



ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ - ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ
ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ (Σέρρες)

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ
ΕΡΓΑΣΙΑ



«Ενεργειακή αναβάθμιση και βέλτιστες πρακτικές εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε δημόσια κτίρια. Μελέτη Περίπτωσης: Γενικό Λύκειο Τοπικής Κοινότητας Πεντάπολης»

ΡΟΔΟΠΗ Ι. ΚΟΥΤΛΟΥΜΠΑΣΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΠΑΣΧΑΛΟΥΔΗΣ

ΣΕΡΡΕΣ | ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2023

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ - ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ
ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ (Σέρρες)

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ενεργειακή αναβάθμιση και βέλτιστες πρακτικές εφαρμογών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε δημόσια κτίρια. Μελέτη Περίπτωσης: Γενικό Λύκειο Τοπικής Κοινότητας Πεντάπολης»

ΡΟΔΟΠΗ Ι. ΚΟΥΤΛΟΥΜΠΑΣΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΠΑΣΧΑΛΟΥΔΗΣ

ΣΕΡΡΕΣ | ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2023

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδας (ΔΙ.ΠΑ.Ε.), μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Δημήτριο Πασχαλούδη, για την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια του.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φορείς του Δήμου Εμμανουήλ Παππά που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της εργασίας παρέχοντας χρήσιμο πληροφοριακό υλικό, καθώς και τους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης του Νομού Σερρών για την συμμετοχή τους στην έρευνα πεδίου με ερωτηματολόγια.

Τέλος, την παρούσα εργασία την αφιερώνω στον σύζυγό μου Γιάννη, στον γιο μου Σάββα και στις κόρες μου Καλλισθένη και Μαριάννα, για την αμέριστη στήριξη τους όλο αυτό το διάστημα της φοίτησής μου στο ΔΙ.ΠΑ.Ε. και ειδικότερα αυτό της συγγραφής της παρούσας εργασίας.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία έχει εκπονηθεί στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών Δημόσια Διοίκηση του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος και έχει ως τίτλο «Ενεργειακή Αναβάθμιση και Βέλτιστες Πρακτικές Εφαρμογών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Δημόσια Κτίρια. Μελέτη Περίπτωσης: Γενικό Λύκειο Τοπικής Κοινότητας Πεντάπολης». Πραγματοποιήθηκε με την επίβλεψη του καθηγητή Δημητρίου Πασχαλούδη που είναι Δρ. Οικονομολόγος και Κοινωνιολόγος στο τμήμα Διοίκησης Επιχειρήσεων του ΔΙ.ΠΑ.Ε. Η χρονική περίοδος εκπόνησης της εργασίας είναι το ακαδημαϊκό έτος 2023 και η επιλογή του θέματος έγινε με κριτήριο την καθημερινή επαφή της συγγραφέως με τον οικισμό της Πεντάπολης, όπου εργάζεται τα τελευταία δεκατρία χρόνια στην Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου Εμμανουήλ Παππά. Σκοπός της εργασίας είναι να αναδείξει τη σημασία του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης και να συμβάλει στην βελτίωση των περιβαλλοντικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των σχολικών κτιρίων. Στα δύο πρώτα κεφάλαια της εργασίας πραγματοποιείται μία βιβλιογραφική επισκόπηση σχετικά με το θέμα του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης των σχολικών κτιρίων στη σύγχρονη εποχή. Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα διάφορων ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των σχολικών κτιρίων και παρατίθενται παραδείγματα βιοκλιματικών σχολικών κτιρίων στην Ελλάδα και στην Ευρώπη. Επιπλέον, στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται ευρωπαϊκό και ελληνικό νομικό πλαίσιο σχετικά με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων. Επίσης, στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία έρευνας που χρησιμοποιήθηκε και σχολιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας με ερωτηματολόγιο που πραγματοποιήθηκε σε εκπαιδευτικούς που εργάζονται σε σχολικά κτίρια τα οποία έχουν αναβαθμιστεί ενεργειακά. Στο τέταρτο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας περιλαμβάνεται η μελέτη περίπτωσης του Γενικού Λυκείου της Τοπικής Κοινότητας Πεντάπολης, η οποία αποτελείται από την ενεργειακή ανάλυση του κτιρίου και από την ενεργειακή μελέτη του κτιρίου και από τις προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι περιορισμοί της έρευνας και γίνονται κάποιες προτάσεις για μελλοντικές εργασίες σχετικές με το θέμα.

Λέξεις- κλειδιά: βιοκλιματικός, σχεδιασμός, σχολικό κτίριο, ενεργειακή απόδοση, αναβάθμιση

Abstract

This thesis has been prepared within the framework of the Public Administration Master's Program of the International University of Greece and is entitled "Energy Upgrading and Best Practices for the Application of Renewable Energy Sources in Public Buildings. Case Study: High School of Pentapolis Local Community". It was carried out under the supervision of Professor Dimitrios Paschaloudis who is a Dr. Economist and Sociologist in the Department of Business Administration of DI.PA.E. The time period for the preparation of this work is the academic year 2023 and the choice of the topic was made based on the author's daily contact with the region of Pentapoli, where she has been working for the last thirteen years in the Technical Service of the Municipality of Emmanuil Pappas. The purpose of the present work is to highlight the importance of bioclimatic design/energy upgrading and to contribute to the improvement of the environmental and functional characteristics of school buildings. In the first two chapters of the paper, a bibliographic review is carried out on the topic of bioclimatic design/energy upgrading of school buildings in the modern era. More specifically, the first chapter presents the results of various researches that have been carried out regarding the bioclimatic design of school buildings and lists examples of bioclimatic school buildings in Greece and Europe. In addition, the second chapter refers to the European and Greek legal framework regarding bioclimatic design and the energy upgrade of buildings. Moreover, in the third chapter, the thesis presents the research methodology used and there are comments on the results of the questionnaire survey carried out on teachers working in school buildings which have been energy upgraded. The fourth chapter of this thesis includes the case study of the General High School of the Local Community of Pentapolis, which consists of the energy analysis of the building, the energy study of the building and the proposals about the improvement of its energy performance. Finally, in the fifth chapter of this thesis, the conclusions and limitations of the research are presented and some suggestions are made for future work related to the subject.

Keywords: bioclimatic, design, school building, energy efficiency, upgrading

Περιεχόμενα

Abstract	6
Κεφάλαιο 1: Βιοκλιματικός σχεδιασμός σχολικών κτιρίων	16
1.1 Βιβλιογραφική Επισκόπηση	16
1.2 Παραδείγματα Βιοκλιματικών σχολικών κτιρίων στην Ευρώπη	21
1.3 Παραδείγματα Βιοκλιματικών σχολικών κτιρίων στην Ελλάδα.....	22
1.4 Περιβαλλοντική αναβάθμιση υφιστάμενων σχολικών κτιρίων.....	29
Κεφάλαιο 2: Νομοθεσία/Ενεργειακοί κανονισμοί	34
2.1 Ευρωπαϊκό νομικό πλαίσιο.....	34
2.1.1 Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων	34
2.1.2 Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων	35
2.1.3 Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή αποδοτικότητα.....	35
2.1.4 Οδηγία 2018/844/ΕΕ για την ενεργειακή αποδοτικότητα.....	37
2.2 Ελληνικό νομικό πλαίσιο	38
2.2.1 Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων (ΚΘΚ)	38
2.2.2 Νόμος 3661/2008	40
2.2.3 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ 2010).....	42
2.2.4 Νόμος 4122/2013	44
2.2.5 Νόμος 4342/2015	44
2.2.6 Νέος Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ 2017)	45
2.2.7 Πρόγραμμα Ηλέκτρα.....	46
Κεφάλαιο 3: Παρουσίαση ερωτηματολογίου: «Αξιολόγηση για τις τεχνικές παρεμβάσεις Ενεργειακής Αναβάθμισης Δημόσιων κτιρίων»	48
3.1 Μεθοδολογία έρευνας.....	48
3.1.1 Σκοπός Έρευνας.....	48
3.1.2 Μέθοδος που επιλέχθηκε.....	48
3.1.3 Εργαλείο της Έρευνας.....	49
3.1.4 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων	50
3.2 Αποτελέσματα	52
3.2.1 Δημογραφικά στοιχεία	52
3.2.2 Ενεργειακή απόδοση του σχολικού κτιρίου Ερωτήσεις σχετικά με την αξιολόγηση της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου.....	56
3.3 Συζήτηση αποτελεσμάτων	80
3.4 Συμπεράσματα από την ανάλυση του ερωτηματολογίου	83
Κεφάλαιο 4: Μελέτη περίπτωσης: «Γενικό Λύκειο Τοπικής Κοινότητας Πεντάπολης» 85	85
4.1 Περιοχή μελέτης	85

4.2 Κλιματολογικά-Μετεωρολογικά στοιχεία.....	85
4.3 Περιγραφή του Γενικού Λυκείου, ανεγερθέν πριν το 1955	86
4.4 Ενεργειακή ανάλυση του κτιρίου.....	91
4.4.1 Υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου	91
4.4.2 Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου	94
4.5 Προτάσεις βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς	102
4.5.1 Προτεινόμενες τεχνικές παρεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου.....	104
4.5.2 Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού	105
4.5.3 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών	106
4.5.4 Σχεδιασμός συστήματος φωτισμού.....	109
4.5.5 Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις- Γεωθερμική Θέρμανση	111
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα.....	112
5.1 Συμπεράσματα	112
5.2 Περιορισμοί της έρευνας.....	113
5.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	113
Βιβλιογραφία.....	114
Ελληνόγλωσση	114
Ξενόγλωσση	117
Παράρτημα.....	119

Περιεχόμενα πινάκων

Πίνακας 1: Τύποι σχολείων- Μειώσεις CO ₂ με χρήση Φ/Β συστήματος.....	25
Πίνακας 2: Θερμοπερατότητα κτιρίων	32
Πίνακας 3: Απαιτήσεις κτιρίων που ανήκουν στην Ζώνη Α	32
Πίνακας 4: Απαιτήσεις κτιρίων που ανήκουν στην Ζώνη Β.....	33
Πίνακας 5: Απαιτήσεις κτιρίων που ανήκουν στην Ζώνη C	33
Πίνακας 6: Απαιτήσεις κτιρίων που ανήκουν στην Ζώνη D	33
Πίνακας 7: Ανάλυση αξιοπιστίας των ερωτήσεων	51
Πίνακας 8: Φύλο ερωτηθέντων	52
Πίνακας 9: Επίπεδο εκπαίδευσης ερωτηθέντων.....	52
Πίνακας 10: Έτη προϋπηρεσίας στην εκπαίδευση	53
Πίνακας 11: Περιοχή σχολικού κτιρίου.....	54
Πίνακας 12: Εκπαιδευτική βαθμίδα διδασκαλίας.....	55
Πίνακας 13: Συνθήκες θερμοκρασίας του χώρου κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου.....	56
Πίνακας 14: Συνθήκες θερμοκρασίας σχολικού χώρου κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου	57
Πίνακας 15: Λειτουργία συστήματος θέρμανσης	58
Πίνακας 16: Λειτουργία συστήματος ψύξης.....	59

Πίνακας 17: Μεταβολή της θερμοκρασίας στους χώρους του σχολείου	60
Πίνακας 18: Επίπεδα υγρασίας του σχολικού χώρου	61
Πίνακας 19: Μείωση των επιπέδων υγρασίας μετά την αναβάθμιση	62
Πίνακας 20: Φυσικός αερισμός σχολικών αιθουσών.....	63
Πίνακας 21: Απαραίτητες ώρες για τον αερισμό της σχολικής αίθουσας τον χειμώνα ..	64
Πίνακας 22: Χρήση συμπληρωματικών μέσων θέρμανσης	65
Πίνακας 23: Αξιολόγηση του φυσικού φωτισμού του σχολικού κτιρίου τον χειμώνα	66
Πίνακας 24: Αξιολόγηση του τεχνητού φωτισμού του σχολικού κτιρίου τον χειμώνα ...	67
Πίνακας 25: Αξιολόγηση του φυσικού φωτισμού του σχολικού κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο.....	68
Πίνακας 26: Αξιολόγηση του τεχνητού φωτισμού του σχολικού κτιρίου κατά την θερινή περίοδο.....	69
Πίνακας 27: Χρήση κουρτινών ή άλλου είδους σκίασης στη σχολική αίθουσα	70
Πίνακας 28: Βαθμός αποτελεσματικότητας των μέσων σκίασης.....	71
Πίνακας 29: Μείωση της υπερθέρμανσης των αιθουσών λόγω της αντικατάστασης των παλιών λαμπτήρων	72
Πίνακας 30: Μείωση της υγρασίας των αιθουσών λόγω υλοποίησης του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης	73
Πίνακας 31: Βαθμός θάμβωσης στη σχολική αίθουσα.....	74
Πίνακας 32: Βαθμός μείωσης των αντανάκλασεων και των χρωματικών αλλοιώσεων λόγω του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης	75
Πίνακας 33: Αξιοποίηση ή μη της στέγης του σχολικού κτιρίου για φωτοβολταϊκά συστήματα.....	76
Πίνακας 34: Βαθμός αναγκαιότητας της πραγματοποίησης του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ ενεργειακής αναβάθμισης	77
Πίνακας 35: Βαθμός επίτευξης των στόχων που τέθηκαν από τον βιοκλιματικό σχεδιασμό/ ενεργειακή αναβάθμιση.....	78
Πίνακας 36: Βαθμός ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των μαθητών/τριών και του προσωπικού λόγω του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ ενεργειακής αναβάθμισης	80
Πίνακας 37: Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτιρίου και της επιφάνειας αυτών	87
Πίνακας 38: Εμβαδό και όγκος τμήματος που μελετάται ανά χρήση	88
Πίνακας 39: Γενικά δεδομένα για τις θερμικές ζώνες.....	89
Πίνακας 40: Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U δομικών στοιχείων	90
Πίνακας 41: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου ανά κλιματική ζώνη σε συνάρτηση του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου με τον όγκο του.....	91
Πίνακας 42: Στοιχεία Δόμησης Σχολικού Κτηρίου Πεντάπολης	92
Πίνακας 43: Πραγματοποιούμενα Στοιχεία Δόμησης Σχολικού Κτηρίου Πεντάπολης ..	92
Πίνακας 44: Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτηρίου.....	97
Πίνακας 45: Συγκεντρωτικά στοιχεία του κτιρίου.....	97
Πίνακας 46: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.....	97
Πίνακας 47: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας (ισόγειο).....	98
Πίνακας 48: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης (ισόγειο).....	98
Πίνακας 49: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας (όροφος).....	99

Πίνακας 50: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης (όροφος)	99
Πίνακας 51: Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης	100
Πίνακας 52: Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας	100
Πίνακας 53: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανά όροφο για τον υπολογισμό αθέλητου αερισμού	100
Πίνακας 54: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμότητας για κάθε ιδιοκτησία	106
Πίνακας 55: Στοιχεία συστήματος αερισμού	106
Πίνακας 56: Υπολογισμός ημερήσιου θερμικού φορτίου για ZNX του κτιρίου	106
Πίνακας 57: Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m ²) για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια	107
Πίνακας 58: Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη φορτίου ZNX από ηλιακούς συλλέκτες	108
Πίνακας 59: Στοιχεία του συστήματος φωτισμού	110

Περιεχόμενα διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1 Ενεργειακή Απόδοση Σχολικών Κτηρίων	30
Διάγραμμα 2: Κατανάλωση ενέργειας	40
Διάγραμμα 3: Φύλο ερωτηθέντων	52
Διάγραμμα 4: Επίπεδο εκπαίδευσης ερωτηθέντων	53
Διάγραμμα 5: Έτη προϋπηρεσίας στην εκπαίδευση	54
Διάγραμμα 6: Περιοχή σχολικού κτιρίου	55
Διάγραμμα 7: Εκπαιδευτική βαθμίδα διδασκαλίας	56
Διάγραμμα 8: Συνθήκες θερμοκρασίας του χώρου κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου	57
Διάγραμμα 9: Συνθήκες θερμοκρασίας σχολικού χώρου κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου	58
Διάγραμμα 10: Λειτουργία συστήματος θέρμανσης	59
Διάγραμμα 11: Λειτουργία συστήματος ψύξης	60
Διάγραμμα 12: Μεταβολή της θερμοκρασίας στους χώρους του σχολείου	61
Διάγραμμα 13: Επίπεδα υγρασίας του σχολικού χώρου	62
Διάγραμμα 14: Μείωση των επιπέδων υγρασίας μετά την αναβάθμιση	63
Διάγραμμα 15: Φυσικός αερισμός σχολικών αιθουσών	64
Διάγραμμα 16: Απαραίτητες ώρες για τον αερισμό της σχολικής αίθουσας τον χειμώνα	65
Διάγραμμα 17: Χρήση συμπληρωματικών μέσων θέρμανσης	66
Διάγραμμα 18: Αξιολόγηση του φυσικού φωτισμού του σχολικού κτιρίου τον χειμώνα	67
Διάγραμμα 19: Αξιολόγηση του τεχνητού φωτισμού του σχολικού κτιρίου τον χειμώνα	68
Διάγραμμα 20: Αξιολόγηση του φυσικού φωτισμού του σχολικού κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο	69
Διάγραμμα 21: Αξιολόγηση του τεχνητού φωτισμού του σχολικού κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο	70
Διάγραμμα 22: Χρήση κουρτινών ή άλλου είδους σκίασης στη σχολική αίθουσα	71
Διάγραμμα 23: Βαθμός αποτελεσματικότητας των μέσων σκίασης	72

Διάγραμμα 24: Μείωση της υπερθέρμανσης των αιθουσών λόγω της αντικατάστασης των παλιών λαμπτήρων.....	73
Διάγραμμα 25: Μείωση της υγρασίας των αιθουσών λόγω υλοποίησης του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης.....	74
Διάγραμμα 26: Βαθμός θάμβωσης στη σχολική αίθουσα	75
Διάγραμμα 27: Βαθμός μείωσης των αντανάκλασεων και των χρωματικών αλλοιώσεων λόγω του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης	76
Διάγραμμα 28: Αξιοποίηση ή μη της στέγης του σχολικού κτιρίου για φωτοβολταϊκά συστήματα.....	77
Διάγραμμα 29: Βαθμός αναγκαιότητας της πραγματοποίησης του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ ενεργειακής αναβάθμισης	78
Διάγραμμα 30: Βαθμός επίτευξης των στόχων που τέθηκαν από τον βιοκλιματικό σχεδιασμό/ ενεργειακή αναβάθμιση.....	79
Διάγραμμα 31: Βαθμός ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των μαθητών/τριών και του προσωπικού λόγω του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ ενεργειακής αναβάθμισης	80

Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 1: Κάτοψη Γ' Στάθμης Πρότυπου Βιοκλιματικού Σχολικού Συγκροτήματος Δημοτικού- Νηπιαγωγείου στην Κοζάνη.....	27
Εικόνα 2: Εξωτερικό του Πρότυπου Βιοκλιματικού Σχολικού Συγκροτήματος Δημοτικού- Νηπιαγωγείου στην Κοζάνη.....	27
Εικόνα 3: Διαγραμματική τομή του φυσικού φωτισμού και αερισμού του Πρότυπου Βιοκλιματικού Σχολικού Συγκροτήματος Δημοτικού- Νηπιαγωγείου στην Κοζάνη.....	28
Εικόνα 4: Απόσταση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, ως προς τον νότο.	108

Πίνακας Συντομογραφιών

ΑΠΕ: Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΕΠΠΕΡΑΑ: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη

ΕΣΔΕΑ: Εθνικά Σχέδια Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης

ΖΝΧ: Ζεστό Νερό Χρήσης

ΘΨΚ: Θέρμανση, Ψύξη και Κλιματισμός

nZEB: Nearly Zero Energy Building

ΚΑΠΕ: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

ΚΕΔΕ: Κεντρική Ένωση Δήμων Ελλάδας

Κ.ΕΝ.Α.Κ: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων

ΜΕΑ: Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης

ΠΕΑ: Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης

ΣΗΘ: Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας

ΤΟΤΕΕ: Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας

ΥΠΕΚΑ: Υπουργείο Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής

Εισαγωγή

Η μεγάλη κατανάλωση ενέργειας στα πλαίσια των σύγχρονων κοινωνιών οδηγεί στην πολύ μεγάλη αύξηση εκπομπών αέριων ρύπων και την μεγάλη αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου που έχουν ως τελικό αντίκτυπο την υπερθέρμανση του πλανήτη. Για το 2007, στην ΕΕ το 41% της παραγόμενης ενέργειας καταναλώθηκε από τα κτηριακά συγκροτήματα, το 2% από τη βιομηχανία και το 31% από τον τομέα των μεταφορών (Παταργιάς & Μπενετάτου, 2021). Επίσης, το 2018, η συνολική παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε κατά 63% σε σύγκριση με το 1990. Το 20- 40% της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης, όπως και το 41% της συνολικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση καταναλώθηκε από τα κτίρια (Karali, Giannarou & Zervas, 2022). Εφαρμόζοντας τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων είναι δυνατό να δημιουργηθεί ένα οικονομικό ενεργειακά κτήριο που μπορεί να δώσει στους χρήστες του ένα υγιεινό και ευχάριστο περιβάλλον (Παταργιάς & Μπενετάτου, 2011).

Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων είναι ένας από τους κεντρικούς πυλώνες της πολιτικής που ασκεί η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) σχετικά με την ενέργεια. Με τη διαμόρφωση των κτιρίων ώστε να είναι αποδοτικά ενεργειακά μπορούν να υποστηριχθούν επιμέρους στόχοι που έχουν τεθεί από την ΕΕ, όπως είναι η ασφάλεια εφοδιασμού της ενέργειας σε όλους τους καταναλωτές, δηλαδή τις επιχειρήσεις, τη βιομηχανία και τα νοικοκυριά, ο περιορισμός των εκπομπών CO₂ και η δημιουργία των δομών που είναι αναγκαίες για να μετριαστούν οι επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Επίσης, ένας άλλος στόχος είναι να δημιουργηθεί μία ενιαία και ολοκληρωμένη αγορά ενέργειας μέσα στα πλαίσια της ΕΕ και ένα ανταγωνιστικό περιβάλλον με προσιτές τομές. Η ενεργειακή πολιτική της ΕΕ έχει διαμορφωθεί με ορίζοντα το 2050, οπότε και πρέπει να περιοριστούν τα αέρια του θερμοκηπίου κατά 80-95% σε σύγκριση με τα επίπεδα των αερίων του 1990. Με βάση αυτόν τον στόχο τα κράτη μέλη οφείλουν να αναβαθμίσουν ενεργειακά τα κτίρια τους ώστε να επωφεληθούν τόσο τα νοικοκυριά όσο και η προστασία του περιβάλλοντος (Ντεμιάν, Μουστάκας & Μανιάτης, 2018).

Ως βιοκλιματικός σχεδιασμός ορίζεται η νοητική σύλληψη που αποσκοπεί στο να αξιοποιηθούν οι φυσικοί νόμοι προς όφελος της ανθρώπινης κοινωνίας. Όταν και όπου εφαρμόζεται η βιοκλιματική αρχιτεκτονική, επιχειρείται να μειωθεί η

κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τον περιορισμό των θερμικών απωλειών του κτιρίου κατά την περίοδο του χειμώνα και την επιδίωξη του φυσικού δροσισμού κατά τη θερινή περίοδο ελαχιστοποιώντας τα θερμικά κέρδη και αποφορτίζοντας το κτίριο μέσω του αερισμού. Είναι εξίσου σημαντικό να δοθεί έμφαση τόσο στην χρήση ενεργητικών ενεργειακών συστημάτων, όπως είναι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία, η γεωθερμία, οι αυτοματισμοί εξοικονόμησης ενέργειας που είναι δαπανηρά, αλλά και στην χρήση των απαραίτητων παθητικών ενεργειακών συστημάτων, όπως είναι ο προσανατολισμός, ο αερισμός, η μόνωση, ο ηλιασμός και η σκίαση που έχουν ως στόχο την εξοικονόμηση. Τελικά, ως βιοκλιματική λειτουργία του κτιρίου μπορεί να οριστεί «η ικανότητα του κελύφους του να διαμορφώνει συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης με την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας» (Παταργιάς & Μπενετάτου, 2011, σ. 26).

Τα σχολεία αποτελούν πολύπλοκους οργανισμούς στα πλαίσια του εθνικού συστήματος εκπαίδευσης και ευθύνονται για σημαντική κατανάλωση ενέργειας. Η χαμηλή ενεργειακή απόδοση των σχολικών εγκαταστάσεων προκαλείται από διάφορους αλληλένδετους και δυναμικούς παράγοντες. Επίσης, τα σχολεία έχουν σημαντικό ρόλο ως κοινωνικά ιδρύματα που μπορούν να διαμορφώσουν τις απόψεις, πεποιθήσεις και συμπεριφορές των μαθητών, όπως και να τους προσφέρουν γνώσεις και δεξιότητες που επηρεάζουν τις επιλογές της σταδιοδρομίας και του τρόπου ζωής τους. Επιπλέον, το σχολείο ως οργανισμός μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη μιας θετικής κουλτούρας ενεργειακής αποδοτικότητας (Brychkov et al., 2023). Η κατανάλωση ενέργειας στα σχολεία σχετίζεται κυρίως με την θέρμανση και τον φωτισμό των χώρων, όπως και με λειτουργίες που είναι ενσωματωμένες στα εκπαιδευτικά πλαίσια, όπως είναι τα εργαστήρια, οι καντίνες, τα γυμναστήρια, ο αθλητικός εξοπλισμός και τα απογευματινά μαθήματα (Asdrubali et al., 2021).

Ο Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων έχει συνεργαστεί με πολλά πανεπιστήμια και εξειδικευμένους επιστήμονες και ανέπτυξε και εφάρμοσε πιλοτικά προγράμματα με θετικά αποτελέσματα. Επίσης, η τεχνογνωσία που προέκυψε από αυτά τα προγράμματα μεταφέρθηκε σε νομαρχίες και δήμους, οι οποίοι μπορούν να μελετήσουν και να κατασκευάσουν ενεργειακά αποδοτικές σχολικές μονάδες. Κάποια τέτοια πιλοτικά προγράμματα είναι:

- Το πρόγραμμα ενεργειακής συμπεριφοράς σχολικών κτιρίων (Τμήμα Φυσικής Πανεπιστημίου Αθηνών)
- Το πρόγραμμα για την ποιότητα του αέρα στις σχετικές τάξεις (Τμήμα Χημείας Πανεπιστημίου Αθηνών, Τμήμα Φυσικής Πανεπιστημίου Αθηνών)
- Το πρόγραμμα για τα πράσινα δώματα (Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών)
- Ανάπτυξη φωτοβολταϊκών συστημάτων (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας)
- Θέρμανση μέσω ηλιακών συστημάτων (Πανεπιστήμιο Αθηνών)
- Πρόγραμμα έξυπνων κτηρίων (smart buildings)- Εξοικονόμηση ενέργειας φωτισμού (Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων)
- Συστήματα σκιασμού (Πανεπιστήμιο Αθηνών)
- Πράσινο περιβάλλον σε αύλειους χώρους σχολείων (Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο) (Παταργιάς & Μπενετάτου, 2011).

Η εφαρμογή του Κανονισμού για την Θερμομόνωση των Κτιρίων κατά την περίοδο 1980- 2001 και των Οδηγιών της Ευρωπαϊκής Ένωσης από το 2002 και έπειτα, έθεσαν το πλαίσιο για να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Παρατηρείται ότι η μέση ενεργειακή κατανάλωση των εκπαιδευτικών ιδρυμάτων αυξάνεται στις κλιματικές ζώνες Γ και Δ όπου κυριαρχούν οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου οπότε η θέρμανση είναι απαραίτητη για να επιτευχθεί η θερμική άνεση για τους χρήστες. Το 71,4% των κτηρίων θερμαίνεται με κεντρική θέρμανση πετρελαίου και μόνο το 28,3% με φυσικό αέριο. Συνήθως, δεν υπάρχει σύστημα ψύξης και ο δροσισμός επιτυγχάνεται με φυσικό αερισμό, ενώ παρατηρείται αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας, όταν χρησιμοποιείται κλιματισμός. Επιπλέον, θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι συνθήκες θερμικής άνεσης επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό επειδή υπάρχει έλλειψη θερμικής μόνωσης και κατάλληλων πλαισίων στα παράθυρα. Τα σχολεία που δεν έχουν μόνωση καταναλώνουν αυξημένο ποσό ενέργειας περίπου κατά 16% στην περιοχή της Ζώνης Α, κατά 29% στην Ζώνη Β και κατά 33% στην Ζώνη Γ. Αντίθετα, κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, η κατάσταση βελτιώνεται επειδή η θερμοκρασία του αέρα δεν είναι υψηλή σε σύγκριση με τις κλιματικές ζώνες Α και Β. Για αυτόν τον λόγο δεν απαιτείται χρήση ενέργειας για να υπάρξει ψύξη, η οποία πραγματοποιείται με φυσικό αερισμό (Karali et al., 2022).

Κεφάλαιο 1: Βιοκλιματικός σχεδιασμός σχολικών κτιρίων

1.1 Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Η παιδεία παίζει σημαντικό ρόλο στα πλαίσια των σύγχρονων κοινωνιών αφού μεταδίδει στη νεολαία τις κατάλληλες γνώσεις και δεξιότητες σε ένα πλαίσιο πολιτισμού και κοινωνικής ευαισθησίας. Η σημερινή κοινωνία θα πρέπει να αποσκοπεί στη διαμόρφωση σύγχρονων βιοκλιματικών και οικολογικών σχολικών μονάδων. Οι διάφορες βιοκλιματικές εφαρμογές και τα οικολογικά υλικά δείχνουν τις σύγχρονες τάσεις που υπάρχουν και έχουν ως στόχο να εξοικονομηθεί ενέργεια, να εξασφαλιστεί ένα βελτιωμένο μικροκλίμα στο περιβάλλον του σχολείου, να παραχθεί ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές που έχουν οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη, να βελτιωθεί η ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό των τάξεων και να ελαχιστοποιηθεί η χρήση των τοξικών υλικών (Παταργιάς & Μπενετάτου, 2011, σ. 26).

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των σχολικών κτιρίων αποτελεί πολύ δημοφιλές θέμα για έρευνα σε μεταπτυχιακό και διδακτορικό επίπεδο λόγω του γεγονότος ότι είναι ανάγκη το ελληνικό κράτος να ευθυγραμμιστεί με τις απαιτήσεις της ΕΕ σχετικά με την ενεργειακή αναβάθμιση και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε δημόσια και ιδιωτικά κτίρια. Σύμφωνα με τον Σπηλιόπουλο (2020), υπάρχουν αρκετά παραδείγματα σχολικών κτιρίων στην Ελλάδα και στο εξωτερικό τα οποία έχουν αναβαθμιστεί ενεργειακά ώστε να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας και να γίνουν τα ίδια αποδοτικά. Η αναβάθμιση των σχολείων στηρίζεται από το πρόγραμμα ZEMedS ώστε να μετατραπούν αυτά σε κτίρια σχεδόν μηδενικής ενέργειας.

Μία άλλη διπλωματική εργασία είναι της Ιωάννας Δαμοπούλου με τίτλο «Οικοδομώντας Αειφόρα Σχολικά Κτίρια και Αυλές. Ανασκόπηση- Διερεύνηση Υφιστάμενης Κατάστασης- Προτάσεις Βιοκλιματικής Διαμόρφωσης» (2021), στην οποία αναφέρονται παραδείγματα πράσινων σχολείων που έχουν αναβαθμιστεί ενεργειακά. Ακόμη, περιλαμβάνονται τα αποτελέσματα μίας έρευνας με ερωτηματολόγιο που πραγματοποιήθηκε σε εκπαιδευτικούς (Διοικητικά Στελέχη και Δασκάλους) σε 200 σχολεία της χώρας με στόχο να διερευνηθούν οι συνθήκες άνεσης στους εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους των σύγχρονων σχολικών μονάδων που βρίσκονται στις διάφορες Κλιματικές Ζώνες με επικέντρωση στον

σχεδιασμό και στις φυτεύσεις των αύλειων χώρων, όπως και στη διαμόρφωση των αναγκών και των προσδοκιών που έχουν οι χρήστες από τον βιοκλιματικό σχεδιασμό-ενεργειακή αναβάθμιση. Από την ανάλυση των ερωτηματολογίων που συγκεντρώθηκαν φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων πιστεύει ότι υπάρχει εξασφάλιση των συνθηκών θερμικής άνεσης σε ικανοποιητικό βαθμό (44,9%). Ωστόσο, υπάρχουν και κάποιοι χρήστες (29,3%) που υποστηρίζουν ότι η θερμική άνεση εντοπίζεται σε μικρό βαθμό. Ακόμη, το μεγαλύτερο μέρος (52,5%) είναι ικανοποιημένο με την οπτική άνεση των σχολικών χώρων (52,5%) και η πλειονότητα δεν έχει παρατηρήσει φαινόμενα οπτικής θάμβωσης (66,2%). Επίσης, όσον αφορά στον αερισμό των σχολικών αιθουσών, το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων απάντησαν ότι αυτός πραγματοποιείται πλήρως από τα παράθυρα και ότι εξασφαλίζεται η ποιότητα του αέρα «αρκετά» (49%) και «πολύ» (34,8%). Επιπλέον, οι περισσότεροι χρήστες απάντησαν ότι δεν έχουν ενημερωθεί για τις βιοκλιματικές αρχές και τα συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν για να κατασκευαστούν ή να αναβαθμιστούν τα σχολικά κτίρια (σε ποσοστό 78,3%) και θεωρούν ότι ούτε οι μαθητές έχουν αντίστοιχη ενημέρωση (σε ποσοστό 65,2%). Επιπρόσθετα, η πλειονότητα των ερωτηθέντων απάντησε ότι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου έχει συμβάλει στην ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης στους μαθητές/τριες σε μεγάλο βαθμό, αφού το 24,2% απάντησε «αρκετά», το 20,2% «πολύ» και το 8,6% «πάρα πολύ». Όμως υπήρξε κι ένα σημαντικό μέρος των συμμετεχόντων στην έρευνα που απάντησαν ότι οι μαθητές έχουν αναπτύξει περιβαλλοντική συνείδηση σε μικρό βαθμό (το 34,8% απάντησε «λίγο»). Εκτός από τα παραπάνω, οι περισσότεροι απάντησαν ότι δεν υπάρχουν φωτοβολταϊκά συστήματα στα δώματα των κτιρίων (72,2%) και κάποιοι απάντησαν ότι δεν γνωρίζουν σχετικά με αυτό το ζήτημα (14,1%). Τέλος, όσον αφορά στην αξιολόγηση της επιτυχούς ολοκλήρωσης των στόχων που τέθηκαν από τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, οι περισσότεροι απάντησαν ότι δεν έχουν πραγματοποιηθεί οι στόχοι σε επαρκή βαθμό, ενώ ανέφεραν ότι δεν είναι ικανοποιημένοι με το περιβάλλον εργασίας τους στα πλαίσια των σχολικών κτιρίων. Η έρευνα της Δημοπούλου (2021) αφορούσε και στη διαμόρφωση των αύλειων χώρων με στόχο την επίτευξη συνθηκών άνεσης και χρήσης των εξωτερικών χώρων των σχολικών μονάδων. Σύμφωνα με τις απαντήσεις των ερωτηθέντων δεν εξασφαλίζονται οι συνθήκες θερμικής άνεσης (35,9% απάντησε «καθόλου» και το 35,4% «λίγο») στους αύλειους χώρους, ενώ οι χρήστες θεωρούν ότι η οπτική (22,2% «λίγο» και 33,3%

«αρκετά») και ακουστική (27,8% «λίγο» και 28,3% «αρκετά») άνεση που προσφέρουν οι αύλαιοι χώροι πραγματοποιείται σε ικανοποιητικό βαθμό. Επιπλέον, από την έρευνα επισημαίνεται ότι χρησιμοποιούνται περιορισμένα είδη βλάστησης και ότι δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί διδασκαλία στα πλαίσια των αύλειων χώρων. Ακόμη, διαπιστώνεται ότι παρόλο που υπάρχουν (σε ποσοστό 68,2%) στεγασμένοι υπαίθριοι χώροι, αυτοί δεν είναι αρκετοί (το 36,9% απάντησε «πολύ μικρή» και το 28,3% απάντησε «μικρή» στεγασμένη επιφάνεια). Στο τέλος της εργασίας αναφέρονται οι βασικές αρχές στις οποίες θα πρέπει να βασιστούν οι σχεδιαστές των σχολικών κτιρίων που θα είναι βιοκλιματικά και ενεργειακά αναβαθμισμένα και προτείνεται η προώθηση των φυτεύσεων σε μεγαλύτερο εύρος και όχι διεκπεραιωτικά.

