

ΚΛΕΙΔΑ :



ΚΥΡΙΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ :

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΝΟΜΟΣ ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ  
ΔΗΜΟΣ ΝΕΑΣ ΠΡΟΠΟΝΤΙΔΑΣ  
Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

ΕΡΓΟ :

Ενεργειακή αναβάθμιση του ΕΠΑ.Λ. Ν. Μουδανιών  
(Αρ. Μελ. 11/2018)

ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ :

ΟΔΟΣ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ Ο.Τ.Γ-07, ΕΠΕΚΤΑΣΗ ΑΛΜΥΡΑΣ, Δ.Κ.Ν. ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ  
ΔΗΜΟΥ ΝΕΑΣ ΠΡΟΠΟΝΤΙΔΑΣ

ΜΕΛΕΤΗ :

ΚΕΝΑΚ

ΣΤΑΣΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ :  
ΟΡΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΤΙΤΛΟΣ ΤΕΥΧΟΥΣ :

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΑΡ. ΤΕΥΧΟΥΣ :  
ΚΕΝΑΚ.1

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ : ΣΕΠ. 2023

ΚΩΔ. ΜΕΛ.: 221202

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ  
Ν. ΜΟΥΔΑΝΙΑ / /2023

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ  
Ν. ΜΟΥΔΑΝΙΑ / /2023

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ:  
Ν. ΜΟΥΔΑΝΙΑ / /2023

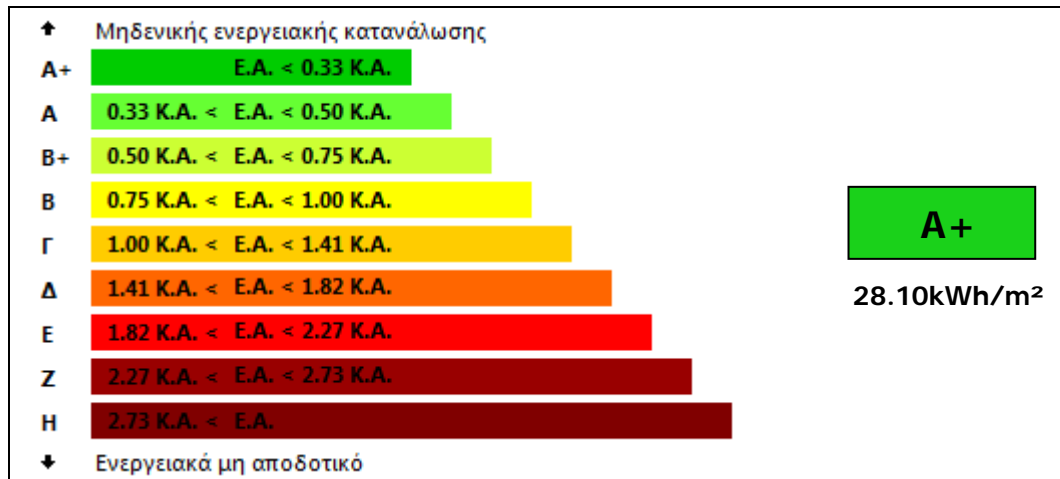
ΜΠΕΚΙΑΡΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ  
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Π.Ε.

ΕΛΕΝΗ ΣΙΜΟΥ  
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Π.Ε.

ΙΩΑΝΝΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥΔΗΣ  
ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Π.Ε.

## Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης

Ενεργειακή κατάταξη τμήματος κτιρίου με χρήση: **Εκπαίδευσης**



Λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε:

- Μελέτη θερμομονωτικής επάρκειας κτιριακού κελύφους: AutoKENAK, έκδοση 2019.1.4
- Εκτίμηση ενεργειακής απόδοσης: TEE-KENAK, έκδοση 1.31.1.9, engine 1.7.6.19

## Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή .....	4
2.	Γενική περιγραφή κτιρίου .....	4
2.1	Γενικά στοιχεία κτιρίου .....	4
2.2	Τοπογραφία οικοπέδου .....	5
3.	Τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού .....	5
3.1	Χωροθέτηση κτιρίου στο οικοπέδο .....	5
3.2	Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτίριο .....	5
3.3	Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων .....	6
3.4	Φυσικός φωτισμός .....	6
3.5	Φυσικός δροσισμός .....	6
3.6	Παθητικά ηλιακά συστήματα .....	6
3.7	Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος .....	6
4.	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτιρίου .....	7
4.1	Γενικά στοιχεία κτιριακού κελύφους .....	10
4.2	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων .....	10
4.3	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων .....	11
4.4	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου .....	14
4.4.1	Κατασκευαστικές λύσεις που υιοθετήθηκαν για τη μείωση των θερμικών απωλειών λόγω θερμογεφυρών ....	14
5.	Τεκμηρίωση ελάχιστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων .....	15
5.1	Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού .....	16
5.1.1	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος θέρμανσης .....	16
5.1.2	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ψύξης .....	16
5.1.3	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ύγρανσης .....	16
5.1.4	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος αερισμού .....	16
5.2	Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης – ZNX .....	17
5.2.1	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή ZNX .....	18
5.2.2	Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών .....	18
5.3	Σχεδιασμός συστήματος Φωτισμού .....	18
5.4	Διόρθωση συνημίτονου .....	19
5.5	Σκοπιμότητα εφαρμογής εναλλακτικών λύσεων σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων .....	19
6.	Ενεργειακή απόδοση κτιρίου .....	19
6.1	Κλιματικά δεδομένα .....	19
6.2	Χρήσεις κτιρίου .....	19
6.3	Τμήμα με χρήση: Εκπαίδευσης .....	20
6.3.1	Θερμικές ζώνες με χρήση: Εκπαίδευσης .....	20
6.3.2	Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας .....	21
6.3.3	Κέλυφος με χρήση: Εκπαίδευσης .....	21
6.3.4	Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης .....	29
7.	Σ.Η.Θ. Συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας .....	31
8.	Φωτοβολταϊκά (ΦΒ) .....	31
9.	Αποτελέσματα υπολογισμών .....	32
9.1	Κατανάλωση ενέργειας τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης .....	32
9.2	Ενεργειακή κατάταξη τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης .....	33
10.	Βιβλιογραφία, πρότυπα, κανονισμοί .....	34

## 1. Εισαγωγή

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89), για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με τα άρθρα 10 και 10Α του νόμου 3851. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων – Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 2367 Β/12.7.2017) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Ειδικότερα, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

- 20701-1: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
- 20701-2: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων».
- 20701-3: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων».

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για την σωστή λειτουργία του κτιρίου, μέσω:

- του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτιρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κ.ά.,
- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων,
- της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας,
- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως, ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ.ά. και
- της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

## 2. Γενική περιγραφή κτιρίου

Σε αυτήν τη ενότητα, γίνεται αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτιρίου, σχετικά με τη θέση του και τον περιβάλλοντα χώρο και επίσης τη χρήση και το προφίλ λειτουργίας των επιμέρους τμημάτων και χώρων του.

### 2.1 Γενικά στοιχεία κτιρίου

Το υπό μελέτη κτήριο βρίσκεται στα Ν. Μουδανιά-Χαλκιδικής . Πρόκειται για διώροφο κτήριο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις κύριες χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Στον επόμενο πίνακα δίνονται αναλυτικά οι χρήσεις των θερμικών ζωνών του κτιρίου ανά όροφο.

Πίνακας 2.1.1. Όροφοι, χρήσεις και επιφάνειες

Όροφος	Ζώνες - Χώροι	Βασικές κατηγορίες χρήσεων τμημάτων του κτιρίου	Επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]
01 όροφος	Θερμικές ζώνες	Εκπαίδευσης	965.99
00 όροφος	Θερμικές ζώνες	Εκπαίδευσης	3406.26
00 όροφος	Μη θερμ. χώροι	Εκπαίδευσης	199.48

## 2.2 Τοπογραφία οικοπέδου

Το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται θα το κτήριο είναι ορθογωνικού σχήματος και στην επέκταση του οικισμού . Ακολουθεί τοπογραφικό διάγραμμα με τη θέση του υπό ανέγερση κτιρίου και τις θέσεις, τις αποστάσεις και τα ύψη των γειτονικών κτιρίων.

## 3. Τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. το κτήριο έχει σχεδιασθεί λαμβάνοντας υπόψη:

- Τη χωροθέτηση του κτιρίου και τον προσανατολισμό του στο οικόπεδο.
- Τη διάταξη των εσωτερικών χώρων λόγω των λειτουργιών του κτιρίου.
- Τη βέλτιστη θέση των ανοιγμάτων για εξασφάλιση λειτουργικότητας αλλά και για επαρκή ηλιασμό, φυσικό φωτισμό και δροσισμό καθώς και την ηλιοπροστασία τους.
- Την ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, ένα εκ των οποίων δύναται να είναι το σύστημα του άμεσου κέρδους.
- Τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.

Ακόμη, σύμφωνα με το άρθρο 11 του Κ.Εν.Α.Κ. τα περιεχόμενα της ενεργειακής μελέτης τα οποία λαμβάνονται υπόψη και για τον ενεργειακό σχεδιασμό είναι τα ακόλουθα:

1. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.).
2. Τεκμηρίωση της χωροθέτησης και του προσανατολισμού του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση.
3. Τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης της φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος.
4. Τεκμηρίωση του σχεδιασμού και της θέσης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό).
5. Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
6. Περιγραφή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο:
7. Υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους (κατακόρυφης / κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30° από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης.
8. Περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για:
  - την 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο: μικρότερη διάρκεια ημέρας και χαμηλότερη θέση ήλιου),
  - την 21η Ιουνίου, (θερινό ηλιοστάσιο: μεγαλύτερη διάρκεια ημέρας και υψηλότερη θέση ήλιου).
9. Γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.
10. Σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θερμομονωτικής στρώσης, των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου (κατόψεις, όψεις, τομές).

### 3.1 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο

Το κτήριο βρίσκεται εντός του κατοικημένου αστικού ιστού μη επιτρέποντας ουσιαστικά τη βέλτιστη εκμετάλλευση των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής

### 3.2 Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτήριο

Ο εσωτερικός σχεδιασμός και η διαμόρφωση των χώρων στο κτήριο, έγιναν με γνώμονα τη μέγιστη εκμετάλλευση ή αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με την εποχή. Έγινε προσπάθεια τοποθέτησης ορισμένων εκ των κύριων χώρων στο νότιο προσανατολισμό, αλλά και στον ανατολικό, ώστε κατά τους χειμερινούς μήνες να γίνει δυνατή η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας τις πρωινές ώρες, ενώ κατά τους

θερινούς μήνες να είναι ευχάριστη η χρήση των χώρων αυτών, προτού η εξωτερική θερμοκρασία να ανέβει αισθητά. Τέλος, η τοποθέτηση ορισμένων χώρων στους δυτικούς προσανατολισμούς έγινε ώστε να είναι δυνατή η χρήση του φυσικού δροσισμού ακόμη και τις πρώτες πρωινές ώρες κατά τη θερινή περίοδο.

