

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ - ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΝΟΜΟΣ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ - ΔΗΜΟΣ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ**

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ
ΤΟΥ 6^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ**

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**ΧΡΗΣΤΟΣ ΘΕΟΣ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΚΑΡΔΙΤΣΑ ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2020**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 6^ο Δημοτικό σχολείο βρίσκεται στην Καρδίτσα στην κλιματική ζώνη Γ. Τα σχέδια που προέκυψαν από την αρχιτεκτονική αποτύπωση κατά την εκπόνηση της ενεργειακής επιθεώρησης χρησιμοποιήθηκαν για την συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων και των υπολογισμών των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών και των ανοιγμάτων του κτηρίου. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής μελέτης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό του TEE και συγκεκριμένα η έκδοση TEE KENAK Version 1.31.1.9-Engine 1.7.6.19.

Στις επόμενες παραγράφους γίνεται αρχικά περιγραφή τόσο της υφιστάμενης κατάστασης όσο και των προτεινόμενων παρεμβάσεων με την μορφή σεναρίων έτσι ώστε να υπάρχει μια γενικότερη άποψη της ενεργειακής αναβάθμισης που επιτυγχάνεται. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι εξεταστήκαν και άλλα σενάρια μα παρουσιάζονται αναλυτικά μόνο αυτά στα οποία προκύπτει σημαντική αλλαγή στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Επίσης ορισμένα σενάρια όπως π.χ. αυτό της εγκατάστασης φωτοβολταϊκού δεν εξετάστηκε λόγω αδυναμίας κατασκευής. Για κάθε σενάριο προτεινόμενων παρεμβάσεων γίνεται εκτίμηση του ποσοτικού και ποιοτικού οφέλους από την εφαρμογή τους. Η τεκμηρίωση των παρεμβάσεων (ενεργειακοί υπολογισμοί και κόστος εργασιών) παρουσιάζεται στις παραγράφους πιο κάτω. Τέλος γίνεται μια αναλυτική περιγραφή των εργασιών και των τεχνικών προδιαγραφών των προτεινόμενων παρεμβάσεων

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Κτηριακό κέλυφος

Ο φέρων οργανισμός, το δάπεδο η οροφή καθώς και οι τοιχοποιίες είναι κατασκευασμένες χωρίς θερμομονωτική προστασία (σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ. 1979). Τα κουφώματα είναι αλουμινίου με μονά τζάμια και τα οποία παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες στην αεροστεγανότητα. Επίσης δεν έχει ληφθεί κανένα μέσο για την ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων. Για τους υπολογισμούς έχουν ληφθεί συντελεστές θερμοπερατότητας σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην TOTEE-20701-1/2017.

Σύστημα θέρμανσης

Η θέρμανση του κτιρίου γίνεται με μονάδα λέβητα-καυστήρα αερίου 325KW με θερμοκρασία λειτουργίας 85/70°C και δισωλήνιο σύστημα με καλοριφέρ. Το κεντρικό δίκτυο διανομής είναι αμόνωτο ή σε ορισμένα σημεία μονωμένο με ανεπαρκή όμως μόνωση.

Σύστημα αερισμού

Δεν υπάρχει δίκτυο για τον αερισμό του σχολείου.

Σύστημα Ψύξης

Δεν υπάρχει εγκατάσταση για την ψύξη του σχολείου.

Φωτισμός

Για τον φωτισμό χρησιμοποιούνται φωτιστικά με λαμπτήρες φθορισμού. Δεν εφαρμόζονται αυτοματισμοί ελέγχου και ανίχνευσης κίνησης.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής μελέτης παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

Με βάση τους υπολογισμούς της ενεργειακής μελέτης για την υφιστάμενη κατάσταση η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι 261,3 KWh/m², οι εκπομπές CO₂ 61,4 Kg/m² και το κτήριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Δ.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ

ΣΕΝΑΡΙΟ 1

Κτηριακό κέλυφος

Εξωτερική θερμομόνωση κελύφους, αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα πιστοποιημένα με ενεργειακά τζάμια.

Σύστημα θέρμανσης

Οι παρεμβάσεις στο σύστημα θέρμανσης που προτείνονται είναι:

Μόνωση των δικτύου θέρμανσης.

Εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής.

Θα εγκατασταθούν απλοί ανεμιστήρες οροφής, χωρίς φως, βιομηχανικού τύπου, διαμέτρου 56'' ή 142,24cm. Με βάση τη χωροθέτηση των ανεμιστήρων οροφής προκύπτει ότι θα χρειαστούν συνολικά 42 ανεμιστήρες. Η σύνδεση των ανεμιστήρων θα γίνει από το υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο φωτισμού κάθε αίθουσας. Η όδευση των καλωδίων θα γίνει εντός ηλεκτρολογικού καναλιού.

