Interreg – IPA CBC
Greece - Republic of North Macedonia
BENEFIT

The Programme is co-funded by the European Union and by National Funds of the Participating Countries

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ
(ΤΟΜΕΑΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ)
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗΣ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης

Διερεύνηση Σεναρίων Ενεργειακής Αναβάθμισης

Διοικητήριο Θεσσαλονίκης

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ -

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Περιεχόμενα

1. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ 2

1.1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ 2

1.2. ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ 3

2. ΠΡΟΤΥΠΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ 6

2.1. ΓΕΝΙΚΑ 6

2.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ 8

3. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ 9

3.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ 9

3.2. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ 9

3.2.1. Γενικά στοιχεία-Χρόνοι Λειτουργίας 12

3.2.2. Κέλυφος κτιρίου 13

3.2.3. Θέρμανση 16

3.2.4. Ψυξη 24

3.2.5. Μηχανικός Αερισμός 28

3.2.6. Φωτισμός 29

3.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕΓΕΘΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ 42

3.3.1. Αποτελέσματα Υπολογισμών Κτιρίου Αναφοράς 43

3.3.2. Αποτελέσματα Υπολογισμών Υφιστάμενου Κτιρίου 44

3.3.3. Σχόλια – Παρατηρήσεις 45

3.3.4. Ενεργειακή Κατάταξη του Κτιρίου 45

1. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

1.1. ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ

Αντικείμενο της παρούσας τεχνικής έκθεσης αποτελεί η παρουσίαση των ενεργειακών δεδομένων του Διοικητηρίου τα οποία συλλέχθηκαν κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου στο πλαίσιο του έργου BENEFIT **"**Building ENergy EFficiency ImprovemenT: Demonstration for public buildings" - "Βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση: Επίδειξη σε δημόσια κτίρια".

Το Υπουργείο Εσωτερικών (Τομέας Μακεδονίας και Θράκης) συμμετέχει ως επικεφαλής εταίρος, στο έργο **BENEFIT "**Building ENergy EFficiency ImprovemenT: Demonstration for public buildings" - "Βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση: Επίδειξη σε δημόσια κτίρια" στα πλαίσια του προγράμματος εδαφικής συνεργασίας INTERREG IPA Cross Border Cooperation Programme CCI 2014 TC 16 I5CB 009.

Στο πρόγραμμα ως εταίροι συμμετέχουν οι :

- Υπουργείο Εσωτερικών (τομέας Μακεδονίας και Θράκης) (Ελλάδα) – Επικεφαλής Εταίρος
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ) (Ελλάδα)
- Cluster Βιοενέργειας και Περιβάλλοντος Δυτικής Μακεδονίας (CluBE) (Ελλάδα)
- Δήμος Bitola (Δημοκρατία της Βόρειας Μακεδονίας)
- Public Enterprise for urban planning, architectural design and engineering Bitola (Δημόσια Επιχείρηση αστικού και αρχιτεκτονικού σχεδιασμού της Bitola – Δημοκρατία της Βόρειας Μακεδονίας)

Η δράση αποσκοπεί στην ενίσχυση των ικανοτήτων της δημόσιας διοίκησης της διασυνοριακής περιοχής της Ελλάδας και της Δημοκρατίας της Βόρειας Μακεδονίας, στην κατάρτιση σχεδίων δράσης για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των δημόσιων κτιρίων, καθώς και στην αύξηση της ευαισθητοποίησης της ευρύτερης κοινωνίας αναφορικά με τα οφέλη που προκύπτουν από την ενεργειακή επάρκεια. Σκοπός της δράσης η στοχευμένη ενεργειακή αναβάθμιση δημόσιων κτιρίων, όπως αυτή προβλέπεται από την ευρωπαϊκή και την εθνική νομοθεσία, με πιλοτικές περιοχές μελέτης το Δήμο Θεσ/νίκης (Ελλάδα) και το Δήμο Bitola (ΔΒΜ).

Τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα της δράσης αφορούν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε δημόσια κτίρια και στην παράλληλη μείωση των εκπομπών CO2, μέσω της βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στις κτιριακές υποδομές του δημόσιου τομέα, με την υιοθέτηση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων για ψύξη και θέρμανση χώρων καθώς και την εφαρμογή λοιπών τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας. Η ενεργειακή αναβάθμιση δημοσίων

κτιρίων αποσκοπεί στην εξοικονόμηση ενέργειας με την υλοποίηση των αποδοτικότερων παρεμβάσεων από πλευράς κόστους – οφέλους, ενώ συμβάλλει ταυτόχρονα στη βελτίωση των συνθηκών άνεσης για τους χρήστες των κτιρίων και στην ευαισθητοποίηση του πληθυσμού.

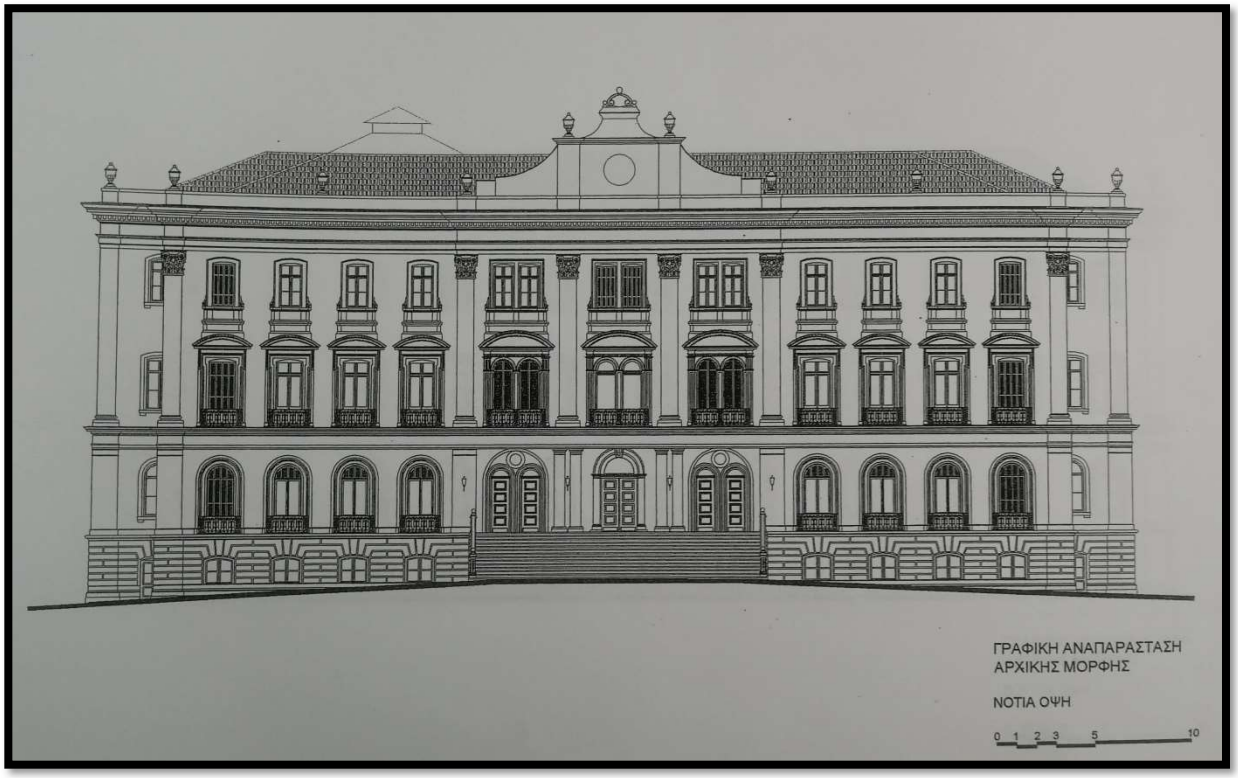
Στο πλαίσιο του έργου BENEFIT πιλοτικά στη Θεσσαλονίκη εξετάζεται η ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου του Διοικητηρίου.

Το κτίριο του Διοικητηρίου, λόγω του χρόνου κατασκευής του, στερείται οποιασδήποτε μέριμνας θερμομόνωσης (εκτός από αυτήν στην πλάκα της 5η στάθμης), πολλά κουφώματα είναι παλαιά και χρήζουν συντήρησης, ενώ και οι ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις χρήζουν μελέτης και βελτιστοποίησης, προκειμένου να καταστούν ενεργειακά αποδοτικότερες. Τεκμαίρεται επομένως η ανάγκη ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου, που θα οδηγήσει σε μείωση του κόστους λειτουργίας και της ρύπανσης του περιβάλλοντος, αλλά και σε βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών άνεσης για τους εργαζόμενους και επισκέπτες του κτιρίου. Επιπλέον, το κτίριο είναι ενταγμένο στον «Κατάλογο θερμαινόμενων ή/και ψυχόμενων κτιρίων της κεντρικής δημόσιας διοίκησης σύμφωνα με το άρθρο 7 του ν.4342/2015» του ΥΠΕΝ σε προτεραιότητα για ενεργειακή αναβάθμιση. Τέλος, λόγω του εμβληματικού χαρακτήρα του κτιρίου και της θέσης του στο κέντρο της Θεσσαλονίκης, η ενεργειακή του αναβάθμιση δίνει τη δυνατότητα ευαισθητοποίησης του ευρύτερου πληθυσμού και βελτίωσης της ενεργειακής συνείδησης.

1.2. ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ

Το κτίριο βρίσκεται στην περιοχή του Ιστορικού Κέντρου Θεσσαλονίκης, στο Ο.Τ. που περικλείεται από τις οδούς Αγίου Δημητρίου, Φιλήμονος Δραγούμη, Κασσάνδρου και Προξένων.

Το κτίριο του Διοικητηρίου χτίστηκε το 1891 και είναι έργο του γνωστού αρχιτέκτονα Βιταλιάνο Ποζέλι. Ήταν η έδρα του βαλή Θεσσαλονίκης και στέγαζε το δημοτολόγιο, υποθηκοφυλακείο, λογιστήριο, κτηματολόγιο, ειρηνοδικείο, την αίθουσα νομαρχιακού συμβουλίου, την διεύθυνση εξωτερικών υποθέσεων, αστυνομίας και χωροφυλακής, πρωτοδικείο και εμποροδικείο και ιεροδικείο. Μετά το 1912 και την κατάλυση της οθωμανικής αρχής στη Θεσσαλονίκη, στέγασε τη Γενική Διοίκηση Μακεδονίας και από 1918 τη Γενική Διοίκηση Θεσσαλονίκης με επικεφαλής υπουργό. Από το 1945 φιλοξενεί τη Γενική Διοίκηση Βορ. Ελλάδος, ενώ από το 1955 το Υπουργείο Βορείου Ελλάδος, που μετονομάστηκε το 1987 σε Υπουργείο Μακεδονίας – Θράκης.



Το 1954 έγιναν εργασίες αποκατάστασης και προστέθηκε άλλος ένας όροφος, προκειμένου να στεγαστούν περισσότερες υπηρεσίες . Το κτίριο έχει σήμερα τη μορφή που του δόθηκε μετά το πέρας των εργασιών το 1955, και στεγάζει τις υπηρεσίες του Υπουργείου Εσωτερικών (Τομέας Μακεδονίας και Θράκης) και άλλες δημόσιες υπηρεσίες.

Το κτίριο φέρει χαρακτηριστικά Νεοκλασικιστικής και Αναγεννησιακής αρχιτεκτονικής: τριμερής κατάτμηση επιπέδων, συμμετρία και κανονικότητα, ψευδοκίονες και εξέχουσες κορνίζες. Το κτίριο περιτρέχει ένα εσωτερικό αίθριο. Το αρχικό αέτωμα της πρόσοψης, στυλ οθωμανικού μπαρόκ, αντικαταστάθηκε από τριγωνικό αέτωμα όταν προστέθηκε ο τέταρτος όροφος.

Τέλος, το κτίριο του Διοικητηρίου χαρακτηρίσθηκε ως έργο τέχνης και ως ιστορικό διατηρητέο μνημείο το 1995 με την Αριθ. ΥΠΠΟ/ΔΙΛΑΠ/Γ/63087/3771/29-11-1995 (ΦΕΚ 29/Β΄/19-1-1996) Απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού, διότι παρουσιάζει αξιόλογα αρχιτεκτονικά και μορφολογικά στοιχεία τόσο στις όψεις όσο και εσωτερικά και διότι είναι άρρηκτα συνδεδεμένο, ως Δημόσιο κτίριο, με την αρχιτεκτονική, πολεοδομική και ιστορική εξέλιξη της πόλης της Θεσσαλονίκης.

Έχει επιπλέον χαρακτηρισθεί ως διατηρητέο από τον Υπουργό Χωροταξίας, Οικισμού και Περιβάλλοντος (ΦΕΚ Δ΄734/28-11-1983).

2. ΠΡΟΤΥΠΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

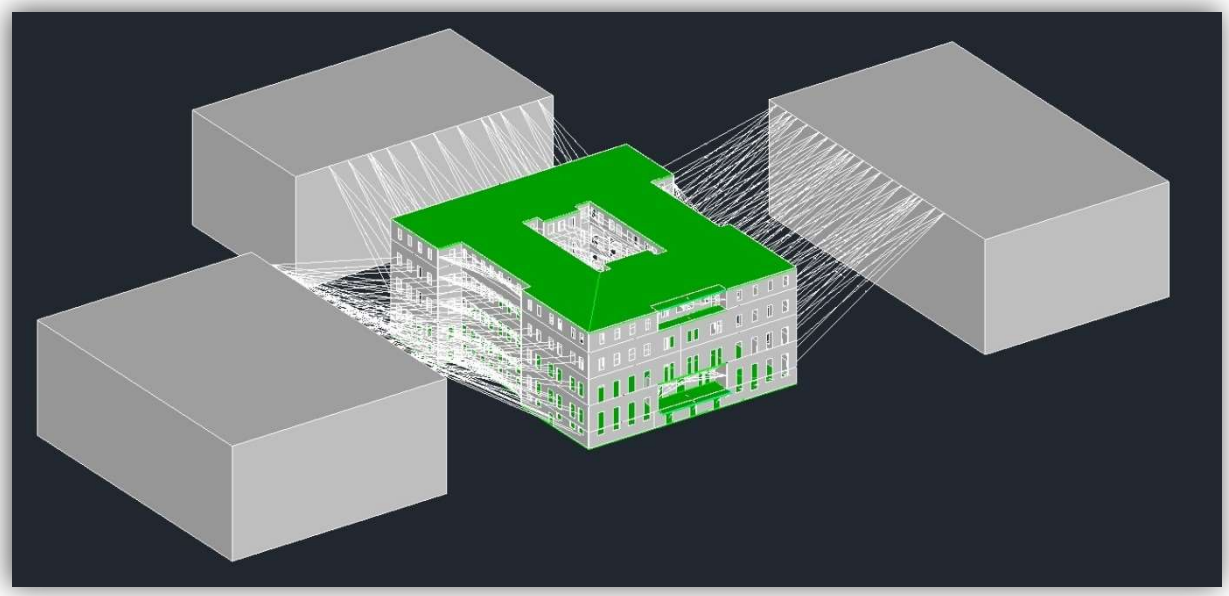
Με βάση τα στοιχεία που συλλέγονται για το κτίριο τόσο κατά την αρχική φάση της αποτύπωσης της υφιστάμενης κατάστασης όσο και κατά την αναλυτική ενεργειακή επιθεώρηση, έγινε υπολογισμός της ζήτησης ενέργειας στους τομείς θέρμανση, ψύξη, φωτισμός, μηχανικός αερισμός και ζεστό νερό χρήσης. Για τους υπολογισμούς των ενεργειακών παραμέτρων του κτιρίου στους παραπάνω τομείς χρησιμοποιείται το λογισμικό ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ Έκδοση 1.31.1.9 - Engine 1.7.6.19 , βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και των αντίστοιχων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και 20701-4/2017.

