

## Δήμος Σουφλίου

# Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης

**Έργο:** Επιδεικτικά Έργα Ενεργειακής Αναβάθμισης Δημοτικών Κτιρίων Βορείου Έβρου  
**Διεύθυνση:** Εντός Οικισμού, Μεγάλο Δέρειο, Δ. Σουφλίου, Π.Ε Έβρου  
**Κλιματική Ζώνη:** Γ  
**Μελετητές:** Κουρτίδης Δημήτριος, Πολιτικός Μηχανικός  
Λυμπερόπουλος Κωνσταντίνος, Μηχανολόγος Μηχανικός

**ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Ζ. ΚΟΥΡΤΙΔΗΣ**  
ΔΙΠΛΩΜ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗΣ ΣΧΟΛΗΣ Α.Π.Θ.  
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ 101515  
ΒΙΖΥΗΝΟΥ 20 ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗ - ΤΗΛ. 25510 32661  
ΑΦΜ 100708785 - ΔΟΥ: ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗΣ

**ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ Α. ΛΥΜΠΕΡΟΠΟΥΛΟΣ**  
ΔΙΠΛ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ Ε.Μ.Π.  
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ Τ.Ε.Ε.: 122648  
ΒΙΖΥΗΝΟΥ 20 - ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗ  
ΤΗΛ. 2551550717 ΚΙΝ.: 6947617620  
ΑΦΜ 131440865 - ΔΟΥ: ΑΛΕΞ/ΠΟΛΗΣ

Στοιχεία Λογισμικού TEE

VPL5F77DRVQIN1RN

Έκδοση 1.31.1.9

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων 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 3851/2017. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β407/9.4.2010) 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.:

- 20701-1/2017: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,
- 20701-2/2017: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»,
- 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων».

Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων (Π.Η.Σ.) πέραν του άμεσου κέρδους, εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) και συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού - θέρμανσης (Σ.Η.Θ.) θα καλυφθεί στην αμέσως επόμενη φάση με την έκδοση των ακόλουθων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που θα καθορίσουν με σαφήνεια τις παραμέτρους και τις προδιαγραφές των σχετικών μελετών - εγκαταστάσεων:

- 20701-Χ/2010: «Βιοκλιματικός σχεδιασμός».
- 20701-Χ/2010: «Εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. σε κτήρια».
- 20701-Χ/2010: «Εγκαταστάσεις Σ.Η.Θ. σε κτήρια».

Σύμφωνα με την εγκύκλιο οικ.1603/4.10.2010: «Για την καλύτερη δυνατή εφαρμογή των απαιτήσεων της παραγράφου 1 του άρθρου 8 «Σχεδιασμός Κτιρίου», απαιτείται συστηματική προσέγγιση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου με επαρκή τεχνική τεκμηρίωση, στη βάση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας και έως την έκδοση σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. . Στην περίπτωση που αποδεδειγμένα υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί (πολεοδομικού, τεχνικού, αισθητικού, οικονομικού χαρακτήρα, κλπ) που ενδεχομένως αποκλείουν την εφικτότητα της βέλτιστης ενεργειακά λύσης, υποβάλλεται υποχρεωτικά Τεχνική Έκθεση, η οποία θα τεκμηριώνει επαρκώς τους λόγους μη εφαρμογής κάθε μίας από τις περιπτώσεις της παραγράφου 1 του άρθρου 8.

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

- του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτηρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κ.λ.π.,
- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα αλλά και πλαισίου,
- 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.λ.π. και
- της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

## 2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

### 2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το υπό μελέτη κτήριο βρίσκεται εντός του οικισμού του Μεγάλου Δερείου του Δήμου Σουφλίου.

Πρόκειται για κτήριο με μία θερμαινόμενη ζώνη που εκτείνεται σε 1 επίπεδο.

Η κύρια χρήση του κτηρίου είναι Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

**Πίνακας 2.1.** Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτηρίου και επιφάνειες αυτών.

Θερμική ζώνη	Επίπεδο	Χρήση ζώνης	Επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]
Ζώνη 1	Ισόγειο	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	226,74
Ζώνη 2	Υπερυψωμένο Δάπεδο	Μη θερμαινόμενη	0,00
<b>Σύνολο:</b>			226,74
<b>±</b>			0,00
			226,75

### 2.2. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

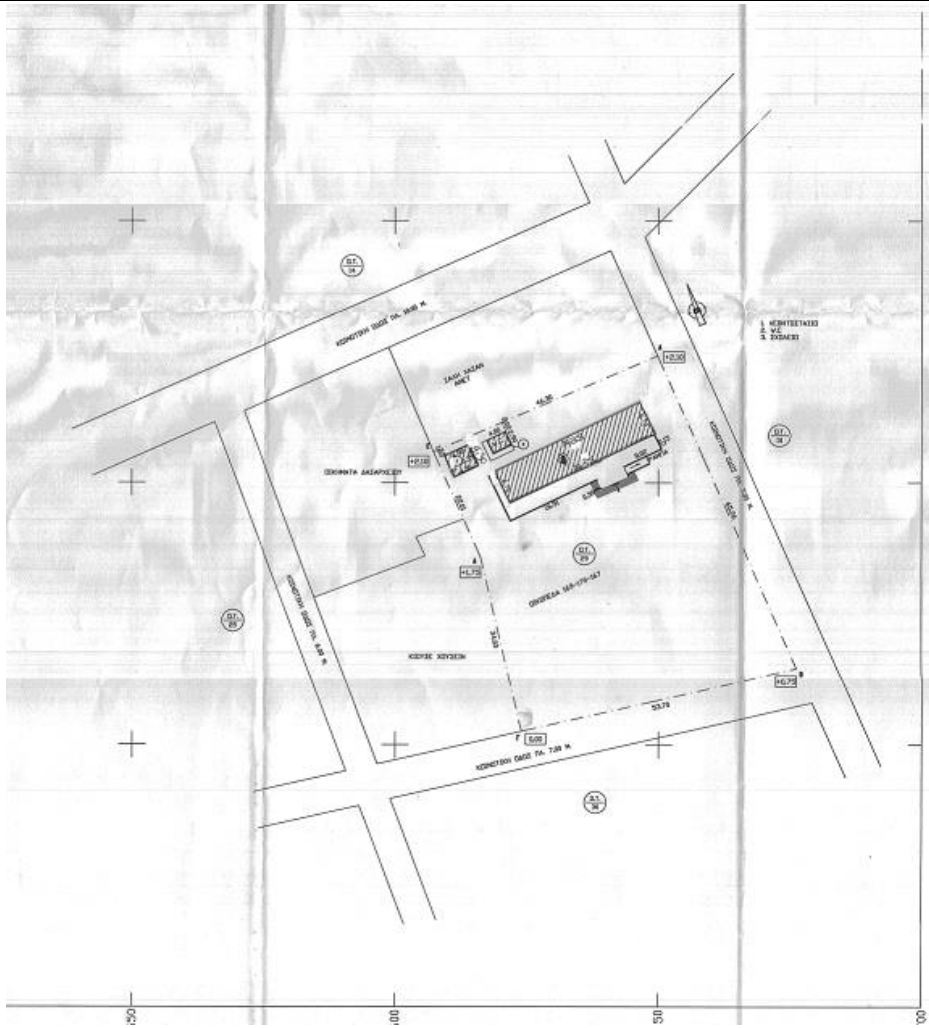
Το οικόπεδο ΑΒΓΔ στο οποίο βρίσκεται το κτήριο είναι ορθογωνικού σχήματος. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν κτηριακές κατασκευές, βοηθητικής χρήσης από το Δημοτικό Σχολείο

Ειδικότερα:

- Η ανατολική πλευρά του οικοπέδου βλέπει επί Δημοτικής οδού
- Η νότια πλευρά βλέπει τον αύλιο χώρο του Δημοτικού Σχολείου
- Η βόρεια συνορεύει με όμορη ιδιοκτησία,
- Η δυτική συνορεύει με όμορη ιδιοκτησία.