Φωτισμός

Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων με νέα τεχνολογίας LED

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής μελέτης παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

Με βάση τους υπολογισμούς της ενεργειακής μελέτης για το σενάριο 1 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι 140,1 KWh/m², οι εκπομπές CO₂ 33,3 Kg/m² και το κτήριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Β.

Προκύπτει δηλαδή μια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας **121,2 KWh/m²** η μείωση στις εκπομπές CO₂ **28,1 Kg/m²** και η αναβάθμιση του κτιρίου κατά 2 ενεργειακές κατηγορίες από την υφιστάμενη κατάσταση. Το κόστος των παρεμβάσεων είναι 109.395,00€ και αναλύεται παρακάτω.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει για το σενάριο 1 ότι η εξοικονόμηση ενέργειας ανά κόστος παρεμβάσεων είναι $1,11 \times 10^{-3}$ KWh/m²€

ΣΕΝΑΡΙΟ 2

Κτηριακό κέλυφος

Εξωτερική θερμομόνωση κελύφους.

Σύστημα θέρμανσης

Στο σενάριο 2 δεν προβλέπονται παρεμβάσεις στο σύστημα θέρμανσης.

Φωτισμός

Στο σενάριο 2 δεν προβλέπεται αλλαγή στα φωτιστικά

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής μελέτης παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

Με βάση τους υπολογισμούς της ενεργειακής μελέτης για το σενάριο 2 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι 201,5 KWh/m², οι εκπομπές CO₂ 49,6 Kg/m² και το κτήριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Γ.

Το σενάριο 2 απορρίπτεται και δεν εξετάζεται περαιτέρω επειδή οδηγεί σε ενεργειακή κατηγορία μικρότερη της Β.

ΣΕΝΑΡΙΟ 3

Κτηριακό κέλυφος

Εξωτερική θερμομόνωση κελύφους, αντικατάσταση κουφωμάτων με νέα πιστοποιημένα με ενεργειακά τζάμια.

Σύστημα θέρμανσης

Οι παρεμβάσεις στο σύστημα θέρμανσης που προτείνονται είναι:

- α) Αντικατάσταση λέβητα.
- β) Αντικατάσταση κυκλοφορητών με αντιστοίχους ηλεκτρονικούς υψηλής απόδοσης και αντιστάθμιση με βάση την εξωτερική θερμοκρασία.
- γ) Μόνωση των δικτύου θέρμανσης.
- δ) Τοποθέτηση θερμοστατικών κεφαλών.

Εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής.

Θα εγκατασταθούν απλοί ανεμιστήρες οροφής, χωρίς φως, βιομηχανικού τύπου, διαμέτρου 56'' ή 142,24cm. Με βάση τη χωροθέτηση των ανεμιστήρων οροφής προκύπτει ότι θα χρειαστούν συνολικά 42 ανεμιστήρες. Η σύνδεση των ανεμιστήρων θα γίνει από το υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο φωτισμού κάθε αίθουσας. Η όδευση των καλωδίων θα γίνει εντός ηλεκτρολογικού καναλιού.

Φωτισμός

Αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων με νέα τεχνολογίας LED

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής μελέτης παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

Με βάση τους υπολογισμούς της ενεργειακής μελέτης για το σενάριο 3 η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι 112,7 KWh/m², οι εκπομπές CO₂ 28,0 Kg/m² και το κτήριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία Β.

Προκύπτει δηλαδή μια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας **148,6 KWh/m²** η μείωση στις εκπομπές CO₂ **33,4 Kg/m²** και η αναβάθμιση του κτιρίου κατά 3 ενεργειακές κατηγορίες από την υφιστάμενη κατάσταση. Το κόστος των παρεμβάσεων είναι 144.595,00€ και αναλύεται παρακάτω.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει για το σενάριο 3 ότι η εξοικονόμηση ενέργειας ανά κόστος παρεμβάσεων είναι $1,03 \times 10^{-3}$ KWh/m²€

Με βάση τα παραπάνω το βασικό σενάριο που **προτείνεται είναι το σενάριο 1** μιας και υπάρχει καλύτερη διαφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας ανά κόστος παρεμβάσεων. Επίσης με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις του σεναρίου 1 θα υπάρχει βελτίωση στις εσωτερικές θερμικές συνθήκες. Με το σενάριο 1 προκύπτει **μείωση στο λειτουργικό κόστος κατά 46,3%** σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017, οι θερμικές ζώνες ενός κτιρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου έγιναν με την χρήση του υπολογιστικού εργαλείου ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

