



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ



Εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών σε σχολική μονάδα με στόχο τη μετατροπή της σε κτήριο μηδενικής εκπομπής

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΣΤΡΟΥΜΠΑΚΗ ΤΟΠΑΚΑ ΠΕΤΡΟΥ

ΑΕΜ 1736

Επιβλέπων: ΣΤΗΜΟΝΙΑΡΗΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ

Αναπληρωτής Καθηγητής

ΚΟΖΑΝΗ/ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ/2024



HELLENIC DEMOCRACY
UNIVERSITY OF WESTERN MACEDONIA

FUCULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL &
COMPUTER ENGINEERING



Application of modern technologies in a school unit with the aim of transforming it into a zero- emission building

THESIS

STROUMPAKIS TOPAKAS PETROS

SUPERVISOR: STIMONIARIS DIMITRIOS

Associate professor

KOZANI/OCTOBER/2024



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο " Εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών σε σχολική μονάδα σε στόχο τη μετατροπή της σε κτήριο μηδενικής εκπομπής" καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Στημονιάρη Δημήτριο αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Στρουμπάκης Τόπακας Πέτρος & Στημονιάρης Δημήτριος, 2024, Κοζάνη

Copyright (C) Stroumpakis Topakas Petros, Stimoniaris Dimitrios, 2024, Kozani

Υπογραφή Φοιτητή: _____

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξετάζει την ενεργειακή αναβάθμιση του 7^{ου} 12/θέσιου Δημοτικού Σχολείου Χίου, με στόχο τη μετατροπή του σε κτήριο μηδενικής εκπομπής. Το σχολείο, κατασκευασμένο το 1936, εντάχθηκε σε πρόγραμμα ΕΣΠΑ για την αντισεισμική θωράκιση το 2011. Η ενεργειακή επιθεώρηση και η αξιολόγηση της υπάρχουσας κατάστασης έδειξαν την ανάγκη για εκτεταμένες επεμβάσεις, όπως την τοποθέτηση θερμομονωτικών υλικών στους τοίχους, την οροφή και το δάπεδο, καθώς και την αντικατάσταση των κουφωμάτων.

Προτείνεται η αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης με την εγκατάσταση αντλίας θερμότητας και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η υλοποίηση του έργου περιλαμβάνει την προσεκτική διαχείριση, την επίβλεψη και την παρακολούθηση των ενεργειακών συστημάτων μετά την ολοκλήρωση.

Σκοπός των παρεμβάσεων είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, η μείωση των λειτουργικών εξόδων και η προστασία του περιβάλλοντος.

Λέξεις Κλειδιά: Ενεργειακή αναβάθμιση, κτήριο μηδενικής εκπομπής, θερμομόνωση, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, σχολική μονάδα.

Abstract

This study examines the energy upgrade of the 7th 12-class Primary School of Chios, aiming to transform it into a zero-emission building. The school, built in 1936, was included in an ESPA program for seismic reinforcement in 2011. The energy inspection and evaluation of the existing condition highlighted the need for extensive interventions, such as the installation of thermal insulation materials on the walls, roof, and floor, as well as the replacement of windows and doors.

Additionally, it is proposed to upgrade the heating system with the installation of a heat pump and to utilize renewable energy sources. The project implementation involves careful management, supervision, and monitoring of the energy systems post-completion.

The interventions aim to improve energy efficiency, reduce operational costs, and protect the environment.

Keywords: Energy upgrade, zero-emission building, thermal insulation, renewable energy sources, school building.

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις βαθύτατες ευχαριστίες μου στους γονείς μου, οι οποίοι με στήριξαν αδιάκοπα με την αγάπη και την ενθάρρυνσή τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην αγαπημένη μου αδερφή, που υπήρξε πηγή υπομονής και κατανόησης. Ιδιαίτερη μνεία αξίζει στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Στημονιάρη και την βοηθό του κα. Καραμούζα, για την καθοδήγηση που μου παρείχαν και τη συνεχή υποστήριξή τους, καθώς οι γνώσεις και η εμπειρία τους υπήρξαν καθοριστικές για την επίτευξη των στόχων μου.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	- 1 -
ABSTRACT	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	12
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
1.1 Εισαγωγικό μέρος	14
1.2 Δομή εργασίας	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ-ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	18
2.1 Ευρωπαϊκό Θεσμικό Πλαίσιο	18
2.2 Εθνικό Θεσμικό Πλαίσιο: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ)	19
2.3 Νέες Απαιτήσεις και Αναθεωρήσεις: Νέος Ελληνικός Κανονισμός Κτηρίων (2023)	20
2.4 Διεθνείς Συμφωνίες και Επιδράσεις	22
2.5 Εφαρμογή Κανονισμών στην Αναβάθμιση του Σχολικού Κτηρίου	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	25
3.1 Γενικά στοιχεία επιθεώρησης	25
3.2 Σχεδιασμός κτηρίου μελέτης	27
3.3 Απώλειες κελύφους	34
3.3.2 Κουφώματα	34
3.3.3 Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	35
3.4 Φωτισμός	36

3.5 Συστήματα θέρμανσης	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	41
4.1 Επεμβάσεις στο κέλυφος	41
4.1.1 Μόνωση τοιχοποιίας	41
2. Διογκωμένη πολυστερίνη	43
4.1.2 Μόνωση οροφής-στέγης	43
4.1.3 Αντικατάσταση κουφωμάτων-υαλοπίνακα	45
2. PVC κουφώματα	45
4.2 Αναβάθμιση Η/Μ εξοπλισμού	47
4.2.1 Καυστήρες-λέβητες	47
4.2.2 Αντλίες θερμότητας	48
4.2.3 Επεμβάσεις στον φωτισμό	49
4.2.4 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ	53
5.1 Τεχνολογίες αναβάθμισης	53
5.1.1 Μόνωση τοιχοποιίας	53
5.1.2 Μόνωση δαπέδου	55
5.1.4 Πόρτες	56
5.1.5 Αντλία θερμότητας-ψύξης	57
5.1.6 Φωτισμός	59
5.1.7 Συστήματα αυτοματισμών	60
5.1.8 Φωτοβολταϊκά	61
5.2 Νέα ενεργειακή κατάταξη	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ	64
6.1 Υπολογισμός κόστους υλοποίησης	64
6.2 Ανάλυση κόστους-οφέλους της αναβάθμισης	65
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΓΟΥ	67
7.1 Προγραμματισμός και Χρονοδιάγραμμα	67
7.2 Επιλογή και Προμήθεια Υλικών	68
7.3 Εφαρμογή Τεχνικών Παρεμβάσεων	69
7.4 Διαχείριση και Παρακολούθηση Έργου	69
7.4.1 Συντονισμός των Εργασιών	70

7.4.2 Επίβλεψη και Διασφάλιση Ποιότητας	70
7.4.3 Παρακολούθηση Προόδου και Προσαρμογές	70
7.4.4 Διαχείριση Ρίσκου	70
7.5 Ολοκλήρωση και Παράδοση του Έργου	71
7.5.1 Τελική Αξιολόγηση και Επιθεώρηση	71
7.5.2 Εκπαίδευση Χρηστών	71
7.5.3 Τεκμηρίωση και Παράδοση	72
7.5.4 Αξιολόγηση της Συνολικής Επιτυχίας του Έργου	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	73
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	74
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ - ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ - ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ	77
ΑΠΟΔΟΣΗ ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΩΝ ΌΡΩΝ	78

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: 7 ^ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΧΙΟΥ, www.7dimchiou.gr	25
Εικόνα 2: ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΩΣΤΕ ΝΑ ΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΤΕΙ Ο ΤΡΟΠΟΣ ΔΟΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ.....	26
Εικόνα 3: ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ 7 ^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD 2025	27
Εικόνα 4: ΚΑΤΟΨΗ 1 ^{ου} ΟΡΟΦΟΥ ΤΟΥ 7 ^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD 2025	28
Εικόνα 5: ΚΑΤΟΨΗ 2 ^{ου} ΟΡΟΦΟΥ 7 ^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD 2025.....	28
Εικόνα 6: ΟΨΕΙΣ 7 ^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD 2025	29
Εικόνα 7: ΤΟΜΕΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ 7 ^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD 2025	29
Εικόνα 8: ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΑΥΛΗΣ 7 ^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD 2025	30
Εικόνα 9: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ GCAD19 ΤΗΣ 4Μ .	31
Εικόνα 10: ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΓΕΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΗΡΙΟ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΣ 4Μ-ΚΕΝΑΚ.....	32
Εικόνα 11: ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ 4Μ-ΚΕΝΑΚ.....	35
Εικόνα 12: ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΣ 4Μ-ΚΕΝΑΚ.....	36
Εικόνα 13: ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΣ 4Μ-ΚΕΝΑΚ.....	36
Εικόνα 14: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΛΕΒΗΤΑ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ 4Μ-ΚΕΝΑΚ.....	38
Εικόνα 15: ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΕΛΙΔΑ 1	39
Εικόνα 16: ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΕΛΙΔΑ 2	40
Εικόνα 17: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ, www.isomat.gr	42
Εικόνα 18: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ, www.styropan.gr	43
Εικόνα 19: ΕΙΔΗ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ, www.toumbelis.gr	44
Εικόνα 20: ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑ, www.stouraitis.gr	45
Εικόνα 21: ΕΙΔΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ, www.4green.gr	46
Εικόνα 22: ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ, www.fenestral.gr	47
Εικόνα 23: ΣΧΗΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, www.engineeringissues.wordpress.com	48
Εικόνα 24: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, https://d.scdn.gr/images/sku_images/075938/75938349/20230512112416_a243fa7e.jpeg	49
Εικόνα 25: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΛΑΜΠΗΤΗΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ-ΚΟΣΤΟΣ-ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ, https://images.prismic.io/arcadia-marketing-site-2023/65b39f75615e73009ec3f56f_Bulb-Animation-Proof-1.png?auto=format,compress	50

Εικόνα 26: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΜΨΗΦΙΣΜΟ, www.oleng.eu	51
Εικόνα 27: ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΕ ΣΤΕΓΗ, www.blog.leditnow.gr	52
Εικόνα 28:ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΘΗΚΕ ΝΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΘΕΙ, www.fibran.gr	54
Εικόνα 29:ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΠΑΙΣΙΟΥ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ, www.fibran.gr	56
Εικόνα 30: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΩΤΗΤΑΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ, www.rolloplast.gr	56
Εικόνα 31:ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΕΩΝ ΠΟΡΤΩΝ, www.alumil.com	57
Εικόνα 32:ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΑΔΑΡΤ19 ΤΗΣ 4Μ	57
Εικόνα 33:ΤΕΧΝΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΘΗΚΕ, www.mideacac.gr	58
Εικόνα 34:ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	58
Εικόνα 35:ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΨΥΞΗΣ.....	59
Εικόνα 36:ΤΕΧΝΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ ΛΑΜΠΤΗΡΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ, www.multi-lite.shop	60
Εικόνα 37:ΤΕΧΝΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ Φ/Β ΠΑΝΕΛ, www.vtacenergy.com	61
Εικόνα 38:ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΣ 4Μ-ΚΕΝΑΚ	62
Εικόνα 39:ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ Φ/Β ΠΑΝΕΛ ΣΤΗΝ ΟΡΟΦΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΑΥΤΟCAD2025	62
Εικόνα 40: ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΝΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΣΕΛΙΔΑ 1.....	63
Εικόνα 41:ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΝΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΣΕΛΙΔΑ 2.....	63
Εικόνα 42:ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΔΕΗ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2024, www.dei.gr ..	66

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς

Πίνακας 2: Ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m² δαπέδου

Πίνακας 3: Προϋπολογισμός επενδυτικού σχεδίου

Πρόλογος

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, ο στόχος της είναι να αναδειχθεί η αναγκαιότητα της ενεργειακής αναβάθμισης του κτηριακού αποθέματος της Ελλάδας, με σκοπό την μετατροπή του σε κτήρια μηδενικής εκπομπής. Η εγκατάσταση που μελετήσαμε είναι το 7^ο Δημοτικό σχολείο Χίου, το οποίο προτείναμε να αναβαθμιστεί ενεργειακά εφαρμόζοντας του ισχύοντες κανονισμούς και νομοθεσίες. Στα παρακάτω κεφάλαια αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε καθώς και το πρόγραμμα της 4m που χρησιμοποιήθηκε για να αναλυθεί η υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου αλλά και η διαδικασία αναβάθμισής του σε μηδενικής εκπομπής.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγικό μέρος

Η ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης και της προστασίας του περιβάλλοντος. Η ανάγκη για μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική, ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Ελλάδα, όπου η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων είναι χαμηλή. Η Ευρωπαϊκή Ένωση, μέσω διαφόρων θεσμικών πλαισίων και κανονισμών, προωθεί τη μετάβαση σε κτήρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB), τα οποία όχι μόνο μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας αλλά και συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος.

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών για την ενεργειακή αναβάθμιση μιας σχολικής μονάδας με σκοπό τη μετατροπή της σε κτήριο μηδενικής εκπομπής. Η σχολική μονάδα που επιλέχθηκε για τη μελέτη είναι το 7^ο 12/θέσιο Δημοτικό Σχολείο Χίου, γνωστό ως "ΓΙΩΡΓΗΣ ΚΡΟΚΟΣ", το οποίο βρίσκεται στον Άγιο Θωμά στην οδό Γλύπτη 24. Το συγκεκριμένο σχολείο κατασκευάστηκε το 1936 και είναι ένα από τα παλαιότερα κτίρια της περιοχής. Παρά το γεγονός ότι το σχολείο εντάχθηκε σε πρόγραμμα ΕΣΠΑ το 2011 για την υλοποίηση Μελέτης Αντισεισμικής Θωράκισης, η οποία ολοκληρώθηκε το 2012, εξακολουθούν να υπάρχουν σημαντικές ενεργειακές ελλείψεις.

Η ενεργειακή επιθεώρηση και αξιολόγηση του υπάρχοντος κτηρίου αποτελεί το πρώτο βήμα για την αναγνώριση των προβλημάτων και των περιοχών που χρειάζονται βελτίωση. Η επιθεώρηση αυτή αποκάλυψε την απουσία θερμομονωτικής προστασίας στους τοίχους, τις οροφές και τα δάπεδα του κτηρίου, γεγονός που οδηγεί σε σημαντικές απώλειες θερμότητας και υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Τα υπάρχοντα κουφώματα και οι πόρτες δεν πληρούν τις σύγχρονες προδιαγραφές θερμομονωτικής απόδοσης, ενώ το σύστημα θέρμανσης του σχολείου, το οποίο αποτελείται από έναν λέβητα 300kW, κρίνεται υπερδιαστασιοποιημένο και αναποτελεσματικό.

Η προτεινόμενη μελέτη περιλαμβάνει μια σειρά από παρεμβάσεις τόσο στο κτηριακό κέλυφος όσο και στα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του

σχολείου, με στόχο τη δραστική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Οι επεμβάσεις αυτές περιλαμβάνουν την τοποθέτηση θερμομονωτικών υλικών στους εξωτερικούς τοίχους, την οροφή και το δάπεδο του κτηρίου, καθώς και την αντικατάσταση των κουφωμάτων και των πορτών με θερμομονωτικά συστήματα σύγχρονης τεχνολογίας. Επιπλέον, προτείνεται η αντικατάσταση του υπάρχοντος λέβητα με αντλία θερμότητας, η οποία θα παρέχει τόσο θέρμανση όσο και ψύξη, εξασφαλίζοντας έτσι την άνεση των χρηστών καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως τα φωτοβολταϊκά συστήματα, τα οποία θα εγκατασταθούν στην οροφή του κτηρίου. Η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όχι μόνο θα μειώσει την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αλλά και θα συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, συμβάλλοντας έτσι στην επίτευξη των στόχων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την κλιματική ουδετερότητα.

Η υλοποίηση του έργου ενεργειακής αναβάθμισης ενός παλαιού σχολικού κτηρίου παρουσιάζει προκλήσεις, ιδίως λόγω της ανάγκης για διατήρηση της λειτουργικότητας του σχολείου κατά τη διάρκεια των εργασιών. Ο σχεδιασμός της υλοποίησης του έργου πρέπει να λαμβάνει υπόψη την ασφάλεια των μαθητών και του προσωπικού, καθώς και την ελαχιστοποίηση της διαταραχής της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Για το λόγο αυτό, οι εργασίες που απαιτούν τη χρήση σκαλωσιών ή τη διακοπή της λειτουργίας του σχολείου προγραμματίζονται για τους καλοκαιρινούς μήνες, όταν το σχολείο δεν λειτουργεί.

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών, είναι εξίσου σημαντικό να παρακολουθείται και να αξιολογείται η απόδοση των ενεργειακών συστημάτων που έχουν εγκατασταθεί. Η χρήση συστημάτων διαχείρισης ενέργειας θα επιτρέψει τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που θα διευκολύνει τον εντοπισμό τυχόν προβλημάτων ή περιοχών που χρειάζονται περαιτέρω βελτίωση. Η συνεχής παρακολούθηση της ενεργειακής απόδοσης θα συμβάλει επίσης στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας των συστημάτων και στη μείωση των λειτουργικών εξόδων του κτηρίου.

Η παρούσα μελέτη αποσκοπεί στην παροχή ενός ολοκληρωμένου πλάνου για την ενεργειακή αναβάθμιση του 7^{ου} 12/θέσιου Δημοτικού Σχολείου Χίου, με στόχο τη μετατροπή του σε κτίριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης. Τα αποτελέσματα της μελέτης αναμένεται να αποτελέσουν οδηγό για παρόμοια έργα στο μέλλον, συμβάλλοντας στην προώθηση της ενεργειακής απόδοσης στα σχολικά κτίρια και στην προστασία του περιβάλλοντος.

1.2 Δομή εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι δομημένη σε οκτώ κεφάλαια, τα οποία καλύπτουν διαφορετικές πτυχές της ενεργειακής αναβάθμισης του 7^{ου} 12/θέσιου Δημοτικού Σχολείου Χίου. Η δομή των κεφαλαίων έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να προσφέρει μια ολοκληρωμένη και σαφή προσέγγιση του θέματος, ξεκινώντας από την εισαγωγή στις βασικές

έννοιες και προχωρώντας στις λεπτομέρειες της μελέτης και της εφαρμογής των προτεινόμενων λύσεων.

Το πρώτο κεφάλαιο, η εισαγωγή, παρέχει μια γενική επισκόπηση των κεφαλαίων την εργασίας και προσδιορίζει τον σκοπό και τους στόχους της συγκεκριμένης μελέτης.

Στο Κεφάλαιο 2, με τίτλο Νομοθεσία-Κανονισμοί, παρουσιάζεται το θεσμικό πλαίσιο που διέπει την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων.

Το Κεφάλαιο 3 επικεντρώνεται στην Αξιολόγηση της Υφιστάμενης Κατάστασης του Έργου. Εδώ, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ενεργειακής επιθεώρησης του σχολικού κτηρίου. Περιλαμβάνει τον σχεδιασμό του κτηρίου, τα γενικά χαρακτηριστικά του και την καταγραφή των απωλειών του κελύφους, όπως οι τοίχοι, τα κουφώματα και τα δομικά στοιχεία. Επιπλέον, εξετάζονται το υπάρχον σύστημα φωτισμού και το σύστημα θέρμανσης, προσδιορίζοντας τις ανάγκες για ενεργειακή αναβάθμιση.

Το Κεφάλαιο 4, με τίτλο Σχεδιασμός Ενεργειακής Αναβάθμισης, περιγράφει τις προτεινόμενες τεχνολογίες και λύσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου. Αναλύονται οι μέθοδοι μόνωσης του κελύφους, η αντικατάσταση των κουφωμάτων και των πορτών, η εγκατάσταση αντλίας θερμότητας και ψύξης, καθώς και οι βελτιώσεις στον φωτισμό. Το κεφάλαιο αυτό παρέχει μια λεπτομερή επισκόπηση των τεχνολογιών που θα χρησιμοποιηθούν για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Το Κεφάλαιο 5, αναλύει τον σχεδιασμό της ενεργειακής αναβάθμισης του κτηρίου. Περιλαμβάνει την αναβάθμιση του κελύφους του κτηρίου και την αλλαγή του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του, με σκοπό την μετατροπή της σχολικής μονάδας σε κτήριο μηδενικής εκπομπής.

Στο Κεφάλαιο 6, που αφορά την Οικονομική Ανάλυση, γίνεται μια εκτίμηση του κόστους υλοποίησης των προτεινόμενων παρεμβάσεων. Περιλαμβάνει μια ανάλυση κόστους-οφέλους, η οποία εξετάζει την οικονομική βιωσιμότητα του έργου και την απόδοση της επένδυσης, λαμβάνοντας υπόψη το αρχικό κόστος και τα αναμενόμενα οφέλη από τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Στο Κεφάλαιο 7, με τίτλο Υλοποίηση Έργου, περιγράφεται το σχέδιο υλοποίησης του έργου, το οποίο περιλαμβάνει το χρονικό πλαίσιο και τις φάσεις της υλοποίησης.

Το Κεφάλαιο 8, Συμπεράσματα και Προτάσεις, συνοψίζει τα ευρήματα της μελέτης, παρουσιάζοντας τα κύρια συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντικές βελτιώσεις και επεμβάσεις. Αυτό το κεφάλαιο παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα της επιτυχίας του έργου και προσφέρει κατευθύνσεις για την εφαρμογή παρόμοιων έργων στο μέλλον.