### 3.3 Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων

Ως μέσο ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων επιλέχθηκαν οι πρόβολοι. Σε συνδυασμό με την κινητή ηλιοπροστασία, η οποία όμως δεν λαμβάνεται υπόψη κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου θεωρούνται ότι προσφέρουν επαρκή προστασία.

Στα σχέδια που συνοδεύουν τη μελέτη φαίνεται αναλυτικά ο σκιασμός που προκύπτει από τους πρόβολους για κάθε άνοιγμα, για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου. Για τα ανατολικά ανοίγματα δίνεται ο σκιασμός στις 09:00, για τα νότια στις 12:00 και για τα δυτικά στις 15:00. Σε όλα τα σχέδια δίνεται το ηλιακό αζιμούθιο για τις ίδιες μέρες και ώρες. Ο σκιασμός των ανοιγμάτων με βάση τα σχέδια σκιασμού τους κρίνεται επαρκής.

### 3.4 Φυσικός φωτισμός

Σε όλους τους κυρίως χώρους θα τοποθετηθούν ανοίγματα τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχει ειδική πρόνοια να τοποθετηθούν μεγάλα ανοίγματα.

### 3.5 Φυσικός δροσισμός

Προσπάθεια θα γίνει επίσης να τοποθετηθούν ανοίγματα σε όλους τους χώρους, τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φυσικό δροσισμό.

### 3.6 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση παθητικών ηλιακών συστημάτων για λειτουργικούς λόγους. ή Όλοι οι προσανατολισμοί του κτηρίου έχουν απόκλιση μεγαλύτερη από  $\pm 30^\circ$ . Επομένως δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν παθητικά ηλιακά άμεσου κέρδους. Εναλλακτικά Το παθητικό σύστημα που επιλέχθηκε να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό του κτηρίου είναι αυτό του άμεσου κέρδους. Όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα και στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων, κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται στο ελάχιστο. Η επαρκής ποσότητα ανοιγμάτων στη νότια όψη συνδυάζεται με βαριά υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας και με ισχυρή θερμομόνωση, ούτως ώστε το κτίριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

Στον επόμενο πίνακα περιλαμβάνονται τα κουφώματα που ανήκουν σε τοίχους νότιου προσανατολισμού του κτηρίου και με απόκλιση από τον Νότο  $\pm 30^\circ$ .

Πίνακας 3.6.1. Επιφάνειες νότιων κουφωμάτων

Όροφος	Νότιος προσ/μός [ $m^2$ ]	Ανοίγματα [ $m^2$ ]	Ποσοστό %
---	---	---	---

### 3.7 Διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος

Λόγω της θέσης του οικοπέδου εντός του πυκνού αστικού ιστού, του μεγέθους του κτηρίου, θα γίνει φύτευση υψηλών δένδρων. Αντίθετα θα επιλεγούν χαμηλές πόες και χαμηλά φυτά με μικρές απαιτήσεις σε νερό, οι οποίες θα λειτουργήσουν βελτιωτικά στο μικροκλίμα της περιοχής.

## 4. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτιρίου

Σύμφωνα με την Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.1. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικά ανακαινισμένου κτιρίου.

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

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του επόμενου πίνακα:

Πίνακας 4.2. Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κτιρίου, ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του

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

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

1. Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.1.
2. Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου U<sub>m</sub> και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.2.

### 1. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U<sub>m</sub> του κτιρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$[4.1] \quad U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_a}$$

όπου:

- d<sub>j</sub> το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j,
- λ<sub>j</sub> ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού j,
- R<sub>i</sub> και R<sub>a</sub> οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου,
- R<sub>s</sub> η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U<sub>w</sub> υπολογίζεται από τη σχέση:

$$[4.2] \quad U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g}$$

όπου:

- U<sub>f</sub> ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος
- U<sub>g</sub> ο συντελεστής θερμοπερατότητας του τζαμιού του κουφώματος
- A<sub>f</sub> το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος
- A<sub>g</sub> το εμβαδό επιφάνειας του τζαμιού του κουφώματος
- I<sub>g</sub> το μήκος της θερμογέφυρας του τζαμιού του κουφώματος
- Ψ<sub>g</sub> ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του τζαμιού του κουφώματος



Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:

$$[4.3] \quad U \leq U_{\delta,\sigma,\max}$$

όπου:

U ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων [4.1] ή [4.2]

U<sub>δ,σ,max</sub> η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο (πίνακας 4.1.).

## **2. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου**

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα 4.1, απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου δίνεται από τη σχέση:

$$[4.4] \quad U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v I_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j}$$

όπου:

A<sub>j</sub> το εμβαδό δομικού στοιχείου j

U<sub>j</sub> ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j

Ψ<sub>i</sub> ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i

I<sub>i</sub> το μήκος της θερμογέφυρας i

b μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$[4.5] \quad U_m \leq U_{m,\max}$$

όπου U<sub>m,max</sub> είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου και δίνεται στον πίνακα 4.1.

Σε περίπτωση που U<sub>m</sub> > U<sub>m,max</sub> ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μία εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

- να βελτιώσει την θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
- να βελτιώσει την θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,
- να μειώσει την δημιουργία θερμογεφυρών στο κτιριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων», για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών, ο μελετητής έχει δύο επιλογές:

- να επακολουθήσει την απλουστευμένη μέθοδο με χρήση του πίνακα 15 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2,
- να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 16α έως και 16λ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2.

Ο μειωτικός συντελεστής b υπολογίζεται με χρήση της σχέσης 2.21 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2. Εναλλακτικά, και για λόγους απλοποίησης, μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,5.

Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η αναλυτική μέθοδος υπολογισμού των θερμογεφυρών και ο μειωτικός συντελεστής b θεωρείται ίσος με 0,5.

## 4.1 Γενικά στοιχεία κτιριακού κελύφους

**Πόλη έργου: Νέα Μουδανιά**

**Νομός: ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ**

**Κλιματική Ζώνη: Ζώνη Γ**

Θερμαινόμενοι χώροι Κτιρίου: Το υπό μελέτη κτίριο είναι διώροφο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και όλοι οι χώροι του θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι, οπότε οφείλουν να είναι θερμομονωμένοι.

Πίνακας 4.1.1. Θερμαινόμενες και ψυχόμενες ζώνες ανά όροφο

Όροφος	Θερμικές Ζώνες	Θέρμανση	Ψύξη
01 όροφος	Z001	ΝΑΙ	ΟΧΙ
00 όροφος	Z001	ΝΑΙ	ΟΧΙ

Η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων και οι υπολογισμοί των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών του κτιρίου γίνεται έχοντας υπόψη τα εξής:

- Για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και κατ' επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου είναι απαραίτητα όχι μόνο τα θερμικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θερμαινόμενων χώρων, αλλά και αυτά των μη θερμαινόμενων που είναι σε επαφή με τους θερμαινόμενους.
- Τα δομικά στοιχεία του κτιρίου που γειτνιάζουν με άλλα θερμαινόμενα κτίρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτιρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (ως να μην υπάρχουν τα γειτονικά κτίρια), ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης θεωρούνται αδιαβατικά.
- Τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτιρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτιρίου θεωρούνται αδιαβατικά.
- Οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό και τον σκιασμό τους.
- Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, για κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από 0,60 W/(m<sup>2</sup>.K), ο συντελεστής σκίασης δύναται να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

## 4.2 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου, οι τοιχοποιίες πλήρωσης φέρουν θερμομόνωση εξωτερικά. Η οροφή θα θερμομονωθεί στην άνω παρεία της. Τα δομικά στοιχεία του κτιρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμο επίχρισμα. Οι συντελεστές απορροφητικότητας και οι συντελεστές εκπομπής των δομικών στοιχείων λαμβάνονται από πίνακα της σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Ε.Ν.Α.Κ.. Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας.

Πίνακας 4.2.1. Συντελεστές θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων

Τμήμα κελύφους	Φύλλο	Δομικό στοιχείο	Επαφή με	U	U <sub>max</sub>
Δάπεδο - Οροφή	1.10.1	Επαφή με Έδαφος, Κεραμικό πλακάκι, Μον.όχι	Έδαφος	2.550	0.750
Φ.Ο.	1.26.1	Οπλισμένο σκυρόδεμα, Μον.όχι (25)	Μ.Θ.Χ.	2.463	0.800
Φ.Ο.	1.26.2	Οπλισμένο σκυρόδεμα, Μον.όχι (25)	Αέρας	3.165	--
Οροφή	1.27.1	Οριζόντια οροφή μη βατή, Μον.έξω	Αέρας	0.351	0.400
Οροφή	1.28.1	Οριζόντια οροφή μη βατή, Μον.όχι	Αέρας	3.876	--
Φ.Ο.	1.4.1	Οπλισμένο σκυρόδεμα, Μον.έξω (7-30)	Αέρας	0.385	0.450
Φ.Ο.	1.5.1	Οπλισμένο σκυρόδεμα, Μον.έξω (7-25)	Αέρας	0.388	0.450
Φ.Ο.	1.5.2	Οπλισμένο σκυρόδεμα, Μον.έξω (7-25)	Μ.Θ.Χ.	0.375	0.800
Οροφή	1.6.1	Οριζόντια οροφή με κεραμικό πλακάκι, Μον.έξω	Αέρας	0.353	0.400
Δάπεδο	1.7.1	Επαφή με ΜΘΧ, Κεραμικό πλακάκι, Μον.έξω	Μ.Θ.Χ.	0.559	0.750
Τοίχος	1.8.1	Οπτοπλινθοδομή, Μπατική, Μον.έξω (10-19)	Αέρας	0.259	0.450
Τοίχος	1.9.1	Οπτοπλινθοδομή, Μπατική, Μον.έξω (7-19)	Αέρας	0.345	0.450
Τοίχος	1.9.2	Οπτοπλινθοδομή, Μπατική, Μον.έξω (7-19)	Μ.Θ.Χ.	0.335	0.800

όπου:

U και  $U_{\max}$ : συντελεστής θερμοπερατότητας σε  $W/(m^2K)$   
τιμές  $U_{\max}$ : από πίνακα 4.1.

