



# UNIVERSITY OF WEST ATTICA

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

**ΣΧΟΛΗ: ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ: ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Σχεδίαση σε CAD και ενεργειακή αναβάθμιση δημοσίου κτηρίου -  
Γυμνάσιο στο Αιγάλεω - με οικονομοτεχνική μελέτη και  
χρονοδιάγραμμα απόσβεσης**

**Συντάκτης: Βογιατζόγλου Ευάγγελος**

A.M.:51204295

**Επιβλέποντες καθηγητές: Κανετάκη Ζωή & Προεστάκης Εμμανουήλ**

Αθήνα 2023



**UNIVERSITY OF  
WEST ATTICA**  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

**SCHOOL:ENGINEERING**

**DEPARTMENT: MECHANICAL ENGINEERING**

**DIPLOMA THESIS**

**Computer aided design (CAD) and upgrade of the energy efficiency of an  
existing school building in Aigaleo area with technical and financial study  
of investment and amortisation schedule**

**Vogiatzoglou Evangelos**

**R.N.: 51204295**

**Supervisors: Kanetaki Zoi & Proestakis Emmanuel**

Athens 2023

ΒΟΓΙΑΤΖΟΓΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

### **Μέλη εξεταστικής επιτροπής**

Ζ. Κανετάκη

Λέκτορας Πανεπιστημίου

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Ε. Προεστάκης

Λέκτορας Εφαρμογών,

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

Ι. Σαρρής

Καθηγητής

Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών

### ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Βογιατζόγλου Ευάγγελος του Κωνσταντίνου , με αριθμό μητρώου 51204295 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Βογιατζόγλου Ευάγγελος



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές μου για την καθοδήγηση που μου έδωσαν ώστε να εκπονηθεί η παρούσα Διπλωματική Εργασία. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που με στήριξε όλο αυτά τα χρόνια δίνοντας μου δύναμη και υπομονή.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΒΟΓΙΑΤΖΟΓΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

Η διπλωματική εργασία με θέμα έχει ως σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση του 1ου γυμνασίου στο Αιγάλεω που βρίσκεται στην οδό Μοσχονησίων 23-29. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε είναι η σχεδίαση σε CAD για εύκολη και ακριβή εμβαδομέτρηση των επιφανειών καθώς και η εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου μέσω του λογισμικού TEE-KENAK. Με γνώμονα τις τεχνικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδας (ΤΕΕ) και τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ) που ισχύουν στο Ελληνικό κράτος την δεδομένη στιγμή (έτος 2022-2023), συντάχθηκε η παρούσα διπλωματική εργασία. Αρχικά, παρουσιάζεται αναλυτικά η υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου και παρατίθενται τα αποτελέσματα της ενεργειακής επιθεώρησης, μέσω της βοήθειας του λογισμικού του ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ, το οποίο κρίνεται ως μη αποδοτικό (ενεργειακή κλάση Η). Έπειτα, προτείνονται τρία διαφορετικά σενάρια παρεμβάσεων, συγκρίνεται η κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται σε κάθε σενάριο παρεμβάσεων σε σχέση με αυτήν του υφιστάμενου κτηρίου και αναλύονται τα τεchnοοικονομικά δεδομένα τα οποία προέκυψαν, με αποτέλεσμα την εύρεση του κατάλληλου σεναρίου βάσει την σχέση απόδοσης – τιμής. Τέλος, από τα αποτελέσματα προκύπτουν ότι, με τις επεμβάσεις στον φωτισμό και στο σύστημα θέρμανσης, την μόνωση του κτηρίου, την αντικατάσταση κουφωμάτων και την χρήση ΑΠΕ επιτυγχάνεται μείωση ρύπων κατά 55,6% και εξοικονομείται 73,7% παραπάνω ενέργεια, κατατάσσοντας το κτήριο στην ενεργειακή κλάση Β.

### **ABSTRACT**

The purpose of the diploma thesis on the subject is to update the energy efficiency of the 1st high school in Aegaleo, which is located at 23-29 Moshonision Street. The methodology used is the design in CAD for easy and accurate area measurement of the surfaces as well as the assessment of the energy efficiency of the building through the TEE-KENAK software. This thesis was prepared using the Technical Chamber of Greece's technical instructions and the Regulation of Energy Performance of Buildings in force in the Greek state at the time (year 2022-2023). First, the current condition of the building is detailed, and the results of the energy inspection are listed via the TEE KENAK software, which has been determined inefficient (energy class H). Then, three different intervention scenarios are proposed, the energy consumption of each intervention scenario is compared to that of the existing building and the resulting techno-economic data are analyzed to determine the most beneficial scenario based on the performance-price relationship. Finally, the results show that, with the interventions in the lighting and heating system, the insulation of the building, the replacement of frames and the use of RES, a reduction of pollutants by 55.6% is achieved and 73.7% more energy is saved, ranking the building in energy class B.

### **ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ**

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1: Ενεργειακή πολιτική τους Ευρωπαϊκής Ένωσης.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2: Σχετικό νομοθετικό πλαίσιο.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3: Ενεργειακή αναβάθμιση κτηρίου.....</b>	<b>15</b>
<b>1.4: Επισκόπηση εργασίας.....</b>	<b>16</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1: Αντικείμενο τους εργασίας.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2: Σκοπός τους εργασίας.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3: Μεθοδολογία προσέγγισης.....</b>	<b>17</b>
<b>2.4: Περιγραφή κτηρίου.....</b>	<b>18</b>
<b>2.5: Σχεδίαση υφιστάμενου κτηρίου.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6: Συνθήκες λειτουργίας υφιστάμενου κτηρίου.....</b>	<b>33</b>
<b>2.6.1: Θερμικές ζώνες κτηρίου.....</b>	<b>33</b>
<b>2.6.2: Κλιματικά δεδομένα .....</b>	<b>33</b>
<b>2.6.3: Περίοδος και ώρες λειτουργίας κτηρίου.....</b>	<b>34</b>
<b>2.6.4: Επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες τους χώρους του κτηρίου.....</b>	<b>34</b>
<b>2.6.5: Στάθμη φωτισμού.....</b>	<b>34</b>
<b>2.6.6: Ζεστό νερό χρήσης.....</b>	<b>34</b>
<b>2.7: Αδιαφανή δομικά στοιχεία.....</b>	<b>34</b>
<b>2.8: Διαφανή δομικά στοιχεία.....</b>	<b>35</b>
<b>2.9: Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων.....</b>	<b>35</b>
<b>2.10: Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας.....</b>	<b>35</b>
<b>2.11: Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία.....</b>	<b>36</b>
<b>2.12: Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων.....</b>	<b>36</b>
<b>2.13: Συντελεστές Σκίασης.....</b>	<b>36</b>
<b>2.14: Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας.....</b>	<b>40</b>
<b>2.15: Σύστημα θέρμανσης.....</b>	<b>40</b>
<b>2.16: Σύστημα ψύξης.....</b>	<b>40</b>

2.17: Σύστημα μηχανικού αερισμού.....	40
2.18: Σύστημα φωτισμού.....	41
2.19: Ζώνες φυσικού φωτισμού.....	41
2.20: Διατάξεις αυτόματου ελέγχου.....	42
2.21: Λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.....	42
2.22: Ενεργειακή κατάταξη υφιστάμενου κτηρίου.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	44
3.1: 1 <sup>ο</sup> Σενάριο.....	44
3.2: 2 <sup>ο</sup> Σενάριο.....	48
3.3: 3 <sup>ο</sup> Σενάριο.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ – ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ.....	55
4.1: Απαιτήσεις-Κατανάλωση κτηρίου αναφοράς.....	55
4.2: Απαιτήσεις-Κατανάλωση υφιστάμενου κτηρίου.....	56
4.3: Απαιτήσεις-Κατανάλωση 1 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	57
4.4: Απαιτήσεις-Κατανάλωση 1 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	58
4.5: Απαιτήσεις-Κατανάλωση 1 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	59
4.6: Σύγκριση σεναρίων.....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	62
5.1: Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης.....	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	66
6.1: Συμπεράσματα.....	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ.....	68
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	69
8.1: Πίνακας Τεχνικών Οδηγιών (ΤΟΤΤΕ).....	69
8.2: Τεχνικά φυλλάδια.....	71
8.3: Έκθεση αποτελεσμάτων.....	86
8.4: Έκθεση αποτελεσμάτων.....	106



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Αεροφωτογραφία κτηριακού συγκροτήματος.....	19
Εικόνα 2: Αεροφωτογραφία κτηρίου τους μελέτη.....	19
Εικόνα 3: Άποψη από την ανατολική όψη.....	20
Εικόνα 4: Άποψη από την νότια όψη.....	20
Εικόνα 5: Άποψη από την δυτική όψη.....	21
Εικόνα 6: Άποψη από την βόρεια όψη.....	21
Εικόνα 7: Κουφώματα υφιστάμενου κτηρίου.....	22
Εικόνα 8: Πλάγιες όψεις.....	23
Εικόνα 9: Κάτοψη δώματος.....	23
Εικόνα 10: Κάτοψη ισογείου.....	24
Εικόνα 11: Κάτοψη ορόφου.....	24
Εικόνα 12: Κάτοψη υπογείου.....	25
Εικόνα 13: Διάγραμμα κάλυψης.....	25
Εικόνα 14: Διάγραμμα προσανατολισμού κτηρίου.....	26
Εικόνα 15: Κάτοψη ισογείου.....	27
Εικόνα 16: Κάτοψη ορόφου.....	27
Εικόνα 17: Κάτοψη υπογείου.....	28
Εικόνα 18: Κάθετη τομή.....	28
Εικόνα 19: Νότια όψη.....	29
Εικόνα 20: Βόρεια όψη.....	29
Εικόνα 21: Ανατολική όψη.....	30
Εικόνα 22: Δυτική όψη.....	30
Εικόνα 23: Τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου.....	31
Εικόνα 24: Τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου.....	31
Εικόνα 25: Τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου.....	32
Εικόνα 26: Τρισδιάστατη απεικόνιση του περιβάλλοντα χώρου.....	32

Εικόνα 27: Κάτοψη περιβάλλοντα χώρου.....	33
Εικόνα 28: Σκαρίφημα σκιάσεων ορίζοντα Fhor από την ανατολική όψη.....	37
Εικόνα 29: Σκαρίφημα σκιάσεων ορίζοντα Fhor από την νότια όψη.....	37
Εικόνα 30: Σκαρίφημα σκιάσεων ορίζοντα Fhor από την δυτική όψη.....	38
Εικόνα 31: Σκαρίφημα σκιάσεων από προβόλους Fον από την βόρεια όψη.....	39
Εικόνα 32: Σκαρίφημα σκιάσεων από πλευρικές εξοχές Ffin από την βόρεια πλευρά.....	39
Εικόνα 33: Ιστοσελίδα λήψης λογισμικού TEE-KENAK.....	42
Εικόνα 34: Ενεργειακή κατάταξη υφιστάμενου κτηρίου.....	43
Εικόνα 35: Πίνακας αδιαφανών δομικών στοιχείων με θερμομόνωση.....	45
Εικόνα 36: Εισαγωγή δεδομένων 1 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	46
Εικόνα 37: Εισαγωγή δεδομένων 1 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	47
Εικόνα 38: Ενεργειακή κατάταξη 1 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	48
Εικόνα 39: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας κουφώματος.....	49
Εικόνα 40: Πίνακας στοιχείων κουφωμάτων ETEM E32.....	50
Εικόνα 41: Εισαγωγή δεδομένων 2 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	51
Εικόνα 42: Εισαγωγή δεδομένων 2 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	51
Εικόνα 43: Εισαγωγή δεδομένων 2 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	52
Εικόνα 44: Ενεργειακή κατάταξη 2 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	52
Εικόνα 45: Εισαγωγή δεδομένων 3 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	54
Εικόνα 46: Ενεργειακή κατάταξη 3 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	54
Εικόνα 47: Απαιτήσεις – Κατανάλωση κτηρίου αναφοράς.....	55
Εικόνα 48: Απαιτήσεις – Κατανάλωση υφιστάμενου κτηρίου.....	56
Εικόνα 49: Απαιτήσεις – Κατανάλωση 1 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	57
Εικόνα 50: Απαιτήσεις – Κατανάλωση 2 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	58
Εικόνα 51: Απαιτήσεις – Κατανάλωση 3 <sup>ου</sup> σεναρίου.....	59
Εικόνα 52: Κόστος και περίοδος αποπληρωμής.....	62
Εικόνα 53: Πίνακας Τεχνικών Οδηγιών που έχουν εκδοθεί από το TEE.....	70
Εικόνα 54: Δήλωση Επίδοσης Styropan Graphite EPS 80.....	71
Εικόνα 55: Τεχνικό φυλλάδιο Osram LED Tube T8 16W.....	72

Εικόνα 56: Τεχνικό φυλλάδιο Osram LED Tube T8 16W.....	73
Εικόνα 57: Τεχνικό φυλλάδιο Osram LED Tube T8 16W.....	74
Εικόνα 58: Τεχνικό φυλλάδιο Osram LED Tube T8 16W.....	75
Εικόνα 59: Γενικά χαρακτηριστικά ETEM E32.....	76
Εικόνα 60: Γενικά χαρακτηριστικά ETEM E32.....	77
Εικόνα 61: Τεχνικά χαρακτηριστικά De Dietrich C 230-130 Eco.....	78
Εικόνα 62: Τεχνικά χαρακτηριστικά De Dietrich C 230-130 Eco.....	79
Εικόνα 63: Τεχνικά χαρακτηριστικά De Dietrich C 230-130 Eco.....	80
Εικόνα 64: Τεχνικό φυλλάδιο Jolywood N-Type 580W.....	81
Εικόνα 65: Τεχνικό φυλλάδιο Jolywood N-Type 580W.....	82
Εικόνα 66: Τεχνικό φυλλάδιο KOSTAL ΡΙΚΟ 20kW.....	83
Εικόνα 67: Τεχνικό φυλλάδιο KOSTAL ΡΙΚΟ 20kW.....	84
Εικόνα 68: Τεχνικό φυλλάδιο KOSTAL ΡΙΚΟ 20kW.....	85

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1: Κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην Ελλάδα.....	13
Γράφημα 2: Κατανάλωση καυσίμων ανά σενάριο.....	60
Γράφημα 3: Εκπομπές CO2 ανά σενάριο.....	61
Γράφημα 4: Λειτουργικό κόστος κτηρίου ανά σενάριο.....	63
Γράφημα 5: Αρχικό κόστος επένδυσης ανά σενάριο.....	64
Γράφημα 6: Περίοδος αποπληρωμής σεναρίων σε έτη.....	65

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΣΕΩΝ

Σχέση 1: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου.....	45
Σχέση 2: Υπολογισμός επιθυμητής απόδοσης φωτισμού.....	46
Σχέση 3: Υπολογισμός απαιτούμενης ισχύς λαμπτήρων.....	46

Σχέση 4: Υπολογισμός απαιτούμενων λαμπτήρων.....	46
Σχέση 5: Υπολογισμός μέγιστης απαιτούμενης θερμικής ισχύς του κτηρίου.....	51
Σχέση 6: Υπολογισμός απαιτούμενης καταναλισκόμενης ενέργειας από τους λαμπτήρες.....	53
Σχέση 7: Υπολογισμός απαιτούμενης παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β πάνελ.....	53
Σχέση 8: Υπολογισμός πλήθος Φ/Β πάνελ για την ομαλή τους λειτουργία.....	54

**Λέξεις κλειδιά:** ενεργειακή επιθεώρηση, ενεργειακή αναβάθμιση, κτήρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας, εξοικονόμηση ενέργειας, λογισμικό TEE-KENAK.

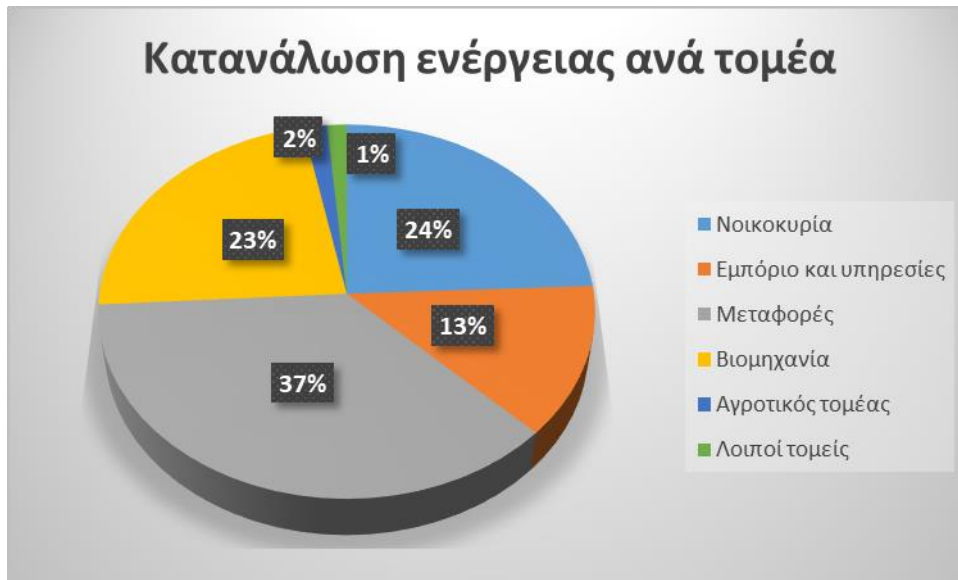
**Keywords:** energy inspection, energy upgrade, nearly zero energy buildings, energy saving, TEE-KENAK software.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1: Ενεργειακή πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η ρύπανση του περιβάλλοντος αποτελεί ένα παγκόσμιο φαινόμενο στην σύγχρονη κοινωνία, η οποία δημιουργείται από την σπάταλη χρήση των φυσικών πόρων. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) συμμερίζεται συνεχώς το πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο ενεργειακός τομέας και θεσπίζει ανάλογα νομοθετικά πλαίσια ώστε να ακολουθήσουν από κοινού όλα τα κράτη μέλη της. Το 2018 η Ε.Ε., όρισε μείωση κατά 32,5% τους ετήσιες κατανάλωσης ενέργειας έως το 2030. Ο κτηριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ε.Ε. και σε εθνικό επίπεδο το ποσοστό αυτό

ανέρχεται στο 43%. Ταυτόχρονα, ο κτηριακός τομέας διαθέτει τη μεγαλύτερη δυναμική ως προς την εξοικονόμησης ενέργειας.



Γράφημα 1: Κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα στην Ελλάδα (πηγή: [www.statistics.gr](http://www.statistics.gr))

## 1.2: Σχετικό νομοθετικό πλαίσιο

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, συνεχώς εκδίδει καινούργιες και αναθεωρημένες οδηγίες συμμόρφωσης όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση στον κτηριακό τομέα, και τα κράτη μέλη της είναι υπόχρεα να τους εντάξουν και να τους προσαρμόσουν στο νομοθετικό τους πλαίσιο. Οι πιο πρόσφατες οδηγίες είναι οι ακόλουθες:

- Οδηγία 2002/91, η οποία αφορά την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
- Οδηγία 2006/32, η οποία αφορά την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες.
- Οδηγία 2010/31, η οποία αφορά την αναδιτύπωση οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων.
- Οδηγία 2012/27. Η οποία αφορά την τροποποίηση προηγούμενων οδηγιών και την ενεργειακή απόδοση.

- Οδηγία 2018/844, η οποία αφορά την τροποποίηση των οδηγιών 2010/31 και 2012/27.

Βάσει αυτών το κάθε κράτος μέλος προσαρμόζει τις οδηγίες ανάλογα στο νομοθετικό του πλαίσιο. Σε εθνικό πλαίσιο αντίστοιχα εκδόθηκαν τα κάτωθι:

- 1980: Κανονισμός Θερμομόνωσης.
- 2000: Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ).
- 2008: Ν. 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και τις διατάξεις».
- 2008: Υ.Α. Δ6/Β/14826/2008 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα».
  
- 2010: Ν. 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και τις διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής».
  
- 2010: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ).
- 2010: Προεδρικό Διάταγμα Ενεργειακών Επιθεωρητών.
- 2010: Ν. 3855/2010 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και τις διατάξεις».
- 2013: Ν. 4122/2013 «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων – Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».
- 2017: ΔΕΠΕΑ/οικ.178581 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων».

Τέλος, το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος εξέδωσε τις Τεχνικές Οδηγίες ώστε να ακολουθείτε μια κοινή τεχνική και μελετητική πορεία από όλους. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται σωστή και τεχνικά εξελιγμένη υλοποίηση του έργου σε όλα τα στάδιά του με την ελάχιστη δυνατή πιθανότητα για σφάλματα. Στο Παράρτημα 8.1 αναφέρονται με χρονολογική σειρά οι Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος που έχουν εκδοθεί όλο αυτό το διάστημα.

Βάσει αυτών των οδηγιών και των βιβλιογραφικών πηγών που αναφέρονται παρακάτω έγινε η εκπόνηση τους παρούσας εργασίας.

### **1.3: Ενεργειακή αναβάθμιση κτηρίου**

Οι ανάγκες που έχουν δημιουργηθεί στην σύγχρονη κοινωνία, για την καλύτερη διαβίωση των ανθρώπων, απαιτούν ολοένα και περισσότερη ενέργεια. Αυτό όμως, απορρέει σε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας, μεγαλύτερες οικονομικές δαπάνες και την επιβάρυνση του περιβάλλοντος με περισσότερους ρύπους λόγω της καταναλισκόμενης ενέργειας. Για

την αποφυγή των προαναφερθέντων, μέσω κατάλληλων επεμβάσεων, δίνετε η δυνατότητα αναβάθμισης του ενεργειακού αποτυπώματος των κτηρίων.

Για να πραγματοποιηθεί σωστά η ενεργειακή αναβάθμιση τους κτηρίου απαιτούνται τα εξής βήματα:

- Αυτοψία και αποτύπωση του κτηρίου από τον μελετητή.
- Εκπόνηση ενεργειακής μελέτης βάσει των αναγκών του κτηρίου.
- Κοστολόγηση και παρουσίαση των πακέτων επεμβάσεων.
- Υλοποίηση του πακέτου επεμβάσεων που κρίθηκε κατάλληλο.

Οι σύνηθες επεμβάσεις που μπορεί να υποστεί ο κτηριακός τομέας για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι οι ακόλουθες:

- **Θερμομόνωση κελύφους-δώματος:** Χρησιμοποιούνται κατάλληλα θερμομονωτικά υλικά, τα οποία τοποθετούνται συνήθως εξωτερικά του κτηρίου, προστατεύοντας τα δομικά στοιχεία από καιρικά φαινόμενα και φθορές που μπορούν να δημιουργηθούν, επιτυγχάνοντας παράλληλα την μείωση θερμικών απωλειών. Συνήθως τα θερμομονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται είναι η διογκωμένη πολυστερίνη, η εξηλασμένη πολυστερίνη και το ασφαλτόπανο.
- **Ενεργειακά κουφώματα:** Τα πιστοποιημένα ενεργειακά κουφώματα ελαχιστοποιούν τις θερμικές απώλειες ανάμεσα του εσωτερικού χώρου με τον περιβάλλοντα χώρο. Επίσης, μειώνεται η διείσδυση του αέρα που εισέρχεται στο κτήριο από το εξωτερικό περιβάλλον με αποτέλεσμα την διατήρηση επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας. Τα κουφώματα παράγονται είτε από αλουμίνιο είτε από συνθετικά υλικά και διαθέτουν υαλοπίνακες με διπλή, τριπλή ή και τους διατάξεις.
- **Αναβάθμιση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού:** Ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του κτηρίου αποτελείται από το σύστημα θέρμανσης, το σύστημα ψύξης-κλιματισμού, τον φωτισμό, τον μηχανικό αερισμό, τους αυτοματισμούς του κτηρίου και τις ηλεκτρικές συσκευές. Επιλέγοντας τα κατάλληλα και τεχνολογικά εξελιγμένα συστήματα σε σχέση με τις ανάγκες του κτηρίου, επιτυγχάνεται το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα με την μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας.
- **Χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ):** Οι ΑΠΕ είναι μορφές ενέργειας οι οποίες προέρχονται από φυσικές διαδικασίες, εκμεταλλευόμενες για την φυσική τους ροή. Η γεωθερμία, τα αιολικά συστήματα, τα ηλιακά συστήματα, είτε για θέρμανση είτε για παραγωγή ενέργειας, κ.α. αποτελούν μορφές ΑΠΕ. Το τελευταίο διάστημα υπάρχει αύξηση στην χρήση ΑΠΕ στον κτηριακό τομέα, οι οποίες μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας, χωρίς να επηρεάζουν την λειτουργικότητα των κτηρίων.

Με τον συνδυασμό των προαναφερθέντων δίνετε η δυνατότητα δημιουργίας κτηρίων σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB), τα οποία διατηρούν την λειτουργικότητά τους με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας.

#### **1.4: Επισκόπηση εργασίας**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αρχικά περιγράφεται η υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου που μελετάται. Στην συνέχεια, υπολογίζεται η ενεργειακή κλάση του κτηρίου και διενεργούνται σενάρια παρεμβάσεων με σκοπό την επίτευξη ανώτερης ενεργειακής κλάσης βάσει τους ισχύοντες νόμους και κανονισμούς την δεδομένη στιγμή. Τέλος, παρατίθενται η τεchnοοικονομική μελέτη και επιλέγεται το κατάλληλο σενάριο παρεμβάσεων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟ ΚΤΗΡΙΟ**

### **2.1: Αντικείμενο της εργασίας**

Το αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας αφορά την ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενου δημόσιου κτιρίου. Το πεδίο αυτό είναι πολύπλευρο καθώς η ενεργειακή αναβάθμιση σχετίζεται με έννοιες όπως η θερμομόνωση κτιρίων, η χρήση ΑΠΕ και με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις το κτηρίου. Διατίθεται μεγάλος όγκος βιβλιογραφίας πάνω σε αυτό το αντικείμενο, οπότε η απορρόφηση των απαραίτητων πληροφοριών αξιοποιήθηκαν για την συγγραφή της διπλωματικής εργασίας.

### **2.2: Σκοπός της εργασίας**

Η διπλωματική εργασία αποσκοπεί στην εκπόνηση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης του υφιστάμενου δημόσιου κτηρίου. Παράλληλα, ζητείτε η αποτύπωση του κτηρίου ώστε να



εντοπιστούν τυχόν διαφοροποιήσεις με τα αρχιτεκτονικά σχέδια του μελετητή. Έπειτα, από την αυτοψία που πραγματοποιήθηκε στο υπό μελέτη κτήριο, καταγράφηκαν οι απαραίτητες μετρήσεις και στοιχεία που είναι εφικτά, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την σωστή σύνταξη της μελέτης. Τέλος, θα παρουσιαστεί τεχνοοικονομική μελέτη βάση των σεναρίων αναβάθμισης ώστε να αναδείξει το καλύτερο σενάριο σε σχέση ποιότητας/τιμής. Το κτήριο που μελετάται είναι το 1<sup>ο</sup> γυμνάσιο στην περιοχή του Αιγάλεω, Αττικής.