Μία ακόμη ενδιαφέρουσα έρευνα σε επίπεδο διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε από την Παναγιώτα Βουρνά (2019) με τίτλο «Αξιολόγηση ενεργειακής αναβάθμισης Δημόσιου Κτηρίου». Η έρευνα αυτή επικεντρώνεται στην αξιολόγηση της ενεργειακής αναβάθμισης του κτηριακού συγκροτήματος του 105^{ου} Δημοτικού Σχολείου και των 25^ο- 138^ο Νηπιαγωγείων του Δήμου Αθηναίων με την χρήση ερωτηματολογίων που απευθύνονται στους εκπαιδευτικούς του σχολικού συγκροτήματος και αφορά στην αξιολόγηση των υλικοτεχνικών παρεμβάσεων, τις ψυχοσωματικές επιδράσεις μετά την ενεργειακή αναβάθμιση και τις προσωπικές απόψεις των ερωτηθέντων. Από τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται ότι μετά την ενεργειακή αναβάθμιση που πραγματοποιήθηκε στο σχολικό συγκρότημα, εντοπίζεται άμεση άνοδος της θερμοκρασίας στις αίθουσες κατά τους χειμερινούς μήνες, αφού οι περισσότεροι απάντησαν «αρκετά», «πολύ» και «πάρα πολύ» (45% απάντησαν «πολύ»). Ακόμη, απάντησαν ότι διατηρείται σε καλό επίπεδο η θερμοκρασία την επόμενη μέρα (το 50% απάντησε «αρκετά») και ότι έχει μειωθεί ο χρόνος επαναφοράς της θερμοκρασίας μετά τον εξαερισμό των αιθουσών. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια των ανοιξιάτικων μηνών, οι αίθουσες διδασκαλίας είναι δροσερές σε μεγάλο βαθμό, αφού οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί απάντησαν «αρκετά» (69%), ενώ συγχρόνως οι περισσότεροι πιστεύουν ότι η αντικατάσταση των παλιών λαμπτήρων με νέους, τύπου LED, έχει συμβάλει σε μεγάλο βαθμό στη μείωση της υπερθέρμανσης των σχολικών χώρων (47% απάντησε «αρκετά» και περίπου το 40% «πολύ» και «πάρα πολύ»). Επιπρόσθετα, η πλειονότητα των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών (περίπου το 88%) απάντησαν ότι έχει επέλθει μείωση των επιπέδων

υγρασίας σε μεγάλο βαθμό («αρκετά» και «πολύ»). Όσον αφορά στον φυσικό φωτισμό των αιθουσών οι ερωτηθέντες εκπαιδευτικοί πιστεύουν ότι βελτιώθηκε αρκετά επειδή αντικαταστάθηκαν οι υαλοπίνακες, αλλά το ένα τέταρτο των ερωτηθέντων απάντησε ότι υπήρξε μικρή αλλαγή. Ένας άλλος παράγοντας που μείωσε τις αντανακλάσεις και τις χρωματικές αλλοιώσεις σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς του σχολικού συγκροτήματος είναι η αντικατάσταση των πλαισίων των κουφωμάτων και των φωτιστικών σωμάτων. Μετά την πραγματοποίηση της ενεργειακής αναβάθμισης, οι εξωτερικοί θόρυβοι μειώθηκαν αρκετά (ποσοστό 38%), ενώ ο εξαερισμός των χώρων διδασκαλίας επιτυγχάνεται μέσω των νέων φεγγιτών που έχουν τοποθετηθεί σε μεγάλο βαθμό (περίπου το 44% απάντησε «πολύ» και το 30% «πάρα πολύ»). Επίσης, από την έρευνα συμπεραίνεται ότι η βελτίωση των συνθηκών άνεσης των εσωτερικών χώρων του σχολικού συγκροτήματος που μελετήθηκε συνέβαλε στην καλή ψυχική διάθεση των μαθητών/τριών και των εκπαιδευτικών, αφού βελτιώθηκε η υγεία και η φυσική τους κατάσταση. Τέλος, γίνονται προτάσεις σχετικά με τον σχεδιασμό μιας νέας ενεργειακής αναβάθμισης με παρουσίαση τεσσάρων σεναρίων και των πλεονεκτημάτων τους. Κάποιες προτάσεις είναι η εγκατάσταση λέβητα υψηλής τεχνολογίας, η ενσωμάτωση τεχνολογιών ΑΠΕ (Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας), η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων και η χρήση φυσικού αερίου.

Εκτός από τις παραπάνω έρευνες, μία άλλη διπλωματική εργασία με θέμα την ενεργειακή αναβάθμιση σχολικών κτιρίων είναι αυτή του Χρήστου Ιωαννίδη (2023) η οποία έχει ως αντικείμενο την αξιολόγηση από τους εκπαιδευτικούς των ενεργειακών συστημάτων που έχουν εγκατασταθεί σε κάποια σχολεία, ενώ συγχρόνως διερευνά τη στάση τους σε πιθανές μελλοντικές επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης. Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τους 116 εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στην έρευνα, έγινε φανερό ότι η ικανοποίησή τους από την απόδοση των συστημάτων που ήδη χρησιμοποιούνται αξιολογείται μάλλον ως οριακή. Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στην απόδοση του συστήματος θέρμανσης που χρησιμοποιείται μία μικρή πλειοψηφία των εκπαιδευτικών (περίπου το 43,1%) την αξιολογεί, το 27,7% των απαντήσεων ήταν αρνητικές, ενώ το 30,2% αξιολογεί ως μέτρια την απόδοση του συστήματος θέρμανσης των σχολείων που μελετήθηκαν. Επίσης, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί απάντησαν θετικά σχετικά με την ύπαρξη θερμικής άνεσης στον χώρο κατά τη διάρκεια του χειμώνα (το 35,3% απάντησε «καλή» και το 13,8% «πολύ

καλή»). Επιπλέον, ένας μεγάλος αριθμός από τους εκπαιδευτικούς θεωρεί ότι τα συστήματα τεχνητού φωτισμού που χρησιμοποιούνται έχουν ικανοποιητική απόδοση. Αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι το 40,5% επέλεξε τον χαρακτηρισμό «καλή» και το 12,1% των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών «πολύ καλή» για την απόδοση του τεχνητού φωτισμού. Επιπρόσθετα, θεωρούν ότι και ο φυσικός φωτισμός χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό και έχει αποτελεσματικότητα και το 39,7% των εκπαιδευτικών χαρακτηρίζει τον βαθμό εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού ως «καλό» και το 18,1% ως «πολύ καλό». Αντίστοιχα είναι και τα ευρήματα της έρευνας που αφορούν στην επάρκεια του φυσικού φωτισμού στις αίθουσες διδασκαλίας που θεωρείται ότι βρίσκεται σε ικανοποιητικό επίπεδο (69% των εκπαιδευτικών την χαρακτηρίζουν ως «καλή» ή «πολύ καλή»).

Επιπρόσθετα, οι Karali et al (2022), πραγματοποίησαν μία έρευνα σε 137 σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που είχαν υποστεί ενεργειακή αναβάθμιση και βιοκλιματικό σχεδιασμό. Η χρήση του ερωτηματολογίου είχε ως στόχο να προσδιοριστεί η πραγματική κατάσταση των σχολικών κτιρίων που είχαν αναβαθμιστεί ή κατασκευαστεί με βιοκλιματικές αρχές και η δημιουργία ικανοποιητικών συνθηκών θερμικής άνεσης για τους χρήστες. Οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν την λειτουργικότητα του κτιρίου και την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων που είχαν ήδη εφαρμοστεί. Επίσης, τους ζητήθηκε να κάνουν επιπρόσθετες προτάσεις για παρεμβάσεις που απαιτούνται και να συλλογιστούν σχετικά με τη διαμόρφωση περιβαλλοντικής συνείδησης ανάμεσα στους χρήστες και στα μέλη της τοπικής κοινότητας. Από την ανάλυση των δεδομένων φάνηκε ότι τα περισσότερα σχολεία που συμμετείχαν στην έρευνα και ανήκαν στην Β και Γ Ζώνη είχαν υποστεί μεγάλο αριθμό ενεργειακών αναβαθμίσεων και βιοκλιματικού σχεδιασμού. Ακόμη, οι περισσότεροι συμμετέχοντες (το 41,6%) θεωρούν ότι η θερμική άνεση είναι ουδέτερη (ούτε κρύο, ούτε ζέστη) κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του σχολείου. Επίσης, η ικανοποίηση των ερωτηθέντων από τον φυσικό φωτισμό του κτηρίου είναι μέτρια, ενώ η χρήση τεχνητού φωτισμού θεωρείται ότι είναι απαραίτητη κατά τους μήνες του φθινοπώρου και του χειμώνα. Η σκίαση επιτυγχάνεται κυρίως με την χρήση κουρτινών (87,6%), ενώ το επίπεδο της θερμικής άνεσης επηρεάζεται από την υγρασία και τον αερισμό. Οι βασικές επεμβάσεις για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου είναι η εγκατάσταση θερμικής μόνωσης και φωτοβολταϊκών συστημάτων, η αντικατάσταση των παραθύρων και η

αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης του αέρα. Τέλος, διαπιστώνεται ότι η ενεργειακή αναβάθμιση των σχολικών κτιρίων έχει ενισχύσει την ενημέρωση για την αναγκαιότητα της εξοικονόμησης ενέργειας (62% πάρα πολύ) και έχει ενθαρρύνει τόσο τους μαθητές/τριες όσο και το προσωπικό να εξοικονομεί ενέργεια και να συμμετέχει σε σχετικά περιβαλλοντικά προγράμματα (51,8% και 51,1% πάρα πολύ αντίστοιχα).

1.2 Παραδείγματα Βιοκλιματικών σχολικών κτιρίων στην Ευρώπη

Στη σύγχρονη εποχή υπάρχει μεγάλο ενδιαφέρον για την ενεργειακή απόδοση των σχολικών κτιρίων. Ωστόσο, εντοπίζεται έλλειψη μιας συστηματικής προσέγγισης του θέματος. Για αυτόν τον λόγο πολλές έρευνες προσανατολίζονται προς την διερεύνηση της βιώσιμης χρήσης ενέργειας στα σχολικά κτίρια. Τέτοια έρευνα είναι των Brychkon et al (2023) που εφαρμόζει μία σειρά από οργανωμένες δραστηριότητες και επεμβάσεις που συμβάλλουν στην παρουσίαση μίας συστηματικής προσέγγισης για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα σχολεία. Στην έρευνα συμμετείχαν 13 σχολεία που λειτούργησαν ως πειραματικά εργαστήρια για την ανάπτυξη και τον έλεγχο ενός πλαισίου ενεργειακής απόδοσης στα σχολεία. Το πρόγραμμα ονομάζεται ENERGE “Energizing education to reduce greenhouse gas emissions” (Brychkon et al., 2023).

Οι Zinzi et al (2016) πρότειναν μία μεγάλη ενεργειακή αναβάθμιση για το Σχολείο Plauto στην Cesena (Βόρεια Ιταλία) με παρεμβάσεις, όπως είναι η μόνωση του κελύφους, η αντικατάσταση των παραθύρων, η εγκατάσταση λεβήτων συμπύκνωσης και η εγκατάσταση συστημάτων ρύθμισης και ελέγχου, όπως είναι οι θερμοστατικές βαλβίδες και οι θερμοστάτες που μπορούν να προγραμματιστούν. Μετά από δύο χρόνια παρακολούθησης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εξοικονόμηση ενέργειας ήταν πολύ υψηλή. Για παράδειγμα, η θέρμανση του χώρου μειώθηκε από 143 στις 23 kWh/m² τον χρόνο, δηλαδή -84%. Ακόμη, οι Asdrubali, et al. (2021) αναφέρουν μία μελέτη περίπτωσης του σχολείου “Via Giuliano da Sangallo” σε μια περιοχή κοντά στη Ρώμη, στο οποίο λειτουργούσε ένα παραδοσιακό σύστημα θέρμανσης με καυστήρα φυσικού αερίου και θερμαντικά σώματα, ενώ δεν υπήρχε σύστημα ψύξης για τη διάρκεια των θερινών μηνών. Για να μειωθεί η

κατανάλωση ενέργειας υπήρξε η πρόταση για αντικατάσταση των εγκαταστάσεων φωτισμού, όπως και του εξωτερικού κελύφους. Ωστόσο, η καλύτερη λύση για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου είναι να εφαρμοστεί το σενάριο της αντικατάστασης των παραθύρων τόσο από οικονομική όσο και από περιβαλλοντική πλευρά.

Μία άλλη έρευνα των Dall'O & Sarto (2013) περιέλαβε μία εκστρατεία ενεργειακού ελέγχου που διεξήχθη σε 49 σχολικά κτίρια που βρίσκονται στην περιοχή της Λομβαρδίας στην Ιταλία ώστε να συλλεγούν δεδομένα που αφορούν στην πραγματική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση του χώρου, τη συμπεριφορά των μαθητών και του προσωπικού και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κτιρίων. Με βάση αυτά τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν, μελετήθηκαν διαφορετικά σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης που είχαν διαφορετική απόδοση και στόχους κόστους-οφέλους. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν είναι πάντα χρήσιμο να βελτιώνεται υπερβολικά η ενεργειακή απόδοση για τη θέρμανση.

Ένα άλλο παράδειγμα βιοκλιματικού σχολικού κτιρίου είναι το Λύκειο Albert Camus στην περιοχή της Lyon της Γαλλίας. Η επιλογή της μορφής του κτιρίου συμβάλλει στην αύξηση του φυσικού αερισμού των χώρων. Πιο συγκεκριμένα, ο εσωτερικός διάδρομος που είναι υπερυψωμένος λειτουργεί ως ηλιακή καμινάδα. Είναι δυνατόν να γίνεται απαγωγή του ζεστού αέρα από τις αίθουσες διδασκαλίας μέσα από τον εσωτερικό διάδρομο ώστε να μην είναι απαραίτητος ο μηχανικός αερισμός. Στο εξωτερικό του σχολείου υπάρχουν σκίαστρα τα οποία είναι διάτρητες μεταλλικές επιφάνειες που παρέχουν πλήρη σκiasμό κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού στις νότιες αίθουσες του σχολικού κτιρίου. Επίσης, χρησιμοποιείται οπλισμένο σκυρόδεμα για τον σκελετό του κτιρίου που δίνει επαρκή μάζα και έτσι είναι δυνατόν να συλλεχθεί και να απορροφηθεί η ηλιακή θερμότητα και να παρασχεθεί η αναγκαία θερμική αδράνεια για να εξισορροπούνται οι διακυμάνσεις των αιχμών της εξωτερικής θερμοκρασίας (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 2017, σ. 212).

1.3 Παραδείγματα Βιοκλιματικών σχολικών κτιρίων στην Ελλάδα

Τα πρώτα στοιχεία βιοκλιματικού σχεδιασμού στα σχολεία της Ελλάδας αρχίζουν να εμφανίζονται από το 1930, κυρίως με τον προσανατολισμό των κτηρίων. Στη συνέχεια, κατά τη δεκαετία 1960- 1970 και αφού δημιουργήθηκε ο Οργανισμός

Σχολικών Κτηρίων (ΟΣΚ) υπήρξε ιδιαίτερη επικέντρωση σε στοιχεία, όπως είναι ο προσανατολισμός, ο φωτισμός και ο αερισμός των χώρων. Από το 1982 αρχίζουν να καταγράφονται επίσημα οδηγίες για τον κτιριολογικό σχεδιασμό των σχολικών κτηρίων με την κωδικοποίηση όλων των κτιριολογικών προγραμμάτων όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης. Οι οδηγίες περιελάμβαναν στοιχεία για τον προσανατολισμό των κτηρίων, τον αερισμό και τον φωτισμό των χώρων διδασκαλίας, την σκίαση των ανοιγμάτων με βάση τον προσανατολισμό που είχαν και την εφαρμογή υψηλών και χαμηλών φυτών που παρείχαν προστασία από τον ήλιο και τον άνεμο. Στην Ελλάδα ήδη από το 2006 έχει τεθεί σε εφαρμογή η Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου σχετικά με την ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων. Τότε, είχε τεθεί ως στόχος από την ΕΕ η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ μέχρι το 2020 σε ποσοστό 20% της ενέργειας που παραγόταν ήδη (Παταργιάς & Μπενετάτου, 2011).

Η Ελλάδα διαθέτει περίπου 15.000 σχολικές μονάδες οι οποίες μπορούν να τεθούν σε προγράμματα βιοκλιματικού σχεδιασμού ώστε να υπάρξει αναβάθμισή τους και να συμβάλουν ουσιαστικά στη βελτίωση του περιβάλλοντος. Οι πιο σημαντικές δράσεις που μπορούν να εφαρμοστούν είναι (Παταργιάς & Μπενετάτου, 2011):

- Να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας με την εφαρμογή ειδικών αυτοματισμών
- Να παραχθεί η ενέργεια που απαιτείται με την χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)
- Να διαμορφωθεί ένα αναβαθμισμένο σχολικό περιβάλλον εφαρμόζοντας βιοκλιματική αρχιτεκτονική
- Να εξοικονομηθούν υδάτινοι πόροι
- Να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου

Το πρώτο βιοκλιματικό σχολείο που κατασκευάστηκε στην Ελλάδα ήταν το Νηπιαγωγείο του Παλαιού Φαλήρου που ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2004 και ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2005. Σε αυτό το σχολείο εφαρμόστηκαν βιοκλιματικές και καινοτόμες δράσεις. Έτσι, οργανώθηκαν οι εσωτερικοί χώροι με στόχο να αξιοποιηθεί ο προσανατολισμός του σχολείου. Ακόμη, προστατεύτηκε το κέλυφος μέσω επεμβάσεων στα δομικά στοιχεία και τα ανοίγματα του κτηρίου ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες και να θερμανθεί παθητικά με έμμεσα ηλιακά κέρδη. Επιπλέον, εφαρμόστηκε ηλιοπροστασία στα ανοίγματα και σκιασμός, όπως

και ο φυσικός αερισμός και δροσισμός του κτιρίου. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός προέβλεπε να εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά συστήματα με σκοπό να καλυφθεί ένα μέρος των αναγκών της ηλιακής ενέργειας. Εξίσου σημαντικό ήταν το γεγονός ότι τοποθετήθηκαν διπλοί βελτιωμένοι υαλοπίνακες ($k= 2.8 \text{ W/m}^2\text{K}$) που συνέβαλαν στην εξοικονόμηση ενέργειας συγκριτικά με τους απλούς κατά την περίοδο θέρμανσης. Επιπρόσθετα, τοποθετήθηκε φυτεμένο δώμα σε ένα τμήμα του κτηρίου και προσαρτήθηκε ειδικός ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο) στη Ν- ΝΔ όψη του κτιρίου. Άλλες παρεμβάσεις ήταν η ηλιοπροστασία με σταθερά σκίαστρα και ο νυχτερινός φυσικός αερισμός. Η περιμετρική φύτευση που εφαρμόστηκε βοήθησε στη διαμόρφωση συνθηκών μικροκλίματος, επειδή απορροφήθηκε σημαντικό ποσοστό ακτινοβολίας και θερμότητας, όπως και εξωτερικού θορύβου. Η σκίαση έγινε εφικτή με την χρήση φυλλοβόλων δέντρων, αλλά και με την αειθαλή βλάστηση. Εφαρμόζοντας τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, έγινε δυνατόν να εξοικονομηθεί ενέργεια για τη θέρμανση του κτιρίου κατά 20% και για την ψύξη του κτιρίου σε ποσοστό 35%. Αντίστοιχα, εφαρμόζοντας μέτρα για τον φυσικό και τεχνητό φωτισμό του σχολικού συγκροτήματος μπόρεσε να εξοικονομηθεί 35% ενέργεια για τον φωτισμό των χώρων (Παταργιάς & Μπενετάτου, 2011).

Ο Οργανισμός Σχολικών Κτιρίων εφάρμοσε ένα πρόγραμμα το 2008- 2012 με πρόβλεψη κατασκευής 1233 νέων βιοκλιματικών σχολείων και είχε υπολογιστεί ότι θα επέφερε μείωση των εκπομπών του CO₂ κατά 10.000 τόνους σε ετήσια βάση. Η ποσότητα αυτή αποτελεί σημαντική ανακούφιση για το περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση των φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να έχει σημαντική συμβολή στο να μειωθούν οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Για παράδειγμα, στο τυπικό δωδεκαθέσιο σχολείο αν εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά συστήματα με ισχύ 16 KWp, τότε καλύπτονται οι ανάγκες του σχολείου σε ενέργεια κατά 60% και μειώνονται οι αέριες εκπομπές κατά 20.000 kg ετησίως. Επίσης, σε ένα τυπικό νηπιαγωγείο με εμβαδό 250m² αν εγκατασταθεί φωτοβολταϊκό σύστημα με ισχύ 2,5 KWp, τότε καλύπτονται πλήρως οι ενεργειακές ανάγκες του σχολείου και υπάρχει μείωση των εκπομπών αερίων κατά 4.287 kg ετησίως. Τα παραπάνω που αναφέρθηκαν παρουσιάζονται σχηματικά με τον παρακάτω πίνακα (Παταργιάς & Μπενετάτου, 2011):

Πίνακας 1: Τύποι σχολείων- Μειώσεις CO₂ με χρήση Φ/Β συστήματος

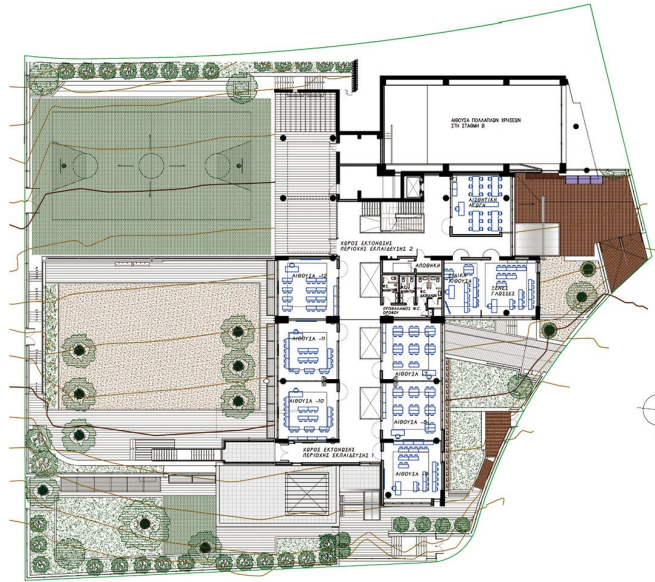
Τυπικό δωδεκαθέσιο σχολείο	Εγκατάσταση Φ/Σ ισχύος 16 KWp	Μείωση κατά 20 tn CO ₂ τον χρόνο
Τυπικό νηπιαγωγείο	Εγκατάσταση Φ/Σ ισχύος 2,5 KWp	Μείωση κατά 4,287 tn CO ₂ τον χρόνο
Εγκατάσταση Φ/Σ στο 80% των νηπιαγωγείων και στο 60% των υπόλοιπων σχολείων στο τέλος του 5ετούς προγράμματος 2008- 2012		Μείωση κατά 7,330 tn CO ₂ τον χρόνο
Συμβολή λοιπών βιοκλιματικών εφαρμογών		Μείωση κατά 2,670 tn CO ₂ τον χρόνο
ΣΥΝΟΛΟ:		10.000 tn CO₂/έτος

Πηγή: Παταργιάς & Μπενετάτου (2011, σ. 33)

Ένα άλλο παράδειγμα σχολικού κτιρίου που είναι βιοκλιματικά σχεδιασμένο είναι το Πρότυπο βιοκλιματικό σχολικό συγκρότημα 22^{ου} Νηπιαγωγείου και 19^{ου} Δημοτικού Σχολείου Κοζάνης. Οι απαραίτητες ενεργειακές μελέτες που έπρεπε να εκπονηθούν, πραγματοποιήθηκαν από το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι το συγκρότημα βρίσκεται κατά μήκος του άξονα Ανατολής-Δύσης με στόχο τον προσανατολισμό των περισσότερων χώρων διδασκαλίας προς τον Νότο και τον καλύτερο ηλιασμό των σχολικών αυλών. Επίσης, υπάρχει προστασία των σχολικών αυλών από τους βόρειους ανέμους και υπάρχει διαφοροποίηση του εξωτερικού κελύφους ανάλογα με τον προσανατολισμό με λιγότερα και μικρότερα σε ύψος ανοίγματα προς τον Βορρά. Επιπλέον, στην οροφή του σχολικού συγκροτήματος υπάρχει μία μεγάλη, επιμήκης, υαλωτή, διαφώτιστη ζώνη που κατεβάζει το φυσικό φως στο σχολικό χώρο και δίνει περισσότερες δυνατότητες ηλιασμού και φυσικού αερισμού. Όσον αφορά στην ηλιοπροστασία του κτιρίου, αυτή επιτυγχάνεται με υαλοπίνακες και κατασκευές εξωτερικής ηλιοπροστασίας, όπως διάωροφα ή κατά περίπτωση μονώροφα σκίαστρα με πλάτος 1 m μπροστά από την όψη ώστε να επιτρέπεται ο χειμερινός ηλιασμός και να υπάρχει προστασία από τον θερινό ήλιο. Ακόμη, χρησιμοποιούνται και περιστρεφόμενες περσίδες ηλιοπροστασίας. Ο διαμπερής αερισμός των εσωτερικών χώρων του σχολείου πραγματοποιείται με ανακλινόμενη λειτουργία εξωτερικών υαλοστασίων και εσωτερικών φεγγιτών προς τον διάδρομο και με περσίδες εισαγωγής νεπού αέρα που βρίσκονται στο κέλυφος των κοινόχρηστων χώρων. Όλα αυτά προκαλούν τον διαμπερή αερισμό προς τις καμινάδες φυσικού αερισμού που υπάρχουν στην οροφή της κεντρικής ζώνης του σχολείου. Εκτός από τα παραπάνω, το κέλυφος έχει

θερμομονωθεί εξωτερικά και υπερδιαστασιολογείται με στόχο την επίτευξη μεγαλύτερης προστασίας από υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες. Όταν πραγματοποιήθηκε η μελέτη δόθηκε έμφαση στο να αποφευχθούν οι θερμογέφυρες. Η εξωτερική θερμομόνωση των κατακόρυφων επιφανειών πραγματοποιήθηκε με ειδικά, κατάλληλα επιχρίσματα, ενώ η προστασία των ισόγειων όψεων προς τις αυλές από τις μπάλες και άλλες κρούσεις έγινε με ειδικό επίχρισμα υψηλής αντοχής. Επίσης, όσον αφορά στα εξωτερικά κουφώματα και στους υαλοπίνακες, υπήρξε η ανάγκη να αναβαθμιστούν από απλούς σε ειδικούς θερμομονωτικούς. Τα κουφώματα της οροφής έχουν ενσωματώσει την αντίσταση για να αποφευχθεί να δημιουργηθεί πάγος ή να συσσωρευτεί χιόνι. Επιπλέον, όλα τα εξωτερικά κουφώματα είναι θερμοδιακοπτόμενα για να αποφευχθεί η υγραποίηση και να επιτευχθεί ο ανάλογος συντελεστής θερμοπερατότητας. Εκτός από τα παραπάνω εξασφαλίστηκε η νότια χωροθέτηση των προαυλίων για να υπάρχει άπλετος νότιος ηλιασμός και να προστατεύονται από τους βόρειους ανέμους. Στα πλαίσια του βιοκλιματικού σχεδιασμού έχουν αξιοποιηθεί τα όμβρια ύδατα για την άρδευση των προαυλίων και υπάρχει ορθή σχέση παθητικού βιοκλιματικού σχεδιασμού και μηχανολογικών μελετών για τις ΑΠΕ και την δυνατότητα να εξοικονομηθεί ενέργεια (ΚΤΙΡΙΟ ΕΚΔΟΣΕΙΣ, 2023). Παρακάτω παρατίθενται κάποιες εικόνες του σχολικού συγκροτήματος:

Εικόνα 1: Κάτοψη Γ' Στάθμης Πρότυπου Βιοκλιματικού Σχολικού Συγκροτήματος Δημοτικού- Νηπιαγωγείου στην Κοζάνη



ΚΑΤΩΦΗ Γ' ΣΤΑΘΜΗΣ

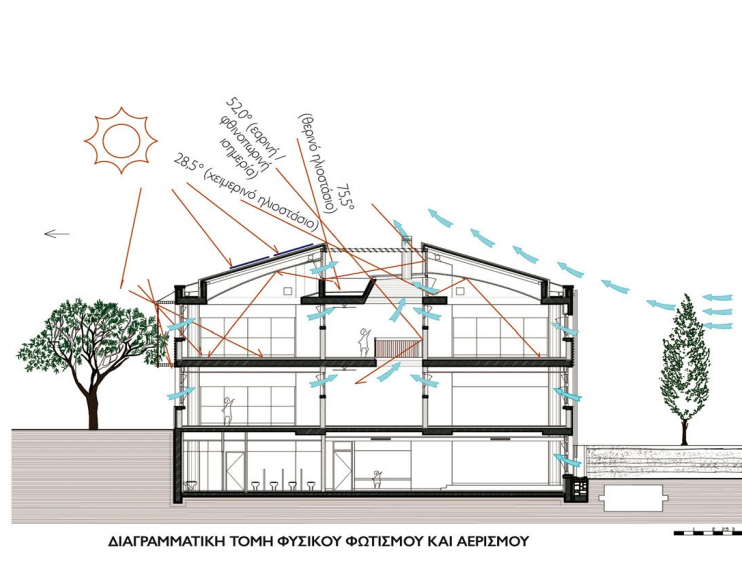
Πηγή: ΚΤΙΡΙΟ ΕΚΔΟΣΕΙΣ, Διαθέσιμο στο: <https://www.ktirio.gr/>

Εικόνα 2: Εξωτερικό του Πρότυπου Βιοκλιματικού Σχολικού Συγκροτήματος Δημοτικού- Νηπιαγωγείου στην Κοζάνη



Πηγή: ΚΤΙΡΙΟ ΕΚΔΟΣΕΙΣ, Διαθέσιμο στο: <https://www.ktirio.gr/>

Εικόνα 3: Διαγραμματική τομή του φυσικού φωτισμού και αερισμού του Πρότυπου Βιοκλιματικού Σχολικού Συγκροτήματος Δημοτικού- Νηπιαγωγείου στην Κοζάνη



Πηγή: ΚΤΙΡΙΟ ΕΚΔΟΣΕΙΣ, Διαθέσιμο στο: <https://www.ktirio.gr/>

Κάποια άλλα παραδείγματα σχολείων μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης ή μηδενικών εκπομπών είναι το 1^ο Δημοτικό Σχολείο Πατρών, το 25^ο Δημοτικό Σχολείο και Νηπιαγωγείο του Δήμου Περιστερίου και το 13^ο- 33^ο Δημοτικό Σχολείο του Δήμου Περιστερίου.

1.4 Περιβαλλοντική αναβάθμιση υφιστάμενων σχολικών κτιρίων

Σύμφωνα με την ΚΕΔΕ (Κεντρική Ένωση Δήμων Ελλάδας) το 2012 υπήρξε η ολοκλήρωση της αξιολόγησης και ένταξης στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη (ΕΠΠΕΡΑΑ) του ΥΠΕΚΑ των έργων ενεργειακής αναβάθμισης για 64 σχολεία στην Ελλάδα. Η υλοποίηση αυτών των έργων θα πραγματοποιηθεί από τον Οργανισμό Σχολικών Κτιρίων ΑΕ, με προϋπολογισμό 35.208.902,00 ευρώ. Επίσης, αναφέρεται ότι υπήρξε η υποβολή 197 αιτήσεων για την ενεργειακή αναβάθμιση σε 300 εγκαταστάσεις σχολικών μονάδων της Ελλάδας. Η επιλογή των σχολείων για την αναβάθμιση πραγματοποιήθηκε με κριτήριο την παλαιότητα, την τυπολογία και τα υλικά κατασκευής των κτιρίων που στεγάζουν τις σχολικές μονάδες. Ακόμη, λήφθηκε υπόψη η δυνατότητα να γίνουν επεμβάσεις, όπως και η δυνατότητα εφαρμογής της μελέτης. Οι σχολικές μονάδες περιελάμβαναν 10 Νηπιαγωγεία, 33 Δημοτικά Σχολεία, 12 Γυμνάσια και 9 Λύκεια (ΚΕΔΕ, 2012).

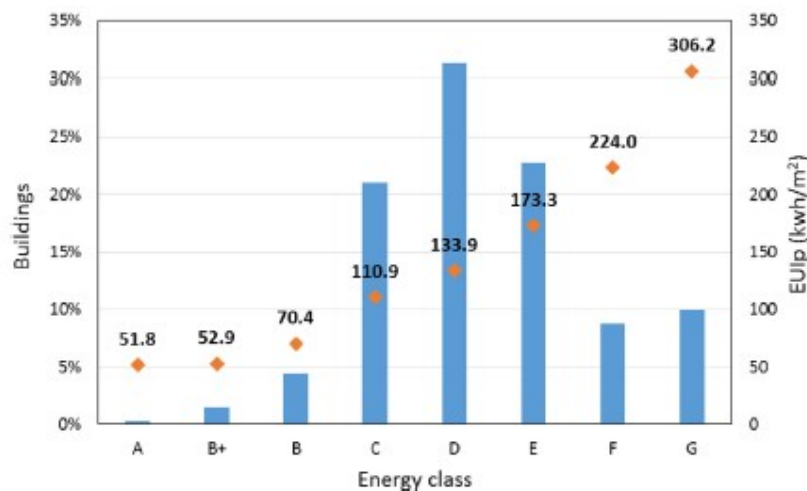
Σύμφωνα με την ΚΕΔΕ (2012), οι επεμβάσεις που πραγματοποιούνται περιλαμβάνουν ποικίλες εργασίες, όπως:

- Να αλλάξει ή να επισκευαστεί η μόνωση του δώματος και να αλλάξουν τα εξωτερικά κουφώματα. Άλλες οικοδομικές παρεμβάσεις είναι η τοποθέτηση σκίαστρων- ηλιοπροστασίας, εξωτερικής θερμομόνωσης, στέγαση αίθριων και οι εξωτερικοί χρωματισμοί- ψυχρά υλικά.
- Ακόμη, προβλέπονται εργασίες στον χώρο γύρω από τα σχολεία με φύτευση υψηλού και χαμηλού πρασίνου, με πλακοστρώσεις και δημιουργία στεγάστρων.
- Επιπλέον, γίνονται εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού με αλλαγή των λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται ήδη και τεχνητού αερισμού με τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής, με μόνωση σωληνώσεων θέρμανσης, με αυτονομία θέρμανσης, με ηλιακούς θερμοσίφωνες, με συστήματα αυτοματισμού και με την χρήση φυσικού αερίου.
- Επιπρόσθετα προωθείται η εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Έχει πραγματοποιηθεί μια έρευνα σε συνολικό δείγμα από 342 σχολεία στην Ελλάδα (54% πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και 46% δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) τα

οποία ανήκουν σε όλες τις κλιματικές ζώνες. Το 56% από αυτά είναι παλιές κατασκευές και το 40% έχει κατασκευαστεί την περίοδο 1981- 2010 σύμφωνα με όσα προβλέπονταν από την νομοθεσία σχετικά με τη θερμομόνωση κτιρίων. Από τις νέες κατασκευές μόνο το 4% ανταποκρίνονται στις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ για τον φάκελο κτιρίου και για τις τεχνικές εγκαταστάσεις. Επίσης, τα σχολικά κτίρια φαίνεται ότι έχουν σχετικά χαμηλή ενεργειακή απόδοση. Μόνο το 4% των σχολικών κτιρίων που ελέγχθηκαν μπορεί να τοποθετηθεί στην κατηγορία ενεργειακής κλάσης B που ανταποκρίνεται στις ελάχιστες απαιτήσεις ενέργειας για τα νέα κτίρια, ενώ πάνω από τα μισά ελεγχόμενα κτίρια, δηλαδή το 52%, είναι ενεργειακής κλάσης C και D και το 42% είναι στην κατηγορία E ή κάτω από αυτή. Από την έρευνα που αναφέρεται προέκυψε ότι μόνο ένα κτίριο ανήκει στην κατηγορία A και ανταποκρίνεται στα κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB) και ότι πέντε κτίρια τοποθετούνται στην κατηγορία ενεργειακής κλάσης B+ τα οποία είναι ανακαινισμένα σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB). Ωστόσο, η μέση πρωταρχική χρήση ενέργειας των κτιρίων θα πρέπει να βελτιωθεί κατά 56% για να προσεγγίσει τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ (ενεργειακή κλάση B) και κατά 67% για να προσεγγίσει το επίπεδο κτιρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB) για τα υπάρχοντα κτίρια (ενεργειακή κλάση A). Αυτά τα χαρακτηριστικά παρουσιάζουν τις προκλήσεις για την ανακαίνιση των υφιστάμενων σχολικών κτιρίων σε κτίρια χωρίς υπολείμματα άνθρακα (decarbonized building) μέχρι το 2050 (Droutsas et al., 2021).