Για τους επιμέρους υπολογισμούς και τη διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, κ.ά.), χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές οδηγίες, όπως εφαρμόζονται μέχρι σήμερα και αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα κλιματικά δεδομένα για την περιοχή της Καρδίτσας, είναι ενσωματωμένα σε βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2017, «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». 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 Καρδίτσας. Το υψόμετρο της περιοχής όπου θα κατασκευασθεί το κτήριο είναι κάτω από τα 500m. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Γ.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης εκδίδεται ανά κύρια χρήση και για ξεχωριστές ιδιοκτησίες ανεξαρτήτως εάν τα τμήματα του κτηρίου που αφορούν στις χρήσεις/ιδιοκτησίες εξυπηρετούνται από το ίδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου προσδιορίστηκαν τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ. και στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο κτήριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

- Οι χρήσεις του κτηρίου. Οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.ά.) και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτηρίου (ωράριο, εσωτερικά κέρδη κ.ά.).
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτηρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτηρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.), ο προσανατολισμός τους, τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (π.χ. εσωτερικοί τοίχοι) και άλλα.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών (διαφανών και μη) στοιχείων του κτηριακού κελύφους: θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, κ.ά..
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων: ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας, η απόδοσή της, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων: ο τύπος των μονάδων παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ZNX, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, η απόδοσή της, οι απώλειες του δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης, το σύστημα αποθήκευσης, κ.ά.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που έχουν επιλεγεί από την μελέτη σχεδιασμού για το κτήριο.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη τμήματος του φορτίου για ZNX.

ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΟΥ

Το εμβαδό και ο όγκος του υπό μελέτη κτηρίου δίνονται στον πίνακα
Εμβαδό και όγκος τμήματος

Ειδική χρήση χώρων	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m ²]	Θερμαινόμενος όγκος [m ³]	Ψυχόμενος όγκος [m ³]
Εκπαιδευτήρια	1062,55	1062,55	3187,65	3187,65

Θερμικές Ζώνες

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, η διακριτοποίηση ενός κτηρίου σε θερμικές ζώνες γίνεται με τα εξής κριτήρια :

1. Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων να διαφέρει περισσότερο από 4 Κ για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
2. Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία.
3. Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
4. Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών.
5. Υπάρχουν χώροι όπου το σύστημα του μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- ο διαχωρισμός του κτηρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο,
- ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτηρίου,
- τμήματα του κτηρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας 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.

Με βάση τα παραπάνω, στο κτίριο υπάρχει μια θερμική ζώνη, τα γενικά δεδομένα της οποίας δίνονται στον πίνακα

Γενικά δεδομένα για τη χρήση του κτηρίου.

Γενικά δεδομένα (ενιαίας) θερμικής ζώνης		
Χρήση θερμικής ζώνης	Εκπαιδευτήρια	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	1062,55	
Ανοιγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² .K)]	280	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Δ	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	1457,14	
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/ m ²)	-	Μόνο για κατοικίες από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	0	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο	0	
Αριθμός καμινάδων	0	
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Χώροι κάλυψης ανεμιστήρων οροφής	0	

Η κατηγορία αυτοματισμών του κτηρίου είναι Δ, αφού πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις της κατηγορίας.

Εσωτερικές Συνθήκες Λειτουργίας

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές. Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας δίνονται αναλυτικά στον πίνακα.

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας.

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης

Ωράριο λειτουργίας	8 ώρες	Στοιχεία από TOTEE
Ημέρες λειτουργίας	5	
Μήνες λειτουργίας	9	
Περίοδος θέρμανσης	1/10 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	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	300	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς (W/m ²)	9,6	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	-	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	16,4	

Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	80
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	5
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,18

Κέλυφος Τμήματος

Το υπάρχον κτίσμα έχει κατασκευαστεί χωρίς καμία θερμομονωτική προστασία. Υπάρχει κεραμοσκεπή ενώ τα κουφώματα είναι από αλουμίνιο χωρίς θερμοδιακοπή, με μονά τζάμια. Για τους υπολογισμούς έχουν ληφθεί συντελεστές θερμοπερατότητας σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στην TOTEE-20701-1/2017.

Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτηρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων,
- Σύστημα ψύξης
- Σύστημα αερισμού χώρων,
- Φωτισμός

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης, στο λογισμικό.

Δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης

Υπάρχει λέβητας ΦΑ δισωλήνιο σύστημα διανομής και καλοριφέρ.