### **2.3: Μεθοδολογία προσέγγισης**

Η μεθοδολογική προσέγγιση της ενεργειακής αναβάθμισης του 1<sup>ου</sup> Γυμνασίου στο Αιγάλεω ακολούθησε τα εξής βήματα:

Αρχικά συλλέχθηκαν πρωτογενή στοιχεία από τις αρμόδιες υπηρεσίες, τα οποία αποτελούν τα αρχιτεκτονικά σχέδια και το διάγραμμα κάλυψης του υπό μελέτη κτηρίου. Στη συνέχεια, έγινε αυτοψία του κτηρίου, καταγράφηκαν όλα τα απαραίτητα δεδομένα, όπως τα δομικά στοιχεία του κτηρίου, οι ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις και οι αποστάσεις του κτηρίου με συνορεύοντα κτήρια. Επιπλέον, διενεργήθηκαν μετρήσεις γεωμετρικής φύσεως ώστε να επαληθευτούν τα υπάρχοντα αρχιτεκτονικά σχέδια.

Έπειτα, έγινε αποτύπωση της υφιστάμενης εγκατάστασης, βάσει τις μετρήσεις που ελήφθησαν, ώστε να διερευνηθεί η εγκυρότητα των αρχιτεκτονικών σχεδίων. Αναζητήθηκαν συμπληρωματικά δεδομένα που αφορούν το κτήριο για την απόκτηση ολοκληρωμένης άποψης και συζητήθηκαν οι ανάγκες και οι απαιτήσεις που έχει ο ιδιοκτήτης από αυτό.

Στη συνέχεια, εισήχθησαν τα απαραίτητα δεδομένα στο λογισμικό του TEE-KENAK, με αποτέλεσμα την εκτενή ανάλυση των καταναλώσεων πρωτογενούς ενέργειας και της ενεργειακής κλάσης του κτηρίου.

Τέλος, πραγματοποιήθηκαν διάφορα σενάρια επεμβάσεων με ανάλυση του κόστους αρχικής επένδυσης, τα οποία μπορούν να υλοποιηθούν και ανταποκρίνονται στις ανάγκες της παρούσας εγκατάστασης ώστε να μειωθεί το ενεργειακό αποτύπωμα του κτηρίου.

### **2.4: Περιγραφή κτηρίου**

Το κτήριο υπό μελέτη είναι το 1<sup>ο</sup> γυμνάσιο στο Αιγάλεω στην Αττική, το οποίο κατασκευάστηκε το 1978, και περικλείεται από τις οδούς Θηβών 380, Κωνσταντινουπόλεως 14-18, Ανδριανουπόλεως 12 και Μοσχονησίων 23-29. Αυτό αποδεικνύει ότι το κτήριο στερείται από θερμομονωτική προστασία, καθώς το 1979 εφαρμόστηκε για πρώτη φορά ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων. Στις 07.09.1999 σημειώθηκε σεισμός μεγέθους 5,9 της κλίμακας Ρίχτερ, γνωστός και ως «σεισμός της Πάρνηθας», και προκάλεσε βλάβες, τέτοιες ώστε να τεθεί εκτός λειτουργίας μέρος του κτηριακού συγκροτήματος. Ως πεδίο μελέτης ορίζεται η προσθήκη στο κτηριακό συγκρότημα, το οποίο συνορεύει με την οδό Κωνσταντινουπόλεως και αποτελείται από υπόγειο, ισόγειο και έναν όροφο. Τα

αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου αποκτήθηκαν από την αρμόδια τεχνική υπηρεσία του δήμου Αιγάλεω. Έπειτα από την αυτοψία και την μελέτη που πραγματοποιήθηκε, παρατίθενται τα εξής:

Το ως προς μελέτη κτήριο καταλαμβάνει εμβαδόν  $960 \text{ m}^2$  και όγκο  $6980 \text{ m}^3$ . Ο προσανατολισμός του κτηρίου είναι ο εξής:

- Βόρεια:  $350^\circ$
- Ανατολικά:  $80^\circ$
- Νότια:  $170^\circ$
- Δυτικά:  $260^\circ$



Εικόνα 1: Αεροφωτογραφία κτηριακού συγκροτήματος (πηγή: Google Earth)



Εικόνα 2: Αεροφωτογραφία κτηρίου υπό μελέτη (πηγή: Google Earth)

Όπως φαίνεται και στις παραπάνω εικόνες, το κτήριο από την ανατολική και νότια πλευρά του περικλείεται από άλλα κτίσματα, ενώ από την βόρεια και δυτική πλευρά δεν συνορεύει με κάποιο κτίσμα. Πιο συγκεκριμένα, οι αποστάσεις των κτηρίων με το κτήριο υπό μελέτη είναι οι εξής:

- Απόσταση συνορεύων κτηρίων από την ανατολική πλευρά: 9,00 μέτρα
- Απόσταση συνορεύων κτηρίων από την νότια πλευρά: 13,00 μέτρα.
- Απόσταση συνορεύων κτηρίων από την δυτική πλευρά: 25,00 μέτρα.
- Απόσταση συνορεύων κτηρίων από την βόρεια πλευρά: μέρος του κτηρίου εφάπτεται με άλλο κτήριο, ενώ το υπόλοιπο είναι εκτεθειμένο.



Εικόνα 3: Άποψη από την ανατολική όψη (πηγή: φωτογραφικό υλικό)



Εικόνα 4: Άποψη από την νότια όψη (πηγή: φωτογραφικό υλικό)



Εικόνα 5: Άποψη από την δυτική όψη (πηγή: φωτογραφικό υλικό)



Εικόνα 6: Άποψη από την βόρεια όψη (πηγή: φωτογραφικό υλικό)



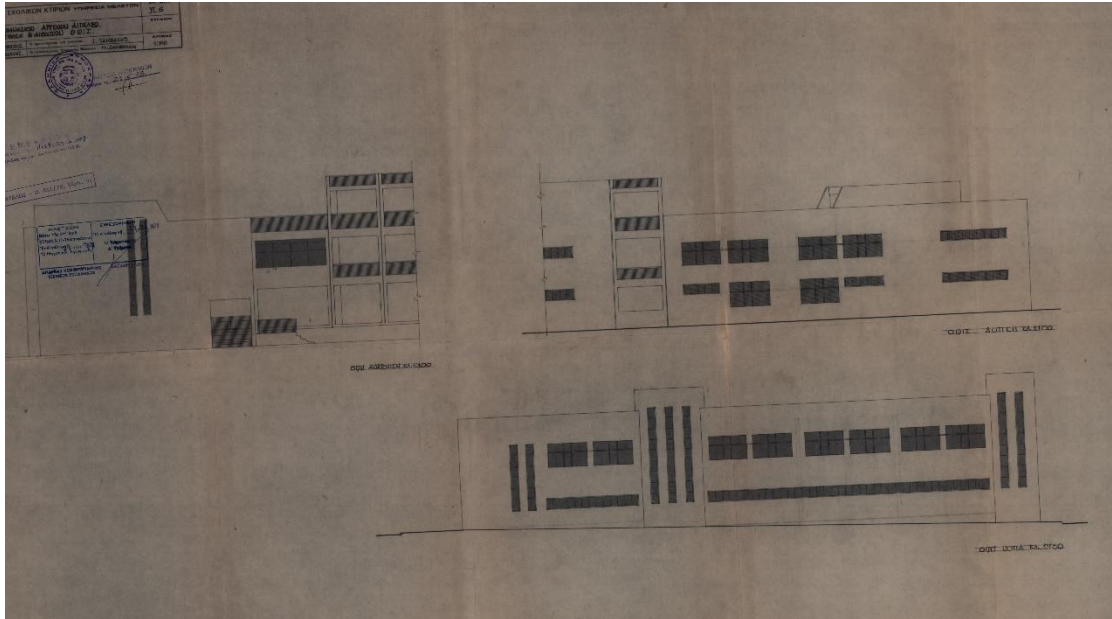
Εικόνα 7: Κουφώματα υφιστάμενου κτηρίου (πηγή: φωτογραφικό υλικό)

Στο εξεταζόμενο κτήριο καταγράφηκαν τα εξής στοιχεία:

- Δεν έχει θερμομονωτικά υλικά στις αδιαφανείς του επιφάνειες.
- Τα παράθυρα είναι μεταλλικά συρόμενα χωρίς θερμοδιακοπή και με μονό υαλοπίνακα.
- Μεταλλικές θύρες.
- Λαμπτήρες φθορισμού 36W.
- Λέβητα πετρελαίου 225000 kcal/h.
- Καυστήρας πετρελαίου 25-30 kg/h.

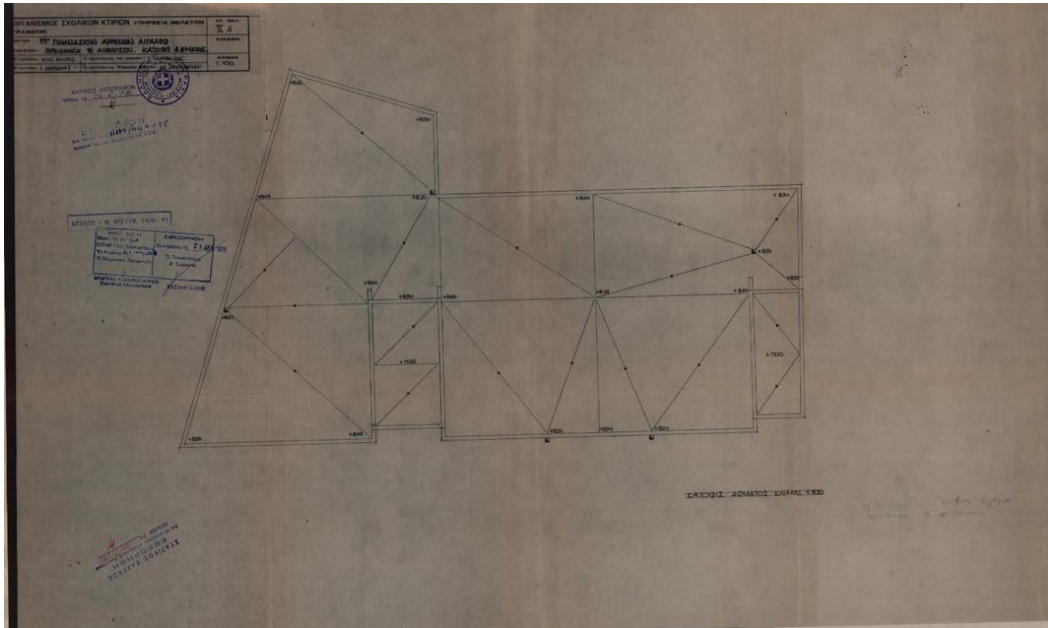
## 2.5: Σχεδίαση υφιστάμενου κτηρίου

Ελήφθησαν όλες οι απαραίτητες μετρήσεις ώστε να υλοποιηθεί η μελέτη, να συγκριθούν και να διορθωθούν τα ήδη υπάρχοντα σχέδια και να αποτυπωθεί το κτήριο όπως ακριβώς είναι στην πραγματικότητα. Παρακάτω, παρουσιάζονται τα υπάρχοντα αρχιτεκτονικά σχέδια από την αρμόδια υπηρεσία του δήμου Αιγάλεω.

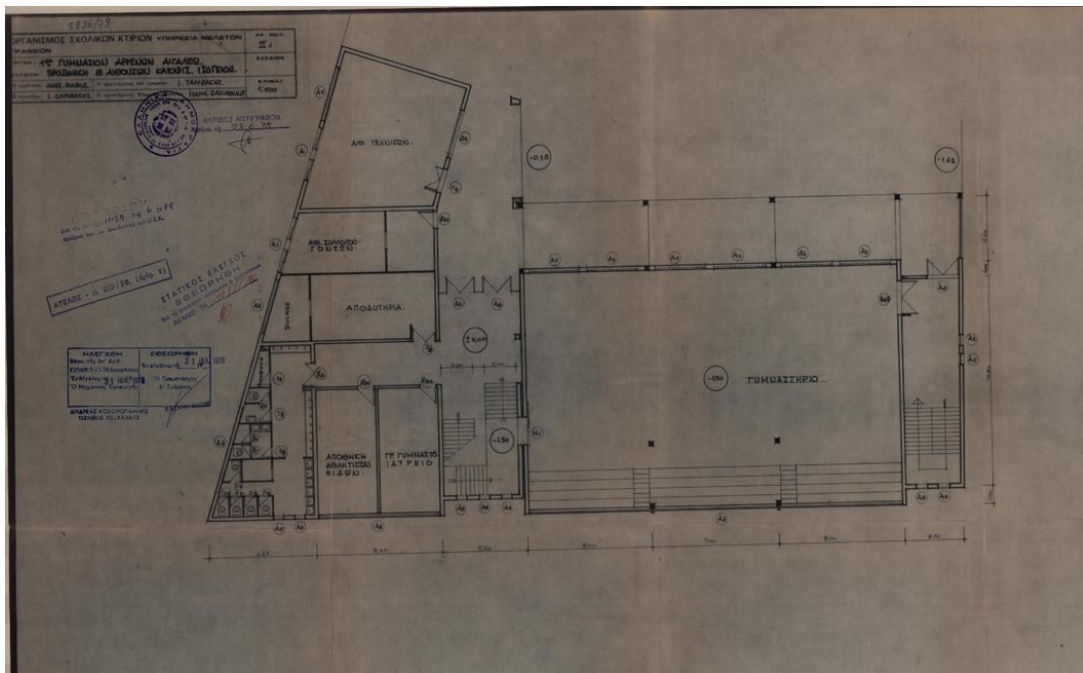


Εικόνα 8: Πλάγιες όψεις (πηγή: τεχνική υπηρεσία δήμου Αιγάλεω)

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

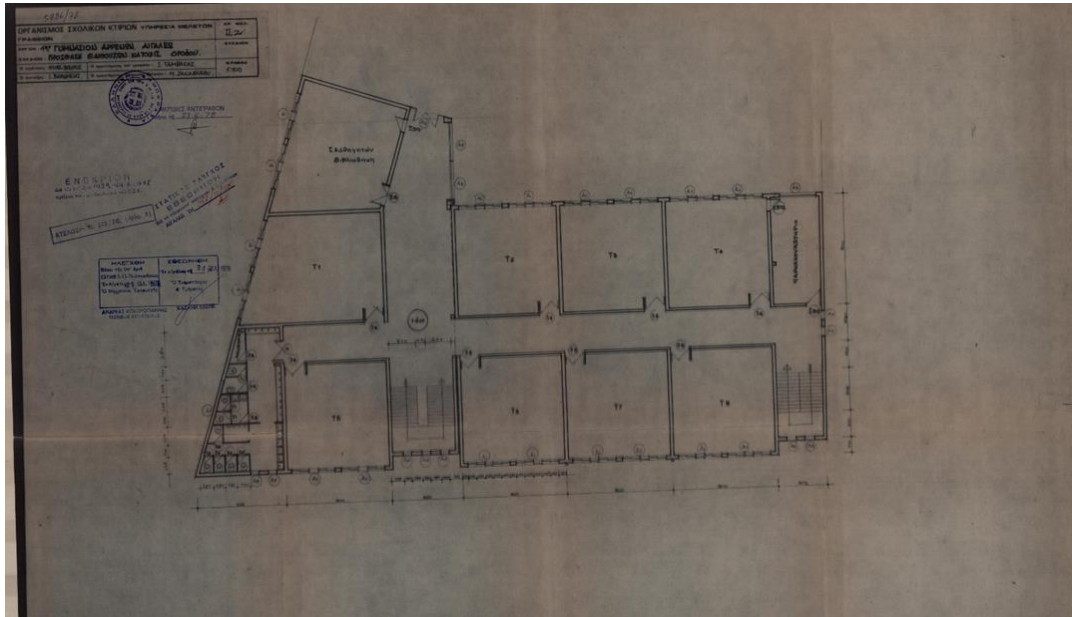


Εικόνα 9: Κάτοψη δώματος (πηγή: τεχνική υπηρεσία δήμου Αιγάλεω)

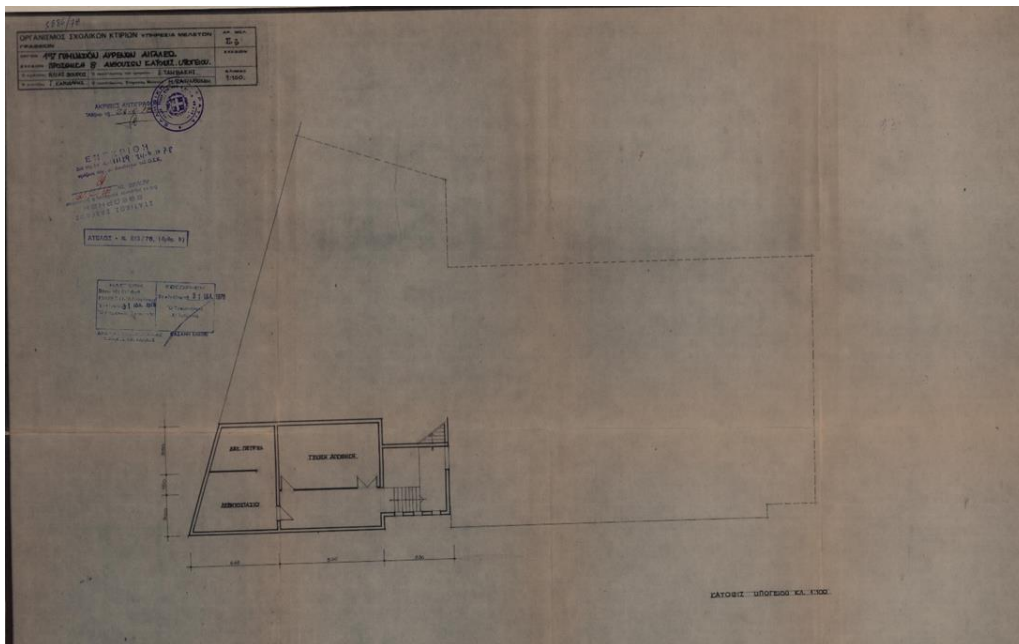


Εικόνα 10: Κάτοψη ισόγειου (πηγή: τεχνική υπηρεσία δήμου Αιγάλεω)

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ



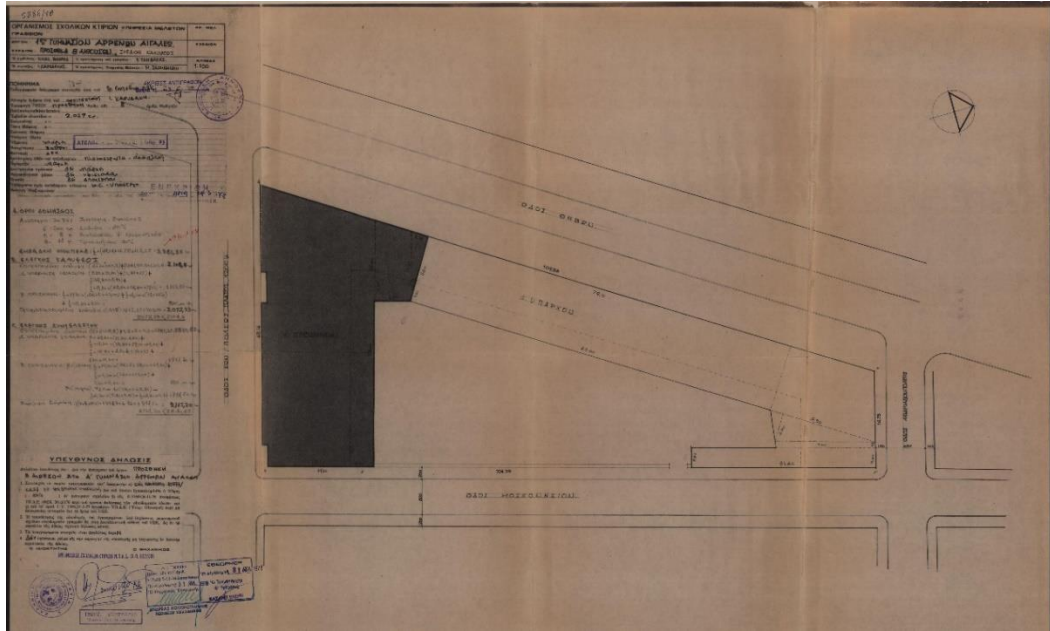
Εικόνα 11: Κάτοψη ορόφου (πηγή: τεχνική υπηρεσία δήμου Αιγάλεω)



Εικόνα 12: Κάτοψη υπογείου (πηγή: τεχνική υπηρεσία δήμου Αιγάλεω)



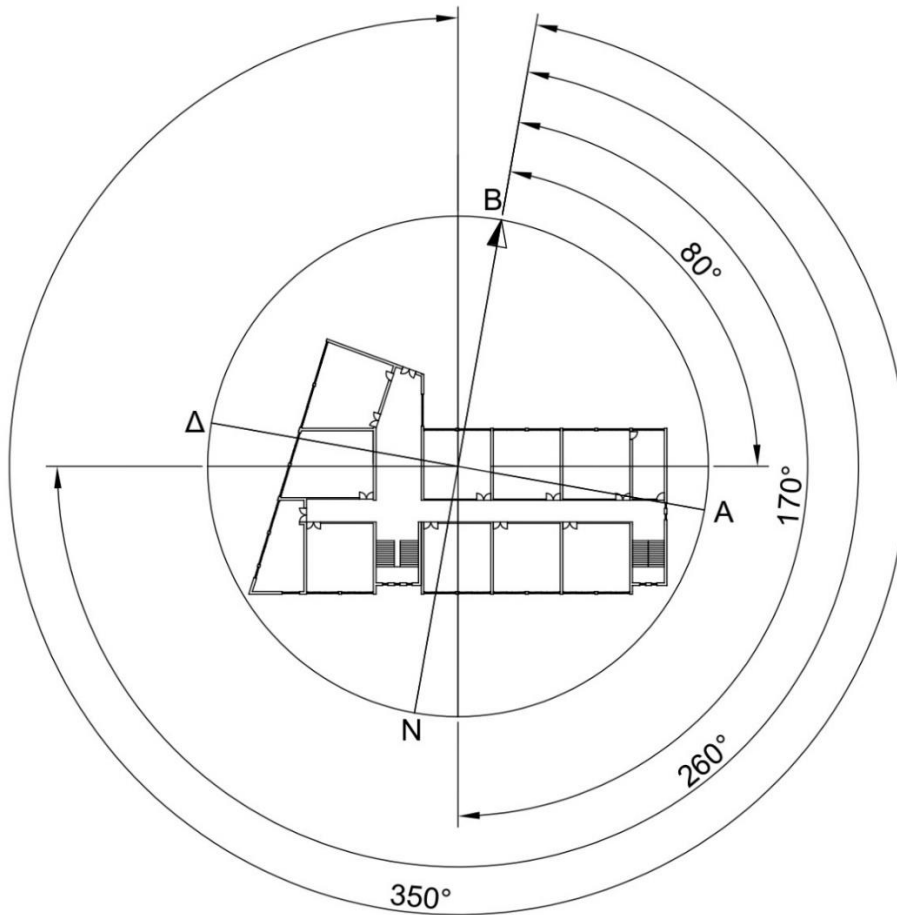
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ



Εικόνα 13: Διάγραμμα κάλυψης (πηγή: τεχνική υπηρεσία δήμου Αιγάλεω)

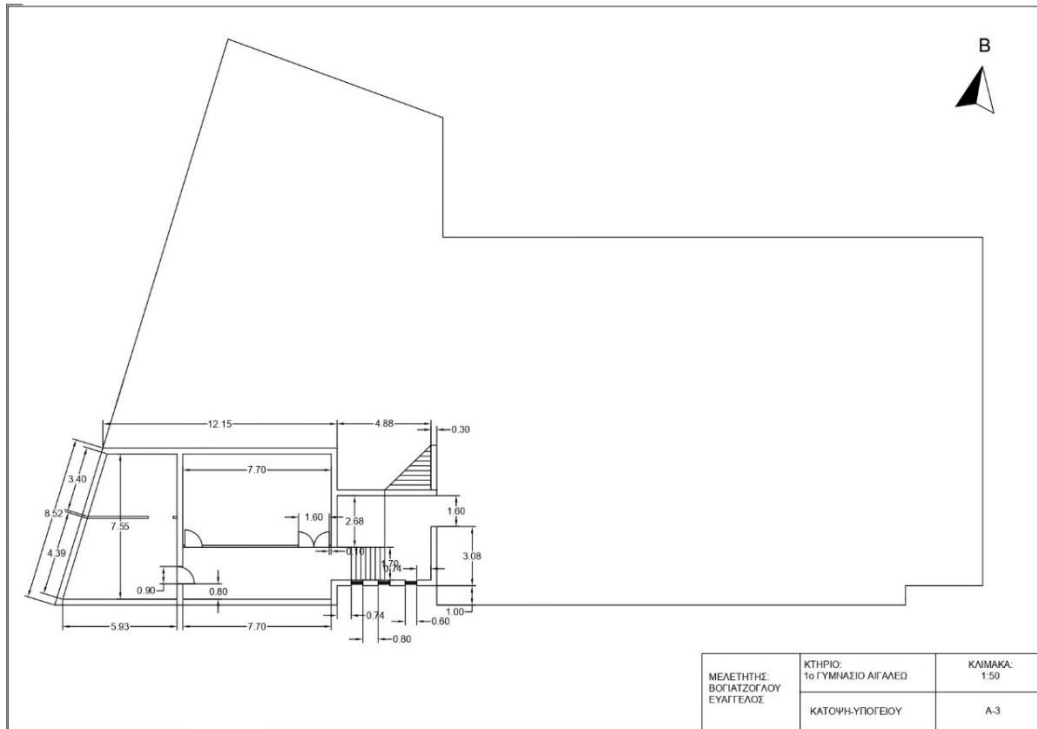
Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω αρχιτεκτονικά σχέδια και τις μετρήσεις που ελήφθησαν, αποτυπώθηκε, στο σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCad της εταιρίας Autodesk το κτήριο στην πραγματική του μορφή. Παρακάτω ακολουθούν το διάγραμμα προσανατολισμού, τα αρχιτεκτονικά σχέδια και τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου.