Στο λογισμικό συμπεριλαμβάνονται Ευρωπαϊκά και Διεθνή πρότυπα τα οποία βρίσκονται σε αντιστοιχία με τα οριζόμενα στο Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων – ΚΕΝΑΚ. Πιο συγκεκριμένα, έχουν χρησιμοποιηθεί τα παρακάτω πρότυπα:

1. ISO/DIS 13790 – CEN/TC 89 WI-14. “Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling” (17-03-2005).
2. ISO/DIS 13789 – CEN WI-23 part 2. “Thermal performance of buildings – Transmission and ventilation heat transfer coefficients – Calculation method” (December 2004).
3. CEN/TC 228 WI-2. “Heating systems in buildings – Energy performance of buildings – Overall energy use, primary energy and CO2 emissions” (May 2005).
4. CEN Draft prEN 15193-1 – CEN WI-13. “Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting – Part 1: Lighting energy estimation” (March 2005).
5. CEN/TC 228 WI-9. “Heating systems in buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 2.2.4: Space heating generation systems, the performance and quality of CHP electricity and heat” (December 2004).
6. CEN/TC 228 WI-11. “Heating systems in buildings – Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 3.1 Domestic hot water systems, characterisation of needs (tapping requirements)” (May 2005).
7. EPA-ED project. “EPA-ED Formulas – Calculation scheme” (September 2004).
8. EPA-ED project. “EPA-ED Calculation engine software – Data structure” (September 2004).
9. EPA-ED project. “Recommendations on EPA-ED method & tool” (September 2004).
10. EPA-U software. “Energieprestatie van utiliteitsgebouwen – Formulestructuur (inclusief winkels)” (November 2004). In Dutch (English title: “Energy performance of non-residential buildings – Formula structure (including retail buildings)”).

11. Soethout L. Scholten, J.E. & Elkhuizen B. Functional specification of the EPA-NR software - WP2b. Final version, March 2007. TNO. Delft, The Netherlands.

Η παρούσα ενεργειακή επιθεώρηση διενεργήθηκε με βάση το «Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» (ΚΕΝΑΚ), όπως αυτός συμπληρώθηκε και τροποποιήθηκε με τον ισχύοντα ΚΕΝΑΚ (Αριθ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/ 30-06-17, ΦΕΚ 2367/Β/12-07-17) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Το κέλυφος και οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις αποτυπώθηκαν στο λογισμικό 3DR.ΚΕΝΑΚ σε τρισδιάστατη απεικόνιση για την εισαγωγή δεδομένων και την παραγωγή των αποτελεσμάτων.



Ειδικότερα, η διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης βασίσθηκε στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

1. 20701-1/2017: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» - Α' Έκδοση (Νοέμβριος 2017),
2. 20701-2/2017: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων» - Α' Έκδοση (Νοέμβριος 2017),
3. 20701-3/2014: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων» - Γ' Έκδοση (Νοέμβριος 2014),
4. 20701-4/2017: «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού» - Α' Έκδοση (Νοέμβριος 2017).

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου εφαρμόζεται η μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790, και των υπολοίπων προτύπων όπως προσδιορίζεται από τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). Στις επόμενες παραγράφους αναλύεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε βάσει των παραπάνω προτύπων για τον υπολογισμό της ζήτησης και κατανάλωσης ενέργειας στο κτίριο στους τομείς της θέρμανσης,

ψύξης, φωτισμού και ζεστού νερού χρήσης. Επιπλέον, περιγράφεται η μεθοδολογία για τον υπολογισμό των αναγκών αερισμού του κτιρίου καθώς και οι απαιτήσεις θερμικής άνεσης των χρηστών.

2.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

Αναλύεται η υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου, εκτιμάται η ζήτηση του κτιρίου σε ενέργεια (ηλεκτρική, θερμική) για φωτισμό, θέρμανση, ψύξη, αερισμό, ζεστό νερό χρήσης, ηλεκτρικά φορτία, εκτιμώνται οι αντίστοιχες καταναλώσεις σε ηλεκτρική ενέργεια και καύσιμο και δίνονται τα αντίστοιχα διαγράμματα και πίνακες της υφιστάμενης/ παρούσας κατάστασης της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου.

Προτείνονται παρεμβάσεις και εκτιμώνται οι αντίστοιχες τιμές εξοικονόμησης και απόσβεσης.
Ο υπολογισμός των χρόνων απόσβεσης γίνεται από το υπολογιστικό πρόγραμμα με βάση την εξοικονόμηση που έχει η κάθε παρέμβαση στην καταναλισκόμενη ενέργεια.
Κάθε παρέμβαση εξετάζεται ξεχωριστά και δίνονται οι αντίστοιχες τιμές εξοικονόμησης , μείωσης των εκπομπών CO_2 και χρόνου απόσβεσης.
Ο χρόνος απόσβεσης μιας παρέμβασης εκτιμάται με βάση το εκτιμώμενο κόστος προς την υπολογιζόμενη εξοικονόμηση ενέργειας ανηγμένη σε χρηματικό ποσό.
Η εκτίμηση της εξοικονόμησης γίνεται με βάση το καύσιμο που χρησιμοποιείται και την θερμογόνο τιμή του.

3. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ

3.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

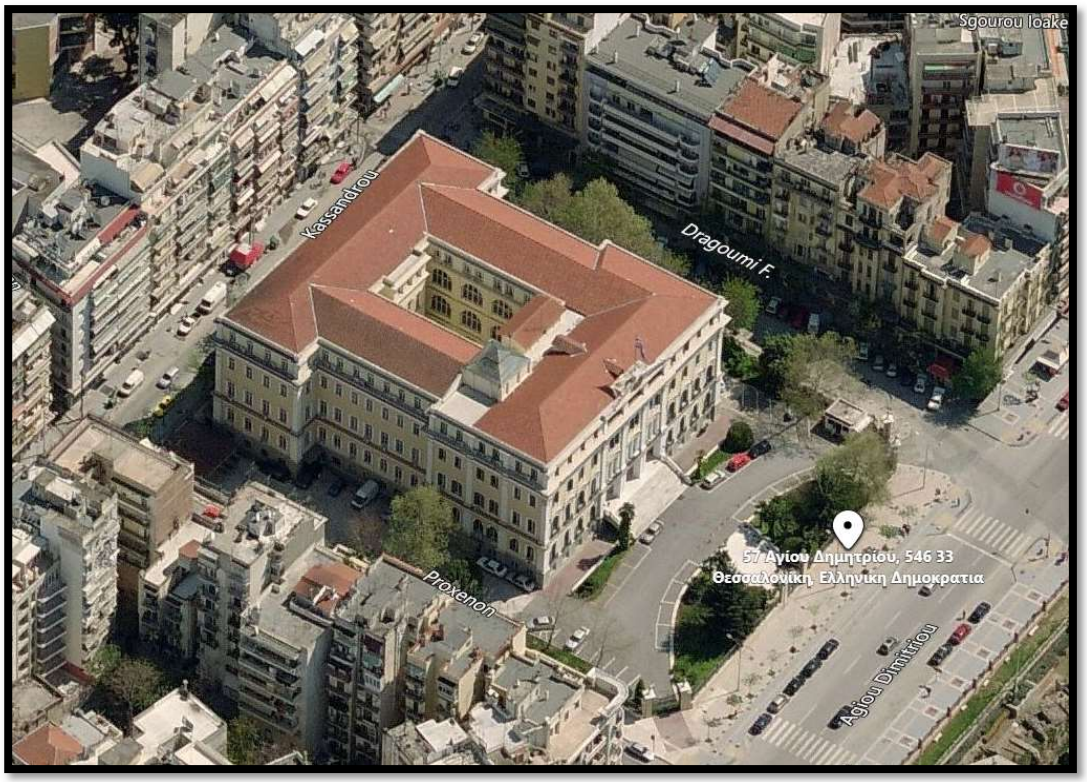
Στις επόμενες παραγράφους περιγράφεται η υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου ως ανάλυση των επιμέρους χαρακτηριστικών και συστημάτων του.

3.2. ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το Διοικητήριο είναι ένα ορθογώνιο κτίριο οργανωμένο γύρω από ένα κεντρικό αίθριο. Η οργάνωση του κτιρίου τόσο σε τυπολογικό όσο και σε μορφολογικό επίπεδο είναι συμμετρική. Οργανώνεται σε τέσσερις πτέρυγες, οι οποίες συντιθέμενες αποτελούν ένα ορθογώνιο με προεκτεινόμενα τα τμήματα της νότιας και βόρειας πτέρυγας.

Το κτίριο διατάσσεται σε πέντε στάθμες, εκ των οποίων οι τέσσερις πρώτες ακολουθούν τις βασικές επιλογές του αρχικού σχεδιασμού, ενώ στην πέμπτη, η οποία προστέθηκε κατά τις εκτενείς επεμβάσεις ανακαίνισης του 1954, μικρά γραφεία διατίθενται εκατέρωθεν ενός νέου κεντρικού διαδρόμου. Η πρόσβαση στους ορόφους γίνεται μέσω δύο κεντρικών κλιμακοστασίων εκ των οποίων το νότιο καταλήγει στην 3η στάθμη, ενός βοηθητικού κλιμακοστασίου στη δυτική πτέρυγα και δύο ανελκυστήρων.

Εικόνα 1: Πανοραμική εικόνα του κτιρίου



Εικόνα 2: Είσοδος (Νοτιοδυτική πλευρά)

Εικόνα 3: Δυτική Όψη

Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου είναι 11.239m², και αναπτύσσεται όπως αναφέρθηκε παραπάνω σε πέντε επίπεδα στα οποία φιλοξενούνται κυρίως χώροι γραφείων και κάποιοι χώροι αρχείου και ηλεκρομηχανολογικών εγκαταστάσεων στο υπόγειο.

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-4/2017 παρ. 3.2 σελ. 23 :

*Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την κατανάλωση στο υπόλοιπο κτήριο, **δεν μπορούν** να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες.*

Τμήματα του κτηρίου με όγκο μικρότερο από το 10% του συνολικού όγκου του κτηρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Για τις ανάγκες της ενεργειακής αποτύπωσης λεβητοστάσιο, και χώροι αρχείου θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι αφού ο όγκος τους αποτελεί περίπου το 2,6% του συνολικού όγκου του κτιρίου.

- Χώροι γραφείων : 10.779,00 m² Όγκος : 53.780,00m³
- Χώροι Η/Μ – Αρχείου : 460,00 m² Όγκος : 1.472,00m³

Το κτίριο όπως διακρίνεται και στην δορυφορική εικόνα, βρίσκεται σε ελεύθερο οικόπεδο και είναι πανταχόθεν ελεύθερο, σκιάζεται όμως τόσο από γειτονικά κτίρια όσο και από τα ίδια του τα δομικά στοιχεία από τη μία πτέρυγα στην άλλη.

3.2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ-ΧΡΟΝΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Κατά την διαδικασία του ελέγχου καταγράφηκαν και εκτιμήθηκαν οι χρόνοι και περίοδοι λειτουργίας των διαφόρων συστημάτων και δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 1: Στοιχεία λειτουργίας ζώνης Γραφείων

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας Γραφείων		
Ώρες λειτουργίας	10	Προκαθορισμένη παράμετρος από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2017
Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	5	
Μήνες λειτουργίας	12	
Περίοδος θέρμανσης	15/10 έως 30/4	
Περίοδος ψύξης	1/6 έως 31/8	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (◦C)	20	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (◦C)	26	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	35	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45	
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m³/h/m²)	3.00	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	500	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς (W/m^2)	16	
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m^3/(m^2 .έτος)]	0.00	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (◦C)	60	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (◦C)	16.4	
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m^2)	8	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.3	
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m^2)	15	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,3	

3.2.2. ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

3.2.2.1. Δομικά – τοιχοποιία

Η κατασκευή του κελύφους αποτελείται από φέρουσα τοιχοποιία αργολιθοδομής πάχους 110 εκατοστών για τις πρώτες τέσσερις στάθμες των οποίων η κατασκευή ολοκληρώθηκε το 1891. Το κέλυφος της πέμπτης στάθμης η οποία αποτελεί προσθήκη του 1954 αποτελείται από δρομική οπτοπλινθοδομή πάχους 40 εκατοστών χωρίς θερμομονωτική προστασία.

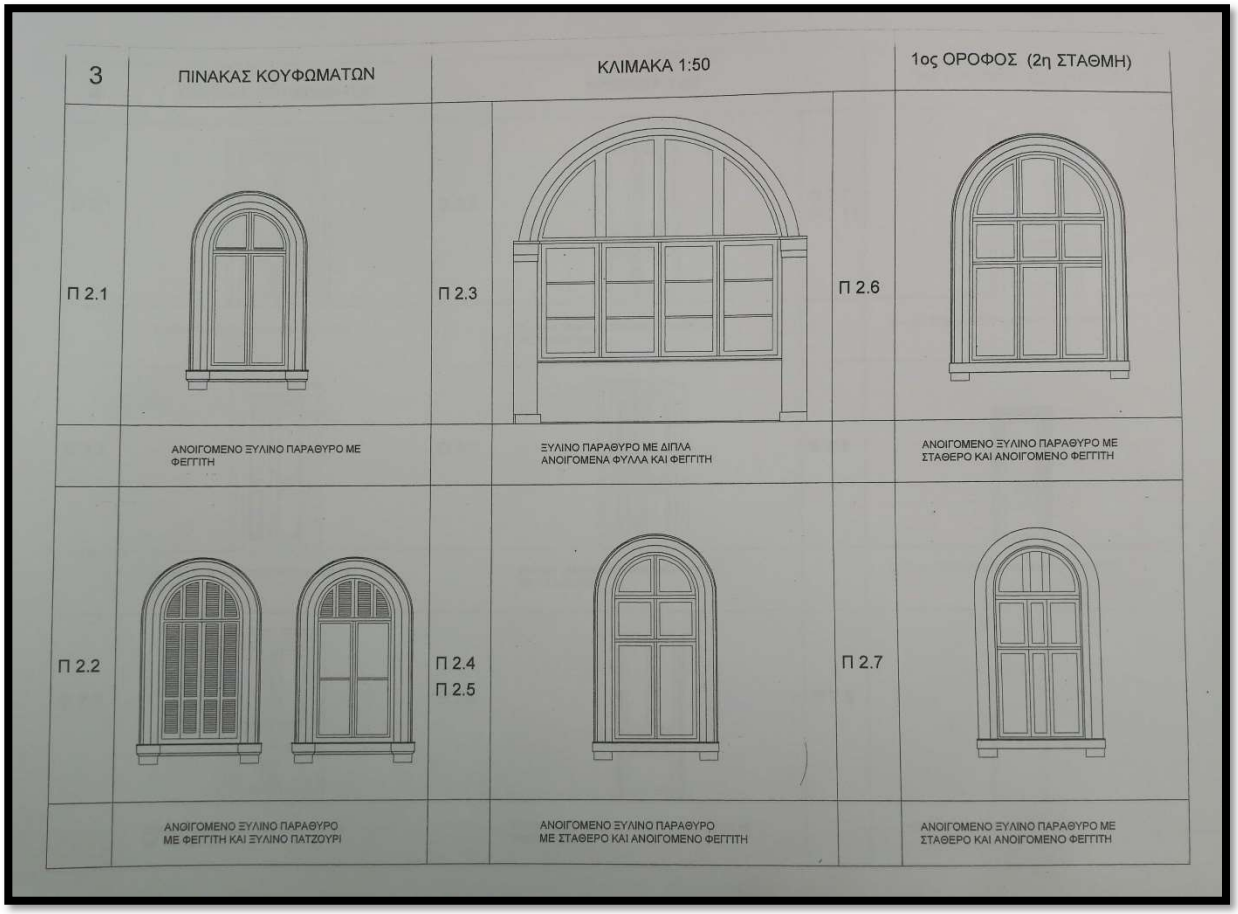
Στην πέμπτη στάθμη υπάρχει πλάκα σκυροδέματος η οποία καλύπτεται με ξύλινη στέγη καλυμμένη με κεραμίδια γαλλικού τύπου. Πάνω στην πλάκα της οροφής της τελευταίας στάθμης έχουν τοποθετηθεί πλάκες υαλοβάμβακα ως θερμομονωτική προστασία αρκετά χρόνια πριν, ενώ σε ορισμένα σημεία τα οποία δεν καλύπτει η στέγη υπάρχει αεριζόμενο δώμα με πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης και γαρμπίλι. Λόγω συνεχών διαρροών σε διάφορα σημεία της στέγης, ο υαλοβάμβακας που βρίσκεται κάτω από αυτή έχει υποστεί σοβαρές φθορές από το νερό και θεωρείται ότι η θερμομονωτική προστασία που μπορεί να προσφέρει στο κτίριο είναι περιορισμένη.

