

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ

ΔΗΜΟΣ ΝΑΥΠΑΚΤΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΖΩΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

ΕΡΓΟ :

"Βελτίωση Υποδομών (ενίσχυση - επισκευή) των κτηρίων
πρώην Μηχανουργείου (Κτήριο Α) & πρώην Ξυλουργείου (Κτήριο Β)
Κτηριακού Συγκροτήματος ΕΠΑΛ Ναυπάκτου"

ΣΥΝΤΑΞΗ Η/Μ ΜΕΛΕΤΗΣ :

ΔΗΜΟΣ ΝΑΥΠΑΚΤΙΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΖΩΗΣ

ΘΕΜΑ ΤΕΥΧΟΥΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ:

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΑΠΟΔΟΣΗΣ

ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ :

ΚΩΔΙΚΟΣ
ΕΡΓΟΥ :

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ
ΣΥΝΤΑΞΗΣ :

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ
2018

ΣΥΝΤΑΞΑΣ - ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ - ΙΔΙΟΤΗΤΑ :

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :

ΥΠΟΓΡΑΦΗ :

ΔΗΜΙΤΡΙΟΣ Σ. ΖΕΙΝΤΑΝ
ΔΙΠΛΩΜ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ Σ.Ο.Υ. ΑΙΓΥΠΤΟΥ
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ 837
ΑΡ.ΑΦΕΙΛΑΣ ΜΗΧ.ΟΥ : ΑΠ-557
ΑΡ.ΑΔΕΙΑΣ ΗΛ.ΟΥ : ΑΠ-576
ΚΗΦΙΣΙΑΣ 25Α, ΑΘΗΝΑ 115 23
ΤΗΛ.: 210 6426193 - FAX: 210 642625

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ Ε.Π.Ε.
ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ
ΚΗΦΙΣΙΑΣ 25Α - ΑΘΗΝΑ 115 23
ΤΗΛ.: 210 6426193 - FAX: 210 642625

ΕΛΕΓΧΟΣ

Ο ΕΠΙΒΛΕΠΟΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Γε. Η/α

ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΥΛΟΣ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΠΕ Α'

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :

ΥΠΟΓΡΑΦΗ :

Γε. Η/α
ο Διευτ. Τ.Υ.

ΘΕΩΡΗΣΗ

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ
Δ/ΝΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΖΩΗΣ

ΠΟΛΥΔΩΡΟΣ ΝΙΚΗΤΑΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΕ Α'

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :

ΥΠΟΓΡΑΦΗ :

ΚΕΣΤΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΤΕ ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΒΑΡΧΟΥ

Μελέτη ενεργειακής απόδοσης

Έργο: ΚΤΗΡΙΟ Α (ΠΡΩΗΝ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΟ) ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΑΛ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ

Διεύθυνση: Ν. ΤΣΑΡΑ 6, ΝΑΥΠΑΚΤΟΣ

Μελετητές:

ΑΝΤΩΝΙΟΣ Σ. ΖΕΙΝΤΑΝ
ΔΙΠΛΩΜ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ Σ.Ο.Υ. ΑΙΓΥΠΤΟΥ
ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ 44835
ΑΡ.ΑΔΕΙΑΣ ΜΗΧΓΟΥ : ΑΠ-567
ΑΡ.ΑΔΕΙΑΣ ΗΛΓΟΥ : ΑΠ-576
ΚΗΦΙΣΙΑΣ 25Α, ΑΘΗΝΑ 115 23
ΤΗΛ.: 210 6426193 - FAX: 210 6423625

ΡΕΩΤΟΝ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Ε.Π.Ε.
ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ
ΚΗΦΙΣΙΑΣ 25Α - ΑΘΗΝΑ 115 23
ΑΦΜ: 089328210 - ΔΟΥ: ΨΥΧΙΚΟΥ
ΤΗΛ.: 210 6426193 - FAX: 210 6423625

7 Νοεμβρίου 2018

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	5
2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	5
2.2. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	6
3. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	7
3.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ	7
3.2. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ	8
3.3. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	8
3.4. ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	8
3.5. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ	8
3.6. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ	8
3.7. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ	9
4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ	10
4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	12
4.2. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ	13
4.3. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	14
4.4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	15
5. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	16
5.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ	16
5.1.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	17
5.1.2. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ	17
5.1.3. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	18
5.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ	18
5.2.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΝΧ	18
5.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	19
5.4. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ	19
5.5. ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	19
6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	21
6.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	21
6.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	21
6.3. ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ	22
6.3.1. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ	22
6.3.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	23
6.3.3. ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	23
6.3.3.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ	23
6.3.3.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	24
6.3.3.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	25
6.3.3.4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ	25
6.3.3.5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ	25
6.3.3.6. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	26
6.3.4. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	27
6.3.4.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΧΩΡΩΝ	27
6.3.4.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ ΧΩΡΩΝ	28
6.3.4.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	29
6.3.4.4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ	29
6.3.4.5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ	30
6.3.4.6. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	30
6.3.4.7. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	31
7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	32

7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	32
7.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	34
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ.....	35
ΛΙΣΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (CHECK LIST) ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ.....	36

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 κτήρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με το άρθρο 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (ΦΕΚ 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.:

- 20701-1/2017: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» - Α' Έκδοση (Νοέμβριος 2017),
- 20701-2/2017: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» - Α' Έκδοση (Νοέμβριος 2017),
- 20701-3/2014: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων» - Γ' Έκδοση (Νοέμβριος 2014),

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-X/2010: "Βιοκλιματικός σχεδιασμός".
- 20701-X/2010: "Εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. σε κτήρια".
- 20701-5/2017: "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 Κτηρίου", απαιτείται συστηματική προσέγγιση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηρίου 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, κ.ά.) που ενδεχομένως αποκλείουν την εφαρμογή 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 τη 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.ά,
- 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, 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. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στο υπό μελέτη κτήριο (Κτήριο Α-Πρώην Μηχανουργείο) θα γίνει ριζική ανακαίνιση, βελτίωση των υποδομών του, ενίσχυση και επισκευή, με σκοπό την λειτουργία εργαστηρίων και γραφείων του ΕΠΑΛ Ναυπάκτου. Το Κτήριο Α αποτελεί κτιριακή μονάδα, συνολικού εμβαδού 803,20m², κτιριακού συγκροτήματος ΕΠΑΛ Ναυπάκτου, το οποίο βρίσκεται στην οδό Ν. Τσάρα 6, στην Ναύπακτο. Πρόκειται για ισόγειο κτήριο, με υπόγειο. Το Ισόγειο θα έχει ως κύρια χρήση "Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση", ενώ το υπόγειο θα χρησιμοποιηθεί ως χώρος η/μ εγκαταστάσεων.

Το ισόγειο του Κτηρίου αποτελείται από εργαστήρια και γραφεία του Επαγγελματικού Λυκείου Ναυπάκτου και θα θεωρηθεί θερμαινόμενος χώρος, ενώ το υπόγειο θα λειτουργεί ως μη θερμαινόμενος χώρος στο κτήριο.

Το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

Στον πίνακα 2.1, δίνονται αναλυτικά οι πραγματικές χρήσεις χώρων του κτηρίου ανά όροφο.

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

Επιφάνεια επιμέρους χώρων κτηρίου σε m ²		
Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Ζώνη 1 [m ²]	Σύνολο [m ²]
Εκπαίδευσης	651.10	651.10

Επιφάνεια μη θερμαινόμενων χώρων κτηρίου σε m ²	
Μη θερμαινόμενος χώρος	Επιφάνεια m ²
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	152.15

2.2. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το οικόπεδο ΑΒΓΔΕΖΑ στο οποίο βρίσκεται το κτήριο είναι τετράγωνου σχήματος, αποτελεί οικοδομικό τετράγωνο, το οποίο περικλείεται από τις οδούς, Θέρμου, Μεναίχμου, Σιαμαντά και Τσάρα.

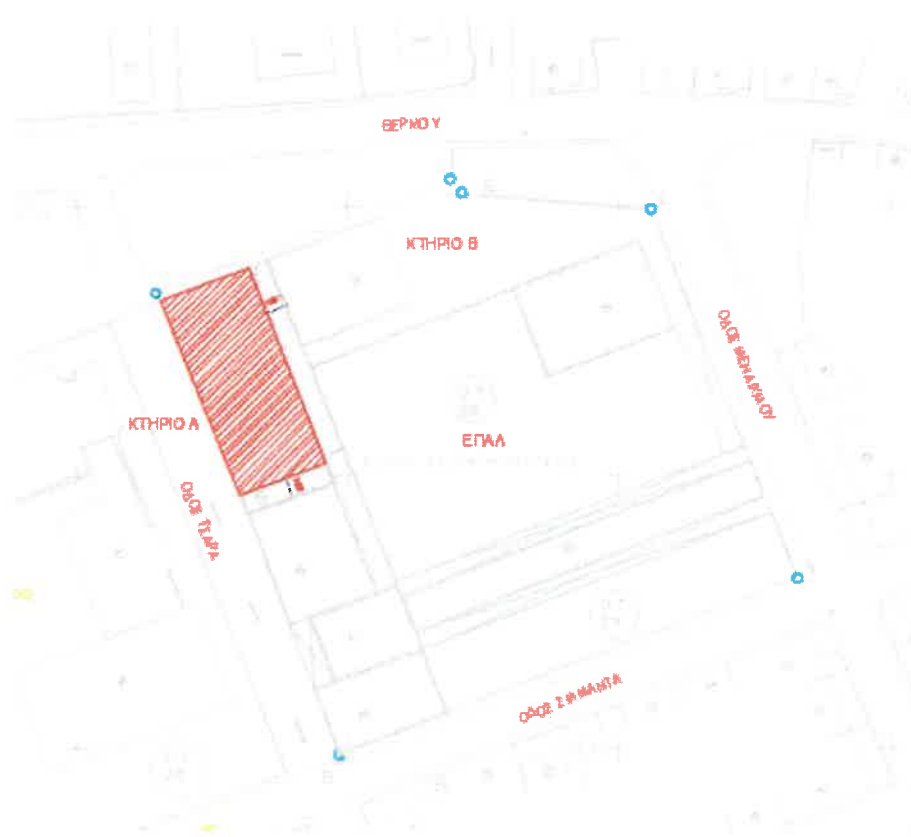
Στο οικόπεδο αναπτύσσεται το κτιριακό συγκρότημα του Επαγγελματικού Λυκείου (ΕΠΑΛ) Ναυπάκτου και το Κτήριο μας (Κτήριο Α), βρίσκεται σε θέση που απεικονίζεται στο παρακάτω τοπογραφικό διάγραμμα.