Κεφάλαιο 2: Νομοθεσία-κανονισμοί

2.1 Ευρωπαϊκό Θεσμικό Πλαίσιο

Η Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων (Energy Performance of Buildings Directive - EPBD) αποτελεί έναν από τους βασικούς πυλώνες της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η οδηγία αυτή θεσπίστηκε στο πλαίσιο των προσπαθειών της ΕΕ να μειώσει την ενεργειακή κατανάλωση και να προωθήσει τη βιώσιμη ανάπτυξη. Οι κτηριακές υποδομές είναι από τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας στην Ευρώπη, καθώς ευθύνονται για περίπου το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και για το 36% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ΕΕ. Έτσι, η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την επίτευξη των στόχων της ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών και την προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας. [1]

Η Οδηγία 2010/31/ΕΕ περιλαμβάνει αρκετές καίριες διατάξεις που επηρεάζουν τη σχεδίαση, κατασκευή, ανακαίνιση και χρήση των κτηρίων σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ. Ένας από τους σημαντικότερους στόχους της οδηγίας είναι η υποχρέωση για τα νέα κτήρια να είναι σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB) έως το 2021. Αυτό σημαίνει ότι τα κτήρια πρέπει να έχουν πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση, με τις ελάχιστες απαιτήσεις ενέργειας να καλύπτονται κατά μεγάλο ποσοστό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, αιολική, γεωθερμική ενέργεια κ.ά.

Η υποχρέωση αυτή για κτήρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης αντικατοπτρίζει την αποφασιστικότητα της ΕΕ να προωθήσει την ενεργειακή βιωσιμότητα και να μειώσει την εξάρτηση από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας, όπως τα ορυκτά καύσιμα. Η έννοια των nZEB δεν είναι μόνο μια τεχνολογική πρόκληση, αλλά και μια οικονομική και κοινωνική. Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της οδηγίας, απαιτείται συνεργασία μεταξύ των κυβερνήσεων, των κατασκευαστών, των αρχιτεκτόνων, των μηχανικών και των καταναλωτών.

Η Οδηγία 2010/31/ΕΕ τροποποιήθηκε με την Οδηγία 2018/844/ΕΕ, η οποία εισάγει πρόσθετες διατάξεις που ενισχύουν την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων και προωθούν την υιοθέτηση έξυπνων τεχνολογιών. Η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στα κτήρια περιλαμβάνει συστήματα διαχείρισης ενέργειας που μπορούν να παρακολουθούν και να βελτιστοποιούν την κατανάλωση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Αυτό επιτρέπει στα κτήρια να γίνουν πιο "ευφυή", μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας και βελτιώνοντας την άνεση των κατοίκων τους.

Η Οδηγία 2018/844/ΕΕ αναγνωρίζει επίσης την ανάγκη για ανακαίνιση του υφιστάμενου κτηριακού αποθέματος της Ευρώπης. Πολλά από τα κτήρια που κατασκευάστηκαν πριν από την εφαρμογή των σύγχρονων κανονισμών ενεργειακής απόδοσης εξακολουθούν να καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Η Οδηγία προωθεί την ανακαίνιση αυτών των κτηρίων, ενθαρρύνοντας την εφαρμογή μέτρων όπως η βελτίωση της μόνωσης, η αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, και η αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων με πιο αποδοτικά .[2]

Πέρα από τις τεχνικές απαιτήσεις, η οδηγία ενσωματώνει και κοινωνικές διαστάσεις, υπογραμμίζοντας τη σημασία της καταπολέμησης της ενεργειακής φτώχειας. Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων μπορεί να μειώσει σημαντικά τους λογαριασμούς ενέργειας, βοηθώντας τα ευάλωτα νοικοκυριά να διαχειριστούν καλύτερα τα έξοδά τους.

2.2 Εθνικό Θεσμικό Πλαίσιο: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (KENAK)

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (KENAK) αποτελεί το βασικό νομοθετικό εργαλείο της Ελλάδας για την ενσωμάτωση των απαιτήσεων της Οδηγίας 2010/31/ΕΕ στην εθνική νομοθεσία, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Ο KENAK θεσπίστηκε με το Προεδρικό Διάταγμα 100/2010 και έκτοτε έχει υποστεί αρκετές αναθεωρήσεις και ενημερώσεις, ώστε να ευθυγραμμιστεί με τις συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις για ενεργειακή απόδοση και βιωσιμότητα. [3]

Ο KENAK θέτει συγκεκριμένες απαιτήσεις για όλα τα νέα κτήρια, αλλά και για σημαντικές ανακαινίσεις υφιστάμενων κτηρίων. Οι βασικοί τομείς που καλύπτει περιλαμβάνουν τη θερμομόνωση, τη θέρμανση, την ψύξη, τον φωτισμό, και τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για να διασφαλιστεί η ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου, ο KENAK επιβάλλει τη χρήση υλικών και τεχνολογιών που μειώνουν τις θερμικές απώλειες και ενισχύουν την αποδοτικότητα των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

Για τη θερμομόνωση, ο κανονισμός απαιτεί τα κτήρια να πληρούν συγκεκριμένα πρότυπα, ώστε να περιορίζονται οι απώλειες θερμότητας και να διασφαλίζεται ένα σταθερό και άνετο εσωτερικό περιβάλλον καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Οι απαιτήσεις αυτές συμβάλλουν επίσης στη μείωση του ενεργειακού κόστους για τους χρήστες των κτηρίων, καθιστώντας τα κτήρια πιο οικονομικά στη λειτουργία τους.

Ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία του KENAK είναι η απαίτηση για έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) για όλα τα κτήρια, ανεξαρτήτως της χρήσης τους. Το ΠΕΑ αξιολογεί την ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου και το κατατάσσει σε μια κλίμακα από το Α+ (άριστη απόδοση) έως το Η (χαμηλή απόδοση). Αυτό το πιστοποιητικό είναι υποχρεωτικό για κάθε συναλλαγή που αφορά την πώληση, ενοικίαση ή μίσθωση ενός κτηρίου ή διαμερίσματος. Με αυτό τον τρόπο, το ΠΕΑ λειτουργεί ως ένα εργαλείο διαφάνειας για τους καταναλωτές, επιτρέποντάς τους να λαμβάνουν ενημερωμένες αποφάσεις σχετικά με την

ενεργειακή απόδοση των κτηρίων που σκοπεύουν να αγοράσουν ή να ενοικιάσουν.

Το ΠΕΑ δεν είναι απλώς ένα νομικό έγγραφο, αλλά αποτελεί και ένα μέσο ευαισθητοποίησης και εκπαίδευσης του κοινού σχετικά με τη σημασία της ενεργειακής απόδοσης. Οι ιδιοκτήτες κτηρίων ενθαρρύνονται να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση των ακινήτων τους, είτε μέσω ανακαινίσεων είτε μέσω της εφαρμογής νέων τεχνολογιών, προκειμένου να επιτύχουν καλύτερη βαθμολογία στο ΠΕΑ.

Ο ΚΕΝΑΚ έχει υποστεί αρκετές αναθεωρήσεις από την αρχική του θέσπιση, ώστε να συμβαδίζει με τις νέες απαιτήσεις της ευρωπαϊκής νομοθεσίας και τις τεχνολογικές εξελίξεις. Η πιο πρόσφατη αναθεώρηση, ενσωματώνοντας τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2018/844/ΕΕ, δίνει έμφαση στη χρήση έξυπνων τεχνολογιών και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, καθώς και στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των υφιστάμενων κτηρίων.

Μέσα από αυτές τις αναθεωρήσεις, ο ΚΕΝΑΚ προσαρμόζεται συνεχώς στις εξελισσόμενες ανάγκες της ελληνικής κοινωνίας και οικονομίας, ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρει σημαντικά στους στόχους της Ελλάδας για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης.

Ο ΚΕΝΑΚ δεν είναι απλώς ένας τεχνικός κανονισμός, αλλά ένα κρίσιμο εργαλείο για την επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας της Ελλάδας. Μέσω της εφαρμογής του, ενισχύεται η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων, μειώνονται οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, και προωθείται η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ βοηθά στη δημιουργία θέσεων εργασίας στον τομέα της πράσινης οικονομίας, ενθαρρύνοντας την καινοτομία και τη χρήση προηγμένων τεχνολογιών.

2.3 Νέες Απαιτήσεις και Αναθεωρήσεις: Νέος Ελληνικός Κανονισμός Κτηρίων (2023)

Ο Νέος Ελληνικός Κανονισμός Κτηρίων, που τέθηκε σε ισχύ τον Ιούνιο του 2023, σηματοδοτεί μια σημαντική αναβάθμιση στις απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα των κτηρίων στην Ελλάδα. Ο κανονισμός αυτός είναι το αποτέλεσμα μιας ευρείας αναθεώρησης των υφιστάμενων κανονισμών, με στόχο την προσαρμογή της χώρας στις νέες ευρωπαϊκές οδηγίες και τη συμβολή στην επίτευξη των φιλόδοξων στόχων της ΕΕ για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Ο νέος κανονισμός ενσωματώνει πλήρως τις κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως αυτές καθορίζονται στην αναθεωρημένη Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων (EPBD). Αυτή η οδηγία απαιτεί από τα κράτη μέλη να εξασφαλίσουν ότι όλα τα νέα κτίρια θα είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB) και να προωθήσουν την ανακαίνιση των υφιστάμενων κτηρίων για να ανταποκρίνονται σε υψηλότερα πρότυπα ενεργειακής αποδοτικότητας. Ο νέος κανονισμός προσαρμόζει αυτές τις απαιτήσεις στις τοπικές ανάγκες,

αναγνωρίζοντας την ιδιαίτερη σημασία της κλιματικής ζώνης της Ελλάδας και την ανάγκη για ειδικές λύσεις στον τομέα της ενεργειακής αποδοτικότητας (ΦΕΚ Β' 3985/22.06.2023). [4]

Ένα από τα καινοτόμα χαρακτηριστικά του νέου κανονισμού είναι η υποχρεωτική ενσωμάτωση έξυπνων τεχνολογιών στα νέα και ανακαινιζόμενα κτήρια. Οι τεχνολογίες αυτές περιλαμβάνουν συστήματα διαχείρισης ενέργειας που επιτρέπουν τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, τη χρήση αυτοματισμών για τον έλεγχο της θέρμανσης, του φωτισμού και της σκίασης, καθώς και την εφαρμογή έξυπνων μετρητών που παρέχουν ακριβή δεδομένα κατανάλωσης. Οι τεχνολογίες αυτές βοηθούν στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και, παράλληλα, στην αύξηση της άνεσης και της ασφάλειας των χρηστών των κτηρίων.

Ο νέος κανονισμός προωθεί επίσης την ευρεία ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτήρια. Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων, γεωθερμίας και άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθίσταται πλέον υποχρεωτική για τα νέα κτήρια και για σημαντικές ανακαινίσεις, όπου αυτό είναι τεχνικά και οικονομικά εφικτό. Ο κανονισμός ενθαρρύνει επίσης τη χρήση καινοτόμων λύσεων, όπως οι πράσινες στέγες και οι προσόψεις, που βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου και συμβάλλουν στην αστική βιοποικιλότητα.

Η υιοθέτηση των κτηρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB) είναι μια από τις κεντρικές αλλαγές που φέρνει ο νέος κανονισμός. Τα κτήρια αυτά σχεδιάζονται ώστε να έχουν εξαιρετικά χαμηλές ενεργειακές ανάγκες, οι οποίες καλύπτονται κατά κύριο λόγο από ανανεώσιμες πηγές. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω μιας συνδυασμένης προσέγγισης, που περιλαμβάνει υψηλής ποιότητας θερμομόνωση, αεροστεγανότητα, αποδοτικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης, καθώς και την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η απαίτηση για nZEB ισχύει για όλα τα νέα κτήρια από το 2021 και μετά, ενώ ο κανονισμός θέτει στόχους για την σταδιακή ανακαίνιση των υφιστάμενων κτηρίων ώστε να πληρούν τα ίδια κριτήρια.

Λαμβάνει επίσης υπόψη τις τοπικές κλιματικές και οικονομικές συνθήκες της Ελλάδας, επιτρέποντας την ευελιξία στην εφαρμογή των απαιτήσεων. Αναγνωρίζοντας την ποικιλομορφία των κλιματικών ζωνών της χώρας, ο κανονισμός προσφέρει οδηγίες που είναι προσαρμοσμένες στις τοπικές ανάγκες, όπως για παράδειγμα σε περιοχές με ιδιαίτερα ψυχρό ή θερμό κλίμα. Επιπροσθέτως συνοδεύεται από προγράμματα κινήτρων και χρηματοδοτήσεων για την υποστήριξη της μετάβασης σε ενεργειακά αποδοτικά κτήρια. Αυτά περιλαμβάνουν επιδοτήσεις, φορολογικές απαλλαγές, και πρόσβαση σε χρηματοδοτικά εργαλεία που επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες και στους επενδυτές να αναβαθμίσουν τα ακίνητά τους χωρίς δυσβάσταχτα κόστη.

2.4 Διεθνείς Συμφωνίες και Επιδράσεις

Η Συμφωνία των Παρισίων για την Κλιματική Αλλαγή, η οποία υιοθετήθηκε το 2015 και τέθηκε σε ισχύ το 2016, αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά παγκόσμια βήματα για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Με τη συμμετοχή σχεδόν όλων των χωρών, η συμφωνία θέτει ως στόχο τον περιορισμό της αύξησης της παγκόσμιας θερμοκρασίας σε επίπεδα αρκετά κάτω από τους 2°C σε σχέση με τα προβιομηχανικά επίπεδα, με προσπάθειες να περιοριστεί ακόμη και στον 1,5°C. Αυτή η συμφωνία δεν επηρεάζει μόνο τις γενικές περιβαλλοντικές πολιτικές, αλλά έχει επίσης βαθιές επιπτώσεις στις πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης και, κατ' επέκταση, στη νομοθεσία των κρατών μελών, συμπεριλαμβανομένης της Ελλάδας. [5]

Η Ευρωπαϊκή Ένωση υπήρξε πρωτοπόρος στην προώθηση της Συμφωνίας των Παρισίων και στη δέσμευσή της για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Μετά την υπογραφή της συμφωνίας, η ΕΕ υιοθέτησε μια σειρά από νομοθετικά μέτρα για να επιτύχει τους στόχους της Συμφωνίας. Αυτά περιλαμβάνουν την αναθεώρηση της Οδηγίας για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων (EPBD) και την εισαγωγή της δέσμης μέτρων "Fit for 55", η οποία στοχεύει στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 55% έως το 2030, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990.

Η ελληνική νομοθεσία έχει επηρεαστεί σημαντικά από τη Συμφωνία των Παρισίων μέσω της εναρμόνισης με τις ευρωπαϊκές οδηγίες που προέκυψαν από αυτήν. Για παράδειγμα, ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (KENAK) και ο νέος Ελληνικός Κανονισμός Κτηρίων του 2023 προσαρμόστηκαν για να ενσωματώσουν τις αρχές και τις απαιτήσεις της Συμφωνίας. Αυτό σημαίνει ότι τα κτήρια στην Ελλάδα πρέπει να πληρούν αυστηρότερα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, συμβάλλοντας έτσι στους συνολικούς στόχους της ΕΕ.

Ένα από τα βασικά στοιχεία της Συμφωνίας των Παρισίων είναι η έννοια της κλιματικής δικαιοσύνης, η οποία αναγνωρίζει ότι οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής δεν είναι ίδιες για όλες τις χώρες ή τις κοινωνικές ομάδες. Οι ανεπτυγμένες χώρες, οι οποίες έχουν συμβάλει περισσότερο στην εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου, έχουν μεγαλύτερη ευθύνη να λάβουν μέτρα και να βοηθήσουν τις αναπτυσσόμενες χώρες να αντιμετωπίσουν τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής.

Στην Ελλάδα, αυτό μεταφράζεται σε πολιτικές που προωθούν την ενεργειακή απόδοση, όχι μόνο για να μειώσουν τις εκπομπές, αλλά και για να μειώσουν το ενεργειακό κόστος και την ενεργειακή φτώχεια. Η υιοθέτηση των μέτρων της Συμφωνίας των Παρισίων επιδιώκει να βελτιώσει την ποιότητα ζωής των πολιτών, ιδιαίτερα των πιο ευάλωτων ομάδων, μέσα από τη δημιουργία πιο βιώσιμων, υγιεινών και οικονομικά αποδοτικών κτηρίων.

Η Συμφωνία των Παρισίων απαιτεί μακροπρόθεσμες δεσμεύσεις για τη μείωση των εκπομπών, που υπερβαίνουν τα βραχυπρόθεσμα μέτρα και επιδιώκουν βαθιές αλλαγές στις δομές της οικονομίας και της

κοινωνίας. Στην Ελλάδα, αυτό σημαίνει επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ανακαινίσεις κτηρίων και ενίσχυση των υποδομών που υποστηρίζουν τη βιώσιμη ανάπτυξη. Οι πολιτικές αυτές δεν έχουν μόνο περιβαλλοντικά οφέλη, αλλά και οικονομικά, καθώς δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας και ενισχύουν την ενεργειακή ανεξαρτησία της χώρας.

2.5 Εφαρμογή Κανονισμών στην Αναβάθμιση του Σχολικού Κτηρίου

Η εφαρμογή των κανονισμών στην ενεργειακή αναβάθμιση του σχολικού κτηρίου αποτελεί κεντρικό στοιχείο για την επιτυχία του έργου. Η συμμόρφωση με τις νομοθετικές και κανονιστικές απαιτήσεις, όπως αυτές ορίζονται από τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (KENAK), τον Νέο Ελληνικό Κανονισμό Κτηρίων του 2023, και τις σχετικές οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, διασφαλίζει ότι οι επεμβάσεις που θα πραγματοποιηθούν δεν είναι μόνο αποτελεσματικές, αλλά και βιώσιμες μακροπρόθεσμα.

Ο KENAK θέτει τις βασικές προδιαγραφές για τη θερμομόνωση, τη θέρμανση, την ψύξη, τον φωτισμό και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια. Για το σχολικό κτίριο, αυτό σημαίνει ότι κάθε σχεδιασμός και αναβάθμιση πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις απαιτήσεις αυτές, εξασφαλίζοντας ότι το κτίριο θα είναι ενεργειακά αποδοτικό και θα πληροί τις προϋποθέσεις για την έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ). Η συμμόρφωση με τον KENAK δεν είναι μόνο νομική απαίτηση, αλλά και απαραίτητη προϋπόθεση για τη μείωση του ενεργειακού κόστους και τη βελτίωση των συνθηκών άνεσης στο κτίριο.

Ο Νέος Ελληνικός Κανονισμός Κτηρίων του 2023 εισάγει αυστηρότερες απαιτήσεις για τη βιωσιμότητα και την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων. Η εφαρμογή του κανονισμού αυτού στο πλαίσιο της αναβάθμισης του σχολικού κτηρίου σημαίνει ότι οι επεμβάσεις πρέπει να περιλαμβάνουν τη χρήση έξυπνων τεχνολογιών και την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι νέες αυτές απαιτήσεις εξασφαλίζουν ότι το σχολικό κτίριο θα λειτουργεί με υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα, μειώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και συμβάλλοντας στη συνολική προσπάθεια για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής.

Οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ιδιαίτερα η Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων (EPBD), αποτελούν το πλαίσιο μέσα στο οποίο αναπτύσσεται η εθνική νομοθεσία για την ενεργειακή απόδοση. Η συμμόρφωση με αυτές τις οδηγίες είναι κρίσιμη για την επιτυχία της αναβάθμισης του σχολικού κτηρίου, καθώς διασφαλίζει ότι το έργο είναι σύμφωνο με τα ευρωπαϊκά πρότυπα και συμβάλλει στην επίτευξη των ευρωπαϊκών στόχων για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η υιοθέτηση των κατευθύνσεων αυτών οδηγεί σε κτήρια σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης (nZEB), τα οποία είναι απαραίτητα για τη μελλοντική βιωσιμότητα του κτηριακού αποθέματος.

Η επιτυχής εφαρμογή των κανονισμών και των οδηγιών απαιτεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στην αναβάθμιση του σχολικού κτηρίου. Αυτό περιλαμβάνει τη συνεργασία μεταξύ των αρχιτεκτόνων, μηχανικών, και

των εμπλεκόμενων φορέων για τη διασφάλιση ότι κάθε πτυχή του σχεδιασμού και της κατασκευής είναι σύμφωνη με τις απαιτήσεις. Η χρήση σύγχρονων υλικών και τεχνολογιών που ανταποκρίνονται στα πρότυπα του ΚΕΝΑΚ και του Νέου Ελληνικού Κανονισμού Κτηρίων του 2023 είναι απαραίτητη για την επίτευξη των στόχων του έργου.

Κεφάλαιο 3: Αξιολόγηση υφιστάμενης κατάστασης του έργου

3.1 Γενικά στοιχεία επιθεώρησης

Το κτήριο το οποίο μελετάμε είναι το 7^ο 12/θέσιο Δημοτικό Σχολείο Χίου-ΓΙΩΡΓΗΣ ΚΡΟΚΟΣ το οποίο βρίσκεται στον Άγιο Θωμά στην οδό Γλύπη 24, Χίος Τ.Κ.82131.



Εικόνα 1: 7^ο ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΧΙΟΥ, www.7dimchiou.gr

Η μελέτη μας αφορά το παλαιό διδακτήριο το οποίο έχει κατασκευαστεί το 1936. Πρόκειται για κτήριο το οποίο αποτελείται από το ισόγειο και άλλους 2 ορόφους. Τον Ιούνιο του 2011 εντάχθηκε το συγκεκριμένο κτήριο σε πρόγραμμα ΕΣΠΑ όπου ξεκίνησε η υλοποίηση Μελέτης Αντισεισμικής Θωράκισης. Το έργο αυτό υλοποιήθηκε τον Αύγουστο του 2012. Από την παρακάτω εικόνα η οποία προήλθε κατά την υλοποίηση της Αντισεισμικής Θωράκισης μπορούμε να καταλάβουμε τον τρόπο δόμησης των τοίχων καθώς και την απώλεια μόνωσης γεγονός που καθιστά την μελέτη του εν λόγω κτηρίου για ενεργειακή αναβάθμιση ακόμα πιο αναγκαία.