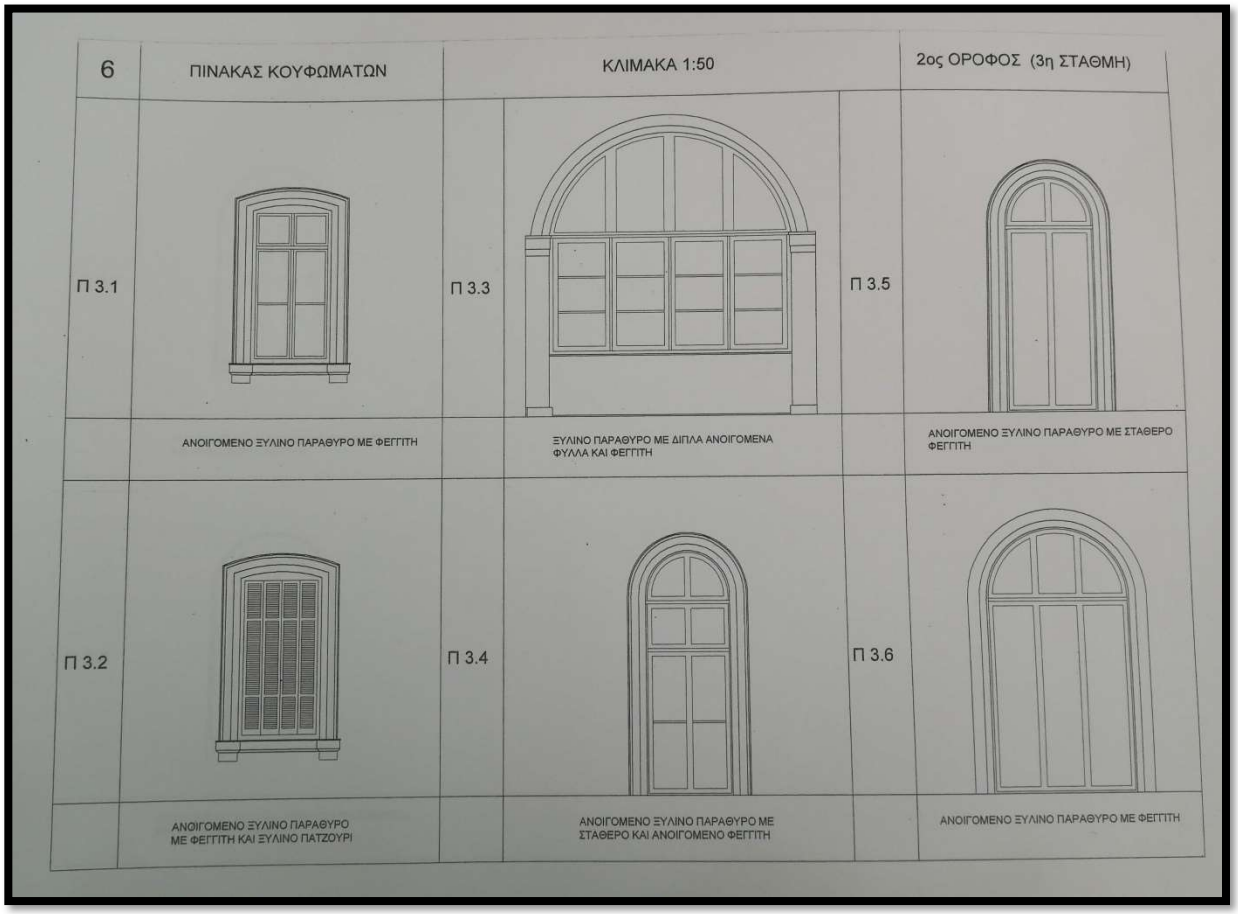
Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης οι συντελεστές θερμοπερατότητας (U value) που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς για τα δομικά στοιχεία του κτιρίου σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017 (πιν.3.6) είναι:

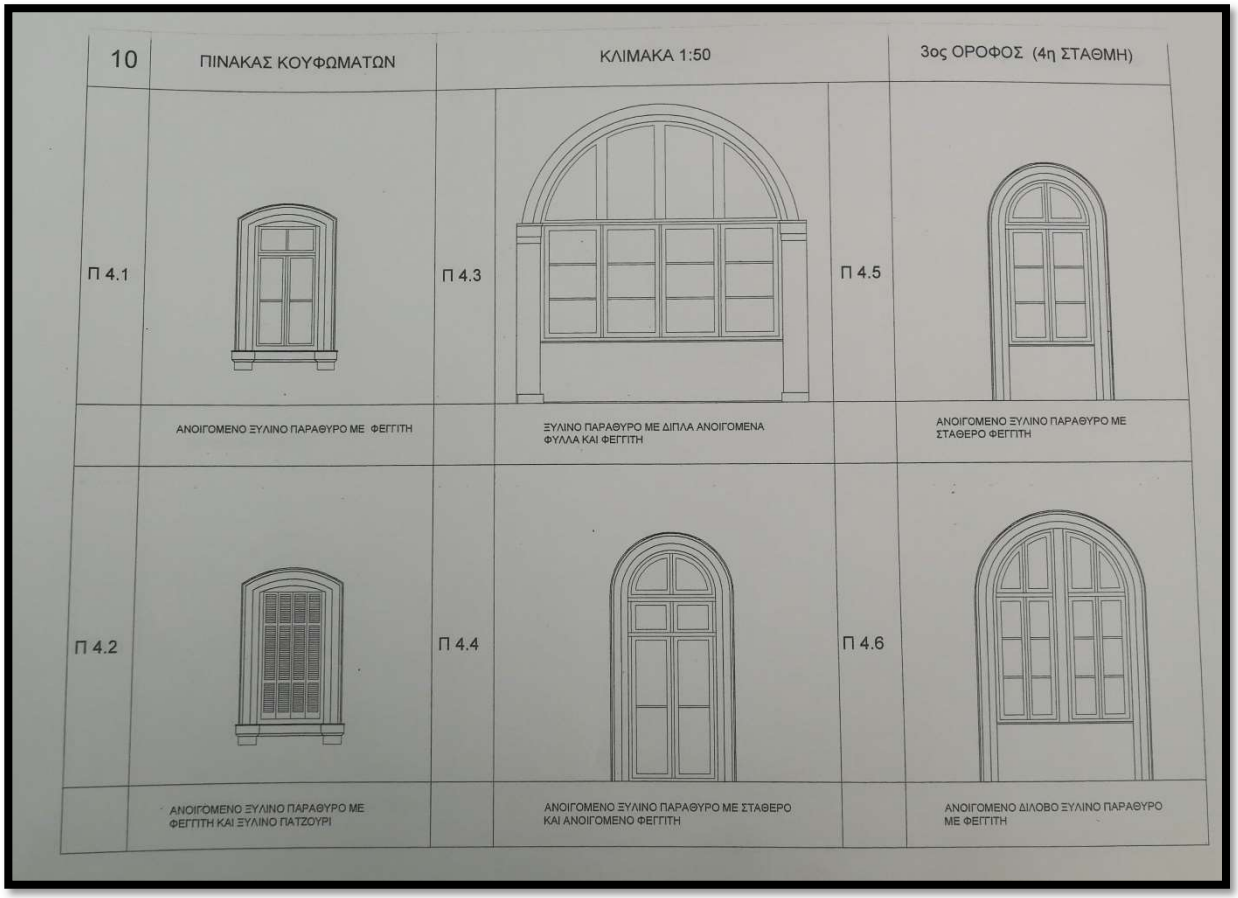
Εξωτερικές Τοιχοποιίες (Αργολιθοδομή επιχρισμένη και από τις δύο όψεις)	: 3.85 W/m^{2}K
Εξωτερικές Τοιχοποιίες (Δρομική οπτ. επιχρισμένη και από τις δύο όψεις)	: 3.05 W/m^{2}K
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.	: 3.70 W/m^{2}K
Αεριζόμενο δώμα (Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.)	: 1.00 W/m^{2}K
Δάπεδο ισογείου προς έδαφος	: 3.10 W/m^{2}K

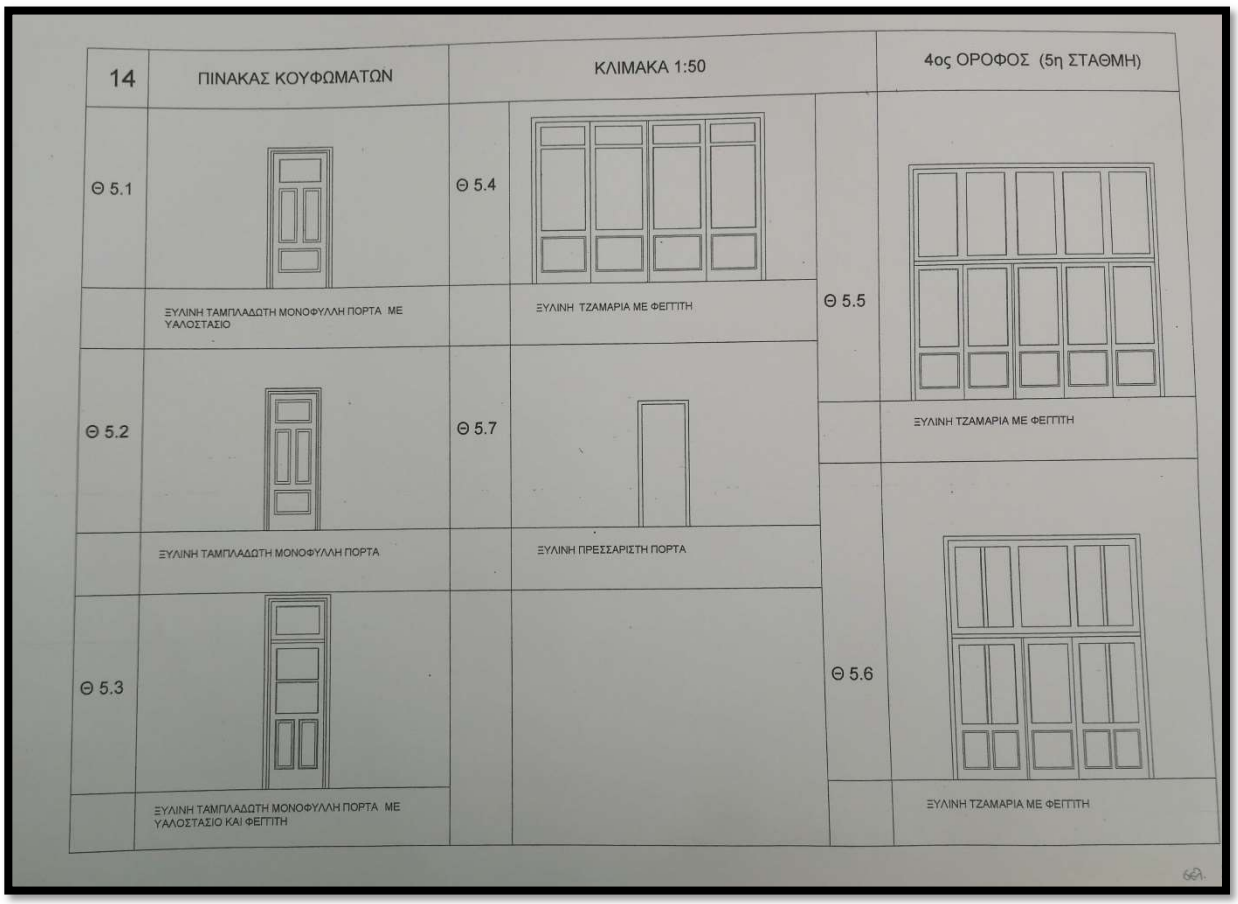
3.2.2.2. Ανοίγματα

Ένα σημαντικό ποσοστό του κελύφους του κτιρίου καλύπτεται από ανοίγματα, τα οποία αποτελούνται από ξύλινο πλαίσιο με σταθερούς ή κινητούς φεγγίτες και μονούς υαλοπίνακες μέτριας αεροστεγανότητας στο μεγαλύτερο μέρος, τους ενώ στην βόρεια και δυτική πλευρά έχουν προστεθεί διπλά κουφώματα. Κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης διαπιστώθηκε ότι η κατάσταση των κουφωμάτων είναι μέτρια με σχετικά προβλήματα στεγάνωσης, στην οποία οφείλονται εν μέρη και οι σημαντικές θερμικές απώλειες λόγω αερισμού στο κτίριο. Υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία στο σχήμα και τις διαστάσεις των κουφωμάτων ανά στάθμη όπως φαίνεται και στα σχέδια αποτύπωσης παρακάτω.