## Διάγραμμα Προσανατολισμού

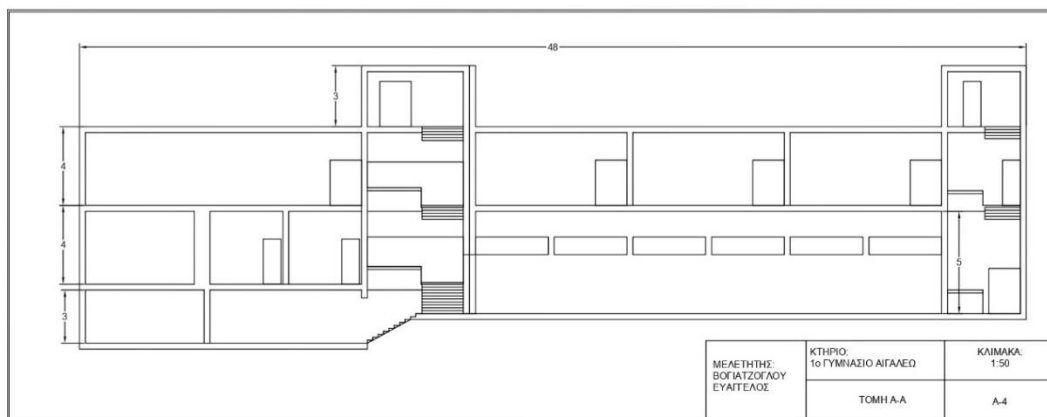


Εικόνα 14: Διάγραμμα προσανατολισμού κτηρίου



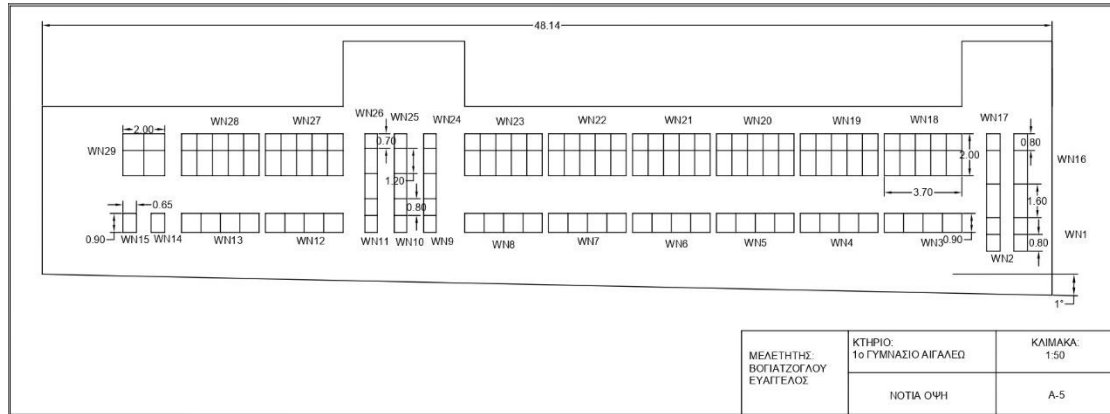


Εικόνα 17: Κάτοψη υπογείου

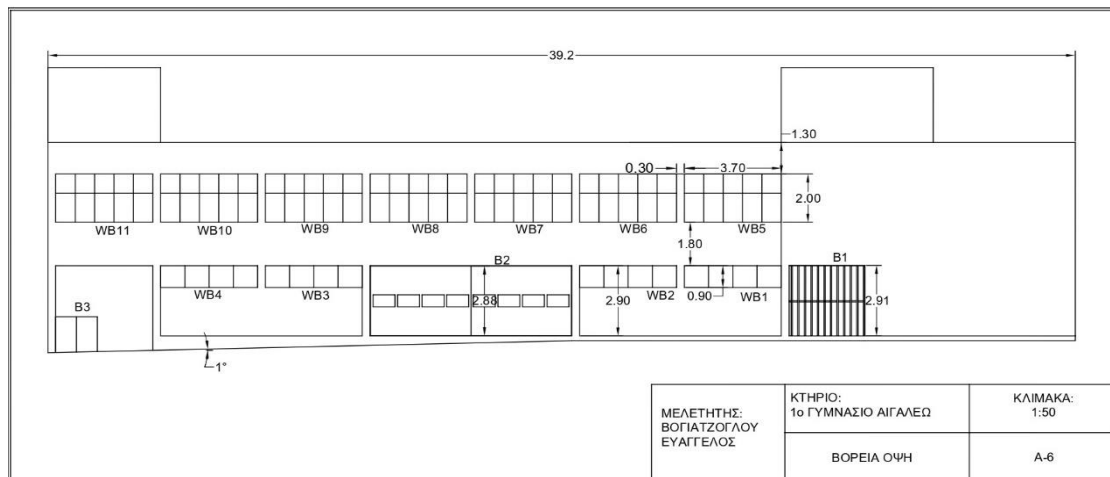


Εικόνα 18: Κάθετη τομή

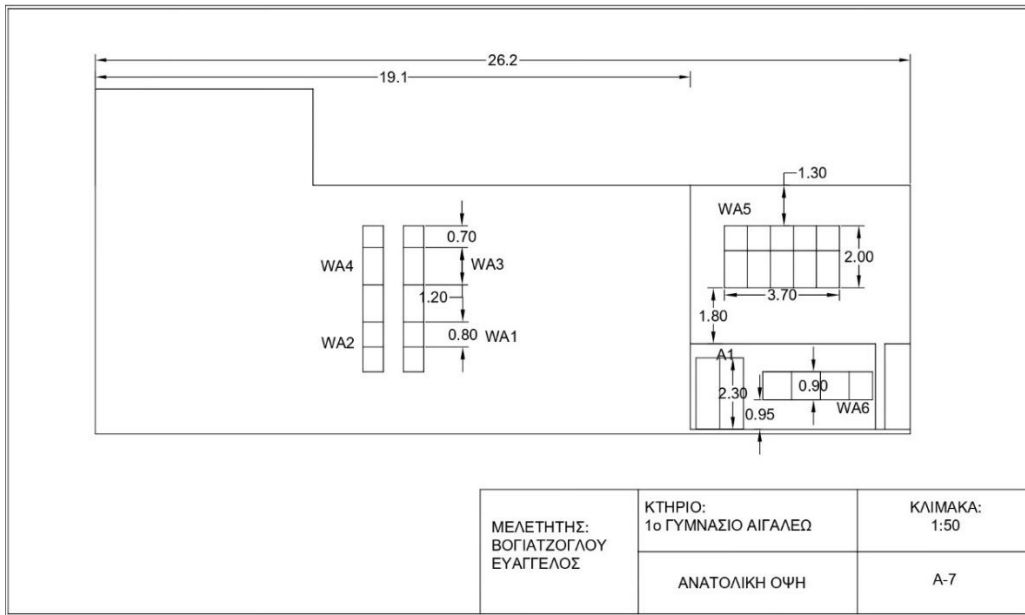
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ



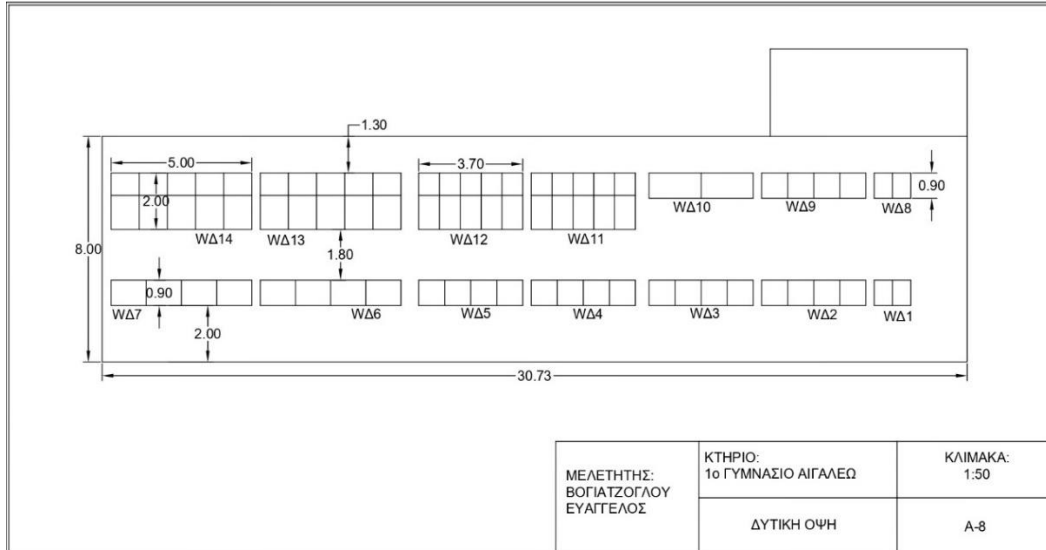
Εικόνα 19: Νότια όψη



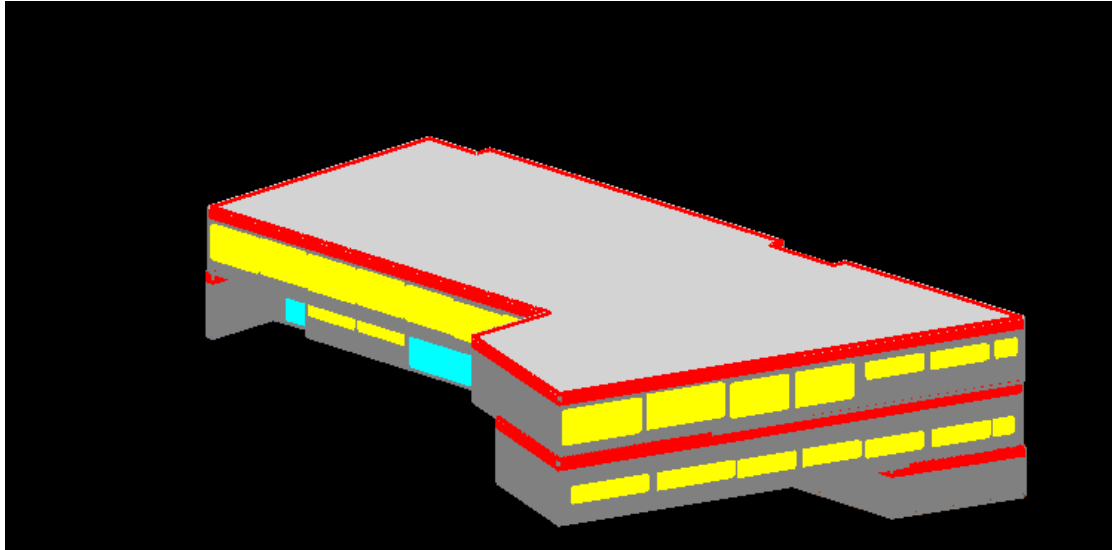
Εικόνα 20: Βόρεια όψη



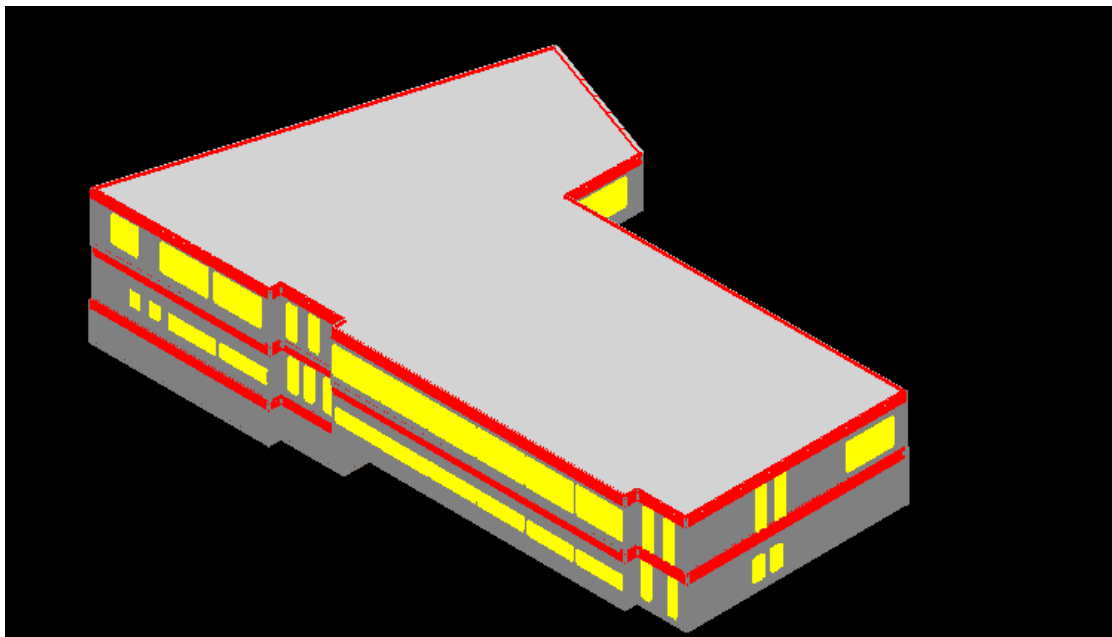
Εικόνα 21: Ανατολική όψη



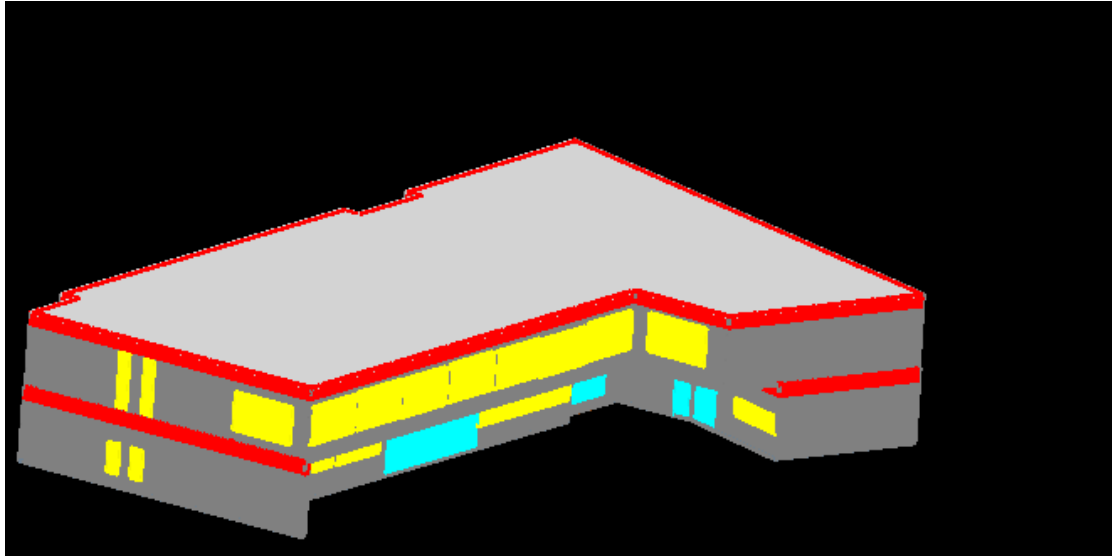
Εικόνα 22: Δυτική όψη



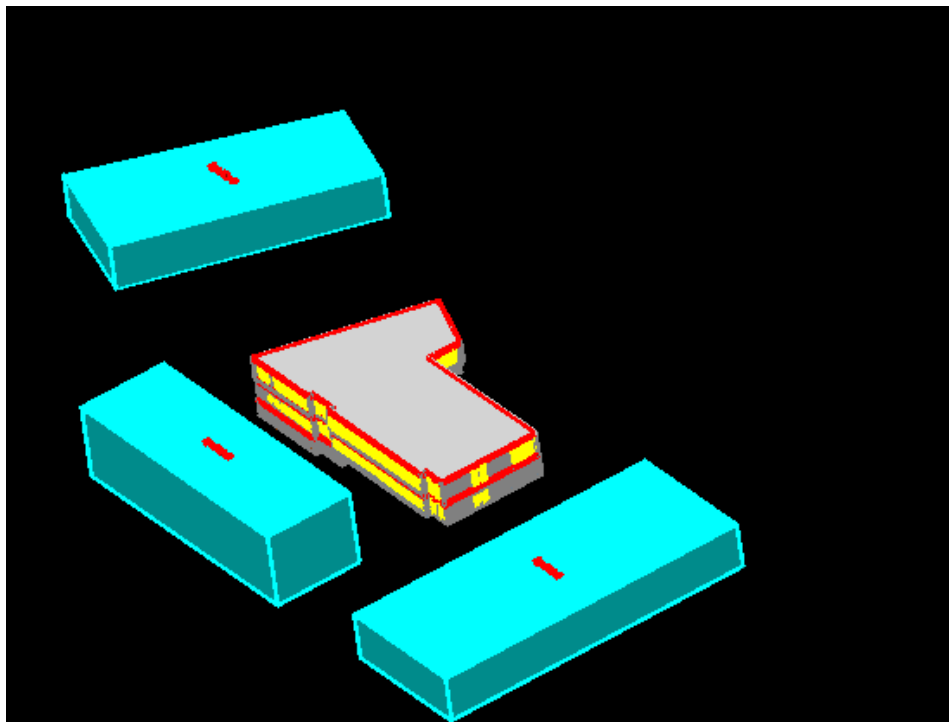
Εικόνα 23: Τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου



Εικόνα 24: Τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου

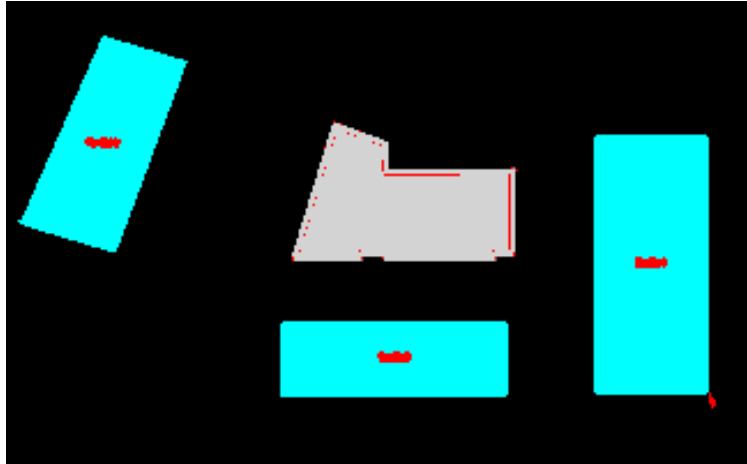


Εικόνα 25: Τρισδιάστατη απεικόνιση του κτηρίου



Εικόνα 26: Τρισδιάστατη απεικόνιση του περιβάλλοντα χώρου





Εικόνα 27: Κάτοψη περιβάλλοντα χώρου

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την αποτύπωση είναι ότι στην δυτική όψη, το πραγματικό κτήριο σε σχέση με τα ήδη υπάρχοντα αρχιτεκτονικά σχέδια του μηχανικού διαφοροποιούνται ως προς το πλήθος των παραθύρων, κατά 4 περισσότερα, και επιπλέον διαθέτουν διαφορετικές διαστάσεις.

## 2.6: Συνθήκες λειτουργίας υφιστάμενου κτηρίου

### 2.6.1: Θερμικές ζώνες κτηρίου

Βάσει την οδηγία ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 και συγκεκριμένα στην παράγραφο 3.2 «Καθορισμός θερμικών ζωνών κτηρίου», το υφιστάμενο κτήριο αποτελείται από το ισόγειο και τον 1<sup>ο</sup> όροφο τα οποία ανήκουν σε μια θερμική ζώνη και από το υπόγειο το οποίο αποτελεί μη θερμαινόμενο χώρο (ΜΟΧ).

### 2.6.2: Κλιματικά δεδομένα

Βάσει τον πίνακα 1.4 της παραγράφου 2.2 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 το κτήριο ανήκει στην **κλιματική ζώνη Β**, διότι το υπό μελέτη κτήριο ανήκει στον νομό Αττικής.

### 2.6.3: Περίοδος και ώρες λειτουργίας κτηρίου

Βάσει τον Πίνακα 2.1 στην παράγραφο 3.3 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017, το κτήριο ανήκει στην κατηγορία της πρωτοβάθμιας/δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με **πενθήμερη οχτάωρη** λειτουργία από τον **Σεπτέμβριο** έως και τον **Μάιο**.

#### **2.6.4: Επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες τους χώρους του κτηρίου**

Βάσει των Πινάκων 2.2 και 2.3 στην παράγραφο 3.4 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία για τους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου κατά την χειμερινή περίοδο είναι **20°C** και **35%** ενώ για την θερινή περίοδο είναι **26°C** και **45%** αντίστοιχα. Ο απαιτούμενος νωπός αέρας για τα κτήρια που ανήκουν στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση λαμβάνει την τιμή των **11,00 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>** για τις αίθουσες διδασκαλίας, **2,60 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>** για τους διαδρόμους και τους βοηθητικούς χώρους, **22,5 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>** για τις αίθουσες πολλαπλών χρήσεων και **3,00 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>** για τα γραφεία.

#### **2.6.5: Στάθμη φωτισμού**

Με γνώμονα τον Πίνακα 2.4 τις παραγράφου 2.4.4 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 αναφέρεται ως στάθμη φωτισμού τα **300lx**, σε επίπεδο αναφοράς μέτρησης **0,8m**, με δείκτη θάμβωσης UGR **19** και ομοιομορφία φωτισμού  $U_0$  ίσο με **0,6**, ώστε να διασφαλίζεται στους χρήστες των χώρων η οπτική άνεση.

#### **2.6.6: Ζεστό νερό χρήσης**

Βάσει τον Πίνακα 2.5 της παραγράφου 3.5 στην ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017, δεν προβλέπεται ζεστό νερό χρήσης στα κτήρια τους δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

#### **2.7: Αδιαφανή δομικά στοιχεία**

Για να οριστεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων, πρέπει πρώτα να καταταχθεί με βάση την οικοδομική άδεια του εξεταζόμενου κτηρίου, τις κατηγορίες που αναφέρονται στην ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 παράγραφος 4.2.2. Το υπό μελέτη κτήριο ανήκει στην 1<sup>η</sup> κατηγορία καθώς η έκδοση της οικοδομικής άδειας πραγματοποιήθηκε πριν το 1979, που δεν είχε δημιουργηθεί ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων. Επειδή δεν διαθέτει ουδεμία πρόνοια θερμομονωτικής προστασίας στο κτήριο, ο συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων θα θεωρηθούν οι ανάλογες τιμές του Πίνακα 3.5<sup>α</sup> και 3.5<sup>β</sup>. Συγκεκριμένα:

- Φέρων οργανισμός: **3,4 W/m<sup>2</sup>·K**.
- Εξωτερικός τοίχος: **2,2 W/m<sup>2</sup>·K**.
- Οροφή: **3,05 W/m<sup>2</sup>·K**.
- Δάπεδο: **2,75 W/m<sup>2</sup>·K**.
- Δάπεδο σε επαφή με ΜΘΧ: **2,0 W/m<sup>2</sup>·K**.

## **2.8: Διαφανή δομικά στοιχεία**

Όλα τα κουφώματα του κτηρίου που καταγράφηκαν διέθεταν μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή, μονό υαλοπίνακα και χωρίς προστατευτικά εξωτερικά ρολλά. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου βάσει του Πίνακα 3.13α της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 παράγραφος 4.2.3.6, αντιστοιχεί με **U<sub>w</sub>=6,1 W/(m<sup>2</sup>\*K)** για τα παράθυρα και **U<sub>w</sub>=6,0 W/(m<sup>2</sup>\*K)** για τις πόρτες.

## **2.9: Ανηγγμένη θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων**

Βάσει την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 παράγραφος 4.2.4 και Πίνακα 3.14, τα δομικά στοιχεία του κτηρίου λόγω έλλειψης θερμομονωτικής προστασίας κατατάσσονται στην **κατηγορία 5**, καθώς αποτελούνται από φέρων οργανισμό κατασκευασμένο από σκυρόδεμα και διάτρητες οπτόπλινθους ως υλικό πλήρωσης, οπότε η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα ισούται με **280 KJ/(m<sup>2</sup>\*K)**.

## **2.10: Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας**

Βάσει την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 παράγραφος 4.2.5 και Πίνακα 3.15, ο συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας ισούται με **0,60**, καθώς τα δομικά στοιχεία κατακόρυφου προσανατολισμού διαθέτουν επίχρυσμα μέτριας απόχρωσης.

## **2.11: Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία**

Βάσει την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 παράγραφος 4.2.6 και Πίνακα 3.16, ο συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας ισούται με **0,80**, διότι οι επιφάνειες είναι κατασκευασμένες από σύνηθες δομικό υλικό.

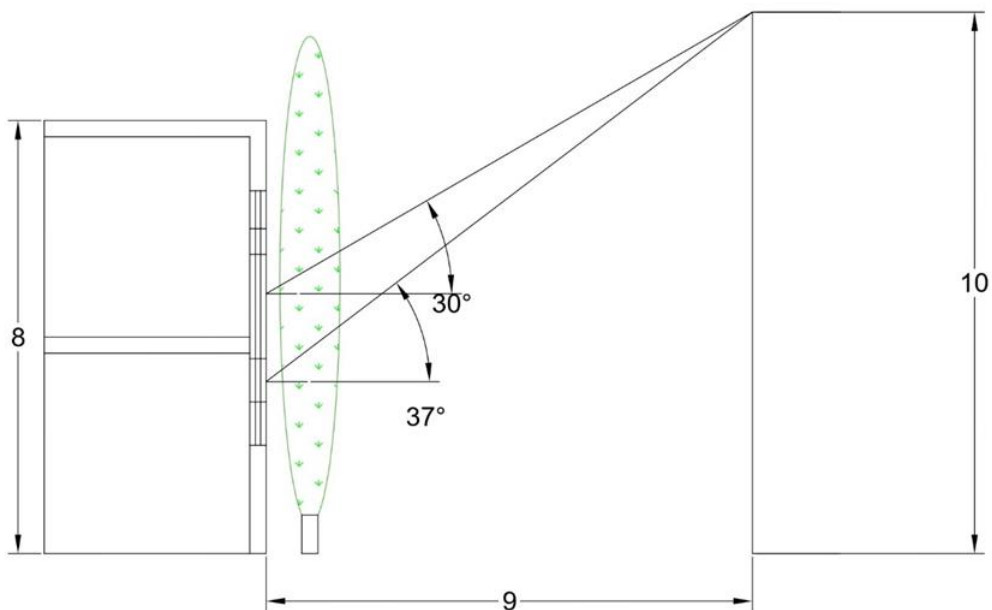
## 2.12: Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων

Βάσει την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 παράγραφος 4.2.6 και Πίνακα 3.18, ο συντελεστής διαπερατότητας των κουφωμάτων ισούται με **0,54**, διότι δεν υπήρχαν τα απαραίτητα στοιχεία για τον υπολογισμό του.

## 2.13: Συντελεστές Σκίασης

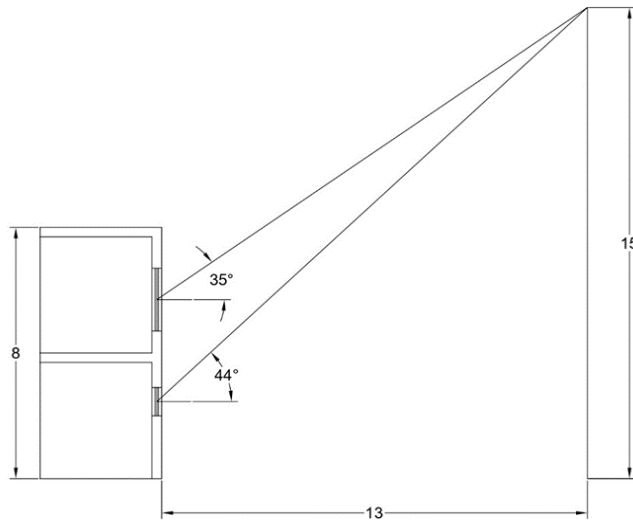
Βάσει την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 παράγραφος 4.3 και Πίνακες 3.19, 3.20, 3.21α και 3.21β παρουσιάζονται παρακάτω οι συντελεστές σκίασης ανάλογα τον προσανατολισμό του κτηρίου.