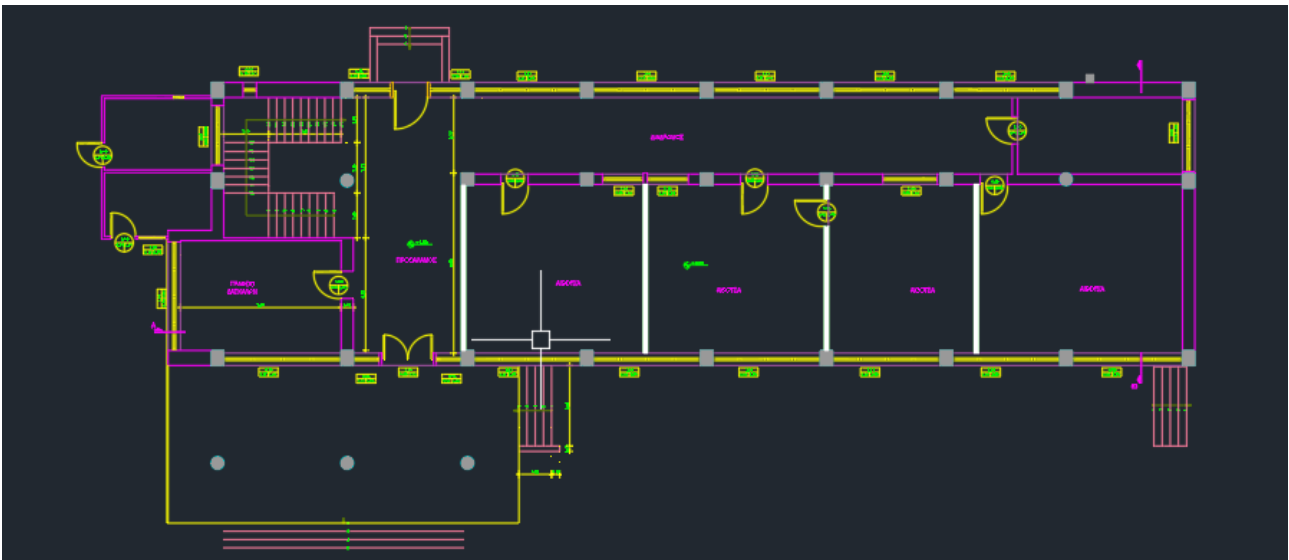
Εικόνα 2: ΔΙΑΝΟΙΞΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΩΣΤΕ ΝΑ ΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΤΕΙ Ο ΤΡΟΠΟΣ ΔΟΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ

3.2 Σχεδιασμός κτηρίου μελέτης

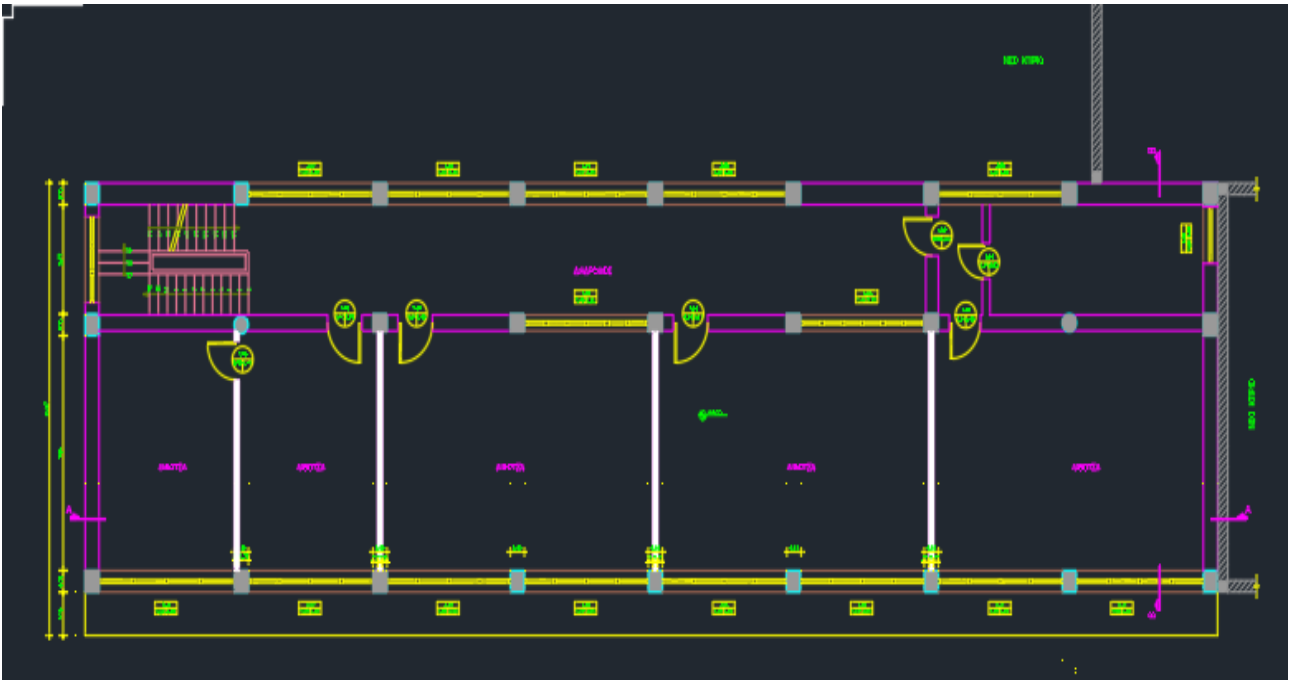
Για κάθε ενεργειακή επιθεώρηση πρέπει να οριστούν γενικά στοιχεία της επιθεώρησης καθώς και τα γενικά στοιχεία που αφορούν το κτήριο.

Αρχικά για να γίνει μια ενεργειακή επιθεώρηση χρειάζονται τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου το οποίο θέλουμε να επιθεωρήσουμε ή σκαρίφημα του κτηρίου το οποίο θα πρέπει να το ελέγξουμε ότι ισχύει. Παρακάτω φαίνονται οι κατόψεις του κτηρίου στο οποίο θα κάνουμε ενεργειακή επιθεώρηση.

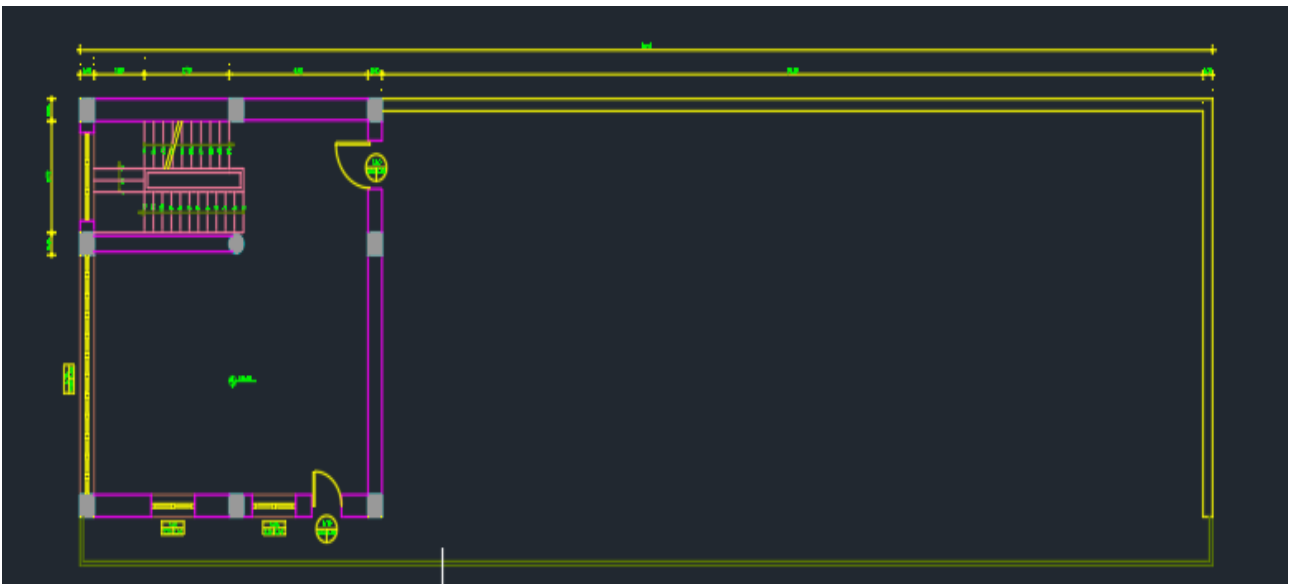
Κατόψεις:



Εικόνα 3: ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ 7^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD 2025



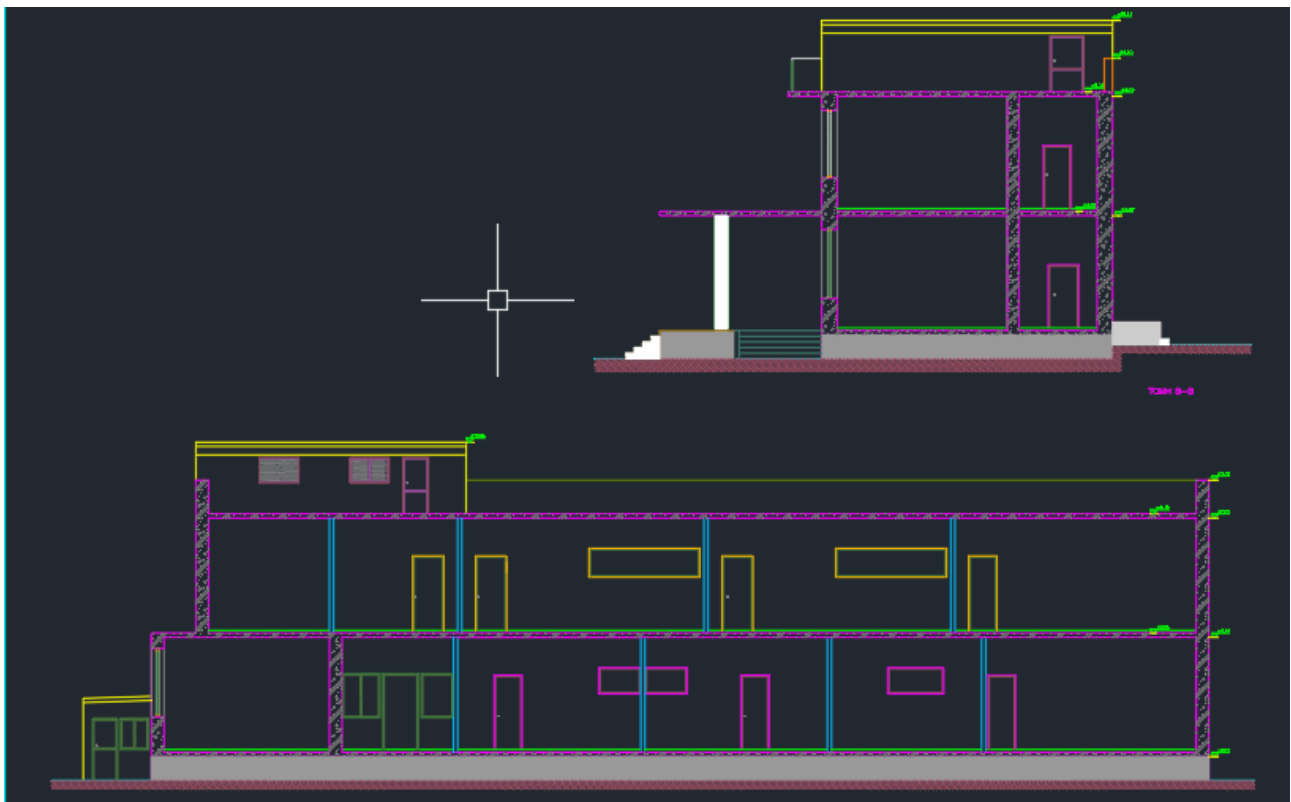
Εικόνα 4: ΚΑΤΩΨΗ 1^{ου} ΟΡΟΦΟΥ ΤΟΥ 7^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD 2025



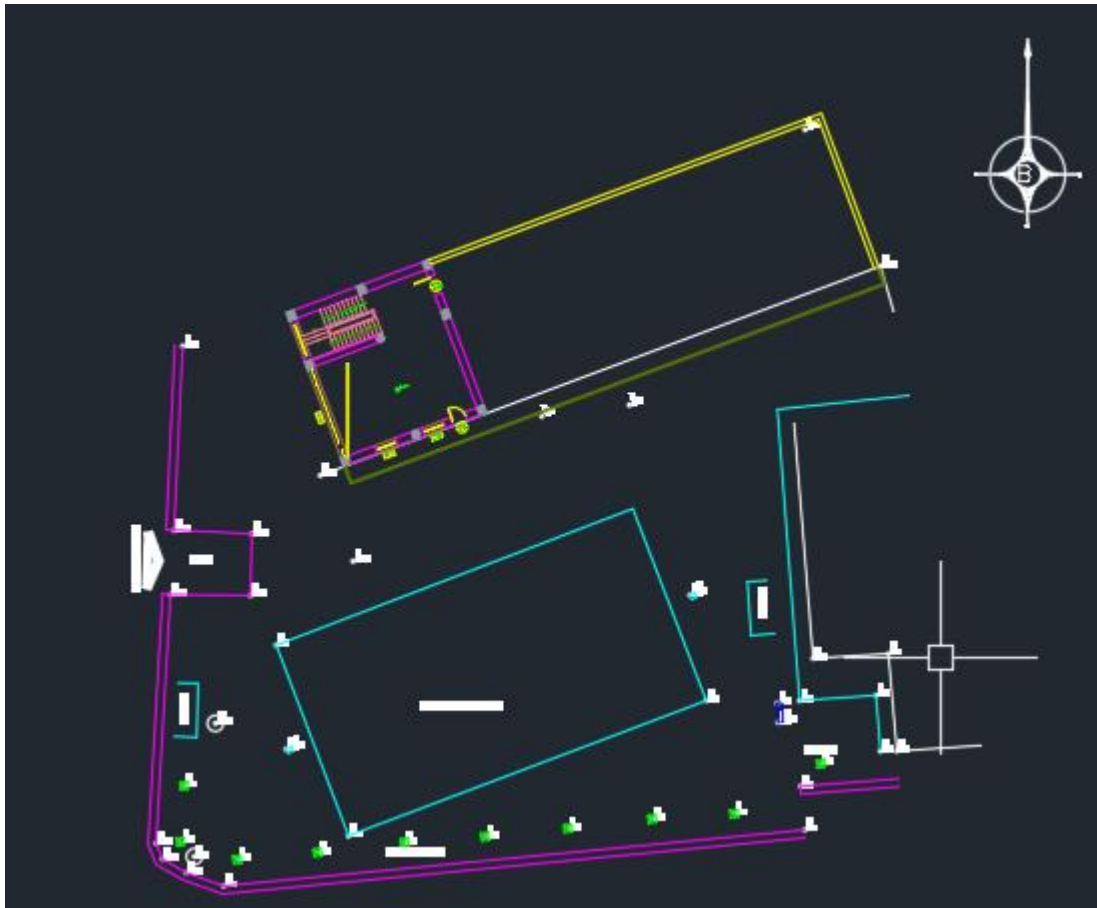
Εικόνα 5: ΚΑΤΩΨΗ 2^{ου} ΟΡΟΦΟΥ 7^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD 2025



Εικόνα 6: ΟΨΕΙΣ 7^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD 2025



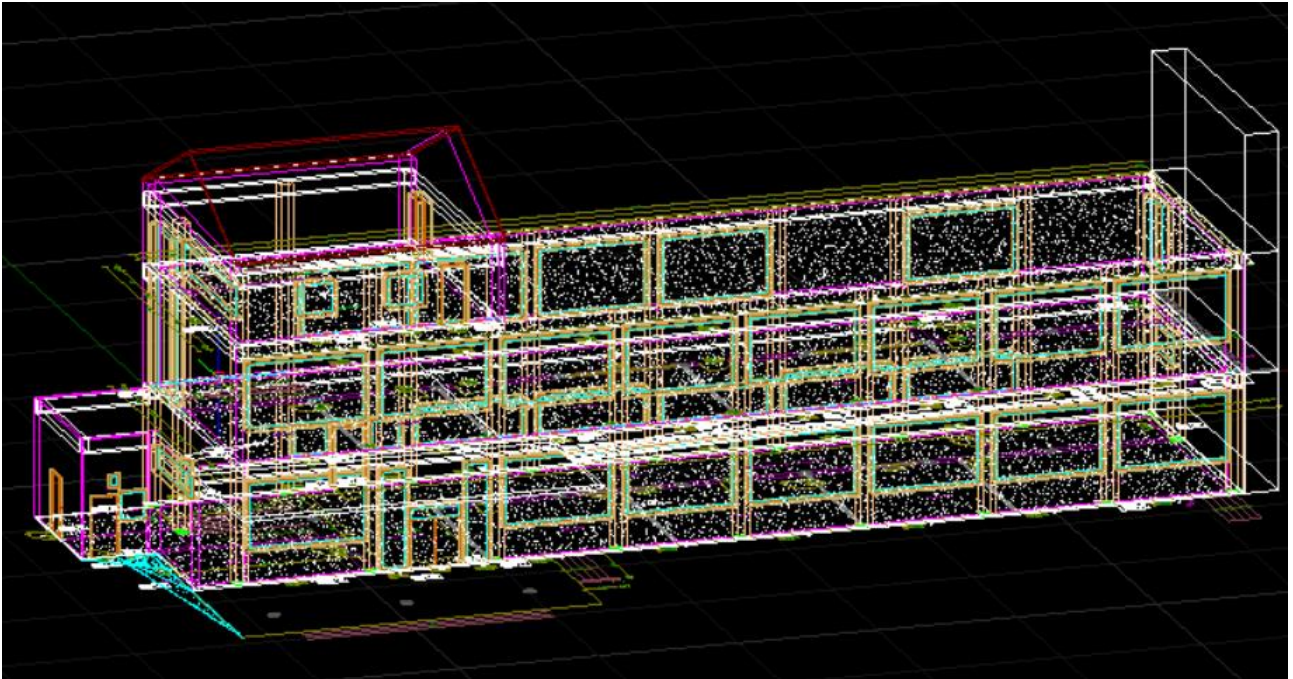
Εικόνα 7: ΤΟΜΕΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ 7^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD 2025



Εικόνα 8: ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΑΥΛΗΣ 7^{ου} ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD 2025

ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

Μέσω του GCAD 19 της 4m σχεδιάστηκε το κτηριακό κέλυφος και τοποθετήθηκαν οι σκιάσεις κάθετων και οριζόντιων προβολών και οι σκιάσεις από διπλανά κτήρια.



Εικόνα 9: ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ GCAD19 ΤΗΣ 4M

Μόλις ολοκληρωθεί ο σχεδιασμός του κτηρίου ανοίγουμε το φύλλο υπολογισμού μέσα στο οποίο θα γίνουν οι υπολογισμοί της υφιστάμενης κατάστασης και η ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου το οποίο μελετάμε. Πρώτα απ' όλα τοποθετούμε τις γενικές παραμέτρους της μελέτης. [6], [7]

Γενικά στοιχεία κτηρίου

Εικόνα 10: ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΓΕΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΗΡΙΟ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΣ 4M-KENAK

Για να μπορέσουμε να εκδώσουμε ένα πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ή για να γίνει μια ενεργειακή αναβάθμιση ενός υφιστάμενου κτηρίου θα πρέπει να καθοριστεί σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 13790 E2 (2009) η κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει.

Σύμφωνα με τον πίνακα 1.4 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 η Ελληνική επικράτεια χωρίζεται σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς. [8]

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), 19 Καβάλας, Εάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Τρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

Πίνακας 1: Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς.

Επιλέγουμε στο πρόγραμμα την κλιματική ζώνη Β επειδή το κτήριο μας βρίσκεται στον Νομό ΧΙΟΥ.

Το κτήριο ανήκει στη βασική κατηγορία κτηρίων και χαρακτηρίζεται ως κτήριο πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με ωράριο τυπικής λειτουργίας το οποίο ορίζεται από την τεχνική οδηγία της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 του πίνακα 2.1 και είναι 9 μήνες τον χρόνο λειτουργίας (Σεπτέμβριος – Μάιος) 5 ημέρες την εβδομάδα (Δευτέρα-Παρασκευή) και 8 ώρες λειτουργίας ημερησίως. [8]

Το κτήριο αποτελείται από 3 επίπεδα το ισόγειο και άλλους 2 ορόφους. Το ισόγειο έχει εμβαδόν 402,98m², ο πρώτος όροφος έχει εμβαδόν 374,46 m² και ο δεύτερος έχει εμβαδόν 99,86 m². Το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου είναι 877,3m² και έχει συνολική περίμετρο 100,5m. Το μέγιστο ύψος του κτηρίου είναι 11,05 m το ισόγειο και ο πρώτος όροφος έχουν ύψος 4,25m ενώ ο δεύτερος έχει ύψος 2,55m. Τέλος, το κτήριο αποτελείται μόνο από θερμαινόμενους χώρους διότι το λεβητοστάσιο βρίσκεται σε γειτονικό κτήριο. Έτσι, έχουμε μία ενιαία θερμική ζώνη, καθώς το σύστημα θέρμανσης και ψύξης στον χώρο του σχολείου είναι κοινό και δεν εναλλάσσεται από χώρο σε χώρο.