Η θέση του κτηρίου ευνοεί τον ηλιασμό ως ένα βαθμό επαρκούς ηλιασμού των όψεων.

Στο σχήμα 2.1 που ακολουθεί δίνεται το τοπογραφικό με την ακριβή θέση του κτηρίου στο οικόπεδο όπου φαίνονται οι αποστάσεις που θα έχει σε σχέση με τα γειτονικά κτήρια.



Σχήμα 2.1. Τοπογραφικό διάγραμμα με τις αποστάσεις και τα ύψη των γειτονικών κτηρίων.

### 3. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

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

- την χωροθέτηση του κτηρίου και τον προσανατολισμό του στο οικόπεδο.
- την εσωτερική χωροθέτηση χώρων λόγω λειτουργιών του κτηρίου.
- την κατάλληλη χωροθέτηση των ανοιγμάτων για επαρκή ηλιασμό, φυσικό φωτισμό και φυσικό δροσισμό καθώς και την ηλιοπροστασία τους.
- την ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, ενός εκ των οποίων δύναται να είναι το σύστημα του άμεσου κέρδους.
- διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.

Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεκμηρίωση, σύμφωνα πάντα με το Κ.Εν.ΑΚ.

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 κτηρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.),
2. τεκμηρίωση της χωροθέτησης και του προσανατολισμού του κτηρίου 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 χωροθέτησης 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: υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους (κατακόρυφης / κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30ο από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης,
7. περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτηρίου 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).
8. γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.
9. σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θερμομονωτικής στρώσης, των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου (κατόψεις, όψεις, τομές).

### 3.1 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ

Όπως αναφέρθηκε, το κτήριο βρίσκεται εντός του οικισμού Μεγάλου Δερείου μη επιτρέποντας ουσιαστικά την βέλτιστη εφαρμογή των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

Οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς (Vertical Shadow Angle) υπολογίζονται από την σχέση:

$$VSA = \arctan(\tan(\alpha)/\cos(HSA)) \quad [3.1]$$

όπου:

- $\alpha$  το ηλιακό ύψος και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 και
- HSA η οριζόντια γωνία σκιάς (Horizontal Shadow Angle).

Η οριζόντια γωνία σκιάς (HSA) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$HSA = |\gamma_s - \gamma| \beta_{\%} \neq 90^\circ \quad [3.2]$$

όπου:

- $\gamma_s$  το ηλιακό αζιμούθιο και υπολογίζεται σύμφωνα με της σχέση 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010
- $\gamma$  το αζιμούθιο της όψης.

Στις παραπάνω σχέσεις καθώς και στις σχέσεις 4.11 και 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. η αφετηρία μέτρησης του αζιμουθίου ορίζεται ο νότος, και λαμβάνει θετικές και αρνητικές τιμές.

### 3.2 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ

Ο εσωτερικός σχεδιασμός και οι διαμόρφωση των χώρων στο κτήριο, έχουν γίνει με βάση τη χρήση της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης.

### 3.3 ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

Ως μέσο ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων επιλέχθηκαν οι πρόβολοι. Πιο συγκεκριμένα, ο σκιασμός που προσφέρεται από τους πρόβολους φαίνεται αναλυτικά για κάθε άνοιγμα, για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων (ENAK 3 - ENAK 5). 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.

Πιο συγκεκριμένα, ο σκιασμός που προσφέρεται από τους πρόβολους φαίνεται αναλυτικά για κάθε άνοιγμα, για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων (ENAK 3 - ENAK 5). 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.

*Παρατήρηση: Οι γωνίες που αποτυπώνονται στο σχέδιο είναι οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς που υπολογίζονται σύμφωνα με τη σχέση [3.1] της παρούσας μελέτης.*

### 3.4 ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Σε όλους τους κύριους χώρους υπάρχουν ανοίγματα τα οποία προσφέρουν επαρκή φυσικό φωτισμό.

### 3.5 ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

Στις αίθουσες υπάρχουν ανοίγματα εξασφαλίζοντας επαρκή φυσικό αερισμό για τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού.

### **3.6 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ**

Το παθητικό σύστημα που επιλέχθηκε να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό του κτηρίου είναι αυτό του άμεσου κέρδους. Ο νότιος προσανατολισμός του κτηρίου αποκλίνει πολύ λίγο από τον βέλτιστο καθαρά νότιο. Όπως φαίνεται 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.

### **3.7. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ**

Δεν θα γίνει φύτευση υψηλών δένδρων.

## 4. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 8.2.1.1 του Κ.Εν.Α.Κ. 2017 τα επιμέρους δομικά στοιχεία του κελύφους του εξεταζόμενου κτηρίου ή κτηριακής μονάδας, πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω πίνακα :

**Πίνακας 4.1.** (Πίνακας Γ.2 ΚΕΝΑΚ 2017) Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων ( $U_{max}$ ), ανά κλιματική ζώνη, για υφιστάμενα κτίρια

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	$U_R$	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	$U_{RU}$	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	$U_{RB}$	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	$U_T$	0,60	0,50	0,45	0,40
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	$U_{TU}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	$U_{TB}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	$U_{FA}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	$U_{FU}$	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	$U_{FB}$	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	$U_W$	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	$U_{WU}$	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	$U_W$	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	$U_{WU}$	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	$U_{Wg}$	2,20	2,00	1,80	1,80
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	$U_{WgU}$	4,00	3,60	3,10	2,90



Σύμφωνα με το άρθρο 8.2.1.3 του Κ.Εν.Α.Κ. 2017 η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) του εξεταζόμενου κτηρίου δεν υπερβαίνει τα όρια που δίδονται στον παρακάτω πίνακα :

**Πίνακας 4.2** (Πίνακας Γ.4 ΚΕΝΑΚ 2017) Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας ( $U_m$ ), ανά κλιματική ζώνη, **για υφιστάμενα κτίρια**, συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του

Λόγος $A/V$ [ $m^2/m^3$ ]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
$\beta_{\text{max}} 0,2$	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
$\geq 1,0$	0,81	0,73	0,66	0,60

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.1.

Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου  $U_m$  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  $U_m$  του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

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

όπου:

- $d_j$  το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού  $j$ ,
- $\lambda_j$  ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού  $j$ ,
- $R_i$  και  $R_a$  οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και
- $R_s$  η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα.

Αντίστοιχα ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου  $U_w$  υπολογίζεται από τη σχέση:

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

όπου:

- $U_f$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
- $U_g$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
- $A_f$  το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
- $A_g$  το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
- $l_g$  το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και
- $\Psi_g$  ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.