Με βάση τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2, οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων σε επαφή με έδαφος που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου και στον υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας, είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας  $U'$  και όχι αυτοί που δίνονται στον πίνακα 4.2. Ο αναλυτικός υπολογισμός τους γίνεται βάσει της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2 και δίνεται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Στον επόμενο πίνακα δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές  $U'$  των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.

Πίνακας 4.2.2. Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων σε επαφή με έδαφος των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων. Τα βάθη είναι σε μέτρα

Δομικό στοιχείο α/α	U	Κατακόρυφο δ.σ. Βάθος τοίχου Άνω Α	Κατακόρυφο δ.σ. Βάθος τοίχου Κάτω Κ	Οριζόντιο δ.σ. Μέσο βάθος έδρασης – Ζ	Ισοδύναμος συντελ. $U'$
Δάπεδο - Οροφή	2.55	--	--	0.01	0.18
Δάπεδο - Οροφή	2.55	--	--	0.01	0.18

### 4.3 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων

Για τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση Συνθετικού Πλαισίου PVC Πολυθαλαμικό με και μέσου πλάτους πλαισίου 10cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-16-4 με επιστρωση χαμηλής εκπομπής στη θέση 2 και αργό στο διάκενο. Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2. Οι υπολογισμοί αυτοί δίνονται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του κτιρίου. Όπως φαίνεται στον πίνακα, οι τιμές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις.

Πίνακας 4.3.1. Συντελεστές θερμοπερατότητας κουφωμάτων κτιρίου

Όροφος α/α κουφώματος	Προσ/μός	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U $W/(m^2K)$	$U_{\max}$ $W/(m^2K)$
01.ΜΑΚ23	ΝΑ	1.00	2.55	2.55	1.64	2.80
01.ΑνΚ40	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ39	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ37	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ36	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ35	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ34	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ33	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ32	ΝΑ	3.86	2.05	7.92	1.73	2.80
01.ΑνΚ31	ΝΑ	3.87	2.05	7.92	1.73	2.80
01.ΑνΚ30	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ29	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ28	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ27	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ26	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ25	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ24	ΝΑ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΜΑΚ22	ΒΔ	1.00	2.55	2.55	1.64	2.80
01.ΑνΚ18	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ16	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ15	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ14	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ13	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.ΑνΚ12	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80

Όροφος, α/α κουφώματος	Προσ/μός	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U W/(m <sup>2</sup> K)	U <sub>max</sub> W/(m <sup>2</sup> K)
01.AvK11	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.AvK10	ΒΔ	3.87	2.05	7.92	1.73	2.80
01.AvK9	ΒΔ	3.86	2.05	7.92	1.73	2.80
01.AvK8	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.AvK7	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.AvK6	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.AvK5	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.AvK4	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.AvK3	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.AvK2	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.AvK1	ΒΔ	3.70	2.05	7.59	1.73	2.80
01.AvK19	ΒΔ	3.80	2.05	7.79	1.73	2.80
01.AvK21	ΒΑ	1.15	0.95	1.09	1.72	2.80
01.AvK20	ΒΑ	0.85	1.08	0.92	1.74	2.80
00.AvK65	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK64	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK63	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK62	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK61	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK60	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK59	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK58	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK57	ΝΔ	1.00	3.25	3.25	1.63	2.80
00.AvK56	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK55	ΝΔ	4.00	0.80	2.40	1.86	2.80
00.AvK54	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK53	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK51	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK50	ΝΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK71	ΝΔ	4.00	0.95	3.80	1.73	2.80
00.AvK70	ΝΔ	3.99	2.30	9.18	1.64	2.80
00.AvK69	ΝΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK68	ΝΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK66	ΝΔ	4.00	3.25	13.00	1.62	2.80
00.AvK146	ΝΔ	0.60	0.45	0.27	1.94	2.80
00.AvK132	ΝΔ	2.50	3.25	8.13	1.64	2.80
00.AvK131	ΝΔ	1.20	1.00	1.20	1.82	2.80
00.AvK122	ΝΔ	3.00	3.25	9.75	1.72	2.80
00.AvK121	ΝΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK120	ΝΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK119	ΝΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK118	ΝΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK117	ΝΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK116	ΝΔ	1.98	2.15	4.26	1.72	2.80
00.AvK115	ΝΔ	3.00	3.25	9.75	1.72	2.80
00.MAK36	ΝΑ	1.00	1.60	1.60	1.68	2.80
00.AvK92	ΝΑ	1.00	0.90	0.90	1.88	2.80
00.AvK30	ΝΑ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK29	ΝΑ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK28	ΝΑ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK27	ΝΑ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK26	ΝΑ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK25	ΝΑ	3.84	2.05	7.87	1.73	2.80
00.AvK24	ΝΑ	3.84	2.05	7.87	1.73	2.80
00.AvK23	ΝΑ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK22	ΝΑ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK21	ΝΑ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK20	ΝΑ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80

Όροφος, α/α κουφώματος	Προσ/μός	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U W/(m <sup>2</sup> K)	U <sub>max</sub> W/(m <sup>2</sup> K)
00.AvK19	NA	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK37	NA	1.00	1.05	1.05	1.72	2.80
00.AvK79	NA	4.00	1.90	7.60	1.73	2.80
00.AvK78	NA	4.00	1.90	7.60	1.73	2.80
00.AvK83	NA	4.00	3.25	13.00	1.72	2.80
00.AvK82	NA	4.00	3.25	13.00	1.72	2.80
00.AvK81	NA	4.00	3.25	13.00	1.72	2.80
00.AvK80	NA	4.00	3.25	13.00	1.72	2.80
00.AvK130	NA	1.55	1.38	2.14	1.73	2.80
00.AvK128	NA	1.60	1.45	2.32	1.72	2.80
00.AvK126	NA	4.00	2.25	9.00	1.71	2.80
00.AvK125	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK124	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK123	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK103	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK102	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK101	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK100	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK99	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK98	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK97	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK96	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK95	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK94	NA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK90	ΒΔ	1.30	0.90	1.17	1.81	2.80
00.AvK35	ΒΔ	1.00	1.05	1.05	1.72	2.80
00.AvK15	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK14	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK13	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK12	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK11	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK10	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK9	ΒΔ	3.84	2.05	7.87	1.73	2.80
00.AvK8	ΒΔ	3.84	2.05	7.87	1.73	2.80
00.AvK7	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK6	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK5	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK4	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK3	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK2	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK1	ΒΔ	3.75	2.05	7.69	1.73	2.80
00.AvK145	ΒΔ	3.80	3.25	12.35	1.68	2.80
00.AvK138	ΒΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK137	ΒΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK136	ΒΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK135	ΒΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK134	ΒΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK133	ΒΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK105	ΒΔ	1.40	1.40	1.96	1.75	2.80
00.AvK104	ΒΔ	1.40	1.40	1.96	1.75	2.80
00.AvK114	ΒΔ	4.00	3.25	13.00	1.62	2.80
00.AvK113	ΒΔ	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK112	ΒΔ	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK111	ΒΔ	1.50	2.18	3.27	1.70	2.80
00.AvK109	ΒΔ	1.96	2.15	4.21	1.72	2.80
00.AvK108	ΒΔ	2.04	0.80	1.63	1.76	2.80
00.AvK89	ΒΔ	1.55	1.08	1.67	1.76	2.80
00.AvK91	ΒΑ	1.60	0.90	1.44	1.78	2.80

Όροφος, α/α κουφώματος	Προσ/μός	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U W/(m <sup>2</sup> K)	U <sub>max</sub> W/(m <sup>2</sup> K)
00.AvK49	BA	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK48	BA	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK47	BA	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK46	BA	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK45	BA	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK44	BA	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK43	BA	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK42	BA	4.00	0.80	3.20	1.76	2.80
00.AvK41	BA	4.00	0.45	1.80	1.91	2.80
00.AvK40	BA	4.00	0.45	1.80	1.91	2.80
00.AvK39	BA	3.98	0.45	1.79	1.91	2.80
00.AvK38	BA	4.00	0.45	1.80	1.91	2.80
00.AvK34	BA	0.40	0.45	0.18	2.01	2.80
00.AvK77	BA	3.00	2.25	6.75	1.71	2.80
00.AvK76	BA	2.00	2.25	4.50	1.71	2.80
00.AvK75	BA	2.00	0.80	1.60	1.76	2.80
00.AvK73	BA	3.00	2.25	6.75	1.76	2.80
00.AvK88	BA	1.98	2.15	4.26	1.72	2.80
00.AvK87	BA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK86	BA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK85	BA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80
00.AvK84	BA	4.00	2.15	8.60	1.72	2.80

#### 4.4 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του λόγου της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτιρίου προς τον όγκο τους. Στο Τεύχος Υπολογισμών δίνεται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού του λόγου A/V.

**Προκύπτει:**  $A/V = 0.60 \text{ m}^{-1}$

**Επομένως:**  $U_{m,max} = 0.86 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  από πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.4.1. Συγκεντρωτικά στοιχεία κτιρίου και μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας

Δομικά στοιχεία κελύφους	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	Σ (b×U×A) ή (b×Ψ×l) [W/K]
Κατακόρυφα αδιαφανή	1956.75	700.47
Οριζόντια αδιαφανή	6936.36	1853.98
Διαφανή	1041.78	1797.04
Θερμογέφυρες	--	622.69
<b>Σύνολα:</b>	9934.89	4974.18
<b>Αποτέλεσμα U<sub>m</sub>:</b>	<b>Σ/ΣΑ</b>	<b>0.50</b>

**Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας κτιρίου:**  $U_m = 0.50 < U_{m,max} = 0.86 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$

Συνεπώς το κτίριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για τον μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$ . Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά όλοι οι υπολογισμοί.

##### 4.4.1 Κατασκευαστικές λύσεις που υιοθετήθηκαν για τη μείωση των θερμικών απωλειών λόγω θερμογεφυρών

Η θέση της θερμομόνωσης στα δομικά στοιχεία αλλά και η θέση των κουφωμάτων στο πάχος του τοίχου σε συνδυασμό με τη συνέχεια της θερμομόνωσης, εξασφαλίζουν τη μείωση των απωλειών λόγω θερμογεφυρών.

Τα κουφώματα τοποθετούνται εσωτερικά ,για τη μείωση των απωλειών από τις θερμογέφυρες που δημιουργούνται στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι, υπάρχει συνέχεια της θερμομόνωσης (πάχους 2cm) κάθετα στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι των κουφωμάτων.