Διάγραμμα 1 Ενεργειακή Απόδοση Σχολικών Κτηρίων



Πηγή: Droutsas et al., (2021)

Πιο συγκεκριμένα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας (U) των σχολικών κτιρίων που συμμετείχαν στην έρευνα είναι $1,67 \text{ W/m}^2\text{K}$ για τους εξωτερικούς τοίχους, $4,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ για τα παράθυρα, $1,83 \text{ W/m}^2\text{K}$ για τις στέγες, $1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ για τις πλοτές και $2,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ για τα πατώματα. Επίσης, η χρήση εξωτερικής σκίασης στα κτίρια επηρεάζει την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό, όπως και την ποσότητα και τη διανομή του φωτός και του φαινομένου της θάμβωσης. Στα σχολικά κτίρια που συμμετείχαν στην έρευνα η εφαρμογή εξωτερικής σκίασης για την πρόσοψη των τοίχων και για τα παράθυρα δεν είναι τόσο δημοφιλής επειδή στους περισσότερους σχολικούς χώρους χρησιμοποιούνται εσωτερικές συσκευές σκίασης για τα παράθυρα. Όσον αφορά στο θέμα της κεντρικής θέρμανσης, φαίνεται ότι ο πιο συνηθισμένος τρόπος είναι ο καυστήρας πετρελαίου (71,4% των σχολείων), στη συνέχεια ο καυστήρας αερίου (28,3%), ενώ μόνο το 0,3% χρησιμοποιεί λέβητα με βιομάζα. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η χρήση αντλιών θερμότητας (heat pumps) είναι περιορισμένη. Μόνο το 1% χρησιμοποιεί αντλίες θερμότητας για κύριο σύστημα θέρμανσης, ενώ το 7,3% των κτιρίων έχουν τις αντλίες θερμότητας ως συμπληρωματικό μέσο θέρμανσης. Ακόμη, το 0,6% των σχολείων της έρευνας είναι εξοπλισμένο με γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, οι οποίες είναι γενικά πιο αποτελεσματικές. Από την άλλη πλευρά, ο κλιματισμός του χώρου δεν είναι πολύ συχνός στα σχολικά κτίρια επειδή η πλειονότητα των κτιρίων δεν λειτουργεί κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Μόνο το 22% των σχολείων που συμμετείχαν στην έρευνα έχουν πλήρες σύστημα κλιματισμού. Στα περισσότερα σχολεία δεν υπάρχει σύστημα κλιματισμού και ο φυσικός αερισμός είναι ο μόνος τρόπος για να ρυθμιστεί η εσωτερική θερμική άνεση κατά τη διάρκεια των ζεστών ημερών. Το 98% περίπου των σχολείων που κλιματίζονται με μηχανικό τρόπο χρησιμοποιούν αντλίες θερμότητας και το 8% των ελεγχόμενων σχολείων χρησιμοποιεί υβριδικά συστήματα κλιματισμού, όπως είναι οι ανεμιστήρες οροφής. Εκτός από τα παραπάνω ο φωτισμός αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα στον σχεδιασμό μιας αποτελεσματικής τάξης, όπως και η κατανάλωση ενέργειας για τον τεχνητό φωτισμό. Η ενέργεια για τον φωτισμό στις τυπικές τάξεις κυμαίνεται από $52,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ για τα σχολεία που κατασκευάστηκαν πριν το 1979 μέχρι $9,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ για τα καινούρια σχολικά κτίρια που κατασκευάστηκαν μετά το 2010. Τέλος, η χρήση συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας δεν είναι πολύ συνηθισμένη στα ελληνικά σχολικά κτίρια. Μόνο ένα σχολείο έχει εγκαταστήσει ηλιακούς θερμικούς συλλέκτες που λειτουργούν συμπληρωματικά με το σύστημα κεντρικής θέρμανσης. Μόνο το 2% των σχολείων

που συμμετείχαν στην έρευνα έχουν φωτοβολταϊκά στη στέγη με μία περιοχή που κυμαίνεται από 20 μέχρι 68 m² με μέσο συντελεστή χρήσης 15%.

Τελικά, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας η μέση κατανάλωση ενέργειας για τα σχολεία είναι 98,8 kWh/m² και κυμαίνεται από 20,9 kWh/m² μέχρι 514,9 kWh/m². Η θέρμανση έχει το μεγαλύτερο ποσοστό 77% (76,1 kWh/m²) στη συνολική κατανάλωση ενέργειας, ενώ ο φωτισμός καταλαμβάνει το 20% με 19,5 kWh/m² και ο κλιματισμός το 3% (3,3 kWh/m²). Η τελική κατανάλωση ενέργειας ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία των κτηρίων, δηλαδή είναι 108,1 kWh/m² για τα παλιά κτίρια, 87,5 kWh/m² για τα κτίρια που κατασκευάστηκαν μεταξύ 1981- 2010 και 78,6 kWh/m² για τα νέα κτίρια. Κάποια από τα στοιχεία φαίνονται παρακάτω:

Πίνακας 2: Θερμοπερατότητα κτιρίων

Στοιχεία του κτιρίου	Τιμές U (W/ m ² K)		
	Μέχρι το 1980	1981- 2010	Μετά το 2010
Τοίχοι	2,11	1,12	0,95
Παράθυρα	4,38	4,10	3,21
Στέγη	2,26	1,29	1,06
Πιλοτές	2,80	1,69	2,57
Δάπεδο	1,92	1,57	2,15
Κτίρια	2,54	1,59	1,25

Πηγή: Droutsas et al., (2021)

Πίνακας 3: Απαιτήσεις κτιρίων που ανήκουν στην Ζώνη Α

Ζώνη Α (859 HDD)	KENAK		Κτίρια που συμμορφώνονται (%)
Εξωτερικοί τοίχοι	0,6	1,92	10%
Παράθυρα	3,2	4,64	29%
Στέγη	0,5	2,12	21%
Πιλοτές	0,5	2,00	25%
Πάτωμα	1,2	2,67	8%
Κτίριο	0,81- 1,26	2,42	7%

Πηγή: Droutsas et al., (2021)

Πίνακας 4: Απαιτήσεις κτιρίων που ανήκουν στην Ζώνη Β

Ζώνη Β (1164 HDD)	KENAK		Κτίρια που συμμορφώνονται (%)
Εξωτερικοί τοίχοι	0,50	1,56	8%
Παράθυρα	3,00	4,20	8%
Στέγη	0,45	1,76	9%
Πιλοτές	0,45	1,76	5%
Πάτωμα	0,90	2,48	8%
Κτίριο	0,73- 1,14	2,07	15%

Πηγή: Droutsas et al., (2021)

Πίνακας 5: Απαιτήσεις κτιρίων που ανήκουν στην Ζώνη C

Ζώνη C (1825 HDD)	KENAK		Κτίρια που συμμορφώνονται (%)
Εξωτερικοί τοίχοι	0,45	1,70	2%
Παράθυρα	2,80	4,08	9%
Στέγη	0,40	1,76	3%
Πιλοτές	0,40	1,86	2%
Πάτωμα	0,75	2,06	1%
Κτίριο	0,66- 1,05	2,00	25%

Πηγή: Droutsas et al., (2021)

Πίνακας 6: Απαιτήσεις κτιρίων που ανήκουν στην Ζώνη D

Ζώνη D (2260 HDD)	KENAK		Κτίρια που συμμορφώνονται (%)
Εξωτερικοί τοίχοι	0,40	1,70	13%
Παράθυρα	2,60	3,67	25%
Στέγη	0,35	2,06	13%
Πιλοτές	0,35	1,61	0%
Πάτωμα	0,70	2,13	25%
Κτίριο	0,60- 0,96	2,15	13%

Πηγή: Droutsas et al., (2021)

Κεφάλαιο 2: Νομοθεσία/Ενεργειακοί κανονισμοί

2.1 Ευρωπαϊκό νομικό πλαίσιο

2.1.1 Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

Το 2002 το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο εξέδωσε την Οδηγία 2002/91/ΕΚ (Energy Performance of Building Directive) στην οποία αναφέρεται για πρώτη φορά η ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων. Αυτή η οδηγία είχε ως στόχο να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, αφού ληφθούν υπόψη οι τοπικές κλιματολογικές συνθήκες και οι απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων, όπως και η σχέση κόστους-οφέλους. Επίσης, τα μέτρα που λαμβάνονται δεν θα πρέπει να είναι αντίθετα με τις βασικές απαιτήσεις των κτιρίων, όπως είναι η ευχέρεια πρόσβασης, η προστασία και η χρήση του κτιρίου. Επιπλέον, η Οδηγία περιλαμβάνει απαιτήσεις που σχετίζονται με στοιχεία, όπως (Παταργιάς & Μπενετάτου, 2011, σ. 194- 196):

- Το γενικό πλαίσιο που είναι σχετικό με τη μυθολογία για την ολοκληρωμένη ενεργειακή απόδοση των κτηρίων
- Τις ελάχιστες απαιτήσεις που εφαρμόζονται για να είναι ενεργειακά αποδοτικά τα κτήρια
- Τις ελάχιστες απαιτήσεις που είναι αναγκαίες για να είναι ενεργειακά αποδοτικά υπάρχοντα κτήρια μεγάλου μεγέθους που υφίστανται ανακαίνιση σε μεγάλη κλίμακα
- Την ενεργειακή πιστοποίηση των κτηρίων
- Την επιθεώρηση σε τακτική βάση των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού των κτηρίων, όπως και την αξιολόγηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης όπου οι λέβητες ξεπερνούν τα 15 χρόνια χρήσης

Όσον αφορά στις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, τα κράτη-μέλη έχουν τη δυνατότητα να καθορίσουν τα ίδια τις αναγκαίες απαιτήσεις με συνεκτίμηση των γενικών απαιτήσεων εσωτερικών κλιματικών συνθηκών. Επίσης, θα πρέπει να αποφεύγονται αρνητικές επιπτώσεις, όπως είναι ο ελλιπής αερισμός του χώρου. Ωστόσο, είναι απαραίτητο να γίνεται αναθεώρηση των ελάχιστων απαιτήσεων που τίθενται για τη ενεργειακή απόδοση των κτηρίων σε χρονικά διαστήματα που δεν ξεπερνούν τα 5 χρόνια ώστε να συμβαδίζουν με την τεχνική πρόοδο σε αυτόν τον τομέα (Οδηγία 2002/91/ΕΚ, 2002).

2.1.2 Οδηγία 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων

Η Οδηγία αυτή αποτελεί αναθεώρηση και βελτίωση των διατάξεων της 2002/91/ΕΚ σχετικά με την ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων. Υπάρχουν κάποια σημεία της 2002/91/ΕΚ που έχουν εντοπιστεί και είναι σημαντικό να αναφερθούν. Αρχικά, γίνεται αναφορά στο άρθρο 9, στον όρο των κτιρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας και προβλέπεται ότι ο αριθμός τους θα πρέπει να αυξηθεί στα κράτη- μέλη. Πιο συγκεκριμένα, μετά τις 31 Δεκεμβρίου του 2018 προβλέπεται ότι τα νέα κτίρια όπου στεγάζονται οι διάφορες δημόσιες αρχές και υπηρεσίες θα πρέπει να είναι κτίρια που έχουν σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας, ενώ μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου του 2020 υπάρχει μέριμνα ώστε όλα τα νέα κτίρια να είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Ακόμη, δίνεται η δυνατότητα στα κράτη μέλη να καθορίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα κτίρια με στόχο την επίτευξη των καλύτερων επιπέδων από πλευράς κόστους. Η θέσπιση της μεθοδολογίας που ακολουθείται γίνεται σε εθνικό ή περιφερειακό επίπεδο και περιλαμβάνει πραγματικά θερμικά χαρακτηριστικά, όπως είναι η θερμοχωρητικότητα, η μόνωση, η παθητική θέρμανση, τα στοιχεία ψύξης και οι θερμικές γέφυρες. Επίσης, άλλοι παράγοντες είναι οι εγκαταστάσεις θέρμανσης και κλιματισμού του κτιρίου, ο φυσικός και μηχανικός αερισμός, η εγκατάσταση φωτισμού, ο σχεδιασμός, η θέση και ο προσανατολισμός του κτιρίου, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, οι κλιματικές συνθήκες εσωτερικού χώρου και τα εσωτερικά φορτία (άρθρο 3 της Οδηγίας 2010/31/ΕΕ).

2.1.3 Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή αποδοτικότητα

Η Οδηγία αυτή θεσπίστηκε με στόχο να τροποποιήσει τις Οδηγίες 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και να καταργήσει τις Οδηγίες 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ. Επίσης, η Οδηγία αυτή έχει ως αντικείμενο τη θέσπιση ενός κοινού πλαισίου μέτρων για να προωθήσει την ενεργειακή απόδοση στα πλαίσια της Ένωσης και να διασφαλιστεί η επίτευξη του πρωταρχικού στόχου για το 2020 που είναι το 20% της ενεργειακής απόδοσης και η προετοιμασία του εδάφους για επιπρόσθετη

βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης πέρα από την προαναφερόμενη χρονολογία. Ακόμη, οι κανόνες που τίθενται από αυτή την Οδηγία έχουν ως στόχο να αρθούν τα εμπόδια στη αγορά ενέργειας και να υπερνικηθούν οι αδυναμίες της αγοράς που εμποδίζουν την απόδοση στον εφοδιασμό και την χρήση ενέργειας και προβλέπεται να θεσπιστούν ενδεικτικοί εθνικοί στόχοι για την ενεργειακή απόδοση για το 2020. Αυτοί οι στόχοι μπορούν να βασιστούν σε στοιχεία, όπως είναι η πρωτογενής ή η τελική κατανάλωση ενέργειας, η εξοικονόμηση πρωτογενούς ή τελικής ενέργειας ή η ενεργειακή ένταση. Οι στόχοι που τίθενται από κάθε κράτος μέλος πρέπει να κοινοποιηθούν στην Επιτροπή και να δοθεί επεξήγηση για τον τρόπο που χρησιμοποιήθηκε ώστε να υπολογιστεί το απόλυτο επίπεδο κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας και τελικής κατανάλωσης. Για να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι τα κράτη- μέλη καλούνται να εφαρμόσουν διάφορα μέτρα μέσω του σχεδιασμού μιας μακροπρόθεσμης στρατηγικής. Τα μέτρα αυτά περιλαμβάνουν:

- την εύρεση προσεγγίσεων που είναι οικονομικά αποδοτικές ώστε να γίνονται ανακαινίσεις κτιρίων με βάση το είδος τους και την κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκονται
- την υποστήριξη προοπτικής που είναι προσανατολισμένη στο μέλλον και η οποία κατευθύνει τις επενδυτικές αποφάσεις των ιδιωτών, του τομέα των κατασκευαστών και των χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων
- την ανακαίνιση του 3% του συνολικού εμβαδού των κτιρίων της δημόσιας διοίκησης που είναι θερμαινόμενα ή/και ψυχόμενα
- την θέσπιση φόρων στην ενέργεια ή στις εκπομπές CO₂ με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά την τελική χρήση
- τον σχεδιασμό και την παροχή μέσω χρηματοδότησης ή φορολογικών κινήτρων με στόχο να εφαρμοστεί ενεργειακά αποδοτική τεχνολογία ή τεχνικές και ως αποτέλεσμα να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας
- τη διενέργεια ελέγχων από ειδικευμένους ή/και διαπιστευμένους εμπειρογνώμονες με βάση κριτήρια πιστοποίησης
- την θέσπιση διαφανών και αμερόληπτων ελάχιστων κριτηρίων για τους ενεργειακούς ελέγχους
- την κατάρτιση προγραμμάτων με στόχο την ενθάρρυνση των μικρών και μεσαίων επιχειρήσεων ώστε να υποβάλλονται σε ενεργειακούς ελέγχους και να εφαρμόζουν τις συστάσεις των ελέγχων

- την τοποθέτηση και λειτουργία ατομικών μετρητών που παρουσιάζουν με ακρίβεια την πραγματική ενεργειακή κατανάλωση και δίνουν πληροφορίες σχετικά με τον πραγματικό χρόνο χρήσης
- την προβολή υποδειγματικών έργων ώστε να υποστηρίξουν την αλλαγή συμπεριφορών.

2.1.4 Οδηγία 2018/844/ΕΕ για την ενεργειακή αποδοτικότητα

Αυτή η Οδηγία τροποποιεί κάποια σημεία των Οδηγιών 2010/31/ΕΕ και 2012/27/ΕΕ και επισημαίνει ότι η μακροπρόθεσμη πολιτική των κρατών μελών θα πρέπει να στοχεύει σε μετατροπή του εθνικού δυναμικού κτιρίων τόσο δημόσιων όσο και ιδιωτικών σε υψηλής απόδοσης και σε απαλλαγή τους από ανθρακούχες εκπομπές μέχρι το 2050. Αυτό θα πραγματοποιηθεί αν προσδιοριστούν οικονομικά αποδοτικές προσεγγίσεις για την ανακαίνιση κτιρίων ανάλογα με τον τύπο και την κλιματική ζώνη του, αλλά και σε άλλα στοιχεία ενεργοποίησης στον κύκλο ζωής τους. Επίσης, προβλέπεται η θέσπιση μέτρων και δράσεων ώστε να τονωθεί η οικονομικά αποδοτική ριζική ανακαίνιση κτιρίων, όπως είναι το να θεσπιστεί προαιρετικό σύστημα διαβατηρίων ανακαίνισης κτιρίων. Ακόμη, προβλέπεται να προωθηθούν έξυπνες τεχνολογίες και καλά διασυνδεδεμένα κτίρια και κοινότητες, όπως και να βελτιωθούν οι δεξιότητες και η εκπαίδευση στον τομέα των κατασκευών και της ενεργειακής απόδοσης. Το κάθε κράτος μέλος θα πρέπει να παρουσιάσει χάρτη πορείας της εφαρμογής των μέτρων της στρατηγικής του σχετικά με την ενεργειακή απόδοση ώστε να διευκολυνθεί η διαδικασία. Ορόσημα για αυτόν τον χάρτη πορείας είναι το 2030, το 2040 και το 2050. Επιπλέον, για να στηριχθεί η κινητοποίηση των επενδύσεων και να γίνουν ανακαινίσεις που είναι αναγκαίες για να επιτευχθούν οι στόχοι που τίθενται θα πρέπει να διευκολύνεται η πρόσβαση σε κατάλληλους μηχανισμούς που δίνουν τη δυνατότητα (Οδηγία 2018/844/ΕΕ):

- Να ομαδοποιηθούν τα έργα με τρόπους, όπως με τη δημιουργία επενδυτικών πλατφορμών ή ομάδων και μέσα από κοινοπραξίες μικρομεσαίων επιχειρήσεων ώστε να έχουν πρόσβαση οι επενδυτές και να προσφέρονται συνδυαστικές λύσεις σε δυνητικούς πελάτες.

- Να μειώνονται οι διαφαινόμενοι κίνδυνοι που έχουν οι δραστηριότητες ενεργειακής απόδοσης.
- Να χρησιμοποιηθεί δημόσια χρηματοδότηση ώστε να προσελκυστούν ιδιωτικές επενδύσεις και να αντιμετωπιστούν συγκεκριμένες ανεπάρκειες της αγοράς.
- Να προσανατολιστούν οι επενδύσεις προς ένα ενεργειακά αποδοτικό κτιριακό δυναμικό σύμφωνα με όσα προβλέπουν οι κατευθύνσεις της Eurostat.
- Να διαμορφωθούν εργαλεία που είναι προσιτά και διαφανή και παρέχουν συμβουλευτικές υπηρεσίες για θέματα ενέργειας.
- Να πραγματοποιούνται τακτικές επιθεωρήσεις στα προσβάσιμα τμήματα των συστημάτων θέρμανσης χώρου ή των συστημάτων συνδυασμού θέρμανσης και εξαερισμού χώρου με ωφέλιμη ονομαστική αξία ισχύος πάνω από 70 kW.

2.2 Ελληνικό νομικό πλαίσιο

2.2.1 Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων (ΚΘΚ)

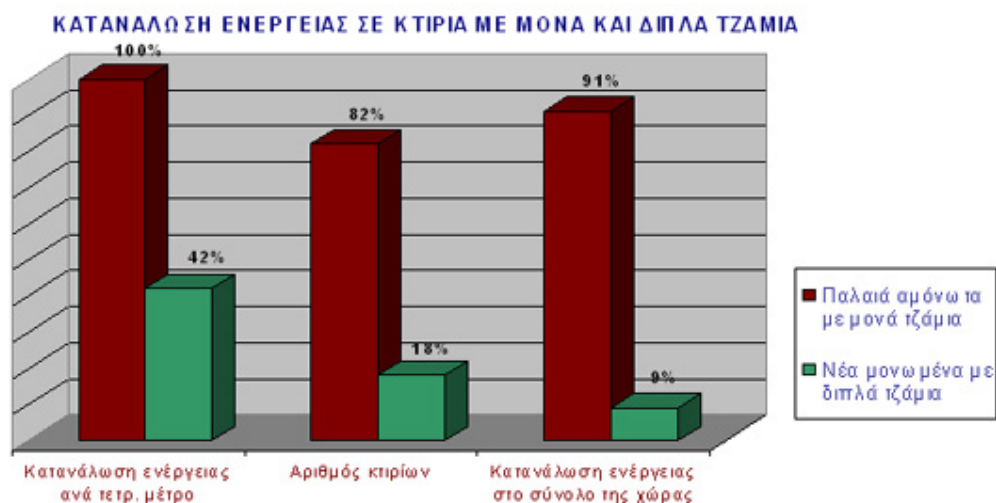
Ένα κτίριο έχει θερμικές απώλειες λόγω της μετάδοσης της θερμότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου προς την ατμόσφαιρα ή προς ψυχρότερους γειτονικούς χώρους ή/και αντίστροφα. Ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του χειμώνα τα κτίρια χάνουν θερμότητα επειδή η θερμότητα μεταφέρεται μέσα από το κέλυφος του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον που είναι πιο ψυχρό, επειδή μεταφέρεται μέσα από την κίνηση του αέρα (μέσω των αρμών των κουφωμάτων ή των ανοικτών παραθύρων) και με την ακτινοβολία της θερμότητας από το κέλυφος του κτιρίου προς την ατμόσφαιρα τη νύχτα (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 2017). Αυτή η ροή θερμότητας που εντοπίζεται δεν μπορεί να εμποδιστεί πλήρως, αλλά μπορεί να μειωθεί ως προς την ένταση και τη διάρκεια που θα έχει. Αυτό είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί, αν εφαρμοστεί θερμομόνωση στο κτίριο ώστε να υπάρξει επιβράδυνση της ταχύτητας ανταλλαγής θερμότητας μέσα από τις επιφάνειες, όπως είναι οι τοίχοι, οι στέγες, τα πατώματα και τα κουφώματα τα οποία χωρίζουν περιοχές ή χώρους με διαφορετική θερμοκρασία. Στη σημερινή εποχή, η προστασία από τις θερμικές μεταβολές που προαναφέρθηκαν βασίζεται στα ποικίλα τεχνητά συστήματα ελέγχου, όπως είναι η κεντρική θέρμανση, ο κλιματισμός (ΚΑΠΕ, 2000), η καλή στεγάνωση των αρμών

των κουφωμάτων, η χρήση διπλών τζαμιών, η εφαρμογή κινητής θερμικής μόνωσης των ανοιγμάτων για νυχτερινή προστασία με παντζούρια ή άλλα εξώφυλλα και η τοποθέτηση βλάστησης ή δέντρων που προστατεύουν από τους ψυχρούς ανέμους (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, 2017).

Ωστόσο, η θερμομόνωση αναδείχθηκε σημαντική για τη μείωση των θερμικών μεταβολών λόγω της υψηλής τιμής των ενεργειακών πηγών κατά τη διάρκεια της Ενεργειακής Κρίσης. Έτσι, τα κτίρια που κατασκευάζονται στην Ελλάδα από το 1980 και στη συνέχεια είναι μονωμένα σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης, αλλά ένα μεγάλο ποσοστό των κτιρίων (82%) που κατασκευάστηκαν πριν από το 1980 δεν έχουν μόνωση. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι για να καλυφθούν οι ανάγκες των κτιρίων με μόνωση και χωρίς μόνωση για θέρμανση και ψύξη υπάρχει αναλογία 1 προς 3. Ακόμη, σημαντικό στοιχείο που αφορά στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη έχουν τα κουφώματα που χρησιμοποιούνται. Όταν εφαρμόζονται κουφώματα που έχουν κατασκευαστεί κατάλληλα και είναι ενεργειακά αποδοτικά, τότε ελαχιστοποιείται η απώλεια θερμότητας τον χειμώνα ή η είσοδος θερμότητας το καλοκαίρι. Τα παράθυρα είναι αναγκαίο να έχουν υαλοπίνακες και κουφώματα με θερμομονωτικές ιδιότητες και να είναι αεροστεγανά. Έτσι, εμποδίζεται η θερμότητα να διαφύγει από πιθανά ανοίγματα (χαραμάδες) που είναι συχνό φαινόμενο σε κτίρια που είναι κακής ή παλιάς κατασκευής (ΚΑΠΕ, 2000).

Με βάση τον Κανονισμό Θερμομόνωσης του 1979, τα νέα κτίρια που κατασκευάζονται θα πρέπει να χρησιμοποιούν διπλούς υαλοπίνακες. Συγχρόνως, αν στα παλιά κτίρια αντικατασταθούν οι μονοί υαλοπίνακες με διπλούς, όπως και τα κουφώματα, τότε αυτό μπορεί να συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτή η διαδικασία είναι δαπανηρή, ωστόσο έχει ποικίλα πλεονεκτήματα για το περιβάλλον, την οικονομία και την ενέργεια. Σύμφωνα με την τελική έκθεση ενός έργου του «Double Glazing in Southern Countries» του ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας), το παρακάτω γράφημα δείχνει την διαφορά που εντοπίζεται στην κατανάλωση ενέργειας ανάμεσα σε κτίρια που διαθέτουν παράθυρα με μονά τζάμια και σε κτίρια που διαθέτουν διπλά τζάμια:

Διάγραμμα 2: Κατανάλωση ενέργειας



Πηγή: ΚΑΠΕ, Έργο “Double Glazing in Southern Countries» XVII/4.1031/99-33, Τελική Έκθεση, Δεκέμβριος 2000, Πρόγραμμα SAVE, της DG XVII- Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Διαθέσιμο στο: http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_thermomonosi.htm

Το ΠΔ 106/1979 ήταν ο πρώτος νόμος σχετικά με τη θερμομόνωση στην Ελλάδα στον οποίο περιλαμβάνονται σημαντικά στοιχεία όπως είναι οι ορισμοί των εννοιών θερμομόνωση, θερμοδιαφυγή, θερμοπερατότητα, θερμοχωρητικότητα, κ.ά. Επίσης, αναφέρονται οι βασικές αρχές της θερμομόνωσης, ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου και οι απαιτήσεις θερμομόνωσης για τα κτίρια στην Ελλάδα. Ακόμη, περιγράφονται οι συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας των υλικών και τα μέτρα για να διασφαλιστεί η θερμομόνωση. Εκτός από τα παραπάνω, με βάση αυτό το Προεδρικό Διάταγμα του 1979, η Ελλάδα διαχωρίζεται σε τρεις ζώνες θερμομονωτικών απαιτήσεων την Α, τη Β και τη Γ με βάση την θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα κατά τη χειμερινή και θερινή περίοδο.

2.2.2 Νόμος 3661/2008

Σκοπός του Νόμου 3661/2008 είναι η εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Ο νόμος προβλέπει:

- Να εκδίδεται Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων από τους Υπουργούς Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων (άρθρο 3).
- Να υπολογίζεται η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων με βάση κάποια χαρακτηριστικά, όπως είναι τα θερμικά χαρακτηριστικά, η εγκατάσταση κλιματισμού, η ύπαρξη εξαερισμού και φυσικού αερισμού, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, οι εσωτερικές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν, ο προσανατολισμός και οι εξωτερικές συνθήκες, οι εγκαταστάσεις φωτισμού που διαθέτουν τα κτίρια και η εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας θερμού νερού (άρθρο 3).
- Να εκδίδεται το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης για κάθε νέο κτίριο που κατασκευάζεται και το οποίο θα έχει διάρκεια ισχύος τα 10 χρόνια για κτίρια που έχουν συνολική επιφάνεια πάνω από 50 τμ (άρθρο 6).
- Να δημιουργηθεί σώμα ενεργειακών επιθεωρητών που θα είναι επιφορτισμένοι με την έκδοση πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης.
- Να πραγματοποιείται επιθεώρηση και έλεγχος των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού από τους ειδικευμένους και διαπιστευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές (άρθρο 9).
- Να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση και να περιοριστούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα με την επιθεώρηση των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού, καθώς ελέγχεται η αποτελεσματικότητα του λέβητα. Επίσης, παρέχονται οδηγίες και συστάσεις για να ρυθμιστεί, συντηρηθεί, επισκευαστεί ή αντικατασταθεί ο λέβητας, αν αυτό είναι αναγκαίο (άρθρο 7).
- Επιπλέον, αντικαθίσταται η μελέτη θερμομόνωσης που προβλεπόταν στο προηγούμενο νομικό πλαίσιο με τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, η οποία περιλαμβάνει την θετική επίδραση που έχουν διάφορα χαρακτηριστικά του κτιρίου. Έτσι, σημαντικά είναι τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και ηλεκτροπαραγωγής τα οποία βασίζονται σε πηγές ενέργειας που είναι ανανεώσιμες. Ακόμη, λαμβάνεται υπόψη η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω ΣΗΘ (Συμπααραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητα), τα συστήματα θέρμανσης και

ψύξης που χρησιμοποιούνται στην περιοχή ή στο οικοδομικό τετράγωνο και ο φυσικός φωτισμός (άρθρο 3) (Νόμος 3661/2008).

2.2.3 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK 2010)

Με τον KENAK προβλέπονται οι προϋποθέσεις και τα μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων μέσω του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού του κελύφους, της χρήσης δομικών υλικών που είναι ενεργειακά αποδοτικά και την χρήση ηλεκτρομαγνητικών (ΗΜ) εγκαταστάσεων. Ακόμη, αναφέρεται η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ). Για να επιτευχθούν τα παραπάνω, περιλαμβάνεται στον KENAK ο προσδιορισμός της μεθοδολογίας με την οποία υπολογίζεται η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων ώστε να εκτιμηθούν οι ενεργειακές καταναλώσεις των κτιρίων για θέρμανση, ψύξη και κλιματισμό (ΘΨΚ), για φωτισμό και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX). Επίσης, γίνεται καθορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων με στόχο την ενεργειακή απόδοση και καθορισμός κατηγοριών για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων. Επιπλέον, προβλέπονται οι ελάχιστες προδιαγραφές σχετικά με τον σχεδιασμό των κτιρίων, των θερμικών χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους, όπως και οι προδιαγραφές των ηλεκτρομαγνητικών εγκαταστάσεων. Ακόμη, στον KENAK αναφέρονται τα στοιχεία που περιέχονται στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και τα στοιχεία του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου. Εκτός από τα παραπάνω, προβλέπεται ο τρόπος και η διαδικασία με την οποία διεξάγονται οι επιθεωρήσεις των κτιρίων, όπως και των εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού. Σύμφωνα με την παράγραφο 4 του KENAK προβλέπονται οι βασικές παράμετροι προσδιορισμού για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων που είναι:

- Η χρήση του κτιρίου και οι συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος που είναι επιθυμητά, τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και ο αριθμός των χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτίριο, όπως είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, η ηλιακή ακτινοβολία, κ.ά.
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των

εσωτερικών δομικών στοιχείων, όπως είναι το σχήμα του κτηρίου, τα σκίαστρα, οι διαφανείς και μη διαφανείς επιφάνειες, κ.ά.

- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου, όπως είναι η θερμοπερατότητα, η θερμική μάζα, η απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων θέρμανσης χώρων, ψύξης/κλιματισμού, μηχανικού αερισμού, παραγωγής ΖΝΧ και φωτισμού.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα.

Συγχρόνως με τα παραπάνω χαρακτηριστικά συνεκτιμάται και η θετική επίδραση που έχουν τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και τα συστήματα παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Ακόμη, λαμβάνεται υπόψη το αποτέλεσμα της ενέργειας που παράγεται με τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) και των κεντρικών συστημάτων για την θέρμανση και την ψύξη σε κλίματα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου. Επιπλέον, συνεκτιμάται και ο φυσικός φωτισμός του κτιρίου. Η μέθοδος αυτή που εφαρμόζεται με σκοπό να υπολογιστεί η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων προβλέπεται ότι τίθεται σε επανεξέταση σε τακτά χρονικά διαστήματα (άρθρο 3) (ΚΕΝΑΚ 2010).

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ εφαρμόζεται η μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 και άλλων προτύπων που περιλαμβάνονται στο παράρτημα του παρόντος νόμου. Ακόμη, εφαρμόζονται λογισμικά που θα τίθενται σε αξιολόγηση από την Ειδική Επιθεώρηση Περιβάλλοντος και Ενέργειας του Υπουργείου. Επίσης, ο καθορισμός των παραμέτρων υπολογισμού γίνεται με βάση τα στοιχεία της αρχιτεκτονικής και ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης του κτιρίου και με βάση τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ) που είναι τέσσερις: η ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 με θέμα «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης», η ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 με περιεχόμενο «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων», η ΤΟΤΕΕ 20701- 3/2010 με περιεχόμενο «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών» και η ΤΟΤΕΕ 20701- 4/2010 με περιεχόμενο «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και

εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού» (άρθρο 4) (ΚΕΝΑΚ 2010).

2.2.4 Νόμος 4122/2013

Αυτός ο νόμος δημιουργήθηκε για να γίνει εναρμόνιση του εθνικού δικαίου με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ σχετικά με την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων. Σύμφωνα με όσα προβλέπονται, εισάγονται κάποιες μεταβολές που αναφέρονται παρακάτω:

- Οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων ή των κτιριακών μονάδων, ο τύπος και το περιεχόμενο της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (ΜΕΑ), η διαδικασία και η συχνότητα με την οποία διεξάγονται οι ενεργειακές επιθεωρήσεις των κτιρίων, όπως και η έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) καθορίζονται με τον ΚΕΝΑΚ (άρθρο 3).
- Τα νέα κτίρια που κατασκευάζονται από την 01/01/2021 θα πρέπει να είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Το ίδιο ισχύει και για τα νέα κτίρια που φιλοξενούν δημόσιες υπηρεσίες με τη διαφορά ότι η ισχύς ξεκινάει από την 01/01/2019 (άρθρο 9).
- Ακόμη, ορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση που είναι ως συνάρτηση κόστους/οφέλους στη διάρκεια ζωής του κτιρίου.
- Επίσης, παρέχονται χρηματοδοτικά και άλλα κίνητρα για να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση των νέων και των υφιστάμενων κτιρίων (άρθρο 10) (Νόμος 4122/2013).