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

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

όπου:

- $U$  ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων (4.1) ή (4.2) και
- $U_{\delta, \sigma, \max}$  η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο (πίνακας 4.1).

## 2) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

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

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

όπου:

- $A_j$  το εμβαδό δομικού στοιχείου  $j$ ,
- $U_j$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου  $j$ ,
- $\Psi_i$  ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας  $i$ ,
- $l_i$  το μήκος της θερμογέφυρας  $i$  και
- $b$  μειωτικός συντελεστής.

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

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

Όπου  $U_{m,max}$  είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου και δίνεται στον πίνακα 4.1.

Σε περίπτωση που  $U_m < U_{m,max}$  ο μελετητής είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει μία εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

1. να βελτιώσει την θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
2. να βελτιώσει την θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
3. να μειώσει την δημιουργία θερμογεφυρών στο κτηριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων», για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών, ο μελετητής θα πρέπει :

να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 15α έως και 15ιβ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017.

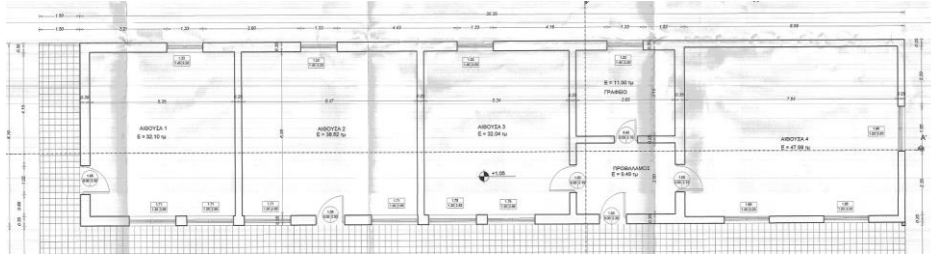
Ο μειωτικός συντελεστής  $b_u$  υπολογίζεται με χρήση της σχέσης 2.25 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017.

Εναλλακτικά, και για λόγους απλοποίησης, μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,5.

Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η απλουστευμένη μέθοδος υπολογισμού και ο μειωτικός συντελεστής  $b_u$  θεωρείται ίσος με 0,5.

#### 4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Το κτήριο βρίσκεται εντός του οικισμού Μεγάλου Δερείου του Δήμου Σουφλίου οπότε βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στη Γ κλιματική ζώνη. Κάθε δομικό στοιχείο πρέπει να έχει συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από αυτούς που δίνονται στον πίνακα 4.1.



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

1. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και κατβ€™ επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου 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.
2. Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλα θερμαινόμενα κτίρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτηρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (ως να μην υπάρχουν τα γειτονικά κτήρια), ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης θεωρούνται αδιαβατικά.
3. Τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτηρίου θεωρούνται αδιαβατικά.
4. Οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό και τον σκιασμό τους.
5. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, για τα κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από  $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , ο συντελεστής σκίασης δύναται να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

## 4.2. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

Στον πίνακα 4.3 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ.. Στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη δίνονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας.

**Πίνακας 4.3.** Συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου.

Περιγραφή δομικού στοιχείου	Κωδικός δομικού στοιχείου	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	U <sub>max</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)] Πίνακας 4.1
Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή), Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης, Σε επαφή με αέρα	R1	4,250	0,400
Δάπεδα πάνω από ΥΠΟΓΕΙΟ με πλάκα 15 cm μόνωση 5 cm και κάλυψη με πλακάκι T=100 mm	FU1	2,000	0,750
Εξωτερικός τοίχος με εξωτερική θερμομόνωση πετροβάμβακα 10 εκ.	T1	0,271	0,450
Διπλός δρομικός τοίχος χωρίς μόνωση	T2	0,292	0,450

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 για τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας δομικών υλικών με τιμή  $\lambda \leq 0,18$  W/(m.K) οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. είναι ενδεικτικές. Οι τιμές που ελήφθησαν υπβέ<sup>TM</sup>ωση για τα θερμομονωτικά υλικά προέκυψαν έπειτα από έρευνα αγοράς και με ευθύνη των μελετητών. Στη φάση της ενεργειακής επιθεώρησης που θα γίνει υποχρεωτικά με την αποπεράτωση της κατασκευής και πριν το κλείσιμο του φακέλλου του κτηρίου στα αρμόδια Πολεοδομικά Γραφεία, ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει τα δελτία αποστολής των θερμομονωτικών υλικών καθώς και τα κατάλληλα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν.

Με βάση τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017, οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου και στον υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας, είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας  $U_{M\Box}$  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. 20701-2/2017 και δίνεται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Στον πίνακα 4.4 δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές  $U_{M\Box}$  των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.

**Πίνακας 4.4.** Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Ζώνη	Επίπεδο	Δομικό Στοιχείο	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	Μέσο Βάθος z [m]	U' [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
------	---------	-----------------	---------------------------	------------------	----------------------------

### 4.3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας  $U \leq 2,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Για τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση συνθετικού πλαισίου αλουμινίου, με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_f=1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 20cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-16-4 με επίστρωση χαμηλής εκπομπής (low\_e) στη θέση 2 (εσωτερική παρειά εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι  $U_g=1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό.

Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της σχέσης 4.2 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017. Οι υπολογισμοί αυτοί δίνονται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Στον πίνακα 4.5 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του κτηρίου. Όπως φαίνεται στους πίνακες, οι τιμές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις.

**Πίνακας 4.5.** Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων

Θερμική Ζώνη: Ζώνη 1		Επίπεδο: Ισόγειο				
A/A	No Κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m <sup>2</sup> ]	U <sub>w</sub> κουφώματος [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	U <sub>max</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
1	W1-2102	1,33	1,75	2,33	1,283	2,800
2	W1-2202	1,65	2,00	3,30	1,241	2,800
3	W1-2302	7,00	1,95	13,65	1,219	2,800
4	W1-2502	1,71	1,90	3,25	1,334	2,800
5	W1-2702	1,20	1,95	2,34	1,289	2,800
6	W1-2103	1,33	1,75	2,33	1,283	2,800
7	W1-2104	1,33	1,75	2,33	1,283	2,800
8	W1-2504	1,71	1,90	3,25	1,334	2,800
9	W1-2105	1,33	1,75	2,33	1,283	2,800
10	W1-2505	1,71	1,90	3,25	1,334	2,800
11	W1-2506	1,71	1,90	3,25	1,334	2,800
12	W1-2507	1,71	1,90	3,25	1,334	2,800

**4.4. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ**

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

Όπως προέκυψε  $A/V = 1,000 \text{ m}^{-1}$  το οποίο από τον πίνακα 4.1 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max} = 0,000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Στον πίνακα 4.6 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των  $U \cdot A$ , καθώς και τα αθροίσματα των  $\Psi \cdot l$ . Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m = 1,777 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{m,max} = 0,000 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