## 5. Τεκμηρίωση ελάχιστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, πρέπει να πληρούν ορισμένες ελάχιστες προδιαγραφές όσον αφορά τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τους, όπως:

- Όπου τοποθετούνται κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) ή μονάδες παροχής νωπού αέρα ή μονάδες εξαερισμού και όσες από αυτές λειτουργούν με νωπό αέρα > 60% της παροχής τους, πρέπει να διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με απόδοση τουλάχιστον 50%.
- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης- κλιματισμού και ΖΝΧ, πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη θερμομόνωση που καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ' ελάχιστο θερμομόνωση πάχους 19mm για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και 13mm για ΖΝΧ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  στους 20°C (ή ισοδύναμα πάχη άλλου πιστοποιημένου θερμομονωτικού υλικού).
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  στους 20°C, και ελάχιστο πάχος 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm (ή ισοδύναμα πάχη άλλων πιστοποιημένων θερμομονωτικών υλικών).
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου θα διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής σε μερικά φορτία, ή άλλο πιστοποιημένο ισοδύναμο σύστημα.
- Σε μεγάλα δίκτυα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ ανά κλάδους, θα χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές με ρύθμιση στροφών ανάλογα με τη ζήτηση σε ΖΝΧ.
- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών σε ΖΝΧ από ηλιοθερμικά συστήματα. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ΖΝΧ καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από  $(1,15 \times 1/\eta)$ , όπου  $\langle \eta \rangle$  είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/ΕΚ. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του  $\langle \eta \rangle$ , ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.
- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα πρέπει να έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m<sup>2</sup> ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.
- Σε κτίρια με πολλές ιδιοκτησίες και κεντρικά συστήματα, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης, ψύξης, καθώς και ΖΝΧ (όπου εφαρμόζεται κεντρική παραγωγή/διανομή) και εφαρμόζεται κατανομή δαπανών με θερμιδομέτρηση..
- Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.
- Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα επιβάλλεται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95.

Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

### Κατηγορίες χρήσεων κτιρίου: Εκπαίδευσης

Οι παραπάνω περιορισμοί εξετάζονται και εφαρμόζονται στο υπό μελέτη κτίριο ξεχωριστά για κάθε κύρια χρήση.

## 5.1 Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού

Η θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης (διαστασιολόγησης συστήματος), θα γίνεται με κεντρική αντλία θερμότητας . Το σύστημα θέρμανσης θα καλύπτει όλους τους χώρους του κτιρίου .

### 5.1.1 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος θέρμανσης

Πίνακας 5.1.1.1. Σύστημα θέρμανσης 1 - Παραγωγή - Z001

Μονάδα παραγωγής	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς [kW]	220.00
Βαθμός απόδοσης	1.000
Συντελεστής επίδοσης COP	3.200

Πίνακας 5.1.1.2. Σύστημα θέρμανσης 2 - Παραγωγή - Z001

Μονάδα παραγωγής	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.
Πηγή ενέργειας	Ηλεκτρισμός
Ισχύς [kW]	220.00
Βαθμός απόδοσης	1.000
Συντελεστής επίδοσης COP	3.200

Οι αντλίες θερμότητας θα είναι υψηλών θερμοκρασιών έως 65 βαθμών κελσίου και πολλαπλών σταδίων για την κάλυψη των μερικών φορτίων σε υψηλή απόδοση. Η διανομή θα γίνεται με δισωλήνιο σύστημα, με δικιά τους κεντρική κατακόρυφη στήλη προσαγωγής-επιστροφής θερμού νερού. Οι κατακόρυφες σωλήνες προσαγωγής θα τροφοδοτούνται μέσω ενός κοινού κεντρικού συλλέκτη (κολλεκτέρ), όπως και οι κατακόρυφες σωλήνες επιστροφής θερμού νερού. Για κάθε τελικό χρήστη, θα υπάρχουν ξεχωριστοί συλλέκτες (κολλεκτέρ) διανομής (προσαγωγή και επιστροφή), από τους οποίους θα αναχωρούν και στους οποίους θα επιστρέφουν όλα τα οριζόντια κυκλώματα θερμού νερού προς και από τα θερμαντικά σώματα των επιμέρους χώρων κάθε ιδιοκτησίας .Η θέρμανση των διαμερισμάτων θα γίνεται με θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) . Σε κάθε ζεύγος συλλεκτών (κολλεκτέρ) διανομής ιδιοκτησίας, τοποθετείται (σε κοινόχρηστο χώρο) σύστημα θερμιδομέτρησης. Λόγω του ότι υπάρχουν πολλές ξεχωριστές ιδιοκτησίες (κατοικίες ) στο κτίριο, βάσει του Κ.Εν.Α.Κ., απαιτείται η κατανομή δαπανών ανά χώρο (ιδιοκτησία) και για το λόγο αυτό εφαρμόζεται αυτονομία θέρμανσης σύμφωνα με τα προαναφερόμενα. Επίσης σε κάθε ιδιοκτησία εφαρμόζεται αυτόματος θερμοστατικός έλεγχος θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων. Η κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης θα διαθέτει σύστημα αντιστάθμισης, για την κάλυψη των μερικών φορτίων θέρμανσης.

### 5.1.2 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ψύξης

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης-κλιματισμού του κτιρίου, σε όλους τους χώρους, του κτιρίου δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δεν έχει υπολογιστεί ψύξη.

### 5.1.3 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ύγρανσης

Στη χρήση δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δεν θα χρησιμοποιηθεί σύστημα ύγρανσης.

### 5.1.4 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος αερισμού

Στα κτίρια δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι ανάγκες για αερισμό θα πρέπει να καλύπτονται μέσω συστήματος μηχανικού αερισμού όπως ορίζεται στον Κ.Εν.Α.Κ. Σύμφωνα με την μελέτη κλιματισμού, οι απαιτήσεις για αερισμό, θα καλύπτονται με μία μονάδα παροχής νωπού αέρα ανά κατάσταση. Οι μονάδες αυτές υπολογίσθηκαν στη σχετική μελέτη, να καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα.



## 5.2 Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης – ZNX

Σύμφωνα με τη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ζεστού νερού χρήσης (ZNX), η κατανάλωση ZNX υπολογίζεται όπως ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Πίνακας 5.2.1. Τυπική κατανάλωση ZNX ανά θερμική ζώνη και χρήση

Θερμική ζώνη	Χρήση	Ετήσια κατανάλωση [m <sup>3</sup> /έτος]	Κατανάλωση [lt/ημέρα]
Z001	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	0.00	0.00
ΣΥΝΟΛΑ:		0.00	0.00

Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους: 45 °C

Οι μέσες θερμοκρασίες νερού δικτύου ύδρευσης της πόλης του έργου όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο  $Q_d$  σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου σε ZNX δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$[5.1] \quad Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \rho \cdot \Delta T$$

όπου:

$V_d$	[lt/ημέρα]	το ημερήσιο φορτίο, $V_d = 0.00$ lt/ημέρα
$\rho$	[kg/lt]	η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήσης, $\rho = 1,0$ kg/lt
$c$	[kJ/(kg.K)]	η ειδική θερμότητα του νερού, $c = 4,18$ kJ/(kg.K)
$\Delta T$	[K] ή [°C]	η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ZNX

Κατά τη διαστασιολόγηση του συστήματος ZNX εφαρμόστηκε η σχέση 5.1 για τον υπολογισμό του μέσου ημερήσιου θερμικού φορτίου (kWh/ημέρα) για ZNX του κτιρίου για κάθε μήνα, όπως δίνεται στον επόμενο πίνακα. Οι θερμοκρασίες νερού δικτύου που χρησιμοποιήθηκαν στη διαστασιολόγηση του συστήματος ZNX, είναι μέσες μηνιαίες.

Πίνακας 5.2.2. Μέση μηνιαία θερμοκρασία νερού δικτύου και θερμικό φορτίο για ZNX κτιρίου

	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) ΕΛΟΤ 1291	6.5	7.3	9.4	13.2	17.6	21.9	24.3	24.6	22.0	17.7	12.7	8.6
Μέσο ημερήσιο θερμικό φορτίο για ZNX [kWh/ημέρα]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Η θερμική ισχύς  $P_n$ , ενός τοπικού θερμαντήρα παραγωγής Z.N.X., συνήθως υπολογίζεται με βάση το φορτίο του δυσμενέστερου μήνα και για μέσο χρόνο απόδοσης της συνολικής ημερήσιας θερμικής ενέργειας σε 5 ώρες, όπως δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$[5.2] \quad P_n = \frac{Q_d}{5}$$

Η χωρητικότητα του θερμαντήρα παραγωγής Z.N.X.  $V_{store}$ , δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$[5.3] \quad V_{store} \geq \frac{V_d}{5}$$

Η θερμική ισχύς  $P_h$ , μιας τοπικής ή κεντρικής μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ. καθώς και η αντίστοιχη χωρητικότητα του θερμαντήρα αποθήκευσης  $V_{store}$ , μπορούν να υπολογιστούν ανάλογα τις ιδιαίτερες ανάγκες ενός κτηρίου χωρίς την εφαρμογή των πιο πάνω σχέσεων, αλλά σε κάθε περίπτωση τα μεγέθη αυτά είναι αλληλένδετα.

### 5.2.1 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή ΖΝΧ

Στη χρήση δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δεν θα χρησιμοποιηθεί σύστημα ΖΝΧ.

### 5.2.2 Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών

Στη χρήση δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δεν θα χρησιμοποιηθεί σύστημα ύγρανσης.

#### Αναλυτικά δεδομένα απόδοσης ηλιακών συλλεκτών.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαία ηλιακής ακτινοβολίας ( $\text{kWh/m}^2$ ), για την περιοχή του έργου, για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση ίδια με την κλίση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών. Σε περίπτωση συλλεκτών σε διαφορετικές θερμικές ζώνες ή με διαφορετικά τεχνικά χαρακτηριστικά και γωνίες τοποθέτησης και κλίσης, στον πίνακα συνοψίζονται τα συνολικά αποτελέσματα.