Δεδομένα συστήματος θέρμανσης.

Είδος μονάδας παραγωγής	Λέβητας ΦΑ	
Ισχύς μονάδας παραγωγής	170KW	Από μελέτη Θέρμανσης
Βαθμός απόδοσης	84%	Από προδιαγραφές μονάδας παραγωγής
Απόδοση δικτύου διανομής	88%	TOTEE
Θερμική απόδοση σωμάτων θέρμανσης	89%	TOTEE

Σύστημα θέρμανσης

Μονάδα παραγωγής θερμότητας

Είδος μονάδας παραγωγής Θερμότητας Λέβητας ΦΑ

Θερμική απόδοση μονάδας 84%

Είδος καυσίμου: Φυσικό αέριο

Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης Θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%):

IAN	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	------	---

ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠΤ	0	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής θέρμανσης											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW):											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι N Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20%											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) :											
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) :											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής (%) : 88%											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων : ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων : 89,0%											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων Κυκλοφορητής Δv-cP				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W) 0.20 W			

Δεδομένα για το σύστημα ψύξης

Στο σχολείο δεν υπάρχει σύστημα για την ψύξη των χώρων.

Δεδομένα για το σύστημα αερισμού

Στο σχολείο δεν υπάρχει σύστημα για τον αερισμό των χώρων.

Δεδομένα για το σύστημα φωτισμού

Η κατανάλωση φωτισμού, λαμβάνεται υπ όψιν στους υπολογισμούς. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος παρουσιάζονται στο πίνακα

Πίνακας: Δεδομένα συστήματος φωτισμού.

Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης		
Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (kW)	10,8	Για φωτιστική δραστηριότητα 60lm/W και Στάθμη φωτισμού 300 lux
Περιοχή φυσικού φωτισμού (%)		Δεν εφαρμόζεται
Συντελεστής αυτοματισμού ελέγχου φυσικού φωτισμού, F _D	1	Χειροκίνητος διακόπτης αφής σβέσης
Συντελεστής αυτοματισμού ανίχνευσης κίνησης, F _o	1	Χειροκίνητος διακόπτης αφής σβέσης
Ωρες λειτουργίας ημέρας (h)	1560	Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
Ωρες λειτουργίας νύκτας (h)	0	Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
Σύστημα απομάκρυνσης εκλυόμενης θερμότητας από τα φωτιστικά	ΟΧΙ	
Φωτισμός ασφαλείας	ΟΧΙ	
Σύστημα εφεδρείας	ΟΧΙ	

Δεδομένα κτηρίου αναφοράς

Τα δεδομένα του κτηρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, παράλληλα με την εισαγωγή δεδομένων και ανάλογα την χρήση και την λειτουργία του κτηρίου ή των

θερμικών ζωνών και σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

	Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²)												
	Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Θέρμανση	60,1	31,5	12,9	5,8	0	0	0	0	0	2,1	18,3	64,5	195,3
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0,6	0	0	0	1,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	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	1,7	1,7	1,7	1,7	15,0
Ενέργειας από Φωτοβολταϊκά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	61,8	33,2	14,6	7,5	2,3	0	0	0	2,3	3,8	20,0	66,1	211,5

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον πίνακα, όπου στην παρούσα περίπτωση κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Πίνακας: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	
Ηλεκτρισμός	24,4
Φυσικό αέριο	190,3
Σύνολο	211,5

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα

Πίνακας: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
Θέρμανση	92,7	214,4
Ψύξη	7,7	3,5
ZNX	0,0	0,0
Φωτισμό	46,3	43,4
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	146,8	261,3

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα, όπου στην παρούσα περίπτωση κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Τελική Χρήση	Έκλυση αερίων ρύπων [^] /έτος ^{^2})
Ηλεκτρισμός	24,1
Φυσικό αέριο	37,3
Σύνολο	61,4

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου, το κτήριο ανήκει στην κατηγορία Δ.

Πίνακας: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
Θέρμανση	92,7	214,4
Ψύξη	7,7	3,5
ZNX	0,0	0,0
Φωτισμό	46,3	43,4
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	146,8	261,3

<u>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</u>	<u>ΟΡΙΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ</u>	<u>ΟΡΙΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ</u>
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

ΣΕΝΑΡΙΟ 1

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη, δίνονται στον πίνακα. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας : Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	17,6	11,0	5,0	1,2	0	0	0	0	0	0,3	6,6	18,3	60,1
Ψύξη	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	30,2	19,1	9,2	2,7	0	0	0	0	0	1,2	11,8	31,3	105,5
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0,6	0	0	0	1,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0,6	0,6	0,6	0,6	5,7
Ενέργειας από Φωτοβολταϊκά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	30,8	19,7	9,8	3,4	1,2	0	0	0	1,2	1,8	12,4	32,0	112,4