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

**Πίνακας 4.6.** Συγκεντρωτικά στοιχεία κτηρίου

A/A	Κέλυφος κτηρίου	Σύμβολο	$\Sigma(A_i)$ [m <sup>2</sup> ]	$\Sigma(A_i \cdot U_i \cdot b)$ [W/K]	$\Sigma(l_i)$ [m]	$\Sigma(l_i \cdot \Psi_i \cdot b)$ [W/K]
1	Οριζόντιες ή κεκλιμένες επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	R	236,16	1.003,669	0,000	0,000
2	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	T	297,15	81,155	92,800	42,180
3	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	TU	0,00	0,000	0,000	0,000
4	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους	TUj	0,00	0,000	0,000	0,000
5	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	TB	0,00	0,000	0,000	0,000
6	Δάπεδο PILOTIS	FA	0,00	0,000	0,000	0,000
7	Δάπεδα σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	FU	226,75	226,745	0,000	0,000
8	Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	FB	0,00	0,000	0,000	0,000
9	Κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	W	55,55	83,057	119,940	12,193
10	Γυάλινες προσόψεις σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	Wg	0,00	0,000	0,000	0,000
11	Κουφώματα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	WU	0,00	0,000	0,000	0,000
12	Γυάλινες προσόψεις σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	WgU	0,00	0,000	0,000	0,000
13	Σύνολο	-	815,60	1.394,626	212,740	54,373

$$\Sigma(A_i \cdot U_i \cdot b) = 1.395 \text{ W/K}$$

$$\Sigma(l_i \cdot \Psi_i \cdot b) = 54 \text{ W/K}$$

$$\Sigma(A_i) = 816 \text{ m}^2$$

$$U_m = (\Sigma(A_i \cdot U_i \cdot b) + \Sigma(l_i \cdot \Psi_i \cdot b)) / \Sigma(A_i) = 1,777 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

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

Τα κουφώματα τοποθετούνται εσωτερικά και σε συνέχεια με τη θερμομόνωση σχεδόν σε όλα τα σημεία. Για την 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. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, 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. 20701-1/2017. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ'ελάχιστον θερμομόνωση πάχους 19mm για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και 13mm για ΖΝΧ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  στους 20οC (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 20οC, 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 X 1/η), όπου «η» 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 η, 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 κτήρια 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 κτηρίου.
- 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. Το υπό μελέτη κτήριο έχει δύο επιμέρους κύριες χρήσεις, τις κατοικίες και τα εμπορικά καταστήματα, που θα εξεταστούν ανεξάρτητα σε ό,τι αφορά την ενεργειακή τους κατάσταση. Για τον λόγο αυτό οι πιο πάνω περιορισμοί δεν ισχύουν για το σύνολο του κτηρίου αλλά διαφοροποιούνται για κάθε μία από τις παραπάνω χρήσεις.



### 5.1.1 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος θέρμανσης χώρων

Σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης του κτηρίου, το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο για την θέρμανση του κτηρίου ανέρχεται στα 16kW. Για τον υπολογισμό της ισχύος της αντλίας θερμότητας συντελεστής προσαύξησης 10%, λόγω θερμικών απωλειών στο δίκτυο διανομής, αλλά και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας. Η θερμική ισχύς της αντλίας θερμότητας είναι 24kW και θα λειτουργεί Ηλεκτρισμό.

Ο βαθμός απόδοσης της αντλίας θερμότητας θα είναι SCOP=4,5.

Η θερμοκρασία λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης θα είναι 45°C για την προσαγωγή και 40°C για την επιστροφή. Η διανομή στους θερμαινόμενους χώρους, θα γίνεται με μονοσωλήνιο σύστημα.

Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. και η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (πίνακας 4.7).

Οι κατακόρυφες στήλες του δικτύου θα θερμομονωθούν στο σύνολό τους.

### 5.1.2 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ψύξης

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης του κτηρίου σε όλους τους χώρους θα εγκατασταθούν αερόψυκτες τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου. Σε όλα τα διαμερίσματα θα εγκατασταθούν τοπικές αντλίες θερμότητας, μία σε κάθε καθιστικό και μία στους διαδρόμους πριν τα υπνοδωμάτια για ήπια ψύξη των υπνοδωματίων. Στη συγκεκριμένη περιοχή του κτηρίου, σε διαμερίσματα κατοικιών η χρήση μονάδων ψύξης, παρατηρείται κυρίως τις μεσημεριανές ώρες, κατά τις ημέρες με θερμοκρασίες πάνω από 30°C.

Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30B1C, είναι περίπου 22%, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010. Τις βραδυνές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που η εξωτερική θερμοκρασία υπερβαίνει τους 37B1C) (κατάσταση καύσωνα).

Στον πίνακα 5.1, δίνονται αναλυτικά, η ψυκτική ικανότητα (kW), η ονομαστική απορροφούμενη (καταναλισκόμενη) ηλεκτρική ισχύς (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER των αερόψυκτων αντλιών θερμότητας που θα εγκατασταθούν στις επιμέρους ιδιοκτησίες του κτηρίου, σύμφωνα με τις μονάδες που επιλεχτήκαν κατά την μελέτη ψύξης.

**Πίνακας 5.1.** Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλιών θερμότητας για την ψύξη κάθε θερμικής ζώνης

Θερμική ζώνη: Ζώνη 1					
Περιγραφή	Τύπος	Ποσοστό κάλυψης φορτίου ψύξης [%]	Ψυκτική Ικανότητα [kW]	Απορ. Ισχύς [kW]	Δείκτης απόδοτ. EER
Εγκατάσταση παραγωγής ψύξης	Αερόψυκτη Α.Θ.	100	24,00	5,33	4,50

### **5.1.3 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος αερισμού**

Οι απαιτήσεις ελάχιστου αερισμού του κτηρίου όσον αφορά τα διαμερίσματα, καλύπτονται μέσω φυσικού αερισμού και σύμφωνα με τα οριζόμενα στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παρ. 2.4.3, πίνακας 2.3). Η απαίτηση για νωπό αέρα των κατοικιών ορίζεται στα  $0,75 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$  επιφάνειας δαπέδου.

Το κτήριο, αναλόγως τη χρήση του, καλύπτει τις ανάγκες του για αερισμό μέσω φυσικού ή τεχνικού αερισμού και σύμφωνα πάντα με τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα που ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 στην παράγραφο 2.4.3 (πίνακας 2.3)

## 5.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για το υπό μελέτη τμήμα ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 ανά χρήση. Οι καταναλώσεις ανά χρήση του κτηρίου είναι:

**Πίνακας 5.1.** Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) σε lit/day ανά θερμική ζώνη του κτηρίου

Ζώνη	Χρήση	Επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Κατανάλωση [l/day]
Ζώνη 1	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	226,75	0
<b>Σύνολο:</b>			0

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτήριο είναι: **0,00** (lit/ημέρα). Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 50°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου ύδρευσης πόλης για την πόλη Μεγάλο Δέρειο, Δ. Σουφλίου, Π.Ε Έβρου όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών Περιοχών», δίνονται στον πίνακα 5.2. Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q<sub>d</sub> σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου σε Ζ.Ν.Χ. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

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

όπου:

- V<sub>d</sub> [lt /ημέρα] το ημερήσιο φορτίο, V<sub>d</sub>= **0,00** (lit/ημέρα),
- ρ [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήση, ρ = 0,998 (kg/ lt),
- c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα του νερού, c = 4,18 kJ/(kg.K),
- ΔT [K] ή [°C] η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ζεστού νερού χρήσης.

