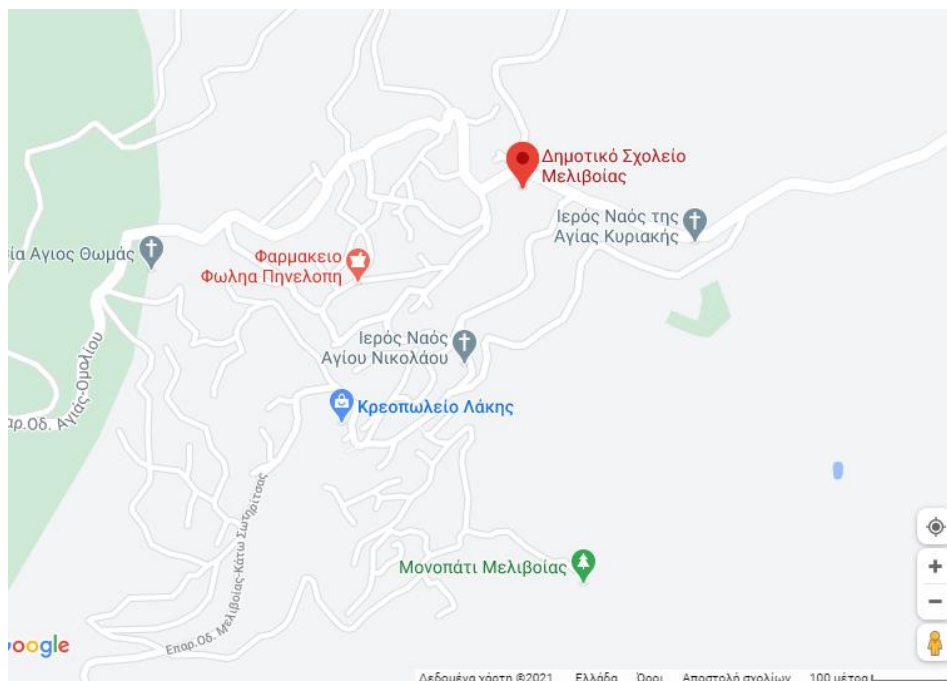
Το ποσοστό υγρασίας κυμαίνεται από 46,3% το μήνα Ιούλιο έως 82,0% το Δεκέμβριο. Η μέση υγρασία στην περιοχή της Λάρισας είναι 65,96%.

υμν

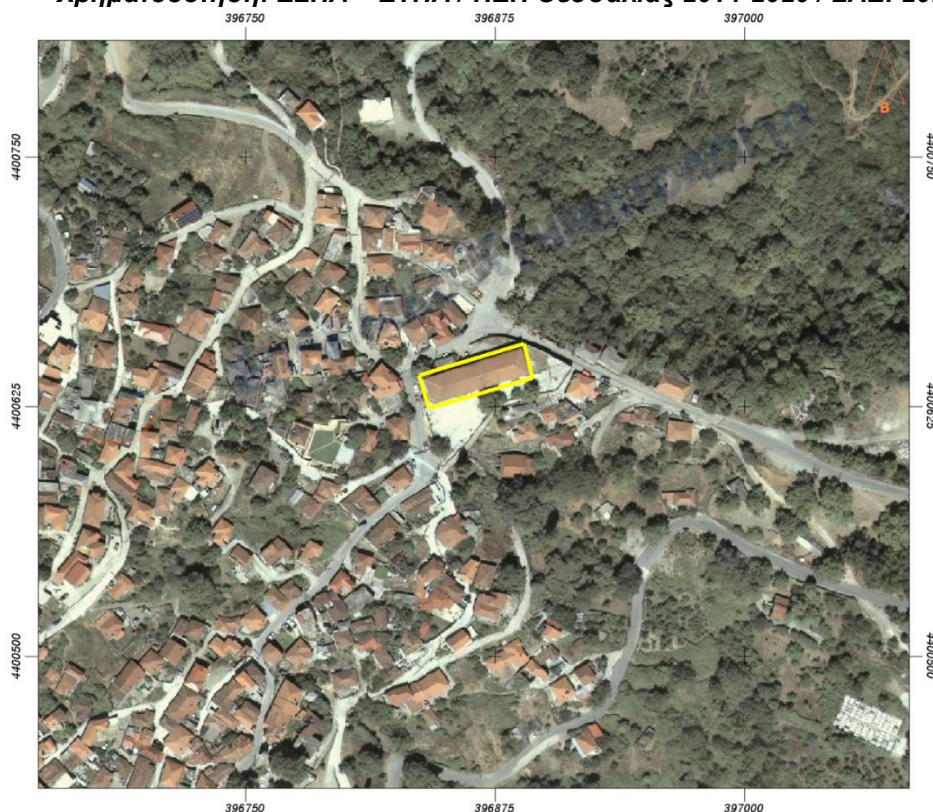
Μήνας	Μέση Τιμή Υγρασίας (%)
Ιανουάριος	79,8
Φεβρουάριος	75,0
Μάρτιος	72,6
Απρίλιος	68,1
Μάιος	61,3
Ιούνιος	48,8
Ιούλιος	46,3
Αύγουστος	49,9
Σεπτέμβριος	58,7
Οκτώβριος	69,8
Νοέμβριος	79,2
Δεκέμβριος	82,0

Περιγραφή του Κτιρίου

Το κτίριο βρίσκεται στη βορειοανατολική πλευρά του χωριού Μελιβοία, το οποίο ανήκει στο δήμο Αγιάς του Νομού Λαρίσης. Οι γεωγραφικές συντεταγμένες του είναι 39.75203, 22.79781.



Εικόνα 1: Απόσπασμα χάρτη από Google Maps



Εικόνα 2: Απόσπασμα Κτηματολογίου

Πρόκειται για κτίσμα, το οποίο δεν ανταποκρίνεται στις σύγχρονες προδιαγραφές εκπαιδευτικών κτιριακών εγκαταστάσεων, συνολικού εμβαδού 1285 τ.μ. Το σχολείο αναπτύσσεται σε δύο επίπεδα, ισόγειο και 1^ο όροφο. Στο ισόγειο υπάρχουν πέντε αίθουσες διδασκαλίας, τα γραφεία του εκπαιδευτικού προσωπικού και του διευθυντή καθώς και χώροι ατομικής υγιεινής για προσωπικό και μαθητές. Στον όροφο υπάρχουν δύο αίθουσες διδασκαλίας, μία πληροφορικής, μία αίθουσα αγγλικών καθώς και μία εκδηλώσεων. Το κτήριο κατατάσσεται ως προς την βασική χρήση του σε αυτήν της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

Στις φωτογραφίες που ακολουθούν παρουσιάζονται όψεις του κτιρίου.



Εικόνα 3: Νοτιοανατολική όψη & πρόσοψη του κτιρίου (κεντρική είσοδος)



Εικόνα 4: Βορειοδυτική όψη του κτιρίου



Εικόνα 5: Βορειοανατολική όψη του κτιρίου

Το κτίριο αποτελείται από μία (1) θερμική ζώνη και ένα (1) μη θερμαινόμενο χώρο. Αναλυτικά τα τετραγωνικά και η χρήση ανά Επίπεδο.

Επίπεδο	Συνολική Επιφάνεια	Χρήση
Ισόγειο	586,37 m ²	Εκπαιδευτήρια
	56,19 m ²	Μη θερμαινόμενοι Χώροι
1 ^{ος} όροφος	642,56 m ²	Εκπαιδευτήρια

Θερμική Ζώνη	Συνολική Επιφάνεια	Επίπεδα
Εκπαιδευτήρια	586,37 m ²	Ισόγειο
	642,56 m ²	1 ^{ος} όροφος
Μη θερμαινόμενοι χώροι	56,1 m ²	Ισόγειο

Αποτελέσματα Ενεργειακής Επιθεώρησης

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

Γενικά στοιχεία-Χρόνοι Λειτουργίας

Κατά τη διαδικασία του ελέγχου καταγράφηκαν και εκτιμήθηκαν οι χρόνοι και περίοδοι λειτουργίας του κτιρίου και δίνεται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 9: Γενικά στοιχεία λειτουργίας Κτιρίου

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης (Εκπαιδευτήρια)	
Ωράριο λειτουργίας	8
Ημέρες λειτουργίας	5
Μήνες λειτουργίας	9 (Σεπτ.-Μαϊ.)
Περίοδος θέρμανσης	15/10 έως 30/4
Περίοδος ψύξης	1/6 έως 31/8
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 επιφάνειας για κτήριο αναφοράς (W/m ²)	16
Εκλυόμενη θερμοκρασία από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	40
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.18

Προκαθορισμένη παράμετρος από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 και 20701-3/2010

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

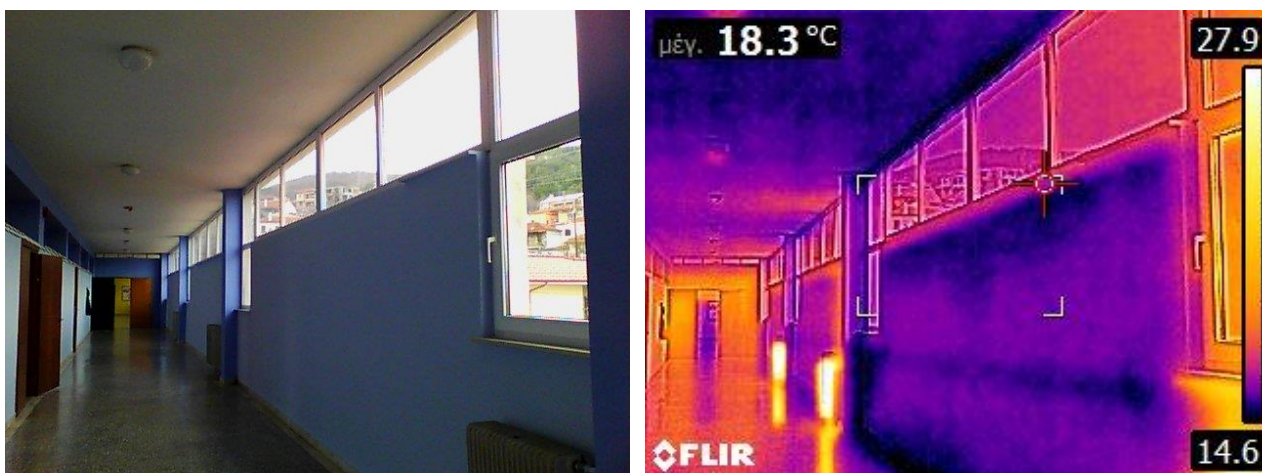
Εκλυόμενη θερμοκρασία από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	0.75	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.18	

Κέλυφος κτιρίου

ΔΟΜΙΚΑ – ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Δεδομένου ότι κατά τη κατασκευή του σχολικού συγκροτήματος δεν υπήρχε πρόβλεψη για μελέτη θερμομόνωσης, το κτίσμα είναι εντελώς αμόνωτο. Ο φέρον οργανισμός του δομήματος είναι κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα με πλήρωση από μπατική τοιχοποιία πλάτους 30 cm. Η οροφή του κτιρίου καλύπτεται από κεραμοσκεπή εδραζόμενη επι πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος πάχους 20 cm. Τα δάπεδα και το δώμα δεν φέρουν θερμομόνωση.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση διαπιστώθηκαν φθορές στα εξωτερικά δομικά στοιχεία λόγω προβλημάτων υγρασίας. Η υγρασία έχει εισχωρήσει σε ορισμένα μέρη της επιφάνειας των επιχρισμάτων με αποτέλεσμα να δημιουργεί θερμογέφυρες ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό περιβάλλον, αυξάνοντας τις θερμικές απώλειες από το κέλυφος.





Εικόνα 6: Αποτύπωση θερμογεφυρών και σημεία συγκέντρωσης υγρασίας

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου οι συντελεστές θερμοπερατότητας (U value) που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς για τα υφιστάμενα δομικά στοιχεία του κτιρίου σύμφωνα με την TOTEE 20701_1_2010 (πιν.3.5^α & πιν.3.5^β) είναι:

Μπατική Οπτοπλινθοδομή επιχρισμένη και από τις 2 όψεις	2,20 W/m ² K
Στοιχεία φέροντος οργανισμού Οπλ. Σκυροδέματος επιχρισμένου και από τις 2 όψεις	3,40 W/m ² K
Στοιχεία φέροντος οργανισμού Οπλ. Σκυροδέματος σε επαφή με το έδαφος	4,30 W/m ² K
Δώμα	3,05 W/m ² K
Δάπεδο πάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.	2,00 W/m ² K
Δάπεδο επί εδάφους	3,10 W/m ² K

Ανοίγματα

Σημαντικό ποσοστό του κελύφους του κτιρίου αποτελείται από ανοίγματα. Τα ανοίγματα είναι συνθετικά ανοιγόμενα κουφώματα διπλού υαλοπίνακα. Το σύνολο των κουφωμάτων δεν διαθέτει προστατευτικά φύλλα ούτε σύστημα κουτί – ρολό κάτι το οποίο επιβαρύνει τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτιρίου σε θέρμανση – ψύξη. Στα παλαιού τύπου συνθετικά κουφώματα οφείλεται ένα μέρος των κτιριακών θερμικών απωλειών. Ο συχνός φυσικός αερισμός, που είναι απαραίτητος για την ανανέωση του αέρα στους χώρους του Δημοτικού Σχολείου της Μελιβοίας και το γεγονός πως οι κεντρικοί είσοδοι ανοιγοκλείνουν αρκετές φορές καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας συντείνει στη διόγκωση των θερμικών απωλειών.