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον πίνακα, όπου στην παρούσα περίπτωση κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Πίνακας: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	
Ηλεκτρισμός	13,8
Φυσικό αέριο	100,4
Σύνολο	112,4

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα

Πίνακας: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Σενάριο 1
Θέρμανση	92,7	120,1
Ψύξη	7,7	3,5
ZNX	0,0	0,0
Φωτισμό	46,3	16,6
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	146,8	140,1

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα, όπου στην παρούσα περίπτωση κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Τελική Χρήση	Έκλυση αερίων ρύπων [^] /έτος ^{^2})
Ηλεκτρισμός	13,6
Φυσικό αέριο	19,7
Σύνολο	33,3

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου, το κτήριο ανήκει στην κατηγορία **B**.

Πίνακας: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Σενάριο 1
Θέρμανση	92,7	120,1
Ψύξη	7,7	3,5
ZNX	0,0	0,0
Φωτισμό	46,3	16,6
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	146,8	140,1

<u>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</u>	<u>ΟΡΙΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ</u>	<u>ΟΡΙΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ</u>
A+	EP ≤ 0,33R_R	T ≤ 0,33

A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

ΣΕΝΑΡΙΟ 2

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη, δίνονται στον πίνακα. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας : Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	18,5	10,7	3,4	1,3	0	0	0	0	0	0,3	5,9	19,5	59,7
Ψύξη	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ζεστό νερό χρήσης	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	41,8	24,8	8,5	3,8	0	0	0	0	0	1,5	14,2	43,8	138,3
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0,6	0	0	0	1,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	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	1,7	1,7	1,7	1,7	15,0

Ενέργειας από Φωτοβολταϊκά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	43,4	26,4	10,2	5,5	2,3	0	0	0	2,3	3,1	15,9	45,4	154,5

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον πίνακα, όπου στην παρούσα περίπτωση κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Πίνακας: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)	
Ηλεκτρισμός	23,7
Φυσικό αέριο	133,3
Σύνολο	154,5

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα

Πίνακας: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²)	
	Κτίριο αναφοράς	Σενάριο 2
Θέρμανση	92,7	154,6
Ψύξη	7,7	3,5
ZNX	0,0	0,0
Φωτισμό	46,3	43,4
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	146,8	201,5

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα, όπου στην παρούσα περίπτωση κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Τελική Χρήση	Έκλυση αερίων ρύπων [^]/έτος^{^2})
Ηλεκτρισμός	23,4
Φυσικό αέριο	26,1
Σύνολο	49,6

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου, το κτήριο ανήκει στην κατηγορία Γ.

Πίνακας: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον πίνακα. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

	Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²)												
	Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Θέρμανση	22,8	14,5	7,0	2,2	0	0	0	0	0	1,0	9,0	23,7	80,1
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0,6	0	0	0	1,2
ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0	0	0	0,6	0,6	0,6	0,6	5,7
Ενέργειας από Φωτοβολταϊκά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	23,5	15,1	7,7	2,8	1,2	0	0	0	1,2	1,6	9,6	24,3	87,1

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον πίνακα, όπου στην παρούσα περίπτωση κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Πίνακας: Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	
Ηλεκτρισμός	13,3
Φυσικό αέριο	75,5
Σύνολο	87,1

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα

Πίνακας: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Σενάριο 3
Θέρμανση	92,7	92,7
Ψύξη	7,7	3,5
ZNX	0,0	0,0
Φωτισμό	46,3	16,6
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	146,8	112,7

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα, όπου στην παρούσα περίπτωση κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Τελική Χρήση	Έκλυση αερίων ρύπων [^] /έτος ^{^2})
Ηλεκτρισμός	13,2
Φυσικό αέριο	14,8
Σύνολο	28,0

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου, το κτήριο ανήκει στην κατηγορία **B**.

Πίνακας: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Σενάριο 3
Θέρμανση	92,7	92,7
Ψύξη	7,7	3,5
ZNX	0,0	0,0
Φωτισμό	46,3	16,6
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	146,8	112,7

<u>ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</u>	<u>ΟΡΙΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ</u>	<u>ΟΡΙΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑΣ</u>
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ

Παρακάτω παρουσιάζεται ανάλυση του κόστους για το σύνολο των προτεινόμενων παρεμβάσεων για κάθε σενάριο.