3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50
1ος ΟΡΟΦΟΣ (2η ΣΤΑΘΜΗ)
Π 2.1
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΦΕΓΓΙΤΗ
Π 2.3
ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΔΙΠΛΑ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΙ ΦΕΓΓΙΤΗ
Π 2.6
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΦΕΓΓΙΤΗ
Π 2.2
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΦΕΓΓΙΤΗ ΚΑΙ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΤΖΟΥΡΙ
Π 2.4
Π 2.5
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΦΕΓΓΙΤΗ
Π 2.7
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΦΕΓΓΙΤΗ


6
ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50
2ος ΟΡΟΦΟΣ (3η ΣΤΑΘΜΗ)
Π 3.1
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΦΕΓΓΙΤΗ
Π 3.3
ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΔΙΠΛΑ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΙ ΦΕΓΓΙΤΗ
Π 3.5
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΦΕΓΓΙΤΗ
Π 3.2
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΦΕΓΓΙΤΗ ΚΑΙ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΤΖΟΥΡΙ
Π 3.4
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΦΕΓΓΙΤΗ
Π 3.6
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΦΕΓΓΙΤΗ


10
ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50
3ος ΟΡΟΦΟΣ (4η ΣΤΑΘΜΗ)
Π 4.1
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΦΕΓΓΙΤΗ
Π 4.3
ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΔΙΠΛΑ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΑ ΦΥΛΛΑ ΚΑΙ ΦΕΓΓΙΤΗ
Π 4.5
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΦΕΓΓΙΤΗ
Π 4.2
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΦΕΓΓΙΤΗ ΚΑΙ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΤΖΟΥΡΙ
Π 4.4
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΑΙ ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΦΕΓΓΙΤΗ
Π 4.6
ΑΝΟΙΓΟΜΕΝΟ ΔΙΛΟΒΟ ΞΥΛΙΝΟ ΠΑΡΑΘΥΡΟ ΜΕ ΦΕΓΓΙΤΗ


14
ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ
ΚΛΙΜΑΚΑ 1:50
4ος ΟΡΟΦΟΣ (5η ΣΤΑΘΜΗ)
Θ 5.1
ΞΥΛΙΝΗ ΤΑΜΠΛΑΔΩΤΗ ΜΟΝΟΦΥΛΛΗ ΠΟΡΤΑ ΜΕ ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΟ
Θ 5.4
ΞΥΛΙΝΗ ΤΖΑΜΑΡΙΑ ΜΕ ΦΕΓΓΙΤΗ
Θ 5.5
ΞΥΛΙΝΗ ΤΖΑΜΑΡΙΑ ΜΕ ΦΕΓΓΙΤΗ
Θ 5.2
ΞΥΛΙΝΗ ΤΑΜΠΛΑΔΩΤΗ ΜΟΝΟΦΥΛΛΗ ΠΟΡΤΑ
Θ 5.7
ΞΥΛΙΝΗ ΠΡΕΣΣΑΡΙΣΤΗ ΠΟΡΤΑ
Θ 5.3
ΞΥΛΙΝΗ ΤΑΜΠΛΑΔΩΤΗ ΜΟΝΟΦΥΛΛΗ ΠΟΡΤΑ ΜΕ ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΟ ΚΑΙ ΦΕΓΓΙΤΗ
Θ 5.6
ΞΥΛΙΝΗ ΤΖΑΜΑΡΙΑ ΜΕ ΦΕΓΓΙΤΗ

Για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου οι συντελεστές θερμοπερατότητας (U value) που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς για ανοίγματα σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017 (πιν.3.13α) είναι:

Ξύλινο πλαίσιο ποσοστό 30% μονός υαλοπίνακας : 4.7 $W/m^{2o}K$
Ξύλινο πλαίσιο ποσοστό 30% διπλό παράθυρο : 3.1 $W/m^{2o}K$

Για τον συγκεκριμένο συνδυασμό πλαισίου – υαλοπίνακα, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας ισούται με Ψ=0,06 W/mK ΤΟΤΕΕ 20701-1-2017 (πιν.3.10).

Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους του μονού υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση είναι g=0,85 και ο μέσος συντελεστής ηλιακού κέρδους του υαλοπίνακα είναι g_{gl}=0,90×0,85=0,77.
Αντίστοιχα για διπλό υαλοπίνακα g=0,75 και g_{gl}=0,90×0,75=0,68

Η διείσδυση του αέρα από χαραμάδες λαμβάνεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.24) και είναι ίση με 15,1$m^3/(m^2h)$ για τα παράθυρα και 11,80 τις πόρτες με μονό υαλοπίνακα και 12,5$m^3/(m^2h)$ για τα παράθυρα και 9,80 τις πόρτες με διπλό υαλοπίνακα επομένως η συνολική διείσδυση αέρα από κουφώματα υπολογίζεται ανά στάθμη στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2: Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

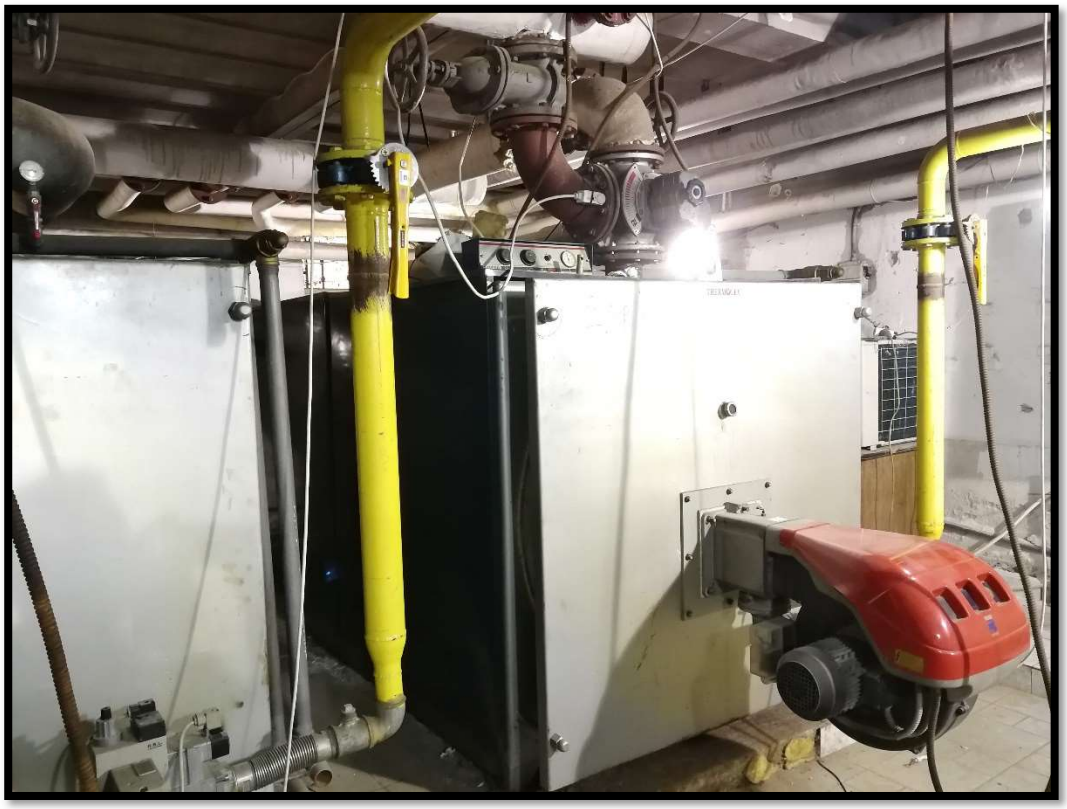
ΣΤΑΘΜΗ	ΕΜΒΑΔΟ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ m^2	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ m^2/h
ΣΤΑΘΜΗ 1	111.66	1977
ΣΤΑΘΜΗ 2	386.87	5107
ΣΤΑΘΜΗ 3	410.36	5129
ΣΤΑΘΜΗ 4	330.06	4125
ΣΤΑΘΜΗ 5	218.03	2725

3.2.3. ΘΕΡΜΑΝΣΗ

3.2.3.1. Παραγωγή

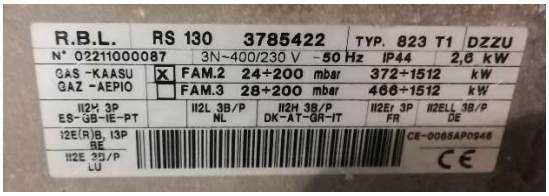
Για την παραγωγή ζεστού νερού θέρμανσης χρησιμοποιούνται δύο λέβητες της εταιρείας THERMOLEV ισχύος 1.000.000 kcal/h ή 1.163 kWatt/h ο καθένας, ενώ σε λειτουργεία βρίσκεται πάντα ο ένας από τους δύο και ο άλλος παραμένει σε εφεδρεία.

Εικόνα 4: Λέβητοστάσιο



Εικόνα 5: Λέβητας No 1

Εικόνα 6: Λέβητας No 2



Ο βαθμός απόδοσης της καύσης σε κάθε λέβητα θέρμανσης χώρων λήφθηκε από τα φύλλα συντήρησης μετρημένος, σύμφωνα με την K.Y.A.189533/07-11-2011 «Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τη λειτουργία των σταθερών εστιών καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού» (ΦΕΚ Β' 2654), όπως αναγράφονται στα φύλλα συντήρησης και ρύθμισης του συστήματος θέρμανσης και δόθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία του Διοικητηρίου.

Επειδή δεν βρέθηκε η μελέτη εφαρμογής της θέρμανσης, η υπολογιζόμενη θερμική ισχύς Pgen προκύπτει από την παρακάτω σχέση:

$$P_{gen} = \left(A \cdot U_m \cdot 1{,}5 + \frac{\dot{V}}{3} \right) \cdot \Delta T$$

όπου:

Pgen [W]	η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτιρίου,
A [m^2]	η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, πυλωτή, ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα ή/και σε επαφή με όμορα κτήρια ή/και σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή/και σε επαφή με το έδαφος, όπως λαμβάνεται υπόψη κατά τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου.
Um, [W/(m·K)]	ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A. Ανάλογα με την ηλικία του κτιρίου ο U_m λαμβάνει τις τιμές: • 3,5 W/(m^2·K) ή όπως υπολογίζεται από τον επιθεωρητή, για κτίρια πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (οικοδομικές άδειες πριν από το 1980), • 1,55 W/(m^2·K) για την Α κλιματική ζώνη, • 1,20 W/(m^2·K) για τη Β κλιματική ζώνη και • 0,95 W/(m^2·K) για τη Γ κλιματική ζώνη, για κτίρια μετά την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης (έγκριση οικοδομικής άδειας μετά το 1980), καθώς και για κτίρια πριν από την ισχύ του κανονισμού, τα οποία πιστοποιημένα έχουν εφαρμόσει θερμομόνωση σε όλο το κτιριακό κέλυφος. • Σύμφωνα με τη μελέτη θερμομόνωσης (μελέτη ενεργειακής απόδοσης) για κτίρια μετά την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.
ΔT [°C] ή [K]	η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος: • 18°C για την Α κλιματική ζώνη, • 20°C για τη Β κλιματική ζώνη, • 23°C για τη Γ και κλιματική ζώνη και • 28°C για τη Δ κλιματική ζώνη. Αυτές οι θερμοκρασιακές διαφορές εκτιμήθηκαν βάσει των ελάχιστων θερμοκρασιών αέρα που παρατηρούνται στις αντίστοιχες κλιματικές ζώνες.
1,5	συντελεστής που περιλαμβάνει τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής κ.τ.λ.
$\dot{V}$	η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στον θερμαινόμενο χώρο σε (m^3/h) και υπολογίζεται βάσει του Πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Για το συγκεκριμένο κτίριο έχουμε :

A=	12613.1	m^2
Um=	3.5	W/mK
V=	34539	m^3/h
ΔT=	23	°C

Εφαρμόζοντας τον παραπάνω τύπο προκύπτει : Pgen= 1.787,82 Watt

Ο έλεγχος της υπερδιαστασιολόγησης θα γίνει για την ισχύ του ενός εκ των δύο λεβήτων αφού ο άλλος χρησιμοποιείται μόνο για εφεδρεία. Επομένως η συνολική ισχύς για τον έλεγχο είναι 1163 Watt η οποία είναι 35% περίπου μικρότερη σε σχέση με την υπολογιζόμενη από τον κανονισμό ισχύ.

Οι μονάδες έχουν ενεργειακή σήμανση οπότε αν n_{gm} είναι ο πραγματικός βαθμός απόδοσης της μονάδας λέβητα-καυστήρα όπως μετρήθηκε στο πλήρες φορτίο κατά την ανάλυση καυσαερίων στα υφιστάμενα συστήματα, τότε ο εποχιακός βαθμός απόδοσης της μονάδας $n_{sK\Theta}$ δίδεται από τον τύπο:

$$n_{sK\Theta} = n_{gm} \cdot n_{g0}$$

όπου n_{g0} είναι ο συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό βαθμό απόδοσης και δίδεται από τον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.2γ Συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό βαθμό απόδοσης (n_{g0})

	Συντελεστής μετατροπής σε εποχιακό β.α.n_{g0}			
Ονομαστική ισχύς (kW)	**≤25**	**>25 & ≤100**	**>100 & ≤400**	**>400**
Λέβητας χωρίς στοιχεία (*)	0,82	0,84	0,87	0,90
Συνήθης λέβητας (*)	0,85	0,88	0,91	0,92
Λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών	0,91	0,935	0,965	0,965
Λέβητας συμπύκνωσης	0,95	0,96	0,977	0,977

Στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων κατά τη μελέτη ή την επιθεώρηση, χρησιμοποιείται ο βαθμός απόδοσης (ngen), που προκύπτει από τον εποχιακό βαθμό απόδοσης της μονάδας λέβητα - καυστήρα (nsKΘ), μειωμένος κατά τον συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης (ng1) και τον συντελεστής μόνωσης (ng2) οι οποίοι δίδονται στους πίνακες 4.3. και 4.4και τη σχέση :

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

Έτσι, ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης (ngen) προκύπτει:

$$n_{gen} = n_{sK\Theta} \cdot n_{g1} \cdot n_{g2}$$

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

Πίνακας 4.3. *Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} μονάδας λέβητα - καυστήρα.*

	Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης					
Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης (P_m / P_{gen})	**100%**	**125%**	**150%**	**200%**	**400%**	**500%**
Λέβητας βιομάζας (χωρίς στοιχεία)	1	**0,97**	0,94	0,90	**0,76**	**0,70**
Συνήθης λέβητας	1	0,97	0,94	0,91	0,77	0,72
Λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών	1	0,985	0,97	0,94	0,84	0,80
Λέβητας συμπύκνωσης	1	0,988	0,975	0,95	0,85	0,82
Πιστοποιημένος Λέβητας βιομάζας (χειροκίνητης ή αυτόματης τροφοδοσίας)	1	0,975	0,955	0,91	0,78	0,74

Πίνακας 4.4. *Συντελεστές υπολογισμού συντελεστή κατάστασης μόνωσης n_{g2} μονάδας λέβητα - καυστήρα.*

Κατάσταση μόνωσης	**Τύπος λέβητα**	**a**	**b**
Καλή	Όλοι	0,0	1,0
Μέτρια	Χωρίς στοιχεία, συνήθης, βιομάζας	-0,0145	0,975
	Χαμηλών θερμοκρασιών	-0,017	0,99
	Συμπύκνωσης	-0,015	1,00
Κακή	Χωρίς στοιχεία, συνήθης, βιομάζας	-0,026	0,95
	Χαμηλών θερμοκρασιών	-0,027	0,99
	Συμπύκνωσης	-0,034	1,00