Πίνακας 5.2.2.2. Μέση μηνιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια

	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβ. σε οριζόντιο επίπεδο [ $\text{kWh/m}^2$ ]	52.60	67.50	103.20	140.70	179.10	198.60	209.50	184.70	136.70	91.40	56.60	45.50
Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβ. σε κεκλιμένο επίπεδο [ $\text{kWh/m}^2$ ]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Πίνακας 5.2.2.3. Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη φορτίου ΖΝΧ από ηλιακούς συλλέκτες όλων των θερμικών ζωνών

Μήνας	Μέσο μηνιαίο φορτίο για ΖΝΧ A [ $\text{kWh/mo}$ ]	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. B [ $\text{kWh/mo}$ ]	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. $f_i$ [%]	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. [%]
Ιανουάριος	0.00	0.00	0.00	0.00
Φεβρουάριος	0.00	0.00	0.00	0.00
Μάρτιος	0.00	0.00	0.00	0.00
Απρίλιος	0.00	0.00	0.00	0.00
Μάιος	0.00	0.00	0.00	0.00
Ιούνιος	0.00	0.00	0.00	0.00
Ιούλιος	0.00	0.00	0.00	0.00
Αύγουστος	0.00	0.00	0.00	0.00
Σεπτέμβριος	0.00	0.00	0.00	0.00
Οκτώβριος	0.00	0.00	0.00	0.00
Νοέμβριος	0.00	0.00	0.00	0.00
Δεκέμβριος	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>ΕΤΗΣΙΩΣ</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

### 5.3 Σχεδιασμός συστήματος Φωτισμού

Κύρια χρήση κτιρίου: δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης : Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό θα συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την ενεργειακή πιστοποίηση του τμήματος αυτού του κτηρίου. Για επιθυμητή στάθμη φωτισμού 300 lux, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 2.4), η συνολική

εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών για την κάλυψη του γενικού φωτισμού στους χώρους των καταστημάτων. Στις ζώνες φυσικού φωτισμού σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., θα πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα ελέγχου όλων των φωτιστικών που βρίσκονται εντός αυτών, μέσω αισθητήρων φωτισμού με δυνατότητα συνεχούς ρύθμισης της φωτεινότητας των φωτιστικών μέσω κατάλληλου συστήματος ελέγχου.

## **5.4 Διόρθωση συνημίτονου**

## **5.5 Σκοπιμότητα εφαρμογής εναλλακτικών λύσεων σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων**

Σύμφωνα με την μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις σε επίπεδο κτηρίου για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτηρίου: 1. Η εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, η οποία κρίνεται ως μη οικονομικά βιώσιμη εφαρμογή για το υπό μελέτη κτήριο. Τα χαμηλά θερμικά φορτία της χειμερινής περιόδου περιορίζονται στο ελάχιστο την θερινή περίοδο, οπότε το σύστημα συμπαραγωγής δεν λειτουργεί οικονομικά. 2. Η περίπτωση εγκατάστασης οριζόντιων γεωθερμικών εναλλακτών για την λειτουργία αντλίας θερμότητας δεν μπορεί να εφαρμοστεί, λόγω περιορισμένου ελεύθερου χώρου στο υπό μελέτη οικόπεδο.

## **6. Ενεργειακή απόδοση κτιρίου**

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, οι θερμικές ζώνες ενός κτιρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες. Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου έγιναν με την χρήση του υπολογιστικού εργαλείου TEE-KENAK, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του ισχύοντα νόμου και των αντίστοιχων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

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

### **6.1 Κλιματικά δεδομένα**

Τα κλιματικά δεδομένα για τη συγκεκριμένη περιοχή, είναι ενσωματωμένα σε βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπ' όψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους του προσανατολισμούς, για την περιοχή που βρίσκεται το κτίριο.

**Υψόμετρο περιοχής [μ]: 7**

**Κλιματική ζώνη: Ζώνη Γ**

### **6.2 Χρήσεις κτιρίου**

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

**Κατηγορίες χρήσεων κτιρίου:**

**Εκπαίδευσης**

Εφόσον οι χρήσεις είναι περισσότερες από μία, για κάθε χρήση θα εκδοθεί διαφορετικό ΠΕΑ. Συνεπώς ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου θα γίνει ανεξάρτητα για το κάθε τμήμα του κτιρίου.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κάθε τμήματος του κτηρίου με διαφορετική κύρια χρήση, προσδιορίστηκαν τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται από την ισχύουσα νομοθεσία. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο κτήριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

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

## 6.3 Τμήμα με χρήση: Εκπαίδευσης

Πίνακας 6.3.1. Εμβαδό και όγκος τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης

Θερμική ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Z001	4372.25	4372.25	16600.72	16600.72
ΣΥΝΟΛΟ	4372.25	4372.25	16600.72	16600.72

### 6.3.1 Θερμικές ζώνες με χρήση: Εκπαίδευσης

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, ο διαχωρισμός ενός κτιρίου σε θερμικές ζώνες γίνεται με τα εξής κριτήρια:

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

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

- ο διαχωρισμός του κτιρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο,
- ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου,

- τμήματα του κτιρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας του 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.

### Θερμική Ζώνη: Z001

Θερμαινόμενοι χώροι Κτιρίου: Το υπό μελέτη κτίριο είναι διώροφο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και όλοι οι χώροι του θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι, οπότε οφείλουν να είναι θερμομονωμένοι.

Πίνακας 6.3.1.1. Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης: Z001

Δεδομένα και ιδιότητες θερμικής ζώνης	
Χρήση θερμικής ζώνης	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης
Ολική επιφάνεια ζώνης [m <sup>2</sup> ]	4372.25
Ανοιγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> .K)]	280
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για Θέρμανση	Τύπος Γ
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για Ψύξη	Τύπος Δ
Κατανάλωση ZNX [m <sup>3</sup> /έτος]	0.00
Αερισμός	
Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /h]	297.82
Φυσικός αερισμός [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	11.00
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού [%]	0
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	0
Αριθμός καμινάδων	0
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0

## 6.3.2 Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

Βάσει της σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές και παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 6.3.2.1. Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας για τη θερμική ζώνη: Z001

Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα	8
Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	5
Μήνες λειτουργίας ανά έτος	9 (Σεπτ.-Μαΐ.)
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 [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]	11.00
Στάθμη γενικού φωτισμού [lux]	300
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς [W/m <sup>2</sup> ]	9.6
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m <sup>3</sup> /υπν/έτος]	--
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /έτος]	--
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης [°C]	45
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης [°C]	15.5
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης [W/m <sup>2</sup> ]	40
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.18
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης [W/m <sup>2</sup> ]	0.75
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.18

## 6.3.3 Κέλυσος με χρήση: Εκπαίδευσης

### 6.3.3.1 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με εξωτερικό αέρα

### Θερμική Ζώνη: Z001

Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου, οι τοιχοποιίες πλήρωσης φέρουν θερμομόνωση εξωτερικά .Η οροφή θα θερμομονωθεί στην άνω παρεία της. Τα δομικά στοιχεία του κτιρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμο επίχρισμα. Οι συντελεστές απορροφητικότητας και οι συντελεστές εκπομπής των δομικών στοιχείων λαμβάνονται από πίνακα της σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Πίνακας 6.3.3.1.1. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με: Εξωτερικό αέρα

Όροφος	Ζώνη ή Χώρος	Δομικό στοιχείο	$\gamma$	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$A$ [m <sup>2</sup> ]	$\alpha$	$\epsilon$
01 όροφος	Z001	Φ.Ο.	221	0.39	43.67	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Φ.Ο.	221	0.39	0.71	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Φ.Ο.	131	0.39	0.71	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Φ.Ο.	131	0.39	24.37	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Φ.Ο.	131	0.39	60.71	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Τοίχος	131	0.26	1.00	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Τοίχος	131	0.26	67.02	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Φ.Ο.	311	0.39	0.71	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Φ.Ο.	311	0.39	27.37	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Φ.Ο.	311	0.39	34.08	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Τοίχος	311	0.26	1.00	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Τοίχος	311	0.26	75.27	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	21.30	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	15.98	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Τοίχος	41	0.26	5.09	0.40	0.80
01 όροφος	Z001	Οροφή	0	0.35	965.99	0.65	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	221	0.39	0.67	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	221	0.39	7.35	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	221	0.39	2.67	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	221	0.39	90.67	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	221	0.39	3.37	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	221	0.39	0.77	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	221	0.39	5.26	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	221	0.39	20.92	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	221	0.35	0.36	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	221	0.35	26.82	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	221	0.35	0.54	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	221	0.35	23.37	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	221	0.35	15.68	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	221	0.35	10.74	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	221	0.35	118.79	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	131	0.39	11.12	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	131	0.39	2.06	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	131	0.39	7.54	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	131	0.39	4.15	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	131	0.39	0.77	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	131	0.39	34.77	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	131	0.39	91.23	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	131	0.35	1.92	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	131	0.35	1.20	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	131	0.35	46.26	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	131	0.35	71.38	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	131	0.35	20.08	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	131	0.35	6.35	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	131	0.35	5.35	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	131	0.35	48.80	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Πέτασμα	131	1.12	2.20	0.60	0.80
00 όροφος	Z001	Πέτασμα	131	1.12	2.20	0.60	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	311	0.39	21.91	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	311	0.39	60.95	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	311	0.39	4.72	0.40	0.80

Όροφος	Ζώνη ή Χώρος	Δομικό στοιχείο	$\gamma$	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	$\alpha$	$\epsilon$
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	311	0.39	2.83	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	311	0.35	8.28	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	311	0.35	154.85	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	311	0.35	33.48	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	311	0.35	14.18	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	20.92	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	6.63	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	0.77	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	26.87	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	0.58	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	3.47	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	2.67	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	10.95	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	1.33	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	12.47	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	41	0.39	18.53	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	41	0.35	10.71	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	41	0.35	140.44	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	41	0.35	43.21	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	41	0.35	1.27	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	41	0.35	8.41	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	41	0.35	19.83	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	41	0.35	8.11	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	41	0.35	21.94	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Τοίχος	41	0.35	7.25	0.40	0.80
00 όροφος	Z001	Πέτασμα	41	1.13	2.18	0.60	0.80
00 όροφος	Z001	Πέτασμα	41	1.12	2.20	0.60	0.80
00 όροφος	Z001	Οροφή	0	0.35	2507.15	0.65	0.80

όπου:

$\gamma$ : το αζιμούθιο επιφάνειας με 0=βόρεια,90=ανατολική,180=νότια,270=δυτική

$\alpha$ : απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας της επιφάνειας

$\epsilon$ : συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας της επιφάνειας

### 6.3.3.2 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με έδαφος

Πίνακας 6.3.3.2.1. Πλάκες σε επαφή με έδαφος

Χώρος που ανήκει το δομικό στοιχείο	U W/(m <sup>2</sup> K)	Εμβαδό A m <sup>2</sup>	Εκτεθειμένη περίμετρος Π m	B'=2A/Π m	Βάθος έδρασης z m	U' W/(m <sup>2</sup> K)
Z001	2.55	3406.27	0.01	681253.57	0.01	0.18