ΣΕΝΑΡΙΟ 1

Περιγραφή	Σύνολο (€)
Κτηριακό κέλυφος	
Εξωτερική θερμομόνωση	35.500,00
Αντικατάσταση κουφωμάτων	60.000,00
Σύνολο 1:	95.500,00
Σύστημα θέρμανσης	
Μόνωση δικτύου θέρμανσης	500,00
Εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής	2.520,00
Σύνολο 2:	3.020,00
Φωτισμός	
Αντικατάσταση φωτιστικών	10.875,00
Σύνολο 3:	10.875,00
Συνολική Δαπάνη εργασιών	109.395,00

ΣΕΝΑΡΙΟ 3

Περιγραφή	Σύνολο (€)
Κτηριακό κέλυφος	
Εξωτερική θερμομόνωση	35.500,00
Αντικατάσταση κουφωμάτων	60.000,00
Σύνολο 1:	95.500,00
Σύστημα θέρμανσης	
Αντικατάσταση λέβητα	25.500,00
Αντικατάσταση κυκλοφορητών και σύστημα αντιστάθμισης με βάση την εξωτερική θερμοκρασία	6.500,00
Μόνωση δικτύου θέρμανσης	500,00
Θερμοστατικές κεφαλές	3.200,00
Εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής	2.520,00
Σύνολο 2:	38.220,00
Φωτισμός	
Αντικατάσταση φωτιστικών	10.875,00
Σύνολο 3:	10.875,00
Συνολική Δαπάνη εργασιών	144.595,00

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ - ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΝΟΜΟΣ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ - ΔΗΜΟΣ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ
ΤΟΥ 6^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ

ΧΡΗΣΤΟΣ ΘΕΟΣ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΤΟΙΧΩΝ

Η εξωτερική θερμομόνωση κτηρίων προτιμάται από την εσωτερική γιατί αφενός παρέχει ολοκληρωμένη προστασία στο κτήριο και αφετέρου αποφεύγονται οι σημαντικές συνοδευτικές εργασίες που θα πρέπει να γίνουν με την εσωτερική θερμομόνωση.

Η προτεινόμενη θερμομόνωση της τοιχοποιίας (τοιχών και φέροντα οργανισμού) θα πρέπει να αποτελείται από τα εξής υλικά:

- συγκολλητικό κονίαμα υψηλών αντοχών.
- θερμομονωτικό υλικό τύπου εξηλασμένης πολυστερίνης με άνθρακα και συντελεστή αγωγιμότητας $\lambda \leq 0,031 \text{ W/mK}$.
- αντιρρηγματικό σοβά για εμπότισμό υαλοπλέγματος.
- υαλόπλεγμα ειδικών αντοχών, με αντιαλκαλική προστασία.
- τελικό επίχρισμα με ελαστομερές υλικό για την αποφυγή των ρηγματώσεων και χρώματος επιλογής της επίβλεψης.

Το σύστημα θα τοποθετηθεί στις εμφανείς πλευρές του κτιρίου και σε όλο το ύψος από το κάτω μέρος της πλάκας μέχρι την στέγη. Το υπόστρωμα πρέπει να είναι καθαρό από σκόνη, καθαρό από λάδια λίπη, σταθερό και συμπαγές (η επιφάνεια θα πρέπει να προσφέρει καλή πρόσφυση) και επίπεδο (θα πρέπει να κοπούν και να απομακρυνθούν τα υλικά που προεξέχουν). Δεν πρέπει να υπάρχει νερό και υγρασία στο υπόστρωμα πριν και κατά την εφαρμογή του συστήματος. Θα πρέπει να απομακρυνθούν οι αιτίες που δημιουργούν υγρασία και να επισκευαστούν τυχόν κατεστραμμένες περιοχές. Επιφάνειες με συνεχή υγρασία οδηγούν στην καταστροφή του σοβά και δημιουργούν μούχλα. Απαγορεύεται η εφαρμογή του συστήματος κατά την διάρκεια βροχόπτωσης και ισχυρών ανέμων. Απαγορεύεται η εφαρμογή συστήματος σε θερμοκρασίες κάτω των 5°C και πάνω από τους 35°C . Πρέπει να αποφεύγεται η εφαρμογή κάτω από απευθείας έκθεση στην ηλιακή ακτινοβολία. Συνίσταται η εφαρμογή λινάτσας μπροστά από το κτίριο σε όλη την διάρκεια της εφαρμογής του συστήματος. Ο τρόπος εφαρμογής του υλικού συγκόλλησης αλλά και το πάχος επίστρωσης εξαρτώνται από τις ανωμαλίες του υποστρώματος. Το υλικό συγκόλλησης πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 40% της συνολικής επιφάνειας της πλάκας. Η τοποθέτηση των μονωτικών πλακών πρέπει να είναι ακριβής και επίπεδη. Τοποθετούνται πλάκες 7cm με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda \leq 0,031 \text{ W/m K}$. Δεν επιτρέπεται η εφαρμογή υλικού συγκόλλησης στους αρμούς των μονωτικών πλακών. Οι μονωτικές πλάκες πρέπει να τοποθετούνται σε οριζόντιες γραμμές σε διάταξη πλέγματος ώστε να αποφεύγονται οι συνεχόμενοι κατακόρυφοι αρμοί και η στερέωση τους γίνεται με κατάλληλα βύσματα. Η επιλογή του σωστού τύπου και μήκους βύσματος επιλέγεται με βάση το υπόστρωμα, το είδος και το πάχος της θερμομονωτικής πλάκας, το πάχος της κόλλας