Από την ανατολική πλευρά, το κτήριο απέχει απόσταση 9,00 μέτρων από κτήριο ύψους 10,00 μέτρων, αλλά στο κάθετο δομικό στοιχείο εφάπτεται με δέντρα τα οποία σκιάζουν πλήρως την ανατολική πλευρά, οπότε οι συντελεστές σκίασης  $F_{hor}$ ,  $F_{on}$  και  $F_{fin}$  λαμβάνουν τις ανάλογες τιμές των πινάκων.



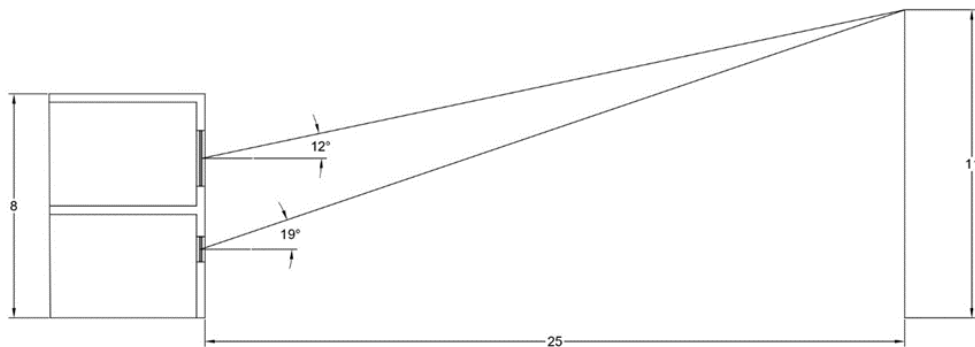
Εικόνα 28: Σκαρίφημα σκιάσεων οριζοντα  $F_{hor}$  από την ανατολική όψη

Από την νότια πλευρά, το κτήριο απέχει 13,00 μέτρα από κτήριο ύψους 15 μέτρων, οπότε οι συντελεστές σκίασης  $F_{hor}$ ,  $F_{on}$  και  $F_{fin}$  λαμβάνουν τις ανάλογες τιμές των πινάκων.



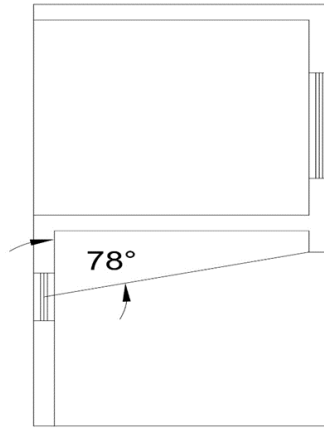
Εικόνα 29: Σκαρίφημα σκιάσεων ορίζοντα  $F_{hor}$  από την νότια όψη

Από την δυτική πλευρά, το κτήριο απέχει 25,00 μέτρα από κτήριο ύψους 11,00 μέτρων, οπότε οι συντελεστές σκίασης  $F_{hor}$ ,  $F_{on}$  και  $F_{fin}$  λαμβάνουν τις ανάλογες τιμές των πινάκων.

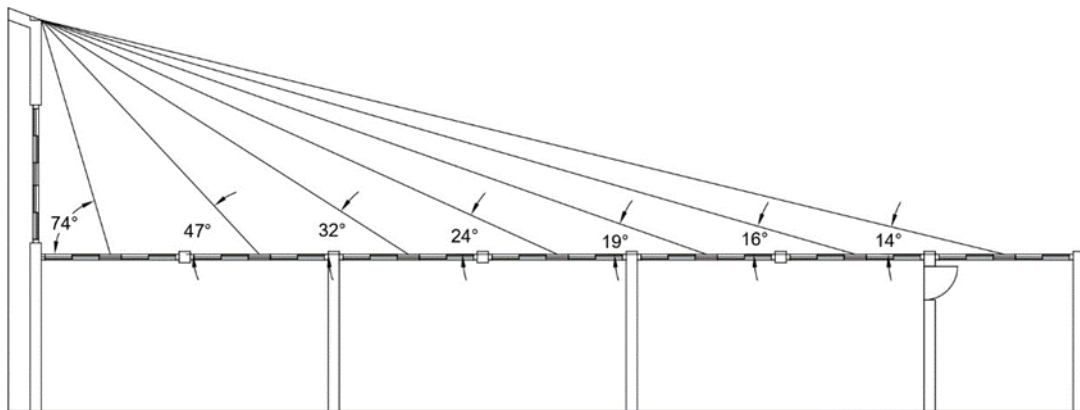


Εικόνα 30: Σκαρίφημα σκιάσεων ορίζοντα  $F_{hor}$  από την δυτική όψη

Από την βόρεια πλευρά, ένα μέρος του κτηρίου εφάπτεται με άλλο κτίσμα του κτηριακού συγκροτήματος και το υπόλοιπο μέρος είναι πλήρως εκτεθειμένο οπότε οι συντελεστές σκίασης  $F_{hor}$ ,  $F_{ov}$  και  $F_{fin}$  λαμβάνουν τις ανάλογες τιμές των πινάκων.



Εικόνα 31: Σκαρίφημα σκιάσεων από προβόλους  $F_{ov}$  από την βόρεια όψη



Εικόνα 32: Σκαρίφημα σκιάσεων από πλευρικές εξοχές  $F_{fin}$  από την βόρεια πλευρά

### 2.14: Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας

Για τον υπολογισμό του αέρα που εισέρχεται από τα κενά τα οποία δημιουργούνται στα κουφώματα λαμβάνεται υπόψη ο ανάλογος συντελεστής του Πίνακα 3.24 της παραγράφου 4.4.2 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 και πολλαπλασιάζεται με την επιφάνεια που καταλαμβάνει το κάθε κούφωμα. Έπειτα, το άθροισμα τους ισούται με την συνολική διείσδυση αέρα, και συγκεκριμένα για το υπό μελέτη κτήριο ισούται:

$$(\text{Συνολική επιφάνεια παραθύρων} \times 8,7 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2) + (\text{Συνολική επιφάνεια θυρών} \times 7,4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2) = \mathbf{2355 \text{ m}^3/\text{h}}.$$

### 2.15: Σύστημα θέρμανσης

Η θέρμανση του κτηρίου παρέχεται από έναν λέβητα πετρελαίου ο οποίος εδράζεται στο υπόγειο του κτηρίου. Διαθέτει δισωλήνιο δίκτυο διανομής και όσο αναφορά τις τερματικές και τις βοηθητικές μονάδες δεν υπάρχει κάποιο στοιχείο. Η πρόσβαση στο λεβητοστάσιο δεν ήταν εφικτή ώστε να γίνει η αυτοψία του λέβητα, παρόλα αυτά η θερμική ισχύς του είναι 225000 kcal/h και διαθέτει καυστήρα παροχής 25-30 kg/h. Από τον πίνακα 4.2β της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 παράγραφος 5.1.2.1 προσδιορίζετε ο βαθμός απόδοσης, διότι δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για τον υπολογισμό του και ισούται με **0,75**.

### 2.16: Σύστημα ψύξης

Στο υπό μελέτη κτήριο δεν υπάρχει εγκατεστημένο κάποιο σύστημα ψύξης, οπότε για τους υπολογισμούς της ενεργειακής μελέτης θα ληφθεί υπόψη το θεωρητικό σύστημα ψύξης όπως ορίζει η παράγραφος 5.2.2 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017. Η τιμή για τον μέσο εποχιακό δείκτη αποδοτικότητας SEER ισούται με **2,2**, ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας ισούται με την τιμή **1**. Ο βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής και τερματικών λαμβάνουν την τιμή **0,95** και **0,93** αντίστοιχα και η ισχύς βοηθητικών μονάδων ισούται με **5 W/m<sup>2</sup> X 960 m<sup>2</sup> = 4,8 kW**.

### 2.17: Σύστημα μηχανικού αερισμού

Το κτήριο δεν διαθέτει σύστημα μηχανικού αερισμού όπως ορίζεται από την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017, άρα θα εφαρμοστεί το θεωρητικό σύστημα μηχανικού αερισμού. Οι συντελεστές του νωπού αέρα ανά χώρο είναι οι εξής:

- Αίθουσα διδασκαλίας: **11,0 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>**.
- Γραφείο: **3,0 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>**.
- Αίθουσα πολλαπλών χρήσεων: **22,5 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>**.
- Διάδρομοι και άλλοι βοηθητικοί χώροι: **2,6 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>**.

Έπειτα πολλαπλασιάζεται το εμβαδόν κάθε χώρου με το ανάλογο συντελεστή και από το άθροισμα των γινωμένων προκύπτει η συνολική παροχή θεωρητικού απαιτούμενου νωπού αέρα και ισούται με **12882 m<sup>3</sup>/h**.

### 2.18: Σύστημα φωτισμού

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η στάθμη φωτισμού ορίζεται στα **300lx** και καταγράφηκαν λάμπες φθορισμού ισχύος **36W**.

#### Υπολογισμός:

Η αίθουσα διδασκαλίας στον πρώτο όροφο είναι 64m<sup>2</sup> και υπάρχουν 24 λάμπες φθορισμού. Η απαιτούμενη ένταση φωτισμού βάσει τον Πίνακα 2.4 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 αντιστοιχεί σε 300lx. Από τον Πίνακα 5.1<sup>α</sup> της τεχνικής οδηγίας, η λάμπα συμπαγούς φθορισμού αποδίδει 4,5 W/m<sup>2</sup> ανά 100lx. Άρα:

$$L = (P \times 100)/(4.5 \times E) = (24 \times 36 \times 100)/(4.5 \times 64) = 300 \text{ lx}$$

Οπότε, πληροί τους προϋποθέσεις της τεχνικής οδηγίας. Ομοίως υπολογίστηκαν και οι υπόλοιπες αίθουσες και προκύπτει ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού αντιστοιχεί σε **17,00kW**.

### 2.19: Ζώνες φυσικού φωτισμού

Οι ζώνες φυσικού φωτισμού αποτελούν της ζώνες οι οποίες δημιουργούνται από τον μη τεχνητό φωτισμό ο οποίος διέρχεται από τα ανοίγματα του κτηρίου. Βάσει την παράγραφο 6.1.3.2 τους ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 και τις σχέσεις 5.1, 5.2, και 5.3 υπολογίζεται το θεωρητικό εμβαδόν της ζώνης φυσικού φωτισμού.

#### Υπολογισμός:

Το παράθυρο στην αίθουσα διδασκαλίας 64m<sup>2</sup> στον πρώτο όροφο έχει πλάτος 3,70m και ύψος 2,00m.

Βάσει την σχέση 5.1, το βάθος LZΦΦ ισούται με 2,5 X Ηζφφ, όπου Ηζφφ το ύψος του ανοίγματος.



Βάσει την σχέση 5.3 το πλάτος WZΦΦ ισούται με  $WΠ + 0,5LZΦΦ$ , όπου WΠ το πλάτος του ανοίγματος.

$$\text{Οπότε } LZΦΦ = 5\text{m}^2 \text{ και } WZΦΦ = 6,2\text{m}^2.$$

Άρα το εμβαδόν της ζώνης φυσικού φωτισμού ισούται με  $LZΦΦ \times WZΦΦ = 31\text{m}^2$ .

Ομοίως υπολογίστηκαν και τα υπόλοιπα ανοίγματα και προκύπτει ότι το συνολικό θεωρητικό εμβαδόν των ζωνών φυσικού φωτισμού αντιστοιχεί σε  $741\text{m}^2$ .

## 2.20: Διατάξεις αυτόματου ελέγχου

Το κτήριο δεν διαθέτει σύστημα αυτόματου ελέγχου σε καμμία ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση και τις ενέργειες έναυσης και σβέσης γίνονται χειροκίνητα, άρα το κτήριο κατατάσσεται στην Δ κατηγορία του Πίνακα 5.5 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017.

## 2.21: Λογισμικό ΤΕΕ-KENAK

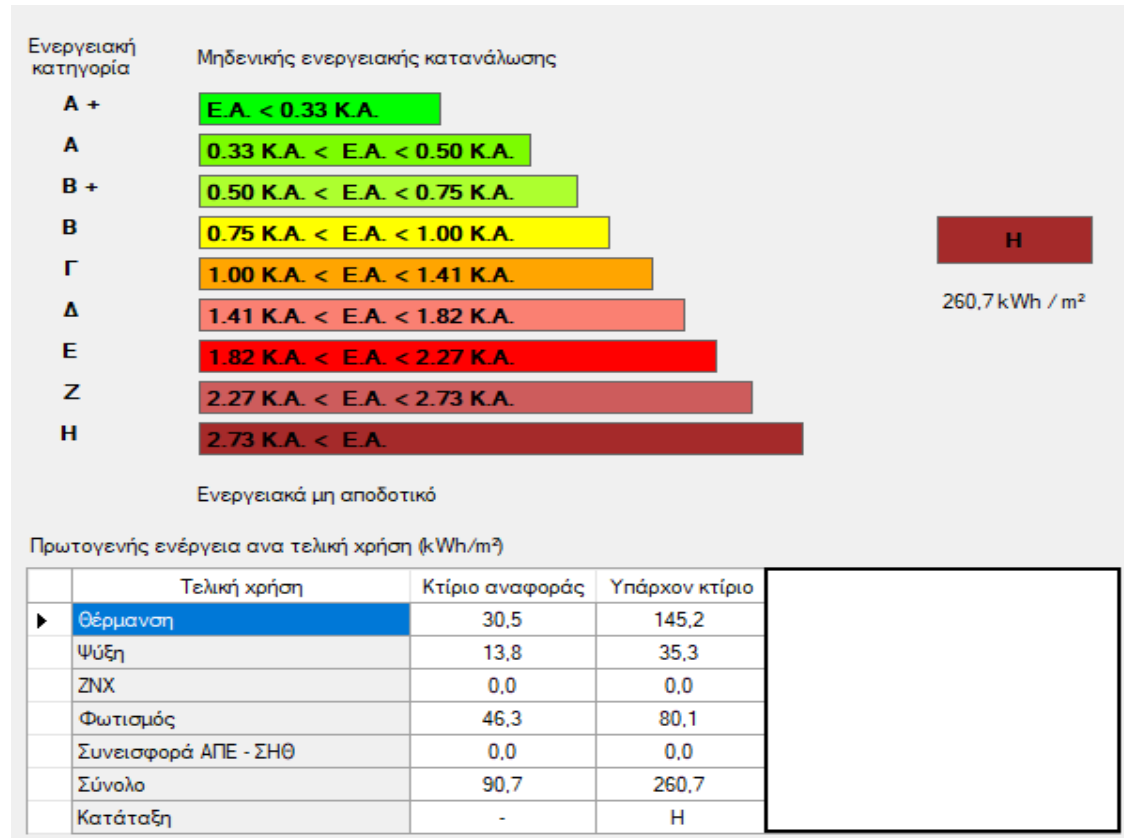


Εικόνα 33: Ιστοσελίδα λήψης λογισμικού ΤΕΕ-KENAK (πηγή: <https://www.buildingcert.gr/>)

Η Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης σε συνεργασία με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, δημιούργησαν το λογισμικό ΤΕΕ-KENAK το οποίο αποσκοπεί στην διευκόλυνση των υπολογισμών τους ενεργειακής αναβάθμισης των κτηρίων.

## 2.22: Ενεργειακή κατάταξη υφιστάμενου κτηρίου

Με την χρήση του λογισμικού του ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ, στο οποίο εισήχθησαν τα παραπάνω δεδομένα και μέσω κατάλληλων αλγορίθμων υπολογίστηκε η ενεργειακή απόδοση του υφιστάμενου κτηρίου αλλά και των σεναρίων αναβάθμισης που ακολουθούν παρακάτω.



Εικόνα 34: Ενεργειακή κατάταξη υφιστάμενου κτηρίου (πηγή: λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ)

Τους φαίνεται στην παραπάνω εικόνα το κτήριο κρίθηκε ενεργειακά μη αποδοτικό και κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία «H», αναμενόμενο μεν, αρκετά χαμηλή δε για την σημερινή εποχή, οπότε το περιθώριο βελτίωσης είναι αρκετό και θα καλυφθεί από τρία σενάρια βελτίωσης που θα ακολουθήσουν στο επόμενο κεφάλαιο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΕΝΑΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

### 3.1: 1<sup>ο</sup> Σενάριο

ΒΟΓΙΑΤΖΟΓΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

Το πρώτο σενάριο που θα μελετηθεί, αφορά την μόνωση το κελύφους και την αντικατάσταση των παλαιών λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες LED. Για την μόνωση του κελύφους θα χρησιμοποιηθεί διογκωμένη πολυστερίνη **Styropan Graphite EPS 80** πάχους **70mm** από την εταιρία Styropan και οι παλαιοί λαμπτήρες θα αντικατασταθούν με λαμπτήρες **LED Tube T8 16W** από την εταιρία Osram. Ταυτόχρονα, θα τοποθετηθεί σύστημα ανίχνευσης κίνησης για την αυτόματη έναυση και σβέση των λαμπτήρων σε όποιους χώρους κριθεί απαραίτητο. Τα τεχνικά φυλλάδια των παραπάνω προϊόντων παρουσιάζονται στο Παράρτημα 8.2 (Εικόνες 54 – 58).

### Μεθοδολογία και παράδειγμα υπολογισμού μόνωσης:

Βάσει την παράγραφο 2.1 και τους Πίνακες 1, 2<sup>α</sup>, 2β, 2γ την ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017, ο συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου η στρώσεων υπολογίζεται από την σχέση 2.1. Έστω ότι εξετάζεται ο τοιχοποιία, οι στρώσεις που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθες:

- Βαφή πάχους 1 χιλιοστού και συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Τσιμεντοκονίασμα πάχους 2,5 εκατοστών και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 1,4 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Διάτρητες οπτόπλινθους πάχους 30 εκατοστών και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,45 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Διογκωμένη πολυστερίνη Styropan Graphite EPS 80 πάχους 70 χιλιοστών και συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,031 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Τσιμεντοκονίασμα πάχους 2,5 εκατοστών και συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 1,4 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Βαφή πάχους 1 χιλιοστού και συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda = 0,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο τους το δομικό στοιχείο λαμβάνει την τιμή  $0,13 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$ .

Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο στο εξωτερικό περιβάλλον ισούται με  $0,04 \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$ .

Η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα τους στρώσεις του δομικού στοιχείου ισούται με μηδέν διότι δεν υπάρχει διάκενο ανάμεσα τους στρώσεις.

Άρα,

$$U = 1 / (R_i + \sum d/\lambda + R_d + R_a) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U = 1 / (0,13 + (0,001/0,5) + (0,025/1,4) + (0,3/0,45) + (0,07/0,031) + (0,025/1,4) + (0,001/0,5) + 0 + 0,04)$$

$$\Rightarrow U = 1/3,444 \Rightarrow U = 0,29 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

**Σχέση 1:** Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Ομοίως υπολογίστηκαν και οι υπόλοιποι συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων και στον παρακάτω πίνακα παρατίθεται συνολικά τα δεδομένα.

α/α	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν	Περιγραφή	γ(deg)	β(deg)	U(W/m <sup>2</sup> K)	Διείσδυση αέρα	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
1	Τοίχος	A01	72	Styropan Graphite EPS 80	80	90	0,29	0	55
2	Τοίχος	A11	72	Styropan Graphite EPS 80	80	90	0,29	0	55
3	Τοίχος	N01	12,3	Styropan Graphite EPS 80	170	90	0,29	0	55
4	Τοίχος	N11	12,3	Styropan Graphite EPS 80	170	90	0,29	0	55
5	Τοίχος	N02	63	Styropan Graphite EPS 80	170	90	0,29	0	55
6	Τοίχος	N12	38	Styropan Graphite EPS 80	170	90	0,29	0	55
7	Τοίχος	N03	13	Styropan Graphite EPS 80	170	90	0,29	0	55
8	Τοίχος	N13	13	Styropan Graphite EPS 80	170	90	0,29	0	55
9	Τοίχος	N04	41	Styropan Graphite EPS 80	170	90	0,29	0	55
10	Τοίχος	N14	31	Styropan Graphite EPS 80	170	90	0,29	0	55
11	Τοίχος	Δ01	81	Styropan Graphite EPS 80	260	90	0,29	0	55
12	Τοίχος	Δ11	62	Styropan Graphite EPS 80	260	90	0,29	0	55
13	Τοίχος	B01	30	Styropan Graphite EPS 80	350	90	0,29	0	55
14	Τοίχος	B11	30	Styropan Graphite EPS 80	350	90	0,29	0	55
15	Τοίχος	A02	20	Styropan Graphite EPS 80		90	0,29	0	55
16	Τοίχος	A12	14	Styropan Graphite EPS 80	80	90	0,29	0	55
17	Τοίχος	A03	17	Styropan Graphite EPS 80	80	90	0,29	0	55
18	Τοίχος	B02	3	Styropan Graphite EPS 80	350	90	0,29	0	55
19	Τοίχος	B03	47	Styropan Graphite EPS 80	350	90	0,29	0	55
20	Τοίχος	B04	9	Styropan Graphite EPS 80	350	90	0,29	0	55
21	Τοίχος	B12	50	Styropan Graphite EPS 80	350	90	0,29	0	55
22	Πόρτα	A1	3,7		80	90	6	27,38	55
23	Πόρτα	A2	2,07		80	90	6	15,318	55
24	Πόρτα	B1	14,5		350	90	6	107,3	55
25	Πόρτα	B2	22,3		350	90	6	165,02	55
26	Πόρτα	B3	3,7		350	90	6	27,38	55
27	Οροφή	Οροφή (Δώμα)	960	Styropan Graphite EPS 80		0	0,4	0	55
28	Οροφή	Δώμα σε επαφή με αέρα	170	Styropan Graphite EPS 80		0	0,4	0	55
29	Τοίχος	A (φέρον οργανισμός)	30	Styropan Graphite EPS 80	80	90	0,34	0	55
30	Τοίχος	N (φέρον οργανισμός)	44	Styropan Graphite EPS 80	170	90	0,34	0	55
31	Τοίχος	Δ (φέρον οργανισμός)	28	Styropan Graphite EPS 80	260	90	0,34	0	55
32	Τοίχος	B (φέρον οργανισμός)	12	Styropan Graphite EPS 80	350	90	0,34	0	55
33	Τοίχος	A (φέρον οργανισμός)	10	Styropan Graphite EPS 80	80	90	0,34	0	55
34	Τοίχος	B (φέρον οργανισμός)	20	Styropan Graphite EPS 80	350	90	0,34	0	55

Εικόνα 35: Πίνακας αδιαφανών δομικών στοιχείων με θερμομόνωση

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ**

Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος		Διαφανείς επιφάνειες											
Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα															
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U* (W/m <sup>2</sup> K)	a* (°)	e* (°)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
1	Τείχος	A01	80	90	72	0.29	0.60	0.80	0	0	0	0	0	0	55
2	Τείχος	A11	80	90	72	0.29	0.60	0.80	0	0	0	0	0	0	55
3	Τείχος	N01	170	90	12.3	0.29	0.60	0.80	0.4	0.95	1	1	1	1	55
4	Τείχος	N11	170	90	12.3	0.29	0.60	0.80	0.53	0.99	1	1	1	1	55
5	Τείχος	N02	170	90	63	0.29	0.60	0.80	0.4	0.95	1	1	1	1	55
6	Τείχος	N12	170	90	38	0.29	0.60	0.80	0.53	0.99	1	1	1	1	55
7	Τείχος	N03	170	90	13	0.29	0.60	0.80	0.4	0.95	1	1	1	1	55
8	Τείχος	N13	170	90	13	0.29	0.60	0.80	0.53	0.99	1	1	1	1	55
9	Τείχος	N04	170	90	41	0.29	0.60	0.80	0.4	0.95	1	1	1	1	55
10	Τείχος	N14	170	90	31	0.29	0.60	0.80	0.53	0.99	1	1	1	1	55
11	Τείχος	Δ01	260	90	81	0.29	0.60	0.80	0.86	0.9	1	1	1	1	55
12	Τείχος	Δ11	260	90	62	0.29	0.60	0.80	0.86	0.9	1	1	1	1	55
13	Τείχος	Θ01	350	90	30	0.29	0.60	0.80	0	0	0	0	0	0	55
14	Τείχος	Β11	350	90	30	0.29	0.60	0.80	0	0	0	0	0	0	55
15	Τείχος	A02	80	90	20	0.29	0.60	0.80	1	1	0.29	0.27	0	0	55

Εικόνα 36: Εισαγωγή δεδομένων 1<sup>ου</sup> σεναρίου (πηγή: λογισμικό TEE-KENAK)

**Μεθοδολογία και παράδειγμα υπολογισμού φωτισμού:**

Έστω στον όροφο, στην αίθουσα διδασκαλίας 64 m<sup>2</sup>, η επιθυμητή φωτεινή ροή ώστε να επιτευχθούν 300lx ισούται:

$$L_{ideal} = 64 * 300 = 19200 \text{ lm}$$

**Σχέση 2:** Υπολογισμός επιθυμητής απόδοσης φωτισμού

Οι λαμπτήρες LED Tube T8 16W τους εταιρίας Osram αποδίδουν φωτεινή ροή 112,5 lm/W. Οπότε η συνολική ισχύς που θα χρειαστεί ώστε να φωτιστεί ο χώρος ισούται:

$$P_{req} = 19200 / 112,5 = 170,67 \text{ W}$$

**Σχέση 3:** Υπολογισμός απαιτούμενης ισχύς λαμπτήρων

Οπότε, το συνολικό πλήθος των απαιτούμενων λαμπτήρων LED ισούται:

$$\text{Πλήθος λαμπτήρων} = 170,67 / 16 = 10,66 = 11 \text{ λαμπτήρες}$$

**Σχέση 4:** Υπολογισμός απαιτούμενων λαμπτήρων

Ομοίως υπολογίστηκαν και οι υπόλοιποι χώροι και η συνολική ισχύς ανέρχεται στα 6,2 Kw.