Η εσωτερική θερμοχωρητικότητα θερμικής ζώνης C_m (kJ/m²*K) υπολογίζεται με βάση τη θερμοχωρητικότητα και την επιφάνεια των δομικών στοιχείων που περικλείουν τη θερμική ζώνη και βρίσκονται σε άμεση επαφή με τον εσωτερικό αέρα της ζώνης. Σύμφωνα με τον πίνακα 3.14 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 που επισυνάπτεται παρακάτω, ως ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m² για το κτήριο το οποίο μελετάμε εντάσσεται στην κατηγορία 5. Συγκεκριμένα, έχουμε φέρων οργανισμό από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους με τιμή 280 (kJ/m²*K). Το κτήριο μας μπορεί να ενταχθεί σε αυτή την κατηγορία αφού γνωρίζουμε ότι υπάρχει έλλειψη θερμομονωτικής προστασίας. [8]

Πίνακας 3.14 Ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m² δαπέδου.

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m ² *K)
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165

4	Φέρων οργανισμός με κατακόρυφα στοιχεία λιθοδομών ή πλινθοδομών με συμπαγείς οπτόπλινθους ή ωμόπλινθους και οριζόντια στοιχεία από ξύλο.	230
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	280
6	Φέρων οργανισμός με κατακόρυφα στοιχεία λιθοδομών ή πλινθοδομών με συμπαγείς οπτόπλινθους ή ωμόπλινθους και οριζόντια στοιχεία από σκυρόδεμα.	300

Πίνακας 2: Ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m² δαπέδου

3.3 Απώλειες κελύφους

Μόλις συμπληρωθεί η γενική καρτέλα των γενικών στοιχείων του κτηρίου θα πρέπει να ορίσουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε στοιχείου του κτηρίου μας. Το κτηριακό κέλυφος που μελετάμε είναι κατασκευασμένο πριν από το 1980, αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ανυπαρξία του κανονισμού. Για να μπορέσουμε να εκτιμήσουμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας θα ανατρέξουμε στους πίνακες 3.5 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και θα τοποθετήσουμε τους υπολογιζόμενους συντελεστές στο υπολογιστικό φύλλο για κάθε όροφο όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία η οποία αναφέρετε στο δώμα του τελευταίου ορόφου του κτηρίου μας. [8]

3.3.1 Τοιχοποιία και οπλισμένο σκυρόδεμα

Η τοιχοποιία μας είναι δρομική οπτοπλινθοδομή η οποία είναι επιχρισμένη και από τις δυο όψεις. Σύμφωνα με τον πίνακα 3.5α της εφαρμοζόμενης νομοθεσίας προκύπτει από την στήλη χωρίς θερμομονωτική προστασία σε 3,05 (W/m²*K).

Το οπλισμένο σκυρόδεμα το οποίο έχει η κατασκευή μας έχει πάχος μικρότερο από 80cm πιο συγκεκριμένα είναι στα 55cm και είναι επιχρισμένο και από τις δύο όψεις. Βρίσκεται σε επαφή με τον αέρα και δεν έχει και αυτό θερμομονωτική προστασία οπότε από τον ίδιο πίνακα προκύπτει ο συντελεστής 3,4 (W/m²*K).

3.3.2 Κουφώματα

Τα παράθυρα τα οποία είναι τοποθετημένα είναι διπλού διακένου 12mm συνθετικό πλαίσιο με ποσοστό πλαισίου 30%. Σύμφωνα με τον πίνακα 3.13α(παράθυρα χωρίς εξωτερικά προστατευτικά φύλλα) έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας 2,9 (W/m²*K).

Οι πόρτες αποτελούνται από συνθετικό πλαίσιο χωρίς υαλοπίνακες και βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Σύμφωνα με τον πίνακα 3.13α έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας 3,5 (W/m²*K).

3.3.3 Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία

Δάπεδο

Ο τύπος του δαπέδου είναι δάπεδο παντός τύπου επί εδάφους σύμφωνα με τον πίνακα 3.5β και έχει συντελεστή θερμοπερατότητας $3,1 (W/m^2 \cdot K)$.

Οροφές

Το κτήριο μας αποτελείται από δύο οροφές: Η οροφή η οποία βρίσκεται στον 2^ο όροφο είναι συμβατικού τύπου δώματος και σύμφωνα με τον πίνακα 3.5β έχει συντελεστή $3,05 (W/m^2 \cdot K)$. Ενώ το δώμα του 3^{ου} ορόφου είναι κατασκευασμένο με κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος με συντελεστή θερμοπερατότητας $4,7 (W/m^2 \cdot K)$.

Κτίριο υπο μελέτη	Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμ. (°)	Προσανατολισμ.	Γωνιά (γων. χώρος)	Αφαιρούμενη	Συντελεστής U (W/m ² K)	Υπολογιζόμενος Συντελεστής U (W/m ² K)	Μήκος (m)	Ύψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφαιρ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)
Ζώνη 1	T10	199	N	ΕΠ		3.05	3.050	10.35	2.55	26.39	1	26.39	14.93	11.46
1 ισόγειο	A24	199	N	ΕΠ	A	3.361	3.361	2.18	1.20	2.62	1	2.62		2.62
2 πρώτος όροφος	A25	199	N	ΕΠ	A	3.354	3.354	5.95	1.20	7.14	1	7.14		7.14
3 οροφή	T11	199	N	ΕΠ	A	3.4	3.400	10.35	0.50	5.18	1	5.18		5.18
	T10	109	A	ΕΠ		3.05	3.050	9.65	2.55	24.61	1	24.61	10.39	14.22
	A26	109	A	ΕΠ	A	3.367	3.367	1.40	1.20	1.68	1	1.68		1.68
	A26	109	A	ΕΠ	A	3.367	3.367	1.40	1.20	1.68	1	1.68		1.68
	A13	109	A	ΕΠ	A	3.50	3.500	1.00	2.20	2.20	1	2.20		2.20
	T11	109	A	ΕΠ	A	3.4	3.400	9.65	0.50	4.82	1	4.82		4.82
	T10	19	B	ΕΠ		3.05	3.050	10.35	2.55	26.39	1	26.39	7.58	18.81
	A27	19	B	ΕΠ	A	3.50	3.500	1.20	2.00	2.40	1	2.40		2.40
	T11	19	B	ΕΠ	A	3.4	3.400	10.35	0.50	5.18	1	5.18		5.18
	T10	289	Δ	ΕΠ		3.05	3.050	9.65	2.55	24.61	1	24.61	4.82	19.79
	T11	289	Δ	ΕΠ	A	3.4	3.400	9.65	0.50	4.82	1	4.82		4.82
	O4	O	O	ΕΠ		4.7	4.700	1.00	99.86	99.86	1	99.86		99.86

Εικόνα 11: ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ 4M-KENAK

Μόλις συμπληρωθούν και τα τρία υπολογιστικά φύλλα που αφορούν το κτηριακό κέλυφος του κτηρίου θα μεταβούμε στις γενικές πληροφορίες της ζώνης στις οποίες συμπληρώνουμε:

- Εμβαδόν ζώνης $877,296m^2$
- Μέσο ύψος θερμαινόμενων ορόφων $4,06m$
- Κατηγορία διάταξης ελέγχων κατηγορία Γ
- Τύπος κατασκευής, φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.

3.4 Φωτισμός

Η εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού, δίνεται από τον τύπο:

$$P_{\text{φωτ}} = A * P_{\text{PEAEA}}$$

A: Είναι το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου. Βρέθηκε ότι είναι 877,296m².

PEAEA: Είναι η ισχύς για ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και μέσω του Πίνακα 2.4α του Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, βρέθηκε ότι είναι 8,4 W/m².

Τελικά, προκύπτει ότι: P_{φωτ} =7.368,48kW.

Γενικά		Στοιχεία Θερμικής Ζώνης	
Θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση (°C)		20	
Θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη (°C)		26	
Εμβαδόν ζώνης (m ²)		877.296	
Λόγος μήκους/πλάτους ζώνης		1	
Ύψος επιπέδου ζώνης (m)		4.06	
Επιθυμητός όγκος (m ³)		0.000	
Υπολογιζόμενος όγκος (m ³)		3561.823	
Επιθυμητή συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (m ²)		0.00	
Υπολογιζόμενη συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (m ²)		1701	
Συνολική επιφάνεια κτιρίου (m ²)		877.2	
Επιθυμητός όγκος νωπού αέρα κτιρίου (m ³ h)		0.00	
Υπολογιζόμενος όγκος νωπού αέρα κτιρίου (m ³ h)		9649	
Κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS) συστ. θέρμανσης/αερισμού κτλ (m)		Γ	
Υπολογιζόμενη κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS) συστ. θέρμανσης/αερισμού		Δ	
Κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS) συστ. ψύξης		Δ	
Υπολογιζόμενη κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS) συστ. ψύξης		Δ	
Αερισμός		Είναι συμπληρωμένο	
Τύπος κατασκευής		Φέρων οργ. από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους	
Επιθυμητή ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/(m ² K))		0	
Υπολογιζόμενη ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/(m ² K))		280	
Φωτισμός			

Εικόνα 12: ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΣ 4M-KENAK

Φωτισμός	
Χρήση	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης
Φωτεινή θραυστικότητα λαμπτήρα (lm/W)	0.00
Ζώνες τεχνητού φωτισμού	300.0
Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (W)	7368.48
Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m ²)	8.40
Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού	Χαρακίνητος έλεγχος φωτισμού
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	Χαρακίνητος διακόπτης (αφή/σβέσης)
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας φωτιστικών	ΟΧΙ
Φωτισμός ασφαλείας	
Εφεδρικό σύστημα	ΟΧΙ
Εγκαταστημένη ισχύς (kW)	7.3685
Εγκαταστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW)	0.00
Εγκαταστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW)	0.00
Εγκαταστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW)	0.00
Επιθυμητή περιοχή Φωσικού Φωτισμού (%)	0
Περιοχή Φωσικού Φωτισμού (%)	100
Κόστος (€)	0.00

Εικόνα 13: ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΣ 4M-KENAK

3.5 Συστήματα θέρμανσης

Τέλος πρέπει να τοποθετηθούν και τα υφιστάμενα συστήματα θέρμανσης-ψύξης αφού στην προκειμένη περίπτωση έχουμε μόνο σύστημα θέρμανσης. Για το υπάρχων σύστημα θέρμανσης χρησιμοποιείται ένας λέβητας 300kW.

Στο υπάρχων σύστημα θέρμανσης χρησιμοποιείται ένας λέβητας 300kW για τον οποίο πρέπει να ελεγχθεί αν υπάρχει υπερδιαστασιολόγηση της μονάδας λέβητα-καυστήρα ώστε να βρεθεί ο πραγματικός βαθμός απόδοσής του.

Στις περιπτώσεις όπου οι μονάδες δεν τηρούν τον κανονισμό οικολογικού σχεδιασμού 811/2013 της ΕΕ, ο πραγματικός βαθμός απόδοσης προσδιορίζεται από ανάλυση καυσαερίων. Οι μέγιστες τιμές του πραγματικού βαθμού δίνονται από τον πίνακα 4.2β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και επειδή ο τύπος του λέβητα που διαθέτουμε είναι συνήθης λέβητας, δηλαδή λέβητας για τον οποίο η μέση θερμοκρασία λειτουργίας μπορεί να περιοριστεί ως εκ του σχεδιασμού του έχει βαθμό απόδοσης $n_{gm}=0,8$. [8]

Ο εποχιακός βαθμός δίνεται από την σχέση

$$n_{sk\theta} = n_{gm} * n_{g0}$$

όπου n_{g0} : συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό βαθμό απόδοσης πίνακας 4.2γ προκύπτει η τιμή $n_{g0}=0,91$

$$n_{sk\theta} = 0,728$$

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

$$n_{gen} = n_{sk\theta} * n_{g1} * n_{g2}$$

όπου n_{g1} : συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης (πίνακας 4.3) προκύπτει $n_{g1}=0,97$

n_{g2} : συντελεστής μόνωσης ο οποίος υπολογίζεται από την σχέση:

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

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

Έλεγχος υπερδιαστασιολόγησης λέβητα

Ο έλεγχος υπερδιαστασιολόγησης, δίνεται από τον τύπο:

$$P_{gen} = [A * U_m * 1.5 + V/3] * \Delta T$$

Όπου:

P_{gen} : η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτηρίου,

A: η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους που εκτίθενται στον εξωτερικό αέρα ή βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος ή γειτονικά κτήρια, βρέθηκε ότι είναι: **1.710,559m²**

U_m: ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A. Στην περίπτωση μας είναι ίσος με **3,5W/m²*K** αφού το κτήριο μας είναι κτισμένο πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (πριν το 1980),

V: Είναι η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στον θερμαινόμενο χώρο και μέσω του του Πίνακα 2.3 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, βρέθηκε ότι είναι 11. Για τον υπολογισμό του P_{gen}, θα χρειαστεί να πολλαπλασιάσουμε τον δείκτη V, με το συνολικό εμβαδόν των θερμαινόμενων χώρων, το οποίο βρέθηκε ότι είναι 877,296 m². Άρα το **v=9.650,256**.

ΔT: η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος και είναι ίση με **20°C** επειδή βρισκόμαστε στην κλιματική ζώνη Β.

Τελικά προκύπτει ότι: **P_{gen}=243,943kW**.

Είδος	Πραγματική ισχύς (KW)	Τύπος λέβητα (μόνο για	Τύπος Α.Θ. (μόνο για	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο	Ενεργειακή σήμανση (ΕΣ) λέβητα/Α.Θ.	Καύσιμο	Ισχύς μελέτης (KW)	Υπολογιζόμενη ισχύς (KW)	Β. Απόδοσης nsΑΘ-Λεβ. με Επιστημονικός βαθμός απόδοσης	Υπολογιζόμενο βαθμός απόδοσης nsKΘ=ngm x η	Υπολογιζόμενο βαθμός υπερδυσασιασ η	Σ μ η	
1 2	Λέβητας	300.00	Συνήθης	Χωρίς Α.Θ.	Καλή	Οχι	Πετρέλαιο 66300.00	300.00	0.800		0.728	1.000	1.

Εικόνα 14: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΛΕΒΗΤΑ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ 4M-KENAK

Εφόσον έχουμε συμπληρώσει όλα τα στοιχεία του κτηρίου (ζώνες-συστήματα) μπορούμε να δούμε την κατάταξη του κτηρίου μέσω του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ).

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου:		Αρ. ασφαλείας:	
Ημερομηνία έκδοσης:		Ημερομηνία Ισχύος:	

Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:		
Χρήση:	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης	
Κλιματική Ζώνη:	B	
Συνολική επιφάνεια:	877.296	
Ωφέλιμη επιφάνεια:	877.296	

Ενεργειακή κατηγορία:	Υφιστάμενη	Δυνητική
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:		
EP≤0,33 R _R A+		
0,33 R _R <EP≤0,5 R _R A		
0,50 R _R <EP≤0,75 R _R B+		
0,75 R _R <EP≤1,00 R _R B		
1,00 R _R <EP≤1,41 R _R Γ		
1,41 R _R <EP≤1,82 R _R Δ	Δ	
1,82 R _R <EP≤2,27 R _R E		
2,27 R _R <EP≤2,73 R _R Z		
2,73 R _R <EP H		

*Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με την (1η) σύσταση

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας	
Κτηρίου Αναφοράς [Kwh/m ²]	94.55
Επιθεωρούμενου κτηρίου [Kwh/m ²]	154.71

Πραγματική Ετήσια κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτιρίου	
Ηλεκτρικής ενέργειας [Kwh/m ²]:	
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [Kwh/m ²]:	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [Kwh/m ²]:	

Ετήσιες εκπομπές CO ₂ Επιθεωρούμενου Κτιρίου	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [Kg/m ²]	45.17
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [Kg/m ²]	
Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>
Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

Εικόνα 15: ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΕΛΙΔΑ 1

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου	Αρ. Ασφαλείας
-----------------	---------------

Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m ²]				
	Θέρμανση	Ψύξη	ΖΝΧ	Φωτισμός
Κτήριο αναφοράς				
Επιθεωρούμενο κτήριο				

Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ενέργειας ανά Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²]						
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ΖΝΧ	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική						28,56
Πετρέλαιο						71,44
Φυσικό Αέριο						0,00
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα						
Ηλιακή						0,00
Βιομάζα						
Γεωθερμία						
Άλλη ΑΠΕ						
Σύνολο						

Στοιχεία προέρχουν από το ΠΕΑ που ως
*Αποδοτικότητα των συστημάτων απόδοσης ενέργειας (θερμότητας, ψύξης) βάσει της μελέτης που σε αποτελεί κτηρίου
*Αποδοτικότητα των συστημάτων απόδοσης ενέργειας και ψύξης που προέρχονται από μελέτη της ενεργειακής απόδοσης

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

1. σενάριο							
2.							
3.							
Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής [έτη]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ [kg/m ²]	Ενεργειακή κατηγορία
		[kWh/m ²]	[%]	[€/kWh]			
1.							-
2.							
3.							

Όνοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή	Σφραγίδα
Α.Μ. Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Υπογραφή

Οι υποδείξεις είναι ενημερωτικές και αφορούν μόνο το κτήριο. Η ενεργειακή απόδοση των συστημάτων Η εξοικονόμηση ενέργειας και των μονάδων αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και το ποσό των εξοικονομηθέντων. Όραση για την επίσημη μείωση εκπομπών CO₂ και την ενεργειακή απόδοσή τους.

Εικόνα 16: ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΣΕΛΙΔΑ 2

Κεφάλαιο 4: Προτεινόμενες επεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας

Έπειτα από την ολοκλήρωση της ενεργειακής επιθεώρησης χρειάζεται να προτείνουμε μια σειρά από επεμβάσεις τόσο στο κέλυφος του εξεταζόμενου κτηρίου, όσο και στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που διαθέτει. Στόχος των επεμβάσεων είναι να μειωθεί η συνολική ενεργειακή κατανάλωση και να επιτευχθεί οικονομική εξοικονόμηση και παράλληλα προστασία του περιβάλλοντος.

Υπάρχουν πολλών ειδών επεμβάσεων που μπορούν να εφαρμοστούν σε μια υφιστάμενη κτηριακή εγκατάσταση. Κάθε επέμβαση θα πρέπει να αξιολογείται πριν την εφαρμογή της, για να μπορέσουμε να πετύχουμε την μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας έχοντας ταυτόχρονα και ως γνώμονα το χαμηλότερο δυνατόν κόστος υλοποίησης. [\[9\]](#)

Οι προτεινόμενες συστάσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δυο κατηγορίες:

- Επεμβάσεις στο κέλυφος
- Επεμβάσεις στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

4.1 Επεμβάσεις στο κέλυφος

Το κτήριο το οποίο μελετάμε προορίζεται για ολική ανακατασκευή με σκοπό την αναβάθμισή του σε σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Η προσθήκη θερμομονωτικής προστασίας είναι η πρώτη επέμβαση η οποία εξετάζεται σε παλαιά κτήρια τα οποία προορίζονται για ριζική ανακατασκευή.

4.1.1 Μόνωση τοιχοποιίας

Η βελτίωση της μόνωσης της τοιχοποιίας μπορεί να επιτευχθεί με πολλούς τρόπους, οι πιο διαδεδομένοι όμως είναι:

1. Τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης από την εξωτερική πλευρά της τοιχοποιίας
2. Τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης από την εσωτερική πλευρά της τοιχοποιίας

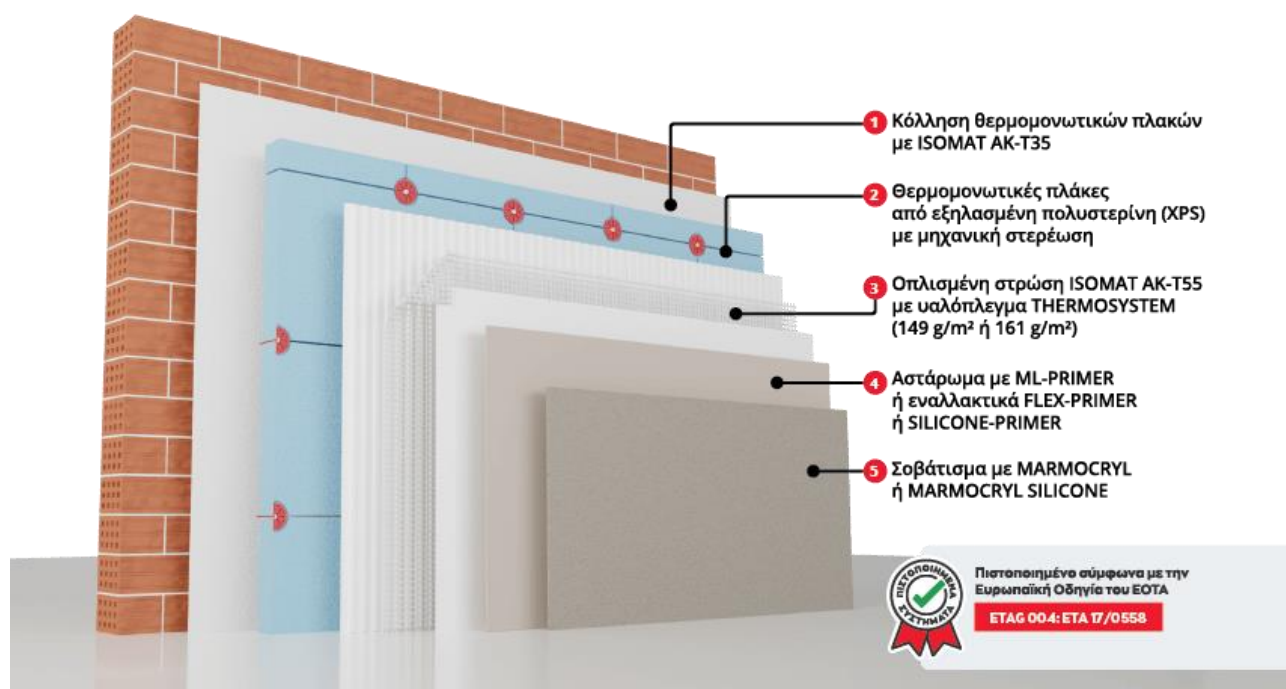
Όταν το κτήριο δεν είναι θεωρείται διατηρητέο υπάρχει δυνατότητα εφαρμογής της εξωτερικής θερμομονωτικής στρώσης η οποία είναι προτιμότερη διότι περιορίζει τις θερμογέφυρες στο ελάχιστο δυνατόν αφού μηδενίζει την πιθανότητα σχηματισμού συμπύκνωσης λόγω διάχυσης υδρατμών.