2.2.5 Νόμος 4342/2015

Αυτός ο νόμος δημιουργήθηκε για να ενσωματωθεί στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2012/27/ΕΕ της ΕΕ σχετικά με την ενεργειακή απόδοση. Ο εν λόγω νόμος αποσκοπεί στη θέσπιση μέτρων για να προωθηθεί η ενεργειακή απόδοση ώστε να επιτευχθεί ο στόχος που έχει τεθεί από την ΕΕ σχετικά με το ποσοστό του 20% για

την ενεργειακή απόδοση και να γίνει προετοιμασία για περισσότερες βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης και μετά από την παραπάνω ημερομηνία. Με αυτόν τον νόμο προβλέπεται η εκπόνηση Εθνικών Σχεδίων Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης (ΕΣΔΕΑ) μέσω της συνεργασίας με συναρμόδια υπουργεία και φορείς (άρθρο 5). Αυτά τα σχέδια περιλαμβάνουν μέτρα με τα οποία μπορεί να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση και η αναμενόμενη και επιτευχθείσα εξοικονόμηση ενέργειας στους τομείς του εφοδιασμού, της μεταφοράς και της διανομής ενέργειας και της τελικής χρήσης της. Επίσης, η συμπλήρωση τους πραγματοποιείται από εκτιμήσεις της συνολικής κατανάλωσης της πρωτογενούς ενέργειας του 2020 που είναι επικαιροποιημένες. Ακόμη, με βάση το άρθρο 7, ο ρόλος των κριτήριων του δημοσίου είναι υποδειγματικός και θα πρέπει να γίνεται ανακίνηση του 3% του συνολικού εμβαδού του δαπέδου των κτιρίων που θερμαίνονται ή ψύχονται και ανήκουν στην κεντρική δημόσια διοίκηση. Με αυτόν τον τρόπο εκπληρώνονται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης.

Επιπρόσθετα, για τα κτίρια που ανήκουν στην αρμοδιότητα των Περιφερειάρχων και των Δημάρχων καθιερώνονται συγκεκριμένες ενέργειες, όπως είναι η εκπόνηση σχεδίου ενεργειακής απόδοσης με συγκεκριμένους στόχους και δράσεις, η καθιέρωση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης που προβλέπει και ενεργειακούς ελέγχους και η χρήση ειδικών χρηματοδοτικών εργαλείων και μέσων (Νόμος 4342/2015).

2.2.6 Νέος Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ 2017)

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) περιλαμβάνει την διαμόρφωση του πλαισίου αρχών και τον καθορισμό των όρων και των προϋποθέσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Αποσκοπεί στο να μειωθεί η κατανάλωση συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό (ΘΨΚ), φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ), ενώ ταυτόχρονα διασφαλίζονται οι συνθήκες άνεσης και ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος των κτιρίων. Τα παραπάνω μπορούν να επιτευχθούν αν υπάρξει ενεργειακά αποδοτικός σχεδιασμός του κελύφους, αν χρησιμοποιηθούν ενεργειακά αποδοτικά

δομικά υλικά και ηλεκτρομηχανολογικά (H/M) συστήματα, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ). Έτσι, στον KENAK προβλέπεται ο ορισμός της μεθοδολογίας με την οποία υπολογίζεται η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων για να εκτιμηθούν οι ενεργειακές καταναλώσεις των κτιρίων για ΘΨΚ, φωτισμό και ZNX. Ακόμη, περιλαμβάνονται οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και οι κατηγορίες για να καταταχθούν ενεργειακά τα κτίρια. Επιπλέον, υπάρχει καθορισμός των παραμέτρων του σχεδιασμού, των θερμοφυσικών χαρακτηριστικών που πρέπει να έχουν τα δομικά στοιχεία του κελύφους του κτιρίου και των προδιαγραφών των τεχνικών συστημάτων των κτιρίων. Επιπρόσθετα, ο KENAK προβλέπει τον τύπο και το περιεχόμενο που έχει η μελέτη ενεργειακής απόδοσης και το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (ΠΕΑ). Εκτός από τα παραπάνω, είναι δυνατόν να καθοριστεί η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, όπως και η διαδικασία των επιθεωρήσεων για τα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού. Τέλος, αναφέρεται ότι για να εφαρμοστούν οι σκοποί του παρόντος νόμου πραγματοποιείται η έκδοση Τεχνικών Οδηγιών από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ).

2.2.7 Πρόγραμμα Ηλέκτρα

Το πρόγραμμα «ΗΛΕΚΤΡΑ» αποτελεί μία σημαντική και καινοτόμα δράση που αποσκοπεί στην εξοικονόμηση ενέργειας στα Δημόσια Κτίρια μέσα από την ενεργειακή αναβάθμισή τους. Η ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων μπορεί να βελτιωθεί με παρεμβάσεις που περιορίζουν την ενεργειακή ζήτηση, όπως είναι η χρήση τεχνικών συστημάτων για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX) και φωτισμό. Αυτές οι παρεμβάσεις διασφαλίζουν τα βέλτιστα επίπεδα όσον αφορά στην υγιεινή, την ποιότητα του αέρα στον εσωτερικό χώρο και την θερμική άνεση. Η χρηματοδότηση αυτών των παρεμβάσεων γίνεται μέσω Επενδυτικών Δανείων που παρέχονται από το Ταμείο Παρακαταθηκών και Δανείων. Οι πόροι προέρχονται από το Ταμείο Παρακαταθηκών και Δανείων, από πόρους του ιδίου και από πόρους που προέρχονται από τη δανειακή σύμβαση ανάμεσα σε αυτό και την Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων, όπως και από το Ταμείο Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας. Ακόμη, μέρος ή οι συνολικές επενδύσεις των έργων του

Προγράμματος μπορούν να χρηματοδοτούνται από Εταιρείες Ενεργειακών Υπηρεσιών ή από τρίτους (άρθρο 3). Επιπλέον, η συνολική διάρκεια του Προγράμματος «ΗΛΕΚΤΡΑ» είναι η περίοδος 2022- 2025 με δυνατότητα αυτό να παραταθεί και ο συνολικός προϋπολογισμός είναι 670 εκατ. ευρώ.

Με βάση το Πρόγραμμα επιδοτούνται οι επεμβάσεις που αφορούν στο κέλυφος, στα συστήματα θέρμανσης/ψύξης, στα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας και στα συστήματα αυτονόμησης. Ο στόχος των επεμβάσεων είναι τουλάχιστον η επίτευξη της ενεργειακής κλάσης B με παράλληλη 30% εξοικονόμηση της ετήσιας πρωτογενούς ενέργειας που είναι απαραίτητη για τα τεχνικά συστήματα που εξυπηρετούν το κτίριο και 30% περιορισμός των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με τις προβλέψεις, το σύνολο της επένδυσης του έργου θα δώσει τη δυνατότητα να μειωθεί η κατανάλωση ηλεκτρισμού κατά 600 εκ kWh σε ετήσια βάση και να ανακαινιστούν ενεργειακά 2.5 εκ. m² ωφέλιμης επιφάνειας μέχρι το 2026. Επίσης, θα πρέπει να αναφερθεί προβλέπονται ξεχωριστά κίνητρα από την επένδυση όσον αφορά στη στήριξη των μικρότερων και νησιωτικών περιοχών, των λιγνιτικών περιοχών και των περιοχών που είχαν σοβαρές ζημιές λόγω των πρόσφατων πυρκαγιών του 2021. Αυτά τα κίνητρα έχουν την μορφή υποβολής μικρότερων αιτήσεων (GOV.GR, 2023).

Σύμφωνα με το άρθρο 1, παρ. 3 της ΚΥΑ ΥΠΕΝ/ΔΕΠΕΑ/17836/125/2023, οι επιμέρους στόχοι του Προγράμματος είναι:

- Να επιταχυνθεί η υλοποίηση έργων που έχουν σημαντικό οικονομικό μέγεθος και αντίκτυπο στην ενεργειακή απόδοση στον τομέα του Δημοσίου
- Να προωθηθεί το επιχειρηματικό μοντέλο των ΕΕΥ (Εταιρειών Ενεργειακών Υπηρεσιών)
- Να δημιουργηθεί σταθερή ζήτηση για υπηρεσίες ενεργειακής απόδοσης που θα πραγματοποιούνται με συμβάσεις ενεργειακής απόδοσης
- Να διασφαλιστεί ότι δεν ζημιώνονται σημαντικά οι περιβαλλοντικοί στόχοι που έχουν τεθεί, υιοθετώντας όσα απαιτούνται από το Πρόγραμμα

Κεφάλαιο 3: Παρουσίαση ερωτηματολογίου: «Αξιολόγηση για τις τεχνικές παρεμβάσεις Ενεργειακής Αναβάθμισης Δημόσιων κτιρίων»

3.1 Μεθοδολογία έρευνας

3.1.1 Σκοπός Έρευνας

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο να διερευνήσει και να αποτυπώσει την κατάσταση που επικρατεί στην Ελλάδα σχετικά με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των σχολικών κτιρίων ώστε να καλυφθούν οι στόχοι που έχουν τεθεί από την ΕΕ και από τα επιμέρους κράτη- μέλη ώστε να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας. Τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας είναι τα εξής:

- Πώς επιτυγχάνεται ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και η αναβάθμιση των σχολικών κτιρίων
- Τι προβλέπεται από το ευρωπαϊκό και εθνικό νομικό πλαίσιο σχετικά με την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων των σχολικών μονάδων
- Πώς αξιολογούν την κατάσταση μετά την ενεργειακή αναβάθμιση των σχολικών κτιρίων οι εκπαιδευτικοί που διδάσκουν σε αυτά τα σχολεία
- Τι εφαρμόστηκε στην περίπτωση του σχολείου δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Πεντάπολης και ποιες περαιτέρω προτάσεις μπορούν να γίνουν

3.1.2 Μέθοδος που επιλέχθηκε

Για να διερευνηθεί ο σκοπός της εργασίας, στο πρώτο μέρος ακολουθήθηκε η βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τα θέματα που πραγματεύεται η διπλωματική σε βιβλία και άρθρα που αφορούν στην ενεργειακή αναβάθμιση και τον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Επιπλέον, στο δεύτερο μέρος, περιλαμβάνεται ποσοτική έρευνα με τη μέθοδο του ερωτηματολογίου. Η δειγματοληπτική έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 112 εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που διδάσκουν σε σχολεία που έχουν υποστεί ενεργειακή αναβάθμιση με σκοπό να συγκεντρωθούν στοιχεία σχετικά με τα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί. Τα δεδομένα που

συγκεντρώνονται από μία δειγματοληπτική έρευνα παρέχουν τη δυνατότητα να παρουσιαστούν οι αντιλήψεις και οι κατευθύνσεις ενός πληθυσμού (Ζαφειρόπουλος, 2005· Χαλικιάς, κ.ά., 2015).

3.1.3 Εργαλείο της Έρευνας

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε με τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων τα οποία διαμοιράστηκαν μέσω google forms στους ερωτώμενους που είναι εκπαιδευτικοί σε σχολεία πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα. Το ερωτηματολόγιο αποτελεί ένα εργαλείο ποσοτικής έρευνας και περιλαμβάνει κυρίως κλειστές ερωτήσεις, ώστε να εκφραστούν και να διερευνηθούν με ευκολία και ταχύτητα οι απόψεις των ερωτώμενων. Στο στάδιο δημιουργίας του ερωτηματολογίου προβλέφθηκε ώστε οι ερωτήσεις να είναι υποχρεωτικό να απαντηθούν όλες για να ολοκληρωθεί το ερωτηματολόγιο και να γίνει αποστολή του. Επιπλέον, θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην αρχή του ερωτηματολογίου υπάρχει ένα σύντομο κείμενο το οποίο ενημερώνει τους συμμετέχοντες στην έρευνα ότι η ερευνήτρια εφαρμόζει και σέβεται την ανωνυμία των απαντήσεων και ότι διασφαλίζει το απόρρητο του περιεχομένου των απαντήσεων. Επίσης, αναφέρεται ότι η συμμετοχή στο ερωτηματολόγιο είναι εθελοντική και δίνεται η δυνατότητα στους συμμετέχοντες να αποχωρήσουν από την έρευνα όποτε το επιθυμούν. Ακόμη, επισημαίνεται ότι τα δεδομένα της έρευνας θα χρησιμοποιηθούν μόνο για ερευνητικούς σκοπούς στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών στη Δημόσια Διοίκηση του τμήματος Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος στο οποίο συμμετέχει η ερευνήτρια. Ένα βασικό πλεονέκτημα της έρευνας με ερωτηματολόγιο είναι ότι μπορεί να απευθυνθεί σε ευρύ αριθμό ατόμων και η επεξεργασία και ανάλυση των ερωτήσεων με σκοπό να εξαχθούν συμπεράσματα μπορεί να πραγματοποιηθεί με γρήγορο τρόπο. Επίσης, η δημιουργία του δεν κοστίζει και η τυποποιημένη δομή των κλειστών ερωτήσεων παρέχει τη δυνατότητα να διερευνηθούν τα συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα που έχουν τεθεί. Στην παρούσα περίπτωση συγκεντρώθηκαν 112 ερωτηματολόγια πλήρως συμπληρωμένα.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των συμμετεχόντων σε μια έρευνα, τόσο περισσότερο μπορεί να διασφαλιστεί το γεγονός ότι τα αποτελέσματα που προκύπτουν είναι αντιπροσωπευτικά. Ωστόσο, μία

αδυναμία αυτού του είδους της έρευνας είναι ότι μπορεί να υπάρξει απώλεια πληροφοριών λόγω της συγκέντρωσης των δεδομένων σε γενικές κατηγορίες. Επίσης, δεν είναι δυνατή η διόρθωση πιθανών αρχικών λαθών κατά τον σχεδιασμό του ερωτηματολογίου. Τέλος, ένα άλλο μειονέκτημα είναι η ύπαρξη μεγάλου χρονικού διαστήματος αναμονής για την συγκέντρωση ενός ικανοποιητικού αριθμού ερωτηματολογίων με στόχο την εξαγωγή κάποιων ασφαλών συμπερασμάτων. Στην παρούσα έρευνα το χρονικό διάστημα αναμονής για τη συγκέντρωση των ερωτηματολογίων ήταν ένας μήνας περίπου, από τις 20 Ιουνίου του 2023 μέχρι τις 26 Ιουλίου του 2023 (Χαλικιάς, 2015· Ζαφειρόπουλος, 2005).

Ο σχεδιασμός του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα πραγματοποιήθηκε με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και την ενεργειακή αναβάθμιση των σχολικών κτιρίων που πραγματοποιήθηκε στα δύο πρώτα κεφάλαια της εργασίας. Δεν επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί κάποιο ερωτηματολόγιο που υπάρχει ήδη, καθώς μέσα από την έρευνα δεν προέκυψε κάποιο κατάλληλο για ελεγχθούν τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν από την ερευνήτρια. Αντίθετα, δημιουργήθηκαν νέες ερωτήσεις από την ερευνήτρια που βασίστηκαν σε ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν σε άλλες έρευνες. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η χρήση κάποιου ερωτηματολογίου που είχε ήδη χρησιμοποιηθεί σε άλλη έρευνα, θα παρείχε σημαντικές ενδείξεις ότι το ερωτηματολόγιο είναι έγκυρο και αποτελεσματικό. Ακόμη, για να διερευνηθεί ο βαθμός κατανόησης του ερωτηματολογίου από τους ερωτώμενους έγινε μία πιλοτική έρευνα που διήρκεσε για 5 μέρες και συμπληρώθηκε το ερωτηματολόγιο από 10 άτομα. Με βάση τις απαντήσεις τους φάνηκε ότι οι ερωτήσεις ήταν κατανοητές και ότι μπορούσαν να απαντηθούν με ευκολία. Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου είναι όσο το δυνατόν πιο σύντομες και περιεκτικές ώστε οι ερωτώμενοι να μην καταναλώσουν πολύ χρόνο για να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο. Ο μέσος χρόνος συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου είναι περίπου 10 λεπτά.

3.1.4 Μέθοδος ανάλυσης δεδομένων

Οι ερωτήσεις του ερευνητικού εργαλείου χωρίζονται σε ερωτήσεις σχετικά με δημογραφικές πληροφορίες (ερωτήσεις 1- 5), όπως είναι το φύλο, το επίπεδο εκπαίδευσης, τα έτη προϋπηρεσίας των εκπαιδευτικών, η περιοχή που βρίσκεται το σχολείο και η βαθμίδα εκπαίδευσης. Στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου

περιλαμβάνονται οι ερωτήσεις που σχετίζονται με τα ερευνητικά ερωτήματα και αφορούν στην αξιολόγηση της ενεργειακής αναβάθμισης του σχολικού κτιρίου (ερωτήσεις 6- 29). Έτσι, οι ερωτήσεις είναι σχετικές με τις συνθήκες θερμοκρασίας που επικρατούν στον χώρο εργασίας των εκπαιδευτικών κατά τη διάρκεια της χειμερινής και θερινής περιόδου, με τη λειτουργία του συστήματος θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου, με τη μεταβολή της θερμοκρασίας στους διάφορους χώρους του σχολείου, την αξιολόγηση των επιπέδων υγρασίας του κτιρίου, τον αερισμό και τον φωτισμό του κτιρίου (φυσικό και τεχνητό), την χρήση λαμπτήρων LED, την μείωση της θάμβωσης και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Επιπρόσθετα, γίνεται χρήση της κλίμακας Likert (1= Καθόλου, 2= Ελάχιστα, 3= Αρκετά, 4= Πολύ, 5= Πάρα πολύ) στο ερωτηματολόγιο. Για να αναλυθούν τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν μέσω των ερωτηματολογίων χρησιμοποιήθηκε το πακέτο στατιστικής ανάλυσης SPSS 28 και η περιγραφική στατιστική με την οποία γίνεται η παρουσίαση των πρωτογενών δεδομένων. Επιπλέον, θα πρέπει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκε ανάλυση αξιοπιστίας α του Cronbach (reliability analysis) των κλιμάκων του ερωτηματολογίου και βρέθηκε τιμή $\alpha = 0,818 > 0,70$ (Πίνακας 7) που σημαίνει ότι το ερωτηματολόγιο είναι αξιόπιστο. Επιπλέον, για να παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν οι πίνακες και τα διαγράμματα που δημιουργήθηκαν με βάση το πρόγραμμα SPSS (Χαλικιάς, κ.ά, 2015· Ζαφειρόπουλος & Μυλωνάς, 2018).

Πίνακας 7: Ανάλυση αξιοπιστίας των ερωτήσεων

Reliability Statistics	
Cronbach's	
Alpha	N of Items
.818	29

3.2 Αποτελέσματα

3.2.1 Δημογραφικά στοιχεία

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα στα ερωτηματολόγια ανταποκρίθηκαν 41, 1% άντρες και 58,9% γυναίκες εκπαιδευτικοί, όπως φαίνεται παρακάτω:

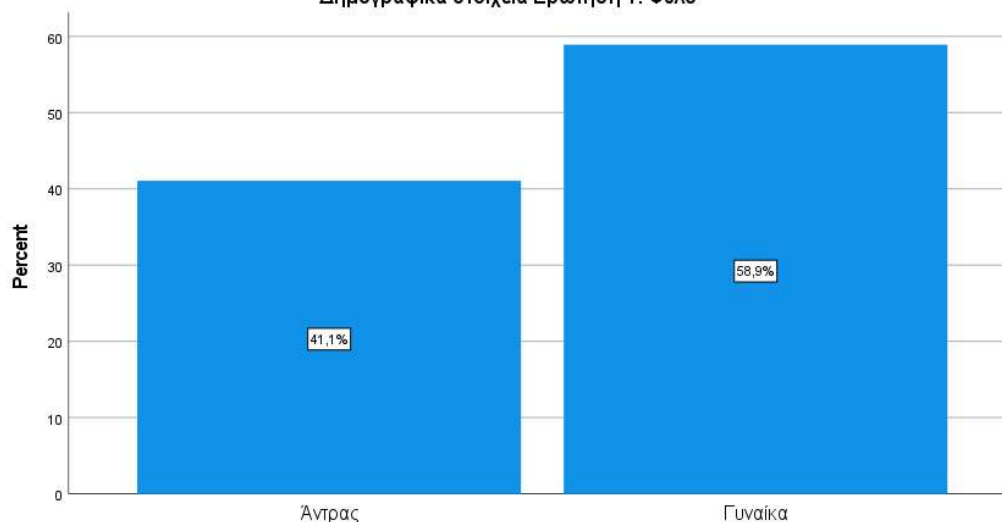
Πίνακας 8: Φύλο ερωτηθέντων

Ερώτηση 1: Φύλο

	N	%
Άντρας	46	41,1%
Γυναίκα	66	58,9%

Διάγραμμα 3: Φύλο ερωτηθέντων

Δημογραφικά στοιχεία Ερώτηση 1: Φύλο



Επίσης, το 42% των ερωτηθέντων είναι κάτοχοι πτυχίου ΑΕΙ/ΤΕΙ, το 49,1% κάτοχοι μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών και το 8,9% είναι κάτοχοι διδακτορικού.

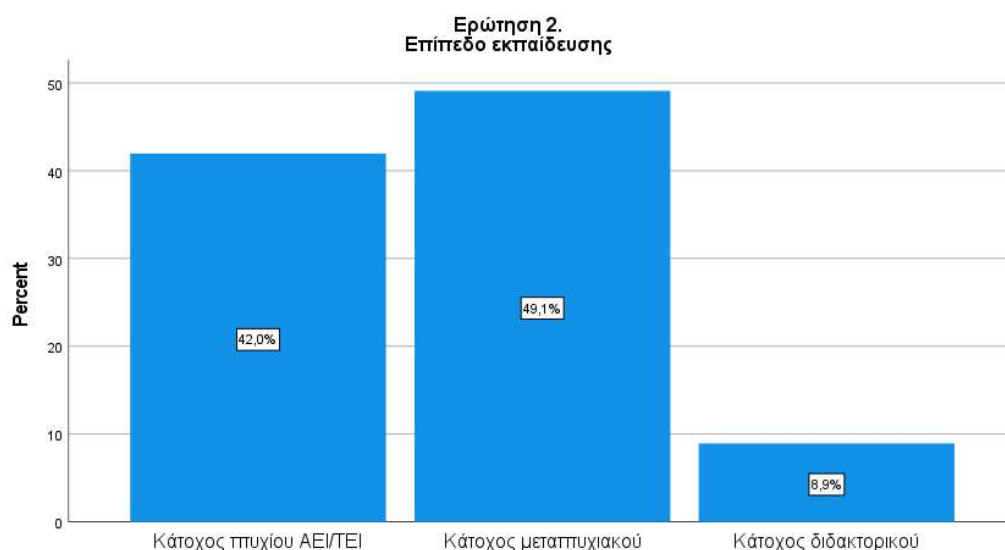
Πίνακας 9: Επίπεδο εκπαίδευσης ερωτηθέντων

Ερώτηση 2.

Επίπεδο εκπαίδευσης

	N	%
Κάτοχος πτυχίου ΑΕΙ/ΤΕΙ	47	42,0%
Κάτοχος μεταπτυχιακού	55	49,1%
Κάτοχος διδακτορικού	10	8,9%

Διάγραμμα 4: Επίπεδο εκπαίδευσης ερωτηθέντων



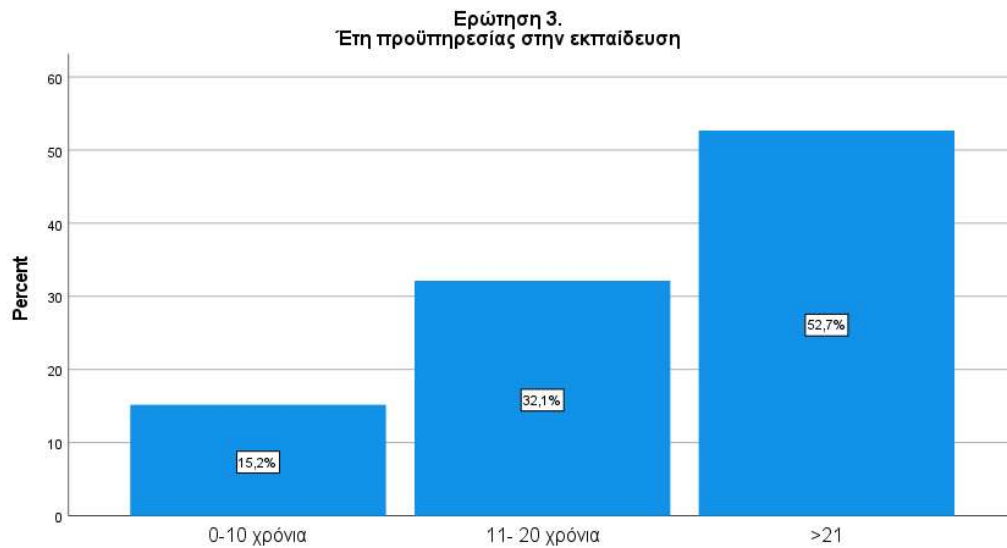
Ακόμη, σύμφωνα με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, το 52,7% αυτών που ρωτήθηκαν έχει προϋπηρεσία στην εκπαίδευση πάνω από 21 χρόνια, το 32,1% έχει εργαστεί για 11 ως 20 χρόνια και το 15,2% έχει προϋπηρεσία από 0 ως 10 χρόνια.

Πίνακας 10: Έτη προϋπηρεσίας στην εκπαίδευση

Ερώτηση 3.
Έτη προϋπηρεσίας στην
εκπαίδευση

	N	%
0-10 χρόνια	17	15,2%
11- 20 χρόνια	36	32,1%
>21	59	52,7%

Διάγραμμα 5: Έτη προϋπηρεσίας στην εκπαίδευση



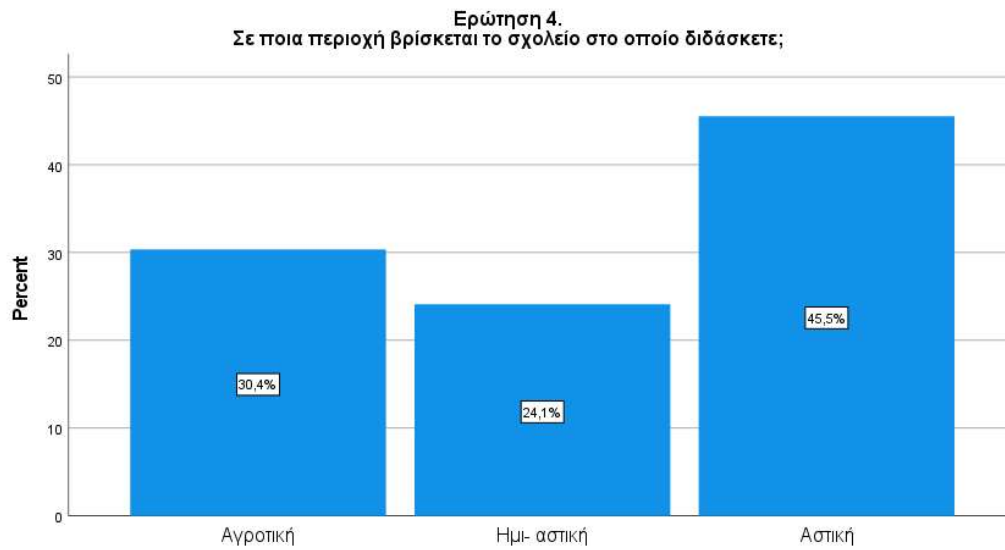
Όσον αφορά στην περιοχή που βρίσκονται τα σχολεία των ατόμων που ρωτήθηκαν, το μεγαλύτερο μέρος, δηλαδή το 45,5% βρίσκονται σε αστικές περιοχές, το 30,4% σε αγροτικές και το 24,1% σε ημιαστικές περιοχές, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 11: Περιοχή σχολικού κτιρίου

Ερώτηση 4

	N	%
Αγροτική	34	30,4%
Ημι- αστική	27	24,1%
Αστική	51	45,5%

Διάγραμμα 6: Περιοχή σχολικού κτιρίου



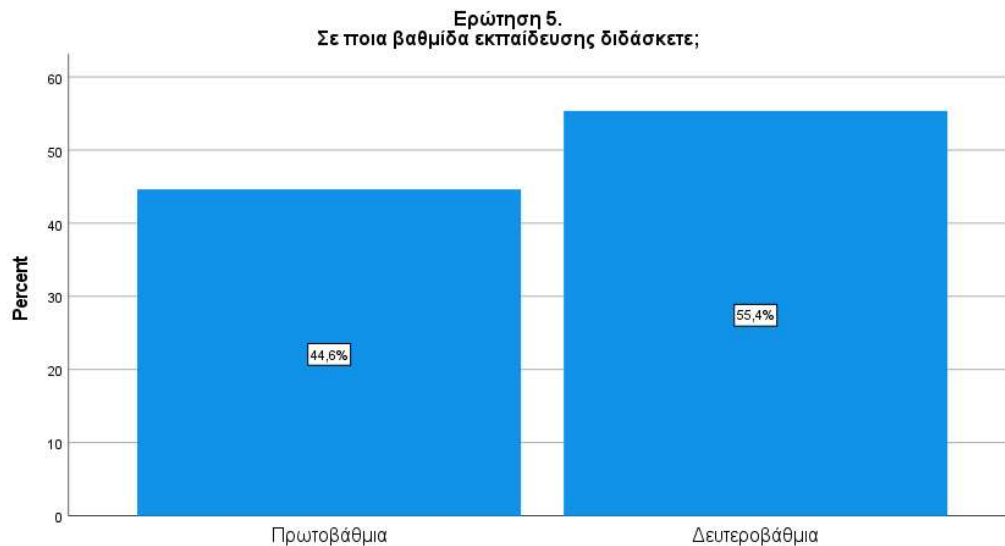
Επιπλέον, το μεγαλύτερο μέρος των συμμετεχόντων στην έρευνα διδάσκει σε σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (55,4%) και το 44,6% σε σχολεία Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 12: Εκπαιδευτική βαθμίδα διδασκαλίας

Ερώτηση 5

	N	%
Πρωτοβάθμια	50	44,6%
Δευτεροβάθμια	62	55,4%

Διάγραμμα 7: Εκπαιδευτική βαθμίδα διδασκαλίας



3.2.2 Ενεργειακή απόδοση του σχολικού κτιρίου Ερωτήσεις σχετικά με την αξιολόγηση της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου

Στην ερώτηση 6 η οποία αφορά στις συνθήκες θερμοκρασίας που επικρατούν στον χώρο εργασίας κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, οι περισσότεροι, το 73,2% απάντησαν ότι επικρατούν φυσιολογικές συνθήκες (ούτε κρύο, ούτε ζέστη), το 13,4% απάντησε ότι επικρατεί κρύο, το 10,7% απάντησε ότι επικρατεί ζέστη και το 2,7% επεσήμανε ότι επικρατεί πολύ κρύο. Από την ανάλυση των δεδομένων γίνεται φανερό ότι οι συνθήκες που επικρατούν κυρίως είναι καλές, καθώς το 83,9% συνολικά απάντησε ότι υπάρχει φυσιολογική θερμοκρασία ή ζέστη, όπως φαίνεται παρακάτω:

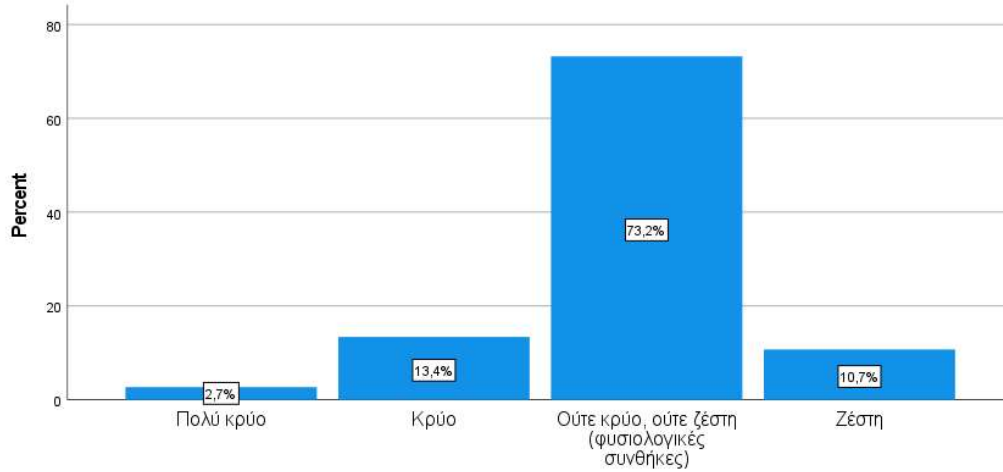
Πίνακας 13: Συνθήκες θερμοκρασίας του χώρου κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου

Ερώτηση 6

	N	%
Πολύ κρύο	3	2,7%
Κρύο	15	13,4%
Ούτε κρύο, ούτε ζέστη (φυσιολογικές συνθήκες)	82	73,2%
Ζέστη	12	10,7%

Διάγραμμα 8: Συνθήκες θερμοκρασίας του χώρου κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου

Ερώτηση 6.
Ποιες συνθήκες θερμοκρασίας επικρατούν στον χώρο εργασίας σας (σχολική αίθουσα) κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου;



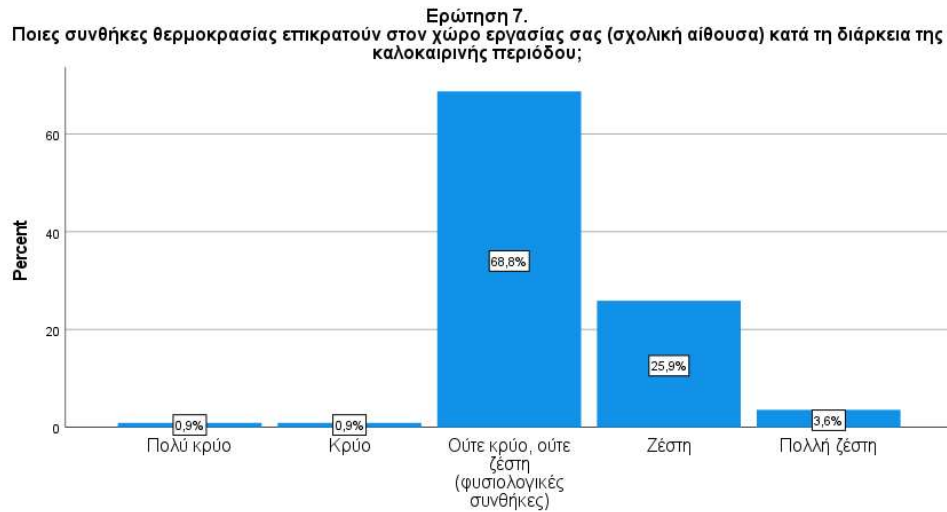
Στην ερώτηση 7 η οποία αφορά στις συνθήκες θερμοκρασίας που επικρατούν στον χώρο εργασίας κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, οι περισσότεροι, το 68,8%, απάντησαν ότι επικρατούν φυσιολογικές συνθήκες (ούτε κρύο, ούτε ζέστη), το 25,9% απάντησε ότι επικρατεί ζέστη, το 3,6% πολλή ζέστη και το 1,8% επεσήμανε ότι επικρατεί κρύο και πολύ κρύο. Από την ανάλυση των δεδομένων γίνεται φανερό ότι οι συνθήκες που επικρατούν κυρίως είναι καλές, καθώς το 70,6% συνολικά απάντησε ότι υπάρχει φυσιολογική θερμοκρασία ή κρύο, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 14: Συνθήκες θερμοκρασίας σχολικού χώρου κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου

Ερώτηση 7

	N	%
Πολύ κρύο	1	0,9%
Κρύο	1	0,9%
Ούτε κρύο, ούτε ζέστη (φυσιολογικές συνθήκες)	77	68,8%
Ζέστη	29	25,9%
Πολλή ζέστη	4	3,6%

Διάγραμμα 9: Συνθήκες θερμοκρασίας σχολικού χώρου κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου



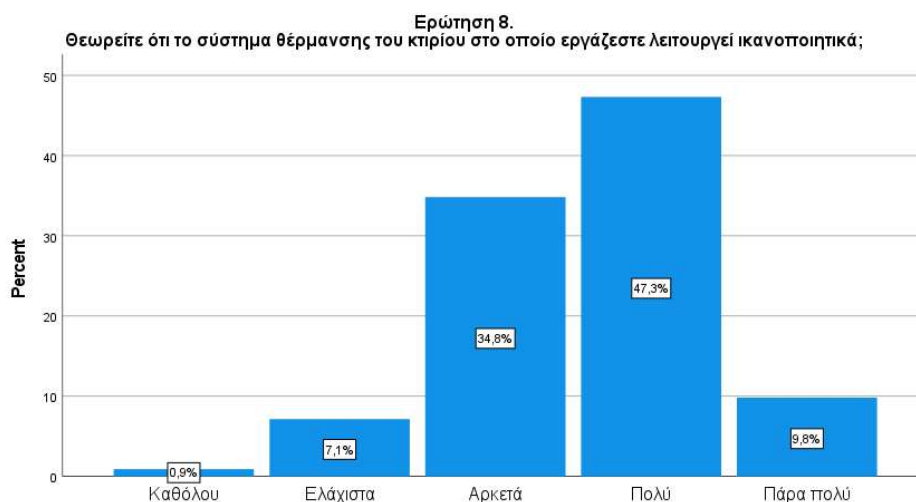
Στην ερώτηση 8 η οποία αφορά στην αξιολόγηση της λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης ως ικανοποιητικής στο κτίριο όπου εργάζονται οι εκπαιδευτικοί, οι περισσότεροι, το 47,3% απάντησαν «πολύ», το 34,8% «αρκετά», το 9,8% απάντησε ότι είναι «πάρα πολύ» ικανοποιητική και μόνο το 8% συνολικά απάντησε «ελάχιστα» και «καθόλου». Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων, το 91,9% απάντησε ότι το σύστημα θέρμανσης του σχολικού κτιρίου λειτουργεί ικανοποιητικά, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 15: Λειτουργία συστήματος θέρμανσης