όπου:

U: ονομαστικοί συντελεστές θερμοπερατότητας των πλακών

B': χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας

U': ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας

Πίνακας 6.3.3.2.2 Κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με έδαφος

Όροφος	Χώρος	U	Εμβαδό A	Βάθος A	Βάθος K	U'
		W/(m <sup>2</sup> K)	m <sup>2</sup>	m	m	W/(m <sup>2</sup> K)
---	---	---	---	---	---	---

όπου:

U: ονομαστικοί συντελεστές δομικών στοιχείων

A: το βάθος μέσα στο έδαφος από το οποίο ξεκινάει το κατακόρυφο δομικό στοιχείο

K: το βάθος μέσα στο έδαφος του κάτω τμήματος του δομικού στοιχείου

U': ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας

### 6.3.3.3 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους

Πίνακας 6.3.3.3.1. Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με: Μη θερμαινόμενους χώρους

Όροφος	Ζώνη ή Χώρος	Δομικό στοιχείο	Επαφή με	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]
01 όροφος	Z001	Δάπεδο	M001	0.56	56.97
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	M001	0.38	2.50
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	M001	2.46	23.35
00 όροφος	Z001	Τοίχος	M001	0.33	17.97
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	M001	0.38	0.77
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	M001	0.38	1.00
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	M001	2.46	4.87
00 όροφος	Z001	Τοίχος	M001	0.33	92.00
00 όροφος	Z001	Πέτασμα	M001	2.80	1.96
00 όροφος	Z001	Πέτασμα	M001	2.81	2.18
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	M001	0.38	6.93
00 όροφος	Z001	Φ.Ο.	M001	2.46	4.61
00 όροφος	Z001	Τοίχος	M001	0.33	62.44

### 6.3.3.4 Αδιαφανή δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων

Πίνακας 6.3.3.4.1. Αδιαφανή δομικά στοιχεία Μ.Θ. χώρων σε επαφή με: Εξωτερικό αέρα

Όροφος	Ζώνη ή Χώρος	Δομικό στοιχείο	γ	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	α	ε
00 όροφος	M001	Φ.Ο.	221	0.39	2.05	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Τοίχος	221	0.35	15.63	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Φ.Ο.	311	3.16	0.80	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Φ.Ο.	311	0.39	2.98	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Φ.Ο.	311	0.39	6.00	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Φ.Ο.	311	3.16	2.37	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Τοίχος	311	0.35	5.73	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Τοίχος	311	0.35	13.16	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Τοίχος	311	0.35	46.42	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Φ.Ο.	41	0.39	1.19	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Φ.Ο.	41	0.39	12.70	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Τοίχος	41	0.35	2.82	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Τοίχος	41	0.35	12.27	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Τοίχος	41	0.35	5.24	0.40	0.80
00 όροφος	M001	Πέτασμα	41	1.11	2.93	0.60	0.80
00 όροφος	M001	Οροφή	0	3.88	184.30	0.65	0.80

όπου:

γ: το αζιμούθιο επιφάνειας με 0=βόρεια,90=ανατολική,180=νότια,270=δυτική

α: απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας της επιφάνειας

ε: συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας της επιφάνειας



Πίνακας 6.3.3.4.2. Πλάκες Μ.Θ. χώρων σε επαφή με έδαφος

Χώρος που ανήκει το δομικό στοιχείο	U W/(m <sup>2</sup> K)	Εμβαδό A m <sup>2</sup>	Εκτεθειμένη περίμετρος Π m	B'= 2A/Π m	Βάθος έδρασης z m	U' W/(m <sup>2</sup> K)
M001	2.55	199.48	0.01	39896.14	0.01	0.18

όπου:

U: ονομαστικοί συντελεστές θερμοπερατότητας των πλακών

B': χαρακτηριστική διάσταση της πλάκας

U': ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας

Πίνακας 6.3.3.4.3 Κατακόρυφα δομικά στοιχεία Μ.Θ. χώρων σε επαφή με έδαφος

Όροφος	Χώρος	U	Εμβαδό A	Βάθος A	Βάθος K	U'
		W/(m <sup>2</sup> K)	m <sup>2</sup>	m	m	W/(m <sup>2</sup> K)
---	---	---	---	---	---	---

όπου:

U: ονομαστικοί συντελεστές δομικών στοιχείων

A: το βάθος μέσα στο έδαφος από το οποίο ξεκινάει το κατακόρυφο δομικό στοιχείο

K: το βάθος μέσα στο έδαφος του κάτω τμήματος του δομικού στοιχείου

U': ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας

### 6.3.3.5 Αερισμός μη θερμαινόμενων χώρων

Ο συνολικός αερισμός κάθε μη θερμαινόμενου χώρου υπολογίζεται βάσει του πίνακα 3.27 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Η παροχή αέρα των μη θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου καθώς και ο αερισμός τους, υπολογίζονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 6.3.3.5.1. Συνολικός αερισμός Μ.Θ. και Ηλιακών χώρων

Όροφος	Μ.Θ./Ηλ. χώρος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Όγκος [m <sup>3</sup> ]	Παροχή αέρα [m <sup>3</sup> /h/m <sup>3</sup> ]	Αερισμός [m <sup>3</sup> /h]
00 όροφος	M001.01	77.43	282.62	0.50	141.31
00 όροφος	M001.02	49.10	169.12	0.50	84.56
00 όροφος	M001.03	15.18	58.44	0.50	29.22
00 όροφος	M001.04	57.77	222.41	0.50	111.21

### 6.3.3.6 Διαφανή δομικά στοιχεία

#### Θερμική Ζώνη: Z001

Για τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση Συνθετικού Πλαισίου PVC Πολυθαλαμικό με και μέσου πλάτους πλαισίου 10cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-16-4 με επίστρωση χαμηλής εκπομπής στη θέση 2 και αργό στο διάκενο.

Οι αναλυτικοί υπολογισμοί σχετικά με τα διαφανή δομικά στοιχεία δίνονται στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει τη παρούσα μελέτη. Για κάθε κούφωμα υπολογίστηκε ο συντελεστής σκίασης από ορίζοντα Fhor, ο συντελεστής σκίασης από προστέγασμα Fov και ο συντελεστής σκίασης από πλευρικό Ffin. Στα σχέδια που συνοδεύουν την μελέτη, δίνονται οι γωνίες σκίασης των κουφωμάτων από μακρινά εμπόδια (περιβάλλον κτηρίου), προστεγάσματα και πλευρικά σκίαστρα.

Στους επόμενους πίνακες δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα για τα νότια ανοίγματα (άμεσοι κέρδους) και για όλα τα υπόλοιπα.



Όροφος. Κούφωμα	Προσανα- τολισμός	γ	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	g <sub>w</sub>	F <sub>hor</sub> Θ	F <sub>hor</sub> Ψ	F <sub>ov</sub> Θ	F <sub>ov</sub> Ψ	F <sub>fin</sub> Θ	F <sub>fin</sub> Ψ
00 όροφος	ΝΔ	221	3.20	1.76	0.44	1.00	1.00	0.17	0.23	0.95	0.81
00 όροφος	ΝΔ	221	3.20	1.76	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.82
00 όροφος	ΝΔ	221	3.20	1.76	0.44	1.00	1.00	0.22	0.27	0.95	0.82
00 όροφος	ΝΔ	221	3.80	1.73	0.46	1.00	1.00	0.18	0.24	0.90	0.71
00 όροφος	ΝΔ	221	9.18	1.64	0.51	1.00	1.00	0.54	0.45	0.90	0.71
00 όροφος	ΝΔ	221	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.32	0.32	0.90	0.71
00 όροφος	ΝΔ	221	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.32	0.32	0.90	0.71
00 όροφος	ΝΔ	221	13.00	1.62	0.52	1.00	1.00	0.45	0.39	0.90	0.71
00 όροφος	ΝΔ	221	0.27	1.94	0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.97
00 όροφος	ΝΔ	221	8.13	1.64	0.51	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΔ	221	1.20	1.82	0.41	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΔ	221	9.75	1.72	0.49	1.00	1.00	0.17	0.23	0.66	0.67
00 όροφος	ΝΔ	221	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.51	0.42	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΔ	221	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.51	0.42	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΔ	221	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.51	0.42	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΔ	221	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.51	0.42	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΔ	221	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.51	0.42	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΔ	221	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.51	0.42	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΔ	221	4.26	1.72	0.48	1.00	1.00	0.51	0.42	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΔ	221	9.75	1.72	0.49	1.00	1.00	0.16	0.22	0.69	0.76
00 όροφος	ΝΑ	131	1.60	1.68	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	0.73	0.95
00 όροφος	ΝΑ	131	0.90	1.88	0.39	1.00	1.00	0.71	0.60	0.75	0.95
00 όροφος	ΝΑ	131	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	0.26	0.29	0.86	0.70
00 όροφος	ΝΑ	131	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	0.71	0.59	0.85	0.70
00 όροφος	ΝΑ	131	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	0.71	0.59	0.85	0.70
00 όροφος	ΝΑ	131	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	0.71	0.59	0.84	0.70
00 όροφος	ΝΑ	131	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	0.71	0.59	0.84	0.71
00 όροφος	ΝΑ	131	7.87	1.73	0.48	1.00	1.00	0.71	0.59	0.84	0.73
00 όροφος	ΝΑ	131	7.87	1.73	0.48	1.00	1.00	0.71	0.59	0.84	0.75
00 όροφος	ΝΑ	131	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	0.71	0.59	0.83	0.76
00 όροφος	ΝΑ	131	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	0.71	0.59	0.82	0.77
00 όροφος	ΝΑ	131	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	0.71	0.59	0.78	0.78
00 όροφος	ΝΑ	131	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	0.71	0.59	0.73	0.79
00 όροφος	ΝΑ	131	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	0.71	0.59	0.70	0.80
00 όροφος	ΝΑ	131	1.05	1.72	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	0.73	0.95
00 όροφος	ΝΑ	131	7.60	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΑ	131	7.60	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΑ	131	13.00	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	0.73	0.94
00 όροφος	ΝΑ	131	13.00	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	0.73	0.94
00 όροφος	ΝΑ	131	13.00	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	0.77	0.93
00 όροφος	ΝΑ	131	13.00	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.88
00 όροφος	ΝΑ	131	2.14	1.73	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΑ	131	2.32	1.72	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΑ	131	9.00	1.71	0.49	1.00	1.00	0.49	0.41	0.78	0.92
00 όροφος	ΝΑ	131	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.27	0.29	0.89	0.93
00 όροφος	ΝΑ	131	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.27	0.29	0.92	0.89
00 όροφος	ΝΑ	131	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.27	0.29	0.89	0.76
00 όροφος	ΝΑ	131	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.37	0.34	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΑ	131	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.37	0.34	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΑ	131	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.37	0.34	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΑ	131	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.37	0.34	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΑ	131	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.37	0.34	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΑ	131	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.37	0.34	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΑ	131	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.37	0.34	1.00	1.00
00 όροφος	ΝΑ	131	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.37	0.34	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	1.17	1.81	0.41	1.00	1.00	0.74	0.74	0.81	0.68
00 όροφος	ΒΔ	311	1.05	1.72	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	0.81	0.66