Το οικόπεδο βρίσκεται σε πυκνοδομημένο αστικό περιβάλλον, με πολυώροφα κτήρια άνω των τεσσάρων ορόφων. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές, αλλά και νεότερες κτηριακές κατασκευές, κυρίως κτήρια κατοικιών που στεγάζουν καταστήματα στο ισόγειο, σε συνεχή δόμηση.

Ειδικότερα,

- η βορειοδυτική πλευρά του κτηρίου, γειτνιάζει με την οδό Θέρμου, πλάτους 8,00 m,
- η βορειοανατολική πλευρά, γειτνιάζει με υφιστάμενο κτήριο (Κτήριο Β-Πρώην Ξυλουργείο), σε απόσταση 3,85m από το κτήριο μας, ίδιου ύψους,
- η νοτιοανατολική πλευρά, με υφιστάμενο κτήριο σε απόσταση 3,85m, ίδιου ύψους, ενώ
- η νοτιοδυτική συνορεύει με την οδό Τσάρα, πλάτους 10,00 m.

Στο σχήμα 2.1 που ακολουθεί δίνεται 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 ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

- τη χωροθέτηση του κτηρίου και τον προσανατολισμό του στο οικοπέδο,
- 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.Α.Κ.

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:

- γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτηρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.),
- τεκμηρίωση της χωροθέτησης και προσανατολισμού του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση,
- τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος,
- 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),
- χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού),
- περιγραφή λειτουργίας των παθητικών ηλιακών 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 30° από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης,
- 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 21^η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο: μικρότερη διάρκεια ημέρας και χαμηλότερη θέση ήλιου)
 - την 21^η Ιουνίου, (θερινό ηλιοστάσιο: μεγαλύτερη διάρκεια ημέρας και υψηλότερη θέση ήλιου)
- γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.
- 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

Το κτήριο έχει ανεγερθεί εντός του πυκνοκατοικημένου αστικού ιστού μη επιτρέποντας ουσιαστικά τη βέλτιστη εκμετάλλευση των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Παρ' όλα αυτά, η τοποθέτηση του κτηρίου στο οικοπέδο θα γίνει με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να γίνει δυνατή η μερική τουλάχιστον εκμετάλλευση των βασικών κλιματικών παραμέτρων.

Στο σχέδιο σκιασμού του οικοπέδου (ΚΝ-01) δίνεται το αζιμούθιο του ήλιου για την 21η Δεκεμβρίου και την 21 Ιουνίου για τις ώρες 9:00, 12:00 και 15:00 (ηλιακός χρόνος).

Όπως προκύπτει από το σχέδιο σκιασμού των όψεων κατά τη διάρκεια της χειμερινής και της θερινής περιόδου, το κτήριο θα σκιάζεται μερικώς υπό προϋποθέσεις. Τα στοιχεία αυτά θα χρησιμοποιηθούν και στους αντίστοιχους υπολογισμούς του προγράμματος.

Παρατήρηση: Το σχέδιο σκιασμού των όψεων που συνοδεύει την παρούσα μελέτη αποτελεί απαραίτητο συστατικό της αρχιτεκτονικής τεκμηρίωσης. Οι γωνίες που αποτυπώνονται στο σχέδιο είναι οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς (Vertical Shadow Angle) και υπολογίζονται από τη σχέση:

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

όπου:

a το ηλιακό ύψος και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και
 HSA η οριζόντια γωνία σκιάς (Horizontal Shadow Angle).

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

$$HSA = l\gamma_s - \gamma l \leq 90^\circ \quad [3.2]$$

όπου:

γ_s το ηλιακό αζιμούθιο και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2014
 γ 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 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. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

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.

Πιο συγκεκριμένα, ο σκιασμός που προσφέρεται στο κτήριο φαίνεται αναλυτικά για κάθε άνοιγμα, για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων (KN-2.1-KN.2.2). Για τα ανατολικά ανοίγματα δίνεται ο σκασμός 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.

Οι συντελεστές σκίασης των ανοιγμάτων φαίνονται στα επισυναπτόμενα σχέδια.

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

3.5. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

Στα εργαστήρια στο ισόγειο του κτηρίου θα τοποθετηθούν ανοίγματα εξασφαλίζοντας διαμπερή αερισμό, για τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού. Προσπάθεια θα γίνει επίσης να τοποθετηθούν ανοίγματα σε όλους τους χώρους, τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φυσικό δροσισμό.

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 λίγο από το βέλτιστο καθαρά νότιο. Στο ισόγειο του

κτηρίου, τα ανοίγματα καταλαμβάνουν περίπου ποσοστό 35% της όψης του κτηρίου.

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. Έχει γίνει προσπάθεια ούτως ώστε το κτήριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

3.7. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ

Λόγω της θέσης του οικοπέδου εντός του πυκνού αστικού ιστού και του μεγέθους του κτιρίου, δεν είναι εφικτή η διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου ούτως ώστε να βελτιωθεί το μικροκλίμα της περιοχής.

4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 4.1

Πίνακας 4.1.: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη.

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [$W/(m^2 \cdot K)$]			
	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 (πλωτή)	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 κτηρίου 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 κτηρίου 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 κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 4.2:

Πίνακας 4.2.: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του

Λόγος A/V [m^{-1}]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m [$W/(m^2 \cdot K)$]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
$\leq 0,2$	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 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:

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

όπου,

d_j το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,

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

R_i και R_e 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 δίνεται 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 εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

l_g το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψ_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 θερμικής διαπερατότητας 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 ,

Ψ_i ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i ,
 l_i το μήκος της θερμογέφυρας i και
 b μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

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

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 μια εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

- να βελτιώσει τη θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
- να βελτιώσει τη θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,
- να μειώσει τη 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 έχει δύο επιλογές:

1. να επακολουθήσει την απλουστευμένη μέθοδο με χρήση του πίνακα 15, της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017
2. να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 16α έως και 16λ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017.

Ο μειωτικός συντελεστής b 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.

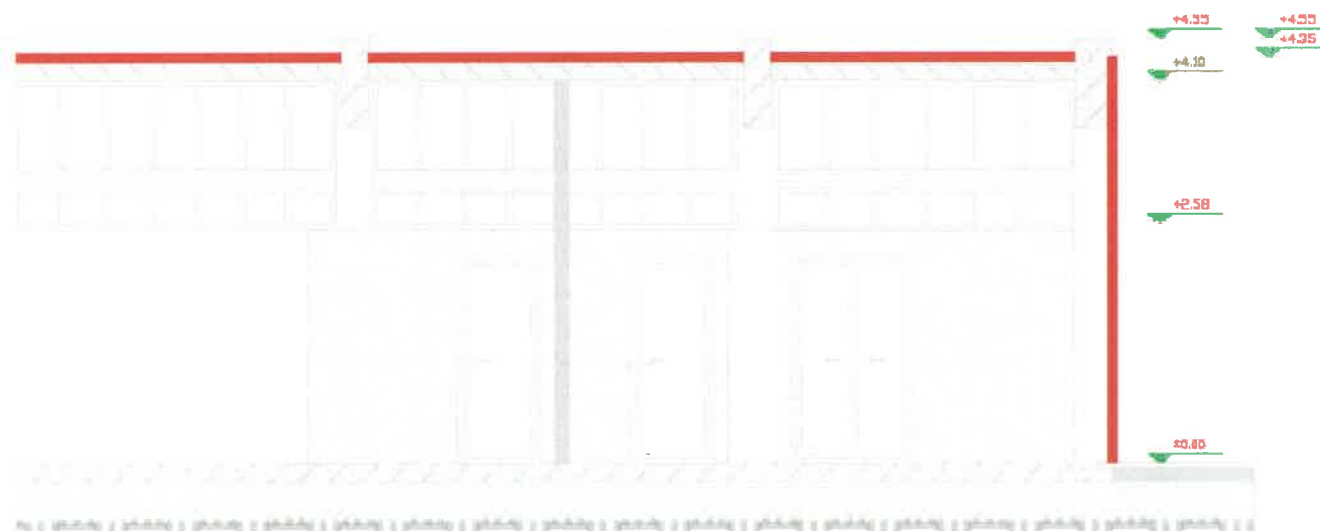
Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η αναλυτική μέθοδος υπολογισμού των θερμογεφυρών.

4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το κτήριο θα κατασκευαστεί στην Ναύπακτο, οπότε βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στη Β κλιματική ζώνη. Κάθε δομικό στοιχείο πρέπει να έχει συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από αυτούς που δίνονται στον πίνακα 4.1 για την Β κλιματική ζώνη.

Το ισόγειο του κτηρίου, αποτελούμενο από εργαστήρια-γραφεία θεωρείται θερμαινόμενος χώρος, οπότε οφείλει να είναι θερμομονωμένος. Το υπόγειο του κτηρίου, με τους χώρους η/μ εγκαταστάσεων, θεωρείται μη θερμαινόμενος χώρος.