Ερώτηση 8

	N	%
Καθόλου	1	0,9%
Ελάχιστα	8	7,1%
Αρκετά	39	34,8%
Πολύ	53	47,3%
Πάρα πολύ	11	9,8%

Διάγραμμα 10: Λειτουργία συστήματος θέρμανσης



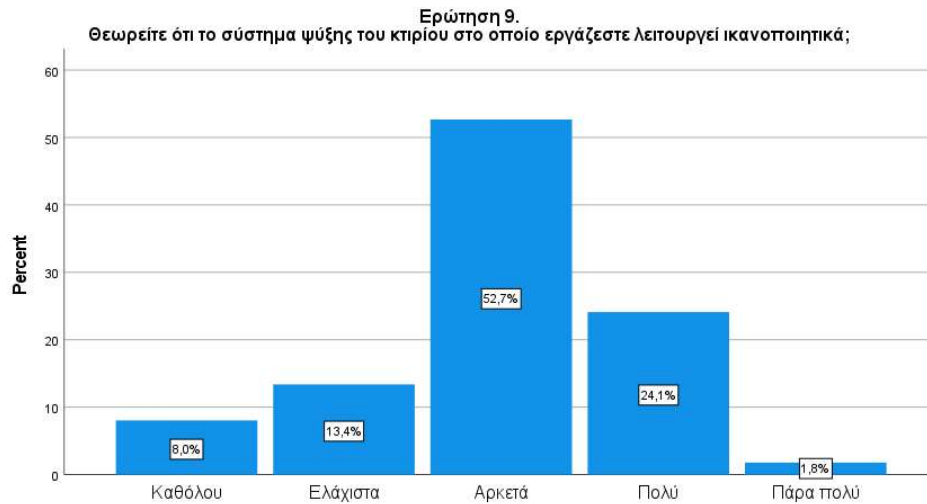
Στην ερώτηση 9 η οποία αφορά στην αξιολόγηση της λειτουργίας του συστήματος ψύξης ως ικανοποιητικής στο κτίριο όπου εργάζονται οι εκπαιδευτικοί, οι περισσότεροι, το 52,7% απάντησαν «αρκετά», το 24,1% «πολύ» και το 1,8% απάντησε ότι είναι «πάρα πολύ» ικανοποιητική η λειτουργία της ψύξης. Ωστόσο, το 13,4% απάντησε «ελάχιστα» και το 8% «καθόλου». Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων, το 78,6% απάντησε ότι το σύστημα ψύξης του σχολικού κτιρίου λειτουργεί ικανοποιητικά, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 16: Λειτουργία συστήματος ψύξης

Ερώτηση 9

	N	%
Καθόλου	9	8,0%
Ελάχιστα	15	13,4%
Αρκετά	59	52,7%
Πολύ	27	24,1%
Πάρα πολύ	2	1,8%

Διάγραμμα 11: Λειτουργία συστήματος ψύξης



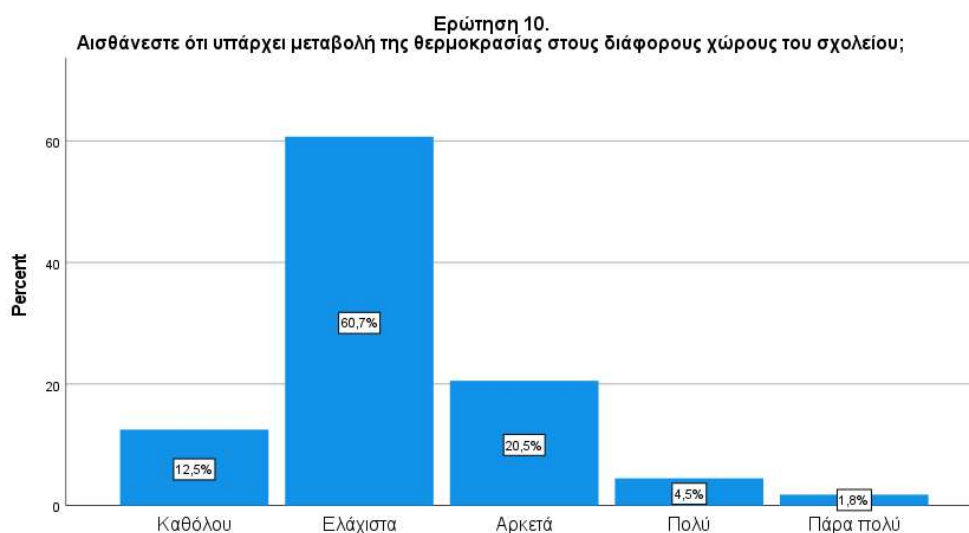
Στην ερώτηση 10 η οποία αφορά στην ύπαρξη μεταβολής της θερμοκρασίας στους διάφορους χώρους του σχολείου, οι περισσότεροι ερωτηθέντες εκπαιδευτικοί, δηλαδή το 60,7% απάντησαν ότι υπάρχει ελάχιστη μεταβολή θερμοκρασίας και 12,5% «καθόλου». Ωστόσο, το 20,5% απάντησε ότι υπάρχει μεταβολή σε κάποιον βαθμό («αρκετά»), το 4,5% απάντησε «πολύ» και το 1,8% «πάρα πολύ». Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων, δηλαδή το 73,2% απάντησε ότι η μεταβολή της θερμοκρασίας στους χώρους του σχολείου είναι μηδενική ή ελάχιστη, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 17: Μεταβολή της θερμοκρασίας στους χώρους του σχολείου

Ερώτηση 10

	N	%
Καθόλου	14	12,5%
Ελάχιστα	68	60,7%
Αρκετά	23	20,5%
Πολύ	5	4,5%
Πάρα πολύ	2	1,8%

Διάγραμμα 12: Μεταβολή της θερμοκρασίας στους χώρους του σχολείου



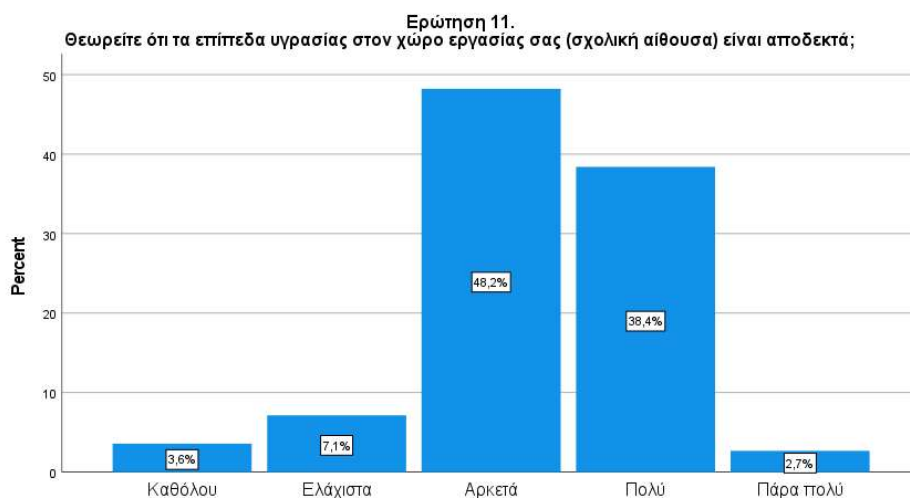
Η ερώτηση 11 αναφέρεται στο κατά πόσο είναι αποδεκτά τα επίπεδα υγρασίας των χώρων του σχολικού κτηρίου όπου εργάζονται οι εκπαιδευτικοί. Οι περισσότεροι, δηλαδή το 48,2%, απάντησαν ότι τα επίπεδα υγρασίας είναι «αρκετά» αποδεκτά, το 38,4% «πολύ» αποδεκτά και το 2,7% «πάρα πολύ». Αντίθετα, μόλις το 7,1% των ερωτηθέντων απάντησαν «ελάχιστα» και το 3,6% «καθόλου». Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων, δηλαδή το 89,3% απάντησε ότι τα επίπεδα υγρασίας του σχολικού κτιρίου είναι αποδεκτά, ενώ μόνο το 10,7% απάντησε ότι δεν είναι αποδεκτά, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 18: Επίπεδα υγρασίας του σχολικού χώρου

Ερώτηση 11

	N	%
Καθόλου	4	3,6%
Ελάχιστα	8	7,1%
Αρκετά	54	48,2%
Πολύ	43	38,4%
Πάρα πολύ	3	2,7%

Διάγραμμα 13: Επίπεδα υγρασίας του σχολικού χώρου



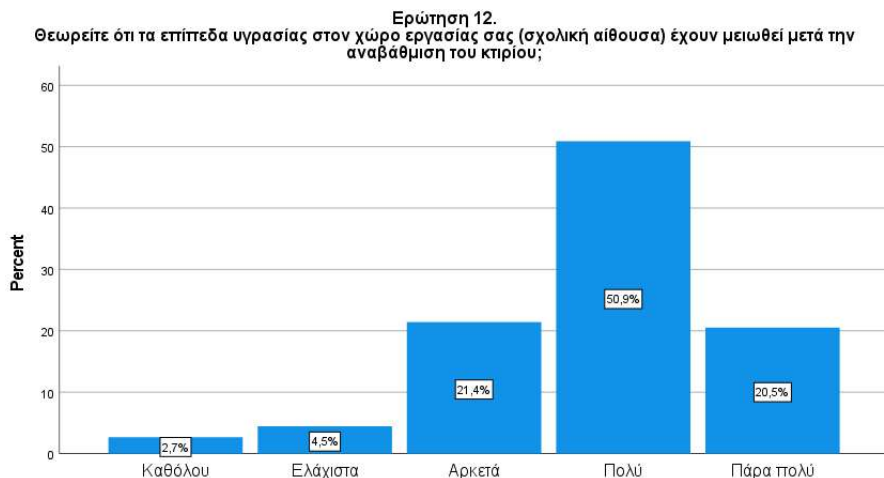
Η ερώτηση 12 αναφέρεται στο κατά πόσο η μείωση των επιπέδων υγρασίας στο σχολικό κτίριο οφείλεται στην αναβάθμιση του κτιρίου. Οι περισσότεροι, το 50,9%, απάντησαν ότι τα επίπεδα υγρασίας έχουν μειωθεί «πολύ» μετά την αναβάθμιση του κτιρίου, το 21,4% ότι έχουν μειωθεί «αρκετά» και το 20,5% απάντησε ότι μειώθηκαν «πάρα πολύ». Από την άλλη, το 4,5% των ερωτηθέντων απάντησαν ότι η αναβάθμιση έχει συμβάλει «ελάχιστα» στη μείωση των επιπέδων υγρασίας και το 2,7% «καθόλου». Από τα παραπάνω φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων, δηλαδή το 92,8% απάντησε ότι η αναβάθμιση που έχει γίνει στα σχολικά κτίρια στα οποία εργάζονται οι εκπαιδευτικοί έχει συμβάλει στο να μειωθούν τα επίπεδα υγρασίας, ενώ 7,2% απάντησε ότι δεν έχει συμβάλει, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 19: Μείωση των επιπέδων υγρασίας μετά την αναβάθμιση

Ερώτηση 12

	N	%
Καθόλου	3	2,7%
Ελάχιστα	5	4,5%
Αρκετά	24	21,4%
Πολύ	57	50,9%
Πάρα πολύ	23	20,5%

Διάγραμμα 14: Μείωση των επιπέδων υγρασίας μετά την αναβάθμιση



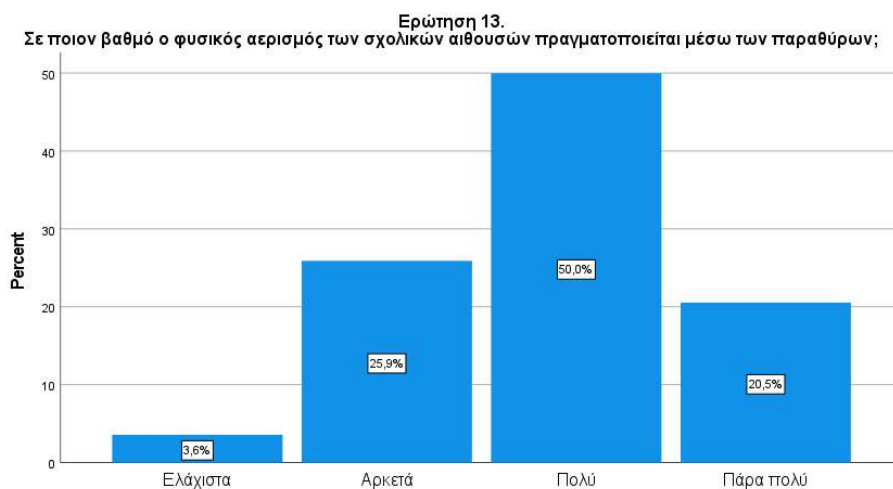
Στη συνέχεια, η ερώτηση 13 αφορά στο κατά πόσο ο φυσικός αερισμός των σχολικών αιθουσών μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω των παραθύρων. Οι περισσότεροι (το 50%) απάντησαν ότι μπορεί να γίνει φυσικός αερισμός «πολύ», το 25,9% «αρκετά» και το 20,5% «πάρα πολύ». Μόνο το 3,6% απάντησε ότι ο φυσικός αερισμός των χώρων πραγματοποιείται «ελάχιστα» μέσω των παραθύρων, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 20: Φυσικός αερισμός σχολικών αιθουσών

Ερώτηση 13

	N	%
Ελάχιστα	4	3,6%
Αρκετά	29	25,9%
Πολύ	56	50,0%
Πάρα πολύ	23	20,5%

Διάγραμμα 15: Φυσικός αερισμός σχολικών αιθουσών



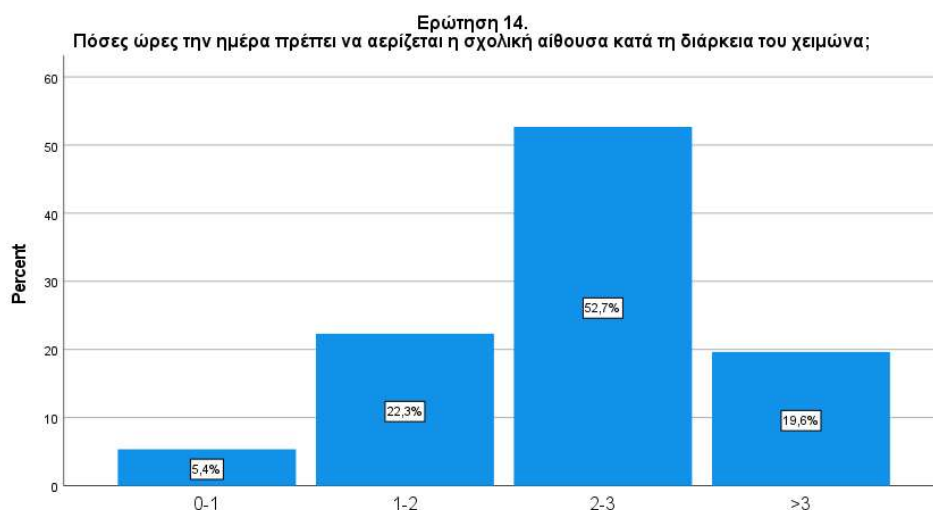
Η ερώτηση 14 αφορά στον αριθμό των ωρών που είναι απαραίτητο να πραγματοποιείται ο αερισμός των σχολικών αιθουσών κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Οι περισσότεροι (το 52,7%) απάντησαν ότι η αίθουσα πρέπει να αερίζεται 2- 3 ώρες κάθε μέρα, το 22,3% 1- 2 ώρες, το 19,6% πάνω από 3 ώρες και το 5,4% 0- 1 ώρα. Όπως παρουσιάζεται από τα αποτελέσματα, οι περισσότεροι απάντησαν ότι χρειάζονται πάνω από 2 ώρες αερισμός των αιθουσών κάθε μέρα.

Πίνακας 21: Απαραίτητες ώρες για τον αερισμό της σχολικής αίθουσας τον χειμώνα

Ερώτηση 14

	N	%
0-1	6	5,4%
1-2	25	22,3%
2-3	59	52,7%
>3	22	19,6%

Διάγραμμα 16: Απαραίτητες ώρες για τον αερισμό της σχολικής αίθουσας τον χειμώνα

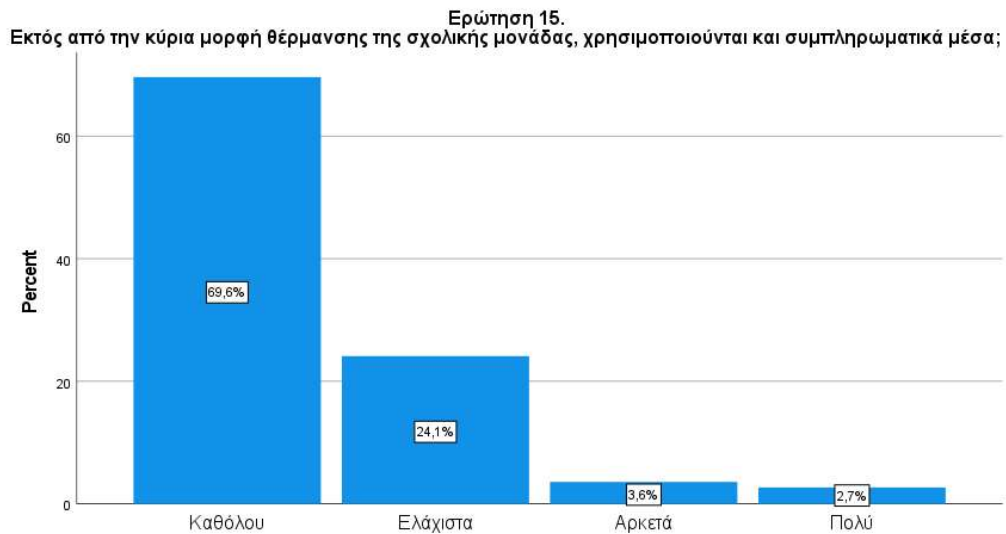


Στην ερώτηση 15 οι εκπαιδευτικοί έπρεπε να αναφέρουν αν χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά μέσα θέρμανσης εκτός από την κύρια μορφή με την οποία θερμαίνεται το κτίριο της σχολικής μονάδας. Οι περισσότεροι (το 69,6%) απάντησαν ότι δεν χρησιμοποιούνται καθόλου συμπληρωματικά μέσα θέρμανσης και το 24,1% απάντησε ότι χρησιμοποιούνται «ελάχιστα». Μόνο το 3,6% απάντησε «αρκετά» και το 2,7% «πολύ». Από τις παραπάνω απαντήσεις μπορούμε να συμπεράνουμε ότι δεν γίνεται χρήση συμπληρωματικών μέσων για να θερμανθεί το σχολικό κτίριο εκτός από την κύρια μορφή θέρμανσης.

Πίνακας 22: Χρήση συμπληρωματικών μέσων θέρμανσης

Ερώτηση 15		
	N	%
Καθόλου	78	69,6%
Ελάχιστα	27	24,1%
Αρκετά	4	3,6%
Πολύ	3	2,7%

Διάγραμμα 17: Χρήση συμπληρωματικών μέσων θέρμανσης



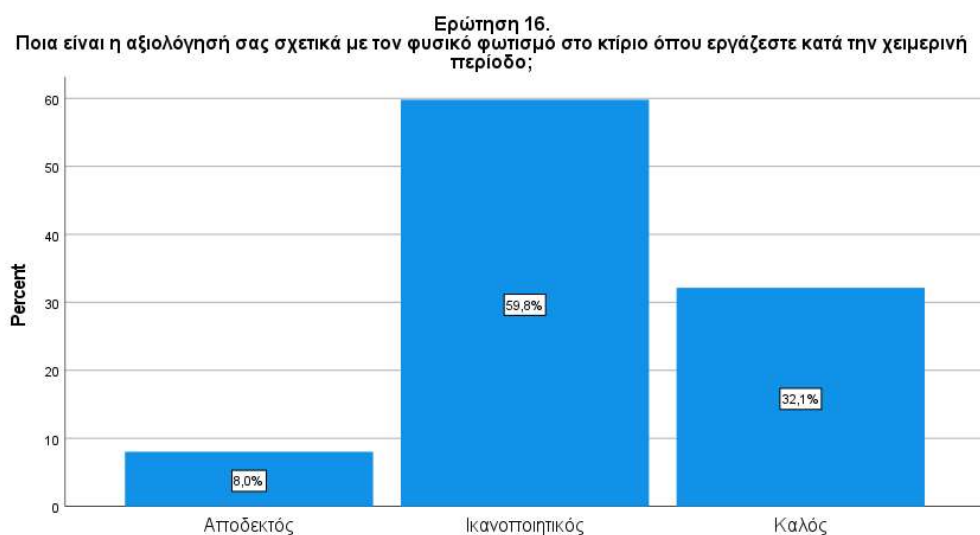
Η ερώτηση 16 είναι σχετική με την αξιολόγηση από τους εκπαιδευτικούς του φυσικού φωτισμού του σχολικού κτιρίου κατά την χειμερινή περίοδο. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών απάντησε ότι ο φυσικός φωτισμός είναι ικανοποιητικός (59,8%), το 32,1% ότι είναι «καλός» και το 8% ότι είναι «αποδεκτός». Από τις απαντήσεις των ερωτώμενων φαίνεται ότι ο φυσικός φωτισμός του σχολικού κτιρίου κατά την χειμερινή περίοδο είναι σε ικανοποιητικό επίπεδο, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 23: Αξιολόγηση του φυσικού φωτισμού του σχολικού κτιρίου τον χειμώνα

Ερώτηση 16

	N	%
Αποδεκτός	9	8,0%
Ικανοποιητικός	67	59,8%
Καλός	36	32,1%

Διάγραμμα 18: Αξιολόγηση του φυσικού φωτισμού του σχολικού κτιρίου τον χειμώνα



Η ερώτηση 17 είναι σχετική με την αξιολόγηση από τους εκπαιδευτικούς του τεχνητού φωτισμού του σχολικού κτιρίου κατά την χειμερινή περίοδο. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών απάντησε ότι είναι πολύ καλός ο τεχνητός φωτισμός (44,6%), το 42% ότι είναι καλός, το 11,6% απάντησε ότι είναι ικανοποιητικός και το 1,8% ότι είναι σε αποδεκτά επίπεδα. Από τις απαντήσεις των ερωτώμενων φαίνεται ότι ο τεχνητός φωτισμός του σχολικού κτιρίου κατά την χειμερινή περίοδο είναι σε καλό και πολύ καλό επίπεδο, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 24: Αξιολόγηση του τεχνητού φωτισμού του σχολικού κτιρίου τον χειμώνα

Ερώτηση 17

	N	%
Αποδεκτός	2	1,8%
Ικανοποιητικός	13	11,6%
Καλός	47	42,0%
Πολύ καλός	50	44,6%

Διάγραμμα 19: Αξιολόγηση του τεχνητού φωτισμού του σχολικού κτιρίου τον χειμώνα



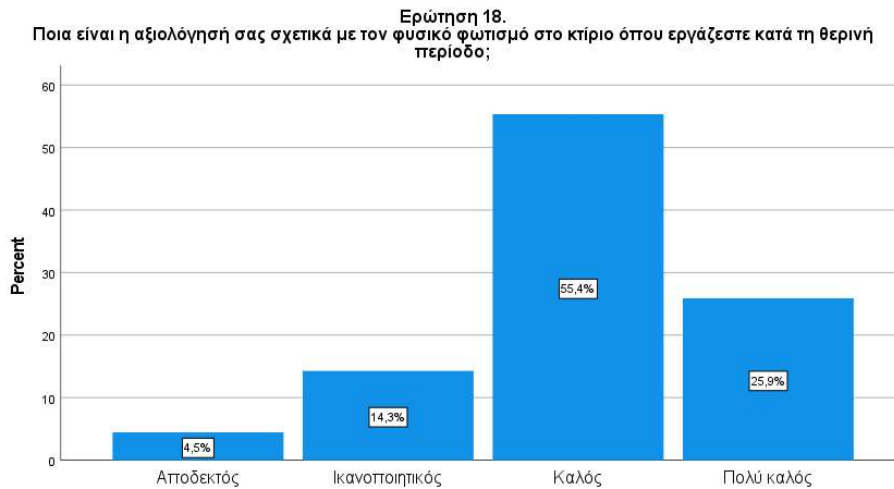
Η ερώτηση 18 είναι σχετική με την αξιολόγηση από τους εκπαιδευτικούς του φυσικού φωτισμού του σχολικού κτιρίου κατά την θερινή περίοδο. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών απάντησε ότι είναι καλός ο φυσικός φωτισμός (55,4%), το 25,9% ότι είναι πολύ καλός, το 14,3% απάντησε ότι είναι ικανοποιητικός και το 4,5% ότι είναι σε αποδεκτά επίπεδα. Από τις απαντήσεις των ερωτώμενων φαίνεται ότι ο φυσικός φωτισμός του σχολικού κτιρίου κατά την θερινή περίοδο είναι σε καλό και πολύ καλό επίπεδο.

Πίνακας 25: Αξιολόγηση του φυσικού φωτισμού του σχολικού κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο

Ερώτηση 18

	N	%
Αποδεκτός	5	4,5%
Ικανοποιητικός	16	14,3%
Καλός	62	55,4%
Πολύ καλός	29	25,9%

Διάγραμμα 20: Αξιολόγηση του φυσικού φωτισμού του σχολικού κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο



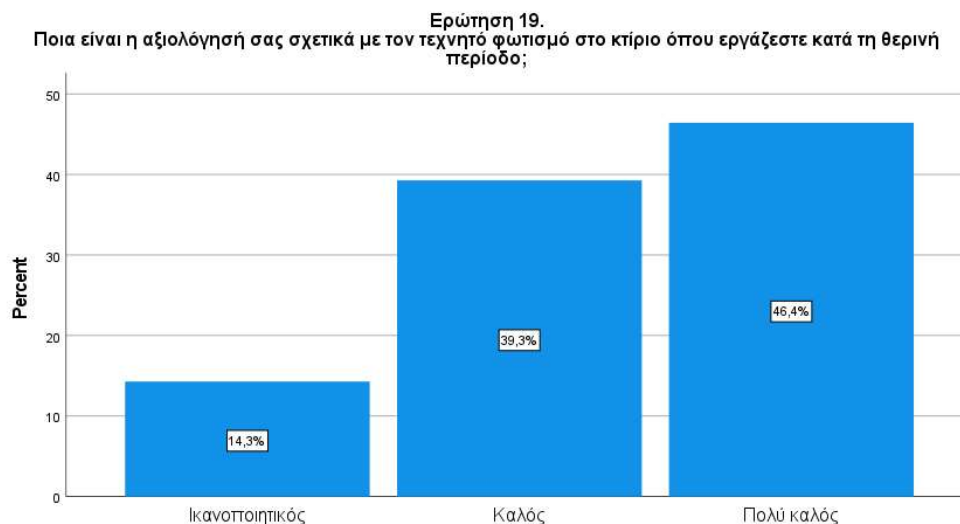
Η ερώτηση 19 είναι σχετική με την αξιολόγηση από τους εκπαιδευτικούς του τεχνητού φωτισμού του σχολικού κτιρίου κατά την θερινή περίοδο. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών απάντησε ότι είναι πολύ καλός ο τεχνητός φωτισμός (46,4%), το 39,3% ότι είναι καλός και το 14,3% απάντησε ότι είναι σε ικανοποιητικό επίπεδο. Από τις απαντήσεις των ερωτώμενων φαίνεται ότι ο τεχνητός φωτισμός του σχολικού κτιρίου κατά την θερινή περίοδο είναι σε καλό και πολύ καλό επίπεδο, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 26: Αξιολόγηση του τεχνητού φωτισμού του σχολικού κτιρίου κατά την θερινή περίοδο

Ερώτηση 19

	N	%
Ικανοποιητικός	16	14,3%
Καλός	44	39,3%
Πολύ καλός	52	46,4%

Διάγραμμα 21: Αξιολόγηση του τεχνητού φωτισμού του σχολικού κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο



Η ερώτηση 20 είναι σχετική με την χρήση κουρτινών ή κάποιου άλλου είδους σκίασης με στόχο τον περιορισμό του φυσικού φωτός στη σχολική αίθουσα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών (το 50%) απάντησε ότι χρησιμοποιούνται κουρτίνες ή κάποιο άλλο είδος σκίασης «πολύ», το 23,2% απάντησε «πάρα πολύ» και το 19,6% «αρκετά». Μόνο το 7,1% απάντησε ότι χρησιμοποιούνται κουρτίνες ή μέσα σκίασης σε μικρό βαθμό («ελάχιστα»). Από τα παραπάνω μπορεί να γίνει κατανοητό ότι χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα οι κουρτίνες και άλλα μέσα σκίασης για να γίνει περιορισμός του φυσικού φωτός στα πλαίσια της σχολικής αίθουσας.

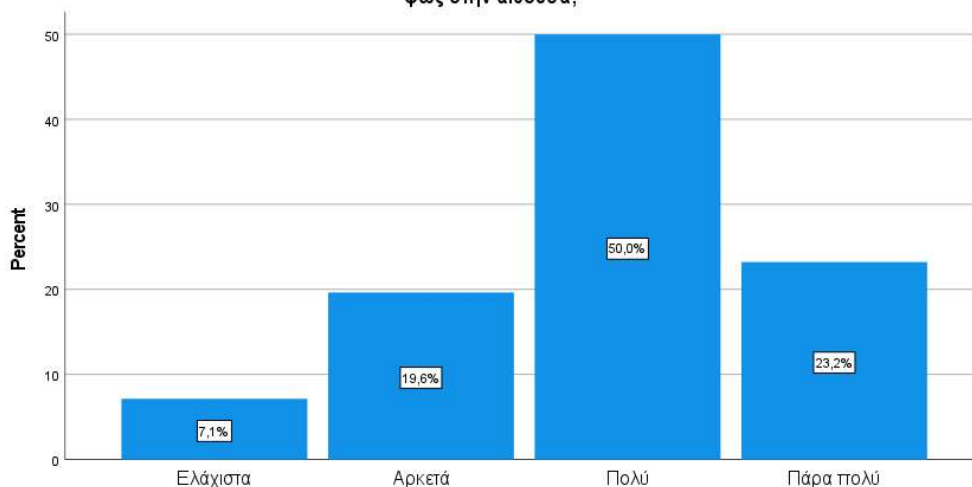
Πίνακας 27: Χρήση κουρτινών ή άλλου είδους σκίασης στη σχολική αίθουσα

Ερώτηση 20

	N	%
Ελάχιστα	8	7,1%
Αρκετά	22	19,6%
Πολύ	56	50,0%
Πάρα πολύ	26	23,2%

Διάγραμμα 22: Χρήση κουρτινών ή άλλου είδους σκίασης στη σχολική αίθουσα

Ερώτηση 20. Χρησιμοποιούνται κουρτίνες ή κάποιου άλλου είδους σκίαση με στόχο να περιοριστεί το φυσικό φως στην αίθουσα;

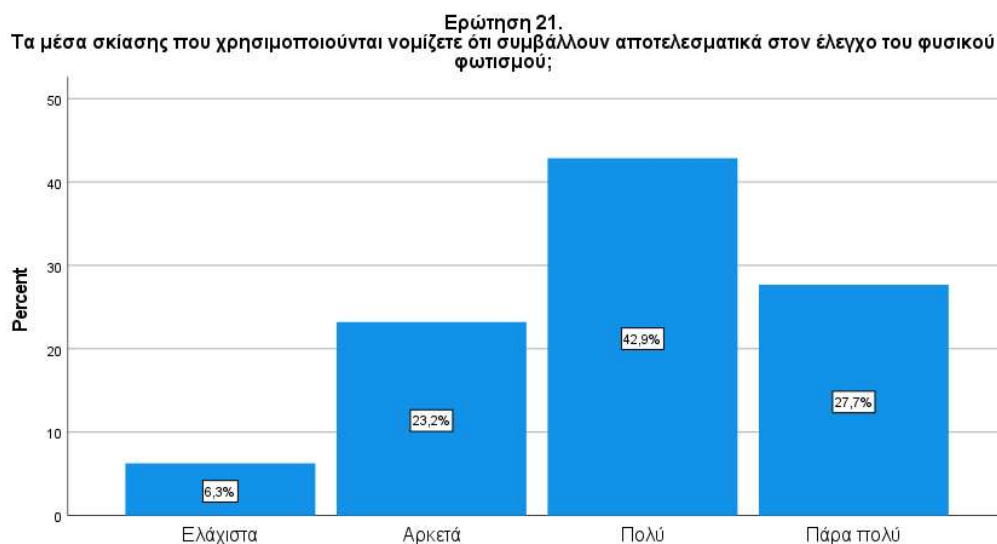


Η ερώτηση 21 είναι σχετική με το πόσο αποτελεσματική είναι η χρήση των μέσων σκίασης που χρησιμοποιούνται στον περιορισμό του φυσικού φωτός στη σχολική αίθουσα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών (το 42,9%) απάντησε ότι η χρήση των μέσων σκίασης είναι πολύ αποτελεσματική, το 27,7% ότι είναι πάρα πολύ αποτελεσματική, το 23,2% απάντησαν ότι είναι αρκετά αποτελεσματική και μόνο το 6,3% θεωρούν ότι είναι ελάχιστα αποτελεσματική. Από τα παραπάνω μπορεί να γίνει κατανοητό ότι τα μέσα σκίασης που χρησιμοποιούνται στις σχολικές αίθουσες είναι αποτελεσματικά σε μεγάλο βαθμό, όπως φαίνεται παρακάτω:

Πίνακας 28: Βαθμός αποτελεσματικότητας των μέσων σκίασης

Ερώτηση 21		
	N	%
Ελάχιστα	7	6,3%
Αρκετά	26	23,2%
Πολύ	48	42,9%
Πάρα πολύ	31	27,7%

Διάγραμμα 23: Βαθμός αποτελεσματικότητας των μέσων σκίασης



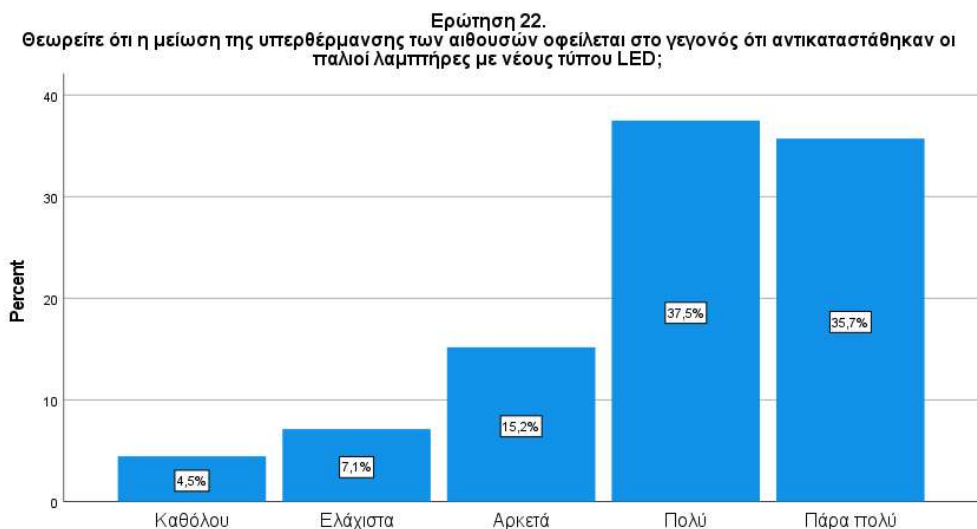
Στην ερώτηση 22 «θεωρείτε ότι η μείωση της υπερθέρμανσης των αιθουσών οφείλεται στο γεγονός ότι αντικαταστάθηκαν οι παλιοί λαμπτήρες με νέου τύπου LED», το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών (το 37,5%) απάντησε «πολύ», το 35,7% «πάρα πολύ» και το 15,2% απάντησε «αρκετά». Από την άλλη πλευρά, μόνο το 7,1% απάντησε ότι η μείωση της υπερθέρμανσης των αιθουσών οφείλεται «ελάχιστα» στην αντικατάσταση των παλιών λαμπτήρων με νέου τύπου LED και το 4,5% «καθόλου». Από τα παραπάνω μπορεί να γίνει κατανοητό ότι η υπερθέρμανση των αιθουσών έχει μειωθεί λόγω της αντικατάστασης των παλιών λαμπτήρων με νέου τύπου LED.