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου οι συντελεστές θερμοπερατότητας (U value) λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς για τα κουφώματα του κτιρίου σύμφωνα με την TOTEE

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

20701_1_2010 (πιν.3.13^α). Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των κουφωμάτων υπολογίζεται σε 3 W/(m²*K).

Η διείσδυση του αέρα από χαραμάδες για τα παράθυρα και για τις πόρτες λαμβάνεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.26). Συνολικά προκύπτει ότι η διείσδυση του αέρα από τις χαραμάδες ισούται με: **1761.54 m³/h.**



Εικόνα 7: Τυπικά κουφώματα του σχολικού κτιρίου.



Εικόνα 8: Λεπτομέρεια υαλοστάσιου.

Θέρμανση

Οι ανάγκες θέρμανσης του κτιρίου καλύπτονται από μία (1) μονάδα λέβητα - καυστήρα πετρελαίου, εγκατεστημένης ισχύος 291kW. Το λεβητοστασίον βρίσκεται στο ισόγειο του κτιρίου. Πρόκειται για μονάδα λέβητα - καυστήρα παλαιού έτους κατασκευής, που δεν πληροί τις σύγχρονες απαιτήσεις του οικολογικού σχεδιασμού.



Εικόνα 9: Μονάδα Λέβητα - Καυστήρα

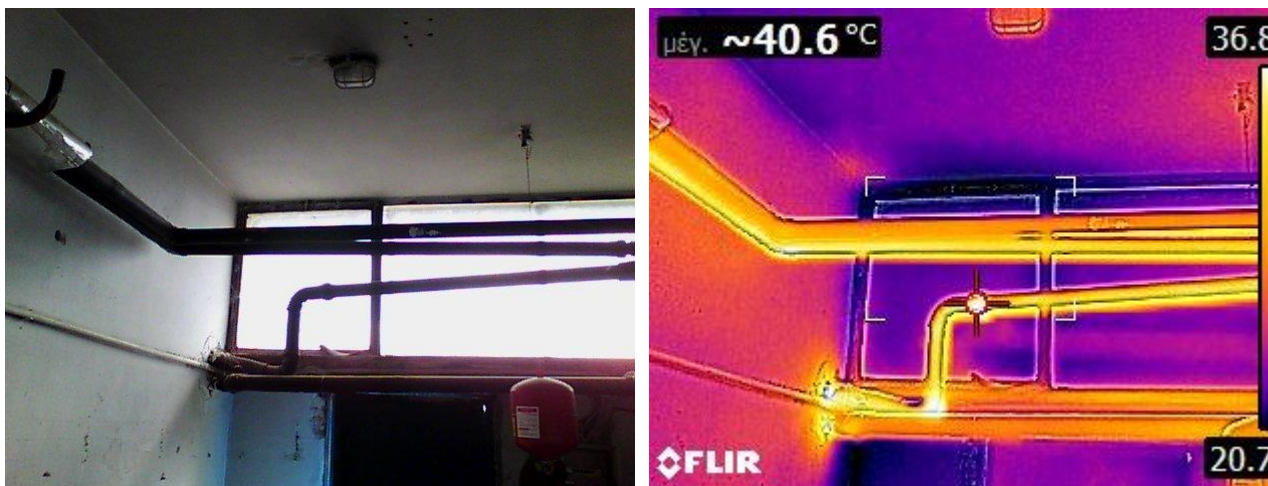
Τα αποτελέσματα των επιτόπιων μετρήσεων για την απόδοση της καύσης καταδεικνύουν το χαμηλό βαθμό απόδοσης του συγκροτήματος λέβητα-καυστήρα. Η οπτική επιθεώρηση επιβεβαίωσε την κακή κατάσταση των εγκαταστάσεων, η οποία ήταν αναμενόμενη δεδομένης της παλαιότητάς τους.

Στα παραπάνω χρειάζεται να συνυπολογιστεί η χρήση ενεργοβόρων βοηθητικών συστημάτων όπως είναι οι κυκλοφορητές σταθερών στροφών και η παντελής έλλειψη συστήματος θερμοκρασιακής αντιστάθμισης. Δεν προξενεί εντύπωση, επομένως, η κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων καυσίμου για την κάλυψη των υψηλών απαιτήσεων θέρμανσης χωρίς να επιτυγχάνεται η επιθυμητή θερμική άνεση. Όλα τα παραπάνω συντείνουν στη δραματική αύξηση του λειτουργικού κόστους του κτιρίου.

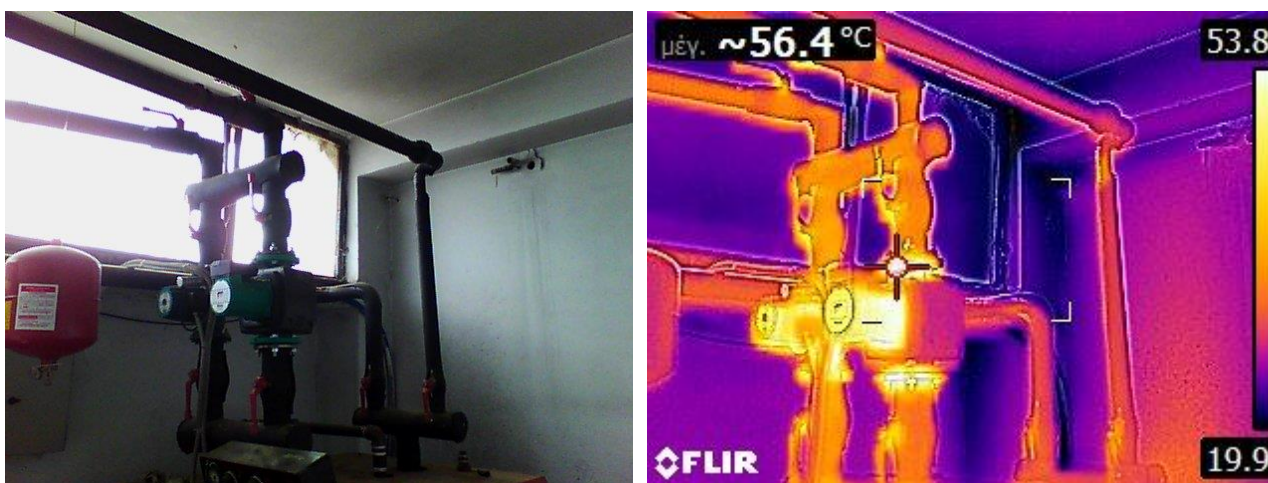
Το δίκτυο διανομής του ζεστού νερού ξεκινάει από το χώρο του λεβητοστασίου και διανέμει με οριζόντιες και κατακόρυφες στήλες στις τερματικές μονάδες με δισωλήνιο σύστημα. Το δίκτυο διανομής

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

βρίσκεται εκτός ισορροπίας με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται σημαντικές διαφορές θερμοκρασίας από τον έναν όροφο στον επόμενο καθώς και σε διάφορους χώρους του ίδιου ορόφου. Ως προς τη μόνωση του δικτύου από την επιθεώρηση προκύπτει ότι οι σωληνώσεις είναι παντελώς αμόνωντες και ως εκ τούτου οι απώλειες είναι ιδιαίτερα σημαντικές. Η διανομή ζεστού νερού εξασφαλίζεται από κυκλοφορητές, οι οποίοι δε διαθέτουν αυτοματισμό ρύθμισης στροφών ή αντιστάθμιση φορτίου.

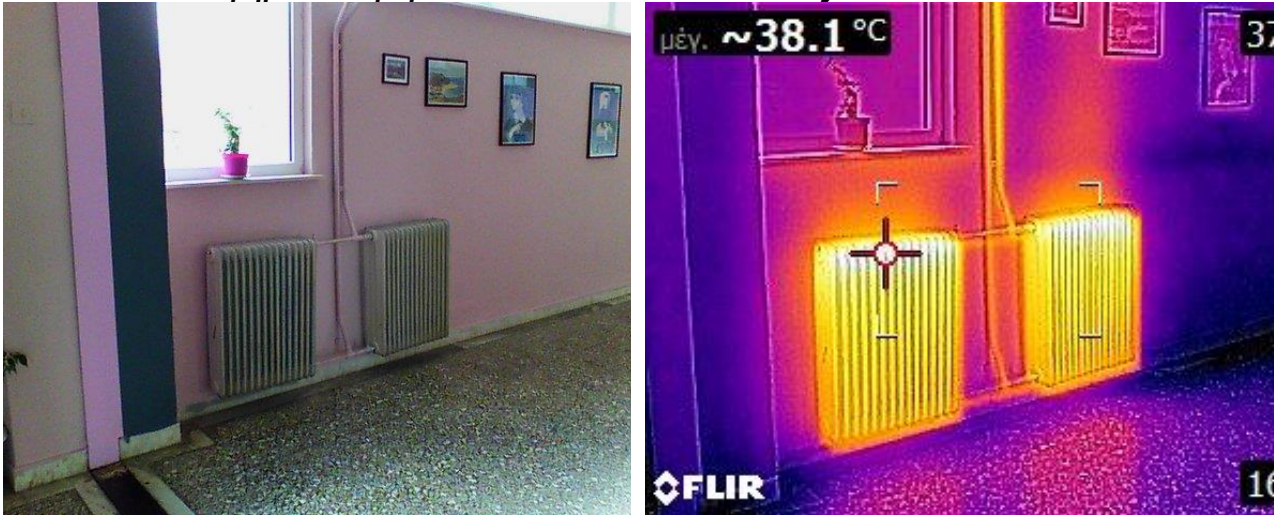


Εικόνα 10: Δίκτυο διανομής



Εικόνα 11: Κυκλοφορητές

Οι θερματικές μονάδες εκπομπής του συστήματος είναι τύπου καλοριφέρ. Ο βαθμός απόδοσης των θερμαντικών σωμάτων όπως προκύπτει από την TOTEE 20701_1_2010 (παρ. 4.4.2) είναι 0.864.



Εικόνα 12: Θερμαντικά σώματα

Σύστημα Ψύξης

Το σχολικό συγκρότημα δε διαθέτει σύστημα ψύξης. Τους θερινούς μήνες που αναπτύσσονται ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες το σχολείο είναι εκτός λειτουργίας. Συνεπώς, στο υπό εξέταση κτίριο δεν υπάρχει ανάγκη κάλυψης ψυκτικών φορτίων, για τους υπολογισμούς θεωρείται ότι το κτήριο ψύχεται και το σύστημα ψύξης θα έχει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντίστοιχου κτιρίου αναφοράς, όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701- 1/2017 (παράγραφος 4.2.1) και στον Κ.Εν.Α.Κ.

Αερισμός

Ο αερισμός των χώρων γίνεται με φυσικό τρόπο από τους χρήστες του κτιρίου δια μέσω των ανοιγμάτων. Ο συνολικός χρόνος που εκτιμάται ότι γίνεται φυσικός αερισμός είναι αντίστοιχος με το χρόνο λειτουργίας του κτιρίου.

Εκτός του αερισμού λόγω χαραμάδων οι θερμικές απώλειες του κτιρίου επιβαρύνονται από τον αερισμό που οφείλεται στη συμπεριφορά των χρηστών (προσωπικό και μαθητές). Η απουσία κεντρικού συστήματος μηχανικής προσαγωγής νωπού αέρα στους χώρους του Δημοτικού Σχολείου της Μελιβοίας, καθιστά αναγκαίο τον ανεξέλεγκτο φυσικό αερισμό των χώρων κατά τρόπο μη δόκιμο είτε ενεργειακά είτε οικονομικά.

Επιπρόσθετα, οι πόρτες προς τον προαύλιο χώρο ανοιγοκλείνουν συχνά κατά τη διάρκεια της μέρας. Αναντίρρητα, από τα παραπάνω προκύπτει σημαντική απώλεια ενέργειας, η οποία ωστόσο δεν αποτυπώνεται στα αποτελέσματα του λογισμικού ΤΕΕ-KENAK. Ο υπολογισμός των παραπάνω απωλειών απαιτεί περαιτέρω ανάλυση με χρήση διαφορετικού λογισμικού και ξεφεύγει από τα πλαίσια της συγκεκριμένης προμελέτης. Αναφέρεται, ωστόσο, ως υπαρκτό δεδομένο.

Φωτισμός

Φυσικός φωτισμός

Καθώς το κτίριο διαθέτει σημαντικό ποσοστό ανοιγμάτων, σε συνδυασμό με τον προσανατολισμό του, ο φυσικός φωτισμός, τις περισσότερες ώρες της ημέρας, κρίνεται επαρκής, ώστε να καλύψει τις ανάγκες έντασης φωτισμού 300lux.