Στο σχήμα 4.1 δίνονται σε τομή και σκιαγραφημένοι οι θερμαινόμενοι χώροι του κτηρίου.



Σχήμα 4.1: Θερμαινόμενοι χώροι του κτηρίου. Με κόκκινη γραμμή σημειώνεται η θερμομόνωση.

Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου φέρει θερμομόνωση εξωτερικά, καθώς και οι τοιχοποιίες πλήρωσης. Το δώμα του κτηρίου, θα θερμομονωθεί από την άνω παρειά του.

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 κατ' επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου είναι απαραίτητα όχι μόνο τα θερμικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θερμαινόμενων χώρων αλλά και των μη θερμαινόμενων σε επαφή με τους θερμαινόμενους,
2. τα δομικά στοιχεία του κτηρίου που γειτνιάζουν με αλλά θερμαινόμενα κτήρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτηρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης 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 τους 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 κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από $0,60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, ο συντελεστής σκίασης δύναται να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

Παρατήρηση: Επειδή στα ελληνικά κτήρια είναι συνηθισμένο να υπάρχει ένας ή περισσότεροι τυπικοί όροφοι, για λόγους απλότητας αλλά και ελέγχου από τις αρμόδιες Πολεοδομικές Υπηρεσίες, συνιστάται, χωρίς να είναι υποχρεωτικό, η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων να γίνεται κατ' όροφο και προσανατολισμό. Υπενθυμίζεται ότι ο έλεγχος θερμικής επάρκειας ορόφου που υπήρχε στον παλαιότερο Κανονισμό Θερμομόνωσης δεν υφίσταται πλέον.

4.2. ΈΛΕΓΧΟΣ 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: Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Δομικό στοιχείο	Φύλλο ελέγχου	$U[\text{W/(m}^2\text{K)}]$	$U_{\max}[\text{W/(m}^2\text{K)}]$ [Πίνακας 1]
Πρόσθετη θερμομόνωση σε υφιστάμενη τοιχοποιία	1.2	0.437	0.50
Τοιχεία χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με Φ.Ε.	1.6	3.953	0.50
Πρόσθετη θερμομόνωση σε υφιστάμενη δοκό-κολώνα	1.7	0.457	0.50
Βατό αντεστραμμένο δώμα	2.1	0.417	0.45
Δάπεδο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με Φ.Ε.	4.2	1.853	0.90

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 για τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας δομικών υλικών με τιμή $\lambda \leq 0,18 \text{ W/(m.K)}$ οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. είναι ενδεικτικές. Οι τιμές που ελήφθησαν υπόψη 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 φακέλου 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 τον

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. 20701-2/2017 και δίνεται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Στον πίνακα 4.4 δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές U' 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

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
$\Delta 2$	1.853	498.900	0.2	0.310
$\Delta 2$	1.853	152.100	0.0	0.260
ΒΑ τοίχωμα T6	3.953	1.343	0.2	4.500
ΒΔ τοίχωμα T6	3.953	2.550	0.2	4.500
ΝΔ τοίχωμα T6	3.953	1.343	0.2	4.500
ΝΑ τοίχωμα T6	3.953	2.550	0.2	4.500

4.3. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 3.0$ W/(m²K).

Για τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f = 2,80$ W/(m²K), όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 10cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-14-4 με επίστρωση χαμηλής εκπομπής (low_e) στη θέση 2 (εσωτερική παρεία εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι $U_g = 1,80$ W/(m²K) 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.

Ο μελετητής εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιήσει τις τιμές θερμοπερατότητας της σήμανσης CE των κουφωμάτων. Στη φάση της ενεργειακής επιθεώρησης που θα γίνει υποχρεωτικά με την αποπεράτωση της κατασκευής, ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων καθώς και τα κατάλληλα πιστοποιητικά CE που τα συνοδεύουν. Η σήμανση CE των κουφωμάτων είναι υποχρεωτική βάσει της ΚΥΑ Αριθμ. 12397/409 ΦΕΚ Β 1794/28-8-2009 από την 1η Φεβρουαρίου 2010.

Πίνακας 4.5: Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων.

Α/α κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m ²]	U κουφώματος [W/(m ² K)]	U_{max} [W/(m ² K)]
1	4.05	1.60	6.48	2.146	3.0
2	4.00	1.60	6.40	2.147	
3	4.00	1.60	6.40	2.147	
4	4.00	1.60	6.40	2.147	
5	4.00	1.60	6.40	2.147	
6	2.85	1.60	4.56	2.182	
7	1.80	2.20	3.96	2.393	
8	1.80	2.20	3.96	2.393	
9	1.95	2.90	5.66	2.330	
10	2.00	2.90	5.80	2.321	
11	4.05	1.60	6.48	2.146	
12	4.00	1.60	6.40	2.147	
13	4.00	1.60	6.40	2.147	
14	4.00	1.60	6.40	2.147	
15	4.00	1.60	6.40	2.147	
16	4.00	1.60	6.40	2.147	

17	4.00	1.60	6.40	2.147	
18	3.25	1.60	5.20	2.167	

4.4. ΈΛΕΓΧΟΣ 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 $A/V = 0.635 \text{ m}^{-1}$ το οποίο από τον πίνακα 4.2 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}=0.912 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Στον πίνακα 4.6 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των UxA , καθώς και τα αθροίσματα των $\Psi x l$. Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m=0.636 \text{ W/m}^2\text{K} \leq U_{m,max}=0.912 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Συνεπώς το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

Συνεπώς, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για το 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

	$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]}$	$\Sigma [bxUxA] \text{ [W/K]} \text{ ή } \Sigma [bx\Psi x l] \text{ [W/K]}$
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	391.6	230.8
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	1302.1	641.7
διαφανή δομικά στοιχεία	106.1	232.0
θερμογέφυρες	-	40.5
Συνολικά	1799.8	1145.0
$[\Sigma (bxUxA) + \Sigma (bx\Psi x l)] / \Sigma A$		0.636

4.4.1 Παρατηρήσεις σχετικά με τις κατασκευαστικές λύσεις για μειώσεις των θερμικών απωλειών λόγω των θερμογεφυρών.

Τα κουφώματα τοποθετούνται εξωτερικά, και σε συνέχεια με τη θερμομόνωση σχεδόν σε όλα τα σημεία. Για τη μείωση των απωλειών από τις θερμογέφυρες που δημιουργούνται στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι, υπάρχει συνέχεια της θερμομόνωσης, κάθετα στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι των κουφωμάτων.

5. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

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 άλλου 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 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 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 κτήρια 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 "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 κτήρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m^2 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 κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου.
- Σε όλα τα κτήρια 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.

Στο υπό μελέτη κτήριο θα εξεταστούν ανεξάρτητα οι τυχόν διαφορετικές χρήσεις του, σε ό,τι αφορά την ενεργειακή τους κατάταξη. Για τον λόγο αυτό οι πιο πάνω περιορισμοί δεν ισχύουν για το σύνολο του κτηρίου, αλλά διαφοροποιούνται για κάθε μία από τις τυχόν χρήσεις του κτηρίου.

5.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Ο κλιματισμός των εσωτερικών χώρων του κτηρίου, σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης-ψύξης-αερισμό (διαστασιολόγησης συστήματος), θα γίνεται:

α. για τους χώρους των εργαστηρίων-γραφείων μέσω αντλιών θερμότητας αέρα-αέρα πολυδιαρούμενου τύπου (VRV) και εσωτερικών κλιματιστικών μονάδων τύπου τοίχου,

β. για τους χώρους των W.C. με στεγανά ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα αμέσου αποδόσεως, και

γ. για τον αερισμό μέσω εναλλάκτη θερμότητας αέρα-αέρα (τύπου VAM)

Οι χώροι Η/Μ εγκαταστάσεων στο υπόγειο του κτηρίου, είναι μη θερμαινόμενοι χώροι.

Παρατήρηση: Με τροποποίηση του κτηριοδομικού κανονισμού σχετικά με το άρθρο 25, οι ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες είναι πλέον υποχρεωτικές για όλα τα κτήρια με επιφάνεια άνω των 50 m². Κατά το σχεδιασμό (διαστασιολόγηση) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ελάχιστες προδιαγραφές για τα Η-Μ όπως καθορίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ. και να επιλέγονται τεχνολογίες που να έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν σε πλήρη και μερικά φορτία κατά τη θέρμανση ή ψύξη. Η υπερδιαστασιολόγηση του κεντρικού συστήματος λέβητα-καυστήρα για τη θέρμανση χώρων, μειώνει την τελική απόδοση του συστήματος σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στην παράγραφο 4.1.2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

5.1.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης του κτηρίου, έχει υπολογιστεί το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο του κτηρίου. Για τον υπολογισμό της ισχύος λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 20%, λόγω θερμικών απωλειών στο λέβητα, στο δίκτυο διανομής και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής θερμότητας θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης:

α. για τους χώρους των γραφείων θα τοποθετηθούν δύο αντλίες θερμότητας αέρα-αέρα πολυδιαιρούμενου τύπου (VRV) θερμικής ισχύος 50,00 kW, απόδοσης SCOP=3,50 και τερματικές μονάδες ψύξης-θέρμανσης τύπου τοίχου. Τα δίκτυα διανομής του οικολογικού ψυκτικού μέσου θα κατασκευαστούν με χαλκοσωλήνες βαρέως τύπου και διατομών σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Για την θέρμανση των W.C. των γραφείων θα τοποθετηθούν στεγανά ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα.

Βάσει των κανονισμών εφαρμόζεται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας των εσωτερικών χώρων του κτηρίου.

Οι ποσότητες, τα μεγέθη και τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των μηχανημάτων και συσκευών φαίνονται στην αντίστοιχα σειρά σχεδίων κλιματισμού.