Εφαρμόζοντας την πιο πάνω σχέση και για τις θερμοκρασίες νερού δικτύου (πίνακας 5.2), υπολογίστηκε το ημερήσιο θερμικό φορτίο (kWh/ημέρα) για ZNX του κτηρίου για κάθε μήνα, όπως δίνεται στον πίνακα 5.2.

**Πίνακας 5.2.** Μέση θερμοκρασία δικτύου νερού (°C) και θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης κτηρίου

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
<b>Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) ΕΛΟΤ 1291</b>	6,5	7,3	9,4	13,2	17,6	21,9	24,3	24,6	22,0	17,7	12,7	8,6
<b>Μέσο ημερήσιο θερμικό φορτίο για ZNX κτηρίου (kwh / ημέρα)</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### 5.2.1 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή ZNX

Για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης του υπό μελέτη κτηρίου, θα εγκατασταθούν τα παρακάτω συστήματα, όπως αυτά παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους πίνακες που ακολουθούν.

Οι σχέσεις υπολογισμού για τη συνολική χωρητικότητα και τη θερμική ισχύ είναι σύμφωνες με τις αντίστοιχες που αναφέρονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

### 5.2.2 Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών

Λόγω της χρήσης του κτηρίου δεν θα τοποθετηθούν ηλιακοί συλλέκτες για την παραγωγή ZNX.

Στο Σχήμα 5.1 φαίνεται η θέση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών στο δώμα.

*Σχήμα 5.1. Θέση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, εκτός περιοχής σκίασης.*

Για τον υπολογισμό του φορτίου κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η μέθοδος καμπυλών f (S. Klein, W.A. Beckman και J.A Duffie). Η μέθοδος αυτή, δίνει περίπου τα ίδια αποτελέσματα για την κάλυψη

Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης

του φορτίου ζεστού νερού χρήσης, με την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού όπως δίνεται από το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης είναι επαρκής. Για το συγκεκριμένο κτήριο, μελετήθηκε η εφαρμογή επιπέδων ηλιακών συλλεκτών στο δώμα του κτηρίου, προκειμένου για την κάλυψη τουλάχιστον του 60% του απαιτούμενου φορτίου για ζεστό νερό χρήσης. Τα στοιχεία των συλλεκτών που επιλέχθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα 5.2.2. Η βέλτιστη γωνία κλίσης ηλιακών συλλεκτών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησης τους. Σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα, για τις ελληνικές περιοχές, η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη για ετήσια χρήση είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, όπου για την Μεγάλο Δέρειο, Δ. Σουφλίου, Π.Ε Έβρου, είναι 40,5Β'. Στο υπό μελέτη κτήριο ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών θα είναι νότιος και η γωνία εγκατάστασης τους θα είναι 40Β'. Έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για επιμέρους γωνίες κλίσεως των ηλιακών συλλεκτών, όπου παρουσιάστηκαν μικρές (αμελητέες) διαφορές στο φορτίο κάλυψης του υπό μελέτη κτηρίου.

Στο πίνακα 5.3. δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας (kWh/m<sup>2</sup>), για την περιοχή Μεγάλο Δέρειο, Δ. Σουφλίου, Π.Ε Έβρου για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση 40°.

**Πίνακας 5.3.** Μέση μηνιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m<sup>2</sup>) για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια

	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ
<b>Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (kWh/m<sup>2</sup>)</b>	51,0	69,0	107,0	142,0	183,0	206,0	212,0	192,0	144,0	99,0	58,0	44,0
<b>Μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο 45° με το νοτινό προσανατολισμό</b>	88,0	98,0	126,0	141,0	164,0	175,0	184,0	185,0	162,0	136,0	98,0	82,0

Προκειμένου για την σωστή τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών και για την αποφυγή αλληλοσκίασης, υπολογίσθηκε η κατάλληλη μεταξύ τους απόσταση τοποθέτησης ως προς τον άξονα βορρά-νότου. Η απόσταση αυτή υπολογίστηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο). Για την περιοχή Μεγάλο Δέρειο, Δ. Σουφλίου, Π.Ε Έβρου (γεωγραφικό πλάτος φ = 0°), η ηλιακή απόκλιση στις 21 Δεκεμβρίου είναι δ= - 23,44978°. Για την ηλιακή απόκλιση αυτή, η ζενιθιακή γωνία (θz) κατά το ηλιακό μεσημέρι, είναι περίπου 1,478779E-06°. Με βάση αυτή τη γωνία και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη, υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν οι ηλιακοί συλλέκτες μεταξύ τους όταν τοποθετηθούν με γωνία 40° για να μην αλληλοσκιάζονται. Στο σχήμα 5.2 δίνεται σχηματική απεικόνιση της διάταξης και της απόστασης τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών στο δώμα του υπό μελέτη κτηρίου.

*Σχήμα 5.2. Απόσταση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα ως προς τον νότο.*

Με βάση την ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, τις διαστάσεις τους και την διαθέσιμη επιφάνεια του δώματος, η οποία δεν παρουσιάζει προβλήματα σκιασμού, εκτιμήθηκε ο αριθμός ηλιακών συλλεκτών που μπορούν να εγκατασταθούν στο υπό μελέτη κτήριο. Στην συνέχεια υπολογίστηκε το φορτίο κάλυψης για τους συγκεκριμένους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες όπως περιγράφονται στην μελέτη διαστασιολόγησης και την συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό τοποθέτησης. Στον πίνακα 5.4, δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα υπολογισμών για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

**Πίνακας 5.4.** Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη ΖΝΧ από ηλιακούς συλλέκτες

	<b>Μέσο μηνιαίο φορτίο για ΖΝΧ (kWh / mo)</b>	<b>Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. (kWh / mo)</b>	<b>Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. -fi (%)</b>	<b>Ποσοστό αξιοποίησης από Η.Σ. (%)</b>
ΙΑΝ	0	0	0,0	100,0
ΦΕΒ	0	0	0,0	100,0
ΜΑΡ	0	0	0,0	100,0
ΑΠΡ	0	0	0,0	100,0
ΜΑΙ	0	0	0,0	100,0
ΙΟΥΝ	0	0	0,0	100,0
ΙΟΥΛ	0	0	0,0	100,0
ΑΥΓ	0	0	0,0	100,0
ΣΕΠ	0	0	0,0	100,0
ΟΚΤ	0	0	0,0	100,0
ΝΟΕ	0	0	0,0	100,0
ΔΕΚ	0	0	0,0	100,0
Σύνολο:	<b>0</b>	<b>0</b>		

Μέσος όρος ετήσιος:		<b>0,0</b>	
---------------------	--	------------	--

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης ανέρχεται σε **0,0** %. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες κυμαίνονται από **0,0** % έως και **0,0** %. Η μεγαλύτερη κάλυψη παρουσιάζεται τον μήνα **1** για την δεδομένη κλίση (40°) εγκατάστασης.