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | **Φωτισμός**

Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 6.2

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW): 0

Περιοχή ΦΦ (%):

	Ζώνες τεχνητού φωτισμού - Στάθμη φωτισμού (lx)	Ποσοστό (%)
▶ 1	1000	0
2	500	0
3	400	0
4	300	100
5	250	0
6	200	0
7	100	0

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 2. Ανίχνευση με αυτόματη έναυση και σβέση

Κόστος (€): 2500

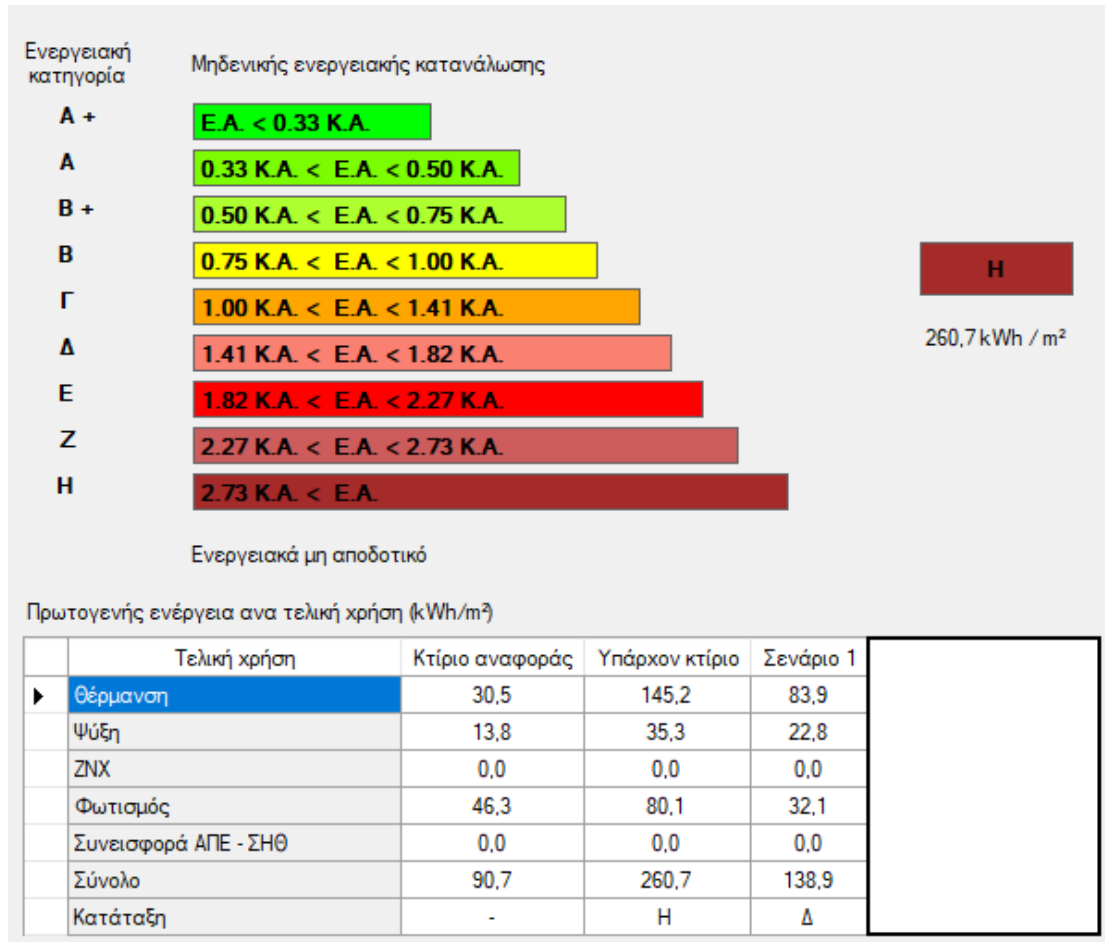
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

Εικόνα 37: Εισαγωγή δεδομένων 1<sup>ου</sup> σεναρίου (πηγή: λογισμικό ΤΕΕ-KENAK)

Έπειτα από την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό του ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου με την εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> σεναρίου είναι η παρακάτω.



Εικόνα 38: Ενεργειακή κατάταξη 1<sup>ου</sup> σεναρίου (πηγή: λογισμικό TEE-KENAK)

Με την εφαρμογή του 1<sup>ου</sup> σεναρίου, το υφιστάμενο κτήριο θα καταταχθεί στην ενεργειακή κατηγορία «Δ». Παρατηρείται ότι η εφαρμογή θερμομονωτικών υλικών στα δομικά στοιχεία, αναβαθμίζουν σε μεγάλο βαθμό το ενεργειακό επίπεδο του κτηρίου, με αποτέλεσμα να θεωρείται μια απαραίτητη αναβάθμιση. Τους, η αντικατάσταση των λαμπτήρων αποτελεί μια οικονομική λύση με ικανοποιητικά ενεργειακά αποτελέσματα.


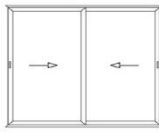
### 3.2: 2<sup>ο</sup> Σενάριο

Το δεύτερο σενάριο, αποτελείται από το σενάριο 1 προσθέτοντας, αλλαγή κουφωμάτων και συστήματος θέρμανσης. Τα κουφώματα που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι μεταλλικού πλαισίου διπλού υαλοπίνακα με θερμοδιακοπή, με τύπο μοντέλου E32 της εταιρίας ETEM

όπως φαίνεται στο Παράρτημα 8.2 (Εικόνα 59 & 60). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κουφώματος είναι τα εξής (πηγή: [www.etem.com](http://www.etem.com)) :

- Αεροδιαπερατότητα: **Κλάση 4**
- Υδατοστεγανότητα: **Κλάση 5A**
- Αντοχή σε ανεμοπίεση: **Κλάση B1**
- Θερμοπερατότητα: **Uf = 3,00 W/m<sup>2</sup>\*K**

Λόγω της αντικατάστασης των κουφωμάτων, η αεροδιαπερατότητα του κτηρίου αλλάζει και βάσει τον Πίνακα 3.24 τους ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017, πολλαπλασιάζεται ο συντελεστής 0,5 με την συνολική επιφάνεια των κουφωμάτων και προκύπτει η τιμή της διείσδυσης αέρα από τα κουφώματα που ισούται με **458 m<sup>3</sup>/h**. Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων πραγματοποιήθηκε μέσω της ηλεκτρονικής πλατφόρμας της ETEM η οποία τους υπολογίζει βάσει των τεχνικών οδηγιών του KENAK.

Σειρά		Τυπολογία		Κάσα:	E32103
				Φύλλο:	E32200
E32		Δίφυλλο επάλληλο		Γάντζος Επαλληλίας:	E32500
Πλάτος 3.7m	Ύψος 2m	Συντελεστής υαλοπίνακα(Ug) 1.1W/m <sup>2</sup> k	Συντελεστής γραμμικών απωλειών (Ψg) 0.08W/m <sup>2</sup> k		
Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφώματος (Uw)					1.77W/m <sup>2</sup> k

Εικόνα 39: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας κουφώματος (πηγή: <https://etem.com/el/uw-calculator> )

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα συνολικά δεδομένα των υπολογισμών των συντελεστών θερμοπερατότητας των κουφωμάτων.



ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

α/α	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν	Περιγραφή	γ(deg)	β(deg)	U(W/m <sup>2</sup> κ)	Διείσδυση αέρα	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
1	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WA1	1,12	ΕΤΕΜ Ε32	80	90	2,17	0	500
2	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WA2	1,12	ΕΤΕΜ Ε32	80	90	2,17	0	500
3	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN1	1,56	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,07	0	500
4	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN2	1,56	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,07	0	500
5	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN3	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,1	1,65	500
6	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN4	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,1	1,65	500
7	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN5	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,1	1,65	500
8	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN6	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,1	1,65	500
9	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN7	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,1	1,65	500
10	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN8	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,1	1,65	500
11	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN9	1,38	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,1	0	500
12	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN10	1,38	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,1	0	500
13	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN11	1,38	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,1	0	500
14	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN12	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,1	1,65	500
15	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN13	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,1	1,65	500
16	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN14	0,6	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,46	0	500
17	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN15	0,6	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,46	0	500
18	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD1	1,2	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	2,14	0,6	500
19	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD2	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	2,1	1,65	500
20	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD3	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	2,1	1,65	500
21	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD4	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	2,1	1,65	500
22	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD5	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	2,1	1,65	500
23	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD6	4,5	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	1,94	2,25	500
24	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD7	4,5	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	1,94	2,25	500
25	Ανοιγόμενο κούφωμα	WA6	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	80	90	2,1	1,65	500
26	Ανοιγόμενο κούφωμα	WB1	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	350	90	2,1	1,65	500
27	Ανοιγόμενο κούφωμα	WB2	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	350	90	2,1	1,65	500
28	Ανοιγόμενο κούφωμα	WB3	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	350	90	2,1	1,65	500
29	Ανοιγόμενο κούφωμα	WB4	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	350	90	2,1	1,65	500
30	Ανοιγόμενο κούφωμα	WA5	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	80	90	1,77	3,7	500
31	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WA3	1,8	ΕΤΕΜ Ε32	80	90	2	0	500
32	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WA4	1,8	ΕΤΕΜ Ε32	80	90	2	0	500
33	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN16	1,8	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2	0	500
34	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN17	1,8	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2	0	500
35	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN18	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	1,77	3,7	500
36	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN19	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	1,77	3,7	500
37	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN20	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	1,77	3,7	500
38	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN21	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	1,77	3,7	500
39	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN22	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	1,77	3,7	500
40	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN23	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	1,77	3,7	500
41	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN24	1,4	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,08	0	500
42	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN25	1,4	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,08	0	500
43	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN26	1,4	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	2,08	0	500
44	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN27	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	1,77	3,7	500
45	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN28	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	1,77	3,7	500
46	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN29	4	ΕΤΕΜ Ε32	170	90	1,99	2	500
47	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD8	1,2	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	2,6	0,6	500
48	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD9	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	2,1	1,65	500
49	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD10	3,3	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	2,1	1,65	500
50	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD11	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	1,77	3,7	500
51	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD12	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	1,77	3,7	500
52	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD13	10	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	1,7	5	500
53	Ανοιγόμενο κούφωμα	WD14	10	ΕΤΕΜ Ε32	260	90	1,7	5	500
54	Ανοιγόμενο κούφωμα	WB5	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	350	90	1,77	3,7	500
55	Ανοιγόμενο κούφωμα	WB6	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	350	90	1,77	3,7	500
56	Ανοιγόμενο κούφωμα	WB7	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	350	90	1,77	3,7	500
57	Ανοιγόμενο κούφωμα	WB8	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	350	90	1,77	3,7	500
58	Ανοιγόμενο κούφωμα	WB9	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	350	90	1,77	3,7	500
59	Ανοιγόμενο κούφωμα	WB10	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	350	90	1,77	3,7	500
60	Ανοιγόμενο κούφωμα	WB11	7,4	ΕΤΕΜ Ε32	350	90	1,77	3,7	500

Εικόνα 40: Πίνακας στοιχείων κουφωμάτων ΕΤΕΜ Ε32

Χρήση: Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Συνολική επιφάνεια (m<sup>2</sup>): 960 Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m<sup>3</sup>/έτος):   Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>2</sup>): 280

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου - αυτοματισμών: Θέρμανση Τύπος Γ Ψύξη Τύπος Δ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m<sup>3</sup>/h): 458

Αρ. καμινάδων: 0 Αρ. θυρίδων εξαερισμού: 0 Αρ. εξώθυρων: 5

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0 Κόστος (€): 0

Εικόνα 41: Εισαγωγή δεδομένων 2<sup>ου</sup> σεναρίου (πηγή: λογισμικό TEE-KENAK)

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)	F_fin_h (-)	F_fin_c (-)	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
1	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WA1	80	90	1.12	2.17	0.54	0	0	0	0	0	0	500
2	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WA2	80	90	1.12	2.17	0.54	0	0	0	0	0	0	500
3	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN1	170	90	1.56	2.07	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500
4	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN2	170	90	1.56	2.07	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500
5	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN3	170	90	3.3	2.1	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500
6	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN4	170	90	3.3	2.1	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500
7	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN5	170	90	3.3	2.1	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500
8	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN6	170	90	3.3	2.1	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500
9	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN7	170	90	3.3	2.1	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500
10	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN8	170	90	3.3	2.1	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500
11	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN9	170	90	1.38	2.1	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500
12	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN10	170	90	1.38	2.1	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500
13	Μη ανοιγόμενο κούφωμα	WN11	170	90	1.38	2.1	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500
14	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN12	170	90	3.3	2.1	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500
15	Ανοιγόμενο κούφωμα	WN13	170	90	3.3	2.1	0.54	0.4	0.95	1	1	1	1	500

Εικόνα 42: Εισαγωγή δεδομένων 2<sup>ου</sup> σεναρίου (πηγή: λογισμικό TEE-KENAK)

Ο παλιός λέβητας πετρελαίου, θα αντικατασταθεί με τον χαλύβδινο επιδαπέδιο λέβητα με ενσωματωμένο καυστήρα φυσικού αερίου C 230-130 Eco της εταιρίας De Dietrich με ονομαστική θερμική ισχύς 130 kW. Βάσει της σχέσης 4.1 της παραγράφου 5.1.2.1 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 υπολογίστηκε η μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς τους θερμαντικές μονάδας και επιλέχθηκε ο συγκεκριμένος λέβητας, ο οποίος ήταν ο πλησιέστερος, στην μέγιστη θερμική ισχύ που απαιτείται από το κτήριο. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του παρουσιάζονται στο Παράρτημα 8.2 (Εικόνα 61-63).

$$P_{gen} = (A * U_m * 1,5 * V/3) * \Delta T = (1920 * 0,37 * 1,5 * 12882/3) * 20 = \mathbf{91,5 \text{ kW}}$$

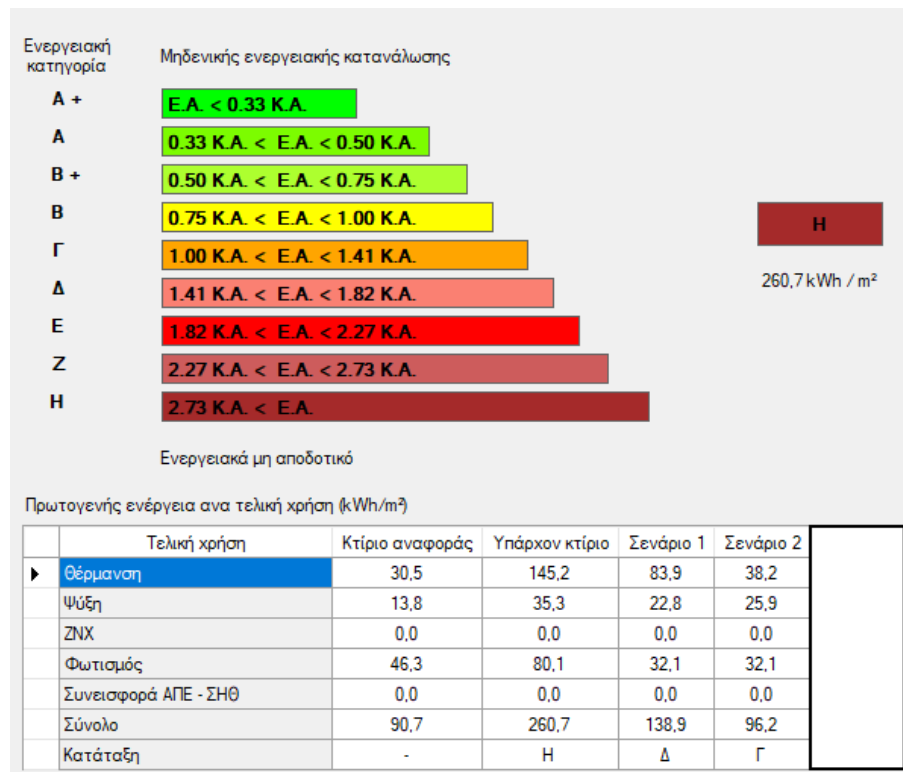
**Σχέση 5:** Υπολογισμός μέγιστης απαιτούμενης θερμικής ισχύς του κτηρίου

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

Θέρμανση		Ψύξη	Μηχανικός αερισμός	Φωτισμός																
Παραγωγή																				
►	1	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. Απ.* (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαί (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)	
	1	Λέβητας	Φυσικό αέριο	130	0.97	1.0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	8000
* 2					1	1														
Δίκτυο διανομής																				
►	1	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. Απ. (-)	Μόνωση	Κόστος (€)													
	1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	130	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.89	<input type="checkbox"/>														
	2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>														
Τερματικές μονάδες																				
►	1	Τύπος	B. Απ.* (-)	Κόστος (€)																
	1	ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ	0.94																	
Βοηθητικές μονάδες																				
►	1	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)																
	1	Κυκλοφορητές	1	0.04																
	2	Αντλίες	1	0.01																
* 3			1	0																

Εικόνα 43: Εισαγωγή δεδομένων 2<sup>ου</sup> σεναρίου (πηγή: λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ)

Έπειτα από την εισαγωγή των δεδομένων του 2<sup>ου</sup> σεναρίου στο λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ το κτήριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία «Γ».



Εικόνα 44: Ενεργειακή κατάταξη 2<sup>ου</sup> σεναρίου (πηγή: λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ)

### 3.3: 3<sup>ο</sup> Σενάριο

Στο τρίτο σενάριο θα πραγματοποιηθούν τα 2 προηγούμενα σενάρια και επιπλέον θα τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά πάνελ. Για τον υπολογισμό της συνολικής ισχύς που θα χρειαστεί, πρώτα υπολογίζεται η καταναλωτική ανάγκη του κτηρίου.

Ως καταναλισκόμενη ισχύς θα ληφθεί η ισχύς η συνολική ισχύ των λαμπτήρων LED. Το συνολικό ωράριο λειτουργίας του υφιστάμενου κτηρίου βάσει την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 ισούται με 1560 ώρες για τον φωτισμό. Οπότε, το άθροισμα των γινομένων καταλήγει στην συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια.

$$P_{\text{ολ}} = (1560 * 6,2) = 9672 \text{ kWh}$$

**Σχέση 6:** Υπολογισμός απαιτούμενης καταναλισκόμενης ενέργειας από τους λαμπτήρες

Στην περιοχή του Αιγάλεω η μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας ισούται με 1587,3 kWh/Wp (πηγή: [www.globalsolaratlas.info](http://www.globalsolaratlas.info)). Το πηλίκο της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας που υπολογίστηκε δεικνύοντας την μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας, προκύπτει η απαιτούμενη ενέργεια που θα χρειαστεί για την λειτουργία των συστημάτων.

$$\text{Απαιτούμενη ενέργεια} = 9672 / 1587,3 = 6,1 \text{ kWp}$$

**Σχέση 7:** Υπολογισμός απαιτούμενης παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β πάνελ

Έπειτα, θα γίνει υπερ-διαστασιολόγηση της απαιτούμενης παραγόμενης ενέργειας από τα Φ/Β πάνελ, κατά το διπλάσιο, ώστε να καλύψει θεωρητικά και τις λειτουργίες του κτηρίου εκτός του φωτισμού. Επιλέχθηκε το πολυκρυσταλλικό φωτοβολταϊκό πάνελ N-type της Jolywood με ισχύς 580W, οπότε θα χρειαστούν 20 πάνελ, τα οποία θα τοποθετηθούν υπό γωνία 30° και νότιο προσανατολισμό για την καλύτερη απόδοση τους. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού πάνελ παρατίθενται στο Παράρτημα 8.2 (Εικόνα 64-65).

Επιπλέον, θα χρειαστεί ένας μετατροπέας συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο ρεύμα ώστε να γίνει δυνατή η λειτουργία των συσκευών. Επιλέχθηκε ο μετατροπέας ΡΙΚΟ 20kW της ΚΟΣΤΑΛ. Βάσει των τεχνικών φυλλαδίων του μετατροπέα και του πάνελ, που παρουσιάζονται στο Παράρτημα 8.2 (Εικόνα 66-68), ο συγκεκριμένος μετατροπέας έχει την δυνατότητα να υποστηρίξει:

$$V_{\text{mtp}} / V_{\text{oc}} = 550 / 51,48 = 10,68 = 10 \text{ πάνελ}$$

**Σχέση 8:** Υπολογισμός πλήθος Φ/Β πάνελ για την ομαλή τους λειτουργία

Οπότε θα υποστηρίξει τον απαιτούμενο πλήθος των πάνελ σε παράλληλη σύνδεση, καθώς ο μετατροπέας διαθέτει 3 ανεξάρτητες MMP Trackers. Μπορεί να δεχτεί μέχρι και 32.2 Α μέγιστη ένταση ανά MMPT, μεγαλύτερη από την ένταση βραχυκύκλωσης των πάνελ που ισούται με  $I_{sc} = 28,72 \text{ A} (14,36 \text{ A} * 2)$  οπότε το σύστημα θα λειτουργήσει κανονικά.

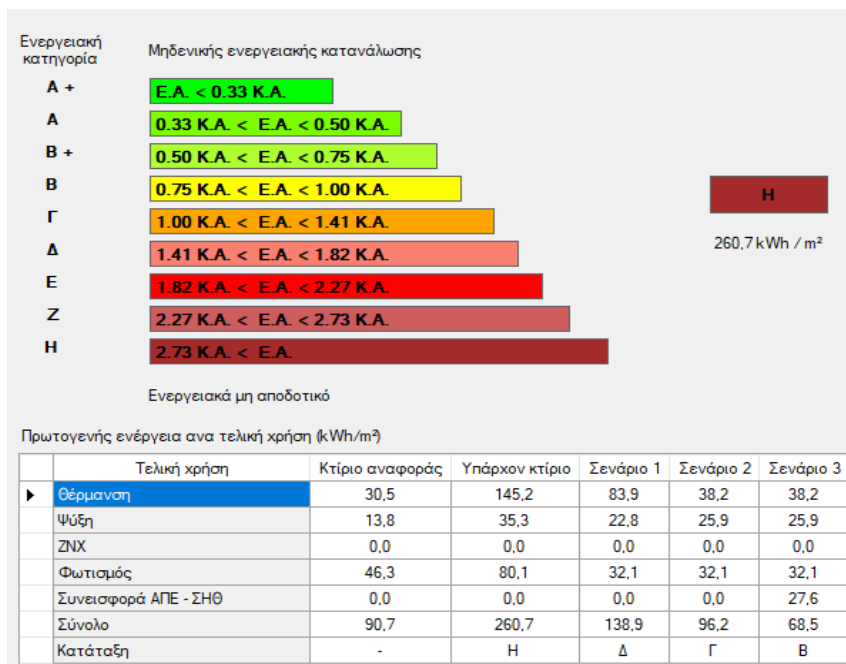
Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου:  ΣΗΘ  Φωτοβολταϊκά  Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελκυστήρες | Φωτοβολταϊκά

	Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	F_s (-)	Σύνδεση	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
▶	Πολυκρυσταλλικό	0.12	48	12	180	30	1.0	Χωρίς συμψηφισμό	400
*							1		

Εικόνα 45: Εισαγωγή δεδομένων 3<sup>ου</sup> σεναρίου (πηγή: λογισμικό ΤΕΕ-KENAK)

Έπειτα από την εισαγωγή των νέων δεδομένων στο λογισμικό του ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ, μετά την εφαρμογή του τρίτου σεναρίου, κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία «B».



Εικόνα 46: Ενεργειακή κατάταξη 3<sup>ου</sup> σεναρίου (πηγή: λογισμικό ΤΕΕ-KENAK)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ – ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

### 4.1: Απαιτήσεις-Κατανάλωση κτηρίου αναφοράς

ΒΟΓΙΑΤΖΟΓΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

Κτίριο αναφοράς														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	4,4	3,0	2,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	3,0	13,9
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	7,7
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	6,1	4,4	3,3	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,0	4,5	21,6
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	4,8
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	0,0	0,0	0,0	1,8	1,8	1,8	1,8	16,0
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	7,9	6,2	5,1	2,6	3,9	0,0	0,0	0,0	4,4	2,3	3,8	6,2	42,4

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
▶ Ηλεκτρισμός	24,5	24,2
Πετρέλαιο	17,9	4,7
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	42,4	29,0

Εικόνα 47: Απαιτήσεις – Κατανάλωση κτηρίου αναφοράς (πηγή: λογισμικό TEE-KENAK)

#### 4.2: Απαιτήσεις-Κατανάλωση υφιστάμενου κτηρίου

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Αпр.	Μαί.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	14,6	11,8	9,3	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	12,3	55,5
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	0,0	0,0	8,2	0,0	0,0	0,0	14,6
	Ύγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Αпр.	Μαί.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
►	Θέρμανση	29,4	23,9	19,2	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	13,1	24,9	116,0
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	12,2
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	0,0	0,0	0,0	3,1	3,1	3,1	3,1	27,6
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	32,5	27,0	22,2	7,1	8,6	0,0	0,0	0,0	9,7	4,5	16,1	28,0	155,8
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )										
►	Ηλεκτρισμός	49,6		49,1										
	Πετρέλαιο	106,2		28,0										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλιακή	0,0		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	155,8		77,1										

Εικόνα 48: Απαιτήσεις – Κατανάλωση υφιστάμενου κτηρίου (πηγή: λογισμικό TEE-KENAK)

#### 4.3: Απαιτήσεις-Κατανάλωση 1<sup>ου</sup> σεναρίου

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

Σενاريو 1														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	9,1	5,4	3,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	5,7	26,4
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	7,6
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	18,8	11,6	8,5	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	5,4	12,2	60,3
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0	7,9
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2	1,2	1,2	11,1
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	20,0	12,9	9,7	3,5	4,7	0,0	0,0	0,0	5,6	2,7	6,7	13,5	79,2
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )			Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )									
▶	Ηλεκτρισμός	28,8			28,5									
	Πετρέλαιο	50,5			13,3									
	Φυσικό αέριο	0,0			0,0									
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0			0,0									
	Ηλιακή	0,0			0,0									
	Βιομάζα	0,0			0,0									
	Γεωθερμία	0,0			0,0									
	Άλλο ΑΠΕ	0,0			0,0									
	Σύνολο	79,2			41,8									

Εικόνα 49: Απαιτήσεις – Κατανάλωση 1<sup>ου</sup> σεναρίου (πηγή: λογισμικό ΤΕΕ-KENAK)

#### 4.4: Απαιτήσεις-Κατανάλωση 2<sup>ου</sup> σεναρίου



ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

Σενاريو 2														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	3,8	2,1	1,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,2	9,9
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	9,8
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	5,9	3,7	2,7	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,9	4,0	20,9
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	8,9
	ZNX	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2	1,2	1,2	11,1
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	7,2	5,0	4,0	2,5	5,3	0,0	0,0	0,0	6,1	2,5	3,1	5,2	40,9
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )										
▶	Ηλεκτρισμός	28,8		28,5										
	Πετρέλαιο	0,0		0,0										
	Φυσικό αέριο	12,2		2,4										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλιακή	0,0		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	40,9		30,9										

Εικόνα 50: Απαιτήσεις – Κατανάλωση 2<sup>ου</sup> σεναρίου (πηγή: λογισμικό ΤΕΕ-KENAK)