Τεχνητός φωτισμός

Η κάλυψη των αναγκών φωτισμού επιτυγχάνεται, ως επί το πλείστον, με λαμπτήρες και φωτιστικά φθορισμού και σε μικρότερο ποσοστό με λαμπτήρες πυρακτώσεως. Τα φωτιστικά σώματα είναι ικανοποιητικά ως προς την ποσότητα, γεγονός που δεν ισχύει σε ό,τι αφορά την αποδοτικότητά τους. Σύμφωνα με τις πραγματοποιηθείσες μετρήσεις, ο φυσικός φωτισμός είναι επαρκής για να εξασφαλίσει την απαιτούμενη στάθμη φωτισμού κατά τις περισσότερες ώρες τις ημέρας.



Εικόνα 13:Λαμπτήρες φθορισμού

Υπολογισμοί Μεγεθών Υφιστάμενης κατάστασης

Η θερμική συμπεριφορά των κτιρίων προσομοιώθηκε με χρήση του λογισμικού TEE – KENAK. Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m^2), όπως :

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

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

3. 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	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας
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 Δ.Ε.Η.	0,70	0,347

Η αυξημένη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά την τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, 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 τα εξεταζόμενα κτίρια. 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.

Θερμικές Απώλειες

Οι θερμικές απώλειες του κτιρίου υπολογίζονται για συγκεκριμένη μέση εσωτερική θερμοκρασία για την περίοδο θέρμανσης (Νοέμβριος-Απρίλιος). Για τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση του κτιρίου, υπολογίζονται οι συνολικές απώλειες προς το περιβάλλον μέσω μεταφοράς θερμότητας και αερισμού και αφαιρούνται τα θερμικά κέρδη από την ηλιακή ακτινοβολία, τους χρήστες και τις συσκευές. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι θερμικές απώλειες, τα θερμικά κέρδη και οι συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις των κτιρίων κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης:

Πίνακας 10: Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση (σε kWh/m²)

Ενεργειακές απαιτήσεις	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
Υφιστάμενο κτίριο	19.6	9.6	6.4	2.1	0.5	5.5	16.4	60.1
Κτίριο αναφοράς	4,9	2.2	1.2	0.2	0,0	0,9	3,8	13.1

Κατανάλωση Κτιρίου για Θέρμανση

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Η καταναλισκόμενη ενέργεια για κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης των χώρων δια μέσω των τερματικών μονάδων όπως υπολογίστηκε από την μεθοδολογία που παρουσιάστηκε παραπάνω και με βάση τα χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης δίνεται παρακάτω.

Πίνακας 11: Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση (σε kWh/m²).

Κατανάλωση ενέργειας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
Υφιστάμενο κτίριο	51.7	25.6	17.3	6.3	1.9	15.0	43.2	160.9
Κτίριο αναφοράς	7.5	3.8	2.4	0.9	0.6	2.0	6.0	23.3

Είναι προφανές ότι η καταναλισκόμενη ενέργεια είναι μεγαλύτερη από την απαιτούμενη θερμότητα για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου και τη διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας, όπως αυτή προσδιορίζεται από τις συνθήκες άνεσης. Εύλογα προκύπτει το συμπέρασμα ότι η απόδοση του συστήματος θέρμανσης είναι κάθε άλλο παρά βέλτιστη. Εξάλλου, είναι εξαιρετικά πιθανό να γίνεται κακή χρήση του συστήματος θέρμανσης (άνοιγμα παραθύρων ταυτόχρονα με λειτουργία θέρμανσης, ρύθμιση του θερμοστάτη σε υψηλή εσωτερική θερμοκρασία κ.α.).

Ψυκτικά Φορτία Κτιρίου

Για την χρήση του κτιρίου Εκπαιδευτήρια και για την δεδομένη κλιματική ζώνη προκύπτει ότι το κτίριο δεν διαθέτει ψυκτικά φορτία.

Ζήτηση Ηλεκτρικής Ενέργειας για φωτισμό

Όπως προαναφέρθηκε, ο φωτισμός καλύπτεται, κυρίως, από λαμπτήρες φθορισμού σε φωτιστικά. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό :

Πίνακας 12: Κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό (σε kWh/m²).

Κατανάλωση ενέργειας	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαι	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπτ	Οκτ	Νοε	Δεκ	Σύνολο
Υφιστάμενο κτίριο	2,1	2,1	2,1	2,1	1,7	0,0	0,0	0,0	2,1	2,1	2,1	2,1	18,8
Κτίριο αναφοράς	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

Κατανάλωση τελικής και πρωτογενούς ενέργειας

Στους πίνακες που ακολουθούν, παρουσιάζεται η κατανάλωση τελικής ενέργειας στους τομείς της θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, καθώς και η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πετρέλαιο και ηλεκτρική ενέργεια).

Πίνακας 13: Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση, ψύξη & φωτισμό

	kWh/m²
Θέρμανση	186,9
Ψύξη	3,5
Φωτισμός	54,4
Σύνολο	244,8

Πίνακας 14: Ετήσια κατανάλωση καυσίμων για θέρμανση – ψύξη - φωτισμό

	kWh/m²
Για ηλεκτρισμό	25,5
Πετρέλαιο	155,4
Σύνολο	180,9

Εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα

Η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία του κτιρίου έχει ως αποτέλεσμα την εκπομπή στην ατμόσφαιρα σημαντικών ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Οι συντελεστές για τον υπολογισμό των εκπομπών CO₂ παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 15: Συντελεστές εκπομπών CO₂

	Kg CO₂ / kWh_{th}	Kg CO₂ / kWh_e
Πετρέλαιο	0.264	-
Ηλεκτρική ενέργεια	-	0.989

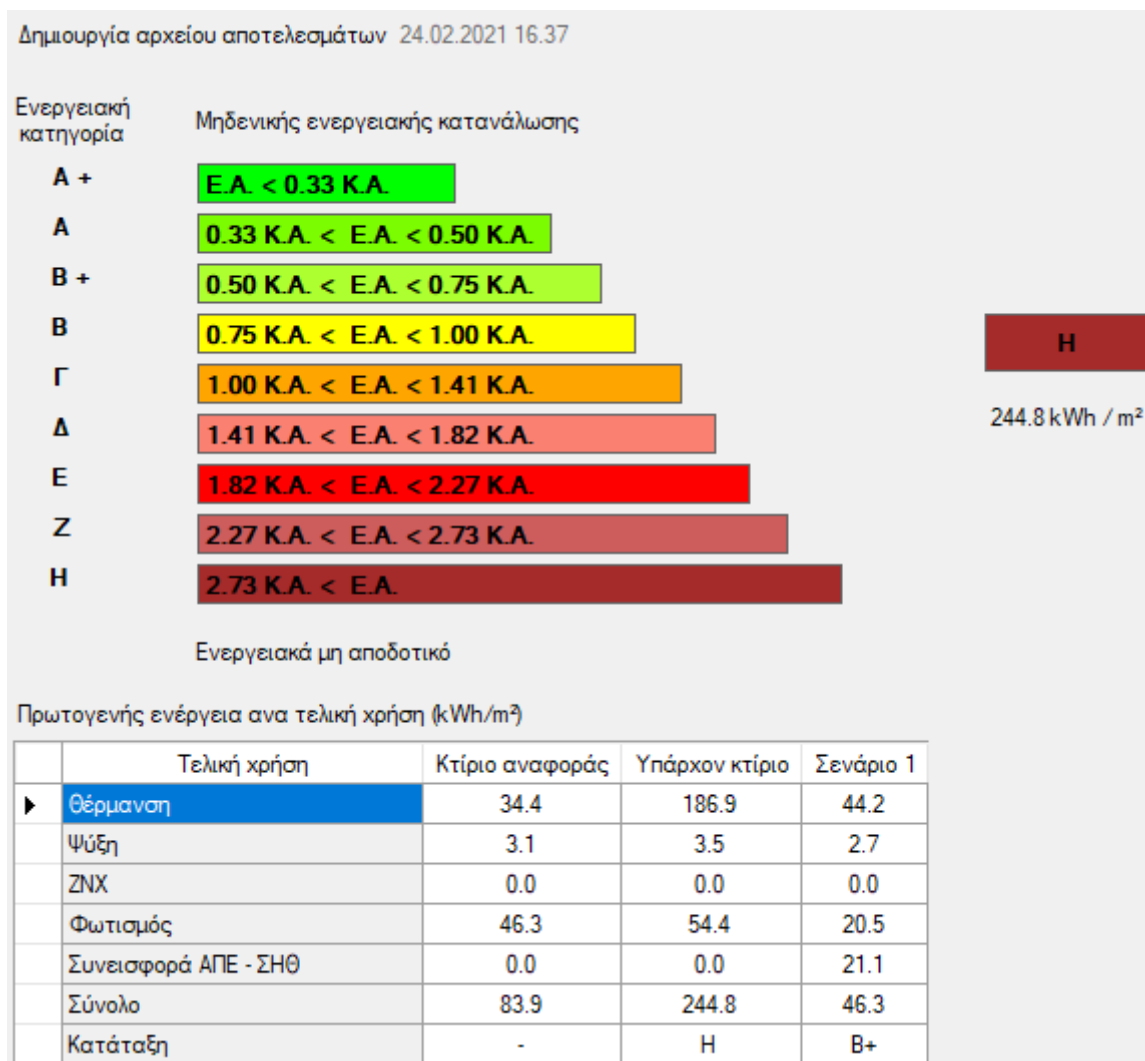
Με τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που προτείνονται στη συνέχεια, αναμένεται να μειωθεί δραστικά η καταναλισκόμενη πρωτογενής ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών, μειώνοντας το λειτουργικό του κόστος. Ταυτόχρονα, θα μειωθούν οι εκπομπές CO₂ που εκλύονται στην ατμόσφαιρα. Σύμφωνα με την καταναλισκόμενη ενέργεια για την κάλυψη όλων των αναγκών των τεσσάρων κτιρίων όπως αναφέρονται παραπάνω υπολογίζονται οι εκπομπές CO₂ και δίνονται στον ακόλουθο πίνακα :

Πίνακας 16: Εκπομπές CO₂ (kg/m²)

	Kg/m²
Ηλεκτρισμός	25,2
Πετρέλαιο	41,0
Σύνολο	66,2

Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίου

Η κατάταξη του συμβατικού κτιρίου, ως προς το κτίριο αναφοράς, όπως υπολογίζεται από το υπολογιστικό πρόγραμμα KENAK ver 1.31, είναι η Η και η πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση είναι **244,8 kWh/m²**, ενώ του κτιρίου αναφοράς είναι **83,9 kWh/m²**.



Εικόνα 14: Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίου

Σχόλια – Παρατηρήσεις

Οι διαπιστώσεις που προκύπτουν από τις επιτόπιες επιθεωρήσεις, τα τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων και την εισαγωγή των δεδομένων στο πρόγραμμα TEE-KENAK επικεντρώνονται κατά κύριο λόγο στην ανάγκη μείωσης των ενεργειακών καταναλώσεων για τη θέρμανση, την ψύξη και το φωτισμό των κτιριακών εγκαταστάσεων. Σημαντική παράμετρος αποτελεί η απουσία θερμομόνωσης του κελύφους και του δώματος, η οποία συνεπάγεται την ύπαρξη σημαντικών θερμικών απωλειών λόγω της ύπαρξης θερμογεφυρών.

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Στα προβλήματα που εντοπίζονται θα πρέπει να συμπεριληφθεί η έλλειψη διατάξεων αυτονομίας και αντιστάθμισης, που έχουν σαν αποτέλεσμα την προβληματική λειτουργία του συστήματος διανομής.

ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Γενικά

Από την παραπάνω ενεργειακή ανάλυση, προκύπτει εύλογα το συμπέρασμα ότι απαιτούνται δραστικές επεμβάσεις τόσο στο κέλυφος όσο και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του κτιρίου. Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας και οι τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, οι οποίες δύναται να αποφέρουν ουσιαστική μείωση στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του Δημοτικού Σχολείου της Μελιβοίας και κατ' επέκταση στο λειτουργικό τους κόστος.

Οι παρεμβάσεις που εξετάστηκαν αφορούν στη μείωση των θερμικών απωλειών κατά τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης με την προσθήκη θερμομόνωσης στην οροφή και το κέλυφος, την εγκατάσταση νέου συστήματος θέρμανσης, την εγκατάσταση φωτιστικών σωμάτων τύπου LED με ταυτόχρονη χρήση αισθητήρων φυσικού φωτισμού, την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος και, τέλος την εφαρμογή λογισμικού συστήματος καταγραφής και ανάλυσης δεδομένων με σκοπό την παρακολούθηση και την ορθολογική ενεργειακή διαχείριση των αναγκών του κτιριακού συγκροτήματος.