Εγκατάσταση μεγαλύτερης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών, θα δημιουργούσε προβλήματα αλληλοσκίασης μεταξύ των επιφανειών, κυρίως τους χειμερινούς μήνες, με συνέπεια να μην υπάρχει αύξηση κάλυψης φορτίου ανάλογη της αύξησης του κόστους. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να μεταβάλλεται η κλίση των ηλιακών συλλεκτών (όχι πάντως μεγαλύτερη των 40B1) ιδιαίτερα τους εαρινούς και φθινοπωρινούς μήνες, ώστε να υπάρχει ακόμα μεγαλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια κάλυψη των θερμικών φορτίων για ZNX από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Στο σχήμα 5.3, δίνεται μια σχηματική απεικόνιση της θέσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, με τον ακριβή αριθμό των πάνελς και την απόσταση τοποθέτησης μεταξύ των πάνελς.

*Σχήμα 5.3. Θέση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, εκτός περιοχής σκίασης.*

### 5.3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η κύρια χρήση του κτηρίου είναι πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό λαμβάνεται υπ' όψιν για τα κτίρια του τριτογενούς τομέα, και για το υπό μελέτη κτίριο έχει υπολογιστεί στα 5,06 W/m<sup>2</sup>.

Στο σχήμα 5.4 παρουσιάζονται οι ζώνες φυσικού φωτισμού που έχουν οριστεί στο υπό μελέτη κτήριο.

*Σχήμα 5.4. Ζώνες φυσικού φωτισμού στο κτήριο*

### 5.4 ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ

Στο κτήριο δεν εφαρμόζεται διόρθωση (συνφ) λόγω χαμηλής εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος.

### 5.5. ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το κτήριο βρίσκεται μέσα σε πυκνοδομημένη αστική περιοχή χωρίς συστήματα τηλεθέρμανσης. Σύμφωνα με την μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις 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.
2. Στη στέγη του κτηρίου θα τοποθετηθεί φωτοβολταϊκός σταθμός ονομαστικής ισχύος 11 kW με ενεργειακό συμψηφισμό.

## 6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του 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 την ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017, οι θερμικές ζώνες ενός κτιρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες. Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου έγιναν με την χρήση του υπολογιστικού εργαλείου ΤΕΕ-KENAK, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. 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. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα κλιματικά δεδομένα για την περιοχή της **ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗ**, είναι ενσωματωμένα σε βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπβέ™ 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 **Μεγάλο Δέρειο, Δ. Σουφλίου, Π.Ε Έβρου**. Το υψόμετρο της περιοχής όπου θα κατασκευασθεί το κτήριο είναι **κάτω** από τα 500m. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη **Γ**.

### 6.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης εκδίδεται ανά κύρια χρήση και για ξεχωριστές ιδιοκτησίες (Ν. 3851/2010-ΦΕΚ 85), ανεξαρτήτως εάν τα τμήματα του κτηρίου που αφορούν στις χρήσεις/ιδιοκτησίες εξυπηρετούνται από το ίδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης. Συνεπώς για το υπό μελέτη κτήριο θα εκδοθούν ΠΕΑ για τις χρήσεις:

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 στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο κτήριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

- Οι χρήσεις του κτηρίου, κατοικίες και καταστήματα,
- 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 ακτινοβολίας, 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 ψυκτικής ενέργειας, 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 ζεστού νερού χρήσης, 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 των καταστημάτων.
- 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. ΤΜΗΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ

Τα εμβαδά και οι όγκοι του υπό μελέτη κτηρίου δίνονται ανά χρήση στον πίνακα 6.1.

**Πίνακας 6.1.** Εμβαδά και όγκοι ανά χρήση

Ειδική χρήση χώρων	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	226,75	226,75	1.145,26	1.145,26

#### 6.3.1. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, η διακριτοποίηση ενός κτηρίου σε θερμικές ζώνες γίνεται με τα εξής κριτήρια :

1. Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων να διαφέρει περισσότερο από 4Β'Κ για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
2. Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία.
3. Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
4. Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών.
5. 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. 20701-1/2017 για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- ο διαχωρισμός του κτηρίου 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 κτηρίου,
- τμήματα του κτηρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας 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.

Με βάση τα παραπάνω, τα γενικά δεδομένα για κάθε θερμική ζώνη του υπό μελέτη κτηρίου δίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

**Πίνακας 6.2.** Γενικά δεδομένα για τις θερμικές ζώνες

<b>Θερμική ζώνη</b>	Ζώνη 1	
<b>Χρήση θερμικής ζώνης</b>	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	
<b>Ολική επιφάνεια ζώνης (m<sup>2</sup>)</b>	226,75	
<b>Ειδική Θερμοχωρητικότητα (kJ/m<sup>2</sup>·K)</b>	370	
<b>Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για Η/Μ εξοπλισμό</b>	B	T.O.T.E.E. 20701-1/2017, πίνακας 5.5
<b>Αερισμός</b>		
<b>Διείσδυση αέρα (m<sup>3</sup>/h)</b>	0	
<b>Φυσικός αερισμός (m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>)</b>	0,75	Μόνο για κατοικίες
<b>Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού</b>	-	100% για κατοικίες, 0% για τριτογενή τομέα
<b>Αριθμός θυρίδων εξαερισμού</b>	1	
<b>Αριθμός καμινάδων</b>	0	

### 6.3.2. Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές. Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας του τμήματος κατοικιών δίνονται αναλυτικά στον πίνακα 6.3.

Πίνακας 6.3. Συνθήκες λειτουργίας για τις θερμικές ζώνες

Θερμική ζώνη	Ζώνη 1
Ωράριο λειτουργίας	8
Ημέρες λειτουργίας	5
Μήνες λειτουργίας	9
Περίοδος θέρμανσης	9 - 5
Μέση εσωτερική θερμοκρασία Θέρμανσης (°C)	20,0
Μέση εσωτερική θερμοκρασία Ψύξης (°C)	26,0
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	45
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	35
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·έτος)	11,00
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	300
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς (W/m <sup>2</sup> )	9,60
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·έτος))	0
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	45,0
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	15,0
Ελκυσόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	40,00
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0,18
Ελκυσόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	2,00
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,18

### 6.3.3. Κέλυφος κτηρίου

#### 6.3.3.1. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμο επίχρισμα. Όπου θεωρηθεί σκόπιμο πιθανόν να χρησιμοποιηθούν στρώσεις από πλάκες πεζοδρομίου ή κεραμικά πλακίδια κ.ά.. Οι συντελεστές απορροφητικότητας και οι συντελεστές εκπομπής των δομικών στοιχείων λαμβάνονται από τον πίνακα 3.14 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Στον πίνακα 6.4 δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα.