Παρατήρηση: Για κάθε ιδιοκτησία, οι επιμέρους κλάδοι διανομής θερμικής ενέργειας από το κολλεκτέρ προς τα σώματα καλοριφέρ, θα πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να καλύπτουν χώρους με ίδιες λειτουργικές ιδιαιτερότητες όπως: ίδια χρήση και ωράριο λειτουργίας (υπνοδωμάτια, κοινόχρηστοι χώροι, κ.α.), ίδια εσωτερικά φορτία (συσκευές, ήλιακά κέρδη λόγω κοινού προσανατολισμού), κ.α. Με το σχεδιασμό αυτό μπορεί να εφαρμοστεί και ξεχωριστός θερμοστατικός έλεγχος στους επιμέρους αυτούς χώρους κάθε ιδιοκτησίας (π.χ. διαμέρισμα), με παράλληλη ρύθμιση τροφοδοσίας κάθε κλάδου ξεχωριστά (μέσω αυτόματης βάνας στο επίπεδο του κολλεκτέρ), ανάλογα τις απαιτήσεις σε θερμική ενέργεια.

5.1.2. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης του κτηρίου:

Για τους χώρους των εργαστηρίων-γραφείων θα χρησιμοποιηθούν οι προαναφερθείσες αντλίες θερμότητας αέρα-αέρα πολυδιαιρούμενου τύπου (VRV) ψυκτικής ισχύος 45,00 kW η κάθε μία, απόδοσης SEER=5,50 και τερματικές μονάδες ψύξης-θέρμανσης τύπου τοίχου. Τα δίκτυα διανομής του οικολογικού ψυκτικού μέσου θα κατασκευαστούν με χαλκοσωλήνες βαρέως τύπου και διατομών σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30°C προκύπτει σύμφωνα με την TOTEE 20701-3/2014. Τις βραδινές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που υπάρχει καύσωνας.

Στον πίνακα 5.1 που ακολουθεί, δίνονται αναλυτικά, η ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER των αντλιών θερμότητας που εγκατασταθούν στις επιμέρους ιδιοκτησίες του κτηρίου, σύμφωνα με τις μονάδες που επιλέχθηκαν κατά τη μελέτη ψύξης.

Πίνακας 5.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμότητας για κάθε ιδιοκτησία

Σύστημα	Τύπος	Ονομαστική ψυκτική ισχύς [KW]	Δείκτης αποδοτικότητας EER	Καύσιμο
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	45.0	3.300	Ηλεκτρισμός
	Αερόψυκτη Α.Θ.	45.0	3.300	Ηλεκτρισμός

Παρατήρηση: Σε περίπτωση που για το υπό μελέτη κτήριο δεν προβλεπόταν η εγκατάσταση συστήματος ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται ότι το κτήριο ψύχεται και το σύστημα ψύξης θα έχει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντίστοιχου κτηρίου αναφοράς, όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 (παράγραφος 4.2.1) και στον Κ.Εν.Α.Κ. Στην περίπτωση αυτή, στην παρούσα παράγραφο θα περιγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης του κτηρίου αναφοράς.

5.1.3. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Η προσαγωγή νωπού και ο εξαερισμός των εργαστηρίων-γραφείων θα επιτυγχάνεται με τη χρήση ανεμιστήρα με εναλλάκτη θερμότητας αέρα-αέρα (VAM) για εξοικονόμηση ενέργειας, ο οποίος θα εγκατασταθεί εντός της ψευδοροφής, και θα συνδεθεί με δίκτυο εύκαμπτων και μεταλλικών αεραγωγών και στομιών, όπως φαίνονται στα αντίστοιχα σχέδια για την απαγωγή, την προσαγωγή, τη λήψη του νωπού και την απόρριψη.

Θα τοποθετηθούν συνολικά επτά (7) εναλλάκτες θερμότητας αέρα-αέρα (VAM) παροχής:

- τέσσερεις (4) των 1000m³/h,
- ένας (1) των 800m³/h,
- ένας (1) των 650m³/h και
- ένας (1) των 350m³/h

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).

Τα στοιχεία του συστήματος αερισμού του υπό μελέτη κτηρίου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 5.1.1: Στοιχεία συστήματος αερισμού

Ζώνη	Χρήση	Τύπος αερισμού	Απαιτήση για νωπό αέρα [m ³ /h/m ²]
ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ	Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	Μηχανικός	11.00

5.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για το υπο μελέτη τμήμα ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 ανά χρήση, και είναι αυτή η τιμή που θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς.

- Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης: δεν υπολογίζεται κατανάλωση ZNX σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτήριο είναι 0.00 lt

Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 45°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου της Πάτρας όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2014, δίνονται στον πίνακα 5.2.

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου για Ζ.Ν.Χ. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \rho \cdot \Delta T$$

όπου:

V_d [lt /ημέρα] το ημερήσιο φορτίο, V_d = 0.00 (lt/ημέρα),

ρ [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήσης, ρ = 1 (kg/ lt),

c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα, c = 4,18 kJ/(kg.K),

ΔT [K] ή [°C] θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της χαμηλότερης θερμοκρασίας του νερού δικτύου και της θερμοκρασίας του Ζ.Ν.Χ..

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.

Ζώνη	Χρήση	V _d [lt/ημέρα]	V _{store} [lt]	Q _D [kWh/ημέρα]	P _n [kW]
ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ	Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	0.00	0.00	0.00	0.00

5.2.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ 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. 20701-1/2017 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 5.2.1: Στοιχεία συστήματος για ZNX

Σύστημα	Τύπος	Ισχύς [KW]	Βαθμός απόδοσης	Καύσιμο
1	Κεντρική μονάδα λέβητα-καυστήρα	0.0	1.000	Ηλεκτρισμός

Οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής ZNX θα είναι θερμομονωμένες σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και τα οριζόμενα στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 (πίνακας 4.7).

5.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η κύρια χρήση του κτηρίου είναι : Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό στις κατοικίες δε λαμβάνεται υπόψη για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου. Έτσι, η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό θα υπολογισθεί μόνο για άλλη χρήση κτηρίου και θα συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την ενεργειακή πιστοποίηση του αντίστοιχου τμήματος του κτηρίου.

Τα εργαστήρια-γραφεία, σύμφωνα με τη μελέτη φωτισμού, θα χρησιμοποιούν 129 φωτιστικά σώματα με δύο γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού 36 Watt με ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία και με φωτεινή δραστηριότητα 60 lumen/W. Για επιθυμητή στάθμη φωτισμού 300 lux, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010 (πίνακας 2.4), η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών στους χώρους των καταστημάτων υπολογίζεται στα 4.65 kW. Στις ζώνες φυσικού φωτισμού ενός χώρου σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., θα πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα αφής/σβέσης τουλάχιστον του 60% των λαμπτήρων που βρίσκονται σε αυτές. Σύμφωνα με τη μελέτη φωτισμού, το 60% της επιφάνειας των εργαστηρίων χαρακτηρίζεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού.

Οι χώροι των εργαστηρίων διαθέτουν ξεχωριστούς διακόπτες (αφής/σβέσης) για δέκα (10) επιμέρους ζώνες φωτισμού. Η διακριτοποίηση των ζωνών έγινε με κριτήριο τη μεταβολή της στάθμης φωτισμού στη διάρκεια της ημέρας και τον προσανατολισμό τους. Σε κάθε επιμέρους ζώνη θα υπάρχει η δυνατότητα αφής/σβέσης των λαμπτήρων κατά 60% του συνόλου των φωτιστικών σωμάτων.

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας, προβλέπεται η εγκατάσταση απλών συστημάτων ελέγχου των φωτιστικών στις ζώνες φυσικού φωτισμού που αποτελούνται από αισθητήρα φυσικού φωτισμού και αυτόματους διακόπτες σβέσης στο 60% των φωτιστικών όλων των ζωνών.

Ζώνη	Επιθυμητή ισχύς φωτισμού [lux]	Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα [lm/W]	Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού [W/m ²]	Φωτισμός ασφαλείας	Εφεδρικό σύστημα	Διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου φυσικού φωτισμού
1	300.0	0.0	8.4	NAI	OXI	Χειροκίνητος έλεγχος

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

Σύμφωνα με τη 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. Η περίπτωση εγκατάστασης οριζόντιων γεωθερμικών εναλλακτών για τη λειτουργία αντλίας θερμότητας δεν μπορεί να εφαρμοστεί, λόγω ανεπαρκούς ελευθέρου οικοπέδου (υπολογίστηκε πως υπάρχει δυνατότητα κάλυψης μόνο του 14% των απαιτούμενων ψυκτικών - θερμικών φορτίων του κτηρίου).
3. Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών όπως παρουσιάστηκε παραπάνω και η οποία είναι υποχρεωτική βάσει των κανονισμών, θα καλύψει μέρος του θερμικού φορτίου για ζεστό νερό χρήσης του κτηρίου. Λόγω της

περιορισμένης επιφάνειας, δεν υπάρχει δυνατότητα εφαρμογής περαιτέρω εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών ή φωτοβολταϊκών στοιχείων.

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 θα πρέπει να 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 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017, οι θερμικές ζώνες ενός κτηρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου έγιναν με τη χρήση του υπολογιστικού εργαλείου TEE-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 Πάτρας, είναι ενσωματωμένα στη βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2014, "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 τους προσανατολισμούς, για την περιοχή της Πάτρας. Το υψόμετρο της περιοχής όπου θα κατασκευασθεί το κτήριο είναι μικρότερο από τα 500 m. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

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 εκδοθεί ΠΕΑ για αντίστοιχη κύρια χρήση: Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κάθε τμήματος του κτηρίου με διαφορετική κύρια χρήση, προσδιορίζονται τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. και στη 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:

- Η χρήση του κτηρίου, Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης,
- 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, όπως: η θερμοπερατότητα, η θερμική μάζα, η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, η διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων, όπως: 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 τη μελέτη σχεδιασμού για το κτήριο.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη τμήματος του φορτίου για ΖΝΧ.