Πιο συγκεκριμένα, οι παρεμβάσεις που προτείνονται:

- Τοποθέτηση θερμομόνωσης κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη του σχολικού κτιρίου με επίστρωση θερμομονωτικών πλακών εξηλασμένης πολυστερίνης συνολικού πάχους 10 cm.
- Τοποθέτηση συστήματος θερμομόνωσης περιμετρικά του κελύφους με πλάκες πετροβάμβακα συνολικού πάχους 8 cm.
- Εγκατάσταση νέου συστήματος θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου τεχνολογίας συμπύκνωσης καυσαερίων στο σχολικό κτίριο.
- Αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων από φωτιστικά τύπου LED.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος.
- Εφαρμογή συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS).

Επεμβάσεις στο κέλυφος

Μόνωση κάτω από μην θερμομονωμένη στέγη

Η στέγη του κτιρίου είναι το τμήμα του, που δέχεται στο μεγαλύτερο βαθμό τις αρνητικές επιπτώσεις των καιρικών φαινομένων και όπως αναφέρθηκε είναι αμόνωτη. Η πτώση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του χώρου το χειμώνα και η άνοδος της το καλοκαίρι διαταράσσει τις επικρατούσες συνθήκες θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου, προκαλώντας το αίσθημα του ψύχους το χειμώνα και της ζέστης το καλοκαίρι. Με τη θέρμανση του κτιρίου κατά τη χειμερινή περίοδο επιδιώκεται να αντισταθμιστούν οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μια επιθυμητή θερμοκρασία και να εξασφαλίζεται ένα θερμικά άνετο εσωτερικό κλίμα. Είναι προφανές ότι η

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Θερμική θωράκιση της οροφής θα οδηγήσει σε μείωση των απαιτούμενων φορτίων για θέρμανση. Το θερμομονωτικό υλικό που επιλέχθηκε είναι οι πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης.

Οι πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης χαρακτηρίζονται από την υψηλή και διαρκή θερμομονωτική ιδιότητά τους, τη μηδαμινή υδαταπορροφητικότητα, την υψηλή αντοχή σε συμπίεση και τη σταθερότητα των διαστάσεων τους. Παρουσιάζουν άψογη συμβατότητα με τα οικοδομικά υλικά (τσιμέντο, γύψο, ασβέστη, ανυδρίτη, άμμο) ενώ οι αποφλοιωμένες και με αυλακώσεις / εγκοπές πλάκες προσφέρουν άριστη πρόσφυση σε σκυρόδεμα και επιχρίσματα.

Οι πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης θα τοποθετούν επί της πλάκας σκυροδέματος που εδράζεται η στέγη. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να μειωθεί σημαντικά ο όγκος του χώρου που θερμαίνεται και να αποφευχθεί η μετακίνηση του θερμού αέρα λόγω της λειτουργίας της θέρμανσης το χειμώνα στο υψηλότερο σημείο του χώρου κάτω από τον κορφιά της στέγης.

Σε ό,τι αφορά το εξεταζόμενο κτίριο, πρόκειται να τοποθετηθούν στη στέγη πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης συνολικού πάχους 10 cm με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$. Με την παρέμβαση αυτή υπολογίζεται πως ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U value) για τη στέγη θα μειωθεί από 3.7 W/m²K σε 0.281 W/m²K, τιμή μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή (U=0,35 W/m²K) για νέα κτίρια σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ για την Γ' κλιματική ζώνη.

Πίνακας 17: Τεχνικά χαρακτηριστικά εξηλασμένης πολυστερίνης

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά χαρακτηριστικά		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm	2	2,5/3/4/5	12
Πυκνότητα	kg/m ³	20	30/35/40/60	80
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm ²	0,30	0,33/0,34	0,35
Όριο θραύσης	N/mm ²			
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm ²	0,15	0,20/0,25/0,30/0,5	0,70
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10 °C	W/(mK)	0,025	0,032/0,33	0,035
Εύρος χρήσεως min/max	°C	-60		75
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	80	100/160/200	200

Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 °C και 80% σχ. υγρασία			<1	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-	B2		B1
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-			
στα 250Hz	-			
στα 1000Hz	-			
στα 4000Hz	-			
Αντίσταση ροής κατά μήκος	kPa s/m ²			
Δυναμική ακαμψία	MN/m ³			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος		50	
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/m ³	23	28	32

Μόνωση Εξωτερικής Τοιχοποιίας

Η λύση της εξωτερικής θερμομόνωσης προκρίθηκε με τη λογική ότι το σχολικό συγκρότημα είναι εντελώς αμόνωτο και αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα υγρασίας. Το κτίριο θερμαίνεται μόλις για ένα οχτάωρο, περίπου, κάθε ημέρα και τα πρωινά από την έναυση του συστήματος θέρμανσης μέχρι την επίτευξη της επιθυμητής θερμοκρασίας μεσολαβεί μεγάλο χρονικό διάστημα.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι τα εξής:

- Εκμετάλλευση της θερμοχωρητικότητας της υπάρχουσας τοιχοποιίας. Με το τρόπο αυτό ο χώρος διατηρεί την θερμοκρασία του μετά την διακοπή της θέρμανσης για κάποιο περαιτέρω χρονικό διάστημα.
- Μείωση των θερμικών απωλειών εξαιτίας των θερμογεφυρών.
- Προστασία της τοιχοποιίας από τις μεταβολές της θερμοκρασίας του εξωτερικού αέρα.
- Ταυτόχρονα, όπως προαναφέρθηκε, καλύπτονται οι νέες προδιαγραφές θερμομόνωσης του ΚΕΝΑΚ για το κτιριακό κέλυφος.

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Για τη μείωση των θερμικών απωλειών προτείνεται η δημιουργία θερμοπρόσοψης με εξωτερική θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων όλου του κτιρίου από πλάκες πετροβάμβακα. Το συνολικό πάχος του μονωτικού υλικού θα είναι 8 cm με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$. Με την παρέμβαση αυτή υπολογίζεται πως ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U value) του σχολικού συγκροτήματος θα μειωθεί για το οπλισμένο σκυρόδεμα από $3.40 \text{ W/m}^2\text{K}$ σε $0.348 \text{ W/m}^2\text{K}$ και από $2.20 \text{ W/m}^2\text{K}$ σε $0.319 \text{ W/m}^2\text{K}$ για την οπτοπλιθοδομή, είναι τιμές μικρότερες από τη μέγιστη επιτρεπόμενη ($U=0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$) σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ για τη Ζώνη

Ειδικότερα, οι πλάκες πετροβάμβακα επιλέγονται για την άριστη ηχομόνωση αλλά και πυραντίσταση που προσφέρουν στο κτίριο. Αξίζει να αναφερθεί ότι στη βάση της εξωτερικής τοιχοποιίας θα δημιουργηθεί μια ζώνη στεγανοποίησης με πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους 8 cm με σκοπό να αποτρέπεται η διείσδυση υγρασίας στο κτιριακό κέλυφος.

Πίνακας 18: Τεχνικά χαρακτηριστικά πετροβαμβάκα

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά χαρακτηριστικά		
		Ελάχιστη	Μέση τιμή	Μέγιστη
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm	2	3-6/8/10/11/16	18
Πυκνότητα	kg/m ³	30	30-40/55/90/100/130	180
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm ²	0,00012	0,0003/0,002	0,0075
Όριο θραύσης	N/mm ²	0,005	0,02	0,05
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση				
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10°C	W/(mK)	0,033	0,0375	0,045
Εύρος χρήσεως min/max	°C	-100		750
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση	-	<1		1
Ποσότητα υγρασίας εξομείωσης στους 23 °C		<0,1	0,2	1,5
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-	B2	A2	A1
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης	στα	-	0,05	0,14
	στα 250Hz	-	0,34	0,37/0,55
	στα 1000Hz	-	0,92	0,93/0,96
	στα 4000Hz	-	0,92	0,93
Αντίσταση ροής κατά μήκος	kPa s/m ²	5	11/12/15/30	70
Δυναμική ακαμψία	MN/m ³			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος	30		
Υλικά προστασίας από βιολογικούς	-		όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/m ³	110	250/450/540/600	660

Περιγραφή παρέμβασης

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Αρχικά, θα γίνουν όλες οι απαιτούμενες καθαιρέσεις, αποξηλώσεις και επανατοποθετήσεις στις όψεις του κτιρίου. Θα πραγματοποιηθεί οπτικός και μηχανικός έλεγχος του υφιστάμενου υποστρώματος. Στην περίπτωση κατά την οποία το υπόστρωμα είναι σημειακά σαθρό, αφαιρούμε τα προβληματικά σημεία και προχωράμε σε αποκατάσταση, ανάλογα με το βαθμό της αποσάθρωσης.

- Εφαρμογή του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης περιμετρικά του κτιρίου με πλάκες πετροβάμβακα συνολικού πάχους 8cm
- Δημιουργία ζώνης υψηλής στεγάνωσης στο επίπεδο του εδάφους σε ύψος έως 1,00m καθώς και στα σημεία εκκίνησης του συστήματος, σημεία με καταπόνηση από υγρασία.
- Καθολική στρώση κόλλας τσιμεντοειδούς βάσης και τοποθέτηση υαλοπλέγματος
- Εφαρμογή τελικού σοβά

Επεμβάσεις στα Συστήματα του Κτιρίου

Εγκατάσταση νέου συστήματος θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου τεχνολογίας συμπίκνωσης καυσαερίων.

Σκοπός της προτεινόμενης παρέμβασης είναι η δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης τόσο για τους μαθητές όσο και για τους διδάσκοντες, με ουσιαστική μείωση του λειτουργικού κόστους για τη θέρμανση αλλά και περιορισμό των εκπεμπόμενων αερίων ρύπων.

Προτείνεται η εγκατάσταση συστοιχίας λεβητών πετρελαίου συμπίκνωσης καυσαερίων μέγιστης ονομαστικής ισχύος 160 KW. Ο λέβητας θα διαθέτει τεχνολογία συμπίκνωσης καυσαερίων, σύστημα inverter και υψηλό βαθμό απόδοσης. Η επιλογή του λέβητα προκύπτει από τη βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση τους σε σχέση με τους συμβατικούς λέβητες. Οι λέβητες τεχνολογίας συμπίκνωσης καυσαερίων κατασκευάζονται από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση των καυσαερίων και σχεδιάζονται ώστε να συλλέγουν τα υγροποιημένα καυσαέρια και να τα αποχετεύουν. Οι εκλυόμενοι ρύποι προς το περιβάλλον, μειώνονται τουλάχιστον κατά 40% σε σχέση με τους συμβατικούς λέβητες. Οι λέβητες συμπίκνωσης καυσαερίων εκμεταλλεύονται την ενέργεια που βρίσκεται αποθηκευμένη στα ζεστά καυσαέρια πριν τα αποβάλλουν στο περιβάλλον σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες χωρίς να κινδυνεύουν από καταστροφή, εξασφαλίζοντας έτσι μεγαλύτερο χρόνο ζωής από τους συμβατικούς λέβητες. Για τη μείωση της θερμοκρασίας των καυσαερίων πριν την απόρριψη τους στο περιβάλλον, εισάγεται ένας εναλλάκτης θερμότητας καυσαερίων – νερού στην έξοδο του λέβητα πριν την σύνδεση με την καπνοδόχο. Μέσω του εναλλάκτη αυτού, τα ζεστά καυσαέρια αποδίδουν ενέργεια στο νερό που επιστρέφει από τα θερμαντικά σώματα, με αποτέλεσμα την ελάττωση της θερμοκρασίας τους πριν την έξοδο τους από τον λέβητα, σε θερμοκρασίες μόλις 10°C μεγαλύτερες από την θερμοκρασία του νερού του λέβητα. Έτσι, όταν ο λέβητας λειτουργεί σε θερμοκρασία νερού π.χ. 50°C, τα καυσαέρια εξέρχονται σε θερμοκρασία 60°C (αντί για 200°C !) πετυχαίνοντας με τον τρόπο αυτόν μεγάλη οικονομία. Τα υγροποιημένα καυσαέρια συλλέγονται και οδηγούνται στην αποχέτευση δίχως να διαβρώνουν τον λέβητα. Εκτός της μεγάλης οικονομίας και της φιλικότητας προς το περιβάλλον, οι λέβητες συμπίκνωσης επιδεικνύουν μια σειρά από άλλα πλεονεκτήματα:

- Ενσωματώνονται σε όλα τα υφιστάμενα συστήματα θέρμανσης λόγω της ενσωματωμένης λειτουργίας αντιστάθμισης που διαθέτουν, που τους επιτρέπει να ρυθμίζουν με ακρίβεια την θερμοκρασία νερού προσαγωγής.

- Λειτουργούν αθόρυβα.
- Διαθέτουν μεγάλη διάρκεια ζωής λόγω της υψηλής ποιότητας κατασκευής.
- Διαθέτουν εξελιγμένα συστήματα αυτοματισμού, τα οποία μπορούν να προσφέρουν επιπλέον δυνατότητες όπως χρονοπρογράμματα, απομακρυσμένο έλεγχο κ.λπ.

Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων από φωτιστικά τύπου LED

Προτείνεται η αντικατάσταση των συμβατικών φωτιστικών σωμάτων φθορίου και πυρακτώσεως από φωτιστικά τύπου LED. Με δεδομένο ότι η χρήση του σχολικού συγκροτήματος εμφανίζει υψηλές απαιτήσεις σε φωτισμό η προτεινόμενη παρέμβαση αναμένεται να μειώσει σημαντικά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Εξάλλου, πέραν της αντικατάστασης των φωτιστικών, προτείνεται η τοποθέτηση αισθητήρων φυσικού φωτισμού, στα πλαίσια της εγκατάστασης συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BEMS), ώστε να αποτρέπεται η άσκοπη χρήση του τεχνητού φωτισμού, κατά τις ώρες που επαρκεί ο φυσικός φωτισμός.

Οι λαμπτήρες LED επιτυγχάνουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με τους παραδοσιακούς λαμπτήρες πυρακτώσεως ή φθορισμού. Για να παράγει φως ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως, πρέπει το ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει από το νήμα του και να το θερμάνει σε πολύ υψηλή θερμοκρασία. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την πολύ χαμηλή απόδοση των λαμπτήρων, αφού πάνω από 98% της ηλεκτρικής ενέργειας χάνεται στο περιβάλλον ως θερμότητα. Για παράδειγμα, ένας λαμπτήρας 100 W παράγει φωτεινή ροή 1700 lumen, δηλαδή περίπου 17 lm/W. Στους λαμπτήρες φθορισμού, ατμοί υδραργύρου στο εσωτερικό του, παράγουν υπεριώδη ακτινοβολία. Το υπεριώδες φως στη συνέχεια απορροφάται από τη φωσφορούχο επίστρωση, παράγοντας ορατό φως.

Αν και η θερμική ενέργεια που παράγεται στους λαμπτήρες φθορισμού είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, ωστόσο εξακολουθεί να χάνεται ενέργεια στη μετατροπή ορατού φωτός από υπεριώδες. Η απόδοση κατά μέσο όρο των σύγχρονων λαμπτήρων φθορισμού μικρών διατάξεων (Compact Fluorescent Lamps - CFL) είναι γύρω στα 50 - 67lm/W. Οι δίοδοι εκπομπής φωτός (LED) μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε σχεδόν μονοχρωματικό φως με τρόπο άμεσο, που δεν συνοδεύεται από σημαντική εκπομπή θερμότητας προς το περιβάλλον. Οι LED προσφέρουν φωτεινή απόδοση συγκρίσιμη με αυτή των λαμπτήρων CFL.

Οι λαμπτήρες LED συνήθως δεν καίγονται, αλλά τείνουν να μειώνουν σταδιακά το φως τους. Σαν χρόνος ζωής ορίζεται το διάστημα μέχρι να φτάσουν στο 70% της αρχικής τους φωτεινής ροής ([75]). Η διάρκεια ζωής ενός λαμπτήρα LED κυμαίνεται από 30000-50000 ώρες, που αντιστοιχούν σε πάνω από 10 χρόνια. Σε κάθε περίπτωση πάντως η διάρκεια ζωής των LED είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή των λαμπτήρων πυρακτώσεως (περίπου 1000 ώρες) και τουλάχιστον διπλάσια από των λαμπτήρων φθορισμού (10000-20000 ώρες).

Οι λάμπες LED παρέχουν μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας (από 50% ως 80%), αφού αφενός καταναλώνουν πολύ λιγότερη ηλεκτρική ισχύ από τους συμβατικούς λαμπτήρες και αφετέρου δεν έχουν μεγάλες απώλειες σε θερμότητα. Αυτό έχει πολύ ευεργετικά αποτελέσματα για το περιβάλλον, καθώς ελάττωση των αναγκών για ηλεκτρική ενέργεια σημαίνει λιγότερες ώρες λειτουργίας των μονάδων παραγωγής, οι οποίες επιβαρύνουν σημαντικά το περιβάλλον με εκπομπές CO₂ και άλλων αέριων ρύπων, ή

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

στην περίπτωση των διάρκειας ζωής της LED. Επιπλέον, λόγω της μεγάλης διάρκειας ζωής τους, οι LED δεν χρειάζονται συχνή αντικατάσταση και έτσι μειώνεται ο συνολικός όγκος των απορριμμάτων. Ένας τρίτος λόγος, που οι LED θεωρούνται ιδιαίτερα φιλικές προς το περιβάλλον, είναι ότι, σε αντίθεση με λαμπτήρες άλλων τεχνολογιών, οι LED δεν περιέχουν ουσίες όπως γυαλί, ίνες υδραργύρου, μόλυβδο και άλλα τοξικά υλικά.

Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος

Τα περιβαλλοντικά και οικονομικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Αναμένεται, δε, να συμβάλλουν ουσιαστικά στην ενεργειακή αναβάθμιση των κτιριακών υποδομών του Δημοτικού Σχολείου της Μελιβοίας και στη μείωση των εκπομπών CO₂. Προτείνεται να εγκατασταθούν 22 Φ/Β πανέλα στο δώμα, συνολικής ονομαστικής ισχύος 9,9 kWp.

Επιλέγεται η σύνδεση του Φωτοβολταϊκού Σταθμού στο δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ με τη μορφή του Ενεργειακού Συμψηφισμού (Net Metering), δεδομένου ότι η ονομαστική ισχύς του σταθμού δεν ξεπερνάει το 50% της συμφωνηθείσας - με το ΔΕΔΔΗΕ - ισχύος.

Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης 1,1 κιλών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου). Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,4 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους.

Κατά συνέπεια, το φωτοβολταϊκό σύστημα που πρόκειται να εγκατασταθεί, με συνολική ισχύ 9,9 KWp, υπολογίζεται να αποτρέπει ετησίως πάνω από 6 τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξειδία του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ.).

Οι εκπομπές CO₂ πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον. Υπενθυμίζεται ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου θεωρείται πια, σε παγκόσμιο αλλά και σε τοπικό επίπεδο, υπεύθυνο – σε πολύ μεγάλο βαθμό – για τις υπερβολικά αυξημένες θερμοκρασίες, ιδιαίτερα το καλοκαίρι, για την αυξημένη ξηρασία (μείωση της στάθμης των υδροφόρων οριζόντων και των επιφανειακών νερών), αλλά και για την αύξηση της έντασης καιρικών φαινομένων, όπως οι ξαφνικές και καταστρεπτικές πλημμύρες, κ.α.

Ο συμψηφισμός παραγόμενης-καταναλισκόμενης ενέργειας αποτελεί ένα από τα εργαλεία προώθησης της αυτοπαραγωγής και ιδιοκατανάλωσης, επιτρέπει στον καταναλωτή να καλύψει σημαντικό μέρος των ιδιοκαταναλώσεών του, ενώ παράλληλα του δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει το δίκτυο για έμμεση αποθήκευση της πράσινης ενέργειας.

Περιγραφή παρέμβασης

Στη στέγη του κτιρίου θα εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά πλαίσια (panels) συνολικής ωφέλιμης ισχύος 9,9 kWp, για σύνδεση στο δίκτυο του ΔΕΔΔΗΕ με τη μορφή του Ενεργειακού Συμψηφισμού (Net Metering). Ο τύπος των φωτοβολταϊκών θα είναι μονοκρυσταλλικού ή πολυκρυσταλλικού πυριτίου. Κάθε πλαίσιο θα διαθέτει ονομαστική ισχύ ίση τουλάχιστον 450 Wp σε τυποποιημένες συνθήκες ελέγχου, δηλαδή ένταση ηλιακής ακτινοβολίας 1000W/m², θερμοκρασία 25°C, και μάζα αέρα (AM) 1,5.

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Οι διαστάσεις των πλαισίων θα είναι περίπου 2000 mm x 1000 mm, ενώ οι κυψέλες θα εγκλείονται σε προφίλ αλουμινίου για περιορισμό του συνολικού βάρους. Όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων θα έχουν μετρηθεί βάσει των διεθνών προτύπων. Ο αριθμός και οι διαστάσεις των ΦΒ πλαισίων εξαρτάται από το μοντέλο και τον κατασκευαστή που θα επιλέξει ο ανάδοχος. Ωστόσο, όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλαισίων θα είναι σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα IEC 61215, IEC 61730, και ISO 9001:2008. Τα Φ/Β πλαίσια θα είναι όλα της ίδιας ονομαστικής και θα έχουν όλα ακριβώς τις ίδιες γεωμετρικές διαστάσεις. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια θα εγκατασταθούν επάνω σε κατάλληλες βάσεις αλουμινίου.

Θα πρέπει στη φάση του σχεδιασμού και της εγκατάστασης των συστημάτων στήριξης και των Φ/Β Πλαισίων να ληφθεί μέριμνα για τη συμβατότητα των διαφόρων υλικών του εξοπλισμού αυτού (Φ/Β Πλαίσια, συστήματα στήριξης, μηχανικές συνδέσεις μεταξύ τους, κ.λπ.), ώστε να μην εμφανίζονται ηλεκτροχημικές διαβρώσεις καθώς και τη χρήση κατάλληλων υλικών, όπου αυτό είναι απαραίτητο, για την αποφυγή τέτοιων προβλημάτων (χρήση διμεταλλικών επαφών, κατάλληλες βίδες, κ.λπ.).

Καλώδια DC

Όλες οι καλωδιώσεις που θα αναχωρούν από τα ΦΒ πλαίσια, θα διαθέτουν προδιαγραφές καταλληλότητας τόσο για την μέγιστη τάση του συστήματος όσο και για συνεχή έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία.

Καλωδιώσεις και οδεύσεις καλωδίων

Οι καλωδιώσεις και οι σωληνώσεις του δικτύου Φ/Β θα είναι σύμφωνες με τα πρότυπα:

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-01 - χαλύβδινες σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-02 - πλαστικές σωληνώσεις ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-01-03 - εσχάρες και σκάλες καλωδίων

ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-04-20-02-01 - αγωγοί - καλώδια διανομής ενέργειας

Αντιστροφείς Ισχύος (Inverters)

Οι αντιστροφείς θα είναι τριφασικοί, τύπου "string inverter", δηλαδή θα συνδέουν τμήματα του Φ/Β συστήματος απευθείας στο δίκτυο και θα διαθέτουν προστασία (κλάση στεγανότητας) IP65 για εξωτερική τοποθέτηση (υπαίθρια εγκατάσταση)

Γείωση Συστήματος και Αντικεραυνική Προστασία

Η γείωση (εξωτερικής προστασίας και ισοδυναμικών συνδέσεων) θα είναι σύμφωνη με το πρότυπο IEC (EN) 62305 - 3 για Επίπεδο Προστασίας III. Για την κατασκευή της γείωσης στο κτίριο (σε περίπτωση που δεν υπάρχει ικανοποιητική υφιστάμενη) θα τοποθετηθεί μονόκλωνος μονωμένος χαλκός 25mm². Οι συνδέσεις των αγωγών μεταξύ τους θα υλοποιηθούν με συνδέσμους πρέσας.

Λοιπός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός

Η ηλεκτρολογική εγκατάσταση θα γίνει σύμφωνα με τους ελληνικούς ηλεκτρολογικούς κανονισμούς ΕΛΟΤ HD-384 σχετικά με τις αρμονικές και την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα, την Ελληνική νομοθεσία. Η διαστασιολόγηση των διατομών των καλωδίων AC μελετάται με κύριο γνώμονα να ελαχιστοποιούνται οι ωμικές απώλειες.

Εφαρμογή Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου (BEMS).

ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Τελευταία, αλλά εξίσου σημαντική, παρέμβαση για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιριακών υποδομών είναι η εγκατάσταση Συστήματος Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου (BEMS). Η εγκατάσταση συστήματος BEMS έχει σκοπό την επιτήρηση και τον αυτόματο έλεγχο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων, ώστε να είναι δυνατή η ρύθμιση παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων του συνόλου των εγκαταστάσεων από ένα κεντρικό σταθμό ελέγχου. Ένα πλήρες σύστημα BEMS παρακολουθεί τις ενεργειακές καταναλώσεις ενός κτιρίου και όταν αυτές ξεπεράσουν προκαθορισμένα όρια ή όταν λειτουργούν πέραν του προκαθορισμένου ωραρίου, τότε το σύστημα επεμβαίνει στην λειτουργία των ενεργοβόρων συστημάτων με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βέλτιστη λειτουργία του κτιρίου συνολικά. Η αποδοτικότητα της εφαρμογής ενός συστήματος BEMS είναι πια αποδεδειγμένη στην πράξη και για τον λόγο αυτό όλα τα σύνθετα κτίρια, τριτογενούς τομέα, που κατασκευάζονται - τα τελευταία χρόνια - περιλαμβάνουν στις Η/Μ εγκαταστάσεις τους ένα αντίστοιχο σύστημα.