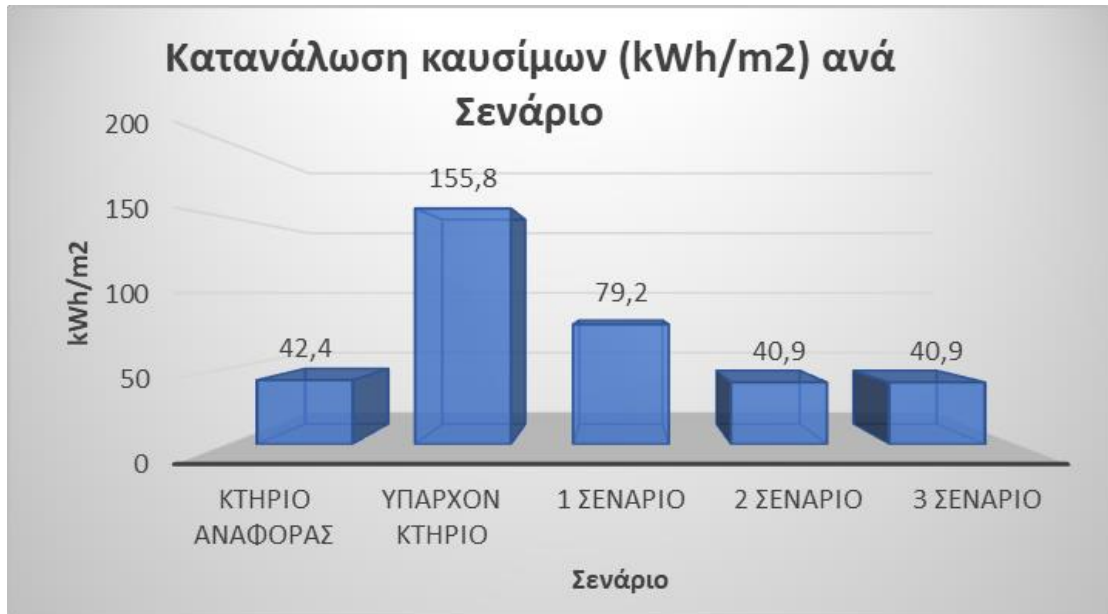
#### 4.5: Απαιτήσεις-Κατανάλωση 3<sup>ου</sup> σεναρίου

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

Σενάριο 3														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Αпр.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	3,8	2,1	1,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	2,2	9,9
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	0,0	0,0	9,8
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ΖΝΧ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Αпр.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	5,9	3,7	2,7	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	1,9	4,0	20,9
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	0,0	4,9	0,0	0,0	0,0	8,9
	ΖΝΧ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,0	0,0	0,0	1,2	1,2	1,2	1,2	11,1
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,8	0,6	0,5	6,7
	Σύνολο	7,2	5,0	4,0	2,5	5,3	0,0	0,0	0,0	6,1	2,5	3,1	5,2	40,9
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )		Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )										
▶	Ηλεκτρισμός	19,3		19,1										
	Πετρέλαιο	0,0		0,0										
	Φυσικό αέριο	12,2		2,4										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλιακή	0,0		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	40,9		21,5										

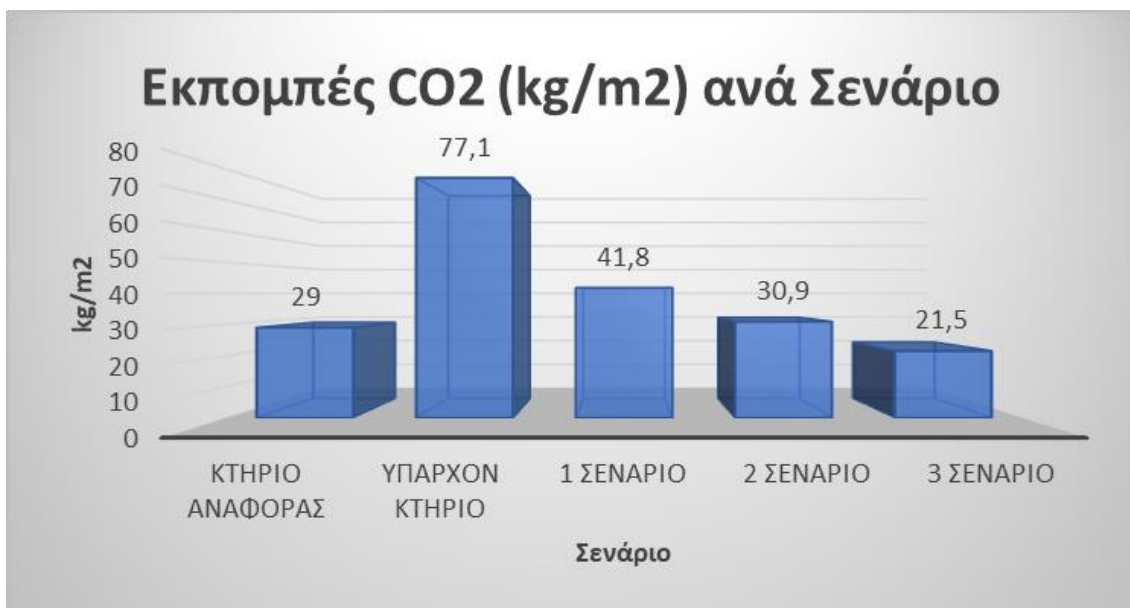
Εικόνα 51: Απαιτήσεις – Κατανάλωση 3<sup>ου</sup> σεναρίου (πηγή: λογισμικό ΤΕΕ-KENAK)

#### 4.6: Σύγκριση σεναρίων



Γράφημα 2: Κατανάλωση καυσίμων ανά σενάριο

Στο παραπάνω γράφημα παρατηρείται ότι το υπάρχον κτήριο καταναλώνει σχεδόν τέσσερις φορές περισσότερα kWh/m<sup>2</sup> απ' όσο ορίζει το κτήριο αναφοράς. Τα σενάρια 2 και 3 προσομοιάζουν τις συνθήκες κατανάλωσης του κτηρίου αναφοράς.



### Γράφημα 3: Εκπομπές CO2 ανά σενάριο

Το παραπάνω γράφημα αφορά τις εκπομπές CO2 ανά σενάριο και παρατηρείται ότι το υπάρχον κτήριο εκπέμπει κατά **62,3%** περισσότερο CO2 σε σχέση με το κτήριο αναφοράς. Σημαντική μείωση κατάφερε να πετύχει το 3<sup>ο</sup> σενάριο, το οποίο εκπέμπει κατά **72%** λιγότερο CO2 από το υπάρχον κτήριο και **25,8%** λιγότερο από το κτήριο αναφοράς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

### 5.1: Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης

Σημαντικό κομμάτι όμως, αποτελεί και το κόστος των επεμβάσεων καθώς η σχέση κόστους-απόδοσης είναι καλό να βρίσκονται σε ισορροπία. Το λογισμικό του ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ παρέχει την δυνατότητα υπολογισμού του αρχικού κόστους, του χρόνου αποπληρωμής της αρχικής επένδυσης και του λειτουργικού κόστους των σεναρίων. Παρακάτω ακολουθούν τα αποτελέσματα από το λογισμικό του ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
►	Λειτουργικό κόστος (€)	5.685,6	18.149,5	9.469,4	5.434,8	3.881,5
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			112.753,0	247.453,0	266.653,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			121,8	164,5	192,1
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			46,7	63,1	73,7
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,0	1,6	1,4
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			35,3	46,2	55,6
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			13,0	19,5	18,7

Εικόνα 52: Κόστος και περίοδος αποπληρωμής (πηγή: λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ)



Γράφημα 4: Λειτουργικό κόστος κτηρίου ανά σενάριο

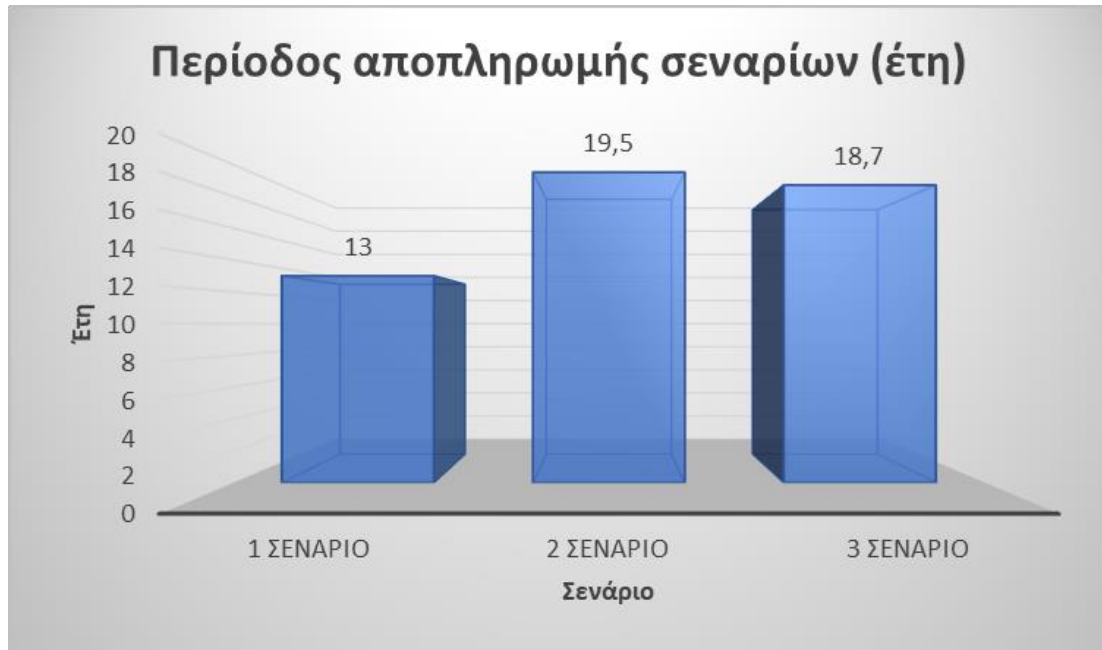
Το παραπάνω γράφημα απεικονίζει το λειτουργικό κόστος ανά έτος. Παρατηρείται ότι το λειτουργικό κόστος του υπάρχον κτηρίου ανέρχεται στα **18.149,50€**, δηλαδή **12.463,90€** παραπάνω απ' ότι ορίζει το κτήριο αναφοράς. Σημαντική μείωση στο λειτουργικό κόστος

επέφεραν οι επεμβάσεις του 3<sup>ου</sup> σεναρίου καθώς ανέρχεται στα **3.881,50€** δηλαδή μείωση της τάξης του **78,6%** από το υπάρχον κτήριο και **31,8%** από το κτήριο αναφοράς.



Γράφημα 5: Αρχικό κόστος επένδυσης ανά σενάριο

Στο παραπάνω γράφημα παρουσιάζεται το αρχικό κόστος που απαιτείται να επενδυθεί για να υλοποιηθούν τα σενάρια. Το 1<sup>ο</sup> σενάριο είναι το πιο οικονομικό σε σχέση με τα υπόλοιπα, με αρχικό κόστος **112.753,00€**, για την εγκατάσταση λαμπτήρων LED και θερμοπρόσοψης. Το 2<sup>ο</sup> σενάριο χρειάζεται επιπλέον **134.700,00€** ώστε να τοποθετηθούν τα κουφώματα αλουμινίου και ο λέβητας φυσικού αερίου. Τέλος, το 3<sup>ο</sup> σενάριο επιβαρύνεται με **19.200,00€** επιπλέον, από το 2<sup>ο</sup> σενάριο, ώστε να εγκατασταθούν τα φωτοβολταϊκά πάνελ.



Γράφημα 6: Περίοδος αποπληρωμής σεναρίων σε έτη

Από τα παραπάνω γραφήματα συγκεντρώνονται τα εξής δεδομένα. Το πρώτο σενάριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κλάση **Δ** με αρχικό κόστος επένδυσης **112.753,00€** και χρόνο αποπληρωμής **13 έτη**. Αυτό συνεπάγεται με μείωση πρωτογενούς ενέργειας κατά **46,7%** και μειώνονται οι εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά **35,3 kg/m<sup>2</sup>**. Το λειτουργικό κόστος ανέρχεται στα **9.469,40€**.

Το δεύτερο σενάριο χρειάστηκε **247.453,00€** για να καταταχθεί στην ενεργειακή κλάση **Γ** και για να αποσβέσει την αρχική επένδυση θα χρειαστεί **19,5 έτη**. Επιτυγχάνεται **63,1%** μείωση πρωτογενούς ενέργειας και **46,2 kg/m<sup>2</sup>** μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>. Το λειτουργικό κόστος πλέον ανέρχεται στα **5.434,80€**.

Για το τρίτο σενάριο δαπανήθηκαν **266.653,00€** κατατάσσοντας το κτήριο στην ενεργειακή κλάση **Β** και **18,7** έτη περίοδο αποπληρωμής. Με αυτό το σενάριο μειώνεται κατά **73,7%** η πρωτογενής ενέργεια και οι εκπομπές CO<sub>2</sub> μειώνονται κατά **55,6 kg/m<sup>2</sup>**. Το λειτουργικό κόστος ανέρχεται στα **3.881,50€**.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

## 6.1: Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, το 1<sup>ο</sup> γυμνάσιο του Αιγάλεω είναι ένα κτίσμα, κατασκευασμένο το 1978, όπου κανένας νόμος ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας δεν ήταν σε ισχύ. Έπειτα από την αυτοψία που πραγματοποιήθηκε, συγκρίθηκε με τα ήδη υπάρχοντα αρχιτεκτονικά σχέδια και παρατηρήθηκαν διαφοροποιήσεις στην αρχιτεκτονική δομή του κτηρίου. Συγκεκριμένα, στην δυτική όψη, δηλαδή από την πλευρά του κτηρίου που συνορεύει με την οδό Θηβών, τα ανοίγματα στο υφιστάμενο κτήριο είναι 14 στο πλήθος και διαφορετικών διαστάσεων, όπως φαίνεται και στο αναθεωρημένο σχέδιο, αντί για 10 ανοίγματα που υπήρχαν στο αρχιτεκτονικό σχέδιο της τεχνικής υπηρεσίας του Δήμου Αιγάλεω. Επιπλέον, καταγράφηκαν όλα τα απαραίτητα στοιχεία τα οποία χρειάστηκαν για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης.

Από την αυτοψία, διαπιστώθηκε ότι το κτήριο δεν έχει υποστεί αναβαθμίσεις καθώς δεν διαθέτει θερμομονωτικά υλικά στα δομικά του στοιχεία, το σύστημα θέρμανσης αποτελείται από έναν μη κατάλληλα συντηρημένο λέβητα πετρελαίου, το σύστημα ψύξης είναι ανύπαρκτο όπως και το σύστημα μηχανικού αερισμού το οποίο επιβάλλεται στα κτήρια του τριτογενή τομέα. Επίσης, λόγω το μεγάλο πλήθος των ανοιγμάτων και των παλαιών μη πιστοποιημένων κουφωμάτων που διαθέτει το κτήριο, δημιουργούνται αρκετές απώλειες ενέργειας. Όλα τα παραπάνω επιβεβαιώνονται από τα αποτελέσματα της ενεργειακής μελέτης που διενεργήθηκε μέσω του λογισμικού TEE-KENAK, καθώς το κτήριο κρίνεται ως μη αποδοτικό και κατατάσσεται στην κατηγορία «Η», η οποία είναι η κατώτατη κατηγορία. Η υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου καταναλώνει ενέργεια της τάξης των **155,8 kWh/m<sup>2</sup>** και εκπέμπει **77,1 kg/m<sup>2</sup>** διοξείδιο του άνθρακα.

Στην συνέχεια, προτάθηκαν τρία σενάρια αναβάθμισης με σκοπό να δημιουργηθεί, μέσω αυτών των επεμβάσεων, ένα κτήριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας. Το πρώτο σενάριο που προτάθηκε, θα χρειαστεί να δαπανηθούν **112.753,00€** και αφορά παρεμβάσεις στην μόνωση του κτηρίου και στον φωτισμό. Συγκεκριμένα, αντικαταστάθηκαν οι παλαιοί λαμπτήρες φθορισμού με λαμπτήρες LED 16W και μονώθηκε το κέλυφος και το δώμα του κτηρίου με πλάκες γραφιτούχας διογκωμένης πολυστερίνης πάχους 70mm, κατατάσσοντας το στην ενεργειακή κλάση «Δ». Αυτό συνεπάγεται με μείωση του λειτουργικού κόστους κατά **47,8%**, εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά **46,7%** και μειώνονται οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά **35,3%**. Η περίοδο αποπληρωμής του 1<sup>ου</sup> σεναρίου ορίζονται τα **13** έτη.

Το δεύτερο σενάριο που προτάθηκε, αποτελείται από το πρώτο σενάριο και επιπλέον αντικαταστάθηκαν τα μη πιστοποιημένα μεταλλικά κουφώματα, με εξελιγμένης τεχνολογίας κουφώματα αλουμινίου και ένας λέβητας φυσικού αερίου έλαβε την θέση του παλαιού λέβητα πετρελαίου, με το αρχικό κόστος επένδυσης να ανέρχεται στα **247.453,00€**. Οι παρεμβάσεις του δεύτερου σεναρίου επέφεραν εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας **63,1%** και μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα κατά



**46,2%**, κατατάσσοντας το κτήριο στην ενεργειακή κλάση «Γ» με μείωση λειτουργικού κόστους κατά **70%**. Για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης θα χρειαστούν **19,5** έτη.

Το τρίτο και τελευταίο σενάριο που προτάθηκε, αποτελείται από το πρώτο και το δεύτερο σενάριο προσθέτοντας φωτοβολταϊκά πάνελ χωρίς συμψηφισμό με το ηλεκτρικό δίκτυο, με το κόστος να ανέρχεται στα **266.653,00€** για να υλοποιηθεί. Αυτό συνεπάγεται με μείωση του λειτουργικού κόστους κατά **78,6%**, εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας **73,7%** και οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα μειώνονται κατά **55,6%**. Το κτήριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κλάση «Β» και για να αποσβέσει την αρχική επένδυση θα χρειαστεί **18,7** έτη.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν μια ευρεία διαδεδομένη λύση και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές εφαρμογές. Εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια και την μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια. Υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης με το ηλεκτρικό δίκτυο (net metering) αλλά χρησιμοποιείται και ως αυτόνομο σύστημα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα καθώς διαθέτει αρκετά θετικά στοιχεία. Πρώτον, μπορεί να υποστηρίξει την λειτουργία του κτηρίου όταν δεν υπάρχει σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο, αλλά παράλληλα να παραμένει συνδεδεμένο με αυτό. Δεύτερον, έχει την δυνατότητα να συνδυαστεί με άλλες πηγές ενέργειας δημιουργώντας ένα υβριδικό σύστημα παραγωγής ενέργειας. Τρίτον, έχει την δυνατότητα επέκτασης ανάλογα των καταναλώσεων που απαιτούνται, προσθέτοντας απλά περισσότερα φωτοβολταϊκά πάνελ, μπαταρίες, μετατροπείς ενέργειας και ρυθμιστές φόρτισης, παρέχοντας την απαιτούμενη ενέργεια.

Τέλος, όσο αφορά την σχέση απόδοσης/τιμής, το 1<sup>ο</sup> σενάριο αποτελεί μια καλή λύση καθώς το κτήριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία **Δ**, από την **Η** που βρίσκεται το υφιστάμενο κτήριο και επιτυγχάνεται με το αρχικό κόστος επένδυσης να ανέρχεται στα 112.753,00€. Όμως, εάν αποτελεί κύριο παράγοντα, η καλύτερη δυνατή ενεργειακή κλάση του κτηρίου, τότε το 3<sup>ο</sup> σενάριο ενδείκνυται, καθώς το κτήριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κλάση **Β**, μειώνοντας σε μεγάλο βαθμό το ενεργειακό αποτύπωμα του κτηρίου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Τεχνική οδηγία τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017
2. Κανονισμός Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), Υπουργείο Περιβάλλοντος

3. «Σχεδίαση με Ηλεκτρονικό Υπολογιστή», Παπαδοπούλου Μαρία, Παρασχάκης Ιωάννης, Πατιάς Πέτρος, Εκδόσεις Ζήτη
4. «Τεχνικό σχέδιο με AutoCAD», Ηλίας Σαράφης, Σπύρος Τσεμπεκλής, Ιωάννης Καζανίδης, Εκδόσεις ΔΙΣΙΓΜΑ, 2022
5. «Οδηγός ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίων», Γιώργος Παντελίδης, Εκδόσεις Δεδεμάδη, 2021
6. Bissey, S.; Jacques, S.; Le Bunetel, J.-C. The Fuzzy Logic Method to Efficiently Optimize Electricity Consumption in Individual Housing. *Energies* 2017, 10, 1701. [Google Scholar] [CrossRef][Green Version]
7. Jacques, S.; Bissey, S. New Software Package for Teaching and Learning the Basics of Photovoltaic System Sizing. *WSEAS Trans. Adv. Eng. Educ.* 2015, 12, 10.
8. Sofias, K.; Kanetaki, Z.; Stergiou, C.; Jacques, S. Combining CAD Modeling and Simulation of Energy Performance Data for the Retrofit of Public Buildings. *Sustainability* **2023**, 15, 2211, [doi:10.3390/su15032211](https://doi.org/10.3390/su15032211).
9. Bhuiyan, M.R.A. Overcome the Future Environmental Challenges through Sustainable and Renewable Energy Resources. *Micro Nano Lett.* 2022, 17, 402–416. <https://doi.org/10.1049/mna2.12148>.
10. 15. Deshmukh, M.K.G.; Sameeroddin, M.; Abdul, D.; Abdul Sattar, M. Renewable Energy in the 21st Century: A Review. *Mater. Today Proc.* 2021, in press. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.501>.
11. 16. Lu, Y.; Li, P.; Lee, Y.P.; Song, X. An Integrated Decision-Making Framework for Existing Building Retrofits Based on Energy Simulation and Cost-Benefit Analysis. *J. Build. Eng.* 2021, 43, 103200. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103200>.
12. Gambardella, C.; Pahle, M. Time-Varying Electricity Pricing and Consumer Heterogeneity: Welfare and Distributional Effects with Variable Renewable Supply. *Energy Econ.* 2018, 76, 257–273. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.08.020>.
13. Katsaprakakis, D.A.I.; Zidianakis, G. Upgrading Energy Efficiency For School Buildings In Greece. *Procedia Environ. Sci.* **2017**, 38, 248–255. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2017.03.067>.
14. Elkhapery, B.; Kianmehr, P.; Doczy, R. Benefits of Retrofitting School Buildings in Accordance to LEED V4. *J. Build. Eng.* **2021**, 33, 101798.

<https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101798>.

15. Dyussebekova, N.; Temirgaliyeva, N.; Umyshev, D.; Shavdinova, M.; Schuett, R.; Bektalieva, D. Assessment of Energy Efficiency Measures' Impact on Energy Performance in the Educational Building of Kazakh-German University in Almaty. *Sustainability* **2022**, *14*, 9813. <https://doi.org/10.3390/su14169813>.
16. <https://ypen.gov.gr/>
17. <https://www.kafkas.gr/>
18. <https://etem.gr/el>
19. <https://docs.easykenak.gr/>
20. <https://commission.europa.eu/>
21. <https://www.eleftheria.gr/>
22. <https://www.globalsolaratlas.info/map>
23. <https://www.kostal-solar-electric.com/el-gr/>
24. <https://www.styropan.gr/>
25. <https://web.tee.gr/d-e-k-a-d/tmima-epistimonikoy-kai-anaptyxiakoy-ergoy/totee/>
26. <https://web.tee.gr/>
27. [www.jolywood.cn](http://www.jolywood.cn)
28. <https://www.buildingcert.gr/>
29. <https://www.mipesun.gr/>
30. <https://www.statistics.gr/>

#### **ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ**

[http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC\\_WORK/GR\\_ENERGEIAS/kenak/tee\\_kenak](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak/tee_kenak)

<https://www.autodesk.com/>

<https://etem.com/el/uw-calculator>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

### 8.1: Πίνακας Τεχνικών Οδηγιών (ΤΟΤΤΕ)

α/α	ΤΟΤΤΕ	Έτος έκδοσης	Τίτλος	Εγκριτικές αποφάσεις
1	TOTEE 2411/86	1986	Εγκαταστάσεις σε κτίρια και οικόπεδα. Διανομή κρύου – ζεστού νερού	ΦΕΚ 843B/16-11-88
2	TOTEE 2412/86	1986	Εγκαταστάσεις σε κτίρια και οικόπεδα. Αποχετεύσεις	ΦΕΚ 177/B/31-3-88
3	TOTEE 2421 Μέρος 1/86	1986	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτιριακών έργων	ΦΕΚ 67/B/4-2-88
4	TOTEE 2421 Μέρος 2/86	1986	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτιριακών έργων	ΦΕΚ 148/B/17-3-88
5	TOTEE 2423/86	1986	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Κλιματισμός κτιριακών χώρων	ΦΕΚ 177/B/31-3/88
6	TOTEE 2425/86	1986	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτιριακών χώρων	
7	TOTEE 2451/86	1986	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Μόνιμα πυροσβεστικά συστήματα με νερό	ΦΕΚ 632/B/26-11-87
8	TOTEE 2471/86	1986	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Διανομή καυσίμων αερίων (Αναθεώρηση του Σχεδίου TOTEE 2471/80)	ΦΕΚ 366/B/16-7-87 ΦΕΚ 187/A/20-10-87
9	TOTEE 2481/86	1986	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Διανομή ατμού μέχρι PN16-300C	ΦΕΚ 334/B/24-6-87
10	TOTEE 2491/86	1986	Εγκαταστάσεις σε κτίρια. Αποθήκευση και διανομή αερίων για ιατρική χρήση	ΦΕΚ 665/B/9-9-88
11	TOTEE 2427/83	1983	Κατανομή Δαπανών Κεντρικής Θέρμανσης Κτηρίων	ΦΕΚ 631Δ/7-11-85

12	TOTEE 20701-1/2017	2017	Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης	ΦΕΚ 4003B/17-11-2017
13	TOTEE 20701-2/2017	2017	Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων	ΦΕΚ 4003B/17-11-2017
14	TOTEE 20701-3/2010	2014	Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών	ΦΕΚ 2945B/3-11-2014
15	TOTEE 20701-4/2017	2017	Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού	ΦΕΚ 4003B/17-11-2017
			Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτήρια	ΦΕΚ 4003B/17-11-2017
16	TOTEE 20701-5/2017	2017	Διορθώσεις Σφαλμάτων: Στη ΔΕΠΕΑ/οικ.182365/17.10.2017 απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων»	ΦΕΚ 4108B/23-11-2017
17	TOTEE	2018	Σχεδιασμός και έλεγχος εγκαταστάσεων οδοφωτισμού	
18	TOTEE	2022	Υαλοπίνακες Ασφαλείας – Τεχνική Οδηγία	

Εικόνα 53: Πίνακας Τεχνικών Οδηγιών που έχουν εκδοθεί από το ΤΕΕ (πηγή: <https://web.tee.gr/d-e-k-a-d/tmima-epistimonikoy-kai-anaptychiakoy-ergoy/totee/>)

## 8.2: Τεχνικά φυλλάδια

## Declaration of Performance



No. 09\_18\_V1



1. Unique identification code of the product type: **Styropan Graphite EPS 80** Expanded Polystyrene (graphite-grey)




2. Intended use: Thermal insulation for buildings. Also, suitable for use in External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS)

3. Manufacturer: Styropan I. Katsaounidis & Co. S.A.  
14<sup>th</sup> km Thessaloniki-Veroia Road , GR-57011 Thessaloniki

4. Authorised representative: Not applicable

5. System of assessment and verification of constancy of performance (AVCP): System 1

6a. Harmonised standard: EN 13163:2012+A1:2015 & ETAG-004  
Notified Bodies: NB 1434, 1486 NB 2423 

6b. Not applicable Certificate No.: THERM9921/1  
Certificate Date: 25/04/2018

7. Declared performance:

Essential characteristics	Performance	Remarks	Harmonised technical specification																						
Thermal conductivity $\lambda_D$	<b><math>\lambda_D</math> 0,031 W/(m*K)</b>	-	EN 12667:2001																						
Thermal Resistance $R_D$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>d (mm)</th> <th>20</th> <th>30</th> <th>40</th> <th>50</th> <th>60</th> <th>70</th> <th>80</th> <th>100</th> <th>120</th> <th>150</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>R_D</math> (m<sup>2</sup>*K/W)</td> <td>0,60</td> <td>0,95</td> <td>1,25</td> <td>1,60</td> <td>1,90</td> <td>2,25</td> <td>2,55</td> <td>3,20</td> <td>3,85</td> <td>4,80</td> </tr> </tbody> </table>	d (mm)	20	30	40	50	60	70	80	100	120	150	$R_D$ (m <sup>2</sup> *K/W)	0,60	0,95	1,25	1,60	1,90	2,25	2,55	3,20	3,85	4,80	-	EN 12667:2001
d (mm)	20	30	40	50	60	70	80	100	120	150															
$R_D$ (m <sup>2</sup> *K/W)	0,60	0,95	1,25	1,60	1,90	2,25	2,55	3,20	3,85	4,80															
Dimensional tolerances:																									
Length	L(2)	±2mm	EN 822:2013																						
Width	W(2)	±2mm	EN 822:2013																						
Thickness	T(1)	±1mm	EN 823:2013																						
Squareness	S(2)	+2/1000mm	EN 824:2013																						
Flatness	F(5)	5mm	EN 825:2013																						
Dimensional stability	DS(N)2- DS(70,90)1	1%	EN 1604:2013																						
Compression stress at 10% deformation	CS(10)80	$\sigma_{10} \geq 80$ kPa	EN 826:2013																						
Bending strength	BS125	$\sigma_b \geq 125$ kPa	EN 826:2013																						
Tensile strength perpendicular to faces	TR150	$\sigma_{nt} \geq 150$ kPa	EN 1607:2013																						
Shear strength	SS60	-	EN 12090:2013																						
Shear modulus	GM1,648	-	EN 12090:2013																						
Long-term water absorption by partial immersion	WL(P)0,10	-	EN 12087:2013																						
Long-term water absorption by total immersion	WL(T)2,5	-	EN 12087:2013																						
Water vapour diffusion resistance factor $\mu$ [1]	20	tabulated acc. to EN 13163/Annex F	EN 12086:2013																						
Reaction to fire	E	-	EN 13501-1:2007+A1:2009																						

Properties not claimed or declared, shall be considered as No Performance Determined (NPD)

8. Not applicable

The performance of the product identified above is in conformity with the set of declared performance.  
This declaration of performance is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/211 under the sole responsibility of the manufacturer identified above.