Για το συγκεκριμένο κτίριο οι παραπάνω συντελεστές διαμορφώνονται ως εξής :

nsKΘ=	0.8418
ngm	0.915
ng0=	0.92
ng1=	1
ng2=	1
a=	0
b=	1
Y=	1

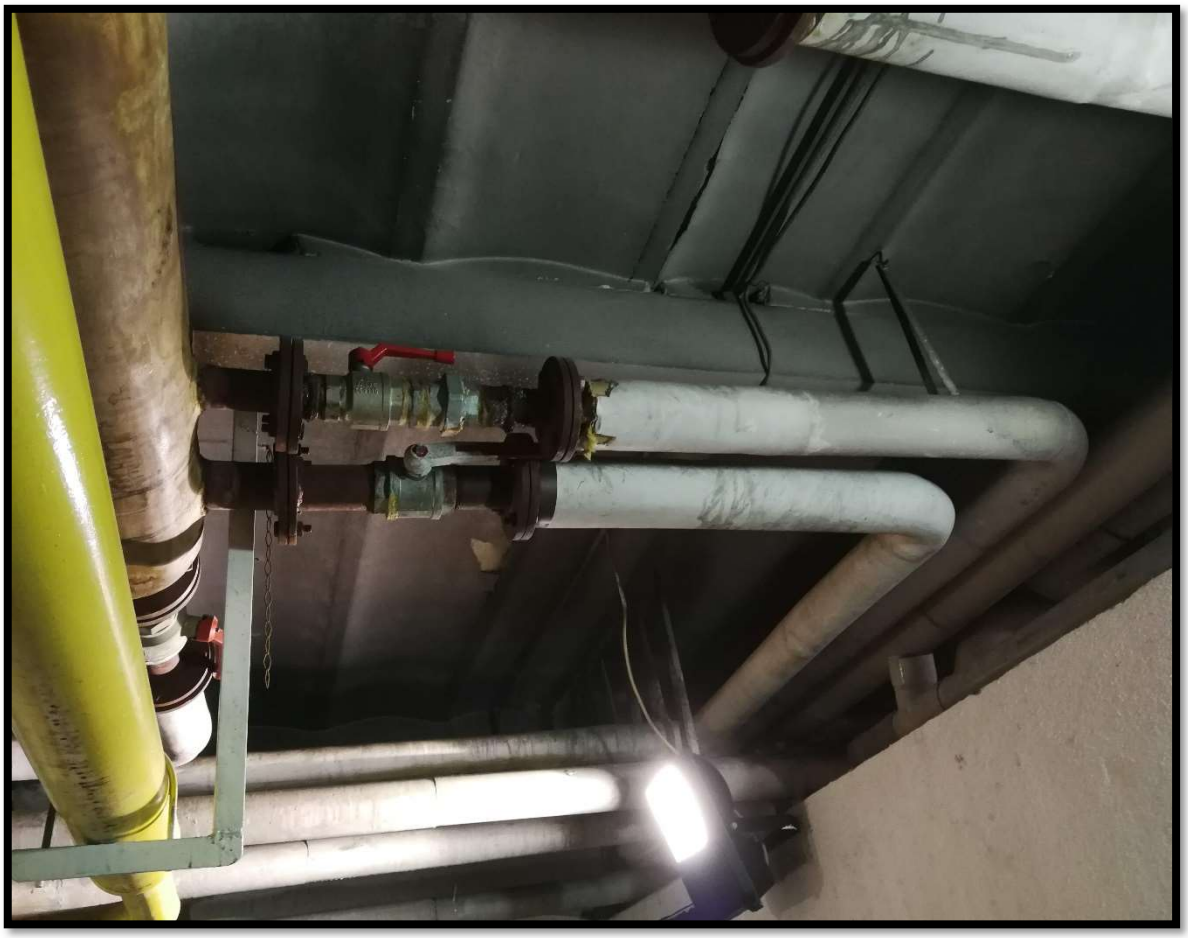
Επομένως ο συνολικός βαθμός απόδοσης που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου είναι : ngen=0.8418

3.2.3.2. Δίκτυο διανομής

Το δίκτυο διανομής ζεστού νερού θέρμανσης ξεκινάει από το λεβητοστάσια και μέσω συλλεκτών διανέμει με κατακόρυφες στήλες στα θερμαντικά σώματα του κτιρίου.

Ως προς τη μόνωση του δικτύου από την επιθεώρηση προκύπτει ότι δεν υπάρχουν αμόνωτες σωλήνωσες σε μη θερμαινόμενους χώρους. Η διανομή γίνεται με 4 κυκλοφορητές χωρίς αυτοματισμό ρύθμισης στροφών με αντιστάθμιση φορτίου, ενώ η συνολικής ονομαστικής ισχύς τους είναι 8 kWatt .

Εικόνα 7: Δίκτυο διανομής



Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017 το πάχος θερμομόνωσης καλύπτει τις απαιτήσεις του κανονισμού σχετικά με τα δίκτυα διανομής θερμού μέσου το οποίο είναι 13mm. Επομένως οι απώλειες του δικτύου είναι 2% σύμφωνα με τον πίνακα 4.11 και ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής υπολογίζεται 98%.

Πίνακας 4.11. *Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς τη συνολική θερμική / ψυκτική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο.*

Θερμική ή ψυκτική ισχύς δικτύου διανομής	Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς χώρους				Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους		
	Μόνωση[1] κτηρίου αναφοράς	Μόνωση[2] ίση με την ακτίνα σωλήνων	Ανεπαρκής μόνωση[3]	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνων	Χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση
[kW]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Δίκτυα διανομής θέρμανσης με **υψηλές** θερμοκρασίες προσαγωγής θερμικού μέσου (≥60°C)							
20 - 100	5,5	4,5	11,0	14,0	8,0	6,5	17,0
100 - 200	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7	15,5
200 - 300	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2	14,2
300 - 400	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7	13,1
> 400	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0	12,0

3.2.3.3. Θερμαντικά σώματα

Τα θερμαντικά σώματα είναι χαλύβδινα τύπου ΑΚΑΝ , παλαιότερης κατασκευής με μειωμένη κατά κανόνα εκπομπή. Στο σύνολό τους τα θερμαντικά σώματα είναι τοποθετημένα σε κατάλληλες θέσεις επιτρέποντας την φυσική μεταφορά του θερμού αέρα.

Για τον υπολογισμό της απόδοσης των τερματικών μονάδων θέρμανσης, χρησιμοποιείται η σχέση 4.12 και ο πίνακας 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{hydr}}$$

όπου

nem : η απόδοση εκπομπής

frad : παράγοντας αποτελεσματικότητας ακτινοβολίας

fim : παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας

fhydr : παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας

Για τις τερματικές μονάδες άμεσης απόδοσης:

- Το εσωτερικό ύψος των χώρων του κτιρίου είναι > 4,0 m, οπότε: frad = 0.95.
- Δεν υπάρχει δυνατότητα αυτόματης ρύθμισης σε επίπεδο τερματικής μονάδας, οπότε: fim = 1,00

- Πρόκειται για σύστημα υδραυλικά μη ισορροπημένο οπότε: fhydr = 1,03.

Έτσι με απόδοση εκπομπής nem = 0,93 για άμεσης απόδοσης τερματικές μονάδες σε εξωτερικό τοίχο, με θερμοκρασία μέσου 70-50°C, προκύπτει βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων: nem,t = 90,9%

Εικόνα 8: Τυπικό θερμαντικό σώμα

3.2.4. ΨΥΞΗ

3.2.4.1. Παραγωγή

Τις ανάγκες για ψύξη στο κτίριο καλύπτουν περίπου 150 αυτόνομες αντλίες θερμότητας διάσπαρτες στα γραφεία του κτιρίου. Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν τεχνικά χαρακτηριστικά και προδιαγραφές για τις περισσότερες μονάδες, ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας των μονάδων λαμβάνεται EER=2,2 όπως καθορίζεται στην παρ. 5.2.2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

Αναλυτικά ο αριθμός η εταιρεία κατασκευής και η ισχύς των μονάδων παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3: Καταγραφή κλιματιστικών μονάδων

ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ			ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ		
ΓΡΑΦΕΙΟ	**ΜΟΝΤΕΛΟ**	**ΙΣΧΥΣ**	**ΓΡΑΦΕΙΟ**	**ΜΟΝΤΕΛΟ**	**ΙΣΧΥΣ**
8	PANASONIC	3.5	301	LG	3.5
23	SAMPO	5.1	302	WESTPOINT	3.5
26	HAIER	3.5	303	WESTPOINT	3.5
27	HAIER	3.5	304	WESTPOINT	3.5
6	FUJITSU	3.5	305	LG	3.5
21	SKYTEC	3.5	306	LG	3.5
101	FUJITSU	3.5	308	HUALING	3.5
102	MISAKI	3.5	309	TOSHIBA	3.5
103	FUJITSU	3.5	310	HAIER	3.5
104	MIYAKI	3.5	338	TOSHIBA	3.5
105	SAMPO	3.5	311	DYNAMIC	3.5
106	LG	3.5	312	GENERAL	3.5
107	FUNAI	3.5	313	GENERAL - HUALING	7
108	DYNAMIC	3.5	315-316	JOCEL	3.5
109	WESTPOINT	3.5	319	MITSUBISHI ELECTRIC MSH-18NV	5.1
110	WESTPOINT	3.5	320	GREE	3.5
111	LG	2.6	321	EXCEL	3.5
112	DYNAMIC	3.5	322	HOSO	3.5
113	WESTPOINT	3.5	323	MITSUBISHI ELECTRIC MSH-18NV	5.1
114	WESTPOINT	3.5	325	HITACHI	3.5
115	WESTPOINT	3.5	326	HITACHI	3.5
116	DYNAMIC	3.5	327	HITACHI	3.5
117	GENERAL	3.5	337	CLIMATAIR	3.5
118	DYNAMIC	2.6	329	HITACHI	3.5
119	FIDJI	3.5	336	HITACHI	3.5
120	GENERAL	3.5	330	HITACHI	3.5
121	FUNAI	3.5	334	HITACHI	3.5
122	SAMPO	3.5	335	HITACHI	3.5
123	SAMPO/13.000	3.5	333	HITACHI	3.5
124	HUALING	2.6	332	HITACHI	3.5
125	LG	2.6	331	HITACHI	3.5
126	FUJITSU	2.6	324	HITACHI	3.5
127	MIDEA	3.5	401	CARRIER	2.6
129	MIYAKI	2.6	402	DAEWOO	2.6
130	HITACHI	2.6	403	HUALING	2.6
131	FUJITSU	2.6	404	FUJITSU	2.6
202 ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΥΣΚΕΨΕΩΝ	WESTPOINT	5.1	405	DAEWOO	2.6
203	FUJITSU	3.5	406	FUJITSU	2.6
204	FUJITSU	3.5	407	NIPPON	2.6

205	FUJITSU	5.1	408	FUJITSU	2.6
206	PANASONIC	2.6	409	FUJITSU	2.6
207	HUALING	2.6	410	FIJITSU	3.5
208	HUALING	2.6	411	FUJITSU	2.6
209	HUALING	2.6	412	FUJITSU	2.6
210	MIYAKI, SANYO	2.6	413	FUJITSU	2.6
211	DYNAMIC	2.6	414	FUJITSU	2.6
212	DYNAMIC	2.6	415	FUJITSU	2.6
213	GENERAL	2.6	416	FUJITSU	2.6
214	GENERAL	3.5	417	FUJITSU	2.6
215	PANASONIC	3.5	418	HUALING	2.6
216	MITSUBISHI ELEKTRIC	2.6	419	KLIMATAIR	2.6
217	HITACHI	3.5	420	SKYTEC	2.6
218	DYNAMIC	3.5	421	MISAKI	2.6
220	MISAKI	3.5	422	MISAKI	2.6
222	GENERAL	2.6	423	MISAKI	2.6
223	FUNAI	3.5	424	FUJITSU	3.5
224	FUJITSU	3.5	425	FUJITSU	3.5
225	GENERAL	2.6	426	FUNAI	2.6
227-228	WESTPOINT	5.1	427	FUJITSU	2.6
229-230-231	ALLEGRO FUJITSU	3.5	428	MISAKI	2.6
232	ALLEGRO FUJITSU	3.5	429	GENERAL	2.6
			430	KLIMATAIR	2.6
			431	GENERAL	2.6
			413B	SKYTEC	2.6
			432	TOSHIBA	2.6
			433	FUJITSU	2.6
			434	SANGO	2.6
			437	CARRIER	2.6
			438	JURO PRO	2.6
			439	SANYO	2.6
			440	INCLIMA	3.5
			441	INVENTOR	3.5
			442	INVENTOR	2.6
			443	INVENTOR	2.6
			444	FUJITEC	2.6
			445	PANASONIC	2.6
			446	PANASONIC	2.6
			447	PANASONIC	2.6
			448	PANASONIC	2.6
			449	SAMPO	5.1
			450	SATTEC	2.6
			451	INVENTOR	2.6
				Σύνολο	**453.7kW**

3.2.4.2. Δίκτυο διανομής

Όπως γίνεται αντιληπτό από τον αριθμό μονάδων παραγωγής ψύξης, υπάρχουν άνω του ενός δίκτυα διανομής (που τροφοδοτούνται από διαφορετικές μονάδες παραγωγής και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και επάρκεια (ποσότητα) θερμομόνωσης, οπότε σύμφωνα με τον κανονισμό η απόδοσή τους λαμβάνεται ενιαία και ίση με αυτήν του τμήματος που βρίσκεται στη χειρότερη ποιοτικά κατάσταση. Ωστόσο επειδή οι αντλίες θερμότητας αποτελούν τοπικές μονάδες η ΤΟΤΕΕ 20701-1 διευκρινίζει ότι :
Για τοπικά συστήματα παραγωγής θερμότητας ή/και ψύξης, όπως τοπικοί λέβητες εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου ή ***τοπικές αντλίες θερμότητας****, στα οποία δεν υπάρχει δίκτυο διανομής, οι απώλειες διανομής θεωρούνται μηδενικές για το υπό μελέτη/επιθεώρηση κτήριο.*

Επομένως ο βαθμός απόδοσης για το δίκτυο διανομής ψύξης είναι 1.

3.2.4.3. Τερματικές Μονάδες

Για τον υπολογισμό της απόδοσης των τερματικών μονάδων ψύξης, χρησιμοποιείται η σχέση 4.13 και ο πίνακας 4.14 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{em} x f_{hydr}}$$

Όπου :
$N_{em,t}$: η απόδοση εκπομπής
f_{em} : παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας
f_{hydr} : παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας

Πίνακας 4.14. Απόδοση η_{em} τερματικών μονάδων ψύξης

Τύπος τερματικής μονάδας	**Απόδοση εκπομπής η_{em} μονάδων ψύξης**
Άμεσα συστήματα: π.χ. μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fan-coils), δαπέδου ή οροφής, εσωτερικές μονάδες τοπικών συστημάτων άμεσης εξάτμισης, τερματικά στοιχεία κυκλοφορίας αέρα κ.ά.	0,93
Ενσωματωμένες τερματικές μονάδες: π.χ. ενδοτοίχιο, ενδοδαπέδιο, ψυχόμενες οροφές	0,90
Τοπικές αντλίες θερμότητας	0,93

Για τις μονάδες Fan coils:

- Δεν υπάρχει δυνατότητα αυτόματης ρύθμισης σε επίπεδο τερματικής μονάδας, οπότε fim = 1.00
- για συστήματα χωρίς υδραυλική ισορροπία οπότε: fhydr = 1,03.

- για άμεσα συστήματα: π.χ. μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fan-coils), δαπέδου ή οροφής, εσωτερικές μονάδες τοπικών συστημάτων άμεσης εξάτμισης, τερματικά στοιχεία διανομής αέρα κ.ά. με απόδοση εκπομπής nem = 0,93,

προκύπτει βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων: nem,t = 0,903 ή 90,29%.

3.2.5. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

Στο κτίριο απουσιάζει οποιοδήποτε σύστημα μηχανικού αερισμού και ο αερισμός των χώρων γίνεται κυρίως από τα εξωτερικά ανοίγματα.