**Πίνακας 6.4α.** Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Θερμική ζώνη: Ζώνη 1		Επίπεδο: Ισόγειο				
Τύπος	Δομικό στοιχείο	$\gamma_{(1)}$	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	A [m <sup>2</sup> ]	$\alpha_{(2)}$	$\epsilon_{(3)}$
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος με εξωτερική θερμομόνωση πετροβάμβακα 10 εκ.	0	0,271	131,82	0,40	0,80
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος με εξωτερική θερμομόνωση πετροβάμβακα 10 εκ.	90	0,271	27,86	0,40	0,80
Τοίχος	Διπλός δομικός τοίχος χωρίς μόνωση	180	0,292	9,75	0,40	0,80
Τοίχος	Διπλός δομικός τοίχος χωρίς μόνωση	270	0,292	8,30	0,40	0,80
Πόρτα	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	270	2,400	2,20	0,00	0,00
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος με εξωτερική θερμομόνωση πετροβάμβακα 10 εκ.	180	0,271	80,11	0,40	0,80
Πόρτα	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	180	2,400	2,30	0,00	0,00
Πόρτα	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	180	2,400	2,53	0,00	0,00
Πόρτα	Μεταλλική ανοιγόμενη διπλή θύρα με 6% μονό υαλοπίνακα	180	2,400	3,68	0,00	0,00
Τοίχος	Εξωτερικός τοίχος με εξωτερική θερμομόνωση πετροβάμβακα 10 εκ.	270	0,271	31,16	0,40	0,80
Τοίχος	Διπλός δομικός τοίχος χωρίς μόνωση	90	0,292	8,16	0,40	0,80
Οροφή	Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή) Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης Σε επαφή με αέρα	0	4,250	211,49	0,40	0,80
Οροφή	Επιστεγάσεις (με ή χωρίς ψευδοροφή) Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης Σε επαφή με αέρα	180	4,250	24,67	0,40	0,80

- (1) αζιμούθιο επιφάνειας με 0=βόρεια, 90=ανατολική, 180 = νότια, 270 = δυτική  
(2) απορροφητικότητα επιφάνειας  
(3) συντελεστής εκπομπής επιφάνειας

#### 6.3.3.2. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

**Πίνακας 6.4β.** Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος

#### 6.3.3.3. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους

**Πίνακας 6.4γ.** Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους

- (1) αζιμούθιο επιφάνειας με 0=βόρεια, 90=ανατολική, 180 = νότια, 270 = δυτική  
(2) απορροφητικότητα επιφάνειας  
(3) συντελεστής εκπομπής επιφάνειας

#### 6.3.3.4. Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία

**Πίνακας 6.5α.** Δεδομένα κουφωμάτων άμεσου κέρδους

Θερμική ζώνη: Ζώνη 1	Επίπεδο: Ισόγειο
----------------------	------------------

Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης

Νο κουφώματος	$\gamma_{supere}(1)_{super}$	Εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	gw	Fhor θερμ.	Fhor ψύξη	Fon θερμ.	Fon ψύξη	Ffin θερμ.	Ffin ψύξη
W2-2302	180	13,65	1,219	0,43	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
W3-2502	180	3,25	1,334	0,38	1,00	1,00	0,58	0,43	0,97	0,97
W3-2504	180	3,25	1,334	0,38	1,00	1,00	0,59	0,43	0,97	0,97
W3-2505	180	3,25	1,334	0,38	1,00	1,00	0,58	0,43	0,96	0,96
W3-2506	180	3,25	1,334	0,38	1,00	1,00	0,58	0,43	0,95	0,95
W3-2507	180	3,25	1,334	0,38	1,00	1,00	0,58	0,43	0,94	0,94

Πίνακας 6.5β. Δεδομένα κουφωμάτων

Θερμική ζώνη: Ζώνη 1					Επίπεδο: Ισόγειο					
Νο κουφώματος	$\gamma_{supere}(1)_{super}$	Εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	gw	Fhor θερμ.	Fhor ψύξη	Fon θερμ.	Fon ψύξη	Ffin θερμ.	Ffin ψύξη
W1-2102	0	2,33	1,283	0,38	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
W1-2103	0	2,33	1,283	0,38	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
W1-2104	0	2,33	1,283	0,38	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
W1-2105	0	2,33	1,283	0,38	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
W1-2202	90	3,30	1,241	0,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
W1-2702	90	2,34	1,289	0,37	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

**6.3.3.5. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων**

- (1) αζιμούθιο επιφάνειας με 0=βόρεια, 90=ανατολική, 180 = νότια, 270 = δυτική  
 (2) απορροφητικότητα επιφάνειας  
 (3) συντελεστής εκπομπής επιφάνειας

**6.3.3.6. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων σε επαφή με το έδαφος**

### 6.3.4 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

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 παραγωγής ζεστού νερού χρήσης,
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του τμήματος κατοικιών, στο λογισμικό.

#### 6.3.4.1 Δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης χώρων

Σύστημα θέρμανσης

Ζώνη: Ζώνη 1

Μονάδα παραγωγής θερμότητας

Είδος μονάδας παραγωγής θερμότητας: Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.

Θερμική απόδοση μονάδας: 1

Είδος καυσίμου: Electricity

Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης απο το σύστημα (%):

ΙΑΝ : 1    ΦΕΒ : 1    ΜΑΡ : 1    ΑΠΡ : 1    ΜΑΙ : 1    ΙΟΥΝ : 1    ΙΟΥΛ : 1    ΑΥΓ : 1    ΣΕΠ : 1    ΟΚΤ : 1  
ΝΟΕ : 1    ΔΕΚ : 1

Δίκτυο διανομής θερμότητας

Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 24

Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι

Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 45

Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 40

Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής (%): 94,5

Ύπαρξη μόνωσης στους αγωγούς: ΝΑΙ

Τερματικές μονάδες

Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων : μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου

Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 97,93814% (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.12)

Βοηθητική ενέργεια

Αριθμός συστημάτων: 1

Ισχύς βοηθητικών συστημάτων: 0

#### **6.3.4.2 Δεδομένα για το σύστημα ψύξης χώρων**

Σύστημα ψύξης

Ζώνη: Ζώνη 1

Μονάδα παραγωγής ψύξης

Είδος μονάδας παραγωγής ψύξης: Αερόψυκτος ψύκτης

Βαθμός απόδοσης: 1

Είδος καυσίμου: Electricity

Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης απο το σύστημα (%):

ΙΑΝ : 0,5	ΦΕΒ : 0,5	ΜΑΡ : 0,5	ΑΠΡ : 0,5	ΜΑΙ : 0,5	ΙΟΥΝ : 1	ΙΟΥΛ : 1	ΑΥΓ : 1	ΣΕΠ : 0,5
ΟΚΤ : 0,5	ΝΟΕ : 0,5	ΔΕΚ : 0,5						

Δίκτυο διανομής ψύξης

Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 10

Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι

Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): -

Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): -

Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής (%): 98

Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ

Τερματικές μονάδες

Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων : τοπικές αντλίες θερμότητας

Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 95,87629% (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.14)

Βοηθητική ενέργεια

Τύπος βοηθητικών συστημάτων: -

Αριθμός συστημάτων: -

Ισχύς βοηθητικών συστημάτων: -

#### **6.3.4.3 Δεδομένα για το σύστημα αερισμού**

Ο αερισμός που εφαρμόζεται σε όλους τους χώρους των του κτηρίου είναι μηχανικός και σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, η παροχή του αέρα θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νωπό αέρα.

#### **6.3.4.4 Δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης**

Τα στοιχεία (ισχύς, καύσιμο, δίκτυο διανομής κ.τ.λ.) του συστήματος που χρησιμοποιείται στο υπό μελέτη κτήριο για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης παρουσιάζονται στον πίνακα 6.8 που ακολουθεί. Το δίκτυο διανομής είναι μονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και με ποσοστό απωλειών που φαίνεται παρακάτω.