Στην προκειμένη περίπτωση, προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος BEMS το οποίο θα έχει τη δυνατότητα παρακολούθησης των ενεργειακών καταναλώσεων, με κύρια αποστολή του, να παρακολουθεί την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου σε βάθος χρόνου. Πιο συγκεκριμένα, το σύστημα θα αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

Μετρητές ενέργειας

Θα εγκατασταθούν μονοφασικοί ηλεκτρονικοί μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας, τύπου ράγας, στους υφιστάμενους ηλεκτρικούς πίνακες χαμηλής τάσης του κτιρίου για τις κύριες καταναλώσεις του κτιρίου, ώστε να ελέγχονται οι καταναλώσεις και να καταγράφονται οι τιμές τους.

Καταγραφικά μετρήσεων

Σε κάθε όροφο πλησίον των μετρητών ενέργειας, θα εγκατασταθούν, καταγραφικά μετρήσεων ενέργειας, τα οποία θα συλλέγουν τις ενδείξεις των μετρητών και θα τις αποθηκεύουν. Τα καταγραφικά τοποθετούνται είτε εντός των μεταλλικών ερμαριών που προβλέπονται για τους μετρητές ενέργειας είτε εντός ανεξάρτητων μεταλλικών ερμαριών, όταν οι μετρητές εγκαθίστανται εντός των ηλεκτρικών πινάκων.. Για να είναι δυνατή η εξ αποστάσεως συλλογή των δεδομένων και η ρύθμισή των καταγραφικών από το κεντρικό σημείο ελέγχου, τα καταγραφικά επικοινωνούν προς το κεντρικό σύστημα ελέγχου μέσω του δικτύου Ethernet του κτιρίου ή μέσω ασύρματου δικτύου WiFi, ανάλογα με τη διαθεσιμότητα στον χώρο εγκατάστασης.

Αισθητήρες φυσικού φωτισμού και παρουσίας.

Η χρήση αισθητήρων φυσικού φωτισμού σε διαδρόμους και κοινόχρηστους χώρους αναμένεται να μειώσει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από την άσκοπη χρήση του τεχνητού φωτισμού κατά τις ώρες της ημέρας που ο φυσικός φωτισμός επαρκεί. Αντίστοιχα οφέλη αναμένεται να προκύψουν από τη χρήση αισθητήρων παρουσίας.

Κεντρικό σύστημα διαχείρισης

Ο τελικός διαχειριστής του συστήματος διαθέτει πρόσβαση στο κεντρικό σύστημα διαχείρισης, το οποίο θα έχει τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας με τα καταγραφικά που θα έχουν εγκατασταθεί στο κτίριο. Για το λόγο αυτό, προβλέπεται κεντρικός server, με κατάλληλο software λογισμικού ενεργειακής παρακολούθησης, hardware και όλο τον απαιτούμενο εξοπλισμό για τη λειτουργία του συστήματος, που θα τοποθετηθεί σε κατάλληλο χώρο εντός του κτιρίου.

Ο χρήστης θα μπορεί, μέσω υπολογιστή, να μπαίνει στον server σε περιβάλλον web και να έχει πρόσβαση στα ενεργειακά δεδομένα που έχουν καταγραφεί ακόμα και με δυνατότητα ελέγχου σε πραγματικό χρόνο. Το σύστημα θα έχει την δυνατότητα αποθήκευσης των δεδομένων, ανάκτησής τους και

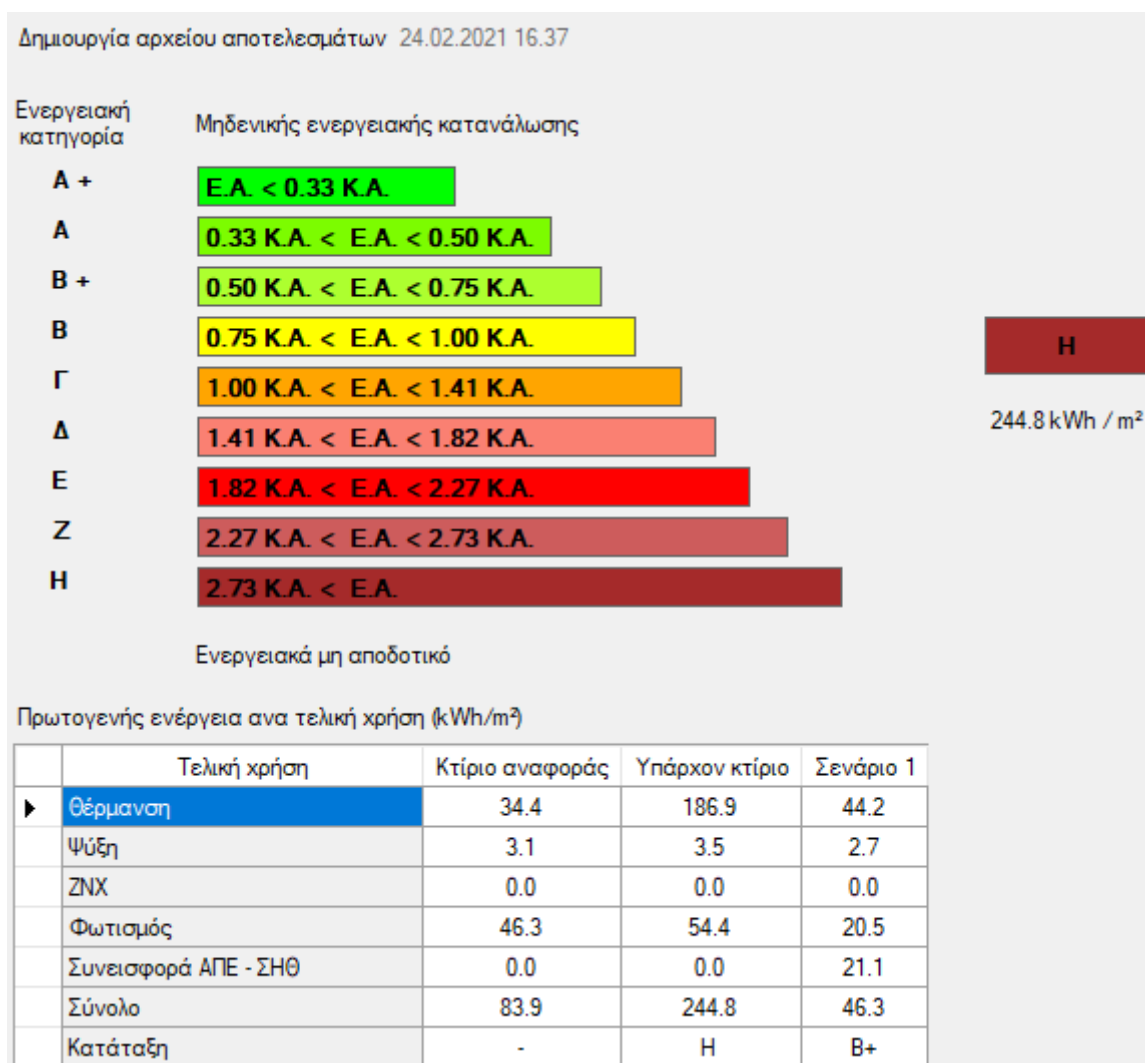
ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

προβολής τους σε πίνακες ή διαγράμματα ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Θα υπάρχει η δυνατότητα εξαγωγής εξειδικευμένων αναφορών που μπορούν να διαμορφωθούν απόλυτα σύμφωνα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Ακόμη, το σύστημα θα δίνει την δυνατότητα ειδοποιήσεων του χρήστη όταν κάποια ή κάποιες καταναλώσεις ξεπεράσουν ένα προκαθορισμένο όριο. Μέσω προγραμματισμού θα μπορεί ο χρήστης, να ορίσει κάποια φορτία ως μη κρίσιμα και με κατάλληλη μελλοντική προσθήκη εξαρτημάτων (ρελέ), να κλείνει το σύστημα σε μη εργάσιμες μέρες και ώρες ή σύμφωνα με άλλα κριτήρια (μέγιστη ισχύς, εξωτερικές θερμοκρασίες κ.λπ.). Επιπρόσθετα, ο server θα δίνει την δυνατότητα σύγκρισης μετρήσεων μεταξύ φορτίων, επιβεβαίωσης του ενεργειακού (και οικονομικού) οφέλους όταν εφαρμοστεί κάποιο μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας. Μέσω της δημιουργίας ιστορικής βάσης δεδομένων θα μπορεί να δημιουργήσει μοντέλα πρόβλεψης μελλοντικών καταναλώσεων, με βάση αλγόριθμους οι οποίοι θα μπορούν να διαμορφωθούν ή τροποποιηθούν από τον χρήστη. Βασική προϋπόθεση των ανωτέρω, είναι η ύπαρξη μια δυναμικής πλατφόρμας ενεργειακής παρακολούθησης, η οποία να απευθύνεται τόσο στον απλό χρήστη όσο και στον εξειδικευμένο τεχνικό. Κάνοντας χρήση ενός συστήματος BEMS, οποιαδήποτε ενεργειακή σπατάλη εντοπίζεται σχετικά εύκολα, δεδομένου ότι το σύστημα καταγράφει τις καταναλώσεις συνεχώς και παντού. Ταυτόχρονα, κάθε αλλαγή της εγκατάστασης με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας, μπορεί εύκολα να αξιολογηθεί και να ποσοτικοποιηθεί το όφελός της. Κατά συνέπεια, με τη χρήση του συστήματος BEMS, η ενεργειακή γνώση του κτιρίου μετατρέπεται σε κανόνες και εντολές διαχείρισης.

Στα πλαίσια της εφαρμογής συστήματος (BEMS) προτείνεται να τοποθετηθεί σε κεντρικό σημείο του κτιρίου, πιθανότατα κοντά στην κεντρική είσοδο, σημείο πληροφόρησης του κοινού. Μέσα από οθόνες οπτικής απεικόνισης και γραφήματα θα παρέχεται ενημέρωση στο προσωπικό αλλά και τους επισκέπτες του σχολείου σχετικά με τις επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που πραγματοποιήθηκαν, την επιτευχθείσα εξοικονόμηση ενέργειας, τη μείωση των εκπομπών CO₂ αλλά και την παραγόμενη «πράσινη» ηλεκτρική ενέργεια από το φωτοβολταϊκό σταθμό.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

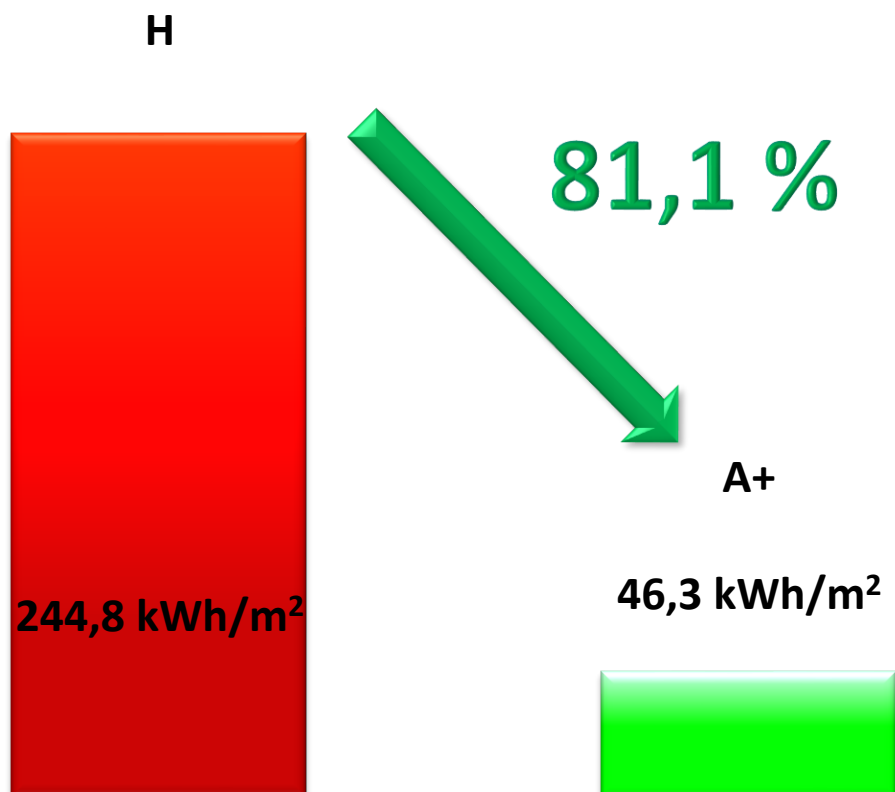
Με τη χρήση του λογισμικού ΤΕΕ-KENAK, το σύνολο των προτεινόμενων παρεμβάσεων οδηγεί στην ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου, κατά έξι κατηγορίες. Αναλυτικότερα, το υφιστάμενο κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία **H** με συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας **244,8 kWh/m²**. Με την εφαρμογή των προτεινόμενων παρεμβάσεων το κτίριο αναμένεται να αναβαθμιστεί στην κατηγορία **B+** με συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση **46,3 kWh/m²**.