«Αν δεν υφίσταται μονάδα αερισμού, τότε, στα αντίστοιχα πεδία του λογισμικού, θα δηλωθεί θεωρητική μονάδα αερισμού με παροχή την καθοριζόμενη στον πίνακα 2.3 ποσότητα, μηδενική ανάκτηση (Q=0) και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά ίδια με αυτά του κτηρίου αναφοράς για την περίπτωση του μηχανικού αερισμού δηλαδή Event = 1,0kW/(m3/s). (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 σελ128)»

Ο πίνακας 2.3 για χρήση γραφείων ορίζει ότι η ελάχιστη ποσότητα νωπού αέρα που θα πρέπει να εισέρχεται στο κτίριο ανά ώρα είναι 3m³/h/m²

Πίνακας 2.3. *Απαιτούμενος νωπός αέρας ανά χρήση κτηρίου (για χώρους μη καπνιζόντων) για τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης.*

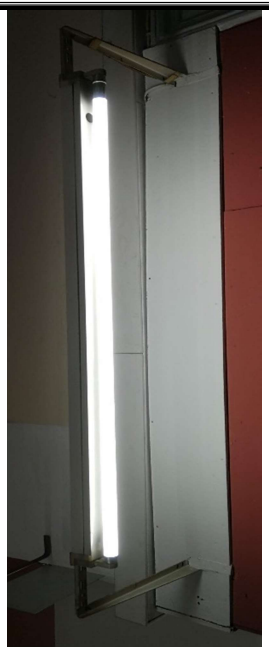
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Άτομα / 100 m^2 επιφ. δαπέδου	Νωπός αέρας [m^3/h/άτομο]	Νωπός αέρας [m^3/h/m^2]
Γραφείο	10	30	3,00
Βιβλιοθήκη	22	30	6,60

Επομένως για το σύνολο του εμβαδού η ποσότητα νωπού αέρα είναι Q = 3 * 11421.2m² = **34.263,6 m³/h/m².**

3.2.6. ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Ο φωτισμός εντός των χώρων του κτιρίου σε όλους τους ορόφους γίνεται στη συντριπτική πλειονότητα με συμβατικά φωτιστικά σώματα οροφής, με γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού, ισχύος 18W, 36W ή 58W, και με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού των 20W.

Εικόνα 9: Τυπικά φωτιστικά σώματα



Η κατάσταση των φωτιστικών κρίνεται μέτρια, ενώ κατά την επιθεώρηση, διαπιστώθηκε ότι τα εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα και λαμπτήρες, αποδίδουν στάθμη γενικού φωτισμού κατά πολύ χαμηλότερη από τα καθοριζόμενα στον κανονισμό. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται ο αριθμός και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών σωμάτων εντός του κτιρίου.

Πίνακας 4: Καταγραφή λαμπτήρων – Υπολογισμός ισχύος φωτισμού

Σύστημα τεχνητού φωτισμού (καταγραφή λαμπτήρων)				
Α/Α	Περιγραφή τύπου λαμπτήρα	Αριθμός λαμπτήρων	Ισχύς λαμπτήρα	Συνολική ισχύς φωτισμού (Watt)
1	Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού 20W	235	20	4700
2	Γραμμικοί λαμπτήρες φθορισμού 18W	674	18	12132
3	Γραμμικοί λαμπτήρες φθορισμού 36W	672	36	24192
4	Γραμμικοί λαμπτήρες φθορισμού 58W	36	58	2088
	ΣΥΝΟΛΟ	**1617**		**43112**

Η εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού στο κτίριο ανέρχεται σε 43,112kW, όπως φαίνεται και στον παραπάνω πίνακα.

Για τις ανάγκες της επιθεώρησης και σύμφωνα με την τελευταία αναθεώρηση του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης καταγράφονται οι ζώνες τεχνητού φωτισμού που δημιουργούνται από την ομαδοποίηση των χώρων του κτιρίου ανάλογα με τις απαιτούμενες στάθμες του τεχνητού φωτισμού που καθορίζονται από το EN12464-1 ανάλογα τη χρήση των χώρων. Η κάθε ζώνη τεχνητού φωτισμού αντιστοιχεί σε καθορισμένο ποσοστό κάλυψης σε σχέση με το συνολικό εμβαδό της θερμικής ζώνης του κτιρίου. Στη συνέχεια θα συσχετίζονται τα ποσοστά κάλυψης

με τα αντίστοιχα όρια της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού (W/m2) ανά θερμική ζώνη με σκοπό τη δημιουργία ενός μέσου ορίου εγκατεστημένης ισχύς φωτισμού (W/m2) που θα είναι μοναδικό για κάθε θερμική ζώνη και κτήριο και θα συσχετίζεται με τις ανάγκες φωτισμού των χώρων του.

Για την ανάλυση των δεδομένων φωτισμού το κτίριο χωρίστηκε σε δύο ζώνες τεχνητού φωτισμού ανάλογα με τις απαιτήσεις σε ένταση φωτισμού. Η πρώτη ζώνη τεχνητού φωτισμού αποτελείται από τα γραφεία που βρίσκονται στο κτίριο και έχει απαίτηση για στάθμη φωτισμού στα 500lx ενώ η δεύτερη ζώνη αποτελείται από τους διαδρόμους και τους κοινόχρηστους χώρους και υπάρχει απαίτηση για στάθμη φωτισμού 100lx.

Πίνακας 2.4. *Στάθμη γενικού (όχι ειδικού) φωτισμού κτηρίου αναφοράς ανά χρήση κτηρίου σύμφωνα με το EN 12464-1 2011.*

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Στάθμη φωτισμού [lx]	Επίπεδο αναφοράς μέτρησης [m]	Δείκτης θάμβωσης UGR	Ομοιομορφία φωτισμού Uo (min/μέση τιμή)
Γραφείο	500	0,8	19	0,6
Διάδρομοι και άλλοι κοινόχρηστοι βοηθητικοί χώροι	100	0	28	0,4

Η ποσοστιαία κατανομή ισχύος και τετραγωνικών της απαιτούμενης στάθμης φωτισμού ανά χρήση χώρου (1000lx-500lx-300lx-200lx-100lx) παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα καθώς και η πυκνότητα ισχύος για κάθε χρήση.

Πίνακας 5: Κατανομή ισχύος φωτισμού ανά ζώνη τεχνητού φωτισμού

Κατανομή ισχύος φωτισμού ανά ζώνη τεχνητού φωτισμού						
Α/Α	Απαιτούμενη ένταση φωτισμού	Επιφάνεια ζώνης τεχνητού φωτισμού		Ισχύς φωτισμού ανά ζώνη τεχνητού φωτισμού	Ανηγμένη ισχύς φωτισμού	Πυκνότητα ισχύος ανά 100lx
-	lx	m²	%	W	W/m²	W/m²/100lx
1	1000	0,00	0,0	0	0,0	0,0
2	500	8365.07	74.43%	38312	4.58	0.92
3	300	0,00	0,0	0	0,0	0,0
4	200	0,00	0,0	0	0,0	0,0
5	100	2873.93	25.57%	4800	1.67	1.67
	Σύνολα	11239	100.00%	43.112	-	-

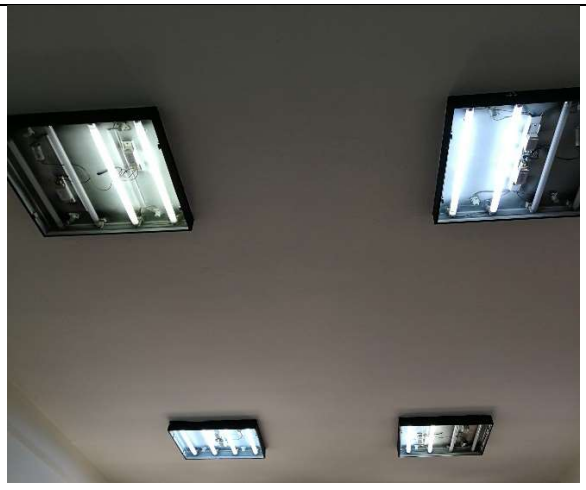
Η παρατήρηση ότι η γενική στάθμη φωτισμού στο κτίριο απέχει αρκετά από όσα ορίζονται στον κανονισμό επιβεβαιώνεται και υπολογιστικά από την σύγκριση της στήλης «Πυκνότητα ισχύος

ανά 100lx» του προηγούμενου πίνακα, με τις τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανά 100lux του πίνακα 5.1α της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

Πίνακας 5.1α. *Τυπικές τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού ανά 100lux, για επιθεώρηση κτηρίων όταν ο υπό εξέταση χώρος είναι υποφωτισμένος .*

Φωτιστικά με λαμπτήρες	Πυκνότητα ισχύος ανά 100 lx [W/m^2/100lx]
Απλός πυράκτωσης (έχει καταργηθεί)	27,0
Πυράκτωσης αλογόνου	16,6
Ατμών υδραργύρου (έχει καταργηθεί)	7,0
Ατμών νατρίου υψηλής πίεσης	4,2
Συμπαγής φθορισμού (συμπεριλαμβανομένου του ballast)	4,5
Γραμμικός φθορισμού T8 (halophospate συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρομαγνητικού ballast)	4,2
Γραμμικός φθορισμού T8 (triphosphor συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,4
Γραμμικός φθορισμού T5 (συμπεριλαμβανομένου του ηλεκτρονικού ballast)	3,2
Ατμών μεταλλικών αλογονιδίων (συμπεριλαμβανομένου ηλεκτρομαγνητικού στραγγαλιστικού πηνίου (ballast))	5,2
Φωτοδίοδοι (LED) με ενσωματωμένο driver	2,5

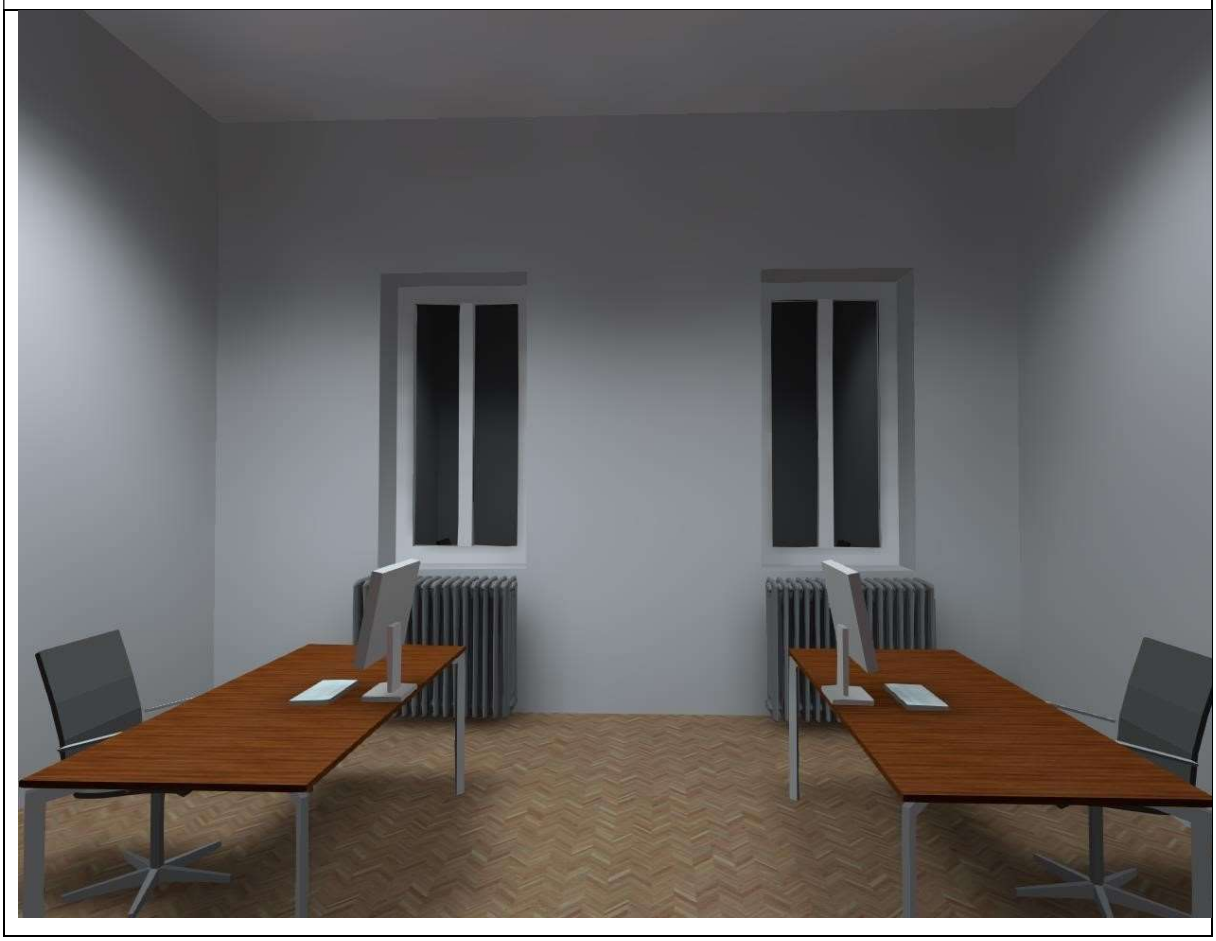
Για να διαπιστωθεί η απόκλιση της στάθμης φωτισμού από το πρότυπο ΕΝ 12464-1 εκπονήθηκαν τρεις διαφορετικές μελέτες φωτοτεχνικές μελέτες στο λογισμικό Dialux για να αποτυπωθούν και να υπολογιστούν οι συνθήκες στους χώρους γραφείων. Τα γραφεία διαχωρίστηκαν σε τρεις τύπους ανάλογα με το είδος φωτιστικών και λαμπτήρων που χρησιμοποιούν :

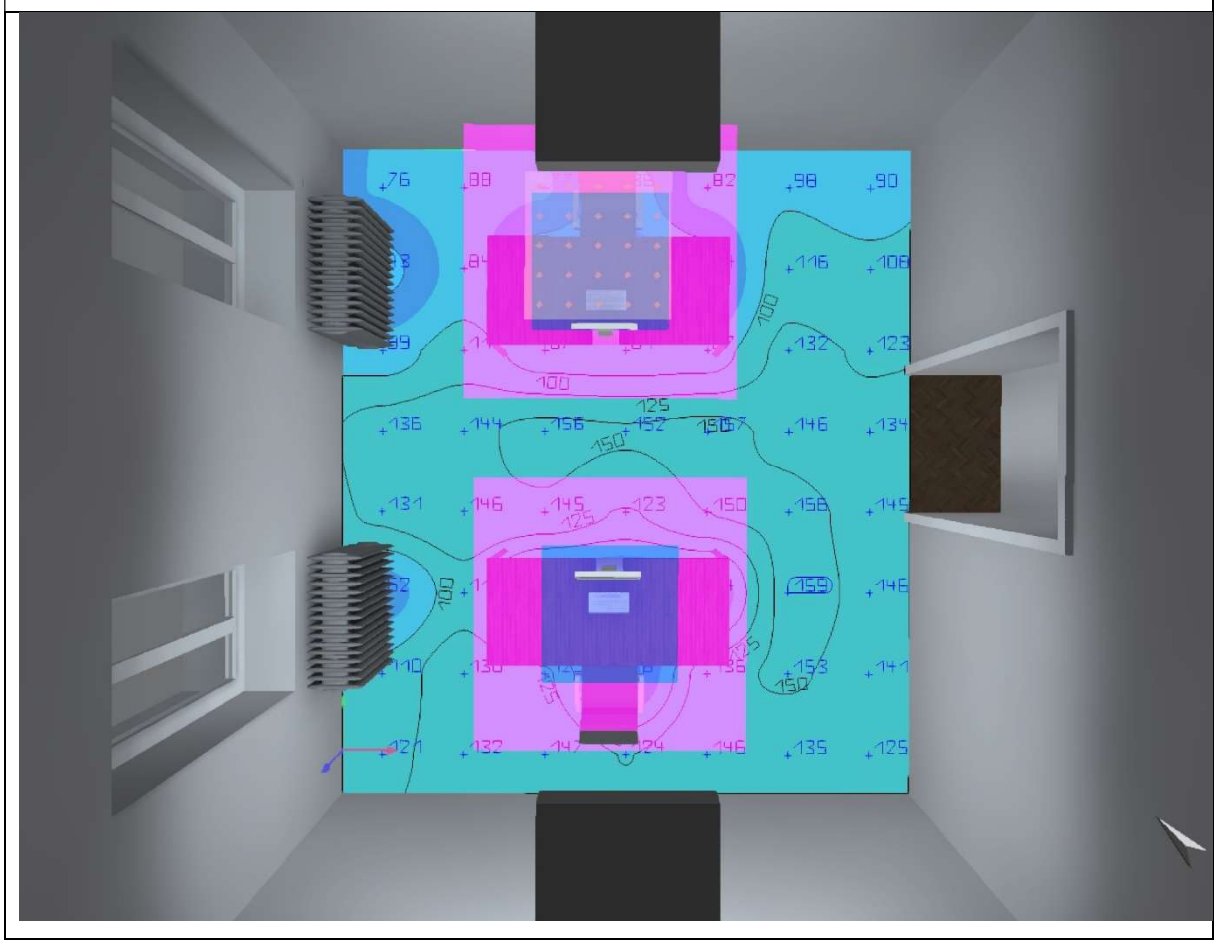
ΤΥΠΟΣ 1 : Φωτιστικά οροφής με τέσσερις λαμπτήρες φθορισμού 18Watt	