και το πάχος του υφιστάμενου σοβά. Το βύσμα πρέπει να εφαρμοστεί αφού η κόλα έχει πρώτα στεγνώσει. Για την τοποθέτηση των βυσμάτων ανοίγονται τρύπες μόνο σε σημεία που υπάρχει συγκολλητικό υλικό κάτω από την θερμομονωτική πλάκα. Το βάθος της οπής πρέπει να είναι 10mm μεγαλύτερο από το βάθος αγκύρωσης του βύσματος. Πρέπει να δημιουργηθεί πατούρα ώστε η κεφαλή του βύσματος να έρθει πρόσωπο με την θερμομονωτική πλάκα. Μετά την τοποθέτηση των βυσμάτων γίνεται στοκάρισμα έτσι ώστε η επιφάνεια να παραμείνει επίπεδη. Στη συνέχεια εφαρμόζεται επίχρισμα βασικής στρώσης σε πάχος 2-3mm με σπάτουλα ή μηχανή ψεκασμού. Η εφαρμογή γίνεται ομοιόμορφα και σε όλη την επιφάνεια. Στην συνέχεια εμβαπτίζεται υαλόπλεγμα στο επίχρισμα όσο είναι ακόμα νωπό και εξομαλύνεται. Εφαρμόζεται μια δεύτερη στρώση επιχρίσματος σε πάχος 1-3mm για να καλυφθεί το πλέγμα, η οποία θα είναι με χρώμα επιλογής της επίβλεψης. Το υαλόπλεγμα δεν πρέπει να φαίνεται μετά το πέρασμα της δεύτερης στρώσης. Το συνολικό πάχος της στρώσης του επιχρίσματος είναι 3-5mm. Πριν την εφαρμογή του ασταριού και του επιχρίσματος τελικής επιφάνειας πρέπει το επίχρισμα βασικής στρώσης να έχει στεγνώσει σε βάθος.

Στα σημεία των κουφωμάτων θα τοποθετηθούν ειδικά τεμάχια μονωτικού υλικού για την αποφυγή των θερμογεφυρών. Στις ποδιές των παραθύρων πριν την εφαρμογή της θερμομόνωσης θα τοποθετηθούν τεμάχια μαρμαροποδιάς που θα καλύπτουν το πάχος της μόνωσης και θα εξέχουν αυτής κατά 3 cm τουλάχιστον. Τα μάρμαρα θα είναι πάχους 2 cm με νεροσταλάκτη. Ακόμη τα υπάρχοντα λούκια θα αποξηλωθούν και θα τοποθετηθούν νέα από γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχους 0,6 έως 0,8 μμ συμπεριλαμβανομένων των υλικών συνδέσεως, και των στηριγμάτων στερεώσεως, σωληνωτά κυκλικής διατομής $\Phi 100$ mm. Τέλος θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την αποξήλωση και την επανατοποθέτηση των κλιματιστικών μονάδων. Η εφαρμογή του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης θα πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένο συνεργείο.

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΟΡΟΦΗΣ

Στην οροφή του κτιρίου και εντός της στέγης, επί της επιφάνειας της πλάκας σκυροδέματος θα τοποθετηθούν πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης με άνθρακα πάχους 10 cm και συντελεστή αγωγιμότητας $\lambda \leq 0,032$ W/mK, οι οποίες θα συγκολληθούν με συγκολλητικό κονίαμα υψηλών αντοχών. Η τοποθέτηση των μονωτικών πλακών πρέπει να είναι ακριβής και επίπεδη. Ο τρόπος εφαρμογής του υλικού συγκόλλησης αλλά και το πάχος επίστρωσης εξαρτώνται από τις ανωμαλίες του υποστρώματος. Το υλικό συγκόλλησης πρέπει να καλύπτει τουλάχιστον το 40% της συνολικής επιφάνειας της πλάκας.