6.3. ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το εμβαδό και ο όγκος του υπό μελέτη τμήματος ανά χρήση δίνονται στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1: Εμβαδό και όγκος τμήματος

Θερμική Ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m ²]	Θερμαινόμενος όγκος [m ³]	Ψυχόμενος όγκος [m ³]
ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ	651.100	651.100	2832.2850	2832.285

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 4 K 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

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	651.1	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² K)]	280	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Δ	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	658	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²)	0.00	Μόνο για κατοικίες από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	0	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός εξώθυρων με περιθώριο στο κάτω μέρος > 1.0 cm και σε επαφή με εξωτερικό περιβάλλον		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	

Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από
ανεμιστήρες οροφής

6.3.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 έχουν καθορισθεί οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) 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: Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)		
Ωράριο λειτουργίας	8	Προκαθορισμένη παράμετρος από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 και 20701-3/2010
Ημέρες λειτουργίας	5	
Μήνες λειτουργίας	9	
Περίοδος θέρμανσης	1/11 έως 15/4	
Περίοδος ψύξης	15/5 έως 15/9	
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 ³ /h/m ²)	11.00	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	300	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς (W/m ²)	9.6	
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m ³ /m ² έτος)	0.00	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	45	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	17.6	
Εκλυόμενη θερμοκρασία από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	40.0	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.18	
Εκλυόμενη θερμοκρασία από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	0.75	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.18	

6.3.3. ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

6.3.3.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ

Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμα επίχρυσμα. Όπου θεωρηθεί σκόπιμο πιθανόν να χρησιμοποιηθούν στρώσεις από πλάκες πεζοδρομίου ή κεραμικά πλακίδια κ.α. Σε κάθε περίπτωση, 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.α δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα.

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

Όροφος	Τύπος	Δομικό στοιχείο	γ^1	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	α^2	ε^3
ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ	Τοίχος	T2	67	0.437	100.17	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	67	0.457	1.23	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	67	0.457	1.23	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	67	0.457	1.23	0.40	0.80

Τοίχος	T7	67	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	67	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	67	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	67	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	67	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	67	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	67	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	67	0.457	9.57	0.40	0.80
Τοίχος	T6	67	3.953	5.75	0.40	0.80
Τοίχος	T2	337	0.437	52.09	0.40	0.80
Τοίχος	T7	337	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	337	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	337	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	337	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	337	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	337	0.457	4.25	0.40	0.80
Τοίχος	T6	337	3.953	2.55	0.40	0.80
Τοίχος	T2	247	0.437	94.66	0.40	0.80
Τοίχος	T7	247	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	247	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	247	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	247	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	247	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	247	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	247	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	247	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	247	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	247	0.457	9.57	0.40	0.80
Τοίχος	T6	247	3.953	5.75	0.40	0.80
Τοίχος	T2	157	0.437	63.55	0.40	0.80
Τοίχος	T7	157	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	157	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	157	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	157	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	157	0.457	1.23	0.40	0.80
Τοίχος	T7	157	0.457	4.25	0.40	0.80
Τοίχος	T6	157	3.953	2.55	0.40	0.80
Δάπεδο	Δ2		1.853	498.75	0.00	0.00
Οροφή	O1	O	0.417	651.10	0.65	0.80

6.3.3.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

πλάκες σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
Δ2	1.853	498.900	76.000	13.129	0.2	0.310

κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
-----------------	-----------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	------------------------------

6.3.3.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

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

Όροφος	Τύπος	Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	Γειτνιάζων ΜΟΧ
ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ	Δάπεδο	Δ2	1.853	152.10	ΛΕΒΗΤΟΣ ΤΑΣΙΟ

6.3.3.4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται τα δεδομένα των αδιαφανών δομικών στοιχείων των τυχόν μη θερμαινόμενων χώρων, που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και εκείνων που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος αντίστοιχα.

Πίνακας 6.4.γ Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων μ.θ.χ. σε επαφή με αέρα.

ΜΟΧ	Τύπος	Προσανατολισμός	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό [m ²]
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	T5	ΒΑ	3.165	27.435
	T6	ΒΑ	3.953	1.170
	T5	ΒΑ	3.165	1.170
	T6	ΒΑ	3.953	1.170
	T6	ΒΔ	3.953	63.180
	T6	ΒΔ	3.953	1.950
	T6	ΒΔ	3.953	1.170
	T5	ΝΔ	3.165	25.205
	T6	ΝΔ	3.953	1.170
	T5	ΝΔ	3.165	1.170
	T6	ΝΔ	3.953	1.170
	T6	ΝΑ	3.953	60.450
	T6	ΝΑ	3.953	1.170
	T6	ΝΑ	3.953	1.170
	T6	ΝΑ	3.953	1.170
	T6	ΝΑ	3.953	1.170
	T6	ΝΑ	3.953	1.170
	T6	ΝΑ	3.953	1.170

Πίνακας 6.4.δ Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων μ.θ.χ. σε επαφή με έδαφος.

ΜΟΧ	Τύπος	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό [m ²]	Εκτεθειμένη περίμετρος [m]	Μέσο βάθος έδρασης [m]
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	T6	4.500	1.343		0.2
	T6	4.500	2.550		0.2
	T6	4.500	1.343		0.2
	T6	4.500	2.550		0.2
	Δ2	0.260	152.10	18.00	0.0

6.3.3.5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

Ο συνολικός αερισμός μη θερμαινόμενων χώρων υπολογίζεται βάσει του πίνακα 3.27 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Για το υπό μελέτη κτήριο η παροχή αέρα των μη θερμαινόμενων χώρων καθώς και ο αερισμός τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΜΟΧ	Παροχή [m ³ /h/m ³]	Συνολικός όγκος [m ³]	Αερισμός [m ³ /h]
ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	0.5	593.38	296.69

6.3.3.6. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στην παράγραφο 4.3 παρουσιάστηκαν αναλυτικά τα χαρακτηριστικά των κουφωμάτων που θα χρησιμοποιηθούν στο υπό μελέτη κτήριο κατά περίπτωση.

Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους "g" σε κάθετη πρόσπτωση των υαλοπινάκων δηλώνεται από τον κατασκευαστή και φαίνεται στους αναλυτικούς υπολογισμούς που παρατίθενται.

Αναλυτικά οι υπολογισμοί σχετικά με τα διαφανή δομικά στοιχεία δίνονται στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Για κάθε κούφωμα υπολογίστηκε ο συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} , ο συντελεστής σκίασης από προστέγασμα F_{ov} και ο συντελεστής σκίασης από πλευρικό F_{fin} .

Στα σχέδια KN-3.1 έως KN-3.2 δίνονται οι γωνίες σκίασης των κουφωμάτων από μακρινά εμπόδια (περιβάλλον κτηρίου), προστεγάσματα και πλευρικά σκίαστρα.

Στον πίνακα 6.5.α δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα για τα νότια ανοίγματα (άμεσου κέρδους) και στον πίνακα 6.5.β για όλα τα υπόλοιπα.

Πίνακας 6.5.α Δεδομένα κουφωμάτων άμεσου κέρδους.

Όροφος	Κούφωμα	γ	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	g_w	F_{hor} θέρμ.	F_{hor} ψύξη	F_{ov} θέρμ.	F_{ov} ψύξη	F_{fin} θέρμ.	F_{fin} ψύξη
--------	---------	----------	-----------------------------	-----------------------------	-------	--------------------	-------------------	-------------------	------------------	--------------------	-------------------

Πίνακας 6.5.β Δεδομένα κουφωμάτων.

Όροφος	Κούφωμα	γ	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	g_w	F_{hor} θέρμ.	F_{hor} ψύξη	F_{ov} θέρμ.	F_{ov} ψύξη	F_{fin} θέρμ.	F_{fin} ψύξη
ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ	BA1	67	6.48	2.146	0.50	1.00	1.00	0.36	0.32	1.00	0.98
	BA2	67	6.40	2.147	0.50	1.00	1.00	0.36	0.32	1.00	0.98
	BA3	67	6.40	2.147	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	BA4	67	6.40	2.147	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	BA5	67	6.40	2.147	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	BA6	67	4.56	2.182	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	BA7	67	3.96	2.393	0.42	1.00	1.00	0.61	0.56	1.00	0.97
	BA8	67	3.96	2.393	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	BA1	337	5.66	2.330	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	BA2	337	5.80	2.321	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NA1	247	6.48	2.146	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NA2	247	6.40	2.147	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NA3	247	6.40	2.147	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NA4	247	6.40	2.147	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NA5	247	6.40	2.147	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NA6	247	6.40	2.147	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NA7	247	6.40	2.147	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NA8	247	5.20	2.167	0.49	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

6.3.4. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

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 κτηρίου, στο λογισμικό.

6.3.4.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΧΩΡΩΝ

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθεί για τη θερμική ζώνη με χρήση "Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης".