ΤΥΠΟΣ 2 : Φωτιστικά οροφής με δύο λαμπτήρες φθορισμού 36Watt	
ΤΥΠΟΣ 3 : Φωτιστικά οροφής με έναν συμπαγή λαμπτήρα φθορισμού 20Watt	

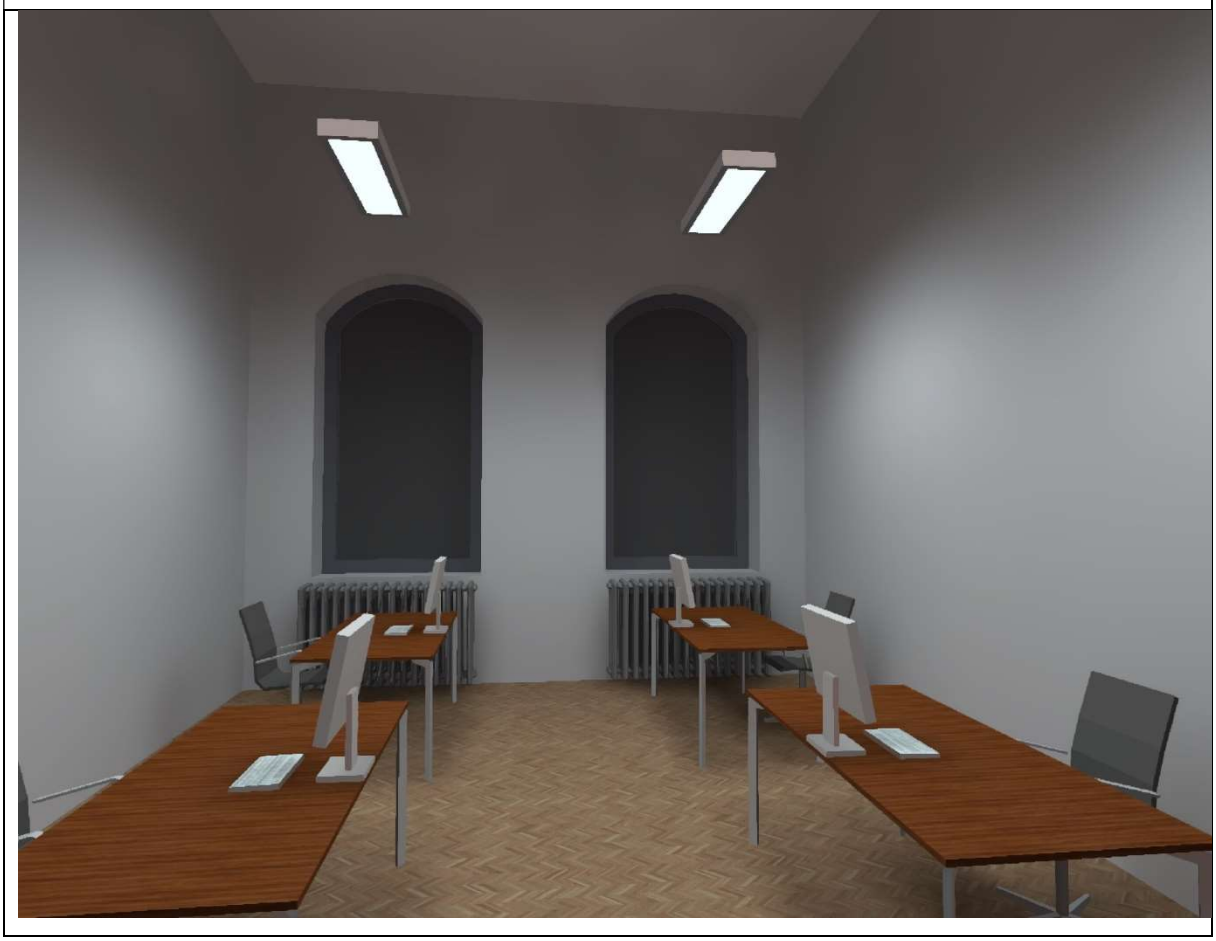
Για κάθε γραφείο έγινε φωτορεαλιστική τρισδιάστατη προσομοίωση στο λογισμικό και αποτυπώθηκε η υπολογιζόμενη στάθμη.

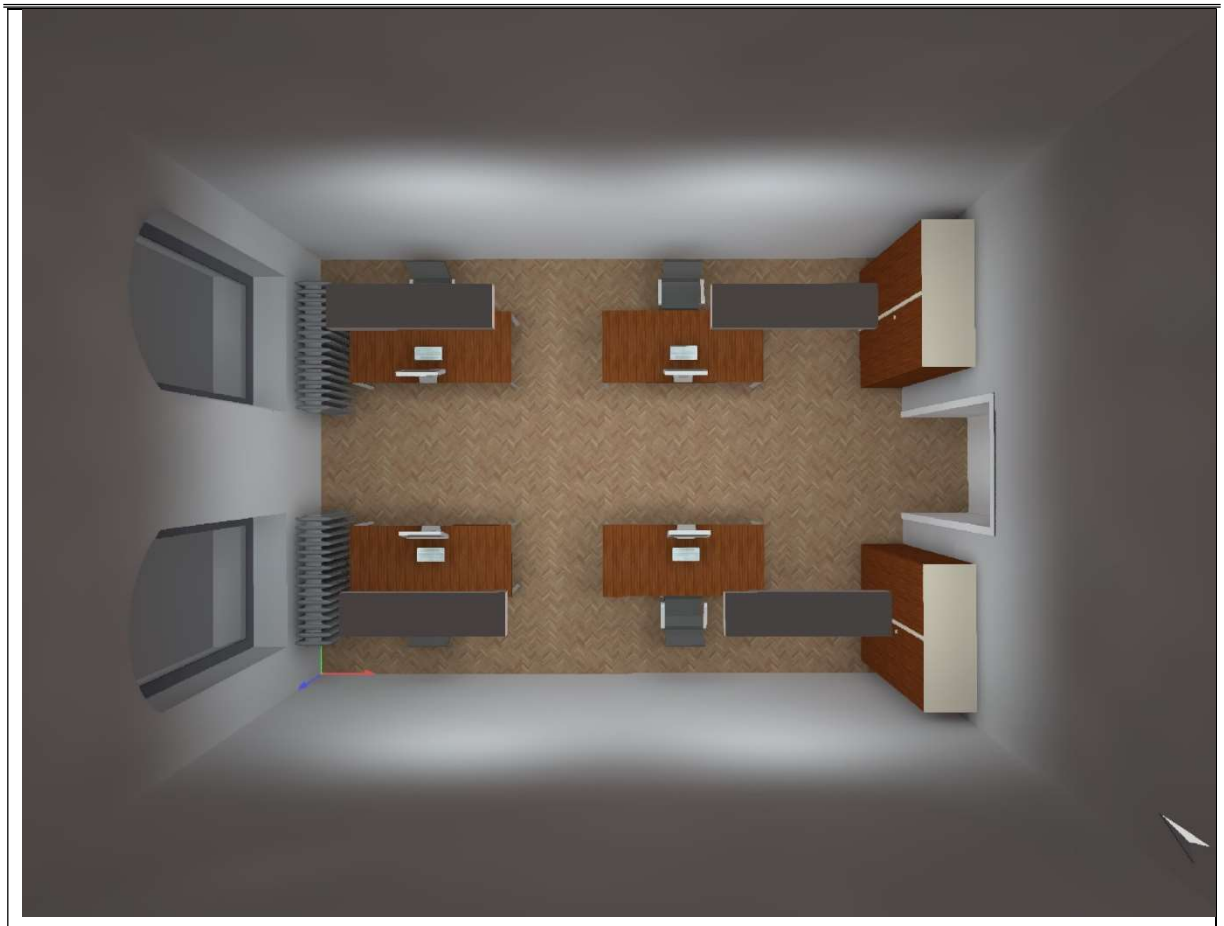
ΤΥΠΟΣ 1: Στάθμη γενικού φωτισμού 150lx




76
88
82
98
90
116
108
132
123
100
125
136
144
156
152
146
134
150
131
146
145
123
150
158
145
125
100
159
146
110
153
141
150
121
132
146
135
125

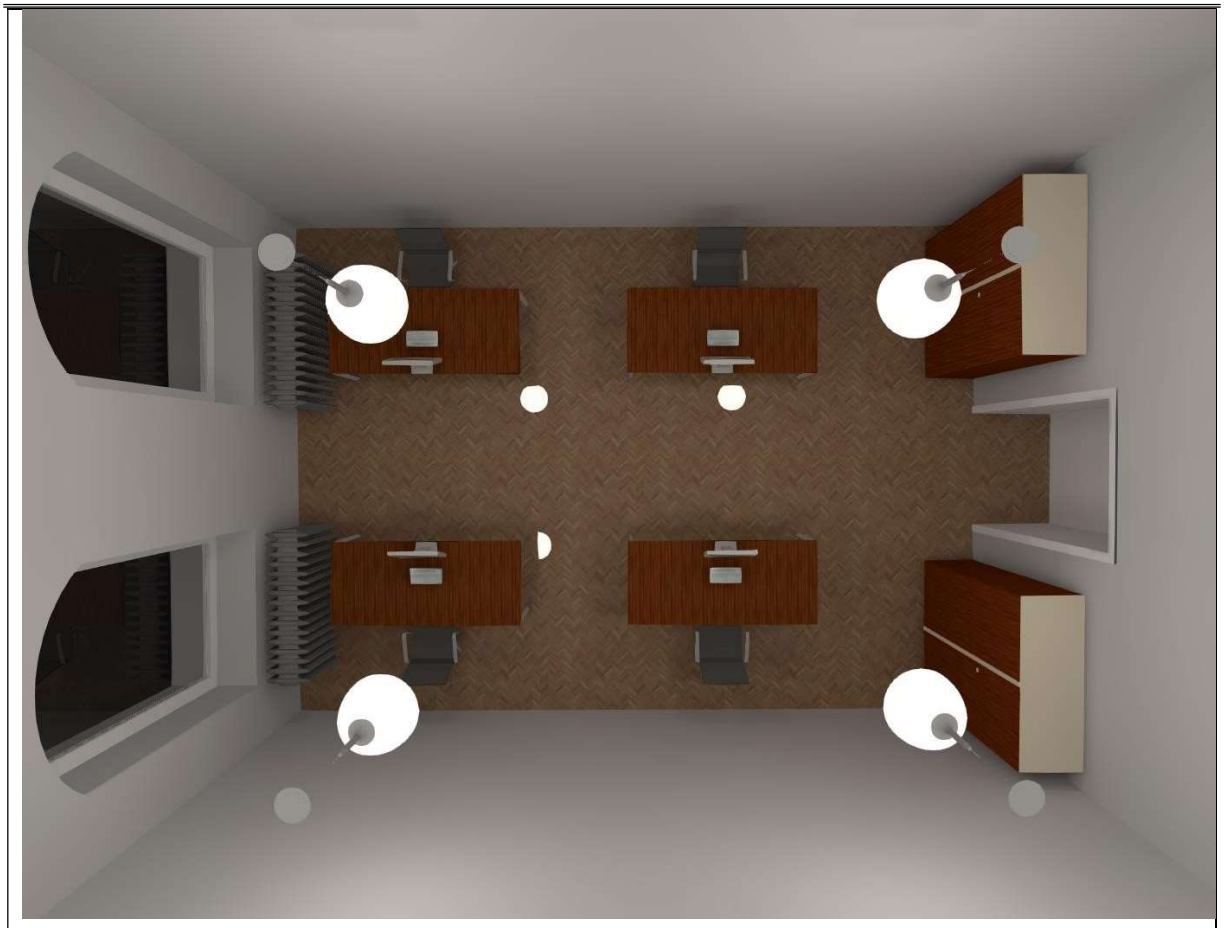
ΤΥΠΟΣ 2: Στάθμη γενικού φωτισμού 150lx

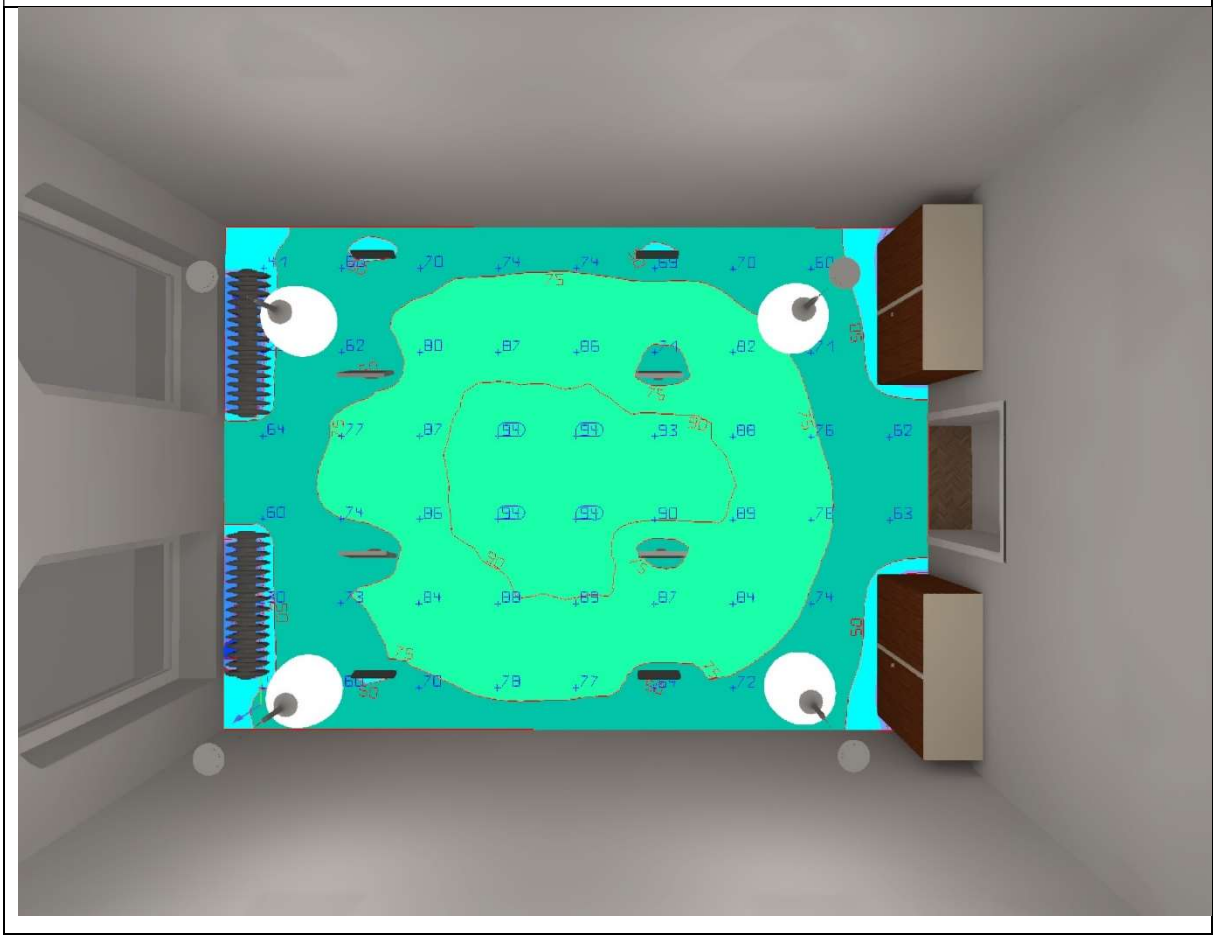




Γραφειο

ΤΥΠΟΣ 3: Στάθμη γενικού φωτισμού 90lx





Όπως γίνεται αντιληπτό οι αποκλίσεις από την απαιτούμενη στάθμη των 500lx είναι σημαντικά μεγαλύτερες του 30% επομένως η εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου θα πρέπει να υπολογισθεί σύμφωνα με τον κανονισμό ως εξής :