Η διαδικασία που ακολουθείται για την τοποθέτηση της εξωτερικής θερμοπροστασίας είναι η εξής:

Για θερμομονωτικές ιδιότητες χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο η εξηλασμένη πολυστερίνη και η διογκωμένη πολυστερίνη.

1. Εξηλασμένη πολυστερίνη

Η εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS- Extruded polystyrene) είναι ένα θερμομονωτικό υλικό το οποίο είναι ελαφρύ και έχει σαν βασικό συστατικό κατασκευής την πολυστερίνη. Το προϊόν παράγεται από την διαδικασία της εξέλασης και έχει την μορφή ενός ομοιογενούς προϊόντος κλειστής κυψελικής δομής. Μια πλάκα εξηλασμένης πολυστερίνης αποτελείται από τις κυψέλες των οποίων τα τοιχώματα έχουν ως υλικό εξηλασμένη πολυστερίνη και από τους χώρους που δημιουργούνται από τις κυψέλες που αποτελούνται από προωθητικό αέριο το οποίο ονομάζεται χλωροφθοράνθρακας HCFC 142b. Το συγκεκριμένο αέριο έχει χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας και λειτουργεί και ως επιβραδυντής σε περίπτωση πυρκαγιάς. [10]



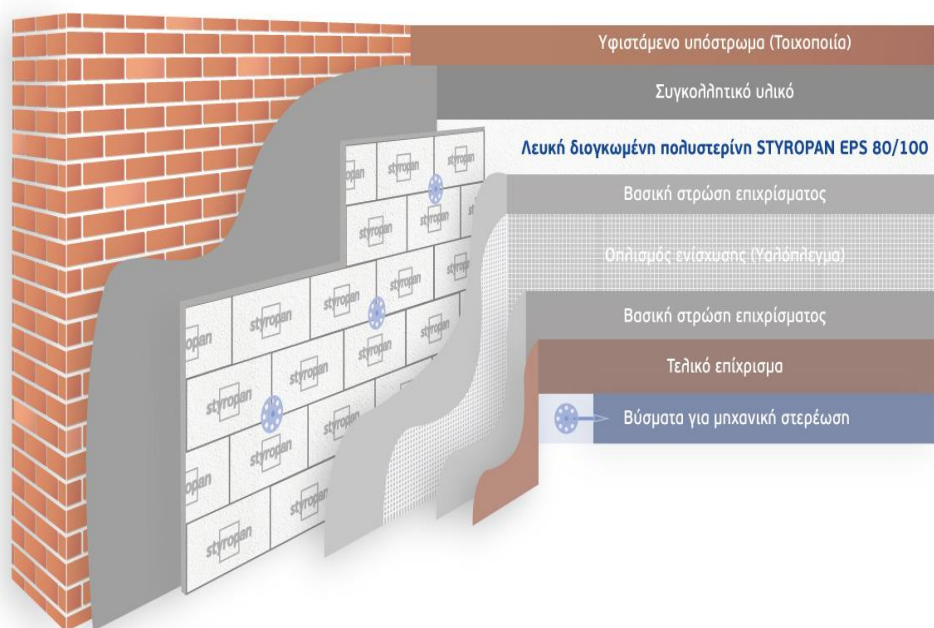
Εικόνα 17: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ, www.isomat.gr

2. Διογκωμένη πολυστερίνη

Η Διογκωμένη Πολυστερίνη, που διεθνώς ονομάζεται Expanded Polystyrene (EPS), αποτελείται από κόκκους πολυστυρόλιου οι οποίοι ενώνονται μεταξύ τους μέσα σε καλούπι υψηλής πίεσης ατμού. Όταν κατασκευάζεται η πολυστερίνη το υλικό περιέχει προωθητικό αέριο το πεντάνιο το οποίο φεύγει όταν δημιουργηθεί το τελικό προϊόν την θέση του το αντικαθιστά ο αέρας.

Η διογκωμένη πολυστερίνη γνωστό ως φελιζόλ, το οποίο προέρχεται από την 1^η εταιρία στην Ελλάδα που πουλούσε μονωτικά από φελλό. Κατασκευάζεται σε μεγάλα μπλοκ τα οποία κόβονται στις επιθυμητές διαστάσεις.

Πλέον όταν κατασκευάζεται η διογκωμένη πολυστερίνη γίνεται προσθήκη ανακλαστήρων/απορροφητών της υπέρυθρης ακτινοβολίας, το οποίο μειώνει ακόμα περισσότερο τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ. [11]



Εικόνα 18: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ, www.styropan.gr

4.1.2 Μόνωση οροφής-στέγης

Η οροφή αποτελεί και αυτή μια από τις σημαντικότερες επικαλύψεις ενός κτηρίου. Εξαιτίας των εξωτερικών συνθηκών που επικρατούν θα πρέπει να επιλέγεται και ο καταλληλότερος τρόπος θερμομονωτικής προστασίας.

Ο συνηθέστερος τρόπος μόνωσης μιας οροφής γίνεται με ορυκτοβάμβακες. Αποτελείται από ανόργανα ινώδη μονωτικά υλικά τα οποία είναι άκαυστα

και χαρακτηρίζονται με βάση την κατηγοριοποίηση της Euroclass ως άκαυστα κατηγορίας A1. Σε αυτά τα υλικά ανήκει ο πετροβάμβακας και ο υαλοβάμβακας που χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους μονώσεις. [12]

1. Πετροβάμβακας

Ο πετροβάμβακας είναι ένα άκαυστο υλικό το οποίο δεν προσβάλλεται από έντομα και τρωκτικά. Αντέχει σε υψηλότερες θερμοκρασίες από τον υαλοβάμβακα και αποτελείται από ίνες πυριτίου- αλουμινίου. Σύμφωνα με τις τιμές της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2022 [13] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (λ) κυμαίνεται από 0,033-0,041 W/(k*m). Κυκλοφορεί κυρίως στην μορφή παπλώματος με ενίσχυση από πλέγμα και με την μορφή πλακών. Τέλος είναι ένα υλικό το οποίο χαρακτηρίζεται ως μη καρκινογόνο για τον άνθρωπο. [14]



Εικόνα 19: ΕΙΔΗ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ, www.toumbelis.gr

2. Υαλοβάμβακας

Ο υαλοβάμβακας βρίσκεται σε μορφή ινών γυαλιού και χαρακτηρίζεται και αυτός ως άκαυστο υλικό. Τα συστατικά από τα οποία αποτελείται είναι το διοξείδιο του πυριτίου, από τον δολομίτη και την ανθρακική σόδα. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2022 [13] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του κυμαίνεται από 0,035-0,041 W/(k*m). Η τοποθέτηση του πρέπει να γίνεται μόνο με την χρήση γαντιών εξαιτίας των τριμμάτων ινών υάλου. [15]



Εικόνα 20: ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑ, www.stouraitis.gr

4.1.3 Αντικατάσταση κουφωμάτων-υαλοπίνακα

Τα κουφώματα και οι υαλοπίνακες αποτελούν ένα σημαντικό ποσοστό κάλυψης της εξωτερικής επιφάνειας ενός κτηρίου. Στις ενώσεις που υπάρχουν μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα παρατηρείται η δημιουργία θερμογέφυρων όπου και παρουσιάζονται απώλειες θερμότητας. Έτσι πρέπει να υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας με ακρίβεια διότι υπάρχει μεγάλη επίδραση στην ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτηρίου.

Η αντικατάσταση των κουφωμάτων θεωρείται αναγκαία ειδικά στις περιπτώσεις ριζικής ανακαίνισης. Με την αλλαγή τους μπορούν να εξοικονομηθούν μεγάλα ποσά απώλειας ενέργειας, διότι η μόνωση που διαθέτουν τα νέα διατηρούν σταθερή την θερμοκρασία του κτηρίου τον χειμώνα, αλλά δεν επιτρέπουν και την εξωτερικά υψηλή θερμοκρασία να περάσει μέσα το καλοκαίρι. [9]

1. Ξύλινα κουφώματα

Τα ξύλινα παράθυρα χρησιμοποιούνται κυρίως για αισθητικούς λόγους συνήθως σε ξενοδοχειακές εξοχικές κατοικίες. Παρουσιάζουν πλέον μια αρκετά καλή ενεργειακή απόδοση με τον κατάλληλο συνδυασμό υαλοπίνακα. Όμως εξαιτίας της συχνής συντήρησης που απαιτούν είναι ασύμφορη από οικονομική σκοπιά η εγκατάστασή τους.

2. PVC κουφώματα

Τα PVC κουφώματα (πολυβινιλοχλωρίδιο) είναι μια αρκετά καλή επιλογή λόγω της υψηλής θερμομόνωσης που διαθέτουν, πολλές φορές καλύτερη και από αυτή του αλουμινίου. Βέβαια το μοναδικό τους μειονέκτημα είναι η αντοχή τους στον χρόνο σε σχέση με τα κουφώματα αλουμινίου.

3. Κουφώματα αλουμινίου

Τα κουφώματα αλουμινίου πλέον στην χώρα μας αποτελούν το κυριότερο είδος κουφώματος που προτιμάτε από τους καταναλωτές. Είναι πιο ακριβά από τα PVC με αρκετά καλή θερμομονωτική ικανότητα και περισσότερη αντοχή στο πέρασμα του χρόνου, εξαιτίας της μη αλληλεπίδρασης τους με τις κλιματικές αλλαγές. Τέλος τα κουφώματα αλουμινίου παρουσιάζουν αντοχή στην ηλιακή ακτινοβολία και διάβρωση. [16]



Εικόνα 21:ΕΙΔΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ, www.4green.gr

Εκτός από την επιλογή κουφωμάτων θα πρέπει να επιλεγθεί το είδος του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί. Ο υαλοπίνακας αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό της επιφάνειας του παραθύρου. Ανάλογα με τον τύπο του υαλοπίνακα που θα διαλέξουμε παρουσιάζετε μεγάλη διαφορά στην απόδοση του παραθύρου που θα προκύψει. Τέλος κατά την επιλογή του υαλοπίνακα μπορεί να τοποθετηθεί στα διπλά και τριπλά ενεργειακά τζάμια ειδικό αέριο το οποίο αυξάνει την θερμομόνωση του παραθύρου. [17]



Εικόνα 22: ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ, www.fenestral.gr

4.2 Αναβάθμιση Η/Μ εξοπλισμού

Μόλις ολοκληρωθούν οι επεμβάσεις στο κέλυφος της εγκατάστασης σειρά έχει ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός της. Μέσω συντηρήσεων και αναβαθμίσεων του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού αυξάνεται ο βαθμός απόδοσής του με την δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας ανάλογα με τις επεμβάσεις που θα επιλεχθούν με στόχο την μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας και την γρηγορότερη απόσβεση της επένδυσης.

4.2.1 Καυστήρες-λέβητες

Για τους λέβητες και τους καυστήρες υπάρχουν δύο επιλογές:

- Συντήρηση του λέβητα-καυστήρα

Η συντήρηση ενός λέβητα αποτελεί μία ενέργεια αρκετά χαμηλού κόστους με την οποία μπορεί να επιτευχθεί μια μικρή εξοικονόμηση ενέργειας μιας και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης του καυστήρα μπορεί να μεγαλώσει ελάχιστα.

- Αντικατάσταση του λέβητα-καυστήρα

Η αλλαγή του παλαιού λέβητα-καυστήρα με έναν νέας τεχνολογίας θα πρέπει να γίνεται με σκοπό την υπερδιαστασιολόγηση στον λέβητα εφόσον απαιτείται. Η αλλαγή αυτή μπορεί να γίνει με έναν ίδιου τύπου λέβητα ή με λέβητα διαφορετικού καυσίμου. Ο νέος τύπου λέβητα πρέπει να είναι πιστοποιημένος και να φέρει το απαιτούμενο - απαραίτητο τεχνικό φυλλάδιο του κατασκευαστή.

4.2.2 Αντλίες Θερμότητας

Εκτός από τους καυστήρες και τους λέβητες υπάρχει η δυνατότητα αντικατάστασής τους από αντλίες θερμότητας ώστε να υπάρχει η δυνατότητα της παροχής θέρμανσης, ψύξης αλλά και παροχή ζεστού νερού χρήσης. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιοχές με κάθε είδους κλίμα χρησιμοποιώντας ηλεκτρική ενέργεια. Μέσω των κλιματιστικών αλλαγών παρέχεται ζεστός ή κρύος αέρας αξιοποιώντας τον αντίστροφο θερμοδυναμικό κύκλο.

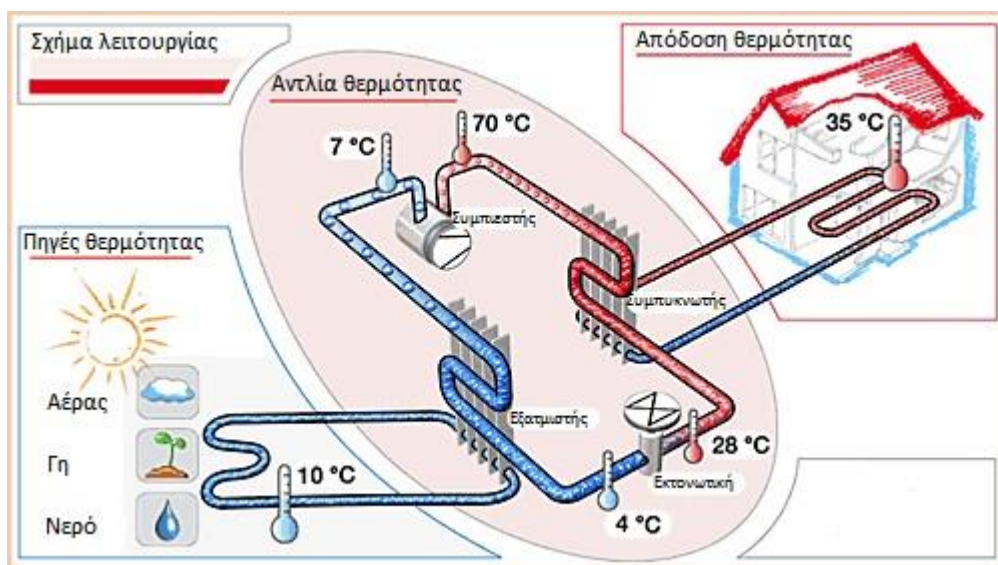
Κάθε αντλία θερμότητας έχει δύο τύπους απόδοσης τον COP (coefficient of performance) και τον EER (Energy Efficient Ratio).

Ο COP μας δείχνει την απόδοση λειτουργίας της αντλίας όταν παρέχει θέρμανση. Ο COP έχει τιμή μεγαλύτερη της μονάδας και όσο μεγαλύτερη τιμή έχει τόσο πιο καλή και η απόδοση της αντλίας.

Ο EER μας δείχνει την απόδοση λειτουργίας της αντλίας όταν παρέχει ψύξη. Όσο μεγαλύτερος είναι ο EER τόσο καλύτερη απόδοση ψύξης έχει η μονάδα και ο βαθμός απόδοσης μεγαλώνει όσο μικρότερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο εσωτερικό με το εξωτερικό περιβάλλον. [18]

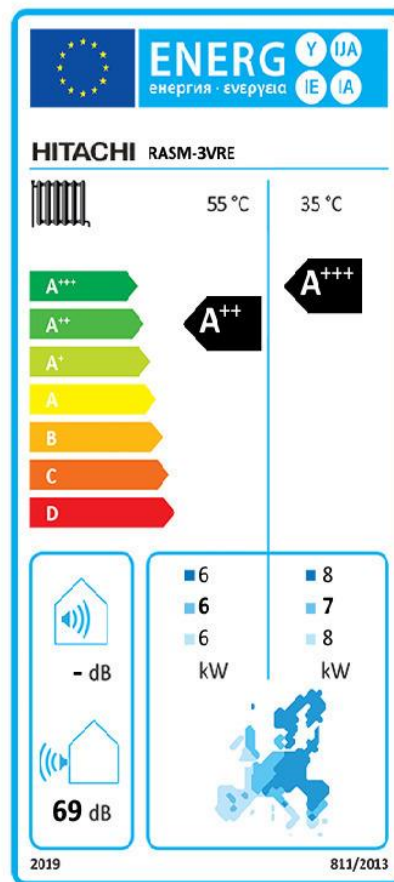
Οι αντλίες θερμότητας διαχωρίζονται σε είδη ανάλογα με τον τρόπο άντλησης της θερμότητας χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Αντληση από αέρα
- Αντληση από νερό
- Αντληση από το έδαφος
- Αντληση από ηλιακή ενέργεια



Εικόνα 23: ΣΧΗΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ, www.engineeringissues.wordpress.com

Όλες οι αντλίες θερμότητας πρέπει να συνοδεύονται από τα ενεργειακά πιστοποιητικά και CE τα οποία αποδεικνύουν ότι έχουν κατασκευαστεί με συγκεκριμένες διαδικασίες και προδιαγραφές σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά πρότυπα EN 14511 και EN 14825 παράλληλα θα πρέπει να συνοδεύονται και από τα τεχνικά φυλλάδια του κατασκευαστή.



Εικόνα 24: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ,
https://d.scdn.gr/images/sku_images/075938/75938349/20230512112416_a243fa7e.jpeg

4.2.3 Επεμβάσεις στον φωτισμό

Σε μια εποχή που υπάρχει ενεργειακή κρίση, σε κάθε κτηριακή υποδομή πρέπει να βρεθούν τρόποι εξοικονόμησης χρημάτων. Αντικαθιστώντας τους συμβατικούς λαμπτήρες και σωλήνες με αντίστοιχους LED μπορούν να εξοικονομηθούν αρκετά χρήματα με σχετικά μικρό κόστος επένδυσης και σε σύντομο χρονικό διάστημα απόσβεσης της αξίας των λαμπτήρων. [19]

Τα πλεονεκτήματα των λαμπτήρων LED είναι τα εξής:

- Χρησιμοποιούν έως και το 80% λιγότερη ενέργεια από τους συμβατικούς λαμπτήρες.
- Η διάρκεια ζωής των LED λαμπτήρων είναι πολύ μεγαλύτερη έναντι των συμβατικών.

- Παρέχουν μεγαλύτερη ασφάλεια εξαιτίας της λιγότερης εκπομπής θερμότητας όπου οι συμβατικοί λαμπτήρες εκλύουν έως και το 90% σε θερμική ενέργεια.



Εικόνα 25: ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΛΑΜΠΗΤΡΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ-ΚΟΣΤΟΣ-ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ, https://images.prismic.io/arcadia-marketing-site-2023/65b39f75615e73009ec3f56f_Bulb-Animation-Proof-1.png?auto=format,compress

4.2.4 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αποτελούν έναν από τους βασικότερους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας, διότι παράγουν ενέργεια χωρίς κόστος μειώνοντας τον λογαριασμό του ρεύματος, προστατεύοντας παράλληλα και το περιβάλλον.

Μια από τις βασικότερες κατηγορίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούνται από πάνελ τα οποία είναι κατάλληλα συνδεδεμένα μεταξύ τους σε σειρά ώστε να δημιουργηθεί μια ονομαστική τάση λειτουργίας του συστήματος για να εξασφαλιστεί η αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος. Έπειτα χρησιμοποιείται ένας μετατροπέας τάσεως dc (12v/24v/48v) inverter για μετασχηματισμό της τάσης της συστοιχίας στα 220V AC. [20]

Τα συνηθέστερα Φ/Β πλαίσια είναι τα μονοκρυσταλλικά (mono-si) και τα πολυκρυσταλλικά (poly-si). Η διαδικασία παραγωγής των μονοκρυσταλλικών είναι πιο περίπλοκη από τα πολυκρυσταλλικά αλλά έχουν μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης.

Ο βαθμός απόδοσης μπορεί να εκφραστεί ως η διαδικασία της μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω φωτοβολταϊκών στοιχείων. Στα Φ/Β συστήματα ένας τυπικός βαθμός απόδοσης κυμαίνεται

από 13-19%. Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος μειώνεται σταδιακά εξαιτίας της φθοράς των πλαισίων αλλά και των υπόλοιπων στοιχείων.

Γενικά η Ευρωπαϊκή Ένωση προωθεί την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας, διότι η ηλιακή ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας η οποία δεν πρόκειται να εξαντληθεί όσο υπάρχει ο ήλιος. Έτσι δημιουργεί προγράμματα στα οποία μπορούν να ενταχθούν οι πολίτες κάθε χώρας αλλά και δημόσιοι φορείς ώστε να τοποθετηθούν Φ/Β συστήματα συνολικής ισχύος 10kWp. Μέσω του ενεργειακού συμψηφισμού ο κάτοχος του συστήματος δεν χρειάζεται να πληρώνει για το ρεύμα που καταναλώνει, διότι η ενέργεια που παράγει το Φ/Β σύστημα πωλείται στη ΔΕΗ και αφαιρείται από τον μηνιαίο λογαριασμό του ρεύματος. [21], [22], [23]



Εικόνα 26: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΜΨΗΦΙΣΜΟ, www.oleng.eu



Εικόνα 27: ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΕ ΣΤΕΓΗ, www.blog.leditnow.gr

Κεφάλαιο 5: Σχεδιασμός Ενεργειακής Αναβάθμισης

Από το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης βλέπουμε ότι το υφιστάμενο κτήριο χωρίς παρεμβάσεις βρίσκεται στην ενεργειακή κατηγορία Δ. Υπολογίστηκε η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι 154,81 kWh/m². Στόχος μας είναι το κτήριο να το κάνουμε nZEB (κτήριο σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης) μέσα από ορισμένες παρεμβάσεις στο κέλυφος του κτηρίου αλλά και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του ώστε η κατανάλωση πρωτογενούς ηλεκτρικής ενέργειας σχεδόν να μηδενιστεί.