Σύστημα ζεστού νερού χρήσης

Ζώνη: Ζώνη 1

Μονάδα παραγωγής θερμότητας

Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας

Θερμική απόδοση μονάδας: 1

Είδος καυσίμου: Electricity

Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ΖΝΧ της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%):

ΙΑΝ : 1    ΦΕΒ : 1    ΜΑΡ : 1    ΑΠΡ : 1    ΜΑΙ : 1    ΙΟΥΝ : 1    ΙΟΥΛ : 1    ΑΥΓ : 1    ΣΕΠ : 1    ΟΚΤ : 1  
ΝΟΕ : 1    ΔΕΚ : 1

Δίκτυο διανομής θερμότητας

Δίκτυο αναδιανομής θερμότητας: ΝΑΙ

Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι

Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ΖΝΧ (%): 100

Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας

Είδος αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης: Τοπικός θερμαντήρας

Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης : 1

#### **6.3.4.5 Δεδομένα για το σύστημα ηλιακών συλλεκτών**



Δεν θα εγκατασταθούν ηλιακοί συλλέκτες στη στέγη του κτιρίου.

#### **6.3.4.6 Δεδομένα για το σύστημα φωτισμού**

Τα φωτιστικά που θα χρησιμοποιηθούν για στο κτίριο θα είναι τύπου LED για μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας.

#### **6.3.4.7 Δεδομένα κτηρίου αναφοράς**

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. 20701-1/2017.

## 7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

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

- Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη.
- 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.).
- Ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

### 7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη, δίνονται στον πίνακα 7.1. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

**Πίνακας 7.1.** Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης

ΚΤΗΡΙΟ													
Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση (kW/m <sup>2</sup> )													
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	Σύνολο
Θέρμανση	27,90	17,30	8,20	3,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	6,20	21,90	85,30
Ψύξη	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ύγρανση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον πίνακα 7.2. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

**Πίνακας 7.2.** Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

ΚΤΗΡΙΟ													
Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kW/m <sup>2</sup> )													
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	Σύνολο
Θέρμανση	6,30	4,00	2,20	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	1,80	5,00	21,00
- Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
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	0,90
Ύγρανση	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Φωτισμός	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	8,90
Ηλεκτρική ενέργεια βοηθητικών συστημάτων	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
- Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	2,90	3,50	5,10	6,40	8,00	0,00	0,00	0,00	6,80	5,10	3,20	2,50	43,60
Σύνολο	7,30	5,00	3,20	2,10	1,50	0,00	0,00	0,00	1,40	1,60	2,70	6,00	30,80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον πίνακα 7.2. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανα καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) δίνονται στον πίνακα 7.3:

**Πίνακας 7.3.** Κατανάλωση ανά καύσιμο

ΚΤΗΡΙΟ	
Κατανάλωση καυσίμων (kW/m <sup>2</sup> )	
Σύνολο:	0,00

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub>

**Πίνακας 7.4.** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση  
**Χρήση :** Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

ΚΤΗΡΙΟ		
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kW/m <sup>2</sup> )	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	30,00	60,90
Ψύξη	3,10	2,70
Ζεστό νερό χρήσης	0,00	0,00
Φωτισμός	46,30	25,80
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0,00	88,30
<b>Σύνολο</b>	<b>79,40</b>	<b>1,00</b>

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων ανά καύσιμο, δίνονται στον πίνακα 7.5

**Πίνακας 7.5.** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρυπών ανά καύσιμο

Ζώνη 1		
Καύσιμο	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kW/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
<b>Σύνολο:</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

ΚΤΗΡΙΟ		
Καύσιμο	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kW/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
<b>Σύνολο:</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

## 7.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

**Χρήση: Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης**

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πίνακας 7.4) του τμήματος του κτηρίου με χρήση: Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, το κτήριο ανήκει στην κατηγορία 1 A + (σχήμα 7.1). Άρα πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/(m <sup>2</sup> ·έτος)]
<b>ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ</b>	
<b>A+ &lt; 0.33·RR</b>	<b>β—, 1,00</b>
<b>0.33·RR &lt; A β%<sub>00</sub> 0.5·RR</b>	
<b>0.5·RR &lt; B+ β%<sub>00</sub> 0.75·RR</b>	
<b>0.75·RR &lt; B β%<sub>00</sub> 1.00·RR</b>	
<b>1.0·RR &lt; Γ β%<sub>00</sub> 1.41·RR</b>	
<b>1.41·RR &lt; Δ β%<sub>00</sub> 1.82·RR</b>	
<b>1.82·RR &lt; E β%<sub>00</sub> 2.27·RR</b>	
<b>2.27·RR &lt; Z β%<sub>00</sub> 2.73·RR</b>	
<b>2.73·RR β%<sub>00</sub> H</b>	
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ</b>	

**Ενεργειακή κατάταξη: A +**

**Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας: 1,00 kWh/m<sup>2</sup>**

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

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

1. Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων».
2. Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις».
3. Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010, «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων- Κ.Εν.Α.Κ..».
4. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
5. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
6. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».
7. Duffie A John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.

Το κτήριο 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 κτήριο.

<b>ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ</b>	
<b>Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.</b>	<b>Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.</b>
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	-
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.	Αρ. Σχ. ENAK 2
Σχέδια σκιασμού από προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ. Σχ. ENAK 3-5
Σχέδια γωνιών σκιασμού ανοιγμάτων από μακρινά εμπόδια, προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ. Σχ. ENAK 6-9
Σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών παθητικών ηλιακών συστημάτων (εκτός άμεσους κέρδους), με σχηματικές τομές τρόπου λειτουργίας τους	Δεν προβλέπονται τέτοια ΠΗΣ

<b>ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>	
<b>Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια</b>	<b>Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο</b>
Τεύχος αναλυτικών προμετρήσεων εμβαδών αδιαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
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 <sub>m</sub> .	Παράγραφος 4. Τεύχος Υπολογισμών



<b>ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ</b>	
<b>Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.</b>	<b>Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.</b>
Κάθε σύστημα κεντρικής κλιματιστική μονάδας ΚΚΜ, που εγκαθίσταται στο κτήριο με παροχή νωπού αέρα $\geq 60\%$ , επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%.	Παράγραφος 5.1.3.
Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος ZNX, διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.	Παράγραφοι 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3. 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 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm.	Παράγραφος 5.1.3.
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 ZNX ανά κλάδους, εφαρμόζεται ανακυκλοφορία με σταθερό $\Delta p$ και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών ( $\Delta n-cP$ ) βάσει της ζήτησης σε ZNX.	Παράγραφος 5.2.
Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα σε ποσοστό 60% κατβέ™ ελάχιστον.	Παράγραφος 5.2.2.
Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτήρια του τριτογενή τομέα 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 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 ZNX, εφαρμόζεται θερμοδομέτρηση.	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτήρια 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 κατβέ™ ελάχιστο 0,95.	Παράγραφος 5.4.

<b>ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ</b>	
<b>Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.</b>	<b>Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.</b>
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 κατβέ™ ελάχιστον στην ενεργειακή κλάση Β, δηλαδή την ίδια με το κτήριο αναφοράς.	Παράγραφοι 7.3 και 7.4.
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 7.1. και 7.2
<b>ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ</b>	
Μελέτη σκοπιμότητας που συνοδεύει την ενεργειακή μελέτη, σύμφωνα με το άρθρο	Παράγραφος 5.4.
Τεχνική έκθεση για τις περιπτώσεις που αναφέρει η εγκύκλιος, σχετικά με την ριζική ανακαίνιση κλπ	Δεν απαιτείται