Όροφος, Κούφωμα	Προσανα- τολισμός	γ	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	g <sub>w</sub>	F <sub>hor</sub> Θ	F <sub>hor</sub> Ψ	F <sub>ov</sub> Θ	F <sub>ov</sub> Ψ	F <sub>fin</sub> Θ	F <sub>fin</sub> Ψ
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.87	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.87	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.69	1.73	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	12.35	1.68	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.81	0.66
00 όροφος	ΒΔ	311	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	1.96	1.75	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	1.96	1.75	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	13.00	1.62	0.52	1.00	1.00	0.52	0.48	0.94	0.95
00 όροφος	ΒΔ	311	3.20	1.76	0.44	1.00	1.00	0.33	0.27	0.95	0.96
00 όροφος	ΒΔ	311	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	0.44	0.39	0.93	0.94
00 όροφος	ΒΔ	311	3.27	1.70	0.47	1.00	1.00	0.58	0.56	0.90	0.90
00 όροφος	ΒΔ	311	4.21	1.72	0.48	1.00	1.00	0.44	0.39	0.85	0.81
00 όροφος	ΒΔ	311	1.63	1.76	0.43	1.00	1.00	0.33	0.27	0.81	0.66
00 όροφος	ΒΔ	311	1.67	1.76	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	0.81	0.66
00 όροφος	ΒΑ	41	1.44	1.78	0.43	1.00	1.00	0.74	0.74	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	3.20	1.76	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	3.20	1.76	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	3.20	1.76	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	3.20	1.76	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	3.20	1.76	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	3.20	1.76	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	3.20	1.76	0.44	1.00	1.00	0.36	0.30	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	1.80	1.91	0.36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	1.80	1.91	0.36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	1.79	1.91	0.36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	1.80	1.91	0.36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	0.18	2.01	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	0.84
00 όροφος	ΒΑ	41	6.75	1.71	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	4.50	1.71	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	1.60	1.76	0.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	6.75	1.76	0.47	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΑ	41	4.26	1.72	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	0.81	0.66
00 όροφος	ΒΑ	41	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0.83
00 όροφος	ΒΑ	41	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.91
00 όροφος	ΒΑ	41	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	0.94
00 όροφος	ΒΑ	41	8.60	1.72	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	0.95
00 όροφος	ΒΑ	41	0.18	2.01	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	0.94
00 όροφος	ΒΑ	41	0.18	2.01	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94	0.95
00 όροφος	ΒΑ	41	4.41	1.66	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.96
00 όροφος	ΒΔ	311	1.65	1.92	0.36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Όροφος. Κούφωμα	Προσανα- τολισμός	γ	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	g <sub>w</sub>	F <sub>hor</sub> Θ	F <sub>hor</sub> Ψ	F <sub>ov</sub> Θ	F <sub>ov</sub> Ψ	F <sub>fin</sub> Θ	F <sub>fin</sub> Ψ
00 όροφος	ΒΔ	311	1.69	1.91	0.36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
00 όροφος	ΒΔ	311	7.43	1.74	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.76
00 όροφος	ΒΑ	41	5.35	1.63	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0.81
00 όροφος	ΒΔ	311	0.94	1.86	0.39	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	0.84
00 όροφος	ΒΔ	311	2.66	1.94	0.39	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

### 6.3.4 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης

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

- Σύστημα θέρμανσης χώρων
- Σύστημα ψύξης χώρων
- Σύστημα αερισμού χώρων
- Σύστημα φωτισμού χώρων

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης αυτού του τμήματος του κτιρίου.

#### 6.3.4.1 Σύστημα θέρμανσης τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης

##### Θερμική Ζώνη: Z001

Οι αντλίες θερμότητας θα είναι υψηλών θερμοκρασιών έως 65 βαθμών κελσίου και πολλαπλών σταδίων για την κάλυψη των μερικών φορτίων σε υψηλή απόδοση. Η διανομή θα γίνεται με δισωλήνιο σύστημα, με δικιά τους κεντρική κατακόρυφη στήλη προσαγωγής-επιστροφής θερμού νερού. Οι κατακόρυφες σωλήνες προσαγωγής θα τροφοδοτούνται μέσω ενός κοινού κεντρικού συλλέκτη (κολλεκτέρ), όπως και οι κατακόρυφες σωλήνες επιστροφής θερμού νερού. Για κάθε τελικό χρήστη, θα υπάρχουν ξεχωριστοί συλλέκτες (κολλεκτέρ) διανομής (προσαγωγή και επιστροφή), από τους οποίους θα αναχωρούν και στους οποίους θα επιστρέφουν όλα τα οριζόντια κυκλώματα θερμού νερού προς και από τα θερμαντικά σώματα των επιμέρους χώρων κάθε ιδιοκτησίας. Η θέρμανση των διαμερισμάτων θα γίνεται με θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ). Σε κάθε ζεύγος συλλεκτών (κολλεκτέρ) διανομής ιδιοκτησίας, τοποθετείται (σε κοινόχρηστο χώρο) σύστημα θερμιδομέτρησης. Λόγω του ότι υπάρχουν πολλές ξεχωριστές ιδιοκτησίες (κατοικίες) στο κτίριο, βάσει του Κ.Εν.Α.Κ., απαιτείται η κατανομή δαπανών ανά χώρο (ιδιοκτησία) και για το λόγο αυτό εφαρμόζεται αυτονομία θέρμανσης σύμφωνα με τα προαναφερόμενα. Επίσης σε κάθε ιδιοκτησία εφαρμόζεται αυτόματος θερμοστατικός έλεγχος θερμοκρασίας εσωτερικών χώρων. Η κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης θα διαθέτει σύστημα αντιστάθμισης, για την κάλυψη των μερικών φορτίων θέρμανσης.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για τα συστήματα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτό το τμήμα του κτιρίου.

Πίνακας 6.3.4.1.1. Σύστημα θέρμανσης 1 - Παραγωγή - Z001

Μονάδα παραγωγής						Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.					
Πηγή ενέργειας						Ηλεκτρισμός					
Ισχύς [kW]						220.00					
Βαθμός απόδοσης						1.000					
Συντελεστής επίδοσης COP						3.200					
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης											
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50

Πίνακας 6.3.4.1.2. Σύστημα θέρμανσης 2 - Παραγωγή - Z001

Μονάδα παραγωγής						Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.						
Πηγή ενέργειας						Ηλεκτρισμός						
Ισχύς [kW]						220.00						

Βαθμός απόδοσης											1.000
Συντελεστής επίδοσης COP											3.200
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης											
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.50

Πίνακας 6.3.4.1.3. Σύστημα θέρμανσης – Διανομή – Z001

Συνολική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο [kW]	440.00
Αριθμός κλάδων δικτύου	1
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Θερμοκρασία προσαγωγής στο δίκτυο [°C]	85
Θερμοκρασία επιστροφής στο δίκτυο [°C]	70
Βαθμός απόδοσης δικτύου	0.980
Χώρος διέλευσης αεραγωγών	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
Υπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς	Όχι
Είδος τερματικών μονάδων	Καλοριφέρ
Βαθμός απόδοσης τερματικών μονάδων	0.850

Πίνακας 6.3.4.1.4. Σύστημα θέρμανσης – Βοηθητικές μονάδες – Z001

Τύπος	Αριθμός	Ισχύς [kW]
Κυκλοφορητές	6	2.07

#### 6.3.4.2 Σύστημα ψύξης τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης

##### Θερμική Ζώνη: Z001

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης-κλιματισμού του κτιρίου, σε όλους τους χώρους, του κτιρίου δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δεν έχει υπολογιστεί ψύξη.

#### 6.3.4.3 Σύστημα ύγρανσης τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης

##### Θερμική Ζώνη: Z001

Στη χρήση δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δεν θα χρησιμοποιηθεί σύστημα ύγρανσης.

#### 6.3.4.4 Σύστημα αερισμού τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης

##### Θερμική Ζώνη: Z001

Στα κτίρια δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι ανάγκες για αερισμό θα πρέπει να καλύπτονται μέσω συστήματος μηχανικού αερισμού όπως ορίζεται στον Κ.Εν.Α.Κ. Σύμφωνα με την μελέτη κλιματισμού, οι απαιτήσεις για αερισμό, θα καλύπτονται με μία μονάδα παροχής νωπού αέρα ανά κατάσταση. Οι μονάδες αυτές υπολογίσθηκαν στη σχετική μελέτη, να καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα.

Από τον πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 λαμβάνεται ο φυσικός αερισμός για:

**Χρήση τμήματος κτιρίου: Εκπαίδευσης**

**Φυσικός αερισμός [m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>]: 11.00**

#### 6.3.4.5 Σύστημα ZNX τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης

##### Θερμική Ζώνη: Z001

Στη χρήση δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δεν θα χρησιμοποιηθεί σύστημα ZNX.

#### 6.3.4.6 Σύστημα ηλιακών συλλεκτών τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης

##### Θερμική Ζώνη: Z001

Στη χρήση δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης δεν θα χρησιμοποιηθεί σύστημα ZNX.

#### 6.3.4.7 Σύστημα φωτισμού τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης

##### Θερμική Ζώνη: Z001

Η κατανάλωση φωτισμού για χρήση δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, λαμβάνεται υπ' όψη στους υπολογισμούς της τελικής ενεργειακής απόδοσης και της μετέπειτα ενεργειακής πιστοποίησης του κτηρίου ή τμήματος αυτού.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα φωτισμού που θα χρησιμοποιηθούν σε αυτό το τμήμα του κτιρίου.