5.1 Τεχνολογίες αναβάθμισης

5.1.1 Μόνωση τοιχοποιίας

Οι επεμβάσεις οι οποίες μπορούν να γίνουν στο κέλυφος ενός κτηρίου είναι η τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κτήριο και η αλλαγή των κουφωμάτων του.

Για το κέλυφος του κτηρίου επιλέχθηκε να τοποθετηθεί 10cm μόνωση εξηλεασμένης πολυστερίνης FIBRANxps ETICS GF η οποία έχει την δυνατότητα τοποθέτησής της σε εξωτερικούς τοίχους και κεραμίδια με συγκολλητικό κονίαμα. Από το τεχνικό φυλλάδιο του κατασκευαστή το $\lambda=0,034$. [24]

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Κωδικός σήμανσης:

XPS (Extruded Polystyrene) - EN 13164 – T3 – CS(10/Y)* – DS(70,90) – TR400 – WL(T)1,5 – MU50

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Σύμβολο EN 13164	Μονάδα μέτρησης	Τιμή	Πρότυπο EN
Επιφάνεια			Γκοφρέ	
Διαμόρφωση ακμών κατά μήκος/ κατά πλάτος			L (Γωνία) / L (Γωνία) ή I (Ισια) / I (Ισια)	
Διαστάσεις	-	mm	1000 x 600	EN 822
Ονομαστικό πάχος	d_N	mm	20 - 100	EN 823
Ανοχή πάχους	T	Class	T3 ($\pm 1 \text{ mm} < 50 \text{ mm}$ $\pm 1 \text{ mm} \geq 50 \text{ mm}$)	EN 13164
Δηλωμένος Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας στους 10 °C	λ_D	W/(m*K)	0,033 \leq 60mm 0,034 > 60mm	EN 13164 EN 12667
Αντοχή συμπίεσης πάχους κατά 10%	CS(10)	kPa	200 (20 mm) 300 ($\geq 30 \text{ mm}$)	EN 826
Προτεινόμενο μέγιστο φορτίο σχεδιασμού	-	kN/m ²	< 130	EN 13164
Διαστασιακή σταθερότητα σε συνθήκες θερμοκρασίας 70°C και σχετικής υγρασίας 90%	DS(70,90)	Vol. %	< 5	EN 1604
Μακροχρόνια απορρόφηση νερού με ολική εμβάπτιση	WL(T)	Vol. %	1,5	EN 12087
Απορρόφηση νερού με διάχυση υδρατμών	WD(V)	Vol. %	-	EN 12088
Συντελεστής διάχυσης υδρατμών, μ	MU	-	50	EN 12086
Αντοχή σε εφελκυσμό των δυο όψεων	TR	kPa	> 400	EN 1607
Θερμοκρασία λειτουργίας	-	°C	από -50 μέχρι +75	-
Κατηγορία συμπεριφοράς στη φωτιά	-	Class	E	EN 13501-1

Εικόνα 28: ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΘΗΚΕ ΝΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΘΕΙ, www.fibran.gr

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 ο συντελεστής θερμοπερατότητας των τοίχων είναι ίσος με 3,05W/m²*K. [8]

Δηλαδή ισχύει ότι,

$$U = \frac{1}{R_i + \sum R + R_a} = 3,05 \text{ W/m}^2 * \text{K}$$

Το $\sum R$ είναι το σύνολο των θερμικών αντιστάσεων του τοίχους.

$$\sum R = \frac{1}{U} - R_i - R_a = 0,158 (\text{m}^2 \text{K}) / \text{W}$$

Όπου $R_i = 0,13$ και $R_a = 0,04$ από Πίνακα 2β Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 [11]

$$U' = \frac{1}{R_i + \sum R' + R_a} = 3,05 \text{ W/m}^2 * \text{K}$$

Με

$$\sum R' = \sum R + \frac{d}{\lambda} = 0,158 + \frac{0,1}{0,034} = 3,099 (\text{m}^2\text{K})/\text{W}$$

Άρα ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας έπειτα από την προσθήκη μόνωσης θα είναι $\text{Υτοιχων}' = \frac{1}{R_i + \sum R' + R_a} = \frac{1}{0,13 + 3,099 + 0,4} = 0,276 \text{ W/m}^2 * \text{K}$

Ομοίως και για τον συντελεστή του οπλισμένου σκυροδέματος $U = 0,312 \text{ w/m}^2\text{k}$.

Με τους ίδιους τύπους θα υπολογιστούν και οι μονώσεις για την στέγη με την μόνη αλλαγή στους συντελεστές $R_i = 0,1$ και $R_a = 0,04$ από Πίνακα 2β Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017

Προκύπτει ότι $\text{Υοροφής}' = 0,306 \text{ W/m}^2 * \text{K}$ και της στέγης με κεραμοσκεπή $\text{Υκεραμοσκεπής}' = 0,317 \text{ W/m}^2 * \text{K}$.

5.1.2 Μόνωση δαπέδου

Για την μόνωση του δαπέδου του ισογείου χρησιμοποιήθηκε το Durosol Δαπέδων το οποίο είναι μονωτικό 3ης γενιάς φέρει σήμανση πιστοποίησης CE σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα. Από το τεχνικό φυλλάδιο του κατασκευαστή το $\lambda = 0,033$ και από τον πίνακα Πίνακα 2β Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 οι συντελεστές $R_i = 0,17$ και $R_a = 0$. [11]

Άρα το νέο υπολογισμένο από τους παραπάνω τύπους $U_{\text{δαπέδου}} = 0,295 \text{ w/m}^2\text{k}$. [25], [26]

5.1.3 Κουφώματα

Η επόμενη επένδυση που θα κάνουμε πάνω στο κτήριο είναι πάνω στα κουφώματά του. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας σε ένα κούφωμα μας δείχνει πόσο θερμομονωτικό είναι ένα κούφωμα, δηλαδή το ποσό της ενέργειας που διέρχεται από ένα υλικό ανά μονάδα χρόνου, εμβαδού και διαφορά θερμοκρασίας.

Για να πετύχουμε έναν καλύτερο συντελεστή θα πρέπει να προσέξουμε:

- Να επιλέξουμε κουφώματα με όσο το δυνατόν μικρότερο πλαίσιο διότι οι υαλοπίνακες έχουν καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας άρα ο συντελεστής κουφώματος θα είναι μικρότερος.


- Θα πρέπει να έχουμε ακριβή διάσταση και μέτρα κατασκευής γιατί μια μικρή απόκλιση αλλάζει τον συντελεστή θερμοπερατότητας κατά πολύ.

Το πλαίσιο το οποίο επιλέξαμε είναι το EOS 60 ADVANCED με θερμοδιακόπτη ανοιγόμενο και έχει συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=2,6W/m^2k$. [27], [28]

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		TECHNICAL CHARACTERISTICS
Κράμα αλουμινίου:	EN AW 6060 T6	Aluminium alloy
Σκληρότητα:	12 Webster	Hardness
Ελάχιστο πάχος βαφής:	75μm	Minimum coating thickness
Πάχος των προφίλ:	1,3-2mm	Profile thickness
Ανοχές διαστάσεων σύμφωνα με:	EN 12020-02	Tolerance according to
Διαστάσεις κάσας:	60mm x 53mm	Dimensions of frame
Διαστάσεις φύλλου τζαμιού:	68mm x 75mm	Dimensions of glass sash
Πάχος υάλωσης φύλλου τζαμιού:	16-52mm	Glazing thickness
Πλάτος πολυαμιδίων:	16-24mm	Polyamide width
Συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου:	$U_f=1,8-2,6W/m^2K$	Thermal coefficient of frame
Μέγιστες διαστάσεις φύλλου (ΠxΥ):	1,0m x 2,3m	Maximum sash dimensions (WxH)
Μέγιστο βάρος φύλλου:	150Kgr	Maximum sash weight

Εικόνα 29: ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ, www.fibran.gr

Ο υαλοπίνακας ο οποίος επιλέχθηκε είναι ο 4EVO/16Ar/4/16Ar/4XN είναι 4^{ων} εποχών τριπλό ενεργειακό τζάμι και το κενό γεμίζεται με argon με συντελεστή διαπερατότητας $0,5W/m^2k$. [29], [30]

	THERMAL TRANSMISSION EN673-2011
U_g	0.5 W/(m ² .K)
Angle relative to the vertical	0°

Εικόνα 30: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΩΤΗΤΑΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ, www.rolloplast.gr

5.1.4 Πόρτες

Για τις πόρτες επιλέχθηκε θερμομονωτικό σύστημα πορτών εισόδου SUPREME SD95 από την εταιρία Alumil με συντελεστή διαπερατότητας $2,1W/m^2k$. [31]

ΒΑΘΟΣ ΚΑΣΑΣ 95 mm	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΩΣΗΣ Διπλή - Τριπλή	ΜΕΓΙΣΤΟ ΠΑΧΟΣ ΥΑΛΩΣΗΣ 24 έως 54 mm	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ Κλειδαριά πολλαπλών σημείων
ΕΙΔΟΣ ΣΤΕΓΑΝΩΣΗΣ Περιμετρική τριών επιπέδων με EPDM ελαστικά	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΥΨΟΣ ΚΑΤΟΚΑΣΙΟΥ 22 mm	ΕΙΔΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ Πολυαμίδια πλάτους 34 mm, ALUMIL Energy bar, Αφρώδες μονωτικό υλικό	
Επιδόσεις			
ΥΔΑΤΟΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ CLASS 3A	ΑΕΡΟΔΙΑΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ CLASS 4	ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΑΝΕΜΟΠΙΕΣΗ C5/B5	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ ΔΙΑΡΡΗΞΗ RC3
Χαρακτηριστικά			
ΒΑΡΟΣ ΦΥΛΛΟΥ έως 180 Kg	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΕΜΦΑΝΕΣ ΥΨΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ 122 mm	ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ U_f από 1,2 έως 2,1 W/m ² K	ΤΥΠΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ Όλες οι τυπολογίες πορτών εισόδου με υάλωση ή με πάνελ

Εικόνα 31: ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΝΕΩΝ ΠΟΡΤΩΝ, www.alumil.com

5.1.5 Αντλία θερμότητας-ψύξης

Για την σωστή διαστασιολόγηση της αντλίας θερμότητας θα υπολογίσουμε τις θερμικές απώλειες που θα έχει το κτίριο μας έπειτα από τις παρεμβάσεις που έχουμε σκοπό να κάνουμε. Οι θερμικές απώλειες του κτηρίου θα υπολογιστούν από το λογισμικό adapt της 4m.

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)	
Επίπεδο : ισόγειο	
1	χορος1 : 24834
	Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου : 24834
Επίπεδο : πρώτος όροφος	
1	χορος2 : 25440
	Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου : 25440
Επίπεδο : οροφή	
1	χορος3 : 4159
	Άθροισμα Απωλειών Επιπέδου : 4159
	Άθροισμα Απωλειών Χώρων : 54433
	Συνολικές Απώλειες Κτιρίου : 54435

Εικόνα 32: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ADAPT19 ΤΗΣ 4M

Οι θερμικές απώλειες υπολογίστηκαν ότι είναι 55kW οπότε θα επιλέξουμε δύο αντλίες θερμότητας της εταιρίας MIDEA M-THERMAL A-SERIES MONOBLOCK MHC-V30W/D2RN8 ΤΡΙΦΑΣΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΨΥΞΗΣ/ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ με ισχύ 30KW, οπότε η συνολική εγκατεστημένη ισχύς θα είναι 60kW και θα χρησιμοποιηθούν για την θέρμανση και την ψύξη του κτηρίου. [32], [33]

Specifications

Model name			MHC-V18W/D2RN8	MHC-V22W/D2RN8	MHC-V26W/D2RN8	MHC-V30W/D2RN8
Power supply		V/Ph/Hz	380-415/3/50			
Heating ¹	Capacity	W	18000	22000	26000	30100
	Rated input	W	3830	5000	6373	8027
	COP		4.70	4.40	4.08	3.75
Heating ²	Capacity	W	18000	22000	26000	30000
	Rated input	W	5143	6471	8387	10345
	COP		3.50	3.40	3.10	2.90
Heating ³	Capacity	W	18000	22000	26000	30000
	Rated input	W	6545	8302	10612	13043
	COP		2.75	2.65	2.45	2.30
Cooling ⁴	Capacity	W	17000	21000	26000	30000
	Rated input	W	5574	7119	9630	12766
	EER		3.05	2.95	2.70	2.35
Cooling ⁵	Capacity	W	18500	23000	27000	31000
	Rated input	W	3895	5000	6279	7750
	EER		4.75	4.60	4.30	4.00
Seasonal space heating energy efficiency class ⁶	Water outlet at 35°C	class	A+++	A+++	A+++	A++
	Water outlet at 55°C	class	A++	A++	A+	A+
Refrigerant	Type		R32			
	Charged volume	kg	5.0			
Sound power level		dB	71	73	75	77
Unit dimension (WxHxD)		mm	1129x1558x528			
Packing dimension (WxHxD)		mm	1220x1725x565			
Net/Gross weight		kg	177/206			
Water piping connections Dia.		inch	1-1/4" BSP	1-1/4" BSP	1-1/4" BSP	1-1/4" BSP
Ambient temperature range	Cooling	°C	-5-46			
	Heating	°C	-25-35			
	DHW	°C	-25-43			
Water outlet temperature range	Cooling	°C	5-25			
	Heating	°C	25-60			
	DHW	°C	40-60			

Notes:

1. Evaporator air in 7°C, 85% R.H., Condenser water in/out 30/35°C

2. Evaporator air in 7°C, 85% R.H., Condenser water in/out 40/45°C

3. Evaporator air in 7°C, 85% R.H., Condenser water in/out 47/55°C

4. Condenser air in 35°C. Evaporator water in/out 12/7°C

5. Condenser air in 35°C. Evaporator water in/out 23/18°C

6. Seasonal space heating energy efficiency class testes in average climate general

7. The above data test reference standard EN14511; EN14825; EN50564; EN12102; (EU) No.811:2013; (EU) No.813:2013; OJ 2014/C. 207/02:2014

Εικόνα 33: ΤΕΧΝΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΠΟΥ ΕΠΙΛΕΧΘΗΚΕ, www.mideacac.gr

Τοποθέτηση του συστήματος θέρμανσης στο πρόγραμμα 4M

	Πραγματική ισχύς (kW)	Τύπος λέβητα (μόνο για λέβητες)	Τύπος Α.Θ. (μόνο για Α.Θ.)	Κατάσταση μόνωσης λέβητα (μόνο για λέβητες)	Ενεργειακή σήμανση (ΕΣ) λέβητα/Α.Θ.	Καύσιμο	Ισχύς μελέτης (kW)	Υπολογισμένη ισχύς (kW)	Β. Απόδοσης nsΑθ-Λεβ. με ΕΣ nsΑθ-Λεβ. χωρ. ΕΣ - ns35CΘΚ-Α.Θ με ΕΣ νερό 35°C ns55CΘΚ-Α.Θ με ΕΣ νερό 55°C SCOPEΣ-Α.Θ με ΕΣ Αέρας COP-Α.Θ. χωρ. ΕΣ	Επιθυμητός εποχιακός βαθμός απόδοσης nsΚΘ (για λέβητες) - SCOP (για Α.Θ.)	Υπολογιζόμενο βαθμός απόδοσης nsΑθ (για λέβητες) - SCOP (για Α.Θ.)	Υπ. βα υπ. η ΣΜΔΘ (nsΑθ (για λέβητες) - SCOP (για Α.Θ.))
1	30.00	Χωρίς λέβητα	Απ. εκτόνωσης - Θερ	Χωρίς λέβητα	Ναι	Ηλεκτρισμός	28.00	28.00	3.750			
2	30.00	Χωρίς λέβητα	Απ. εκτόνωσης - Θερ	Χωρίς λέβητα	Ναι	Ηλεκτρισμός	28.00	28.00	3.750			
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												

Εικόνα 34: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Τοποθέτηση του συστήματος ψύξης στο πρόγραμμα 4m

Στοιχεία συστημάτων παραγωγής ψύξης

	Είδος	Ψυχόμενο Μέσο	Ενεργειακή σήμανση	Βαθμός ενεργειακής απόδοσης EER ή	Ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW)	Καύσιμο	Τεχνολογία ψύκτη ή Α.Θ.	Ισχύς μελέτης (kW)	Υπολογιζόμενη Ισχύς (kW)	Υπολογιζόμενο βαθμός απόδοσης SEER	Κόστος (€)
1	Υδρόψυκτη Α.Α.π.	εκτόνωση	Ναι	4.000	30.00	Ηλεκτρισμός	Screw	28.00	28.00	2.40	
2	Υδρόψυκτη Α.Α.π.	εκτόνωση	Ναι	4.000	30.00	Ηλεκτρισμός	Scroll	28.00	28.00	2.40	
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											

Ok Άκυρο

Εικόνα 35:ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΨΥΞΗΣ

5.1.6 Φωτισμός

Για να εξοικονομήσουμε καταναλισκόμενη ενέργεια χρειάζεται να γίνει αντικατάσταση των παλαιών λαμπτήρων φωτισμού του υπό μελέτη κτηρίου με πιο ενεργειακά αποδοτικότερους. Στην θέση των υφιστάμενων λαμπτήρων χρησιμοποιήθηκαν λαμπτήρες LED οι Master LEDtube HF 600mm HE 8W 830 T5 της εταιρίας Philips. Θα χρειαστούν 150 τέτοιοι λαμπτήρες και η νέα συνολική ισχύς φωτισμού θα είναι 1200W δηλαδή θα υπάρχει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 83% από την αρχική. [34], [35]

MASTER LEDtube InstantFit HF T5



Master LEDtube HF 600mm HE 8W 830 T5

Ο λαμπτήρας MASTER LEDtube της Philips ενσωματώνει μια πηγή φωτός LED σε μια παραδοσιακή μορφή λαμπτήρα φθορισμού. Ο μοναδικός σχεδιασμός του δημιουργεί μια απόλυτα ομοιόμορφη εμφάνιση, που δεν ξεχωρίζει από τον παραδοσιακό σωλήνα φθορισμού. Οι λαμπτήρες φωτισμού T5 είναι η σωστή επιλογή για απόλυτη απόδοση και έχουν σχεδιαστεί για να αντέχουν στις καθημερινές συνθήκες. Η απaráμιλλη εξοικονόμηση ενέργειας χάρη στη χαμηλή κατανάλωση και η εξαιρετικά μεγάλη διάρκεια ζωής διασφαλίζουν ότι αυτοί οι λαμπτήρες LED T5 καλύπτουν κάθε απαιτητική εφαρμογή.

Δεδομένα Προϊόντων

Γενικές πληροφορίες	
Βάση- κάλυμμα	G5
Ονομαστική διάρκεια ζωής	60.000 h
Κύκλος λειτουργίας	50.000
Lighting Technology	LED
Αναφορά μέτρησης φωτεινής ροής	Sphere

Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτισμού	
Κωδικός χρώματος	830 [CCT of 3000K]
Γωνία δέσμης (ονομ.)	200 μοίρα(ες)
Φωτεινή ροή	1.000 lm
Απόδοση φωτεινότητας (ονομαστική) (ονομ.)	125,00 lm/W
Ανάθεση χρωμάτων	Λευκό (WH)
Ευχετημένη θερμοκρασία χρώματος - CCT (ονομαστική)	3000 K
Ευνόημα χρωμάτων	<6
Δείκτης χρωματικής απόδοσης (CRI)	80
LLMF στο τέλος της ονομαστικής διάρκειας ζωής (ονομ.)	70 %

Photobiological safety according to EN 62471	RGO
--	-----

Χαρακτηριστικά ηλεκτρικής λειτουργίας	
Line Frequency	30K to 100K Hz
Συχνότητα εισόδου	30K έως 100K Hz
Κατανάλωση ενέργειας	8 W
Ένταση ρεύματος λαμπτήρα (μέγ.)	350 mA
Ένταση ρεύματος λαμπτήρα (ελάχ.)	150 mA
Χρόνος έναρξης (ονομ.)	0,5 s
Χρόνος προθέρμανσης στο 60% φωτισμού	0,5 s
Συντελεστής ισχύος (Κλάσμα)	0,92
Τάση (ονομ.)	40-70 V
LED alternative to fluorescent lamp power	14 W
Ρεύμα εισόδου στο δίκτυο	-
Μέγ. αρ. λαμπτήρων σε MCB τύπου B 10 A - Δίκτυο	-
Μέγ. αρ. λαμπτήρων σε MCB τύπου B 10 A - μπύλας	-
EM χωρίς πυκνωτή αποστάθμισης	-

Εικόνα 36: ΤΕΧΝΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ ΛΑΜΠΤΗΡΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ, www.multi-lite.shop

5.1.7 Συστήματα αυτοματισμών

Ένα κτήριο για να μπορέσει να είναι ενεργειακά αποδοτικό θα πρέπει να μπορεί να διαχειριστεί την καταναλισκόμενη ενέργεια με τον πιο βέλτιστο τρόπο ώστε να μην γίνεται σπατάλη. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση Αυτοματισμών. Στο σύστημα του φωτισμού θα χρησιμοποιηθούν αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης και διακόπτες για να φωτίζονται μόνο οι αίθουσες οι οποίες χρησιμοποιούνται. Επίσης στο σύστημα θέρμανσης και κλιματισμού θα γίνεται η ρύθμιση του θερμοστάτη αυτόματα σύμφωνα με τις εξωτερικές θερμοκρασίες που επικρατούν.

5.1.8 Φωτοβολταϊκά

Τέλος για να μπορέσει να ενταχθεί το εξεταζόμενο κτήριο σε nZEB θα πρέπει να παράγει την ενέργεια την οποία θα καταναλώνει. Αυτό θα γίνει μέσω της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών με ενεργειακό συμψηφισμό.