Πίνακας 29: Μείωση της υπερθέρμανσης των αιθουσών λόγω της αντικατάστασης των παλιών λαμπτήρων

Ερώτηση 22

	N	%
Καθόλου	5	4,5%
Ελάχιστα	8	7,1%
Αρκετά	17	15,2%
Πολύ	42	37,5%
Πάρα πολύ	40	35,7%

Διάγραμμα 24: Μείωση της υπερθέρμανσης των αιθουσών λόγω της αντικατάστασης των παλιών λαμπτήρων



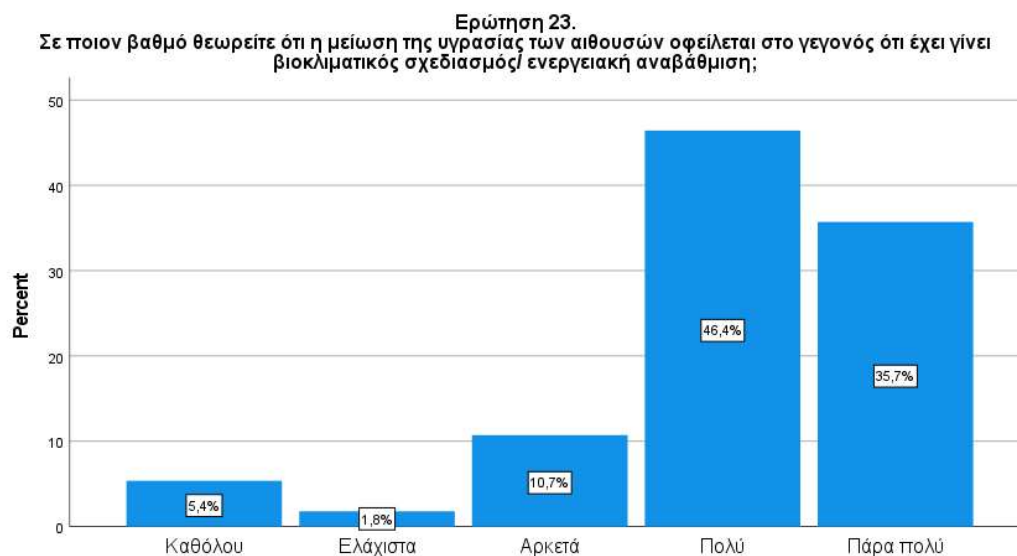
Στην ερώτηση 23 η οποία αναφέρεται στον βαθμό μείωσης της υγρασίας των αιθουσών λόγω της υλοποίησης βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης, το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών (το 46,4%) απάντησε «πολύ», το 35,7% απάντησε «πάρα πολύ» και το 10,7% απάντησε «αρκετά». Από την άλλη πλευρά, μόνο το 5,4% απάντησε ότι υπάρχει μικρός βαθμός μείωσης της υγρασίας των αιθουσών λόγω της υλοποίησης βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης, και το 1,8% απάντησε «ελάχιστα». Από τις παραπάνω απαντήσεις καταλαβαίνουμε ότι η μείωση της υγρασίας των αιθουσών έχει επιτευχθεί λόγω του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης.

Πίνακας 30: Μείωση της υγρασίας των αιθουσών λόγω υλοποίησης του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης

Ερώτηση 23

	N	%
Καθόλου	6	5,4%
Ελάχιστα	2	1,8%
Αρκετά	12	10,7%
Πολύ	52	46,4%
Πάρα πολύ	40	35,7%

Διάγραμμα 25: Μείωση της υγρασίας των αιθουσών λόγω υλοποίησης του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης



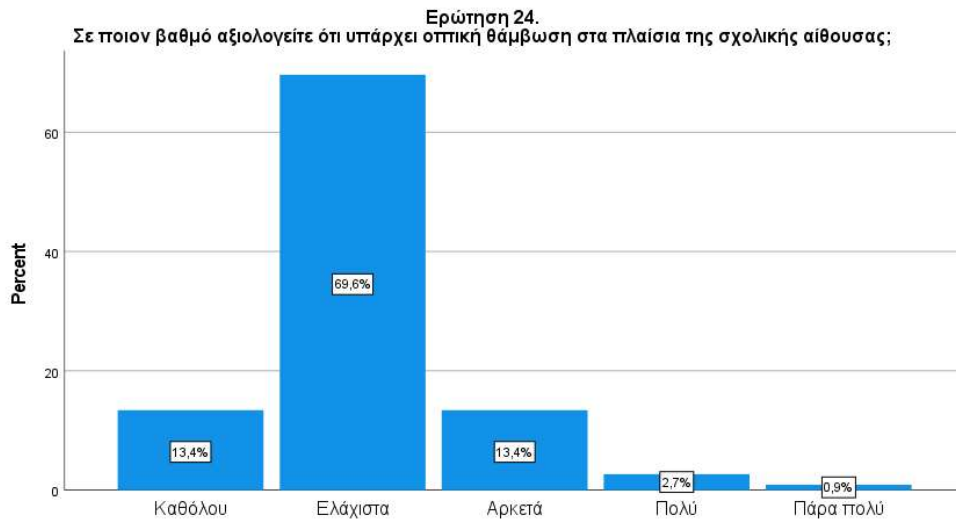
Η ερώτηση 24 αφορά στην ύπαρξη θάμβωσης στη σχολική αίθουσα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών (το 69,6%) απάντησε ότι υπάρχει ελάχιστη θάμβωση και το 13,4% απάντησε «καθόλου». Ωστόσο, υπήρξαν και κάποιοι από τους ερωτώμενους που απάντησαν ότι υπάρχει αρκετή θάμβωση (το 13,4% απάντησε «αρκετά»), το 2,7% απάντησε ότι υπάρχει πολλή θάμβωση και το 0,9% πάρα πολλή. Το συνολικό ποσοστό των ερωτώμενων που απάντησαν ότι υπάρχει θάμβωση είναι μικρό, 17%. Από τις παραπάνω απαντήσεις καταλαβαίνουμε ότι δεν υπάρχει οπτική θάμβωση στη σχολική αίθουσα.

Πίνακας 31: Βαθμός θάμβωσης στη σχολική αίθουσα

Ερώτηση 24

	N	%
Καθόλου	15	13,4%
Ελάχιστα	78	69,6%
Αρκετά	15	13,4%
Πολύ	3	2,7%
Πάρα πολύ	1	0,9%

Διάγραμμα 26: Βαθμός θάμβωσης στη σχολική αίθουσα



Η ερώτηση 25 είναι σχετική με τον βαθμό μείωσης των αντανακλάσεων και των χρωματικών αλλοιώσεων, αφού έχει πραγματοποιηθεί βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση του σχολικού κτιρίου. Οι περισσότεροι από τους ερωτηθέντες εκπαιδευτικούς (το 41,1%) απάντησε ότι έχουν μειωθεί οι αντανακλάσεις και οι χρωματικές αλλοιώσεις «πολύ», το 25,9% «πάρα πολύ» και το 20,5% «αρκετά». Μόνο το 8% απάντησε «ελάχιστα» και το 4,5% απάντησε ότι δεν υπήρξε καμία μείωση των αντανακλάσεων και των χρωματικών αλλοιώσεων. Από τις παραπάνω απαντήσεις καταλαβαίνουμε ότι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση έχει συμβάλει στην μείωση των αντανακλάσεων και των χρωματικών αλλοιώσεων σε μεγάλο βαθμό, όπως φαίνεται παρακάτω:

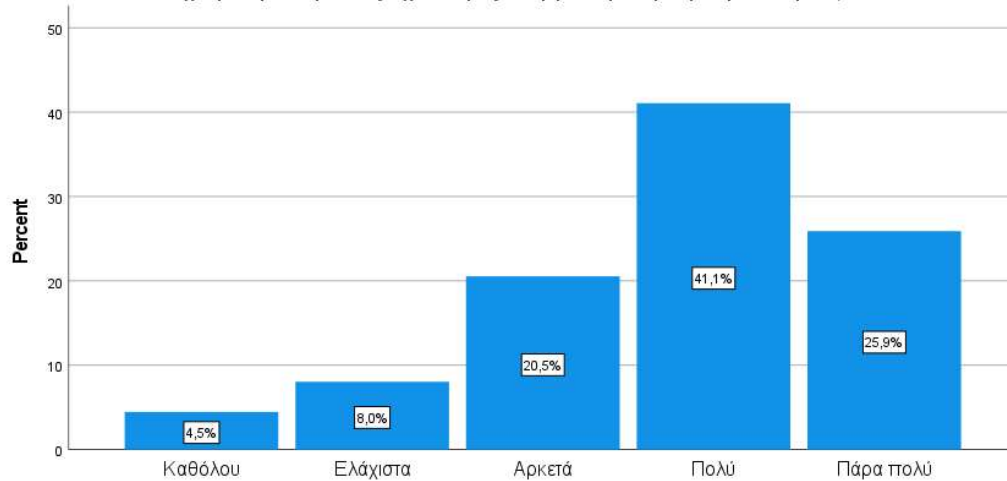
Πίνακας 32: Βαθμός μείωσης των αντανακλάσεων και των χρωματικών αλλοιώσεων λόγω του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης

Ερώτηση 25

	N	%
Καθόλου	5	4,5%
Ελάχιστα	9	8,0%
Αρκετά	23	20,5%
Πολύ	46	41,1%
Πάρα πολύ	29	25,9%

Διάγραμμα 27: Βαθμός μείωσης των αντανάκλασεων και των χρωματικών αλλοιώσεων λόγω του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης

Ερώτηση 25.
Σε ποιον βαθμό θεωρείτε ότι έχει επέλθει μείωση των αντανάκλασεων και των χρωματικών αλλοιώσεων αφού έχει γίνει βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου;



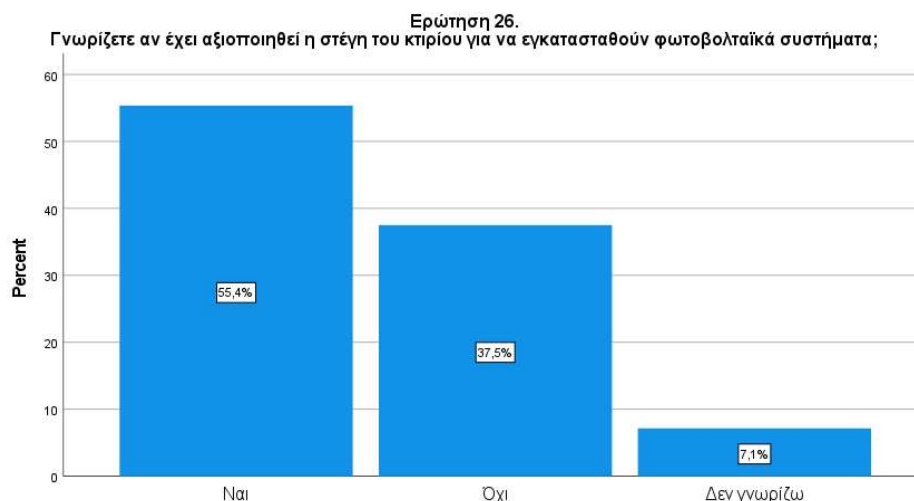
Η ερώτηση 26 αφορά στην αξιοποίηση ή μη της στέγης του σχολικού κτιρίου όπου εργάζονται οι ερωτώμενοι εκπαιδευτικοί για να εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά συστήματα. Οι περισσότεροι, το 55,4% απάντησε ότι έχουν αξιοποιηθεί οι στέγες του κτιρίου, το 37,5% απάντησε ότι δεν υπήρξε αξιοποίηση της στέγης, ενώ το 7,1% απάντησε ότι δεν γνωρίζει σχετικά με το θέμα. Από τα παραπάνω φαίνεται ότι υπήρξε αξιοποίηση της στέγης για εφαρμογή φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Πίνακας 33: Αξιοποίηση ή μη της στέγης του σχολικού κτιρίου για φωτοβολταϊκά συστήματα

Ερώτηση 26

	N	%
Ναι	62	55,4%
Όχι	42	37,5%
Δεν γνωρίζω	8	7,1%

Διάγραμμα 28: Αξιοποίηση ή μη της στέγης του σχολικού κτιρίου για φωτοβολταϊκά συστήματα



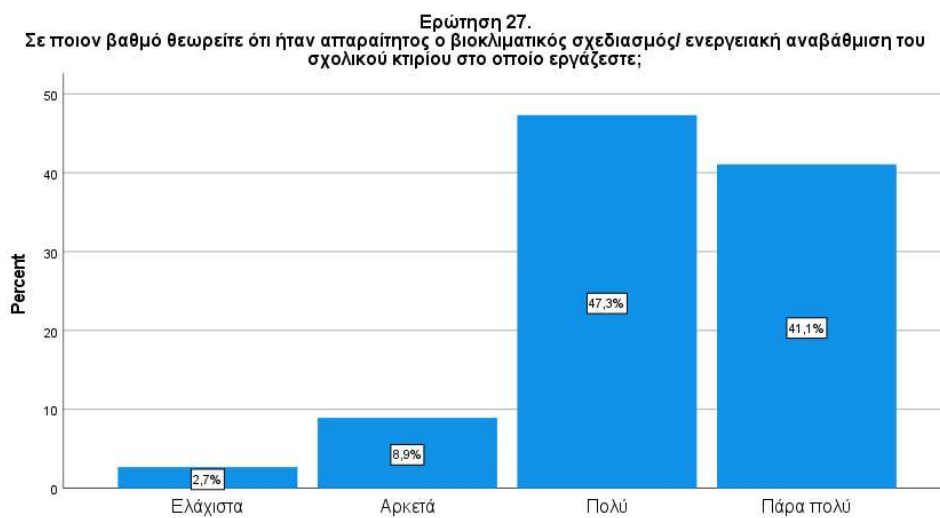
Στην ερώτηση 27 σχετικά με τον βαθμό αναγκαιότητας πραγματοποίησης του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ ενεργειακής αναβάθμισης του σχολικού κτιρίου, το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών (το 47,3%) απάντησε «πολύ», το 41,1% απάντησε «πάρα πολύ» και το 8,9% απάντησε «αρκετά». Μόνο το 2,7% απάντησε «ελάχιστα». Από τις παραπάνω απαντήσεις καταλαβαίνουμε ότι ήταν απαραίτητο να γίνει βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση στα σχολικά κτίρια όπου εργάζονται οι ερωτηθέντες εκπαιδευτικοί.

Πίνακας 34: Βαθμός αναγκαιότητας της πραγματοποίησης του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ ενεργειακής αναβάθμισης

Ερώτηση 27

	N	%
Ελάχιστα	3	2,7%
Αρκετά	10	8,9%
Πολύ	53	47,3%
Πάρα πολύ	46	41,1%

Διάγραμμα 29: Βαθμός αναγκαιότητας της πραγματοποίησης του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ ενεργειακής αναβάθμισης



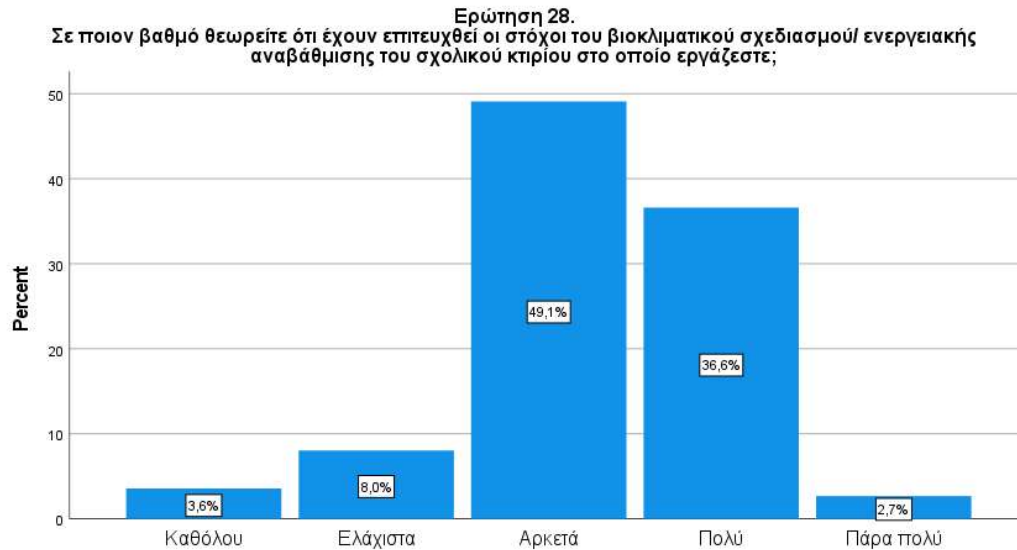
Η ερώτηση 28 αφορά στον βαθμό που οι ερωτηθέντες εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι έχουν επιτευχθεί οι στόχοι που τέθηκαν με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό/ ενεργειακή αναβάθμιση του σχολικού κτιρίου. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών, δηλαδή το 49,1% απάντησε «αρκετά», το 36,6% απάντησε «πολύ» και το 2,7% απάντησε «πάρα πολύ». Ωστόσο, υπήρξαν και κάποιοι από τους ερωτώμενους που απάντησαν ότι δεν επετεύχθησαν οι στόχοι του κλιματικού σχεδιασμού/ ενεργειακής αναβάθμισης και απάντησαν «ελάχιστα» (8%) και «καθόλου» (3,6%). Από τις παραπάνω απαντήσεις καταλαβαίνουμε ότι στις περισσότερες περιπτώσεις οι στόχοι που τέθηκαν με την πραγματοποίηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού ολοκληρώθηκαν.

Πίνακας 35: Βαθμός επίτευξης των στόχων που τέθηκαν από τον βιοκλιματικό σχεδιασμό/ ενεργειακή αναβάθμιση

Ερώτηση 28

	N	%
Καθόλου	4	3,6%
Ελάχιστα	9	8,0%
Αρκετά	55	49,1%
Πολύ	41	36,6%
Πάρα πολύ	3	2,7%

Διάγραμμα 30: Βαθμός επίτευξης των στόχων που τέθηκαν από τον βιοκλιματικό σχεδιασμό/ ενεργειακή αναβάθμιση



Η ερώτηση 29 αφορά τον βαθμό που οι εκπαιδευτικοί θεωρούν ότι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση του σχολικού κτιρίου έχει συμβάλει στην ενημέρωση και στην ευαισθητοποίηση των μαθητών/τριών και του προσωπικού του σχολείου σε θέματα σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας. Οι περισσότεροι ερωτηθέντες εκπαιδευτικοί, δηλαδή το 45,5% απάντησε «πάρα πολύ», το 28,6% απάντησε «πολύ» και το 16,1% «αρκετά». Ωστόσο, υπήρξαν και κάποιοι από τους ερωτώμενους που απάντησαν ότι δεν έχει πραγματοποιηθεί η ενημέρωση και δεν έχει ενισχυθεί η ευαισθητοποίηση των μαθητών/τριών και του προσωπικού του σχολείου σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας λόγω του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Πιο συγκεκριμένα, το 7,1% απάντησε ότι πραγματοποιήθηκε η ενημέρωση και ενισχύθηκε η ευαισθητοποίηση των μαθητών/τριών και του προσωπικού «ελάχιστα» και το 2,7% «καθόλου». Το συνολικό ποσοστό των ερωτώμενων που απάντησαν ότι υπήρξε ελάχιστη ή καθόλου ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των μαθητών/τριών και του προσωπικού είναι μικρό, δηλαδή 9,8%. Από τις παραπάνω απαντήσεις καταλαβαίνουμε ότι έχει ενισχυθεί σε μεγάλο βαθμό η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση των μαθητών/τριών και του προσωπικού.

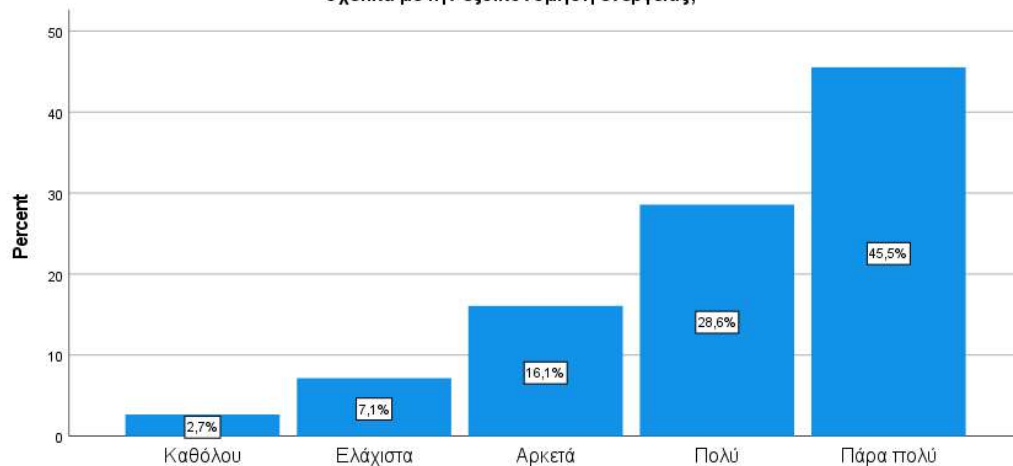
Πίνακας 36: Βαθμός ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των μαθητών/τριών και του προσωπικού λόγω του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ ενεργειακής αναβάθμισης

Ερώτηση 29

	N	%
Καθόλου	3	2,7%
Ελάχιστα	8	7,1%
Αρκετά	18	16,1%
Πολύ	32	28,6%
Πάρα πολύ	51	45,5%

Διάγραμμα 31: Βαθμός ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των μαθητών/τριών και του προσωπικού λόγω του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ ενεργειακής αναβάθμισης

Ερώτηση 29.
 Σε ποιον βαθμό θεωρείτε ότι έχει συμβάλει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση του σχολικού κτίριου στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των μαθητών και του προσωπικού του σχολείου σε θέματα σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας;



3.3 Συζήτηση αποτελεσμάτων

Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι παρόμοια σε αρκετά σημεία με τα αποτελέσματα των ερευνών που μελετήθηκαν κατά τη βιβλιογραφική επισκόπηση. Στην έρευνα της Ιωάννας Δαμοπούλου με τίτλο «Οικοδομώντας Αειφόρα Σχολικά Κτίρια και Αυλές. Ανασκόπηση- Διερεύνηση Υφιστάμενης Κατάστασης- Προτάσεις Βιοκλιματικής Διαμόρφωσης» (2021), φαίνεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων πιστεύει ότι υπάρχει εξασφάλιση των συνθηκών θερμικής άνεσης σε ικανοποιητικό βαθμό, ενώ ένα μικρό ποσοστό από τους ερωτηθέντες χρήστες

υποστηρίζουν ότι η θερμική άνεση εντοπίζεται σε μικρό βαθμό. Αντίστοιχα είναι και τα αποτελέσματα της έρευνας της Παναγιώτας Βουρνά (2019) που δείχνουν ότι μετά την ενεργειακή αναβάθμιση που πραγματοποιήθηκε στο σχολικό συγκρότημα εντοπίζεται άμεση άνοδος της θερμοκρασίας στις αίθουσες κατά τους χειμερινούς μήνες, ότι υπάρχει διατήρηση σε καλό επίπεδο της θερμοκρασίας των αιθουσών την επόμενη μέρα και ότι εντοπίζεται μείωση του χρόνου επαναφοράς της θερμοκρασίας μετά τον εξαερισμό των αιθουσών. Επιπλέον, κατά τη διάρκεια των ανοιξιάτικων μηνών, οι αίθουσες διδασκαλίας φαίνεται ότι διατηρούνται δροσερές. Τα ίδια αποτελέσματα εντοπίζονται και στην έρευνα του Χρήστου Ιωαννίδη (2023), όπου αναφέρεται ότι η απόδοση του συστήματος θέρμανσης που χρησιμοποιείται αξιολογείται ως καλή, ενώ το 30,2% την αξιολογεί ως μέτρια. Επίσης, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί απάντησαν θετικά σχετικά με την ύπαρξη θερμικής άνεσης στον χώρο κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Επιπρόσθετα, στην έρευνα των Karali et al (2022), οι περισσότεροι συμμετέχοντες (41,6%) θεωρούν ότι η θερμική άνεση είναι ουδέτερη (ούτε κρύο, ούτε ζέστη) κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του σχολείου και το επίπεδο της θερμικής άνεσης επηρεάζεται από την υγρασία και τον αερισμό. Οι βασικές επεμβάσεις για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου είναι η εγκατάσταση θερμικής μόνωσης και φωτοβολταϊκών συστημάτων, η αντικατάσταση των παραθύρων και η αναβάθμιση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης του αέρα.

Ακόμη, οι περισσότεροι ερωτηθέντες στην έρευνα της Δημοπούλου (2021) δηλώνουν ικανοποιημένοι με την οπτική άνεση των σχολικών χώρων και δεν έχουν παρατηρήσει φαινόμενα οπτικής θάμβωσης. Αντίστοιχα, στην έρευνα της Βουρνά (2019) φαίνεται ότι ένας άλλος παράγοντας που μείωσε τις αντανάκλασεις και τις χρωματικές αλλοιώσεις σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς του σχολικού συγκροτήματος είναι η αντικατάσταση των πλαισίων των κουφωμάτων και των φωτιστικών σωμάτων. Τα ίδια αποτελέσματα προκύπτουν και από την παρούσα έρευνα Κουτλουμπάση (2023) όπου οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν αναφέρουν ότι δεν εντοπίζουν καθόλου ή εντοπίζουν σε μικρό βαθμό φαινόμενα οπτικής θάμβωσης και ότι για αυτό σημαντικό ρόλο έχει η αλλαγή των υαλοπινάκων και των κουφωμάτων.

Επίσης, το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων στην έρευνα της Δημοπούλου (2021) απάντησαν ότι ο φυσικός αερισμός πραγματοποιείται πλήρως από τα παράθυρα και ότι η ποιότητα του αέρα είναι καλή. Το ίδιο προκύπτει από την έρευνα

της Βουρνά (2019), όπου αναφέρεται ότι ο εξαερισμός των χώρων πραγματοποιείται μέσω των νέων φεγγιτών και από την παρούσα έρευνα στην οποία αναφέρεται ότι ο φυσικός αερισμός των σχολικών αιθουσών συμβαίνει αποκλειστικά μέσω των παραθύρων. Επίσης, σύμφωνα με την Βουρνά (2019) η υπερθέρμανση των αιθουσών έχει μειωθεί λόγω της αντικατάστασης των παλιών λαμπτήρων με νέους τύπου LED, όπως παρουσιάζεται και στην έρευνα της Κουτλουμπάση (2023).

Όσον αφορά στον φωτισμό των αιθουσών, οι περισσότεροι συμμετέχοντες στην έρευνα της Δημοπούλου θεωρούν ότι υπάρχει οπτική άνεση των χώρων του σχολικού κτηρίου και στην έρευνα της Βουρνά οι περισσότεροι απάντησε ότι υπάρχει βελτίωση του φυσικού φωτισμού των χώρων λόγω της αντικατάστασης των υαλοπινάκων. Αντίστοιχα στην έρευνα του Ιωαννίδη (2023), η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών θεωρεί ότι τα συστήματα τεχνητού φωτισμού που χρησιμοποιούνται έχουν ικανοποιητική απόδοση. Επιπρόσθετα, θεωρούν ότι και ο φυσικός φωτισμός χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό και ότι είναι αποτελεσματικός. Αντίστοιχα, είναι και τα ευρήματα της έρευνας που αφορούν στην επάρκεια του φυσικού φωτισμού στις αίθουσες διδασκαλίας που θεωρείται ότι βρίσκεται σε ικανοποιητικό επίπεδο (το 69% των εκπαιδευτικών την χαρακτηρίζουν ως «καλή» ή «πολύ καλή»). Τα ίδια συμπεράσματα προκύπτουν και από την παρούσα έρευνα (Κουτλουμπάση, 2023), αφού το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών θεωρεί ότι τόσο ο φυσικός, όσο και ο τεχνητός φωτισμός είναι σε πολύ καλό επίπεδο και έχουν βελτιωθεί μετά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό/ ενεργειακή αναβάθμιση. Αντίθετα, στην έρευνα των Karali et al (2022), η ικανοποίηση των ερωτηθέντων από τον φυσικό φωτισμό του κτηρίου είναι μέτρια, ενώ θεωρείται ότι η χρήση του τεχνητού φωτισμού είναι απαραίτητη κατά τους μήνες του φθινοπώρου και του χειμώνα. Επίσης, αναφέρεται ότι η σκίαση επιτυγχάνεται κυρίως με την χρήση κουρτινών (87,6%).

Σύμφωνα με την Δημοπούλου (2021), οι περισσότεροι χρήστες απάντησαν ότι δεν έχουν λάβει κάποια ενημέρωση σχετικά με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των σχολικών κτιρίων και ότι οι μαθητές δεν έχουν ενημερωθεί αντίστοιχα, ενώ στην παρούσα έρευνα (Κουτλουμπάση, 2023), οι μαθητές και το προσωπικό έχουν ενημέρωση για τα παραπάνω ζητήματα. Επιπρόσθετα, από την έρευνα της Δημοπούλου (2021) προκύπτει ότι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου έχει βοηθήσει στην ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης στους μαθητές/τριες σε μεγάλο βαθμό, όπως φαίνεται και στην παρούσα έρευνα.

Αντίστοιχα, σύμφωνα με τους Karali et al (2022), η ενεργειακή αναβάθμιση των σχολικών κτιρίων έχει ενισχύσει την ενημέρωση για την αναγκαιότητα της εξοικονόμησης ενέργειας και έχει ενθαρρύνει τόσο τους μαθητές/τριες όσο και τους εκπαιδευτικούς να προσανατολιστούν στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη συμμετοχή τους σε προγράμματα σχετικά με το περιβάλλον.

Όσον αφορά στην αξιολόγηση της επιτυχούς ολοκλήρωσης των στόχων που τέθηκαν από τον βιοκλιματικό σχεδιασμό, σύμφωνα με τη Δημοπούλου (2021), οι περισσότεροι απάντησαν ότι δεν έχουν πραγματοποιηθεί οι στόχοι σε επαρκή βαθμό, ενώ ανέφεραν ότι δεν είναι ικανοποιημένοι με το περιβάλλον εργασίας τους στα πλαίσια των σχολικών κτιρίων. Αυτά τα δεδομένα είναι αντίθετα με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας (Κουτλούμπαση, 2023) που δείχνουν ότι οι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού έχουν ολοκληρωθεί σε μεγάλο βαθμό και ότι η γενική αξιολόγηση της ενεργειακής αναβάθμισης από τους ερωτηθέντες εκπαιδευτικούς είναι θετική.

3.4 Συμπεράσματα από την ανάλυση του ερωτηματολογίου

Από τα αποτελέσματα της έρευνας μέσω του ερωτηματολογίου μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι τα σχολικά κτίρια που έχουν υποστεί βιοκλιματικό σχεδιασμό και/ή ενεργειακή αναβάθμιση προσφέρουν καλύτερες συνθήκες εργασίας και παραμονής στο εσωτερικό χώρο των σχολικών αιθουσών κατά τη διάρκεια τόσο της χειμερινής όσο και της θερινής περιόδου. Πιο συγκεκριμένα, η λειτουργία των συστημάτων της θέρμανσης και της ψύξης αξιολογείται ως ικανοποιητική χωρίς να χρειάζεται η χρήση συμπληρωματικών μέσων θέρμανσης κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Επιπλέον, εντοπίζεται μηδενική ή ελάχιστη μεταβολή της θερμοκρασίας στους διάφορους χώρους του σχολικού κτιρίου και τα επίπεδα υγρασίας θεωρούνται αρκετά αποδεκτά λόγω της ενεργειακής αναβάθμισης. Ακόμη, φαίνεται ότι ο φυσικός αερισμός των σχολικών κτιρίων πραγματοποιείται μέσω των παραθύρων και ότι αυτό πραγματοποιείται για 2-3 ώρες κάθε μέρα. Επιπρόσθετα, ο φυσικός φωτισμός του σχολικού κτιρίου αξιολογείται από ικανοποιητικός ως καλός κατά τη διάρκεια του χειμώνα και από καλός ως πολύ καλός κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου. Αντίστοιχα, ο τεχνητός φωτισμός χαρακτηρίζεται καλός ως πολύ καλός και στις δύο

περιόδους. Ένα άλλο συμπέρασμα που προκύπτει είναι ότι χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό μέσα σκίασης, όπως είναι οι κουρτίνες με στόχο να περιοριστεί το φυσικό φως στη σχολική αίθουσα και ότι αυτή η μέθοδος θεωρείται πολύ αποτελεσματική. Στη βελτίωση των συνθηκών του εσωτερικού της σχολικής αίθουσας συνέβαλε και η αντικατάσταση των παλιών λαμπτήρων με λαμπτήρες νέου τύπου LED. Επίσης, η έλλειψη οπτικής θάμβωσης, όπως και η μείωση των χρωματικών αλλοιώσεων και των αντανάκλασεων στα πλαίσια του σχολικού κτιρίου οφείλεται στον βιοκλιματικό σχεδιασμό/ ενεργειακή αναβάθμιση σύμφωνα με την άποψη των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών. Από την έρευνα είναι φανερό ότι στις περισσότερες περιπτώσεις έχουν αξιοποιηθεί οι στέγες των σχολικών κτιρίων με στόχο την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων. Εκτός από τα παραπάνω, αποδεικνύεται μέσα από την έρευνα ότι υπήρχε υψηλός βαθμός αναγκαιότητας για να πραγματοποιηθεί ο βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση των σχολικών κτιρίων σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς και φαίνεται ότι έχουν επιτευχθεί οι στόχοι που τέθηκαν. Επιπλέον, η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση των μαθητών/τριών, όπως και του προσωπικού σχετικά με την προστασία του περιβάλλοντος έχει ενισχυθεί σε μεγάλο βαθμό λόγω του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης των σχολικών κτιρίων όπου φοιτούν και εργάζονται αντίστοιχα.

Κεφάλαιο 4: Μελέτη περίπτωσης: «Γενικό Λύκειο Τοπικής Κοινότητας Πεντάπολης»

4.1 Περιοχή μελέτης

Η Πεντάπολη Σερρών είναι το πρώην Κεφαλοχώρι των Δαρνακοχωρίων που αποτελούνται από το Νέο Σούλι, το Άγιο Πνεύμα, το Χρυσό και τον Εμμανουήλ Παπά. Η ιστορία του χωριού είναι συνδεδεμένη με την γενικότερη ιστορία της Μακεδονίας. Στα τέλη του 19^{ου} αιώνα υπάρχουν καταγραφές ότι εντοπίζονται στοιχεία ανάπτυξης και ευημερίας. Λειτουργούν σχολείο αρρένων, ένα χάνι, αρκετές βρύσες, καφενεία και διάφορα εμπορικά καταστήματα. Τότε ξεκινάει η καλλιέργεια και το εμπόριο των καπνών της. Το 1936 οργανώνεται η Φιλαρμονική, δύο Αθλητικοί Σύλλογοι, θέατρα, κέντρα διασκέδασης, λαϊκή αφορά, εμπορικά καταστήματα, κ.ά. Υπήρχαν περίπου 10.000 κάτοικοι στο χωριό. Το 1953 δημιουργείται και λειτουργεί εξατάξιο ιδιωτικό Γυμνάσιο και αργότερα Δημόσιο Γυμνάσιο και Λύκειο (Επίσημη Ιστοσελίδα του Δήμου Εμμανουήλ Παππά, 2023).

4.2 Κλιματολογικά - Μετεωρολογικά στοιχεία

Τα κλιματικά δεδομένα που αφορούν στην περιοχή των Σερρών αναφέρονται στη βιβλιοθήκη του λογισμικού και με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2014 με τίτλο «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Για να πραγματοποιηθούν οι διάφοροι υπολογισμοί χρησιμοποιείται η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, όπως και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες και κατακόρυφες επιφάνειες για όλους τους προσανατολισμούς. Το υψόμετρο όπου θα γίνει η κατασκευή του κτηρίου είναι μικρότερο από 500 m και η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Γ.