Εικόνα 15: Ενεργειακή Κατάταξη

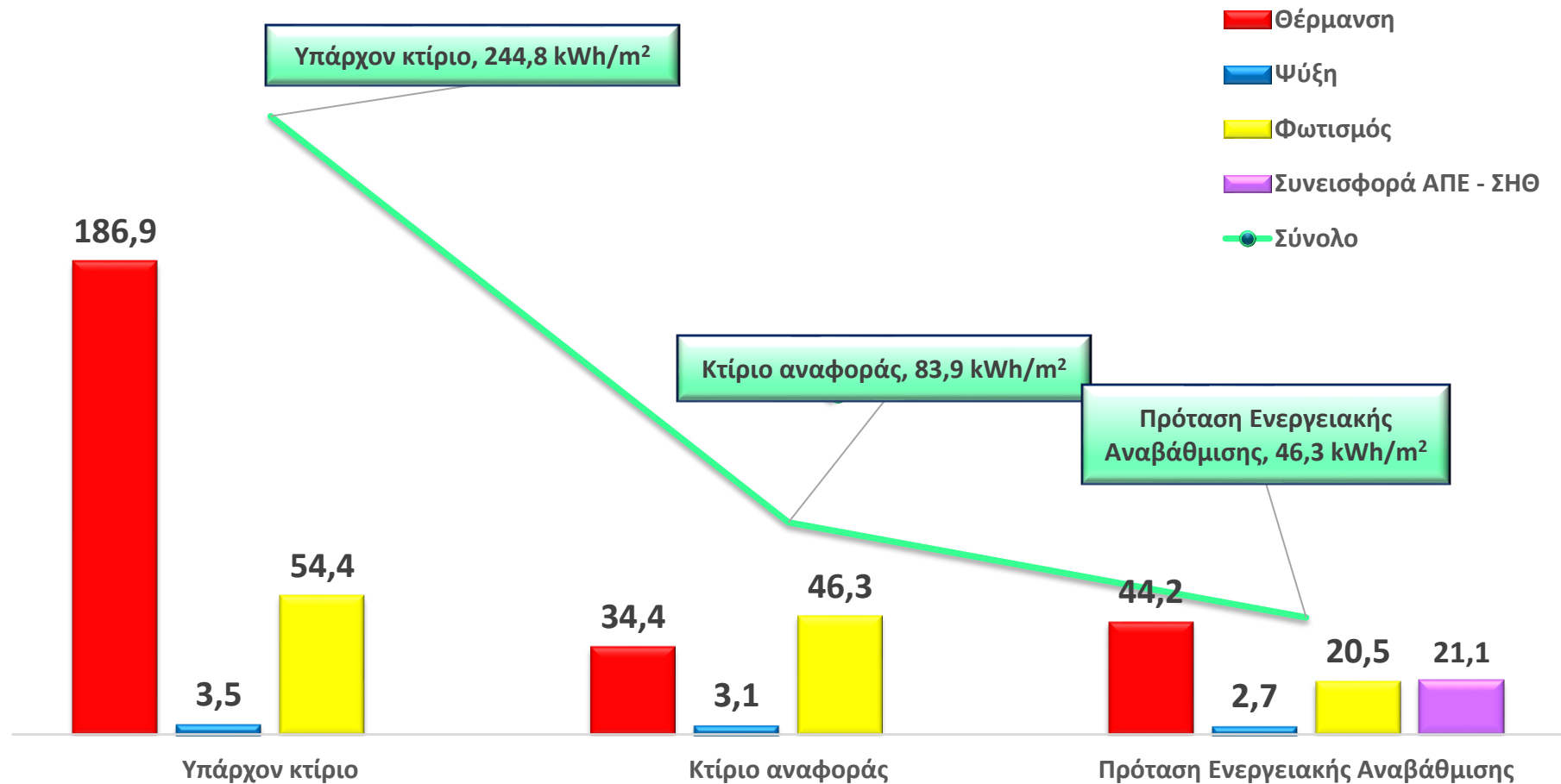
Στα γραφήματα που ακολουθούν σημειώνεται η σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας με την εφαρμογή των προτεινόμενων παρεμβάσεων.

Ενεργειακή Κατάταξη

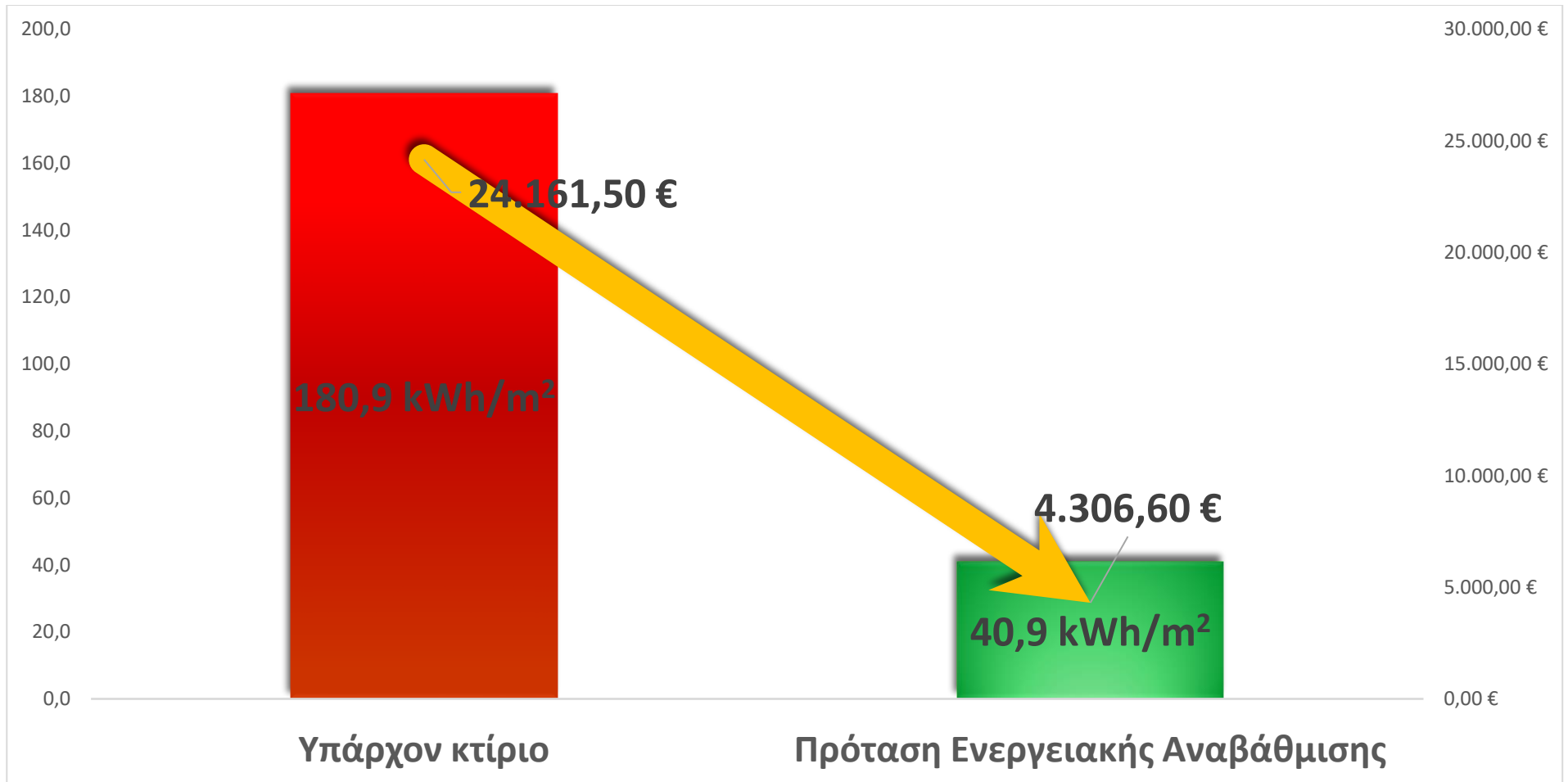


Με την ενεργειακή επιθεώρηση το κτίριο υπάγεται σε χαμηλή ενεργειακή κατηγορία (**H**) και χρήζει αναβάθμισης.

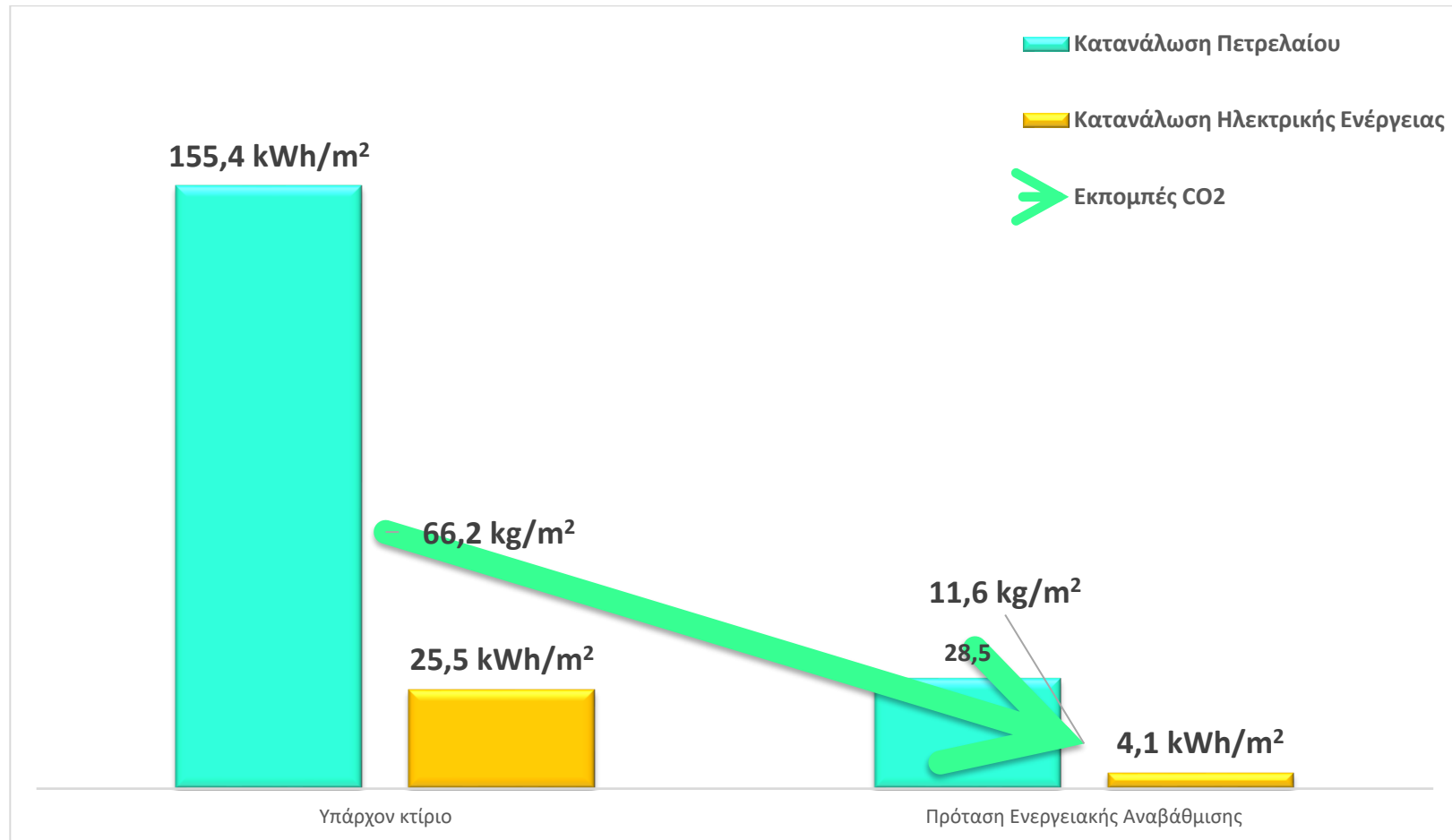
Πρωτογενής Ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m²)



Καταναλώσεις καυσίμων (kWh/m²) σε σχέση με το λειτουργικό κόστος (€)