Σε περίπτωση που το υπό επιθεώρηση κτίριο διαθέτει φωτιστικά και λαμπτήρες που αποδίδουν χαμηλότερη στάθμη (ℓx) γενικού φωτισμού από τα καθορισμένα στον πίνακα 2.4. και εφόσον τα επίπεδα φωτισμού ***έχουν μεγαλύτερη διαφοροποίηση από το όριο προς τα κάτω κατά 30%*** *(σύμφωνα με τη Κ.Υ.Α. Δ6/Β/14826/17-6-2008 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα» - ΦΕΚ Β' 1122) τότε για τους υπολογισμούς, ως εγκατεστημένη ισχύς γενικού φωτισμού λαμβάνεται η υπολογιζόμενη ελάχιστη απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών της ίδιας τεχνολογίας με τη χρησιμοποιούμενη στο εξεταζόμενο κτήριο, που πληροί την ελάχιστη στάθμη (ℓx) γενικού φωτισμού. Η ελάχιστη απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς (W/m2) γενικού φωτισμού υπολογίζεται ανάλογα με τον τύπο λαμπτήρων και του εξοπλισμού λειτουργίας (τύπος ballast κλπ) που καταγράφονται στο υπό επιθεώρηση κτήριο, την ελάχιστη απαιτούμενη στάθμη φωτισμού (lx) ανάλογα με τη χρήση του χώρου (πίνακας 2.4.) και τις τυπικές τιμές του συντελεστή μετατροπής (πυκνότητα ισχύος ανά 100lx), για διάφορες τεχνολογίες φωτιστικών που εφαρμόζονται στα ελληνικά κτήρια και δίνεται στον πίνακα 5.1α.*

Κατά συνέπεια σύμφωνα με τα παραπάνω οι περιοχές που καλύπτουν τα γραφεία και οι διάδρομοι με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού θα υπολογιστούν με συντελεστή 4.5 W/m²/100lx ενώ οι περιοχές που καλύπτουν γραφεία και διαδρόμους με γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού θα υπολογιστούν με συντελεστή 4.2 W/m²/100lx.

Πιο αναλυτικά

Διάδρομοι με συμπαγή φωτ. Φθορισμού : 1749.33m^2 * 4.5$W/m^2/100lx$ * 1 = 7.871,98 Watt

Διάδρομοι με γραμμικά φωτ. Φθορισμού : 1124.60m^2 * 4.2$W/m^2/100lx$ * 1 = 4.723,32 Watt

Γραφεία με συμπαγή φωτ. Φθορισμού : 3368.98m^2 * 4.5$W/m^2/100lx$ * 5 = 75.802,05.98 Watt

Γραφεία με γραμμικά φωτ. Φθορισμού : 4996.09m^2 * 4.2$W/m^2/100lx$ * 5 = 104.917,98 Watt

Επομένως η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για τον φωτισμό που θα δηλωθεί στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης είναι **193.315,24 Watt.**

Εντός των χώρων του κτιρίου υπάρχουν εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα ασφαλείας για την υπόδειξη των οδεύσεων και εξόδων διαφυγής τα οποία διαθέτουν λαμπτήρες φθορισμού. Η παρασιτική κατανάλωση ενέργειας κατά την λειτουργία τους λαμβάνεται υπόψη στην ενεργειακή επιθεώρηση.

Σε κανέναν χώρο δεν υπάρχει αισθητήρας μέτρησης της έντασης φυσικού φωτισμού που προκύπτει από την ηλιακή ακτινοβολία επομένως η περιοχή Φυσικού Φωτισμού (Περιοχή ΦΦ) λαμβάνεται ίση με 0%. Επιπλέον η αφή και σβέση των φωτιστικών σωμάτων γίνεται από τοπικούς μηχανικούς διακόπτες τους οποίους χειρίζεται το προσωπικό. Οι μηχανικοί διακόπτες

επιτυγχάνουν λειτουργία αφής/σβέσης (On/Off) επομένως οι επιλογές αυτοματισμών ΦΦ (FD) και ανίχνευσης κίνησης (Fo) λαμβάνονται ως απολύτως χειροκίνητοι.

3.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΜΕΓΕΘΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m^2), όπως :

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

Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με το Κ.Εν.Α.Κ και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

Πηγή ενέργειας	**Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια**	**Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO2/kWh)**
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	----
Τηλεθέρμανση από θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.	0,70	0,347
Τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε.	0,50	----

Η αυξημένη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνει σημαντικά την τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στο κτίριο, καθώς και την έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής πρωτογενούς ενέργειας.

Στα αποτελέσματα συγκρίνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις και η κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου στην υφιστάμενη κατάσταση με τις αντίστοιχες τιμές του κτιρίου αναφοράς. Το κτίριο αναφοράς σύμφωνα με την παράγραφο 3 του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. είναι : « Το κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο Κτίριο. Το Κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη ΘΨΚ των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ΖΝΧ και το φωτισμό.» και αποτελεί το μέτρο σύγκρισης για την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

3.3.1. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Ενεργειακές απαιτήσεις κτιρίου αναφοράς

Ενεργειακές απαιτήσεις	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
(kWh/m²)													
Θέρμανση	4.3	2.6	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0.7	3.3	11.9
Ψύξη	0	0	0	0	0	6.7	12.1	11.1	0	0	0	0	29.9
Ύγρανση	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

Η κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών με βάση τους βαθμούς απόδοσης του κάθε συστήματος παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα:

Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου αναφοράς

Ενεργειακή κατανάλωση	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
(kWh/m²)													
Θέρμανση	5.3	3.3	1.3	0.3	0	0	0	0	0	0.2	1.1	4.1	15.6
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0.2	2.3	4.1	3.7	0.2	0	0	0	10.5
ZNX	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
Φωτισμός	2.1	1.9	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	25
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	7.4	5.2	3.4	2.4	2.3	4.4	6.2	5.9	2.2	2.3	3.2	6.3	51.1

Και αντίστοιχα οι καταναλώσεις ανά μορφή καυσίμου και οι εκπομπές CO2 παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO2

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων	Εκπομπές CO2
	(kWh/m²)	**(kg/m²)**
Ηλεκτρισμός	38.7	38.3
Πετρέλαιο	13.7	3.6
Φυσικό αέριο	0	0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	51.1	41.9

3.3.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Ενεργειακές απαιτήσεις κτιρίου υπό μελέτη

Ενεργειακές απαιτήσεις	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
(kWh/m²)													
Θέρμανση	20.1	12.6	6.1	1.7	0	0	0	0	0	0.4	5.4	16.6	62.9
Ψύξη	0	0	0	0	0	10.6	22.7	19.8	0	0	0	0	53.1
Ύγρανση	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

Η κατανάλωση ενέργειας για την κάλυψη των παραπάνω αναγκών με βάση τους βαθμούς απόδοσης του κάθε συστήματος παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα:

Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου υπό μελέτη

Ενεργειακή κατανάλωση	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
(kWh/m²)													
Θέρμανση	47.7	29.8	14.8	4.3	0	0	0	0	0	1.3	13	39.5	150.4
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0.2	8.4	17.7	15.4	0.2	0	0	0	41.8
ΖΝΧ	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
Φωτισμός	3.7	3.3	3.7	3.5	3.7	3.5	3.7	3.7	3.5	3.7	3.5	3.7	43
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	51.3	33.1	18.4	7.8	3.9	11.9	21.3	19	3.7	4.9	16.6	43.1	235.2

Και αντίστοιχα οι καταναλώσεις ανά μορφή καυσίμου και οι εκπομπές CO2 παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO2

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων	Εκπομπές CO2
	(kWh/m²)	**(kg/m²)**
Ηλεκτρισμός	90.9	89.9
Πετρέλαιο	0	0
Φυσικό αέριο	147.8	29
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0	0
Ηλιακή	0	0
Βιομάζα	0	0
Γεωθερμία	0	0
Άλλο ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	235.2	118.9

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτιρίου:

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²)	Ποσοστό της κατανάλωσης επί του συνόλου
Θέρμανση	150.4	63.95%
Ψύξη	41.8	17.77%
ΖΝΧ	0.00	0.00%
Φωτισμός	43	18.28%
Σύνολο	235.2	100.00%

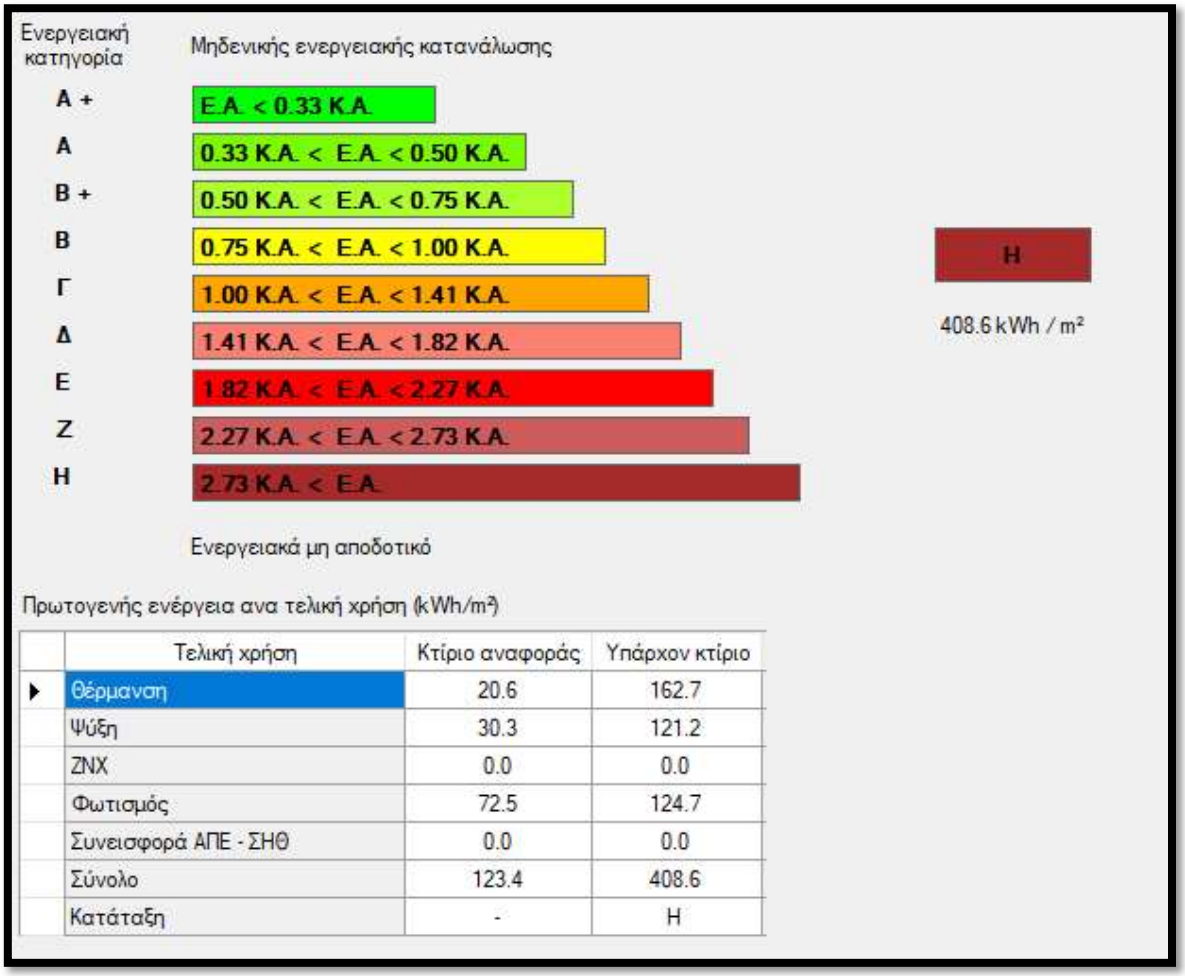
3.3.3. ΣΧΟΛΙΑ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Από τον παραπάνω πίνακα είναι εμφανής ως προτεραιότητα η θωράκιση του κελύφους του κτιρίου. Συγκρίνοντας μάλιστα τις ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση του κτιρίου αναφοράς με το υπάρχον κτίριο βλέπουμε ότι η απαίτηση του υπάρχοντος κτιρίου σε θερμική ενέργεια είναι πολλαπλάσια του κτιρίου αναφοράς, άρα αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το κέλυφος πρέπει να θωρακιστεί θερμικά. Δίνεται η δυνατότητα για μόνωση κελύφους (τοιχοποιίες και οροφές) καθώς και αντικατάστασης των κουφωμάτων.

Σημαντική επίσης είναι και η κατανάλωση του φωτισμού. Τα φωτιστικά σώματα στην πλειονότητα είναι φωτιστικά φθορισμού, οπότε εξετάζεται η αντικατάσταση των υπαρχόντων λαμπτήρων με αντίστοιχης φωτεινής δραστικότητας τεχνολογίας Led.

3.3.4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

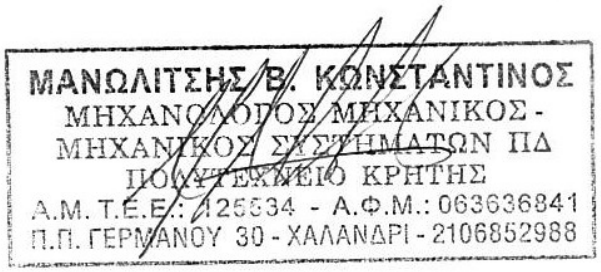
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας το επιθεωρούμενο κτίριο ανήκει στην κατηγορία **Η**.



Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m²)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
▶	Θέρμανση	20.6	162.7
	Ψύξη	30.3	121.2
	ΖΝΧ	0.0	0.0
	Φωτισμός	72.5	124.7
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0.0	0.0
	Σύνολο	123.4	408.6
	Κατάταξη	-	H

ΓΙΑ ΤΗΝ ENERCO **ΘΕΩΡΗΣΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ**



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