Για να υπολογιστεί η ενεργειακή απόδοση κάθε τμήματος του κτηρίου με διαφορετική κύρια χρήση, έγινε προσδιορισμός των δεδομένων των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ και τη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Οι παράμετροι και τα δεδομένα που λήφθηκαν υπόψη είναι:

- Η χρήση του κτηρίου που είναι Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

- Οι συνθήκες εσωτερικού χώρου που είναι επιθυμητές και τα χαρακτηριστικά της λειτουργίας του κτηρίου.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτήριο.
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κελύφους του κτηρίου, ο προσανατολισμός και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών (διαφανών και μη) στοιχείων.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης των χώρων.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού των χώρων.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ZNX.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης του φωτισμού.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για να καλυφθεί τμήμα του φορτίου για ZNX.

4.3 Περιγραφή του Γενικού Λυκείου, ανεγερθέν πριν το 1955

Το κτίριο που μελετάται βρίσκεται στην Πεντάπολη Σερρών και πρόκειται για ένα κτίριο Λυκειακής Εκπαίδευσης με βοηθητικούς χώρους. Βρίσκεται νοτιοδυτικά του οικισμού και έχει οικοδομηθεί το 1930, σε οικόπεδο εμβαδού 9.506,00 m², εντός του οικισμού. Είναι διώροφο κτίριο με κεραμοσκεπή που έχει θεμελιωθεί με φέρουσα λίθινη τοιχοποιία και συνεχίζει σε ισόγειο και όροφο με μέσο πάχος 50-55 cm. Τα ανοίγματα του οικοδομήματος είναι σημειακά και έχουν κουφώματα αλουμινίου, χωρίς διπλό υαλοστάσιο. Οι θύρες εισόδου είναι γυάλινες σιδερένιες και έχουν κιγκλιδώματα για να προστατεύονται. Το ίδιο συμβαίνει και με τα παράθυρα στο ισόγειο. Η κάθε πλάκα που βρίσκεται στο ισόγειο και στον όροφο έχει εμβαδό περίπου 778,44 m². Το Νόμιμο Περίγραμμα έχει πιστοποιηθεί με την Απόφαση 1033/19/03/2013 του τμήματος Πολεοδομίας Σερρών. Το κτίριο έχει ορθογωνική κάτοψη με τυπολογία επιμήκους κεντρικού διαδρόμου που διακλαδίζεται κάθετα με

τον διάδρομο της κύριας εισόδου και των δύο πλαϊνών περύγων και από τις δύο πλευρές. Τα κλιμακοστάσια που φτάνουν στους ορόφους χωροθετούνται στις πτέρυγες και οι υπαίθριες σκάλες που οδηγούν στην πλάκα του ισογείου βρίσκονται κεντρικά σε μπροστινή και πίσω όψη. Η κάτοψη είναι χονδροειδούς «Ε», ενώ η ανάπτυξη των αιθουσών διδασκαλίας πραγματοποιείται εκατέρωθεν των διαδρόμων. Το κτίριο έχει κλασσικίζοντα στοιχεία που είναι έντονα, όπως και παραστάδες και κορνίζες στα ανοίγματα. Επίσης, η πλάκα του ισογείου είναι υπερυψωμένη κατά 0,85 μ, ενώ από πάνω της υπάρχει γυάλινη θύρα και μικρός εξώστης. Ακόμη, στον χώρο του διδακτηρίου στην πίσω αυλή οδηγεί γυάλινη θύρα επί του διαδρόμου, η οποία έχει μικρότερο πλάτος σε σχέση με την θύρα της κεντρικής εισόδου. Επιπλέον, στο νοτιοδυτικό τμήμα του κτιρίου υπάρχει είσοδος στον υπόγειο χώρο που σημειακά εμφανίζεται ως ισόγειος χώρος επειδή το έδαφος είναι επικλινές. Στο υπόγειο υπάρχει χώρος λεβητοστασίου, όπως και αποθηκευτικοί χώροι. Στο υπόγειο επειδή υπάρχει ανεπίχριστη τοιχοποιία είναι εμφανής η λιθοδομή εσωτερικά (Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών, Δήμος Εμμανουήλ Παππά, 2018).

Εκτός από τα παραπάνω, θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν υπάρχει μόνωση κάποιου τύπου στο κέλυφος του ισογείου ή του ορόφου (πέτρα). Οι εσωτερικές θύρες είναι ξύλινες, ενώ οι εξωτερικές είναι σιδερένιες. Επίσης, η απορροή των υδάτων πραγματοποιείται από την υπάρχουσα κλίση της στέγης κατά 25% και με τη βοήθεια κατεβασιών σε υδρορροές (Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών, Δήμος Εμμανουήλ Παππά, 2018, σ. 4).

Η κύρια χρήση του κτιρίου είναι για Εκπαιδευτήριο Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Όλοι οι χώροι του κτηρίου θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701- 1/2017 ορίζεται το ωράριο της λειτουργίας του κτιρίου. Η πραγματική χρήση των χώρων του κτηρίου ανά όροφο δίνεται παρακάτω:

Πίνακας 37: Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτιρίου και της επιφάνειας αυτών

Επιφάνεια επιμέρους χώρων κτηρίου σε m ²		
Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Ζώνη 1 [m ²]	Σύνολο [m ²]
Εκπαίδευσης	1527.37	1527.37

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 75)

Ακόμη, το εμβαδό και ο όγκος του τμήματος που μελετάται ανά χρήση παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 38: Εμβαδό και όγκος τμήματος που μελετάται ανά χρήση

Θερμική Ζώνη	Θερμαινόμενη Επιφάνεια [m ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m ²]	Θερμαινόμενος όγκος [m ³]	Ψυχόμενος όγκος [m ³]
ΠΕΝΤΑΠΟΛΗ	1527,369	1527,369	6873,1618	6873,162

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021)

Επιπλέον, το κτήριο διακριτοποιείται σε θερμικές ζώνες με βάση τα κριτήρια που αναφέρονται στο άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701/1/2017. Αυτά τα κριτήρια περιλαμβάνουν:

1. Διαφορά της επιθυμητής θερμοκρασίας των εσωτερικών χώρων περισσότερο από 4Κ για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
2. Την ύπαρξη χώρων με διαφορετική χρήση/λειτουργία.
3. Την ύπαρξη χώρων στο κτίριο που έχουν κάλυψη από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού επειδή υπάρχουν διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες.
4. Την ύπαρξη χώρων στο κτίριο που έχουν μεγάλες διαφορές όσον αφορά στα εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη ή/και τις θερμικές απώλειες.
5. Την ύπαρξη χώρων στους οποίους το σύστημα μηχανικού αερισμού που λειτουργεί προσφέρει κάλυψη λιγότερο του 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Επίσης, θα πρέπει να εφαρμόζονται κάποιοι γενικοί κανόνες σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701- 1/2017 για να διαχωριστεί το κτίριο σε θερμικές ζώνες:

- Αρχικά, το κτίριο θα πρέπει να διαχωρίζεται όσο γίνεται σε λιγότερες ζώνες για να υπάρξει οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον χρόνο υπολογισμού.
- Θα πρέπει να προσδιοριστούν οι θερμικές ζώνες με την καταγραφή της πραγματικής εικόνας λειτουργίας του κτιρίου.
- Τέλος, η εξέταση των τμημάτων που έχουν επιφάνεια μικρότερη του 10% της συνολικής επιφάνειας του κτηρίου θα πρέπει να πραγματοποιείται με την ένταξη τους σε άλλες θερμικές ζώνες που είναι όσον το δυνατόν παρόμοιες,

παρόλο που υπάρχει η δυνατότητα να δικαιολογηθεί η θεώρησή τους ως ανεξάρτητες ζώνες.

Πίνακας 39: Γενικά δεδομένα για τις θερμικές ζώνες

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	1527.4	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² K)]	230	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Γ	TOTEE 20701-1/2017
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	2269	Τεύχος υπολογισμών
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	0	Μόνο για κατοικίες από TOTEE 20701-1
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός εξώθυρων με περιθώριο στο κάτω μέρος > 1.0 cm και σε επαφή με εξωτερικό περιβάλλον		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παπά (2021, σ. 97)

Το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται το κτίριο έχει ορθογώνιο σχήμα και ο μεγάλος του άξονας βρίσκεται σε απόκλιση με γωνία 30° από τον άξονα Βορρά-Νότου. Επίσης, είναι γωνιακό οικόπεδο και ανήκει σε ημιαστικό περιβάλλον. Οι κατασκευές που υπάρχουν στον περιβάλλοντα χώρο είναι παλιές, αλλά και νεότερες.

Βασικά αποτελούνται από κτίρια κατοικιών σε αραιή δόμηση. Η θέση στην οποία βρίσκεται το κτήριο είναι ευνοϊκή για ηλιασμό όσον αφορά στις στέγες και στις κατακόρυφες όψεις (Δήμος Εμμανουήλ Παππά, 2021, σ. 79).

Το κτήριο ανήκει στη Γ κλιματική ζώνη επειδή κατασκευάζεται στις Σέρρες. Έτσι, κάθε δομικό στοιχείο που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή του είναι απαραίτητο να έχει συντελεστή θερμοπερατότητας που είναι μικρότερος από αυτούς που δίνονται στον παρακάτω πίνακα (Δήμος Εμμανουήλ Παππά, 2021, σ. 80):

Πίνακας 40: Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U δομικών στοιχείων

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

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά, 2021 (σ. 80)

Πίνακας 41: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου ανά κλιματική ζώνη σε συνάρτηση του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου με τον όγκο του

Λόγος A/V [m ⁻¹]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U _m [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παπά, 2021 (σ. 80)

Επίσης, όλοι οι χώροι εκτός από τους αποθηκευτικούς θεωρούνται ότι θερμαίνονται. Ο οργανισμός του κτιρίου που υπάρχει τώρα θα αποκτήσει θερμομόνωση εξωτερικά και οι τοιχοποιίες πλήρωσης εξωτερικά. Οι στέγες θα έχουν θερμομόνωση από την άνω παρειά τους, αλλά θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν είναι δυνατόν να θερμομονωθεί το δάπεδο.

4.4 Ενεργειακή ανάλυση του κτιρίου

4.4.1 Υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου

Όσον αφορά στο κέλυφος του κτηρίου, θα πρέπει να αναφερθεί ότι δεν υφίσταται κάποιου είδους μόνωση είτε στο ισόγειο είτε στον όροφο (πέτρα). Ακόμη, το υλικό κατασκευής των εσωτερικών θυρών είναι το ξύλο, ενώ των εξωτερικών θυρών είναι το σίδηρο. Η απορροή των υδάτων πραγματοποιείται σε ικανοποιητικό βαθμό λόγω της υπάρχουσας κλίσης της στέγης κατά 25% με τη βοήθεια κατεβασιών σε υδρορροές. Επιπλέον, η θέρμανση του κτιρίου γίνεται με λέβητα πετρελαίου που έχει δυναμικότητα ισχύος 385, 0 KW και είναι χαμηλού βαθμού απόδοσης. Ο υπάρχων φωτισμός στο εσωτερικό των αιθουσών του σχολικού κτηρίου γίνεται με φωτιστικά με γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού που έχουν υψηλή ενεργειακή

κατανάλωση. Με βάση την τεχνική περιγραφή των εργασιών του κτιρίου οι όροι δόμησης σε σχέση με τα μεγέθη είναι οι παρακάτω (Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών, Δήμος Εμμανουήλ Παππά, 2018):

Πίνακας 42: Στοιχεία Δόμησης Σχολικού Κτηρίου Πεντάπολης

Θέση ακινήτου:	Τ.Κ. Πεντάπολης
Διάταγμα ρυμ:	Δεν υπάρχει ρυμοτομικό σχέδιο
Αρτιότητα (Λοιπό τμήμα)	
Εμβαδόν:	500, 00 m ²
Πρόσωπο:	12,00 m
Στοιχεία Οικοπέδου	
E (12345678910111213141):	9.506,69 m ²
Πρόσωπο:	109, 51 m
Επιτρεπόμενα Στοιχεία Δόμησης	
Κάλυψη:	9.506,69 m ² x 70%= 6.654,68 m ²
Δόμηση:	100 x 1,60+ 100 x 0,80+100 x 0,60+ (E-300) x 0,40 (100 x 1,60) + (100 x 0,80) + (100 x 0,60) + (9.206, 69 x 0,40)= 3.982,67 m ²
Ύψος:	Max 7,50 m + 2,00 m στέγη και Δ= 2,50 m

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών (2018, σ.2-4)

Πίνακας 43: Πραγματοποιούμενα Στοιχεία Δόμησης Σχολικού Κτηρίου Πεντάπολης

Πραγματοποιούμενα Στοιχεία Δόμησης	
Κάλυψη	
Ισόγειο:	[(7,10 x 9,60 x 2)+(0,70 x 10,00)+(57,20 x 11,40)-(37,70 x 0,45)]= 778,44 m ²
W.C.:	(11,70 X 4,00)= 46,80 m ²
Συνολική Κάλυψη:	825, 24 m ² < 6654, 68
Δόμηση	
Ισόγειο:	[(7,10 x 9,60 x 2)+(0,70 x 10,00)+(57,20 x 11,40)-(37,70 x 0,45)]= 778,44 m ²
A' Όροφος:	[(7,10 x 9,60 x 2)+(0,70 x 10,00)+(57,20 x 11,40)-(37,70 x 0,45)]= 778,44 m ²
W.C.:	(11,70 X 4,00)= 46,80 m ²
Πραγμ. Δόμηση:	1.603, 68 m ² < 3982, 67
Υπόγειο:	[(7,10 x 9,60 x 2)+(0,70 x 10,00)+(57,20 x 11,40)-(37,70 x 0,45)]= 778,44 m ²
Πραγμ. Ύψος:	10,20 m +2,00 m στέγη > (7,50 + 2,00)

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών (2018, σ.2-4)

Επίσης, η λειτουργία του κτιρίου θα είναι ως Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Έτσι, σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ για την Γ κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 2.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Η εκπόνηση μελέτης για την ενεργειακή απόδοση είναι υποχρεωτική με βάση τον νόμο 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 39). Αυτή πραγματοποιείται για όλα τα κτίρια που είναι νέα ή για αυτά που υφίστανται ριζική ανακαίνιση με εξαιρέσεις όπως προβλέπονται στο άρθρο 11 που τροποποιήθηκε με τον νόμο 3851/2010. Οποιαδήποτε ενεργειακή μελέτη γίνεται με βάση τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων- Κ.ΕΝ.Α.Κ σε συνδυασμό με τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που υποστηρίζουν τον κανονισμό. Η ενεργειακή μελέτη που πραγματοποιήθηκε και η οποία αποτελεί ένα από τα αντικείμενα της παρούσας εργασίας έχει ως στόχο να ελαχιστοποιηθεί η κατανάλωση ενέργειας όσο το δυνατόν για την σωστή λειτουργία του κτιρίου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με κάποιους τρόπους, όπως είναι (Δήμος Εμμανουήλ Παπά, 2021, σ. 2):

- Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός του κελύφους του κτιρίου με ταυτόχρονη αξιοποίηση της θέσης του κτιρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή ακτινοβολία που είναι διαθέσιμη ανά προσανατολισμό όψης, κ.ά
- Η επίτευξη θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου εφαρμόζοντας κατάλληλη θερμομόνωση στα αδιαφανή δομικά στοιχεία και με την αποφυγή κατά τον δυνατόν δημιουργίας θερμογεφυρών, όπως και επιλέγοντας κατάλληλα κουφώματα που συνδυάζουν υαλοπίνακα και πλαίσιο.
- Ακόμη, σημαντικό είναι να επιλεγούν τα κατάλληλα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα με υψηλή απόδοση ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας.
- Ένας άλλος τρόπος είναι να χρησιμοποιηθούν τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), όπως είναι ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών), κ.ά.

- Τέλος, είναι απαραίτητο να εφαρμοστούν οι διατάξεις αυτόματου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων για να περιοριστεί η άσκοπη χρήση τους (Δήμος Εμμανουήλ Παπά, 2021, σ.2).

4.4.2 Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου

Για να υπολογιστούν οι συντελεστές θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου χρησιμοποιούνται όσα προβλέπονται στην ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017. Σύμφωνα με αυτή η γενική σχέση για να υπολογιστεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

ΙΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΕΝΟΣ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΤΟ

$$U = \frac{1}{\sum_{i=1}^n d_i \cdot \lambda_j + R_i + R_a + R_d}$$

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παπά (2021, σ. 81)

Όπου,

d_j : Το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j

λ_j : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j

R_i και R_a : οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης και από τις δύο πλευρές του δομικού στοιχείου

R_d : η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Επίσης, ο συντελεστής της θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού υλικού στοιχείου U_w προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

ναλυτικός υπολογισμός του U_w ενός μονού κουφώματος:

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

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παπά (2021, σ. 81)

Όπου,

Uf: ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος

Ug: ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

Af: το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος

Ag: το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος

lg: το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος

Ψg: ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

Και για τα δύο είδη δομικών στοιχείων (διαφανή και αδιαφανή) πρέπει να ισχύει:

$$U \leq U_{δ.σ,max}$$

όπου

U: ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε με βάση τις παραπάνω σχέσεις

U_{δ.σ,max}: η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο

4.4.3 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου

Στην μελέτη αναφέρεται ότι είναι απαραίτητο το κτίριο να έχει έναν ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας στο σύνολό του. Για να υπολογιστεί ο μέσος συντελεστής θερμικής διαπερατότητας του κελύφους όλου του κτιρίου, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η παρακάτω σχέση:

$$\sum_{i=1}^n A_i \cdot U_i \cdot h_i + \sum_{k=1}^k l_k \cdot \Psi_k \cdot h_k$$

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παπά (2021, σ. 82)

Όπου:

A_j : το εμβαδόν δομικού στοιχείου j

U_j : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j

Ψ_i : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i

l_i : το μήκος της θερμογέφυρας i και

n : το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου

b : μειωτικός συντελεστής

k : το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας του κελύφους

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να είναι $U_m \leq U_{m, \max}$, όπου $U_{m, \max}$ είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 40 παραπάνω. Επίσης, θα πρέπει να αναφερθεί ότι αν ο U_m είναι μεγαλύτερος από το $U_{m, \max}$ τότε οι μελετητές οφείλουν να επιλέξουν ένα από τα παρακάτω ή να τα συνδυάσουν για να ξεκινήσει από την αρχή ο υπολογισμός. Οι επιλογές είναι (Δήμος Εμμανουήλ Παππά, 2021, σ.82):

1. Η βελτίωση της θερμικής προστασίας των αδιαφανών δομικών στοιχείων
2. Η βελτίωση της θερμικής προστασίας των διαφανών δομικών στοιχείων
3. Η μείωση της δημιουργίας θερμογεφυρών στο κέλυφος του κτιρίου, με την τροποποίηση του σχεδιασμού των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές

Ακόμη, για να ελεγχθεί η θερμομονωτική επάρκεια του κτιρίου είναι αναγκαίο να υπολογιστεί ο λόγος της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτιρίου προς τον όγκο τους. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς ο λόγος $A/V = 0.330 \text{ m}^{-1}$ αντιστοιχεί στο μέγιστο επιτρεπτό $U_{m, \max} = 0.985 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Έτσι, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου είναι ίσος με:

$$U_m = 1.066 \text{ W}/\text{m}^2\text{K} > U_{m, \max} = 0.985 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Από αυτό γίνεται φανερό ότι το κτήριο δεν έχει επαρκή θερμομόνωση. Συνεπώς, με βάση τις ελάχιστες απαιτήσεις που προβλέπονται στον Κ.Εν.Α.Κ για τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας U_m , το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο. Παρακάτω δίνονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία του κτηρίου:

Πίνακας 44: Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτηρίου

Θερμική Ζώνη	Εμβαδόν [m ²]	Ύψος [m]	Όγκος [m ³]
Πεντάπολη	1527.37	4.50	6873
Συνολικά			6873

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 67)

Πίνακας 45: Συγκεντρωτικά στοιχεία του κτιρίου

	ΣΑ [m ²]	Σ[$b_x U_{xA}$] [W/K] ή Σ[$b_x \Psi_{x1}$] [W/K]
Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	1139.5	359.4
Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	762.0	759.6
Διαφανή δομικά στοιχεία	366.0	965.0
Θερμογέφυρες	-	334.1
Συνολικά	2267.5	2418.1
[Σ($b_x U_{xA}$)+Σ($b_x \Psi_{x1}$)]/ΣΑ		1.066

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 89)

$$\Sigma A/V=2267.49(\text{m}^2)/6873.16(\text{m}^3)=0.330$$

Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}$ 0,985[W/(m²K)]

Πραγματοποιούμενο $U_m=2418.1(\text{W/K})/2267.49(\text{m}^2)=1.066>0.985[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$

Πίνακας 46: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Εμβαδόν [m ²]	$b_x \Sigma (U_{xA})$ [W/K]	n	ΣΑ [m ²]	$N_x b_x \Sigma (U_{xA})$ [W/K]
Ισόγειο	181.90	479.81	1	181.90	479.81
Όροφος	184.10	485.14	1	184.10	485.14
Συνολικά:				365.99	964.96

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 46)

Πίνακας 47: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας (ισόγειο)

Προσανατολισμός	Δομ. Στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU [W/K]
BA	Τοιχοποιία	0.343	85.83	1	26.69
BA	Φέρων οργανισμός	0.358	13.50	1	4.60
NA	Τοιχοποιία	0.343	148.33	1	46.13
NA	Φέρων οργανισμός	0.358	28.25	1	9.63
ΝΔ	Τοιχοποιία	0.343	85.38	1	26.55
ΝΔ	Φέρων οργανισμός	0.358	13.50	1	4.60
ΒΔ	Τοιχοποιία	0.343	168.48	1	52.40
ΒΔ	Φέρων Οργανισμός	0.358	28.35	1	9.67
			571.62		180.28

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 37)

Πίνακας 48: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης (ισόγειο)

Προσανατολισμός	Δομ. Στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU [W/K]
BA	Τοιχοποιία	0.343	85.83	1	26.69
BA	Φέρων οργανισμός	0.358	13.50	1	4.60
NA	Τοιχοποιία	0.343	148.33	1	46.13
NA	Φέρων οργανισμός	0.358	28.25	1	9.63
ΝΔ	Τοιχοποιία	0.343	85.38	1	26.55
ΝΔ	Φέρων οργανισμός	0.358	13.50	1	4.60
ΒΔ	Τοιχοποιία	0.343	168.48	1	52.40
ΒΔ	Φέρων Οργανισμός	0.358	28.35	1	9.67
			571.62		180.28

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 37)

Πίνακας 49: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας (όροφος)

Προσανατολισμός	Δομ. Στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU [W/K]
BA	Τοιχοποιία	0.343	84.57	1	26.30
BA	Φέρων οργανισμός	0.358	13.30	1	4.54
NA	Τοιχοποιία	0.343	148.90	1	46.31
NA	Φέρων οργανισμός	0.358	27.95	1	9.53
ΝΔ	Τοιχοποιία	0.343	85.38	1	26.55
ΝΔ	Φέρων οργανισμός	0.358	13.50	1	4.60
ΒΔ	Τοιχοποιία	0.343	166.25	1	51.71
ΒΔ	Φέρων Οργανισμός	0.358	28.02	1	9.56
			567.87		179.09

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 41)

Πίνακας 50: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης (όροφος)

Προσανατολισμός	Δομ. Στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU [W/K]
BA	Τοιχοποιία	0.343	84.57	1	26.30
BA	Φέρων οργανισμός	0.358	13.30	1	4.54
NA	Τοιχοποιία	0.343	148.90	1	46.31
NA	Φέρων οργανισμός	0.358	27.95	1	9.53
ΝΔ	Τοιχοποιία	0.343	85.38	1	26.55
ΝΔ	Φέρων οργανισμός	0.358	13.50	1	4.60
ΒΔ	Τοιχοποιία	0.343	166.25	1	51.71
ΒΔ	Φέρων Οργανισμός	0.358	28.02	1	9.56
			567.87		179.09

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 41)

Πίνακας 51: Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

Όροφος	Δομικό Στοιχείο	ΣΑ [m ²]	U' [W/(m ² K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
1	Δάπεδο	526.00	0.480	252.48	1.000	252.48
2	Οροφή	763.60	0.333	254.48	1.000	254.28
		1289.60				506.76

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 43)

Πίνακας 52: Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Δομικό Στοιχείο	ΣΑ [m ²]	U' [W/(m ² K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
1	Δάπεδο	526.00	0.480	252.48	1.000	252.48
2	Οροφή	763.60	0.333	254.48	1.000	254.28
		1289.60				506.76

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 43)

Όσον αφορά στον υπολογισμό του αθέλητου αερισμού ανά όροφο με βάση τον τύπο και άλλα στοιχεία των κουφωμάτων, όπως είναι το πλάτος, το ύψος, το εμβαδόν η διείσδυση αέρα [m³/(m²h)] και η διείσδυση αέρα [m³/h], υπολογίστηκε συνολικά 2269 [m³/h].

Πίνακας 53: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανά όροφο για τον υπολογισμό αθέλητου αερισμού

Όροφος	Τύπος	Κούφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m ²]	Διείσδυση αέρα [m ³ /(m ² h)]	Διείσδυση αέρα [m ³ /h]
ΙΣΟΓΕΙΟ	παράθυρο	A1	1,60	2,60	4.16	6.20	26
	παράθυρο	A1	1,60	2,60	4.16	6.20	26
	παράθυρο	A1	1,60	2,60	4.16	6.20	26
	παράθυρο	A1	1,60	2,60	4.16	6.20	26
	παράθυρο	A1	1,60	2,60	4.16	6.20	26
	παράθυρο	A1	1,60	2,60	4.16	6.20	26
	παράθυρο	A1	1,60	2,60	4.16	6.20	26
	παράθυρο	A1	1,60	2,60	4.16	6.20	26
	παράθυρο	A1	1,60	2,60	4.16	6.20	26
	παράθυρο	A1	1,60	2,60	4.16	6.20	26
	παράθυρο	A1	1,60	2,60	4.16	6.20	26

παράθυρο	A10	1.70	2.15	3.66	6.20	23
παράθυρο	A1	1.60	2.60	4.16	6.20	26
παράθυρο	A1	1.60	2.60	4.16	6.20	26
παράθυρο	A1	1.60	2.60	4.16	6.20	26
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A9	1.65	2.60	4.29	6.20	27
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A8	1.45	2.60	3.77	6.20	23
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A3	1.50	2.60	3.90	6.20	24
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A2	1.20	2.60	3.12	6.20	19
παράθυρο	A1	1.60	2.60	4.16	6.20	26
παράθυρο	A1	1.60	2.60	4.16	6.20	26
παράθυρο	A1	1.60	2.60	4.16	6.20	26
Συνολικά						2269

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παπά (2021, σ. 70)

Η διείσδυση του αέρα ανά τύπο κουφώματος λαμβάνεται από τον πίνακα 3.24 της TOTEE 20701-1/2017 Α έκδοση.

4.5 Προτάσεις βελτίωσης ενεργειακής συμπεριφοράς

Συνήθως, οι παρεμβάσεις που προτείνονται αφορούν στην μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων θέρμανσης, όπως για παράδειγμα με την μόνωση των

εξωτερικών τοίχων, την αντικατάσταση των παραθύρων, την αύξηση στην αποδοτικότητα των γεννητριών ενέργειας, την εγκατάσταση συστημάτων ρύθμισης, την εγκατάσταση σκίασης και την ενσωμάτωση συστημάτων ανανεώσιμης ενέργειας (Asdrubali, et al., 2021).

Αρχικά, θα πρέπει να αναφερθεί ότι η θέση στην οποία βρίσκεται το κτήριο είναι ευνοϊκή για ηλιασμό όσον αφορά στις στέγες και στις κατακόρυφες όψεις. Οι στέγες παρέχουν τη δυνατότητα για επαρκή ηλιασμό αφού έχουν αρκετό ελεύθερο χώρο. Ακόμη, το κτήριο έχει ανεγερθεί μέσα σε αραιοκατοικημένο αστικό ιστό και επιτρέπει έτσι να γίνει η καλύτερη εκμετάλλευση των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Επιπλέον, η χωροθέτηση του κτιρίου έχει πραγματοποιηθεί με σκοπό να υπάρχουν ανοίγματα σε όλες τις όψεις του (Δήμος Εμμανουήλ Παππά, 2021). Ο εσωτερικός σχεδιασμός και η διαμόρφωση των χώρων του κτιρίου πραγματοποιήθηκαν σύμφωνα με την μέγιστη εκμετάλλευση ή την αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας με βάση την εποχή. Έτσι, πραγματοποιήθηκε προσπάθεια να τοποθετηθούν ορισμένοι από τους κύριους χώρους στον νότιο προσανατολισμό, αλλά και στον ανατολικό με στόχο να αξιοποιείται η ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια των πρωινών ωρών τον χειμώνα. Αντίστοιχα, τους θερινούς μήνες οι χώροι αυτοί μπορεί να έχουν ευχάριστη χρήση πριν να υπάρξει άνοδος της εξωτερικής θερμοκρασίας με αισθητό τρόπο. Επιπλέον, ορισμένοι χώροι σχεδιάστηκε να τοποθετηθούν στους δυτικούς προσανατολισμούς ώστε να είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται ο φυσικός δροσισμός κατά τη διάρκεια των πρωινών ωρών τη θερινή περίοδο. Επίσης, για την ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων επιλέχθηκαν οι πρόβολοι, οι οποίοι σε συνδυασμό με την κινητή ηλιοπροστασία θεωρούνται ότι παρέχουν επαρκή προστασία. Εκτός από τα παραπάνω, σε όλους τους βασικούς χώρους προτείνεται η τοποθέτηση ανοιγμάτων ώστε να υπάρχει επαρκής φωτισμός και πιο συγκεκριμένα για τους χώρους που έχουν μεγάλο βάθος θα τοποθετηθούν μεγάλα ανοίγματα. Ακόμη, τα ανοίγματα θα προσφέρουν διαμερή αερισμό ώστε να πραγματοποιηθεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ για την Γ κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 2.8 \text{ W/ (m}^2\text{K)}$. Ακόμη, για τα κουφώματα θα χρησιμοποιηθεί πλαίσιο αλουμινίου με θερμοδιακοπή που έχει συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f = 1.0 \text{ W/ (m}^2\text{K)}$ σύμφωνα με το σχετικό πιστοποιητικό. Επίσης, θα έχουν υαλοπίνακα

με πάχη 4-16-4 με επίστρωση χαμηλής εκπομπής (low_e) στη θέση 2 (εσωτερική παρειά εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής του υαλοπίνακα που θα τοποθετηθεί είναι $U_g = 1.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ με βάση το σχετικό πιστοποιητικό. Ωστόσο, δεν είναι δυνατόν με βάση τη μελέτη που έγινε να διαμορφωθεί ο περιβάλλον χώρος ώστε να υπάρξει βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής εξαιτίας της θέσης του οικοπέδου και των γύρω κτιρίων, όπως και λόγω του μεγέθους του κτιρίου (Δήμος Εμμανουήλ Παππά, 2021, σ. 79).

4.5.1 Προτεινόμενες τεχνικές παρεμβάσεις στο κέλυφος του κτιρίου

Αρχικά, προτείνεται να αντικατασταθούν οι υαλοθύρες της εισόδους με νέες αλουμιένιες που θα έχουν διπλό τζάμι. Επίσης, ενώ γίνεται η αποξήλωση των κουφωμάτων, συγχρόνως πραγματοποιείται η αποξήλωση και η επανατοποθέτηση των σιδηρών κιγκλιδωμάτων αυτών του ισογείου (Δήμος Εμμανουήλ Παππά, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών, Τεχνική Περιγραφή, 2018).

Ακόμη, όσον αφορά στα παράθυρα, θα γίνει αντικατάσταση τους, όπως και των μαρμαροποδιών των περβαζιών και των υπερθύρων. Τα νέα κουφώματα που προτείνεται να τοποθετηθούν θα διαθέτουν διπλά υαλοστάσια και θερμοδιακοπή, ενώ σύμφωνα με το πλάτος του κάθε ανοίγματος, θα γίνει επιλογή διπλών ή και περισσότερων υαλοπινάκων με επάλληλα φύλλα. Κατά τη διαδικασία της αντικατάστασης, γίνεται προσεκτική αποξήλωση των σιδηρών κιγκλιδωμάτων του ισογείου και επανατοποθέτησή τους. Όσον αφορά στην θερμοπρόσοψη, στο εσωτερικό θα πραγματοποιηθεί τοποθέτηση θερμομονωτικών φύλλων σε όλο το κτιριακό κέλυφος. Η θερμομόνωση θα περιλαμβάνει θερμομονωτικά πάνελ εξηλασμένης πολυστερίνης (50-80 mm) με τελική στρώση από γυψόστοκο. Ανάλογα με την κάθε περίπτωση, το πάνελ θα στερεώνεται με καρφιά ή με κόλλα στη λιθοδομή. Η θερμομόνωση θα συνεχίζει να πραγματοποιείται και στο σόκορο, στο εσωτερικό των ανοιγμάτων μέχρι το κούφωμα. Το «γύρισμα» μπορεί να έχει μικρότερο πάχος με στόχο την αποφυγή σημαντικής μείωσης του πλάτους των κουφωμάτων. Σύμφωνα με την πρόταση που γίνεται, η θερμομόνωση θα σταματά στο υαλοστάσιο που προεξέχει της μόνωσης ώστε να μην καλύπτεται το κάσωμά του. Επίσης, το διάκενο είναι δυνατόν να πληρωθεί με πολυουρεθάνη και να γίνει κάλυψή του με μπασκί. Ακόμη, τα κουφώματα θα στερεώνονται με βίδες που θα «βρίσκουν» στην τοιχοποιία. Επειδή η στερέωση του νέου κουφώματος θα πρέπει να γίνει σε

μεγαλύτερη απόσταση από την τοιχοποιία λόγω της μόνωσης, θα πρέπει να επιλεγούν βίδες μεγαλύτερου μήκους. Επιπλέον, στο πάτωμα πρέπει να γίνει νέο σοβατεπί για τα πλακίδια με ψυχρό ουδέτερο χρωματισμό ώστε να υπάρχει συνάφεια με το εύρος των διαφόρων αποχρώσεων που υπάρχουν (Δήμος Εμμανουήλ Παππά, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών, Τεχνική Περιγραφή, 2018).

Επίσης, στις στέγες θα πραγματοποιηθούν εργασίες μόνωσης, όπως είναι η αποξήλωση του μπαγδατί που μεσολαβεί σε όροφο και ζευκτά και του οροφοκοιναμάτος. Θα στερεωθούν κεκλιμένα εδρασμένες στα ζευκτά πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης και πολυεστερικό πλέγμα με επικάλυψη ορυκτών ψηφίδων. Κατά τη διάρκεια των εργασιών αποκατάστασης, θα γίνει αντικατάσταση της αποξηλωμένης καλαμωτής με ψευδοροφή ορυκτών ινών (60X60) ώστε να είναι δυνατή η μεμονωμένη αντικατάσταση φύλλου γυψοσανίδας της ψευδοροφής (Δήμος Εμμανουήλ Παππά, Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών, Τεχνική Περιγραφή, 2018, σελ.4).

4.5.2 Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού

Η θέρμανση στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου θα πραγματοποιείται με μια κεντρική μονάδα θέρμανσης με γεωθερμική αντλία. Αντίστοιχα, η ψύξη των χώρων του κτηρίου θα πραγματοποιείται με την ίδια αντλία. Η μελέτη θέρμανσης του κτιρίου περιλαμβάνει τον υπολογισμό του μέγιστου απαιτούμενου θερμικού φορτίου του κτιρίου. Ο υπολογισμός της ισχύος έγινε με συντελεστή προσαύξησης 20% επειδή υπάρχουν θερμικές απώλειες στον λέβητα, στο δίκτυο διανομής και για να επιταχυνθεί η έναρξη λειτουργίας.