Άρα η καταναλισκόμενη ενέργεια που θα χρησιμοποιεί η εγκατάσταση θα αφαιρείται με την παραγόμενη. Όταν η παραγόμενη ενέργεια είναι περισσότερη θα παρέχεται δωρεάν στο δίκτυο ενώ σε αντίθετη περίπτωση θα αγοράζει το σχολείο ενέργεια από το δίκτυο.

Το πάνελ το οποίο επιλέχθηκε είναι το V-TAC Μονοκρυσταλλικό Φωτοβολταϊκό Πάνελ – Solar Panel 41.9V 545W. Θα χρησιμοποιήσουμε 16 πάνελ των 545W και το φωτοβολταϊκό σύστημα θα έχει συνολική εγκατεστημένη ισχύ 8,72kW, με επιφάνεια συλλέκτη 41,35m² και θα τοποθετηθούν σε κλίση 25° σύμφωνα με τον πίνακα 5.13 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 με νότιο προσανατολισμό. [8], [36]

Τεχνικό φυλλάδιο του πάνελ:

LISTING DETAILS		MASTER BOX PACKAGING	
Model No:	VT-545W	Qty Per Pallet:	31pcs/pallet
SKU Code:	11354	Net Weight :	28.40kg
EAN Code:	3800157682220	Product Size :	2279*1134*35mm

ELECTRICAL DATA (STC)		ELECTRICAL DATA (NOCT)	
Peak Power(Pmax)	545.00	Peak Power(Pmax)	405.1
Maximum Power Voltage(Vmp)	41.93	Maximum Power Voltage(Vmp)	38.93
Maximum Power Current(Imp)	13.00	Maximum Power Current(Imp)	10.41
Open Circuit Voltage(Voc)	49.90±3%	Open Circuit Voltage(Voc)	46.73±3%
Short Circuit Current(Isc)	13.92±3%	Short Circuit Current(Isc)	11.13±3%
Module Efficiency(%)	21.08		

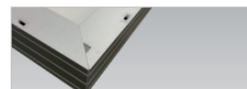
MECHANICAL CHARACTERISTICS		TEMPERATURE & MAXIMUM RATING	
Cell Type	182*91 Mono	Maximum System Voltage (V)	1500 V
No. of Cells	144 (12*12)	Maximum Series Fuse Rating (A)	25 A
Front Glass	3.2mm high transmission, low iron, tempered glass	Power Tolerance	0-+3 W
Frame	Anodized Aluminium Alloy	Pmax Temperature Coefficient (W/°C)	-0.350 %/°C
Junction box	IP67/IP68 3diodes	Voc Temperature Coefficient (V/°C)	-0.285 %/°C
Output cables	4mm² cable 55cm (Including MC4 connector)	Isc Temperature Coefficient (A/°C)	+0.045 %/°C
MaxWind Load/Snow Load	2400Pa/5400Pa	NOCT Nominal Operating Cell Temperature (°C)	45±2°C
		Operating and Storage Temperature (°C)	-40~+85°C



JUNCTION BOX

Waterproof protection grade:IP67/IP68
Safety Level: Class II
Maximum System Voltage: 1500V

Outstanding waterproof level. Effectively resist harsh environments



FRAME

Strong mechanical load resistance up to 5400Pa
Anodic oxidation layer resistant to chemical corrosion available in silver and black

10 YEAR WARRANTY
PRODUCT MATERIAL AND WORKMANSHIP

25 YEAR WARRANTY
LINEAR POWER OUTPUT



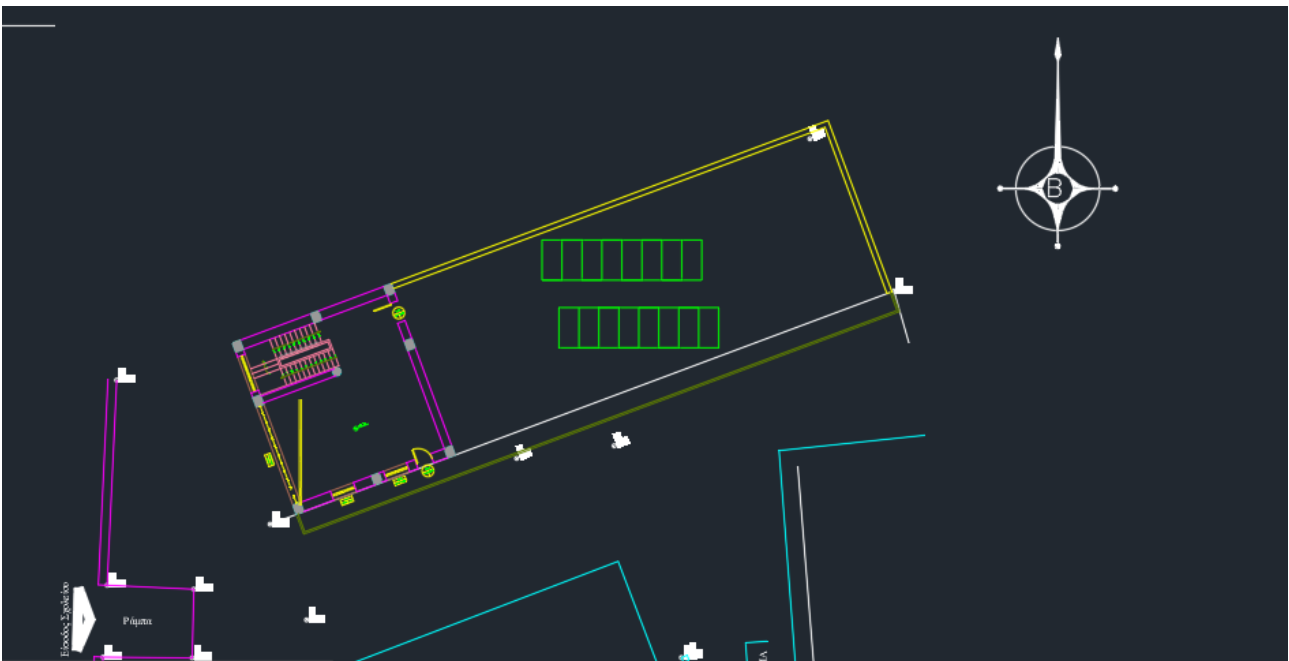
Εικόνα 37:ΤΕΧΝΙΚΟ ΦΥΛΛΑΔΙΟ Φ/Β ΠΑΝΕΛ, www.vtacenergy.com

Τοποθέτηση του φωτοβολταϊκού συστήματος στο πρόγραμμα της 4M

Φωτοβολταϊκά	
Επιφάνεια συλλέκτη (m ²)	41.35
Ισχύς (kW)	8.72
Βαθμός απόδοσης	0.19
Προσανατολισμός (°)	180
Προσανατολισμός	N
Κλίση (°)	25.00
Συντελεστής θέρμανσης σκίασης	1.00
Κόστος (€/kW)	0.00
Σύνδεση	Με συμφωνισμό

Εικόνα 38: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΟΥ Φ/Β ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΗΣ 4M-KENAK

Επιπλέον έχει γίνει χωροθέτηση των πάνελ πάνω στην οροφή ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα σκίασης από το υφιστάμενο κτήριο ή γειτονικά κτίρια με την χρήση του λογισμικού autocad 2025.



Εικόνα 39: ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ Φ/Β ΠΑΝΕΛ ΣΤΗΝ ΟΡΟΦΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ AUTOCAD2025

5.2 Νέα ενεργειακή κατάσταση

Έπειτα από τις παρεμβάσεις οι οποίες έγιναν στην εξεταζόμενη σχολική μονάδα η νέα ενεργειακή κατάσταση της είναι στην A+ κατηγορία με μηδενική ετήσια κατανάλωση ενέργειας αλλά και μηδενική ετήσια εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα.

ΚΕΝΑΚ		Ενεργειακή Μελέτη	
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)			
Αρ. Πρωτοκόλλου:		Αρ. ασφαλείας:	
Ημερομηνία έκδοσης:		Ημερομηνία Ισχύος:	
Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:			
Χρήση:	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης		
Κλιματική Ζώνη:	B		
Συνολική επιφάνεια:	877.296		
Φερόμενη επιφάνεια:	877.296		
Ενεργειακή κατηγορία:	Υφιστάμενη	Δυναμική	
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:			
EP≤0,33 R _κ	A+		A+
0,33 R _κ <EP≤0,5 R _κ	A		
0,50 R _κ <EP≤0,75 R _κ	B+		
0,75 R _κ <EP≤1,00 R _κ	B		
1,00 R _κ <EP≤1,41 R _κ	C		
1,41 R _κ <EP≤1,82 R _κ	D		
1,82 R _κ <EP≤2,27 R _κ	E		
2,27 R _κ <EP≤2,73 R _κ	F		
2,73 R _κ <EP	G		
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας			
Κτηρίου Αναφοράς [Kwh/m ²]			97.21
Επιθεωρούμενου κτηρίου [Kwh/m ²]			0.00
Πραγματική Ετήσια κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτηρίου			
Ηλεκτρικής ενέργειας [Kwh/m ²]:			
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [Kwh/m ²]:			
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [Kwh/m ²]:			
Ετήσιες εκπομπές CO ₂ Επιθεωρούμενου Κτηρίου			
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [Kg/m ²]			0.00
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [Kg/m ²]			
Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

Εικόνα 40: ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΝΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΣΕΛΙΔΑ 1

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)					
Αρ. Πρωτοκόλλου		Αρ. Ασφαλείας			
Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m ²]					
Κτήριο αναφοράς	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός	
Επιθεωρούμενο κτήριο					
Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ενέργειας ανά Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²]					
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική					-7.92
Πετρέλαιο					0.00
Φυσικό Αέριο					0.00
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα					
Ηλιακή					107.92
Βιομάζα					
Γεωθερμία					
Άλλη ΔΠΕ					
Σύνολο					

Εικόνα 41: ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΝΕΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΣΧΟΛΕΙΟΥ ΣΕΛΙΔΑ

Κεφάλαιο 6: Τεχνοοικονομική μελέτη

Εκτός από την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου μας ενδιαφέρει και το κόστος το οποίο θα απαιτηθεί για να γίνει η αναβάθμιση αλλά και κατά πόσο μια τέτοιου είδους ριζική αναβάθμιση είναι βιώσιμη και αν συμφέρει με το πέρασμα του χρόνου.

6.1 Υπολογισμός κόστους υλοποίησης

Το κόστος της επένδυσης που απαιτείται για τις επεμβάσεις στο κέλυφος του κτηρίου και η αγορά του Η/Μ εξοπλισμού ανέρχεται σε 200.338,3€.

Προϋπολογισμός επενδυτικού σχεδίου		
Κατηγορία	Κόστος/m ²	Συνολικό κόστος
Κτηριακό κέλυφος	50€	75.513,54€
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες)	540€	87.498,79€
	Κόστος ανά τεμάχιο	
LED φωτισμός	15,52€	2.328,00€
Κόστος αυτοματισμών	10.000€	10.000€
Αντλίες θερμότητας	7.267€	14.537,00€
Φ/Β	1.200€	10.464,00€
Σύνολο		200.338,30€

Πίνακας 3: Προϋπολογισμός επενδυτικού σχεδίου

Το παραπάνω σύνολο προκύπτει από τις εξής επεμβάσεις :

- Μόνωση τοιχοποιίας συνολικού εμβαδού 733,21m²
- Μόνωση Δαπέδου συνολικού εμβαδού 402,9 m²
- Μόνωση οροφών συνολικού εμβαδού 374,16 m²
- Αντικατάσταση κουφωμάτων και πορτών συνολικής επιφάνειας 162,04 m²
- Αντικατάσταση λέβητα με 2 αντλίες θερμότητας των 30kW έκαστος
- Αντικατάσταση φωτισμού με 150 λαμπτήρες LED των 8W.
- Εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης ενέργειας BEMS.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος συνολικής ισχύος 8,72kW.

6.2 Ανάλυση κόστους-οφέλους της αναβάθμισης

Το συγκεκριμένο κτήριο χωρίς παρεμβάσεις θα καταλάωνε περίπου σε έναν χρόνο 136Mwh. Με τα σημερινά δεδομένα αν το κτήριο έχει ενταχθεί στο τιμολόγιο ΔΕΗ myBusiness 4All+ ο ετήσιος λογαριασμός στο ρεύμα θα ήταν περίπου 23.000€ χωρίς να συμπεριληφθούν τα πάγια και οι λοιπές χρεώσεις. [\[37\]](#)

Όλο το 24ωρο ☀️

Πάγιο (€/μήνα) Χρέωση Ισχύος (€/kW/μήνα)

5,0

1,5

Τελική Βασική
Τιμή Προμήθειας
(€/kWh)

Μηχανισμός
Διακύμανσης
(€/kWh)

0,15600

0,08219

0,08580

Τελική Τιμή Προμήθειας (€/kWh)

0,16799

Στις Τελικές Τιμές Προμήθειας περιλαμβάνεται **Προωθητική Ενέργεια 45%** για τις καταναλώσεις του **Αυγούστου 2024** και η χρέωση του Μηχανισμού Διακύμανσης. Αφορά όλους τους πελάτες που απέκτησαν το προϊόν από 01.06.2024.

Η Τελική Τιμή Προμήθειας αναφέρεται για λόγους συγκρισιμότητας. Η αποτύπωση στον λογαριασμό περιλαμβάνει διακριτή αναγραφή της Βασικής Τιμής, της Προωθητικής Ενέργειας και του Μηχανισμού Διακύμανσης.

Εικόνα 42: ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΔΕΗ ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2024, www.dei.gr

Το κόστος της προτεινόμενης ενεργειακής αναβάθμισης ανέρχεται περίπου στα 190.000€. Οι επεμβάσεις που προτείνουμε για το υπάρχων κτήριο απαιτούν την ριζική ανακαίνισή του λόγω παλαιότητας του κτηρίου με αρκετά υψηλό κόστος υλοποίησης. Αν λάβουμε υπόψιν όμως το ετήσιο τιμολόγιο βλέπουμε ότι η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσής μας είναι τα 8,5 έτη. Οι επενδύσεις αυτές έχουν βλέψη 20-25 έτη και τα 8,5 χρόνια αποπληρωμής δείχνουν ότι είναι μια αρκετά καλή επένδυση.

Η ενεργειακή αναβάθμιση του Δημοτικού Σχολείου μπορούμε να πούμε ότι χωρίστηκε σε τρία σκέλη. Το πρώτο σκέλος ήταν η μόνωση του κτηριακού κελύφους για να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον. Το δεύτερο σκέλος ήταν η αναβάθμιση του Η/Μ εξοπλισμού του κτηρίου και τέλος η προσθήκη του Φ/Β συστήματος με ενεργειακό συμψηφισμό.

Με αυτές τις παρεμβάσεις το κτήριο μας αναβαθμίζεται σε Α+ κατηγορία με εξοικονόμηση ενέργειας στο 100% με μηδενικές εκπομπές CO₂. Άρα σε ένα γερασμένο κτήριο ηλικίας σχεδόν 90 χρόνων το οποίο κατατασσόταν στην κατηγορία Δ με ετήσια κατανάλωση 154,71Kwh/m² υπάρχει η δυνατότητα να γίνει μηδενικής κατανάλωσης και να χαρακτηριστεί ως κτήριο nZEB.

Με αυτή την ενεργειακή αναβάθμιση που προτείνεται να γίνει στο συγκεκριμένο Δημοτικό Σχολείο θα το ανεξαρτητοποιήσει από τα δίκτυα παροχής ενέργειας και θα το προστατεύσει από τις αυξήσεις στις τιμές των τιμολογίων, οι οποίες γίνονται εξαιτίας της ενεργειακής κρίσης που επικρατεί την σημερινή εποχή.

Κεφάλαιο 7: Υλοποίηση έργου

7.1 Προγραμματισμός και Χρονοδιάγραμμα

Ο προγραμματισμός και η ανάπτυξη ενός χρονοδιαγράμματος αποτελούν τα θεμέλια για την επιτυχημένη υλοποίηση οποιουδήποτε έργου ενεργειακής αναβάθμισης. Στην περίπτωση της ενεργειακής αναβάθμισης ενός σχολικού κτηρίου, ο προγραμματισμός ξεκινά με την καθορισμό των στόχων του έργου και την κατανομή των απαιτούμενων πόρων. Ο κύριος στόχος είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, με τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, σύμφωνα με τα πρότυπα που θέτουν οι κανονισμοί, όπως ο ΚΕΝΑΚ και ο νέος Ελληνικός Κανονισμός Κτηρίων του 2023.

Είναι σημαντικό να γίνει μια λεπτομερής απογραφή της υφιστάμενης κατάστασης του κτηρίου. Αυτή η φάση περιλαμβάνει την ανάλυση των αρχιτεκτονικών και μηχανολογικών σχεδίων, καθώς και τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, την κατάσταση του κελύφους του κτηρίου, και την αποτελεσματικότητα των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού. Η εκτίμηση της υφιστάμενης κατάστασης είναι απαραίτητη για τον καθορισμό των αναγκών και των δυνατοτήτων του κτηρίου, καθώς και για τον προσδιορισμό των βασικών περιορισμών που μπορεί να επηρεάσουν την υλοποίηση του έργου.

Με βάση τα ευρήματα από την αρχική εκτίμηση, το επόμενο βήμα είναι η ανάπτυξη ενός λεπτομερούς χρονοδιαγράμματος. Το χρονοδιάγραμμα πρέπει να καλύπτει όλες τις φάσεις του έργου, από τον προγραμματισμό και την προμήθεια υλικών μέχρι την εφαρμογή των τεχνικών παρεμβάσεων και την τελική αξιολόγηση. Η δημιουργία ενός ρεαλιστικού και λεπτομερούς χρονοδιαγράμματος είναι κρίσιμη για την επιτυχή διαχείριση του έργου, καθώς επιτρέπει την παρακολούθηση της προόδου και την έγκαιρη αντιμετώπιση οποιωνδήποτε προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης.

Ο προγραμματισμός πρέπει επίσης να περιλαμβάνει τη δέσμευση των απαιτούμενων πόρων, όπως το ανθρώπινο δυναμικό, τα υλικά και τα

οικονομικά μέσα. Η διασφάλιση της διαθεσιμότητας αυτών των πόρων είναι απαραίτητη για την απρόσκοπτη εκτέλεση του έργου. Επίσης, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ο προγραμματισμός για την ελάχιστη διαταραχή της εκπαιδευτικής λειτουργίας του σχολείου, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια κρίσιμων φάσεων του έργου, όπως η τοποθέτηση της θερμοπρόσοψης ή η εγκατάσταση του συστήματος θέρμανσης και ψύξης.

Ένα καλά δομημένο χρονοδιάγραμμα περιλαμβάνει επίσης περιθώρια ασφαλείας για απρόβλεπτες καθυστερήσεις και απρόσμενα προβλήματα. Αυτά τα περιθώρια μπορούν να βοηθήσουν στην αποφυγή της πίεσης των χρονοδιαγραμμάτων και στη διασφάλιση ότι το έργο ολοκληρώνεται εντός των προκαθορισμένων χρονικών πλαισίων. Επιπλέον, το χρονοδιάγραμμα θα πρέπει να είναι ευέλικτο, ώστε να επιτρέπει την προσαρμογή σε τυχόν αλλαγές που μπορεί να προκύψουν, είτε λόγω εξωτερικών παραγόντων, όπως οι καιρικές συνθήκες, είτε λόγω νέων δεδομένων που προκύπτουν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης.

7.2 Επιλογή και Προμήθεια Υλικών

Η επιλογή και προμήθεια υλικών είναι μια από τις πιο κρίσιμες φάσεις στην υλοποίηση της ενεργειακής αναβάθμισης του σχολικού κτηρίου. Η διαδικασία αυτή δεν περιορίζεται απλώς στην αγορά των απαιτούμενων υλικών, αλλά περιλαμβάνει μια σειρά από βήματα που εξασφαλίζουν ότι τα επιλεγμένα υλικά πληρούν όλες τις απαιτήσεις απόδοσης, βιωσιμότητας και συμμόρφωσης με τους κανονισμούς.

Η διαδικασία ξεκινά με την ανάλυση των αναγκών του έργου και την αναγνώριση των κρίσιμων παραμέτρων για την επιλογή των υλικών. Η ενεργειακή απόδοση, η ανθεκτικότητα, η φιλικότητα προς το περιβάλλον και το κόστος αποτελούν τα βασικά κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Για παράδειγμα, η επιλογή θερμομονωτικών υλικών θα πρέπει να βασίζεται στη θερμική τους απόδοση (συντελεστής θερμοπερατότητας), την ευκολία εγκατάστασης και τη μακροχρόνια ανθεκτικότητα.

Η επόμενη φάση περιλαμβάνει την αξιολόγηση των διαφόρων προμηθευτών και των υλικών που προσφέρουν. Σε αυτήν τη φάση, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι οι προμηθευτές διαθέτουν πιστοποιήσεις ποιότητας και ότι τα προϊόντα τους πληρούν τα πρότυπα που ορίζονται από τον ΚΕΝΑΚ και τον νέο Ελληνικό Κανονισμό Κτηρίων. Η προμήθεια υλικών πρέπει επίσης να λαμβάνει υπόψη την περιβαλλοντική πιστοποίηση των προϊόντων, όπως η πιστοποίηση CE, η οποία εγγυάται ότι τα υλικά συμμορφώνονται με τα ευρωπαϊκά πρότυπα ασφάλειας, υγείας και περιβαλλοντικής προστασίας.