Πίνακας 6.6. Δεδομένα συστήματος θέρμανσης τμήματος Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης Ι (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας: Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 50.0 kW και Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 50.0 kW											
Συνολική θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 3.500, 3.500											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός, Ηλεκτρισμός											
Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} :											
Συντελεστής μόνωσης n_{g2} :											
Πραγματικός βαθμός απόδοσης n_{gm} :											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠ	0	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (€/m ²):											
Δίκτυο διανομής θερμότητας: Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 0.000											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/> Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 90.00											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: 95.5%											
Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.88 T.O.T.E.E. 20701-1/2017, πίνακας 4.12											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων			

		(W/m ²)
		4.99
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 80% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου		

Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί κάλυψης φορτίου για το σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)													
A/α	Τύπος	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.	0.500	0.500	0.500	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500
2	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ.	0.500	0.500	0.500	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500

Στον πίνακα 6.6. δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης του τμήματος με χρήση "Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης"

6.3.4.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ ΧΩΡΩΝ

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης του τμήματος με χρήση "Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης"

Πίνακας 6.7. Δεδομένα συστήματος ψύξης τμήματος "Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης"

Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)											
Μονάδα παραγωγής ψύξης: Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 45.0 kW και Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 45.0 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 3.300, 3.300											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός, Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠ	1	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης: Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 45.000											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/> Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C):											
Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C):											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής: 98.5%											
Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: Άμεσα συστήματα (μονάδες ανεμιστήρα (fan coils), δαπέδου ή οροφής											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.96 T.O.T.E.E. 20701-1/2017, πίνακας 4.14											
Βοηθητική ενέργεια											

Τύπος βοηθητικών συστημάτων	Αριθμός συστημάτων	Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m ²)
		0.00
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 80% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου		

Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί κάλυψης φορτίου για το σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)													
A/α	Τύπος	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.000	0.000	0.000
2	Αερόψυκτη Α.Θ.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.000	0.000	0.000

6.3.4.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Ο αερισμός που εφαρμόζεται σε όλους τους χώρους του κτηρίου είναι μηχανικός και σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, η παροχή του αέρα θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νωπό αέρα.

Από τον πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 λαμβάνεται μηχανικός αερισμός σύμφωνα με τη χρήση του υπό μελέτη τμήματος ως εξής :

- Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης: 11.00 m³/h/m²

Η ζώνη 1(Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) διαθέτει και σύστημα μηχανισμού αερισμού / ΚΚΜ με τα εξής χαρακτηριστικά:

A/a	Ενεργό τμήμα θέρμανσης	Παροχή αέρα θέρμανσης (m ³ /s)	Συντελεστής ανακυκλοφορίας αέρα (θέρμανση)	Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας (θέρμανση)	Ενεργό τμήμα ψύξης	Παροχή αέρα ψύξης (m ³ /s)	Συντελεστής ανακυκλοφορίας αέρα (ψύξη)	Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας (ψύξη)	Ενεργό τμήμα υγρανσης	Συντελεστής ανάκτησης υγρασίας	Φίλτρα	Ειδική απορρόφηση ισχύος (kW/m ³)
1	ΟΧΙ	0.280	0.000	0.852	ΟΧΙ	0.280	0.000	0.852	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	1.000
2	ΟΧΙ	0.220	0.000	0.872	ΟΧΙ	0.220	0.000	0.872	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	1.000
3	ΟΧΙ	0.180	0.000	0.836	ΟΧΙ	0.180	0.000	0.836	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	1.000
4	ΟΧΙ	0.280	0.000	0.852	ΟΧΙ	0.280	0.000	0.852	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	1.000
5	ΟΧΙ	0.280	0.000	0.852	ΟΧΙ	0.280	0.000	0.852	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	1.000
6	ΟΧΙ	0.100	0.000	0.860	ΟΧΙ	0.100	0.000	0.860	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	1.000
7	ΟΧΙ	0.280	0.000	0.852	ΟΧΙ	0.280	0.000	0.852	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	1.000
8	ΟΧΙ	0.180	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.180	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	0.000
9	ΟΧΙ	0.180	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.180	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	0.000
10	ΟΧΙ	0.130	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.130	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	0.000
11	ΟΧΙ	0.020	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.020	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	0.000
12	ΟΧΙ	0.831	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.831	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	1.000

6.3.4.4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Τα στοιχεία (ισχύς, καύσιμο, δίκτυο διανομής κτλ) 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.

Πίνακας 6.8. Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης

Σύστημα ζεστού νερού χρήσης ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Κεντρική μονάδα λέβητα-καυστήρα ισχύος 0.0 kW
Θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 1.000

Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ZNX από το σύστημα (%)											
IAN	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											
Σύστημα ανακυκλοφορίας ZNX: <input type="checkbox"/> NAI <input checked="" type="checkbox"/> OXI											
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ZNX (%): 100.0%											
Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας											
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ZNX: 98%											

6.3.4.5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Οι ηλιακοί συλλέκτες που θα εγκατασταθούν στο δώμα, έχουν τη δυνατότητα κάλυψης μέρος του ZNX του κτηρίου. Το είδος, η επιφάνεια, ο βαθμός αξιοποίησης, αλλά και τα υπόλοιπα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 6.9. που ακολουθεί:

Πίνακας 6.9. Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών

Ηλιακοί συλλέκτες θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)	
Είδος ηλιακού συλλέκτη	Απλός
Χρήση ηλιακού συλλέκτη για: <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/> Θέρμανση χώρων	
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για ζεστό νερό χρήσης (%):	-
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για θέρμανση χώρων (%):	-
Εμβαδόν επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών (m ²):	0.0
Κλίση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών (°):	0
Προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών (°):	180
Συντελεστής σκίασης F-s:	1.00

6.3.4.6. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων φωτισμού του κτηρίου, όπου αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., συνοψίζονται παρακάτω:

Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) 5469.2 Για φωτιστική δραστηριότητα 0lm/W και Στάθμη φωτισμού 300.0Lux		
Περιοχή φυσικού φωτισμού (%)	60.1	
Συντελεστής αυτοματισμού ελέγχου φυσικού φωτισμού, F _D	1.0	Χειροκίνητος έλεγχος φωτισμού
Συντελεστής αυτοματισμού ανίχνευσης κίνησης, F _O	1.0	
Χρόνος χρήσης φυσικού φωτισμού (h) ₀	1560	Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
Χρόνος χρήσης τεχνητού φωτισμού (h) ₀	0	Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
Σύστημα απομάκρυνσης εκλυόμενης θερμότητας από τα φωτιστικά	<input type="checkbox"/> NAI <input checked="" type="checkbox"/> OXI	
Φωτισμός ασφαλείας	<input checked="" type="checkbox"/> NAI <input type="checkbox"/> OXI	
Σύστημα εφεδρείας	<input type="checkbox"/> NAI <input checked="" type="checkbox"/> OXI	

6.3.4.7. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Τα δεδομένα του κτηρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, παράλληλα με την εισαγωγή και ανάλογα τη χρήση και τη 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/m²), όπως:

Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη

Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²), 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/m²) 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. 20701-1/2017 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Ελκνόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kW)
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

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.

7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το υπό μελέτη τμήμα έχει χρήση "Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης" και τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη δίδονται στον πίνακα 7.1.

Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 7.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτηρίου

Χρήση: Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (kWh/m²)

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	3.50	1.90	0.70	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.90	8.40
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	0.00	0.00	0.00	3.90	0.00	0.00	0.00	6.60
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 ενέργειας ανά τελική χρήση δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί. 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

Χρήση: Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	3.00	2.10	1.80	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	1.70	2.30	12.60
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	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	1.80	0.00	0.00	0.00	2.20	0.00	0.00	0.00	4.00
ΖΝΧ	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 ΖΝΧ	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	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.00	0.00	0.00	1.60	1.60	1.60	1.60	14.10
Φωτοβολταϊκά	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
Σύνολο	4.50	3.70	3.40	2.50	3.40	0.00	0.00	0.00	3.80	2.30	3.20	3.90	30.70

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

Πίνακας 7.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο - "Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης"

Χρήση: Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	
Ηλεκτρισμός	30.7
Γεωθερμία	0.0
Σύνολο	30.7

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα 7.4. που ακολουθεί.

Πίνακας 7.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	32.8	36.6
Ψύξη	11.7	11.7
ZNX	0.0	0.0
Φωτισμός	46.3	40.9
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	90.9	89.2

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο, δίνονται στον πίνακα 7.5.

Πίνακας 7.5. Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Χρήση: Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Τελική χρήση	Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m ²)	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²)
Ηλεκτρισμός	30.7	30.0
Γεωθερμία	0.0	0.0

7.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πίνακας 7.4) του τμήματος του υπο μελέτη κτηρίου, φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία B (βλ. επόμενο σχήμα σχήμα).

Άρα υπερπληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του KENAK, για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς.

Ενεργειακή κατηγορία:									
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:									
$EP \leq 0,33 R_R$	A+								
$0,33 R_R < EP \leq 0,5 R_R$	A								
$0,50 R_R < EP \leq 0,75 R_R$	B+								
$0,75 R_R < EP \leq 1,00 R_R$	B								
$1,00 R_R < EP \leq 1,41 R_R$	Γ								
$1,41 R_R < EP \leq 1,82 R_R$	Δ								
$1,82 R_R < EP \leq 2,27 R_R$	E								
$2,27 R_R < EP \leq 2,73 R_R$	Z								
$2,73 R_R < EP$	H								

B

89.20 kWh/m²

Ενεργειακή κατάταξη τμήματος κτηρίου

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

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

Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων».

Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις».

Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010, «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- Κ.Εν.Α.Κ..».

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» Α' Έκδοση

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» Γ' Έκδοση

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2014, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών» Γ' Έκδοση

Duffie A John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.

ΛΙΣΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (CHECK LIST) ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ

Το κτήριο πρέπει να πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και αφορούν τον 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.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Στο σχεδιασμό του κτηρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι παράμετροι:	Για τον σχεδιασμό του κτηρίου εφαρμόστηκαν τα εξής:
Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου 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 (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).	Παράγραφος 3.2.
Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος (Π.Η.Σ.), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (χρήση νοτίων ανοιγμάτων), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακού χώρου (θερμοκήπιο) κ.α. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών	Παράγραφος 3.6.
Ηλιοπροστασία κτηρίου	Παράγραφος 3.3.
Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.	Παράγραφος 3.5.
Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.	Παράγραφος 3.4.
Απαραίτητα σχέδια	
Σχέδια σκιασμού από μακρινά εμπόδια.	
Σχέδια σκιασμού από προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ.Σχ. ΚΝ-2.1-2.2
Σχέδια γωνιών σκιασμού ανοιγμάτων από μακρινά εμπόδια, προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ.Σχ. ΚΝ-3.1-3.2
Σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών παθητικών ηλιακών συστημάτων (εκτός άμεσου κέρδους), με σχηματικές τομές τρόπου λειτουργίας τους.	Δεν προβλέπονται τέτοια ΠΗΣ

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
---	--

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών τοίχων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, αλλά και με όμορα κτήρια, θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη ως ερχόμενων σε επαφή με τον αέρα. (Όλα τα κτήρια στον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας θεωρούνται ως πανταχόθεν ελεύθερα)	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δώματος (ή/και της πλοκής) θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δαπέδων σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών τοίχων σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των γυάλινων προσόψεων θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Δεν υπάρχουν γυάλινες προσόψεις
Ο μέσος συντελεστής $U_{\text{τη}}$ θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την αντίστοιχη τιμή του λόγου A/V .	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Τεύχος ελέγχου θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται:	
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων	Παράγραφος 4 Τεύχος Υπολογισμών
Αναλυτικές προμετρήσεις εμβαδών αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή: με εξωτερικό αέρα, με έδαφος, με μη θερμαινόμενους χώρους	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Αναλυτικές προμετρήσεις θερμογεφυρών	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_{m} .	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Σε κάθε κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.), με παροχή νωπού αέρα $\geq 60\%$ της ονομαστικής παροχής, εφαρμόζεται ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%	Παράγραφος 5.1.3.
Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή άλλου μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος ΖΝΧ, 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) διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με σχετική ΤΟΤΕΕ	Παράγραφος 5.1.3.

20701-1/2017.	
Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης θερμοκρασίας (ή άλλο ισοδύναμο) για την αποδοτική αντιμετώπιση των μερικών φορτίων. Εάν υπάρχουν μεταβλητά φορτία δικτύου χρησιμοποιούνται συστήματα προσαρμογής του υδραυλικού σημείου λειτουργίας (π.χ. κυκλοφορητές μεταβλητής ικανότητας Δν-ρ)	Παράγραφοι 5.1.1. και 5.1.2.
Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος ανακυκλοφορίας ZNX, εφαρμόζεται κυκλοφορία με σταθερό Δρ και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών βάση της ζήτησης σε ZNX.	Παράγραφος 5.2
Κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. <ul style="list-style-type: none"> Τεκμηρίωση σε περίπτωση μη κάλυψης του ποσοστού 60% Κάλυψη των αναγκών σε ZNX από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας. 	Παράγραφος 5.2.2.
Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτήρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 60 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m ² 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.	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 θερμιδομέτρηση	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου	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 κατ' ελάχιστο 0,95.	Παράγραφος 5.4.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

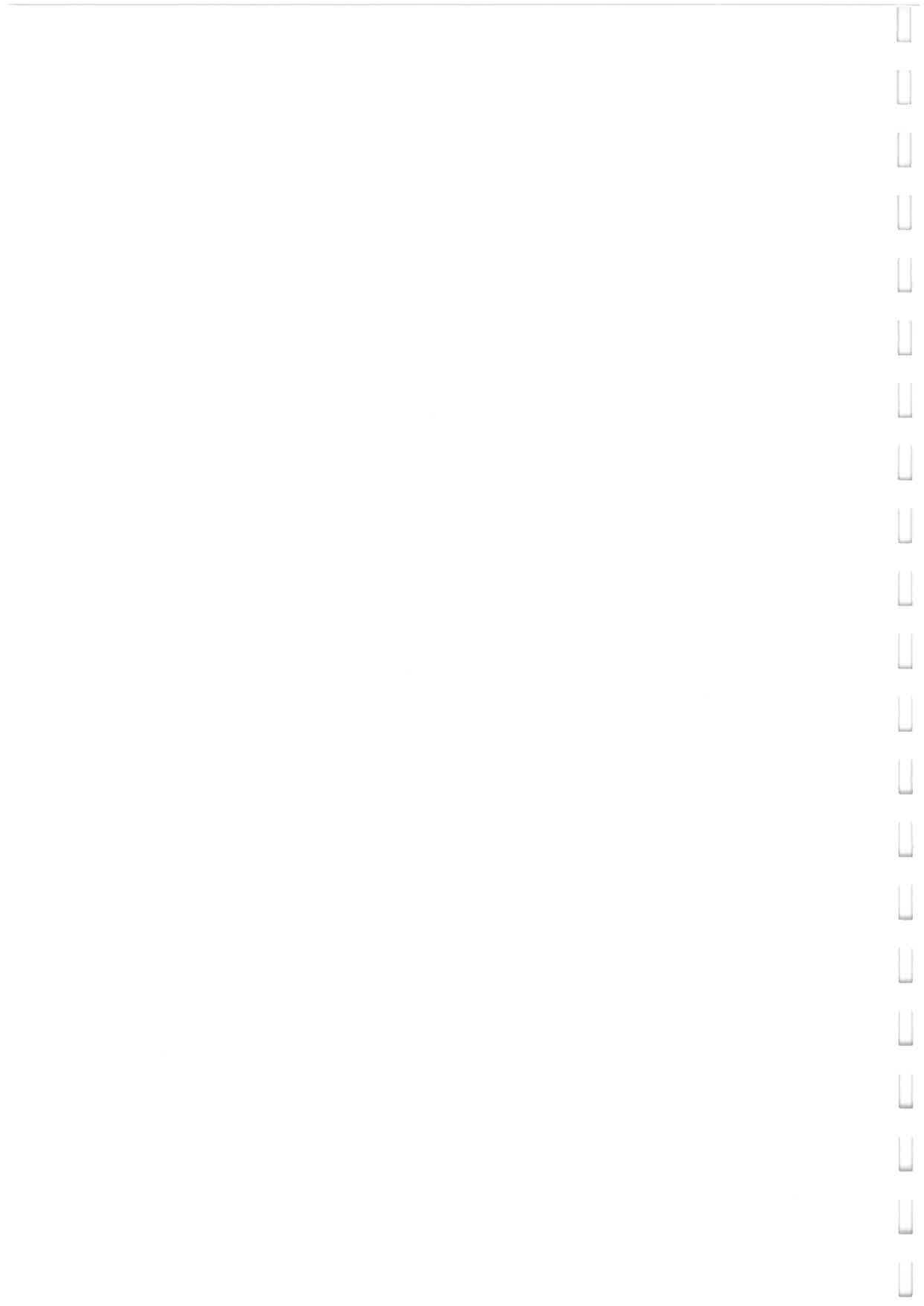
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο
Μελέτη τεχνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής σκοπιμότητας	
Το κτήριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία B (κτήριο αναφοράς) ή σε καλύτερη	Παράγραφοι 7.3 και 7.4
Το κτήριο έχει μικρότερη ή ίση μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το κτήριο αναφοράς.	Παράγραφοι 7.1. και 7.2.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Τεκμηρίωση μη απαίτησης εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης	Παράγραφος 5.4.
Τεκμηρίωση υπαγωγής ή μη στην περίπτωση ριζικής ανακαίνισης	Δεν απαιτείται
Σε περίπτωση υπαγωγής σε ριζική ανακαίνιση	Δεν απαιτείται

απαιτείται τεκμηρίωση με τεχνική έκθεση, των επιλεγμένων ή μη επεμβάσεων ως προς τις τεχνικές, λειτουργικές και οικονομικές δυσκολίες τη σχέση κόστους/οφέλους που προκύπτει από το βαθμό αναβάθμισης του κτηρίου και την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται.	
---	--

Ο μηχανικός



Σειριακός αριθμός μηχανής TEE: Y9378D5YRYNB3ZD1 - έκδοση: 1.31.1.9
4M-KENAK Version: 1.00, S/N: 1616938768,
Αρ. έγκρισης: 1935/6.12.2010

Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών

Έργο: ΚΤΗΡΙΟ Α (ΠΡΩΗΝ ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΟ) ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΑΛ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ
Διεύθυνση: Ν. ΤΣΑΡΑ 6, ΝΑΥΠΑΚΤΟΣ

Μελετητές:

3 Οκτωβρίου 2018

Περιεχόμενα

1. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων	3
2. Υπολογισμός ισοδύναμων συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος	11
3. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις	14
4. Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	18
5. Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	25
6. Διαφανή δομικά στοιχεία	27
7. Μη θερμαινόμενοι χώροι	30
8. Θερμογέφυρες	33
9. Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_{m} του κτιρίου	39
10. Υπολογισμός αθέλητου αερισμού	41

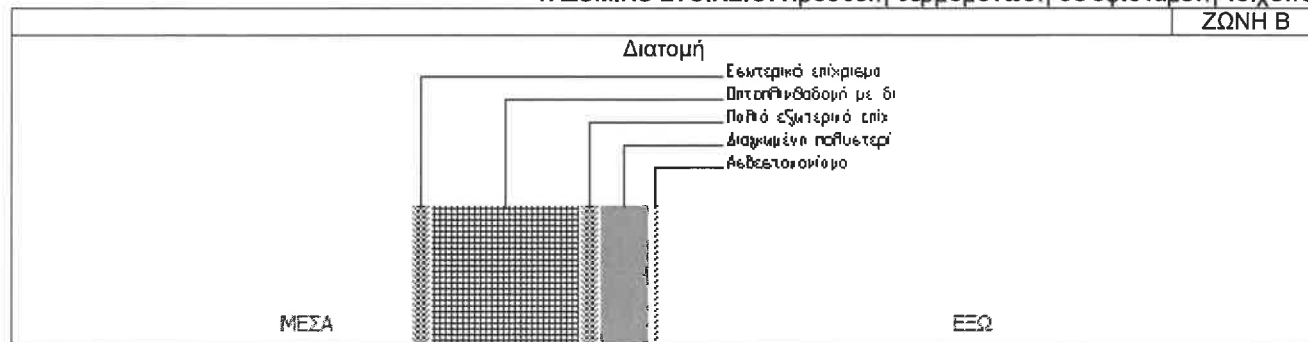
1. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός
συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου
1
Αριθμός φύλλου 1.2