Kostantinos Katsaounidis  
General Manager

Signed for and on behalf of the manufacturer by



Thessaloniki 30 / 05 / 2018

Εικόνα 54: Δήλωση Επίδοσης Styropan Graphite EPS 80 (πηγή: [www.styropan.gr](http://www.styropan.gr))



## PRODUCT DATASHEET ST8E-EM 16 W/4000K 1200 mm EM

SubstiTUBE Entri | Economic LED tubes for electromagnetic control gears



### AREAS OF APPLICATION

- General illumination within ambient temperatures from -20...+45 °C
- Corridors, stairways, parking garages
- Cooling and storage rooms
- Domestic applications
- Industry
- Warehouses
- Supermarkets and department stores

### PRODUCT BENEFITS

- No bending thanks to glass technology
- Quick, simple and safe replacement without rewiring
- Energy savings of up to 65 % (compared to T8 fluorescent lamp on CCG)
- Instant-on light, therefore ideally suitable in combination with sensor technology
- Also suitable for operation at low temperatures

### PRODUCT FEATURES

- T8 LED tube made of glass with G13 base
- Mercury - free and RoHS compliant
- Type of protection: IP20



ST8E-EM 16 W/4000K 1200 mm EM

© 2018, LEDVANCE GmbH. All rights reserved.  
Page 1 of 4

Εικόνα 55: Τεχνικό φυλλάδιο Osram LED Tube T8 16W (πηγή: [www.kafkas.gr](http://www.kafkas.gr))

## TECHNICAL DATA

### Electrical data

Nominal wattage	16.00 W
Rated wattage	16.00 W
Nominal voltage	220...240 V
Operating frequency	50...60 Hz
Nominal current	0.126 A
Type of current	AC
Power factor λ	> 0.50

### Photometrical data

Light color (designation)	Cool White
Rated color temperature	4000 K
Nominal luminous flux	1800 lm
Rated luminous flux	1800 lm
Color rendering index Ra	>80
Lumen main.fact.at end of nom.life time	0.70
Color temperature	4000 K
Luminous flux	1800 lm
Color rendering index Ra	>80
Standard deviation of color matching	≤6 sdcn

### Light technical data

Starting time	< 0.5 s
Warm-up time (60 %)	< 0.50 s
Rated beam angle (half peak value)	160.00 °

### Dimensions & weight



Length with base excl. base pins/connection	1200.00 mm
---	------------

Εικόνα 56: Τεχνικό φυλλάδιο Osram LED Tube T8 16W (πηγή: [www.kafkas.gr](http://www.kafkas.gr))



Tube diameter	27.0 mm
Base diameter	25.5 mm
Product weight	210.00 g
Overall length	1212.0 mm

Temperatures & operating conditions

Ambient temperature range	-20...+45 °C
---------------------------	--------------

Lifespan

Lifespan	30000 h
Nominal lamp life time	30000 h
Rated lamp life time	30000 h
Number of switching cycles	50000

Additional product data

Base (standard designation)	G13
Mercury-free	Yes

Capabilities

Dimmable	No
----------	----

Certificates & standards

Type of protection	IP20
Standards	CE/CB
Energy efficiency class	A+
Energy efficiency class	A+
Energy consumption	16 kWh/1000h

Country-specific categorizations

Order reference	ST8E-EM 16 W/4000K 1200 mm EM
-----------------	-------------------------------

Logistical data

Temperature range at storage	-20...80 °C
------------------------------	-------------

EQUIPMENT / ACCESSORIES

- Suitable for operation with low-loss and conventional control gears

Εικόνα 57: Τεχνικό φυλλάδιο Osram LED Tube T8 16W (πηγή: [www.kafkas.gr](http://www.kafkas.gr))

---

**SAFETY ADVICE**

Not suitable for operation with electronic control gear.  
Operation in outdoor applications in suitable damp-proof luminaires possible according to data sheet and installation instruction.

---

**LOGISTICAL DATA**

Product code	Product description	Packaging unit (Pieces/Unit)	Dimensions (length x width x height)	Volume	Gross weight
4058075817975	ST8E-EM 16 W/4000K 1200 mm EM	Shipping carton box 25	1310 mm x 155 mm x 160 mm	32,49 dm <sup>3</sup>	6367.00 g

The mentioned product code describes the smallest quantity unit which can be ordered. One shipping unit can contain one or more single products. When placing an order, for the quantity please enter single or multiples of a shipping unit.

---

**LEGAL ADVICE**

When used to replace a T8 fluorescent lamp the total energy efficiency and light distribution depends on the design of the lighting system.

---

**DISCLAIMER**

Subject to change without notice. Errors and omission excepted. Always make sure to use the most recent release.

Εικόνα 58: Τεχνικό φυλλάδιο Osram LED Tube T8 16W (πηγή: [www.kafkas.gr](http://www.kafkas.gr))



## E32 WINDOW CONCEPT

**E32** IS A SLIDING WINDOW AND DOOR SYSTEM WITH THERMAL BREAK, SUITABLE FOR OPPOSED AND IN-WALL DOORS AND WINDOWS WITH HIGH REQUIREMENTS FOR THERMAL INSULATION, FUNCTIONALITY AND AESTHETICS

- Low height rails suitable for replacement of old type aluminum windows
- Elegant profiles in straight design
- Thermal drain for rails profiles
- Excellent water-tightness and air-permeability
- Quick and easy installation
- Stainless steel reinforced rail for long lasting construction
- Glazing sash with 32.0 mm width allowing glass panel up to 22.0 mm

## E32 ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ

Η **E32** ΕΙΝΑΙ ΕΝΑ ΘΕΡΜΟΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΙΑ ΣΥΡΟΜΕΝΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ, ΚΑΤΑΛΛΗΛΟ ΓΙΑ ΕΠΑΛΛΗΛΑ ΚΑΙ ΧΩΝΕΥΤΑ, ΙΚΑΝΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΙΣ ΥΨΗΛΟΤΕΡΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ, ΕΡΓΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗΣ.

- Χαμηλοί οδηγοί, κατάλληλοι για αντικαταστάσεις παλαιών κουφωμάτων
- Διατομές σε ίσια γραμμή
- Λεκάνη θερμοδιακοπής για διατομές οδηγών
- Υψηλή υδατοστεγάνωση και αεροπερατότητα
- Εύκολη και γρήγορη τοποθέτηση
- Δυνατότητα τοποθέτησης ραουλόδρομου inox, για μεγάλη αντοχή
- Πλάτος φύλλου τζαμιού 32.0mm με δυνατότητα τοποθέτησης υαλοπίνακα έως 22.0 mm

## TECHNICAL DETAILS

### General description of the system

E32 thermal break system, can be used for the construction of sliding doors and windows. System E32 is ideal for the replacement of old frames. It has a wide range of rails with a height of 31 mm that can be used for the construction of almost all typologies of sliding doors and windows.  
The profiles are insulated.  
Rails are designed for 45° connection.

### Dimensions of profiles

- Rail height: 31.0 mm
- Sash height: 82.0 mm
- Sash width: 32.0 mm
- Triple rail width (sash-screen-shutter): 97.0 mm

### Construction types

Double vent sliding door-window with or without fly screen. Triple and quadruple vent sliding door-window. Single and double vent sliding pocket door-window.  
Single and double vent sliding pocket door-window with insect screen.  
Single and double vent sliding pocket door-window with shutter.  
Single and double vent sliding pocket door-window with insect screen and shutter.

### Technical specifications of profiles

Aluminum alloy: EN-AW 6060 T6 F22 or EN-AW 6063 T6 F22  
Hardness: min 115 Webster  
Dimensional Tolerances: according to EN 12020

### Insulation zone

Polyamide insulation bars, reinforced with 25% glass fibres, with friction interlocking for high static loads

### Sealing system

Pile weatherseal is used for sealing the space between sash frame and rail.

### Section connections

Sashes and rails are fixed manually aluminum die cast and extruded corner joints.

### Fitting chamber

Euro groove

### Fitting types

Single and double rollers with maximum load capacity of 40kg and 90kg, respectively, per pair.  
Single point or multipoint locks.

### Handle types

Variety of standard cremone bolts, external handles and integrated handles in various finishes

### Construction sizes

Vent (max width x height): 1600 x 1500 mm  
Vent (width x max height): 1300 x 2300 mm

### Glazing type

Double glass with maximum width 22.0 mm  
Maximum vent weight: 90 kg

### Opening types

Sliding

### Surface finishes

According to the quality and inspection standards of QUALICOAT and QUALIDECO. Profiles are pretreated so that to meet the standards of SEASIDE CLASS and passivated using chrome - free agents. Wood effect decoration is possible, using powder on powder method.

### Packaging

According to the guidelines of ASTM B660

### Quality control

Design and production processes are certified according to European standard ISO 9001. Self-checking is performed by the department of Quality Control. External inspections are performed by recognized inspection bodies, such as Lloyd's Register Verification

### 3.2 Technical specifications

C 230-...ECO		Unit	85	130	170	210
<b>General</b>						
Number of sections			3	4	5	6
Bumer operation			<b>Modulating</b>			
Useful output (80/60°C) PN (G20)	minimum	kW	16	22	29	39
	maximum	kW	87	113 <sup>(1)</sup> /120	166	200
Useful output (50/30°C) PN (G20)	minimum	kW	18	24	33	44
	maximum	kW	93	121 <sup>(1)</sup> /129	179	217
Bumer output (Hi) (G20) (Power input)	minimum	kW	17	23	31	41
	maximum	kW	89	115 <sup>(1)</sup> /123	170	205
<b>Combustion gas and by-products</b>						
Gas supply pressure G20		mbar	17 - 30			
Gas flow rate G20 (15 °C - 1013 mbar)	minimum	m <sup>3</sup> /h	1.8	2.4	3.3	4.3
	maximum	m <sup>3</sup> /h	9.4	12.2 <sup>(1)</sup> /13	18	21.7
Gas flow rate G25 (15 °C - 1013 mbar)	minimum	m <sup>3</sup> /h	2.1	2.8	3.8	5.0
	maximum	m <sup>3</sup> /h	11	14.4	20.9	25.2
Gas flow rate G27 (15 °C - 1013 mbar)	minimum	m <sup>3</sup> /h	2.2	3.0	4.0	-
	maximum	m <sup>3</sup> /h	11.5	15.9	22.0	-
Gas flow rate G31	minimum	Kg/h	1.94	1.94	3.42	3.19
	maximum	Kg/h	6.91	9.56	13.21	15.93
CO <sub>2</sub> (G20-G25) Qmin.-Qmax (Open air box)		%	9.3-8.8	9.3-8.8	9.3-8.8	9.3-8.8
CO <sub>2</sub> (G20-G25) Qmin.-Qmax (Closed air box)		%	9.5-9.0	9.5-9.0	9.5-9.0	9.5-9.0
CO <sub>2</sub> (G27) Qmin.-Qmax (Open air box)		%	9.3-8.8	9.3-8.8	9.3-8.8	-
CO <sub>2</sub> (G27) Qmin.-Qmax (Closed air box)		%	9.5-9.0	9.5-9.0	9.5-9.0	-
CO <sub>2</sub> (G31) Qmin.-Qmax (Open air box)		%	10.5-9.8	10.5-9.8	10.5-9.8	10.5-9.8
CO <sub>2</sub> (G31) Qmin.-Qmax (Closed air box)		%	10.7-10.0	10.7-10.0	10.7-10.0	10.7-10.0
Average nitrogen oxide emission (NOx)		mg/kWh	62	54	49	58
Average CO emission		mg/kWh	19	15	16	19
Maximum residual fan duty for flue gas		Pa	130	130	130	130
Combusted gas flow <sup>(2)</sup>	minimum	Kg/h	27.2	36.7	49.5	65.5
	maximum	Kg/h	149.7	193.5 <sup>(1)</sup> / 206.9	286.0	344.9
Classification of type according to the discharge of combusted gases and air supply			B23, B23P, C13, C33, C43, C53, C63, C83			
<b>Heating</b>						
Safety temperature		°C	110			
Water setting range		°C	20 - 90			
Water pressure	minimum	bar (MPa)	0,8			
	maximum	bar (MPa)	6			
Water content		l	12	16	20	24
Water resistance at ΔT = 10K		mbar	660	540	680	720
Water resistance at ΔT = 20K		mbar	165	135	170	180
<b>Electricity characteristics</b>						
Power supply voltage		V/Hz	230 / 50			

Εικόνα 61: Τεχνικά χαρακτηριστικά De Dietrich C 230-130 Eco (πηγή: [www.dedietrich.com](http://www.dedietrich.com))

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

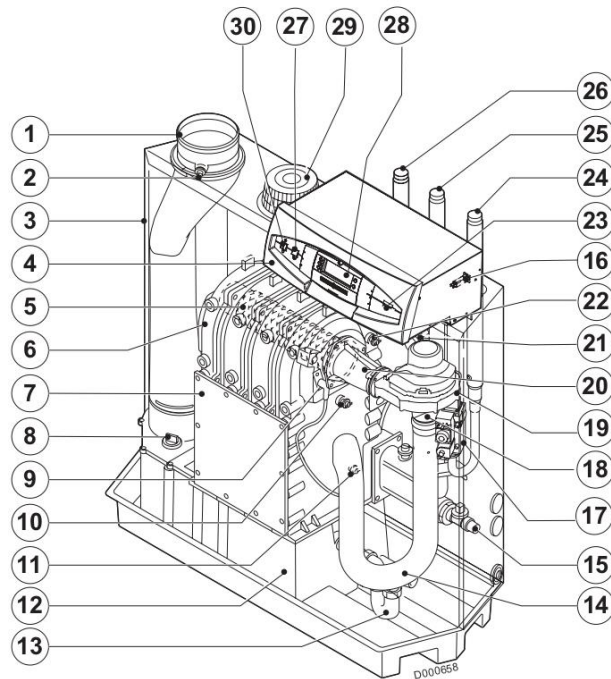
C 230... ECO		Unit	85	130	170	210
Power consumption	minimum	W	34	36	56	59
	maximum	W	125	193	206	317
Insulation class		IP	21			
Miscellaneous						
Weight without water		kg	130	150	170	200
Acoustic level at 1 metre		dB(A)	≤ 57			≤ 63

(1) For Italy - Limiting input to 115 kW : See chapter: 5.4.5

(2) G20 - Gas H

Εικόνα 62: Τεχνικά χαρακτηριστικά De Dietrich C 230-130 Eco (πηγή: [www.dedietrich.com](http://www.dedietrich.com))

### 3.3 Description



- |    |  |    |   |
|----|--|----|---|
| 1  | Flue gas discharge duct  | 21 | Flue gas pressure switch  |
| 2  | Measurement point O <sub>2</sub> /CO <sub>2</sub> (Emplacement for fue gas sensor, Option) | 22 | Output sensor   |
| 3  | Air enclosure  | 23 | Connector for the programming tool                                  |
| 4  | Control panel  | 24 | Gas connection  |
| 5  | Burner   | 25 | Return connection   |
| 6  | Heat exchanger   | 26 | Flow connection   |
| 7  | Inspection hatch   | 27 | Reset button  |
| 8  | Inspection cap / Cleaning  | 28 | Display DIEMATIC-m3   |
| 9  | Ignition electrode / Ionization probe  | 29 | Air inlet (Protective cage)   |
| 10 | Heating body sensor  | 30 | General ON <input type="radio"/> / OFF <input type="radio"/> switch |
| 11 | Return sensor  |    |   |
| 12 | Condensates collector  |    |   |
| 13 | Condensate trap  |    |   |
| 14 | Silencer   |    |   |
| 15 | Filling and emptying tap   |    |   |
| 16 | Circuit breaker  |    |   |
| 17 | Multivalve gas unit  |    |   |
| 18 | Venturi  |    |   |
| 19 | Fan  |    |   |
| 20 | Mixer pipe   |    |   |

Εικόνα 63: Τεχνικά χαρακτηριστικά De Dietrich C 230-130 Eco (πηγή: [www.dedietrich.com](http://www.dedietrich.com))



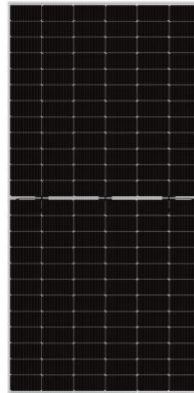
## NTOPCon Technology

### JW Pro Series JW-HD144N

N-type Bifacial Mono Module

### 555-580W

IEC61215(2016), IEC61730(2016)  
ISO9001:2015: Quality Management System  
ISO14001:2015: Environment Management System  
ISO45001:2018: Occupational health and safety management systems



### 580W

Maximum Power Output

### 22.45%

Maximum Module Efficiency

### 0~+5W

Power Output Tolerance



**10-30% Additional Power Generation**  
30 years lifespan brings 10-30% additional power generation comparing with conventional P-type module



**ZERO LID (Light Induced Degradation)**  
N-type solar cell has no LID naturally which can increase power generation



**Lower LCOE**  
Higher bifaciality, higher power output and lower BOS cost



**Better Weak Illumination Response**  
Higher power output even under low-light environments like on cloudy or foggy days



**Better Temperature Coefficient**  
Higher power generation under working conditions, thanks to passivating contact cell technology

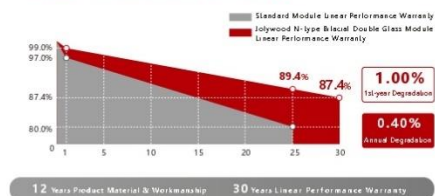


**Wider Applicability**  
More application scenes like BIPV, vertical installation, snowfield, high-humid, windy and dusty area

### Jolywood Delivers Reliable Performance Over Time

- Leader of N-type bifacial manufacturer
- Full-automatic facility and industry-leading technology
- Best-in-class durability and reliability
- BNEF Tier One

### Linear Performance Warranty



Version 2022.12 ©Jolywood (Taizhou) Solar Technology Co., Ltd. All rights reserved.



Εικόνα 64: Τεχνικό φυλλάδιο Jolywood N-Type 580W (πηγή: [www.jolywood.cn](http://www.jolywood.cn))



## JW-HD144N Series | N-type Bifacial Mono Module

Electrical Properties		STC*					
Testing Condition		Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side
Peak Power (Pmax) (W)		555	560	565	570	575	580
MPP Voltage (Vmp) (V)		42.2	42.4	42.6	42.8	43.0	43.2
MPP Current (Imp) (A)		13.16	13.21	13.27	13.32	13.38	13.43
Open Circuit Voltage (Voc) (V)		50.48	50.68	50.88	51.08	51.28	51.48
Short Circuit Current (Isc) (A)		14.06	14.12	14.18	14.24	14.30	14.36
Module Efficiency (%)		21.48	21.68	21.87	22.07	22.26	22.45

\*STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, AM1.5  
The data above is for reference only and the actual data is in accordance with the practical testing  
Power Measurement Tolerance: ±3%

Electrical Properties		NOCT*					
Testing Condition		Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side	Front Side
Peak Power (Pmax) (W)		421	424	428	432	436	440
MPP Voltage (Vmp) (V)		39.6	39.8	40.0	40.2	40.4	40.6
MPP Current (Imp) (A)		10.61	10.65	10.70	10.74	10.79	10.84
Open Circuit Voltage (Voc) (V)		48.2	48.4	48.6	48.7	48.9	49.1
Short Circuit Current (Isc) (A)		11.23	11.28	11.33	11.38	11.42	11.46

\*NOCT: Irradiance 800 W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s

Operating Properties		
Operating Temperature (°C)		-40°C~+85°C
Maximum System Voltage (V)		1500V DC (IEC)
Maximum Series Fuse Rating (A)		30
Power Tolerance		0~+5W
Bifaciality*		80%

\*Bifaciality=Pmaxrear (STC) /Pmaxfront (STC) , Bifaciality tolerance:±5%

Temperature Coefficient		
Temperature Coefficient of Pmax*		-0.300%/°C
Temperature Coefficient of Voc		-0.250%/°C
Temperature Coefficient of Isc		+0.045%/°C
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)		42±2°C

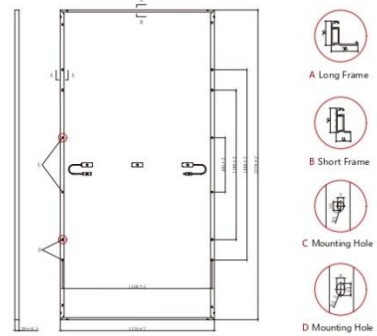
\*Temperature Coefficient of Pmax±0.03%/°C

Mechanical Properties		
Cell Size		182.00mm*91.00mm
Number of Cells		144pcs(12*12)
Module Dimension		2278mm*1134mm*30mm
Weight		32.5kg
Front / Rear Glass*		2.0mm/2.0mm
Frame		Anodized Aluminium Alloy
Junction Box		IP68 (3 diodes)
Length of Cable		4.0mm <sup>2</sup> , +300mm/-180mm (Cable length can be customized)

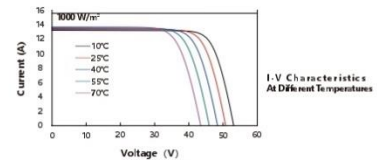
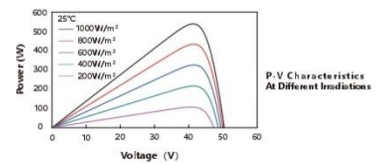
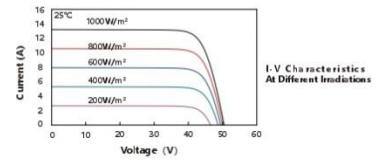
\*Heat strengthened glass

With Different Power Generation Gain (regarding 555W as an example)						
Power Gain (%)	Peak Power (Pmax) (W)	MPP Voltage (Vmp) (V)	MPP Current (Imp) (A)	Open Circuit Voltage (Voc) (V)	Short Circuit Current (Isc) (A)	
10	597	42.2	14.13	50.4	14.96	
15	617	42.2	14.62	50.4	15.48	
20	638	42.2	15.11	50.4	15.99	
25	659	42.3	15.59	50.5	16.51	
30	680	42.3	16.08	50.5	17.02	

### Engineering Drawing (unit: mm)



### Characteristic Curves | HD144N-555



### Packaging Configuration

Packing Type	20'GP	40'GP	40'HQ
Piece/Pallet		35	
Pallet/Container	4	10	20
Piece/Container	140	350	700

\*The specification and key features described in this datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to ongoing innovation, R&D enhancement, Jolywood (Taizhou) Solar Technology Co., Ltd. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.