Πίνακας 6.3.4.7.1. Σύστημα φωτισμού – Z001

Εγκατεστημένη ισχύς [kW]	24.00
Εγκατ. ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ [kW]	0.00
Εγκατ. ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητ. Παρουσίας [kW]	0.00
Εγκατ. ισχύς που ελέγχεται και με αισθητήρες ΦΦ και με αισθητήρες παρουσίας [kW]	0.00
Περιοχή φυσικού φωτισμού – ΦΦ [%]	70
Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ	Χειροκίνητος
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης)
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας	Όχι
Φωτισμός ασφαλείας	Ναι
Σύστημα εφεδρείας	Όχι
Ζώνες τεχνητού φωτισμού – Στάθμη φωτισμού (lx)	Ποσοστό επιφάνειας ζώνης (%)
1000	0
500	0
400	0
300	100
250	0
200	0
100	0

#### 6.3.4.8 Δεδομένα κτιρίου αναφοράς χρήσης: Εκπαίδευσης

Τα δεδομένα του κτηρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, παράλληλα με την εισαγωγή δεδομένων και ανάλογα την χρήση και την λειτουργία του κτηρίου ή των θερμικών ζωνών και σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

## 7. Σ.Η.Θ. Συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας

Δεν προβλέπεται εγκατάσταση συστημάτων Σ.Η.Θ

## 8. Φωτοβολταϊκά (ΦΒ)

Θα τοποθετηθούν πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά 266,00 m<sup>2</sup> και 63,84 Kw.

Στον επόμενο πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα Φωτοβολταϊκών που θα χρησιμοποιηθεί στο κτίριο.

Πίνακας 8.1. Φωτοβολταϊκά 1 - Παραγωγή

Τύπος	Πολυκρυσταλλικό
Συντ. αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας	0.150
Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	266.00
Ισχύς [kW]	63.84
Προσανατολισμός (βορράς=0) γ [°]	225
Κλίση από οριζόντιο επίπεδο β [°]	21
Συντελεστής σκίασης	1.000
Σύνδεση	Με συμψηφισμό

## 9. Αποτελέσματα υπολογισμών

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

1. Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη.
2. Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m<sup>2</sup>), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.).
3. Ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>) 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 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας [kgCO <sub>2</sub> /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 Δ.Ε.Η.	0,70	0,347
Τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε.	0,50	---

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

### 9.1 Κατανάλωση ενέργειας τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης

Στον επόμενο πίνακα δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 9.1.1 Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτιρίου: Εκπαίδευσης

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.40	1.90	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.60	6.30

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

Πίνακας 9.1.2 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση: Εκπαίδευσης

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	1.90	1.60	1.20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	1.10	1.60	9.10
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	1.10
Φωτισμός	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	0.00	0.00	0.00	1.10	1.10	1.10	1.10	9.60
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	0.60	0.70	1.00	1.30	1.60	0.00	0.00	0.00	1.30	0.90	0.60	0.50	8.40
Σύνολο	3.00	2.70	2.20	2.10	1.60	0.00	0.00	0.00	1.60	1.70	2.10	2.70	19.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον επόμενο πίνακα.



Πίνακας 9.1.3 Κατανάλωση ανά καύσιμο: Εκπαίδευσης

Κατανάλωση καυσίμων [kWh/m <sup>2</sup> ]	
Ηλεκτρισμός	13.20
Ηλιακή ενέργεια	13.60
Σύνολο	19.80

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

Πίνακας 9.1.4 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση: Εκπαίδευσης

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	37.40	26.50
Ψύξη	2.70	3.10
Φωτισμός	46.30	27.70
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0.00	29.20
Σύνολο	86.40	28.10

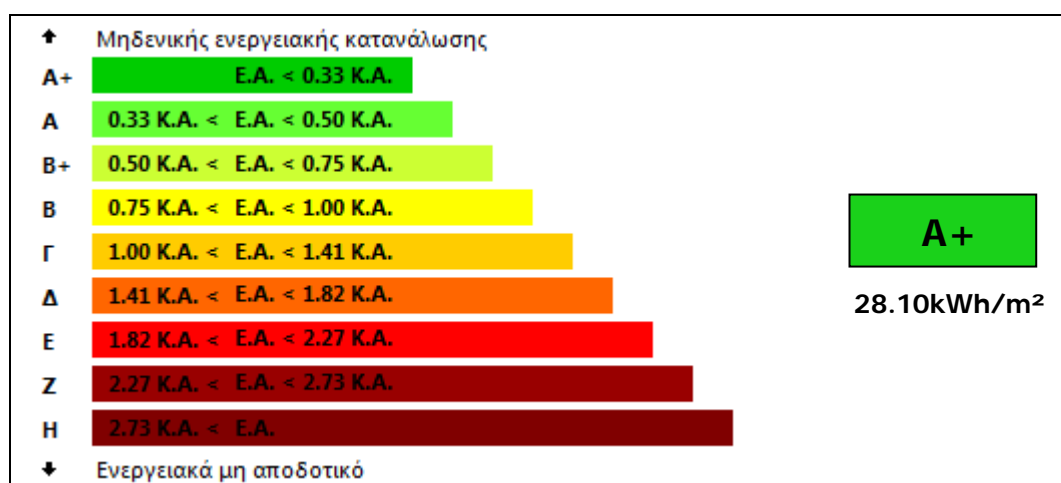
Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 9.1.5 ΚΚατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο: Εκπαίδευσης

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Έκλυση αερίων ρύπων [kg/έτος/m <sup>2</sup> ]
Ηλεκτρισμός	38.28	13.05
Σύνολο	38.28	13.05

## 9.2 Ενεργειακή κατάταξη τμήματος με χρήση: Εκπαίδευσης

Ενεργειακή κατάταξη τμήματος κτιρίου με χρήση: **Εκπαίδευσης**



## 10. Βιβλιογραφία, πρότυπα, κανονισμοί

Για τη σύνταξη της μελέτης αυτής χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα πρότυπα, κανονισμοί, επιστημονικά συγγράμματα και δημοσιεύσεις:

1. Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων».
2. Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις».
3. Φ.Ε.Κ. 2367 Β/12.7.2017, «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- Κ.Εν.Α.Κ.».
4. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
5. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων».
6. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».
7. Duffie A. John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.

### Λίστα ελέγχου εφαρμογής ελάχιστων απαιτήσεων

Το κτίριο πρέπει να πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και αφορούν το σχεδιασμό του, τη θερμομονωτική επάρκεια του κτηριακού κελύφους και τις τεχνικές προδιαγραφές για ορισμένα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά οι ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να πληροί το κτίριο.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτίριο
Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών.	Παράγραφος 3.1.
Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών.	Παράγραφος 3.7.
Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.	Παράγραφος 3.4.
Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).	Παράγραφος 3.2.
Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος (ΠΗΣ), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοίγματα), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο) κ.α. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών.	Παράγραφος 3.6.
Ηλιοπροστασία κτιρίου	Παράγραφος 3.3.
Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού	Παράγραφος 3.5.
Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.	Παράγραφος 3.4.
Σχέδια σκιασμού από μακρινά εμπόδια.	Σχέδια μελέτης
Σχέδια σκιασμού από προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Σχέδια μελέτης
Σχέδια γωνιών σκιασμού ανοιγμάτων από μακρινά εμπόδια, προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Σχέδια μελέτης
Σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών παθητικών ηλιακών συστημάτων (εκτός άμεσους κέρδους), με σχηματικές τομές τρόπου λειτουργίας τους.	Δεν προβλέπονται τέτοια ΠΗΣ

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτίριο
Τεύχος αναλυτικών προμετρήσεων εμβαδών αδιαφανών δομικών στοιχείων.	Τεύχος Θερμομονωτικής Επάρκειας
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων.	Τεύχος Θερμομονωτικής Επάρκειας
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων.	Τεύχος Θερμομονωτικής Επάρκειας
Τεύχος ελέγχου θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται: 1. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων. 2. Αναλυτικές προμετρήσεις εμβαδών αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή: με εξωτερικό αέρα, με έδαφος, με μη θερμαινόμενους χώρους. 3. Αναλυτικές προμετρήσεις θερμογεφυρών. 4. Έλεγχος μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$ .	Παράγραφος 4. Τεύχος Θερμομονωτικής Επάρκειας
ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτίριο
Κάθε σύστημα κεντρικής κλιματιστική μονάδας ΚΚΜ, που εγκαθίσταται στο κτίριο με παροχή νωπού αέρα $\geq 60\%$ , επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον $50\%$ .	Παράγραφος 5.1.4
Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος ΖΝΧ, διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.	Παράγραφοι 5.1.1, 5.1.2, 5.1.4 και 5.2
Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους των κτιρίων θα πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$ και πάχος θερμομόνωσης τουλάχιστον $40\text{mm}$ , ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι $30\text{mm}$ .	Παράγραφος 5.1.4
Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων, ή άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας υπό μερικό φορτίο.	Παράγραφοι 5.1.1 και 5.1.2
Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος με ανακυκλοφορία ΖΝΧ ανά κλάδους, εφαρμόζεται ανακυκλοφορία με σταθερό $\Delta p$ και κυκλοφορητή με ρύθμιση στρωφών ( $\Delta n-cP$ ) βάσει της ζήτησης σε ΖΝΧ.	Παράγραφοι 5.2
Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα σε ποσοστό $60\%$ κατ' ελάχιστο.	Παράγραφος 5.2.2
Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση $55 \text{ lumen/W}$ . Για επιφάνεια μεγαλύτερη από $15\text{m}^2$ ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του $60\%$ των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.	Παράγραφος 5.3
Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης.	Παράγραφος 5.1.1
Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών για τη θέρμανση χώρων, καθώς επίσης και σε κεντρικά συστήματα παραγωγής ΖΝΧ, εφαρμόζεται θερμιδομέτρηση.	Παράγραφος 5.1.1
Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.	Παράγραφος 5.1.1
Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο $0,95$ .	Παράγραφος 5.4

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτίριο
Τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια θα πρέπει να έχουν ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίση ή μικρότερη από την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς και κατά συνέπεια να κατατάσσονται κατ' ελάχιστο στην ενεργειακή κλάση Β, δηλαδή την ίδια με το κτήριο αναφοράς.	Παράγραφοι 7.3
Το υπό μελέτη κτήριο ή τμήμα κτηρίου, θα πρέπει να έχει ανά κύρια χρήση μικρότερη ή ίση μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το κτήριο αναφοράς.	Παράγραφος 9
ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	
Μελέτη σκοπιμότητας που συνοδεύει την ενεργειακή μελέτη, σύμφωνα με το άρθρο 4 του νόμου 3661/2008.	Παράγραφος 5.5
Τεχνική έκθεση για τις περιπτώσεις που αναφέρει η εγκύκλιος, σχετικά με την ριζική ανακαίνιση κλπ	Δεν απαιτείται

## Ο Μηχανικός