Αντίστοιχα, η ψύξη θα πραγματοποιηθεί με την γεωθερμική αντλία θερμότητας που θα τοποθετηθεί. Σύμφωνα με την TOTEE 20701-3/2014 υπάρχει πιθανότητα να εμφανιστούν θερμοκρασίες πάνω από τους 30° C. Κατά τις βραδινές ώρες, οι τοπικές μονάδες ψύξης χρησιμοποιούνται σε περιορισμένο βαθμό, εκτός από τις μέρες που υπάρχει καύσωνας. Σύμφωνα με τη μελέτη ψύξης που πραγματοποιήθηκε η ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW) των αντλιών θερμότητας είναι 180.0 και ο δείκτης αποδοτικότητας EER είναι 4.000, όπως φαίνονται παρακάτω:

Πίνακας 54: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμότητας για κάθε ιδιοκτησία

Σύστημα	Τύπος	Ονομαστική ψυκτική ισχύς [KW]	Δείκτης αποδοτικότητας EER	Καύσιμο
1	Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη	180.0	4.000	Ηλεκτρισμός

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 91)

Όσον αφορά στο σύστημα αερισμού, δεν υπάρχει πρόβλεψη για τεχνητό αερισμό στο σχολείο. Τα στοιχεία του συστήματος αερισμού δίνονται παρακάτω:

Πίνακας 55: Στοιχεία συστήματος αερισμού

Ζώνη	Χρήση	Τύπος αερισμού	Απαίτηση για νωπό αέρα [m ³ /h/m ²]
ΠΕΝΤΑΠΟΛΗ	Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης	Μηχανικός	11.00

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 92)

Επιπρόσθετα, δεν υπολογίζεται κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για το κτήριο που μελετάται για την χρήση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017. Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX είναι 0.00 lt. Επίσης, η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 45° C. Χρησιμοποιώντας τη σχέση για το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Qd σε (kWh/day) για να καλυφθούν οι ανάγκες του κτηρίου για ZNX είναι:

Πίνακας 56: Υπολογισμός ημερήσιου θερμικού φορτίου για ZNX του κτιρίου

Ζώνη	Χρήση	Vd[lt/ημέρα]	Vstore [lt]	Q _D [kWh/ημέρα]	P _n [kW]
ΠΕΝΤΑΠΟΛΗ	Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	0.00	0.00	0.00	0.00

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 92)

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι δεν προβλέπεται σύστημα ZNX για εγκατάσταση στο σχολείο.

4.5.3 Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών

Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος καμπυλών f (Klein, Beckman & Duffie) για να υπολογιστεί το φορτίο κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών. Επίσης, επειδή το κτήριο προορίζεται για χρήση Δευτεροβάθμιας

Εκπαίδευσης δεν είναι αναγκαίο να τοποθετηθούν ηλιακοί συλλέκτες για να παραχθεί ΖΝΧ. Ωστόσο, υπήρξε μελέτη εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών για να καλυφθεί τουλάχιστον ένα μέρος από το φορτίο που απαιτείται για ζεστό νερό χρήσης. Η βέλτιστη γωνία κλίσης των ηλιακών συλλεκτών προσδιορίζεται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησής τους. Έτσι, σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα που ισχύει, στις Σέρρες η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη είναι 41.08°. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας (kWh/m²) για την περιοχή των Σερρών για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση.

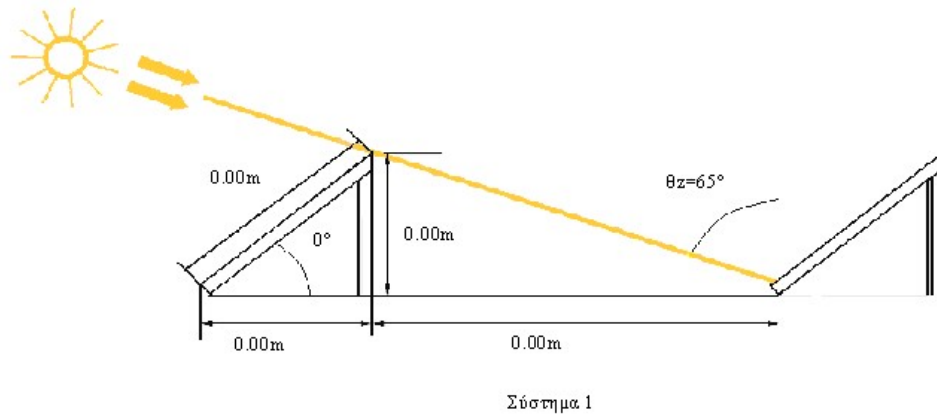
Πίνακας 57: Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m²) για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (kWh/m ²)	50.8	68.0	105.7	141.0	180.5	202.8	209.7	187.7	140.8	94.7	56.5	43.7

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παπά (2021, σ. 93)

Ακόμη, για να τοποθετηθούν σωστά οι ηλιακοί συλλέκτες και για να αποφευχθεί η αλληλοσκίαση έγινε υπολογισμός της κατάλληλης απόστασης μεταξύ τους για να τοποθετηθούν ως προς τον άξονα Βορρά- Νότου. Ο υπολογισμός αυτής της απόστασης έγινε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21^η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο). Για την περιοχή των Σερρών όπου βρίσκεται το σχολείο η ηλιακή απόκλιση στις 21 Δεκεμβρίου είναι $\delta = -23.45^\circ$ και η ζενιθιακή γωνία (θ_z) κατά το ηλιακό μεσημέρι είναι περίπου 65° . Σύμφωνα με αυτή τη γωνία και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη γίνεται ο υπολογισμός της ελάχιστης απόστασης που είναι απαραίτητο να απέχουν οι ηλιακοί συλλέκτες μεταξύ τους ώστε να μην αλληλοσκιάζονται όταν γίνει η τοποθέτησή τους υπό γωνία. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η διάταξη και η απόσταση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών για το κτίριο που μελετάται:

Εικόνα 4: Απόσταση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, ως προς τον νότο.



Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 94)

Με βάση την ελάχιστη απόσταση στην οποία τοποθετούνται οι ηλιακοί συλλέκτες, τις διαστάσεις τους και την επιφάνεια που είναι διαθέσιμη και η οποία δεν έχει προβλήματα σκιασμού, έγινε η εκτίμηση του αριθμού των ηλιακών συλλεκτών των οποίων είναι δυνατή η εγκατάσταση. Στη συνέχεια, έγινε υπολογισμός του φορτίου κάλυψης για τους συγκεκριμένους ηλιακούς συλλέκτες σύμφωνα με τη μελέτη διαστασιολόγησης και τη συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό τοποθέτησης. Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αποτελέσματα των υπολογισμών που έγιναν:

Πίνακας 58: Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη φορτίου ΖΝΧ από ηλιακούς συλλέκτες

	Μέσο μηνιαίο φορτίο (kWh/mo)	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. (kWh/mo)	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ- fi (%)	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. (%)
I	0.00	0.00	-	-
Φ	0.00	0.00	-	-
M	0.00	0.00	-	-
A	0.00	0.00	-	-
M	0.00	0.00	-	-
I	0.00	0.00	-	-
I	0.00	0.00	-	-

A	0.00	0.00	-	-
Σ	0.00	0.00	-	-
O	0.00	0.00	-	-
N	0.00	0.00	-	-
Δ	0.00	0.00	-	-
Σύνολο	0.00	0.00		
Μέσος όρος ετησίως			-	-

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παπά (2021, σ.94)

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα που προέκυψαν από τους υπολογισμούς που έγιναν, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης ανέρχεται σε %. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους ηλιακούς συλλέκτες που προτείνονται βρίσκονται ανάμεσα σε 0.0% και 0.0%. Η πιο μεγάλη κάλυψη παρουσιάζεται τον μήνα για τη δεδομένη κλίση εγκατάστασης. Αν γινόταν εγκατάσταση μεγαλύτερης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών, θα προκαλούνταν προβλήματα αλληλοσκίασης ανάμεσα στις επιφάνειες, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών. Ωστόσο, παρέχεται η δυνατότητα για μεταβολή της κλίσης των ηλιακών συλλεκτών κατά τη διάρκεια των θερινών και φθινοπωρινών μηνών για να αξιοποιηθεί περισσότερο η ηλιακή ακτινοβολία και ως αποτέλεσμα να καλυφθούν τα θερμικά φορτία για ZNX από τους ηλιακούς συλλέκτες. Αν μεταβληθεί η κλίση εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών, δεν μπορεί να υπάρξει υπέρβαση της επιλεγείσας κλίσης (Δήμος Εμμανουήλ Παπά, 2021).

4.5.4 Σχεδιασμός συστήματος φωτισμού

Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό θα υπολογισθεί μόνο για άλλη χρήση κτιρίου και όχι για κατοικίες και θα περιληφθεί στην τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για να πιστοποιηθεί ενεργειακά το αντίστοιχο τμήματος του κτιρίου. Για φωτισμό με επιθυμητή στάθμη 300 lux σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010, ο υπολογισμός της συνολικής ισχύος των φωτιστικών που έχουν εγκατασταθεί στους χώρους των καταστημάτων είναι 5.50 kW. Επίσης, στις ζώνες που υπάρχει φυσικός φωτισμός ενός χώρου με βάση τον Κ.ΕΝ.Α.Κ είναι απαραίτητη η εξασφάλιση της δυνατότητας αφής/σβέσης τουλάχιστον του 60% των λαμπτήρων που υπάρχουν σε αυτές τις ζώνες. Σύμφωνα με τη μελέτη που έχει γίνει, υπάρχουν

ξεχωριστοί διακόπτες (αφής/σβέσης) για επιμέρους ζώνες φωτισμού. Επιπλέον, για να αξιοποιηθεί ο φυσικός φωτισμός στη διάρκεια της ημέρας υπάρχει η πρόβλεψη να εγκατασταθούν απλά συστήματα που θα ελέγχουν τα φωτιστικά στις ζώνες φυσικού φωτισμού που διαθέτουν αισθητήρα φυσικού φωτισμού και αυτόματους διακόπτες σβέσης στο 60% των φωτιστικών σε όλες τις ζώνες (Δήμος Εμμανουήλ Παππά, 2021).

Πίνακας 59: Στοιχεία του συστήματος φωτισμού

Ζώνη	Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (lux)	Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα [lm/W]	Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού [W/m ²]	Φωτισμός ασφαλείας	Εφεδρικό σύστημα	Διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου φυσικού φωτισμού
1	300.0	140.0	3.6	ΝΑΙ	ΟΧΙ	Χειροκίνητος έλεγχος

Πηγή: Δήμος Εμμανουήλ Παππά (2021, σ. 95)

Η ρύθμιση του φωτισμού κάθε χώρου με αυτόνομο αισθητήρα θα γίνει μέσω ρυθμιστή φωτός και παρουσίας που θα είναι τοποθετημένος σε κάθε χώρο. Κάθε ρυθμιστής φωτός θα έχει σύνδεση με τη ομάδα φωτιστικών που ελέγχει και θα αξιοποιεί τον φυσικό φωτισμό με στόχο να ανάβει ή να σβήνει τα φωτιστικά με αυτόματο τρόπο. Η ρύθμιση θα πραγματοποιηθεί με καλώδιο H07V-U με τα ballast κάθε φωτιστικού. Επίσης, ο ρυθμιστής του φωτός θα είναι ενδεικτικού τύπου PHILLIPSOccuSwitchDALI με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Έτσι, οι ενδεικτικές διαστάσεις θα είναι F95x52 cm και η βάση και το σώμα θα αποτελείται από πλαστικό υψηλής πυκνότητας. Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι η δυνατότητα να καλύπτεται η αίθουσα μέχρι περίπου 40 m² και να διπλασιάζεται το καλυπτόμενο εμβαδό χρησιμοποιώντας επεκτάσιμο αισθητήρα. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα ο ρυθμιστής να ελέγχει μέχρι 15 ballast φωτιστικά και να επιλέγει έλεγχο λόγω φυσικού φωτισμού ή παρουσίας ατόμων ή να συνδυάζονται αυτά τα δύο. Επιπρόσθετα, παρέχεται η δυνατότητα τηλεχειρισμού. Η θερμοκρασία στην οποία λειτουργεί ο ρυθμιστής είναι +5° C- +50° C, ενώ η ανίχνευση του φυσικού φωτός γίνεται σε εμβέλεια 250 Lux- 1000 Lux. Τέλος, ο βαθμός προστασίας είναι IP 20 (Δήμος Εμμανουήλ Παπά, 2018, σ. 13).

Εκτός από τα παραπάνω, θα πρέπει να αναφερθεί ότι πραγματοποιήθηκε εξέταση εναλλακτικών λύσεων για να καλυφθούν τα θερμικά, ψυκτικά και ηλεκτρικά φορτία του κτηρίου. Έτσι, σύμφωνα με τη μελέτη, υπάρχει η εναλλακτική επιλογή να

εγκατασταθεί σύστημα για να γίνει συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας η οποία όμως θεωρείται ως μία εφαρμογή που δεν είναι οικονομικά βιώσιμη. Επιπλέον, δεν μπορούν να εγκατασταθούν οριζόντιοι γεωθερμικοί εναλλάκτες για να λειτουργήσει η αντλία θερμότητας επειδή δεν υπάρχει επαρκές ελεύθερο οικόπεδο. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που έγιναν είναι δυνατόν να καλυφθεί μόνο το 14% από τα ψυκτικά- θερμικά φορτία του κτιρίου που απαιτούνται. Ακόμη, θα εγκατασταθούν οι ηλιακοί συλλέκτες, όπως προαναφέρθηκε, επειδή είναι υποχρεωτικό σύμφωνα με τους κανονισμούς για να καλυφθεί ένα μέρος από το θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης του κτιρίου. Ωστόσο, επειδή η επιφάνεια είναι περιορισμένη, δεν μπορούν να εγκατασταθούν περισσότεροι ηλιακοί συλλέκτες ή φωτοβολταϊκά στοιχεία.

4.5.5 Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις- Γεωθερμική Θέρμανση

Με βάση την μελέτη ενεργειακής απόδοσης υπάρχει σχεδιασμός να εγκατασταθεί θέρμανση με την μέθοδο της Αβαθούς Γεωθερμίας. Ακόμη, προτείνεται η εγκατάσταση μονάδας φωτοβολταϊκού σταθμού για την παραγωγή ενέργειας. Ο στόχος αυτών των επεμβάσεων είναι η απεμπλοκή από το πετρέλαιο και η επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας αφού θα αξιοποιείται η ενέργεια του υπεδάφους. Η πρόταση αυτή θα έχει μακροχρόνιο οικονομικό όφελος και θα προκαλέσει μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, αφού δεν θα χρησιμοποιείται το πετρέλαιο ως καύσιμο. Σύμφωνα με την μελέτη, υπάρχει πρόταση για χρήση Γεωθερμικού Συστήματος με κάθετους γεωεναλλάκτες για να θερμανθεί το εν λόγω Σχολικό Κτίριο. Ακόμη, η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί καθώς υπάρχει άυλιος χώρος όπου θα πραγματοποιηθούν γεωτρήσεις για να αντληθεί θερμότητα από το υπέδαφος. Η θερμότητα αυτή θα οδηγηθεί με γεωθερμικές αντλίες θερμότητας και μέσω ενός συστήματος διανομής που περιλαμβάνει σωληνώσεις, θερμαντικά σώματα, κ.ά., στις διάφορες αίθουσες του σχολικού κτιρίου. Επιπλέον, για να γίνει καλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας, η εφαρμογή του συστήματος γεωθερμίας θα πρέπει να συνδυαστεί με θερμομόνωση της οροφής και των εξωτερικών τοίχων και με αντικατάσταση των υφιστάμενων κουφωμάτων με νέα. Το ήδη υπάρχον συμβατικό σύστημα που περιλαμβάνει λέβητα και καυστήρα πετρελαίου θα παραμείνει ως εφεδρικό (Δήμος Εμμανουήλ Παππά, 2018).

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

5.1 Συμπεράσματα

Όπως περιγράφεται στα πλαίσια της παρούσας εργασίας ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και η ενεργειακή αναβάθμιση των σχολικών κτιρίων αποτελεί ένα σημαντικό στόχο για το ελληνικό κράτος καθώς τα οφέλη που προκύπτουν είναι μεγάλα. Για αυτόν τον λόγο έχουν διεξαχθεί και συνεχίζονται να διεξάγονται έρευνες στα πλαίσια μεταπτυχιακών και διδακτορικών προγραμμάτων σχετικά με την ενεργειακή μελέτη των σχολικών κτιρίων, τη διερεύνηση του βαθμού ικανοποίησης των χρηστών από τις μεταβολές που έχουν επέλθει και τη διαμόρφωση σεναρίων που αφορούν μελλοντικές επεμβάσεις σε σχολικά κτίρια. Από τη βιβλιογραφική και την ποσοτική έρευνα που πραγματοποιείται στην παρούσα εργασία έχουν προκύψει και μπορούν να αναφερθούν κάποια συμπεράσματα.

Αρχικά, θα πρέπει να επισημανθεί ότι σύμφωνα με την ποσοτική έρευνα οι περισσότεροι ερωτηθέντες εκπαιδευτικοί θεωρούν αποτελεσματικό και αναγκαίο τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και την ενεργειακή αναβάθμιση του σχολικού κτιρίου στο οποίο εργάζονται. Ακόμη, η διαδικασία της ενεργειακής αναβάθμισης έχει συμβάλλει στην ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης των μαθητών/τριών και έχει ενισχύσει την ευαισθητοποίησή τους σε θέματα περιβάλλοντος. Επιπλέον, για να έχει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα η ενεργειακή αναβάθμιση θα πρέπει να συνδυαστούν οι διάφορες επεμβάσεις στην κτιριακή υποδομή των σχολείων, όπως είναι η αλλαγή κουφωμάτων, η εγκατάσταση θερμομόνωσης, η αντικατάσταση των συστημάτων θέρμανσης και φωτισμού. Με αυτόν τον τρόπο θα υπάρξει μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας, μείωση των εκπομπών του CO₂ και χαμηλό λειτουργικό κόστος.

Επιπλέον, με βάση την ενεργειακή μελέτη για το σχολείο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που βρίσκεται στην Πεντάπολη Σερρών, φαίνεται ότι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και η ενεργειακή αναβάθμιση του σχολείου είναι απαραίτητη καθώς υπήρχε μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Ακόμη, οι διάφορες παρεμβάσεις περιλαμβάνουν την αξιοποίηση της θέσης του κτιρίου, τη βελτίωση της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου, την χρήση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και τον αυτόματο έλεγχο της λειτουργίας των

ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων ώστε να ελαχιστοποιηθεί η κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου.

5.2 Περιορισμοί της έρευνας

Η παραπάνω έρευνα που πραγματοποιήθηκε με τον διαμοιρασμό του ερωτηματολογίου είχε κάποιους περιορισμούς. Ένας περιορισμός είναι ο μικρός αριθμός εκπαιδευτικών που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο. Επίσης, οι ερωτήσεις που χρησιμοποιήθηκαν δεν καλύπτουν όλο το φάσμα του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ενεργειακής αναβάθμισης ενός σχολικού κτιρίου. Ακόμη, η έρευνα περιορίζεται στην ανάλυση των απόψεων των εκπαιδευτικών που εργάζονται στα σχολικά κτίρια και δεν περιλαμβάνει τις απόψεις των μαθητών/τριών που φοιτούν σε αυτά. Τέλος, η έρευνα με ερωτηματολόγιο δεν επιτρέπει στους ερωτώμενους να εκφράσουν την άποψή τους πλήρως και να κάνουν κάποιο περαιτέρω σχόλιο, καθώς καλούνται να απαντήσουν σε συγκεκριμένες απαντήσεις που δίνονται από τον ερευνητή.

5.3 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Παρόλο που η παρούσα έρευνα καλύπτει σε επαρκή βαθμό το θέμα του βιοκλιματικού σχεδιασμού ενός σχολικού κτιρίου, θα μπορούσαν να γίνουν και κάποιες άλλες προτάσεις έρευνας. Έτσι, θα μπορούσε να γίνει έρευνα με πιο εκτενές ερωτηματολόγιο που καλύπτει μεγάλο φάσμα ερωτήσεων σχετικά με τις παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης και βιοκλιματικού σχεδιασμού των σχολικών κτιρίων. Ακόμη, θα μπορούσε να γίνει μία συγκριτική μελέτη των παρεμβάσεων σε δύο ή τρία σχολικά κτίρια που βρίσκονται στην ίδια κλιματική ζώνη ώστε να εξαχθούν ομαδοποιημένα συμπεράσματα για τις ενεργειακές αναβαθμίσεις και βελτιώσεις των κτιρίων. Επιπλέον, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μία έρευνα που θα περιλαμβάνει τις απόψεις των μαθητών/τριών σχετικά με την αποτελεσματικότητα και χρησιμότητα του βιοκλιματικού σχεδιασμού. Τέλος, μία άλλη πρόταση είναι η διεξαγωγή ποιοτικής έρευνας με συνεντεύξεις από διοικητικά στελέχη και εκπαιδευτικούς που εργάζονται στα σχολικά κτίρια ώστε να αποτυπωθούν καλύτερα οι απόψεις τους και να εντοπιστούν νέες πτυχές του θέματος.

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση

Ανδρεαδάκη- Χρονάκη, Ε. (2017). *Βιοκλιματικός Σχεδιασμός. Κλιματική Αλλαγή, Περιβάλλον, Βιωσιμότητα*. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.

Βουρνά, Π. (2019). *Αξιολόγηση ενεργειακής αναβάθμισης Δημόσιου Κτηρίου*. Διπλωματική Εργασία. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Διαθέσιμο διαδικτυακά στο: <https://apothesis.eap.gr/archive/item/85551>

Δαμοπούλου, Ι. (2021). *Οικοδομώντας Αειφόρα Σχολικά Κτίρια και Αυλές. Ανασκόπηση- Διερεύνηση Υφιστάμενης Κατάστασης- Προτάσεις Βιοκλιματικής Διαμόρφωσης*. Διπλωματική Εργασία. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Διαθέσιμο στο: <https://apothesis.eap.gr/archive/item/155871>

Δήμος Εμμανουήλ Παππά. (2018). *Τεύχος Τεχνικών Προδιαγραφών Βασικού Εξοπλισμού Η/Μ Εγκαταστάσεων*. Έργο «Ενεργειακή αναβάθμιση και παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας Λυκείου Γυμνασίου Πεντάπολης Δήμου Εμμανουήλ Παππά».

Δήμος Εμμανουήλ Παππά. (2021). *Ενεργειακή Μελέτη. Υπολογισμός Ενεργειακών Καταναλώσεων*. Έργο: Εξοικονόμηση Ενέργειας Λυκείου Πεντάπολης.

Ζαφειρόπουλος, Κ. (2005) *Πώς γίνεται μια επιστημονική εργασία; Επιστημονική έρευνα και συγγραφή εργασιών*. Αθήνα: Κριτική.

Ζαφειρόπουλος, Κ. & Μυλωνάς, Ν. (2018). *Στατιστική με SPSS*. Θεσσαλονίκη: Τζιόλα.

Ιωαννίδης, Χ. (2023). *Αξιολόγηση ενεργειακής αναβάθμισης σχολικών μονάδων*. Διπλωματική Εργασία. Σέρρες: Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος. Διαθέσιμο στο:

http://apothesis.teicm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/4165/Ioannidis_Xristos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ΚΑΠΕ, Έργο “Double Glazing in Southern Countries» XVII/4.1031/99-33, Τελική Έκθεση, Δεκέμβριος 2000, Πρόγραμμα SAVE, της DG XVII- Γενικής Διεύθυνσης για την Ενέργεια, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής. Διαθέσιμο στο: http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_thermomonosi.htm

Κοινή Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/2010- ΦΕΚ 407/Β/9-4-2010. Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- ΚΕΝΑΚ. Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-periballon/antiseismikos-kanonismos/kua-d6-boik-5825-2010.html>

Κοινή Υπουργική Απόφαση ΥΠΕΝ/ΔΕΠΕΑ/17836/125/2023- ΦΕΚ 922/Β/22-2-2023. Πρόγραμμα Χρηματοδότησης για την Ενεργειακή Αναβάθμιση Δημοσίων Κτιρίων. Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-demosia-dioikese/kyu-upen-depea-17836-125-2023.html>

Νέος Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). (2017). Διαθέσιμο στο: <https://ypen.gov.gr/energeia/energeiaki-exoikonomisi/ktiria/kenak/>

Νόμος 3661/2008. Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις. Διαθέσιμο στο: file:///C:/Users/user/Downloads/FEK-2008-Tefxos%20A-00089-downloaded%20-30_07_2023.pdf

Νόμος 4122/2013. Περί Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων. Διαθέσιμο στο: https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2020/11/N4122_2013_18_05_2020.pdf

Νόμος 4342/2015. Συνταξιοδοτικές ρυθμίσεις, ενσωμάτωση στο Ελληνικό Δίκαιο της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25^{ης} Οκτωβρίου 2012 «Για την ενεργειακή απόδοση, την τροποποίηση των Οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ». Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/energeia/n-4342-2015.html>

Ντεμιάν, Η., Μουστάκας, Α., & Μανιάτης, Γ. (2018). *Η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων ως μοχλός ανάπτυξης της ελληνικής οικονομίας*. Αθήνα: Ίδρυμα Οικονομικών & Βιομηχανικών Ερευνών (ΙΟΒΕ). Διαθέσιμο διαδικτυακά στο: http://iobe.gr/docs/research/RES_05_C_04122018_REP_GR.pdf

Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων. Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0091&from=IT>

Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19^{ης} Μαΐου 2010 για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων. Διαθέσιμο στο:

<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:El:PDF>

Οδηγία 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25^{ης} Οκτωβρίου 2012 για την Ενεργειακή Απόδοση, την τροποποίηση των οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ και την κατάργηση των Οδηγιών 2004/8/ΕΚ και 2006/32/ΕΚ. Διαθέσιμο στο: https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2021/03/%CE%9F%CE%B4%CE%B7%CE%B3%CE%AF%CE%B1-2012_27_%CE%95%CE%9B%CE%9B%CE%97%CE%9D%CE%99%CE%9A%CE%91_%CE%9A%CF%89%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%B7%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B7-%CE%AD%CF%89%CF%82-20210101.pdf

Οδηγία 2018/844/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 30^{ης} Μαΐου 2018 για την τροποποίηση της Οδηγίας 2010/31/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση. Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=CS>

Παταργιάς, Π., & Μπενετάτου, Β. (2011). *Βιοκλιματικές Εφαρμογές και Καινοτόμες Δράσεις για την Προστασία του Περιβάλλοντος. Τα σύγχρονα ελληνικά βιοκλιματικά σχολεία*. Αθήνα: Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης.

Προεδρικό Διάταγμα 106/1979 σχετικά με Έγκριση του κανονισμού για τη θερμομόνωση των κτιρίων. Διαθέσιμο στο: https://elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/362d_79.1317112513734.pdf

Σπηλιόπουλος, Μ. (2020). *Σχολικά κτίρια μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας. Η περίπτωση του 1^{ου} Δημοτικού Σχολείου Πατρών*. Διπλωματική Εργασία. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. Διαθέσιμο στο: <https://apothesis.eap.gr/archive/item/155780>

Χαλικιάς, Μ., Μανωλέσσου, Α., & Λάλου, Π. (2015) *Μεθοδολογία Έρευνας και Εισαγωγή στη Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων με το IBM SPSS STATISTICS*. Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα. Διαθέσιμο διαδικτυακά στο: www.kallipos.gr

Ξενόγλωση

Asdrubali, F., Veranzi, D., Evangelisti, L., Guattari, C., Grazieschi, G., Matteucci, P., & Roncome, M. (2021). “An evaluation of the environmental payback times and economic convenience in an energy requalification of a school”, *Buildings* 11(1). Διαθέσιμο στο: <https://doi.org/10.3390/buildings11010012>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778813004970>

Brychkov, D., Goggins, G., Doherty, E. et al. (2023). A systemic framework of energy efficiency in schools: experiences from six European countries. *Energy Efficiency* 16(21). Διαθέσιμο στο: <https://doi.org/10.1007/s12053-023-10099-4>
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12053-023-10099-4#citeas>

Dall’O, G., & Sarto, L. (2013). Potential and limits to improve energy efficiency in space heating in existing school buildings in northern Italy, *Energy and Buildings*, 67, pp. 298- 308. Διαθέσιμο στο: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778813004970>

Droutsas, K., Kontoyiannidis, S., Balaras, C., Lykoudis, S., Dascalaki, E., & Argiriou, A. (2021). Unveiling the existing condition and energy use in Hellenic school buildings. *Energy & Buildings*, 247. Διαθέσιμο στο: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111150>

Karali, I., Giannarou, S., & Zervas, E. (2022). “Energy consumption in Greek school buildings as a function of the climate zone”, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1123 012046. Διαθέσιμο στο: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1123/1/012046/pdf>

Ιστοσελίδες:

Δήμος Εμμανουήλ Παππά. (2023). Πεντάπολη. Διαθέσιμο στο: <http://edemocracy-empapas.gr/dimotikes-kinotites/pentapoli/> (προσπελάστηκε: 20/08/2023)

GOV.GR. (2023). Πρόγραμμα «ΗΛΕΚΤΡΑ». Διαθέσιμο στο: <https://hlekttra.gov.gr/home>

Κεντρική Ένωση Δήμων Ελλάδας (ΚΕΔΕ). (2012). Ενεργειακή αναβάθμιση σε 64 σχολεία. Διαθέσιμο στο: <https://kede.gr/energeiaki-anavathmisi-se-64-scholeia/> (προσπελάστηκε: 29/08/2023)

Κτίριο Εκδόσεις. (2023). Διαθέσιμο στο: <https://www.ktirio.gr/> (προσπελάστηκε: 25/08/2023)

ΚΑΠΕ, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. (2000). Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση Ενέργειας. Θερμομόνωση. Διαθέσιμο στο: http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_thermomonosi.htm (προσπελάστηκε: 29/08/2023)

Παράρτημα

Ερωτηματολόγιο

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιείται για την ολοκλήρωση μιας διπλωματικής εργασίας με τίτλο «Ενεργειακή Αναβάθμιση και Βέλτιστες Πρακτικές Εφαρμογών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε Δημόσια Κτίρια. Μελέτη Περίπτωσης: Γενικό Λύκειο Τοπικής Κοινότητας Πεντάπολης» στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών στη Δημόσια Διοίκηση στο Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος. Σας ενημερώνω ότι η συμμετοχή σας στην παρούσα έρευνα είναι εθελοντική και μπορείτε να αποσυρθείτε από αυτήν οποιαδήποτε στιγμή. Επίσης, το παρόν ερωτηματολόγιο είναι ανώνυμο και δεν ζητούνται στοιχεία ταυτοποίησής σας. Τέλος, η επεξεργασία των δεδομένων που θα καταχωρήσετε πραγματοποιείται αποκλειστικά για ερευνητικούς και επιστημονικούς σκοπούς. Τα δεδομένα θα διατηρηθούν μέχρι να ολοκληρωθεί η έρευνα.

Δημογραφικά στοιχεία

Ερώτηση 1: Φύλο

1. Άνδρας
2. Γυναίκα

Ερώτηση 2.

Επίπεδο εκπαίδευσης

1. Κάτοχος πτυχίου ΑΕΙ/ΑΤΕΙ
2. Κάτοχος μεταπτυχιακού
3. Κάτοχος διδακτορικού

Ερώτηση 3.

Έτη προϋπηρεσίας στην εκπαίδευση

1. 0-10 χρόνια
2. 11-20 χρόνια
3. >21 χρόνια

Ερώτηση 4.

Σε ποια περιοχή βρίσκεται το σχολείο στο οποίο διδάσκετε;

1. Αγροτική
2. Ημι-αστική
3. Αστική

Ερώτηση 5.

Σε ποια βαθμίδα εκπαίδευσης διδάσκετε;

1. Πρωτοβάθμια
2. Δευτεροβάθμια

Ερωτήσεις σχετικά με την αξιολόγηση της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου

Ερώτηση 6.

Ποιες συνθήκες θερμοκρασίας επικρατούν στον χώρο εργασίας σας (σχολική αίθουσα) κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου;

1. Πολύ κρύο
2. Κρύο
3. Ούτε κρύο, ούτε ζέστη (φυσιολογικές συνθήκες)
4. Ζέστη
5. Πολλή ζέστη

Ερώτηση 7.

Ποιες συνθήκες θερμοκρασίας επικρατούν στον χώρο εργασίας σας (σχολική αίθουσα) κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου;

1. Πολύ κρύο
2. Κρύο
3. Ούτε κρύο, ούτε ζέστη (φυσιολογικές συνθήκες)
4. Ζέστη
5. Πολλή ζέστη

Ερώτηση 8.

Θεωρείτε ότι το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου στο οποίο εργάζεστε λειτουργεί ικανοποιητικά;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 9.

Θεωρείτε ότι το σύστημα ψύξης του κτιρίου στο οποίο εργάζεστε λειτουργεί ικανοποιητικά;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 10.

Αισθάνεστε ότι υπάρχει μεταβολή της θερμοκρασίας στους διάφορους χώρους του σχολείου;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 11.

Θεωρείτε ότι τα επίπεδα υγρασίας στον χώρο εργασίας σας (σχολική αίθουσα) είναι αποδεκτά;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 12.

Θεωρείτε ότι τα επίπεδα υγρασίας στον χώρο εργασίας σας (σχολική αίθουσα) έχουν μειωθεί μετά την αναβάθμιση του κτιρίου;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 13.

Σε ποιον βαθμό ο φυσικός αερισμός των σχολικών αιθουσών πραγματοποιείται μέσω των παραθύρων;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 14.

Πόσες ώρες την ημέρα πρέπει να αερίζεται η σχολική αίθουσα κατά τη διάρκεια του χειμώνα;

1. 0-1
2. 1-2
3. 2-3
4. >3

Ερώτηση 15.

Εκτός από την κύρια μορφή θέρμανσης της σχολικής μονάδας, χρησιμοποιούνται και συμπληρωματικά μέσα;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 16.

Ποια είναι η αξιολόγησή σας σχετικά με τον φυσικό φωτισμό στο κτίριο όπου εργάζεστε κατά την χειμερινή περίοδο;

1. Απαράδεκτος
2. Αποδεκτός
3. Ικανοποιητικός
4. Καλός
5. Πολύ καλός

Ερώτηση 17.

Ποια είναι η αξιολόγησή σας σχετικά με τον τεχνητό φωτισμό στο κτίριο όπου εργάζεστε κατά την χειμερινή περίοδο;

1. Απαράδεκτος
2. Αποδεκτός
3. Ικανοποιητικός
4. Καλός
5. Πολύ καλός

Ερώτηση 18.

Ποια είναι η αξιολόγησή σας σχετικά με τον φυσικό φωτισμό στο κτίριο όπου εργάζεστε κατά τη θερινή περίοδο;

1. Απαράδεκτος
2. Αποδεκτός
3. Ικανοποιητικός
4. Καλός
5. Πολύ καλός

Ερώτηση 19.

Ποια είναι η αξιολόγησή σας σχετικά με τον τεχνητό φωτισμό στο κτίριο όπου εργάζεστε κατά τη θερινή περίοδο;

1. Απαράδεκτος
2. Αποδεκτός
3. Ικανοποιητικός
4. Καλός
5. Πολύ καλός

Ερώτηση 20.

Χρησιμοποιούνται κουρτίνες ή κάποιου άλλου είδους σκίαση με στόχο να περιοριστεί το φυσικό φως στην αίθουσα;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 21.

Τα μέσα σκίασης που χρησιμοποιούνται νομίζετε ότι συμβάλλουν αποτελεσματικά στον έλεγχο του φυσικού φωτισμού;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 22.

Θεωρείτε ότι η μείωση της υπερθέρμανσης των αιθουσών οφείλεται στο γεγονός ότι αντικαταστάθηκαν οι παλιοί λαμπτήρες με νέους τύπου LED;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 23.

Σε ποιον βαθμό θεωρείτε ότι η μείωση της υγρασίας των αιθουσών οφείλεται στο γεγονός ότι έχει γίνει βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 24.

Σε ποιον βαθμό αξιολογείτε ότι υπάρχει οπτική θάμβωση στα πλαίσια της σχολικής αίθουσας;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 25.

Σε ποιον βαθμό θεωρείτε ότι έχει επέλθει μείωση των αντανakλάσεων και των χρωματικών αλλοιώσεων αφού έχει γίνει βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 26.

Γνωρίζετε αν έχει αξιοποιηθεί η στέγη του κτιρίου για να εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά συστήματα;

- 1.Ναι
- 2.Όχι
- 3.Δεν γνωρίζω

Ερώτηση 27.

Σε ποιον βαθμό θεωρείτε ότι ήταν απαραίτητος ο βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση του σχολικού κτιρίου στο οποίο εργάζεστε;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 28.

Σε ποιον βαθμό θεωρείτε ότι έχουν επιτευχθεί οι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού/ ενεργειακής αναβάθμισης του σχολικού κτιρίου στο οποίο εργάζεστε;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ

Ερώτηση 29.

Σε ποιον βαθμό θεωρείτε ότι έχει συμβάλει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός/ ενεργειακή αναβάθμιση του σχολικού κτιρίου στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των μαθητών και του προσωπικού του σχολείου σε θέματα σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας;

1. Καθόλου
2. Ελάχιστα
3. Αρκετά
4. Πολύ
5. Πάρα πολύ