Add: No.6 Kaiyang Rd, Jiangyan Economic Development Zone,  
Taizhou, Jiangsu Province, China, 225500  
TEL: +86 523 80612799  
Email: mkt@jolywood.cn

www.jolywood.cn



Εικόνα 65: Τεχνικό φυλλάδιο Jolywood N-Type 580W (πηγή: [www.jolywood.cn](http://www.jolywood.cn))

**Technical data PIKO 10-20**

Power class		10	12	15	17	20	
Input side (DC)	Max. PV power <sup>2)</sup> (cos φ = 1)	kWp	15	18	22.5	25.5	30
	Nominal DC power	kW	10.8	12.3	15.3	17.4	20.4
	Rated input voltage (U <sub>DC,r</sub> )	V	680				
	Start-up input voltage (U <sub>DC,start</sub> )	V	180				
	Input voltage range (U <sub>DC,min</sub> - U <sub>DC,max</sub> )	V	160...1000				
	MPP range at rated output in single-tracker operation (U <sub>MPP,min</sub> - U <sub>MPP,max</sub> )	V	527...800	626...800	-	-	-
	MPP range at rated output in two-tracker operation (U <sub>MPP,min</sub> - U <sub>MPP,max</sub> )	V	sym: 290/290...800 unsym: 390/250...800	sym: 345/345...800 unsym: 490/250...800	390...800	440...800	515...800
	MPP range at rated output in three-tracker operation (U <sub>MPP,min</sub> - U <sub>MPP,max</sub> )	V	-	-	sym: 290/290/290...800 unsym: 325/325/250...800	sym: 290/290/290...800 unsym: 375/375/250...800	sym: 345/345/345...800 unsym: 450/450/250...800
	MPP working voltage range (U <sub>MPP,workmin</sub> - U <sub>MPP,workmax</sub> )	V	180...800				
	Max. working voltage (U <sub>DC,workmax</sub> )	V	950				
	Max. input current (I <sub>DC,max</sub> ) per DC input <sup>3)</sup>	A	sym: 18/18 unsym: 20/10		sym: 20/20/20 unsym: 20/20/10		
	Max. input current with parallel connection <sup>3)</sup> (DC1+DC2 / DC3 input)	A	36/-		40/20		
	Max. PV short-circuit current (I <sub>SC,PV</sub> ) per DC input <sup>3)</sup>	A	25				
	Number of DC inputs		2		3		
	Number of independent MPP trackers		2		3		
Output side (AC)	Rated power, cos φ = 1 (P <sub>AC,r</sub> )	kW	10	12	15	17	20
	Apparent output power (S <sub>AC,Nom</sub> , S <sub>AC,max</sub> )	kVA	10	12	15	17	20
	Min. output voltage (U <sub>AC,min</sub> )	V	320				
	Max. output voltage (U <sub>AC,max</sub> )	V	500				
	Rated output current (I <sub>AC,r</sub> )	A	14.6	17.4	21.7	24.6	29.0
	Max. output current (I <sub>AC,max</sub> )	A	16.2	19.3	24.2	27.4	32.2
	Short-circuit current (peak/RMS)	A	25/16.6	27.4/16.7	42/28.5	41.3/29	51/36.5
	Grid connection		3N~, 400V, 50 Hz				
	Rated frequency (f <sub>r</sub> )	Hz	50				
	Min./max. grid frequency (f <sub>min</sub> /f <sub>max</sub> )	Hz	47/53				
	Setting range of the power factor (cos φ <sub>AC,r</sub> )		0.8...1...0.8				
	Power factor for rated power (cos φ <sub>AC,r</sub> )		1				
	Max. THD	%	3				
Standby (night-time consumption)	W	1.8					
η	Max. efficiency	%	97.7	97.7	98.0	98.0	98.0
	European efficiency	%	97.1	97.1	97.2	97.3	97.3
	MPP adjustment efficiency	%	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9

Εικόνα 66: Τεχνικό φυλλάδιο KOSTAL PIKO 20kW (πηγή: [www.kostal-solar-electric.com/el-gr/](http://www.kostal-solar-electric.com/el-gr/))

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

Power class		10	12	15	17	20	
System data	Topology: Without galvanic isolation – transformerless			✓			
	Protection class according to IEC 60529 (housing / fan)			IP 65 / IP 55			
	Protective class in accordance with IEC 62103			I			
	Overvoltage category in accordance with IEC 60664-1, input side (PV generator)			II			
	Overvoltage category in accordance with IEC 60664-1, output side (grid connection)			III			
	Degree of contamination			4			
	Environmental category (outdoor installation)			✓			
	Environmental category (indoor installation)			✓			
	UV resistance			✓			
	AC cable diameter (min-max)	mm			9...17		
	AC cable cross-section (min-max)	mm <sup>2</sup>	4...6			6...16	
	DC cable cross-section (min-max)	mm <sup>2</sup>			4...6		
	Max. fuse protection on output side		B25 / C25		B32 / C32		B40 / C40
	Internal operator protection in accordance with EN 62109-2				RCCB type B		
	Independent disconnection device according to VDE 0126-1-1				✓		
	Height/width/depth	mm (in)	445/580/248 (17.52/22.83/9.76)			540/700/265 (21.26/27.56/10.43)	
	Weight	kg (lb)	37.5 (82.67)			48.5 (106.9)	
	Cooling principle – regulated fans				✓		
	Max. air throughput	m <sup>3</sup> /h	2 x 48			2 x 84	
	Max. noise emission	dBA	44			56	
Ambient temperature	°C (°F)			-20...60 (-4...140)			
Max. installation altitude above sea level	m (ft)			2000 (6562)			
Relative humidity	%			4...100			
Connection technology, DC side				SUNCLIX plug			
Connection technology, AC side				Spring-type terminal strip			
Interfaces	Ethernet LAN (RJ45) / RS485 / S0			2 / 1 / 1			
	Analogue inputs			1			
	KOSTAL Smart AC Switch		-		✓		
	Webserver (user interface)			✓			
	Warranty (Smart Warranty / Smart Warranty plus <sup>1)</sup> )	Years			10 (5 + 5)		
	Directives/Certification		CE, GS, EN 62109-1, EN 62109-2, EN 60529, IEC 61683, CEI 0-21, EN 50438 <sup>3)</sup> , G83/2, G99-1, IEC 61727, IEC 62116, FD 1699, TOR D4, UNE 206006 IN, UNE 206007-1 IN, UNE 217001 IN, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105				

Subject to technical changes. Errors excepted. You can find current information at [www.kostal-solar-electric.com](http://www.kostal-solar-electric.com). Manufacturer: KOSTAL Industrie Elektrik GmbH, Hagen, Germany

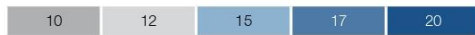
<sup>1)</sup> Activate your free warranty (Smart Warranty) now in the KOSTAL Solar online shop ([shop.kostal-solar-electric.com](http://shop.kostal-solar-electric.com)). This does not affect your statutory warranty. You will find more information about the service and warranty conditions in the download area for your product.

<sup>2)</sup> For overdesign greater than 110%, the working voltage of the generator must be in the MPP range at rated power.

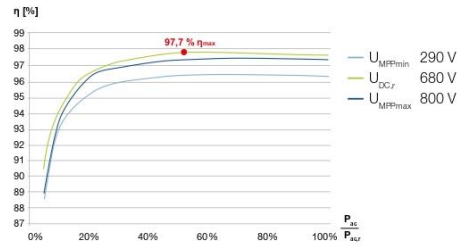
<sup>3)</sup> Does not apply to all national annexes to EN 50438

Εικόνα 67: Τεχνικό φυλλάδιο KOSTAL ΡΙΚΟ 20kW (πηγή: [www.kostal-solar-electric.com/el-gr/](http://www.kostal-solar-electric.com/el-gr/))

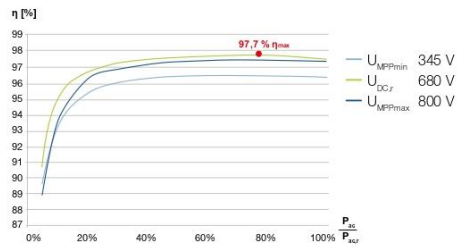
**PIKO inverters - the new generation**



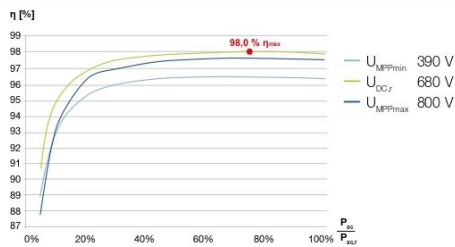
**PIKO 10**



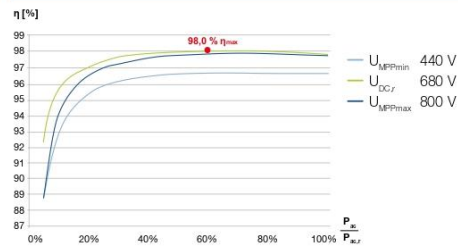
**PIKO 12**



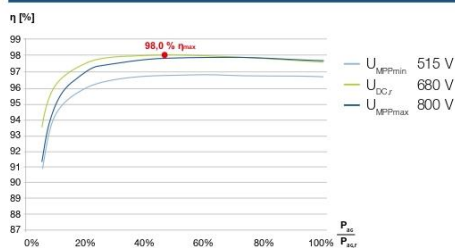
**PIKO 15**



**PIKO 17**



**PIKO 20**



**Services for our products**

FAQs:  
[kostal-solar-electric.com/service-support](http://kostal-solar-electric.com/service-support)

Product registration, KOSTAL Smart Warranty,  
warranty extension or purchase of accessories:  
[shop.kostal-solar-electric.com](http://shop.kostal-solar-electric.com)

Get in touch: [service-solar@kostal.com](mailto:service-solar@kostal.com)

Εικόνα 68: Τεχνικό φυλλάδιο KOSTAL PIKO 20kW (πηγή: [www.kostal-solar-electric.com/el-gr/](http://www.kostal-solar-electric.com/el-gr/))

**8.3: Έκθεση αποτελεσμάτων**

ΒΟΓΙΑΤΖΟΓΛΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ





**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ**

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine

25/6/2023

Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

**ΘΕΡΜΑΝΣΗ**

**Θέρμανση (Παραγωγή)**

Τύπος	Δέβητας
Πηγή ενέργειας	Fuel oil
Ισχύς (kW)	260
Βαθμός απόδοσης	0.75
COP (-)	1.0
Κόστος (€)	

**Θέρμανση (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	260
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
T <sub>i</sub> (°C)	
T <sub>e</sub> (°C)	
Βαθμός απόδοσης	0.89
Κόστος (€)	

**Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)**

Τύπος	ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ
Βαθμός απόδοσης	0.94
Κόστος (€)	

**Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)**

Τύπος	Κυκλοφορητές Αντλίες
Αριθμός (-)	1 1
Ισχύς (kW)	0.04 0.01

**ΨΥΞΗ**

**Ψύξη (Παραγωγή)**

Τύπος	Αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Electricity
Ισχύς (kW)	0
Βαθμός απόδοσης	1.0
Εν. αποδοτικότητα	2.2
Ισχύς (kW)	

**Ψύξη (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	0
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	0.95
Κόστος (€)	

**Ψύξη (Τερματικές μονάδες)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	0.93
Κόστος (€)	

**Ψύξη (Βοηθητικές μονάδες)**

Τύπος	
Αριθμός (-)	1
Ισχύς (kW)	4.8

3

#### ΥΓΡΑΝΣΗ

##### Υγρανση (Παραγωγή)

---

Τύπος  
Πηγή ενέργειας  
Ισχύς (kW)  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€)

##### Υγρανση (Δίκτυο διανομής)

---

Τύπος  
Χώρος διέλευσης  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€)

##### Υγρανση (Σύστημα διοχέτευσης)

---

Τύπος  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€)

#### ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

##### ΚΚΜ

---

Τύπος θεωρητικό  
Κόστος (€)

##### Τμήμα θέρμανσης

---

Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h)	12882
T <sub>i_h</sub> (°C)	
R <sub>h</sub> (-)	0.0
Q <sub>r_h</sub> (-)	0.0

##### Τμήμα ψύξης

---

Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h)	12882
T <sub>i_c</sub> (°C)	
R <sub>c</sub> (-)	0.0
Q <sub>r_c</sub> (-)	0.0

##### Τμήμα ύγρανσης

---

H <sub>r</sub> (-)	0.0
E <sub>vent</sub> (kW s/m <sup>3</sup> )	1.93

#### ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ

##### ΖΝΧ (Παραγωγή)

---

Τύπος  
Πηγή ενέργειας



ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine

25/6/2023

Ισχύς (kW)  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€)

**ΖΝΧ (Δίκτυο διανομής)**

---

Τύπος  
Χώρος διέλευσης  
Βαθμός απόδοσης 1  
Κόστος (€)

**ΖΝΧ (Σύστημα αποθήκευσης)**

---

Τύπος  
Βαθμός απόδοσης 1  
Κόστος (€)

**ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ**

Τύπος  
Συν. α (-)  
Συν. β (-)  
Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)  
Προσ/σμός (deg)  
Κλίση (deg)  
F\_s (-)  
Κόστος (€)

**ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Ισχύς (kW) 17  
Περιοχή ΦΦ (%)  
Αυτ. ελέγχου ΦΦ 1  
Αυτ. αν. κίνησης 0  
Κόστος (€)

5





ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine

25/6/2023

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

**ΘΕΡΜΑΝΣΗ**

**Θέρμανση (Παραγωγή)**

Τύπος	Δέβητας
Πηγή ενέργειας	Fuel oil
Ισχύς (kW)	260
Βαθμός απόδοσης	0.75
COP (-)	1.0
Κόστος (€)	

**Θέρμανση (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	260
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
T <sub>i</sub> (°C)	
T <sub>e</sub> (°C)	
Βαθμός απόδοσης	0.89
Κόστος (€)	

**Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)**

Τύπος	ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ
Βαθμός απόδοσης	0.94
Κόστος (€)	

**Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)**

Τύπος	Κυκλοφορητές Αντλίες
Αριθμός (-)	1 1
Ισχύς (kW)	0.04 0.01

**ΨΥΞΗ**

**Ψύξη (Παραγωγή)**

Τύπος	Αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Electricity
Ισχύς (kW)	0
Βαθμός απόδοσης	1.0
Εν. αποδοτικότητα	2.2
Ισχύς (kW)	

**Ψύξη (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	0
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	0.95
Κόστος (€)	

**Ψύξη (Τερματικές μονάδες)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	0.93
Κόστος (€)	

**Ψύξη (Βοηθητικές μονάδες)**

Τύπος	
Αριθμός (-)	1
Ισχύς (kW)	4.8

8

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine

25/6/2023

**ΥΓΡΑΝΣΗ**

**Υγρανση (Παραγωγή)**

---

Τύπος  
Πηγή ενέργειας  
Ισχύς (kW)  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€)

**Υγρανση (Δίκτυο διανομής)**

---

Τύπος  
Χώρος διέλευσης  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€)

**Υγρανση (Σύστημα διοχέτευσης)**

---

Τύπος  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€)

**ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ**

**ΚΚΜ**

---

Τύπος θεωριτικο  
Κόστος (€)

**Τμήμα θέρμανσης**

---

Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h)	12882
T <sub>i_h</sub> (°C)	
R <sub>h</sub> (-)	0.0
Q <sub>r_h</sub> (-)	0.0

**Τμήμα ψύξης**

---

Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h)	12882
T <sub>i_c</sub> (°C)	
R <sub>c</sub> (-)	0.0
Q <sub>r_c</sub> (-)	0.0

**Τμήμα ύγρανσης**

---

H <sub>r</sub> (-)	0.0
E <sub>vent</sub> (kW s/m <sup>3</sup> )	1.93

**ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ**

**ΖΝΧ (Παραγωγή)**

---

Τύπος  
Πηγή ενέργειας

9

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine

25/6/2023

Ισχύς (kW)  
Βαθμός απόδοσης  
Κόστος (€)

**ΖΝΧ (Δίκτυο διανομής)**

---

Τύπος  
Χώρος διέλευσης  
Βαθμός απόδοσης 1  
Κόστος (€)

**ΖΝΧ (Σύστημα αποθήκευσης)**

---

Τύπος  
Βαθμός απόδοσης 1  
Κόστος (€)

**ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ**

Τύπος  
Συν. α (-)  
Συν. β (-)  
Επιφάνεια (m<sup>2</sup>)  
Προσ/σμός (deg)  
Κλίση (deg)  
F\_s (-)  
Κόστος (€)

**ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Ισχύς (kW) 6.2  
Περιοχή ΦΦ (%)  
Αυτ. ελέγχου ΦΦ 1  
Αυτ. αν. κίνησης 1  
Κόστος (€) 2500

10







ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine

25/6/2023

Περίμετρος (m) 153  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

---

**ΘΕΡΜΑΝΣΗ**

**Θέρμανση (Παραγωγή)**

---

Τύπος Δέβητας  
Πηγή ενέργειας Natural gas  
Ισχύς (kW) 130  
Βαθμός απόδοσης 0.97  
COP (-) 1.0  
Κόστος (€) 8000

**Θέρμανση (Δίκτυο διανομής)**

---

Τύπος Δίκτυο διανομής θερμού μέσου Αεραγωγοί  
Ισχύς (kW) 130  
Χώρος διέλευσης Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς  
T<sub>i</sub> (°C)  
T<sub>e</sub> (°C)  
Βαθμός απόδοσης 0.89  
Κόστος (€)

**Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)**

---

Τύπος ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ  
Βαθμός απόδοσης 0.94  
Κόστος (€)

**Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)**

---

Τύπος Κυκλοφορητές Αντλίες  
Αριθμός (-) 1 1  
Ισχύς (kW) 0.04 0.01

**ΨΥΞΗ**

**Ψύξη (Παραγωγή)**

---

Τύπος Αερόψυκτη Α.Θ.  
Πηγή ενέργειας Electricity

13

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine

25/6/2023

Ισχύς (kW)	0
Βαθμός απόδοσης	1.0
Εν. αποδοτικότητα	2.2
Ισχύς (kW)	

**Ψύξη (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	0
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	0.95
Κόστος (€)	

**Ψύξη (Τερματικές μονάδες)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	0.93
Κόστος (€)	

**Ψύξη (Βοηθητικές μονάδες)**

Τύπος	
Αριθμός (-)	1
Ισχύς (kW)	4.8

**ΥΓΡΑΝΣΗ**

**Υγρανση (Παραγωγή)**

Τύπος	
Πηγή ενέργειας	
Ισχύς (kW)	
Βαθμός απόδοσης	
Κόστος (€)	

**Υγρανση (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	
Χώρος διέλευσης	
Βαθμός απόδοσης	
Κόστος (€)	

**Υγρανση (Σύστημα διοχέτευσης)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	
Κόστος (€)	

**ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ**

**ΚΚΜ**

Τύπος	θεωρητικό
-------	-----------

14

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ**

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine

25/6/2023

Κόστος (€)

**Τμήμα θέρμανσης**

Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h)	12882
Ti_h (°C)	
R_h (-)	0.0
Q_r_h (-)	0.0

**Τμήμα ψύξης**

Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h)	12882
Ti_c (°C)	
R_c (-)	0.0
Q_r_c (-)	0.0

**Τμήμα ύγρανσης**

H_r (-)	0.0
E_vent (kW s/m <sup>3</sup> )	1.93

**ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ**

**ZNX (Παραγωγή)**

Τύπος	
Πηγή ενέργειας	
Ισχύς (kW)	
Βαθμός απόδοσης	
Κόστος (€)	

**ZNX (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	
Χώρος διέλευσης	
Βαθμός απόδοσης	1
Κόστος (€)	

**ZNX (Σύστημα αποθήκευσης)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	1
Κόστος (€)	

**ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ**

Τύπος	
Συν. α (-)	
Συν. β (-)	
Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	
Προσ/σμός (deg)	
Κλίση (deg)	
F_s (-)	
Κόστος (€)	

**ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Ισχύς (kW)	6.2
Περιοχή ΦΦ (%)	
Αυτ. ελέγχου ΦΦ	1
Αυτ. αν. κίνησης	1
Κόστος (€)	2500

15





ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine

25/6/2023

Περίμετρος (m) 153  
Κόστος (€/m<sup>2</sup>)

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

---

**ΘΕΡΜΑΝΣΗ**

**Θέρμανση (Παραγωγή)**

---

Τύπος Δέβητας  
Πηγή ενέργειας Natural gas  
Ισχύς (kW) 130  
Βαθμός απόδοσης 0.97  
COP (-) 1.0  
Κόστος (€) 8000

**Θέρμανση (Δίκτυο διανομής)**

---

Τύπος Δίκτυο διανομής θερμού μέσου Αεραγωγοί  
Ισχύς (kW) 130  
Χώρος διέλευσης Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς  
T<sub>i</sub> (°C)  
T<sub>e</sub> (°C)  
Βαθμός απόδοσης 0.89  
Κόστος (€)

**Θέρμανση (Τερματικές μονάδες)**

---

Τύπος ΣΩΜΑΤΑ ΚΑΛΟΡΙΦΕΡ  
Βαθμός απόδοσης 0.94  
Κόστος (€)

**Θέρμανση (Βοηθητικές μονάδες)**

---

Τύπος Κυκλοφορητές Αντλίες  
Αριθμός (-) 1 1  
Ισχύς (kW) 0.04 0.01

**ΨΥΞΗ**

**Ψύξη (Παραγωγή)**

---

Τύπος Αερόψυκτη Α.Θ.  
Πηγή ενέργειας Electricity

18

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ**

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine

25/6/2023

Ισχύς (kW)	0
Βαθμός απόδοσης	1.0
Εν. αποδοτικότητα	2.2
Ισχύς (kW)	

**Ψύξη (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου Αεραγωγοί
Ισχύς (kW)	0
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Βαθμός απόδοσης	0.95
Κόστος (€)	

**Ψύξη (Τερματικές μονάδες)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	0.93
Κόστος (€)	

**Ψύξη (Βοηθητικές μονάδες)**

Τύπος	
Αριθμός (-)	1
Ισχύς (kW)	4.8

**ΥΓΡΑΝΣΗ**

**Ύγρανση (Παραγωγή)**

Τύπος	
Πηγή ενέργειας	
Ισχύς (kW)	
Βαθμός απόδοσης	
Κόστος (€)	

**Ύγρανση (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	
Χώρος διέλευσης	
Βαθμός απόδοσης	
Κόστος (€)	

**Ύγρανση (Σύστημα διοχέτευσης)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	
Κόστος (€)	

**ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ**

**ΚΚΜ**

Τύπος	θεωρητικό
-------	-----------

19

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ**

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine

25/6/2023

Κόστος (€)

**Τμήμα θέρμανσης**

Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h)	12882
Ti_h (°C)	
R_h (-)	0.0
Q_r_h (-)	0.0

**Τμήμα ψύξης**

Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /h)	12882
Ti_c (°C)	
R_c (-)	0.0
Q_r_c (-)	0.0

**Τμήμα ύγρανσης**

H_r (-)	0.0
E_vent (kW s/m <sup>3</sup> )	1.93

**ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ**

**ZNX (Παραγωγή)**

Τύπος	
Πηγή ενέργειας	
Ισχύς (kW)	
Βαθμός απόδοσης	
Κόστος (€)	

**ZNX (Δίκτυο διανομής)**

Τύπος	
Χώρος διέλευσης	
Βαθμός απόδοσης	1
Κόστος (€)	

**ZNX (Σύστημα αποθήκευσης)**

Τύπος	
Βαθμός απόδοσης	1
Κόστος (€)	

**ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ**

Τύπος	
Συν. α (-)	
Συν. β (-)	
Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	
Προσ/σμός (deg)	
Κλίση (deg)	
F_s (-)	
Κόστος (€)	

**ΦΩΤΙΣΜΟΣ**

Ισχύς (kW)	6.2
Περιοχή ΦΦ (%)	
Αυτ. ελέγχου ΦΦ	1
Αυτ. αν. κίνησης	1
Κόστος (€)	2500

20

**8.4: Έκθεση αποτελεσμάτων**



**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ**

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine 1.7.6.19

25/6/2023

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΥΓΡΑΝΣΗ
ΙΑΝ	22.9	0.0	2.8	0.0
ΦΕΒ	18.0	0.0	2.5	0.0
ΜΑΡ	12.0	0.0	2.5	0.0
ΑΠΡ	4.8	0.0	2.2	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	2.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	8.1	1.7	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	12.8	1.5	0.0
ΑΥΓ	0.0	10.8	1.5	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.6	0.0
ΟΚΤ	1.5	0.0	2.0	0.0
ΝΟΕ	12.5	0.0	2.2	0.0
ΔΕΚ	22.2	0.0	2.6	0.0
ΣΥΝ	94.0	31.8	25.1	0.0

**ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ -

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	22.3	0.0	3.2	0.0
ΦΕΒ	17.5	0.0	2.9	0.0
ΜΑΡ	11.7	0.0	3.0	0.0
ΑΠΡ	4.7	0.0	2.6	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	2.3	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	4.2	1.9	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	6.7	1.8	0.0
ΑΥΓ	0.0	5.6	1.8	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.9	0.0
ΟΚΤ	1.5	0.0	2.3	0.0
ΝΟΕ	12.2	0.0	2.6	0.0
ΔΕΚ	21.7	0.0	3.0	0.0
ΣΥΝ	91.6	16.5	29.4	0.0

**ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ (kWh/m <sup>2</sup> )	ΖΝΧ	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
ΙΑΝ	7.7	0.0	2.9	0.0
ΦΕΒ	6.0	0.0	2.6	0.0
ΜΑΡ	4.0	0.0	2.7	0.0
ΑΠΡ	1.6	0.0	2.3	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	2.1	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	1.4	1.8	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	2.3	1.6	0.0
ΑΥΓ	0.0	1.9	1.6	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.7	0.0
ΟΚΤ	0.5	0.0	2.1	0.0
ΝΟΕ	4.2	0.0	2.4	0.0
ΔΕΚ	7.5	0.0	2.8	0.0
ΣΥΝ	31.6	5.7	26.7	0.0

1

**ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΣΕ CAD ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΣΤΟ ΑΙΓΑΛΕΩ –  
ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ**

ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.30.1.2 - Engine 1.7.6.19

25/6/2023

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΥΓΡΑΝΣΗ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	22.9	0.0	2.8	0.0
ΦΕΒ	18.6	0.0	2.5	0.0
ΜΑΡ	14.4	0.0	2.5	0.0
ΑΠΡ	6.9	0.0	2.2	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	2.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	6.6	1.7	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	10.2	1.5	0.0
ΑΥΓ	0.0	8.5	1.5	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	1.6	0.0
ΟΚΤ	2.4	0.0	2.0	0.0
ΝΟΕ	14.2	0.0	2.2	0.0
ΔΕΚ	22.0	0.0	2.6	0.0
ΣΥΝ	101.3	25.4	25.1	0.0

**ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ**

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ **A+**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	19.1	0.0	5.4	0.0
ΦΕΒ	15.5	0.0	3.9	0.0
ΜΑΡ	12.0	0.0	2.3	0.0
ΑΠΡ	5.7	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	2.8	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	4.4	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	3.7	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΟΚΤ	2.0	0.0	1.3	0.0
ΝΟΕ	11.8	0.0	3.7	0.0
ΔΕΚ	18.3	0.0	5.4	0.0
ΣΥΝ	84.5	10.9	22.1	0.0

**ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ**

	ΘΕΡΜΑΝΣΗ	ΨΥΞΗ	ZNX	ΦΩΤΙΣΜΟΣ
	(kWh/m <sup>2</sup> )			
ΙΑΝ	6.6	0.0	1.9	0.0
ΦΕΒ	5.3	0.0	1.3	0.0
ΜΑΡ	4.1	0.0	0.8	0.0
ΑΠΡ	2.0	0.0	0.0	0.0
ΜΑΙ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΙΟΥΝ	0.0	1.0	0.0	0.0
ΙΟΥΛ	0.0	1.5	0.0	0.0
ΑΥΓ	0.0	1.3	0.0	0.0
ΣΕΠ	0.0	0.0	0.0	0.0
ΟΚΤ	0.7	0.0	0.5	0.0
ΝΟΕ	4.1	0.0	1.3	0.0
ΔΕΚ	6.3	0.0	1.9	0.0
ΣΥΝ	29.1	3.8	7.6	0.0

2