Επειδή το κτίριο που εξετάζεται αποτελείται από δύο επιμέρους στατικά ανεξάρτητα τμήματα με δύο ξεχωριστές στέγες, μεταξύ των δύο στεγών θα αποξηλωθεί η υφιστάμενη λαμαρίνα και θα τοποθετηθεί νέα γαλβανισμένη με πλάτος αρκετό εκατέρωθεν με αναδίπλωση και στεγάνωση

των άκρων με ειδικό στεγανωτικό κονίαμα ή κόλλα, ώστε να υπάρχει πλήρη στεγάνωση των δύο τμημάτων της στέγης. Επίσης κατά την τοποθέτηση της εξωτερικής μόνωσης στους τοίχους μεταξύ των δύο τμημάτων του κτιρίου θα τοποθετηθεί αρμοκάλυπτρο πάχους 100 mm.

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Τα υφιστάμενα κουφώματα θα αντικατασταθούν με νέα ανοιγόμενα ανακλινόμενα υαλοστάσια αλουμινίου με θερμοδιακοπή και διπλούς υαλοπίνακες με επίστρωση χαμηλής εκπομπής του ενός υαλοπίνακα, και διπλού κρύσταλλου ασφαλείας (LAMINATED), πολλαπλών στοιβάδων, από κρύσταλλα διαφανή (clear float) και μεβράνη πολυβινυλίου ή άλλου υλικού του δεύτερου υαλοπίνακα. Τα υφιστάμενα κουφώματα θα αντικατασταθούν με κουφώματα ίδιων διαστάσεων ώστε να μην υπάρχουν αλλαγές στις όψεις και κατασκευαστικές δυσκολίες. Κατά την αντικατάσταση θα γίνουν όλες οι απαραίτητες επισκευές και αποκατασταθούν όποιες ζημιές γίνουν, και θα ληφθεί μέριμνα για την φορτοεκφόρτωση σε όχημα και η μεταφορά του σε χώρο που θα υποδείξει η επιβλέπουσα υπηρεσία καθώς εξομαλύνσεις. Κατά την αντικατάσταση των κουφωμάτων Για τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση αλουμινίου με θερμοδιακοπή με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=1,72 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως θα προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό.

όποιες ζημιές γίνουν. Τα κουφώματα θα είναι ξύλινα με πιστοποίηση και με υαλοπίνακες πολλαπλών στοιβάδων χαμηλής εκπομπής με επίστρωση low-e στη θέση 2. Για τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση ξύλου, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=1,70 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ όπως θα προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό.

ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

ΜΟΝΩΣΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ

Θα γίνει μονωση στις σωληνώσεις του δικτύου θέρμανσης εντός του λεβητοστασίου και εκεί που υπάρχει όδευση των σωληνώσεων από εξωτερικό ή μη θερμαινόμενο χώρο. Συγκεκριμένα οι σωληνώσεις θα διαθέτουν πάχος θερμομόνωσης 19mm για διαστάσεις σωληνώσεων από 1/2'' έως 2'' και 21mm για διαστάσεις σωληνώσεων από 2'' έως 4''. Το θερμομονωτικό υλικό θα έχει κατ' ελάχιστον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0,040\text{W}/(\text{mK})$ στους 20°C. Η θερμομόνωση του δικτύου θα είναι πλήρης σε όλο το μήκος του (γωνίες, μούφες, διακόπτες).

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ ΟΡΟΦΗΣ

Θα εγκατασταθούν απλοί ανεμιστήρες οροφής, χωρίς φως, βιομηχανικού τύπου, με κατά το δυνατό μεγαλύτερη εγγύηση καλής λειτουργίας και κατά το δυνατό χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος. Θα εγκατασταθεί ανεμιστήρας, διαμέτρου 56'' ή 142,24cm. Η σύνδεση των

ανεμιστήρων θα γίνει από το υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο φωτισμού κάθε αίθουσας. Η όδευση των καλωδίων θα γίνει εντός ηλεκτρολογικού καναλιού.

ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ

Στην προσπάθεια μείωσης κατά το δυνατό της υφιστάμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, προτείνεται επίσης η αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων φθορισμού με φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες LED αντίστοιχης έντασης φωτισμού. Τα φωτιστικά LED που θα επιλεγούν για εγκατάσταση θα πρέπει να συνοδεύονται από τουλάχιστο διετή εγγύηση καλής λειτουργίας.

ΟΜΑΔΑ ΣΥΝΤΑΞΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Θέος Χρήστος

Μηχανολόγος Μηχανικός

Καρδίτσα Φεβρουάριος 2020
Ο Συντάξας

Θέος Χρήστος
Μηχανολόγος Μηχανικός