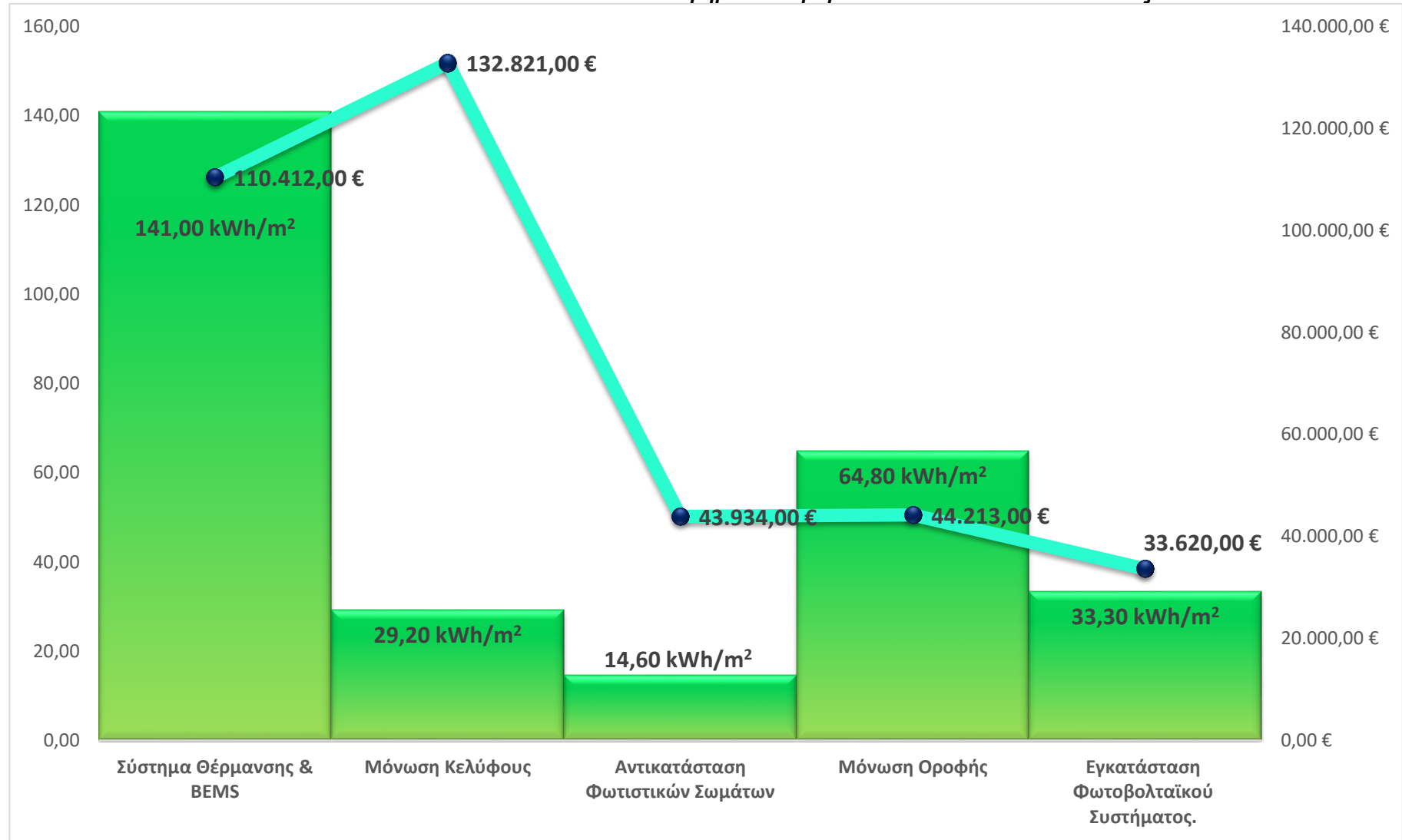


Καταναλώσεις Καυσίμων και εκπομπές Διοξειδίου του Άνθρακα CO₂



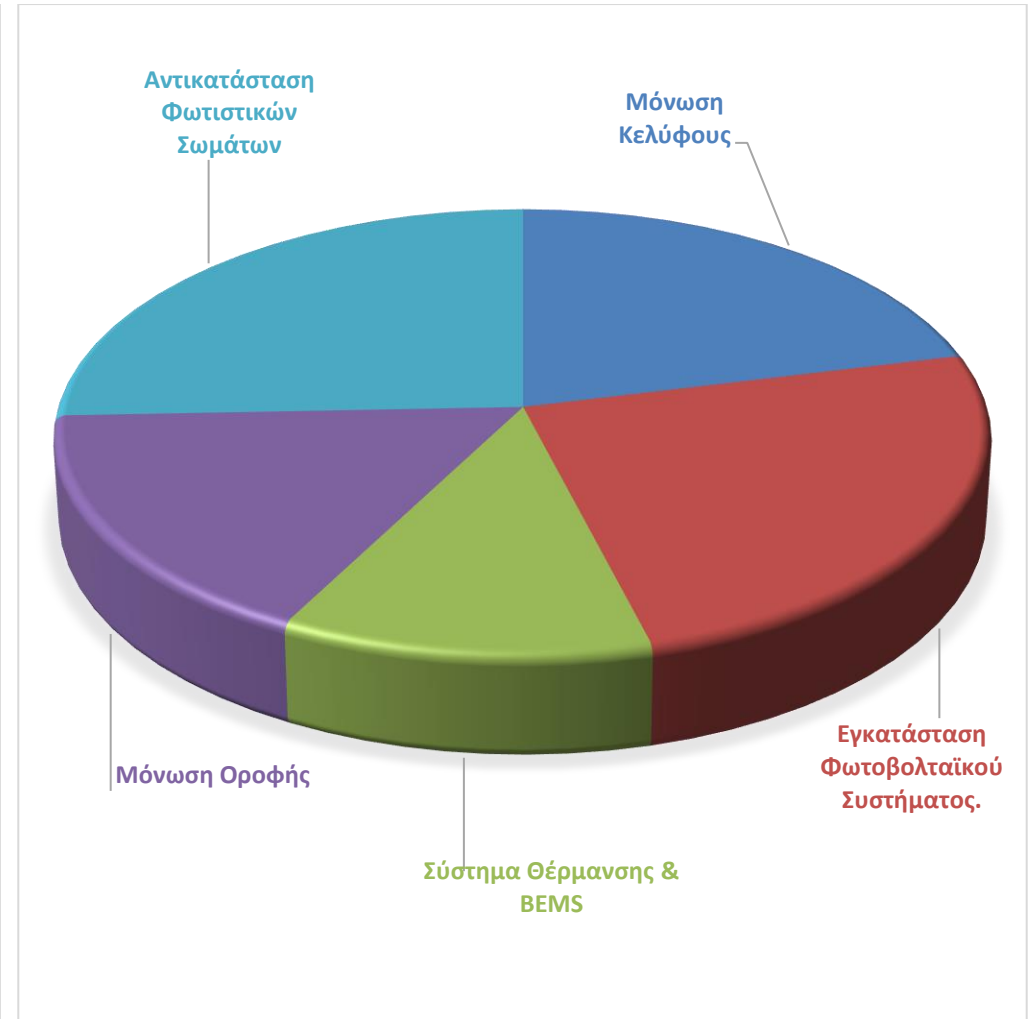
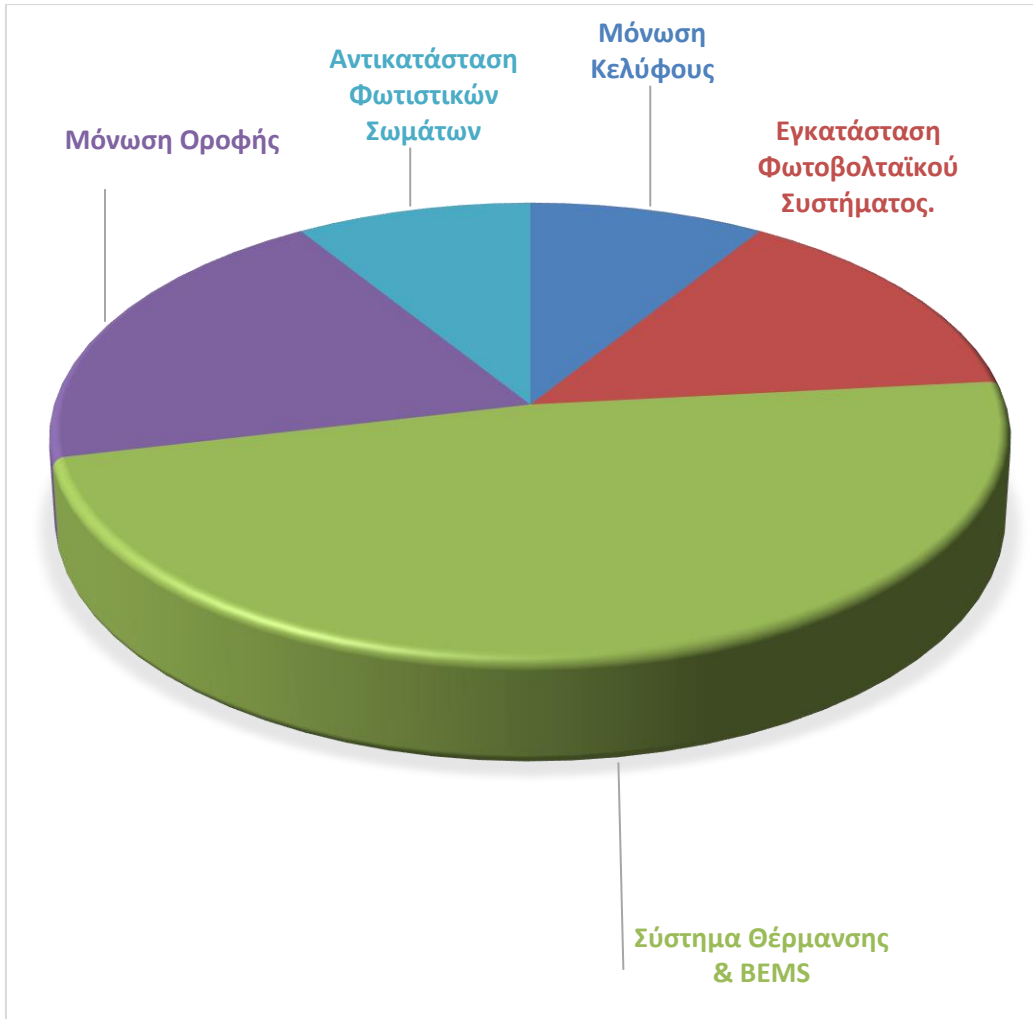
Διερεύνηση Παρεμβάσεων

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ	ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ (€)	ΤΙΜΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€/kWh)	ΜΟΝΑΔΙΑΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ Τ.Μ. (€/m ²)	ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ (t<25)
Μόνωση Οροφής	E	44.213,00 €	0,6	38,88	6,2 έτη
Μόνωση Κελύφους	Z	132.821,00 €	3,7	108,04	41,2 έτη
Σύστημα θέρμανσης & BEMS	Γ	110.412,00 €	0,6	84,6	7,8 έτη
Αντικατάσταση Φωτιστικών Σωμάτων	H	43.934,00 €	2,4	35,04	-
Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκού Συστήματος.	Z	33.620,00 €	0,8	26,64	14,0 έτη
Σύνολο Ενεργειακής Αναβάθμισης	B+	365.000,00 €	1,5	297,75	18,2 έτη



Μείωση Εκπομπών CO₂

Καταναλώσεις Καυσίμων



ΕΡΓΟ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
ΕΡΓΟΛΑΒΙΑ: «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ»
Χρηματοδότηση: ΕΣΠΑ – ΕΤΠΑ / ΠΕΠ Θεσσαλίας 2014-2020 / ΣΑΕ: 2021ΕΠ00610060

Σε γενικές γραμμές, η συγκεκριμένη μελέτη οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οποιαδήποτε ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου πρέπει να συνδυάσει την αντικατάσταση των υφιστάμενων συστημάτων θέρμανσης ψύξης, από συστήματα υψηλότερων βαθμών απόδοσης, με τη χρήση σύγχρονων μεθόδων αυτοματισμού. Επιπρόσθετα, η θερμομόνωση του κτιρίου είναι ένας επιπλέον παράγοντας, ο οποίος – ωστόσο - δεν επαρκεί από μόνος του, για την επίτευξη επιθυμητών αποτελεσμάτων σε επίπεδο εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και απόδοσης επένδυσης.

Η ενσωμάτωση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με τη χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων σε συνδυασμό με τον εκσυγχρονισμό του συστήματος θέρμανσης μειώνουν τις εκπομπές CO₂ σε ποσοστό που αγγίζει το 82%. Τα ποσοστά εξοικονόμησης είναι εντυπωσιακά αν ληφθεί υπόψη η χρονολογία κατασκευής του κτιρίου.

Με βάση τα γραφήματα καθίσταται προφανές ότι, πέρα από το αναμενόμενο ενεργειακό και περιβαλλοντικό όφελος, προκύπτουν αξιοσημείωτα οικονομικά οφέλη από τη δραστική μείωση του ενεργειακού κόστους λειτουργίας του Δημοτικού Σχολείου.

Η βελτίωση των συνθηκών άνεσης, μέσα από τις προτεινόμενες παρεμβάσεις, είναι βέβαιο ότι θα συνδράμει στην εξοικείωση του προσωπικού, των σπουδαστών και των επισκεπτών, με τις τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας, τη χρήση Α.Π.Ε. και, γενικότερα, με την υιοθέτηση ενεργειακών καταναλωτικών συνηθειών, φιλικών προς το περιβάλλον.

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ

Αγιά, 24/02/2021

Αθανασία Μπαρτζώκα
Τοπογράφος Μηχανικός

Ευμορφία Ντουλούλη
Πολιτικός Μηχανικός

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

Αγιά, 24/02/2021

Η Αν/τρια Προισταμένη

Αθανασία Μπαρτζώκα
Τοπογράφος ηχανικός