Η διαδικασία επιλογής υλικών περιλαμβάνει επίσης τη σύγκριση τιμών και την αξιολόγηση της σχέσης κόστους-απόδοσης. Ο οικονομικός παράγοντας είναι καθοριστικός, καθώς ο προϋπολογισμός του έργου πρέπει να διαχειρίζεται με ακρίβεια για να εξασφαλιστεί η αποδοτικότητα του έργου χωρίς υπερβάσεις. Ωστόσο, η επιλογή των φθηνότερων υλικών δεν είναι πάντα η καλύτερη λύση, καθώς η μακροχρόνια ανθεκτικότητα και η ενεργειακή απόδοση των υλικών

μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση κόστους κατά τη διάρκεια της ζωής του κτηρίου.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο στη διαδικασία προμήθειας υλικών είναι η διαχείριση των κινδύνων που σχετίζονται με τις καθυστερήσεις στην παράδοση ή την ποιότητα των υλικών. Οι συμβάσεις με τους προμηθευτές πρέπει να περιλαμβάνουν ρήτρες που διασφαλίζουν την έγκαιρη παράδοση και την ποιότητα των υλικών. Η διατήρηση στενής συνεργασίας με τους προμηθευτές και η συνεχής παρακολούθηση της διαδικασίας προμήθειας είναι ζωτικής σημασίας για την αποφυγή ανεπιθύμητων καθυστερήσεων που θα μπορούσαν να επηρεάσουν το χρονοδιάγραμμα του έργου.

Η προμήθεια υλικών πρέπει να είναι οργανωμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να διασφαλίζεται η απρόσκοπτη ροή των υλικών στο εργοτάξιο και να ελαχιστοποιείται ο χρόνος αποθήκευσης στο χώρο του σχολείου, προκειμένου να αποφευχθεί η συμφόρηση και να διασφαλιστεί η ασφάλεια των μαθητών και του προσωπικού κατά τη διάρκεια των εργασιών. Ο σχεδιασμός της παράδοσης των υλικών πρέπει να είναι ευέλικτος, ώστε να μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες του έργου και στις μεταβαλλόμενες συνθήκες.

Η επιλογή και προσφιλής διαχείριση της διαδικασίας προμήθειας υλικών είναι κρίσιμη για την επιτυχή υλοποίηση του έργου ενεργειακής αναβάθμισης του σχολικού κτηρίου. Η επιλογή υλικών που πληρούν τις προδιαγραφές ποιότητας και απόδοσης, η σύναψη συμφωνιών με αξιόπιστους προμηθευτές, η προσεκτική διαχείριση των κινδύνων και η αποτελεσματική οργάνωση της διαδικασίας προμήθειας εξασφαλίζουν ότι το έργο θα εκτελεστεί σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα και θα επιτύχει τους στόχους του, τόσο από άποψη απόδοσης όσο και από άποψη κόστους.

7.3 Εφαρμογή Τεχνικών Παρεμβάσεων

Η φάση της εφαρμογής των τεχνικών παρεμβάσεων είναι η πιο κρίσιμη στην υλοποίηση της ενεργειακής αναβάθμισης του σχολικού κτηρίου. Αυτή η φάση περιλαμβάνει την πραγματική εκτέλεση των εργασιών που έχουν προγραμματιστεί και την εγκατάσταση των συστημάτων και των υλικών που έχουν επιλεγεί. Η επιτυχία αυτής της φάσης εξαρτάται από την ακρίβεια στην εκτέλεση των εργασιών, την ποιότητα των υλικών και τη συνεχή επίβλεψη και διαχείριση των εργασιών στο εργοτάξιο.

7.4 Διαχείριση και Παρακολούθηση Έργου

Η διαχείριση και παρακολούθηση του έργου είναι κρίσιμη για την επιτυχή ολοκλήρωση της ενεργειακής αναβάθμισης του σχολικού κτηρίου. Αυτή η φάση επικεντρώνεται στον συντονισμό όλων των εμπλεκόμενων φορέων, την επίβλεψη των εργασιών και την αξιολόγηση της προόδου σε σχέση με τους προκαθορισμένους στόχους. Η σωστή διαχείριση εξασφαλίζει ότι το έργο παραμένει εντός των χρονοδιαγραμμάτων και του προϋπολογισμού, ενώ η παρακολούθηση διασφαλίζει την ποιότητα των εκτελεσμένων εργασιών.

7.4.1 Συντονισμός των Εργασιών

Ένα από τα κύρια καθήκοντα στη διαχείριση του έργου είναι ο συντονισμός των εργασιών. Αυτό περιλαμβάνει την οργάνωση των εργολάβων, των προμηθευτών και των τεχνικών ομάδων, ώστε να εξασφαλιστεί ότι όλοι εργάζονται προς την ίδια κατεύθυνση και σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα. Ο συντονιστής του έργου πρέπει να διασφαλίζει ότι όλες οι ομάδες έχουν τις απαραίτητες πληροφορίες και πόρους για να εκτελέσουν τις εργασίες τους αποτελεσματικά.

Η συνεργασία μεταξύ των διαφόρων εμπλεκόμενων μερών είναι ζωτικής σημασίας. Η επικοινωνία πρέπει να είναι συνεχής και αποτελεσματική, με τακτικές συναντήσεις προόδου για να εξασφαλιστεί ότι όλες οι εργασίες προχωρούν όπως έχει προγραμματιστεί. Τυχόν ζητήματα ή προβλήματα πρέπει να αναγνωρίζονται και να επιλύονται γρήγορα για να μην επηρεάσουν την συνολική πρόοδο του έργου.

7.4.2 Επίβλεψη και Διασφάλιση Ποιότητας

Η επίβλεψη των εργασιών στο εργοτάξιο είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση της ποιότητας και της συμμόρφωσης με τις τεχνικές προδιαγραφές και τους κανονισμούς. Ο υπεύθυνος της επίβλεψης πρέπει να διασφαλίσει ότι όλες οι εργασίες πραγματοποιούνται σύμφωνα με τα σχέδια και τις προδιαγραφές που έχουν καθοριστεί από την αρχή του έργου.

Η διασφάλιση της ποιότητας περιλαμβάνει τη συνεχή επιθεώρηση των υλικών που χρησιμοποιούνται και της εκτέλεσης των εργασιών. Κάθε στάδιο του έργου πρέπει να ελέγχεται για να διασφαλιστεί ότι πληροί τα απαιτούμενα πρότυπα. Σε περίπτωση που εντοπιστούν αποκλίσεις ή προβλήματα, πρέπει να ληφθούν άμεσα μέτρα για τη διόρθωσή τους.

7.4.3 Παρακολούθηση Προόδου και Προσαρμογές

Η παρακολούθηση της προόδου του έργου είναι ένα άλλο σημαντικό καθήκον κατά τη διάρκεια της διαχείρισης του έργου. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την καταγραφή και ανάλυση της προόδου των εργασιών σε σχέση με το χρονοδιάγραμμα και τον προϋπολογισμό. Οι αναφορές προόδου πρέπει να είναι λεπτομερείς και να παρέχουν σαφή εικόνα της κατάστασης του έργου ανά πάσα στιγμή.

Σε περιπτώσεις που η πρόοδος του έργου δεν ανταποκρίνεται στις προσδοκίες, μπορεί να χρειαστούν προσαρμογές στο σχέδιο δράσης. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει την ανακατανομή των πόρων, την προσαρμογή του χρονοδιαγράμματος ή την επαναξιολόγηση των στόχων. Οι προσαρμογές πρέπει να γίνονται με βάση τα δεδομένα και τις αναλύσεις που έχουν συλλεχθεί κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης.

7.4.4 Διαχείριση Ρίσκου

Η διαχείριση του ρίσκου αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της διαχείρισης του έργου. Πιθανοί κίνδυνοι μπορεί να περιλαμβάνουν καθυστερήσεις στην προμήθεια υλικών, προβλήματα ποιότητας, ή ακόμα και εξωτερικούς

παράγοντες όπως οι καιρικές συνθήκες. Είναι απαραίτητο να αναγνωριστούν πιθανοί κίνδυνοι εκ των προτέρων και να αναπτυχθούν στρατηγικές για την αντιμετώπισή τους.

Η συνεχής αξιολόγηση και αναθεώρηση των κινδύνων εξασφαλίζει ότι το έργο μπορεί να προσαρμοστεί και να αντιδράσει αποτελεσματικά σε απρόβλεπτα γεγονότα. Η ύπαρξη εφεδρικών σχεδίων και η ευελιξία στη διαχείριση των πόρων είναι κρίσιμη για τη μείωση των επιπτώσεων αυτών των κινδύνων στο συνολικό έργο.

7.5 Ολοκλήρωση και Παράδοση του Έργου

Η ολοκλήρωση και παράδοση του έργου είναι η τελική φάση της ενεργειακής αναβάθμισης του σχολικού κτηρίου. Σε αυτό το στάδιο, όλες οι εργασίες έχουν ολοκληρωθεί και το κτίριο είναι έτοιμο να παραδοθεί για χρήση. Αυτή η φάση περιλαμβάνει μια σειρά από διαδικασίες, όπως η τελική αξιολόγηση της ποιότητας, η εκπαίδευση των χρηστών του κτηρίου και η τελική παράδοση του έργου.

7.5.1 Τελική Αξιολόγηση και Επιθεώρηση

Πριν από την επίσημη παράδοση του έργου, πρέπει να γίνει μια τελική αξιολόγηση και επιθεώρηση όλων των εργασιών που έχουν εκτελεστεί. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την επαλήθευση ότι όλες οι τεχνικές παρεμβάσεις έχουν ολοκληρωθεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές και ότι το κτήριο πληροί τα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης που έχουν τεθεί.

Η τελική επιθεώρηση μπορεί να περιλαμβάνει τη διενέργεια δοκιμών για την αξιολόγηση της απόδοσης των νέων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, καθώς και τη διασφάλιση ότι η θερμομόνωση του κτηρίου λειτουργεί αποτελεσματικά. Τυχόν προβλήματα που εντοπίζονται κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης πρέπει να διορθωθούν πριν από την παράδοση του έργου.

7.5.2 Εκπαίδευση Χρηστών

Η εκπαίδευση των χρηστών του κτηρίου είναι μια κρίσιμη διαδικασία κατά την ολοκλήρωση του έργου. Εφόσον το σχολικό κτίριο έχει υποστεί σημαντικές αναβαθμίσεις και εγκαταστάθηκαν νέα συστήματα, είναι απαραίτητο το προσωπικό και οι χρήστες του κτηρίου να κατανοήσουν πώς να χρησιμοποιούν σωστά αυτά τα συστήματα για να διασφαλίσουν τη βέλτιστη απόδοση και εξοικονόμηση ενέργειας.

Η εκπαίδευση μπορεί να περιλαμβάνει τη χρήση του συστήματος διαχείρισης ενέργειας, την κατανόηση των λειτουργιών των αντλιών θερμότητας, του φωτισμού και άλλων συστημάτων, καθώς και τη σωστή χρήση των εγκαταστάσεων για τη μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης. Η εκπαίδευση πρέπει να περιλαμβάνει οδηγίες για τη συντήρηση των νέων συστημάτων, ώστε να διασφαλιστεί η μακροχρόνια λειτουργικότητα και απόδοσή τους.

7.5.3 Τεκμηρίωση και Παράδοση

Η τελική παράδοση του έργου περιλαμβάνει την παροχή όλων των απαραίτητων τεκμηριώσεων στους υπεύθυνους του κτηρίου. Αυτό περιλαμβάνει τα σχέδια που χρησιμοποιήθηκαν, τα πιστοποιητικά των εγκαταστάσεων, τις εγγυήσεις των υλικών και των συστημάτων, καθώς και τις οδηγίες χρήσης και συντήρησης.

Η τεκμηρίωση είναι απαραίτητη για τη μακροχρόνια διαχείριση του κτηρίου και την επίτευξη των στόχων ενεργειακής απόδοσης που έχουν τεθεί. Μετά την παράδοση της τεκμηρίωσης, το έργο θεωρείται επίσημα ολοκληρωμένο, και το κτίριο παραδίδεται για χρήση στους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές.

7.5.4 Αξιολόγηση της Συνολικής Επιτυχίας του Έργου

Η αξιολόγηση της συνολικής επιτυχίας του έργου είναι σημαντική για να διαπιστωθεί αν οι στόχοι που είχαν τεθεί στην αρχή έχουν επιτευχθεί. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει τη σύγκριση των αρχικών προσδοκιών με τα τελικά αποτελέσματα, ιδιαίτερα όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση και την εξοικονόμηση ενέργειας. Οι υπεύθυνοι του έργου πρέπει να εξετάσουν αν το κτίριο έχει πετύχει την απαιτούμενη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης και αν οι τεχνικές παρεμβάσεις έχουν αποδώσει τα αναμενόμενα οφέλη.

Η αξιολόγηση μπορεί επίσης να περιλαμβάνει τη συλλογή ανατροφοδότησης από τους χρήστες του κτηρίου, όπως τους δασκάλους, τους μαθητές και το διοικητικό προσωπικό, για να διαπιστωθεί αν οι βελτιώσεις έχουν επιφέρει την αναμενόμενη άνεση και ευκολία στη χρήση των νέων συστημάτων. Η ανάλυση αυτών των πληροφοριών μπορεί να αποκαλύψει αν απαιτούνται περαιτέρω βελτιώσεις ή προσαρμογές, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οδηγός για μελλοντικά έργα ενεργειακής αναβάθμισης.

Η τελική φάση της ολοκλήρωσης και παράδοσης του έργου δεν σηματοδοτεί απλώς το τέλος της φυσικής εργασίας αλλά και την αρχή ενός κύκλου συνεχούς βελτίωσης και παρακολούθησης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Η επιτυχία του έργου θα κριθεί τελικά από τη μακροπρόθεσμη απόδοση του κτηρίου και τη συμβολή του στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και στη βελτίωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της σχολικής μονάδας.

Κεφάλαιο 8: Συμπέρασμα

Με την παρούσα διπλωματική εργασία αποδείχθηκε η αναγκαιότητα της ενεργειακής αναβάθμισης των κτηριακών υποδομών της χώρας ώστε να γίνουν ενεργειακά ανεξάρτητες. Η πλειοψηφία του κτηριακού αποθέματος χρήζει ενεργειακής αναβάθμισης. Σαν χώρα έχει θεσπιστεί ο στόχος της απαλλαγής από ανθρακούχες εκπομπές ως το 2050. Αυτό το σενάριο είναι εφικτό ακόμα και για γερασμένα κτήρια και αποδείχθηκε μέσω της συγκεκριμένης διπλωματικής. Με ένα σταθερό πλάνο και μέσω χρηματοδοτήσεων μπορεί να γίνει ενεργειακή αναβάθμιση στις κτηριακές υποδομές της χώρας μας, κάνοντας παράλληλα την διαχείριση της ενέργειας πιο εύκολη και προστατεύοντας το περιβάλλον κάνοντας την ζωή των ανθρώπων πιο ευδιάθετη και υγιή.

Βιβλιογραφία

Αναφορά σε Νομοθεσία:

[1] Ευρωπαϊκή Ένωση. (2010). Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L 153/13.

[2] Ευρωπαϊκή Ένωση. (2018). Οδηγία 2018/844/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30ης Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της οδηγίας 2010/31/ΕΕ σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και της οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης L 156/75.

[3] Ελλάδα. (2010). Προεδρικό Διάταγμα 100/2010: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). ΦΕΚ Α' 177/06.10.2010.

[4] Ελλάδα. (2023). Νέος Ελληνικός Κτιριοδομικός Κανονισμός του 2023. ΦΕΚ Β' 3985/22.06.2023.

[5] Ηνωμένα Έθνη. (2015). Συμφωνία των Παρισίων για την Κλιματική Αλλαγή. Ηνωμένα Έθνη.

Αναφορά σε ιστοσελίδα:

[8] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 - https://www.kenak.gr/files/TOTEE_20701-1_2017.pdf

[10] Εξηλασμένη πολυστερίνη - https://el.wikipedia.org/wiki/Εξηλασμένη_πολυστερίνη

[11] Διογκωμένη πολυστερίνη - https://el.wikipedia.org/wiki/Διογκωμένη_πολυστερίνη

[12] Ορυκτοβάμβακας - <https://el.wikipedia.org/wiki/Ορυκτοβάμβακας>

[13] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2022 - <https://web.tee.gr/wp-content/uploads/TOTEE-20701-2-2021.pdf>

[14] Πετροβάμβακας - <https://el.wikipedia.org/wiki/Πετροβάμβακας>

- [15] Υαλοβάμβακας - <https://el.wikipedia.org/wiki/Πετροβάμβακας>
- [16] κουφώματα - <https://el.wikipedia.org/wiki/Κούφωμα>
- [17] Υαλοπίνακες - <https://www.alumil.com/greece/support/plan-your-project/customization-options/glass-options>
- [22] Φωτοβολταϊκά- <https://el.wikipedia.org/wiki/wiki/Φωτοβολταϊκά>
- [23] Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας - [https://el.wikipedia.org/wiki/wiki/Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας](https://el.wikipedia.org/wiki/wiki/Ανανεώσιμες_πηγές_ενέργειας)
- [24] Μόνωση τεχνικό φυλλάδιο - <https://fibran.gr/portfolio-item/fibranxps-etics-gf/>
- [25] Μονωτικό δαπέδου - <https://monotikaylika.gr/product/durosol-dapedou-2500x1000x100/>
- [26] Τεχνικό φυλλάδιο δαπέδου - <https://monotikaylika.gr/wp-content/uploads/2017/01/CE-DQS-Durosol-2016.pdf>
- [27] Κουφώματα - <https://fenestral.gr/συνιελεσιής-θερμοπερατότητάς-κουφώμ/>
- [28] Ενεργειακό κούφωμα αλουμινίου EOS 60 Hybrid - <https://fenestral.gr/products/κουφωματα-αλουμινιου/ανοιγόμενα-κουφώματα/ενεργειακά-ανοιγόμενα-κουφώματα/eos-60-hybrid-thermodiakoptomeno-anoigomeno/>
- [29] Ενεργειακά Τζάμια - <https://rolloplast.gr/energeiaka-tzamia/>
- [30] Τεχνικό φυλλάδιο για τζάμια - <https://rolloplast.gr/el/wp-content/uploads/2021/11/4evo-16ar-4-16ar-4xn.pdf>
- [31] Πόρτες - <https://www.alumil.com/greece/aluminium-systems/entrance-doors/entrance-insulated-door-supreme-sd95>
- [32] Αντλία θερμότητας - <https://www.energyundercontrol.gr/main-menu/αντλιοσ-θερμοιτητασ-and-fan-coils1/αντλίες-θερμότητας1/τριφασικές-αντλίες-θερμότητας/τριφασικές-αντλίες-θερμότητας-midea/midea-m-thermal-a-series-monoblock-mhc-v30w-d2rn8-τριφασικη-αντλια-θερμοιτητασ-ψυξησ-θερμανσησ-30kw>
- [33] Τεχνικό φυλλάδιο αντλίας θερμότητας - https://mideacac.gr/wp-content/uploads/2022/02/Brochure-M-thermal-A-Series-Monol8_30kW-H3446.pdf
- [34] Master LEDtube HF HE 8W 830 T5 600mm PHILIPS - <https://www.multi-lite.shop/en/master-ledtube-hf-he-8w-830-t5-600mm-philips/item-1-31001.html>
- [35] τεχνικό φυλλάδιο Master LEDtube HF HE 8W 830 T5 600mm PHILIPS-
<https://www.lighting.philips.gr/api/assets/v1/file/Signify/content>

[36] Τεχνικό φυλλάδιο Φωτοβολταϊκών -
<https://www.vtacenergy.com/wp-content/uploads/2023/01/VT-545-Solar-Panel.pdf>

[37] ΔΕΗ Χρεώσεις Προμήθειας Αύγουστος 2024 -
<https://www.dei.gr/el/gia-tin-epixeirisi/revma/epaggelmaties-epixeiriseis/mybusiness-4allplus/>

Αναφορά σε βιβλίο:

[6] Παντελίδης Γιώργος, Οδηγός ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίων, Αθήνα: Εκδόσεις Δεδεμάδη, 2021.

[7] Περδίας Σταμάτης Δ., Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων Και Βιομηχανιών, Αθήνα: ΤεκΔΟΤΙΚΗ, 2006.

[9] Αραβαντινός, Δ. (2024). Τα θερμομονωτικά υλικά και η θερμομονωτική προστασία των κτιρίων [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.
<https://dx.doi.org/10.57713/kallipos-281>

[18] Βραχόπουλος, Μ., Κούκου, Μ., & Καρύτσας, Κ. (2015). Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας [Κεφάλαιο]. Στο Βραχόπουλος, Μ., Κούκου, Μ., & Καρύτσας, Κ. 2015. Κανονική Γεωθερμία [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις.
<https://hdl.handle.net/11419/4776>

[20] Διονύσης Ασημακόπουλος, Γεώργιος Αραμπατζής, Αθανάσιος Αγγελής, Αβραάμ Καρταλίδης, Γεώργιος Τσιγκιρίδης, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Β' Έκδοση Δυναμικό & Τεχνολογίες, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις σοφία, 2023.

[21] Φραγκιαδάκης Ιωάννης, Φωτοβολταϊκά Συστήματα, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη, 2019.

Αναφορά σε δημοσίευση σε επιστημονικό περιοδικό:

[19] LED Lightbulbs as a Source of Electricity Saving in Buildings -
https://www.researchgate.net/publication/306070245_LED_Lightbulbs_as_a_Source_of_Electricity_Saving_in_Buildings

Συνομογραφίες - Αρκτικόλεξα - Ακρωνύμια

ΠΕΑ	Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης
ΚΕΝΑΚ	Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
Nzeb	κτήρια μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΛΟΤ	Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Ελλάδας	Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας
ΔΕΗ	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
Φ/B	Φωτοβολταϊκό σύστημα

Απόδοση Ξενόγλωσσων Όρων

XPS	Extruded polystyrene
EPS	Expanded Polystern
PVC	πολυβινιλοχλωρίδιο
COP	Coefficient Of Performance
ERR	Energy Efficient Ratio
DC	direct current
AC	alternating current