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Πρόσθετη θερμομόνωση σε υφιστάμενη τοιχοποιία

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m^3	m	W/(mK)	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$
1	Εσωτερικό επίχρισμα	1800	0.020	0.872	0.023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπές	1500	0.180	0.510	0.353
3	Παλιό εξωτερικό επίχρισμα	1800	0.020	0.872	0.023
4	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS100	19	0.060	0.035	1.714
5	Αεραστοκονίασμα	1900	0.005	0.870	0.006
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.285$		$R_L=2.119$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ			R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)			0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)			0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)			0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)			0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _L	(m ² K)/W	2.119
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{oL}	(m ² K)/W	2.289

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0.437
Μένιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U _{max}	W/(m ² K)	0.50

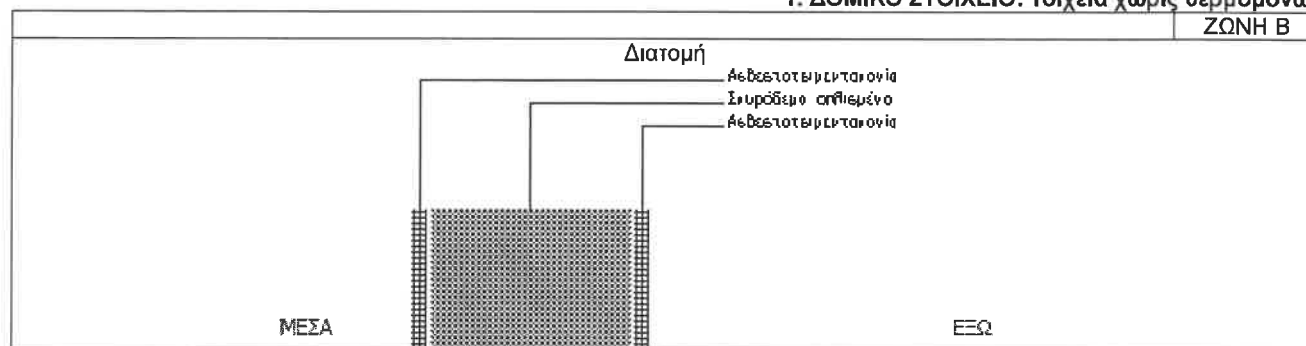
Πρέπει $U \leq U_{\max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός
συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου
1
Αριθμός
φύλλου 1.5

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοιχεία χωρίς θερμομόνωση

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Αεριοστεγνωτικό	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.250	2.500	0.100
3	Αεριοστεγνωτικό	1800	0.020	0.870	0.023
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.290$		$R_L=0.146$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000

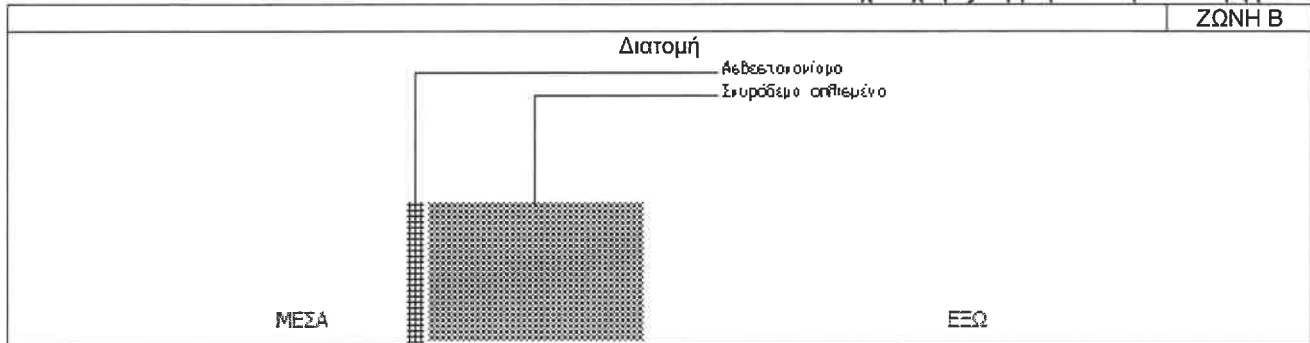
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_L	(m ² K)/W	0.146
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{oL}	(m ² K)/W	0.316

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	3.165
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K)	-

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου
υπολογισμός
συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου
1
Αριθμός
φύλλου 1.6

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοιχεία χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με Φ.Ε.



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.25	2.500	0.100
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.270$		$R_L=0.123$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_L	(m ² K)/W	0.123
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{oL}	(m ² K)/W	0.253

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	3.953
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	0.50

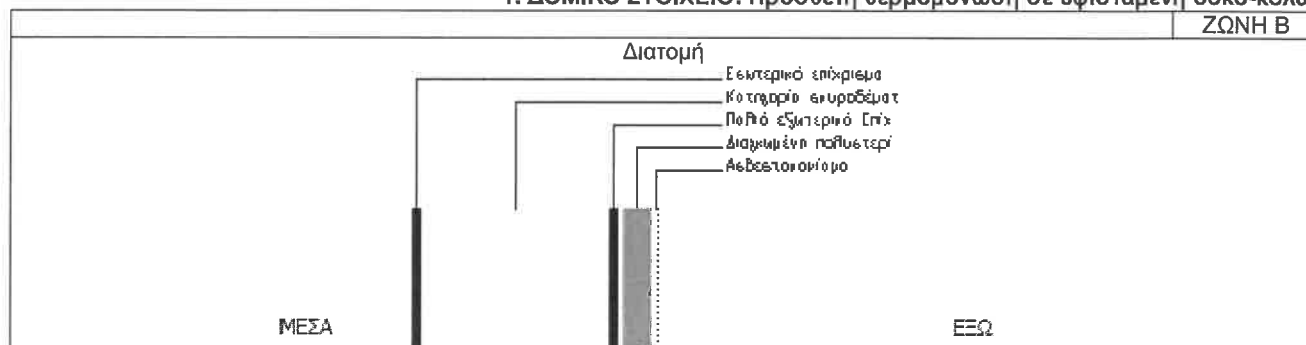
Πρέπει $U \leq U_{max}$
ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός
συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου 1
Αριθμός φύλλου 1.7

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Πρόσθετη θερμομόνωση σε υφιστάμενη δοκό-κολώνα

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m ³	m	W/(mK)	(m ² K)/W
1	Εσωτερικό επίχρισμα	1800	0.020	0.872	0.023
2	Κατηγορία σκυροδέματος <B120		0.380	1.510	0.252
3	Παλιό εξωτερικό Επίχρισμα	1800	0.020	0.872	0.023
4	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS100	19	0.060	0.035	1.714
5	Ασβεστοκονίαμα	1900	0.005	0.870	0.006
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.485$		$R_L=2.018$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ			R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)			0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)			0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)			0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)			0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m²K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _L	(m²K)/W	2.018
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m²K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{οL}	(m²K)/W	2.188

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m²K)	0.457
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U _{max}	W/(m²K)	0.50

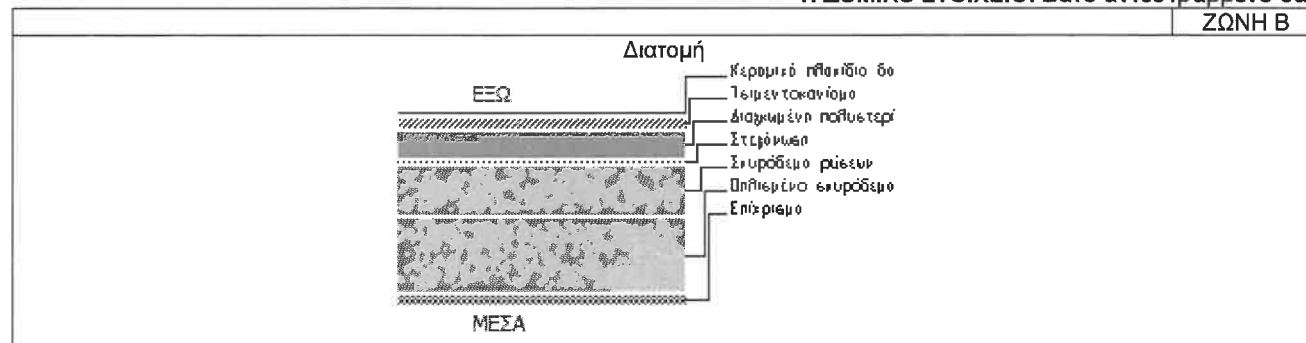
Πρέπει $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός
συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου
1
Αριθμός φύλλου 2.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Βατό αντεστραμμένο δώμα

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400	0.150	2.035	0.074
3	Σκυρόδεμα ρύσεων	400	0.100	0.145	0.690
4	Στεγάνωση	1200	0.004	0.174	0.023
5	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS100	19	0.050	0.035	1.429
6	Τσιμεντοκονίαμα		0.020	1.390	0.014
7	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.010	1.840	0.005
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.354$		$R_L=2.258$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ			R _i (εσωτερ.)	R _a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)			0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος			0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)			0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο			0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)			0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)			0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος			0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R _i	(m ² K)/W	0.10
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R _L	(m ² K)/W	2.258
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R _a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R _{oL}	(m ² K)/W	2.398

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0.417
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U _{max}	W/(m ² K)	0.45

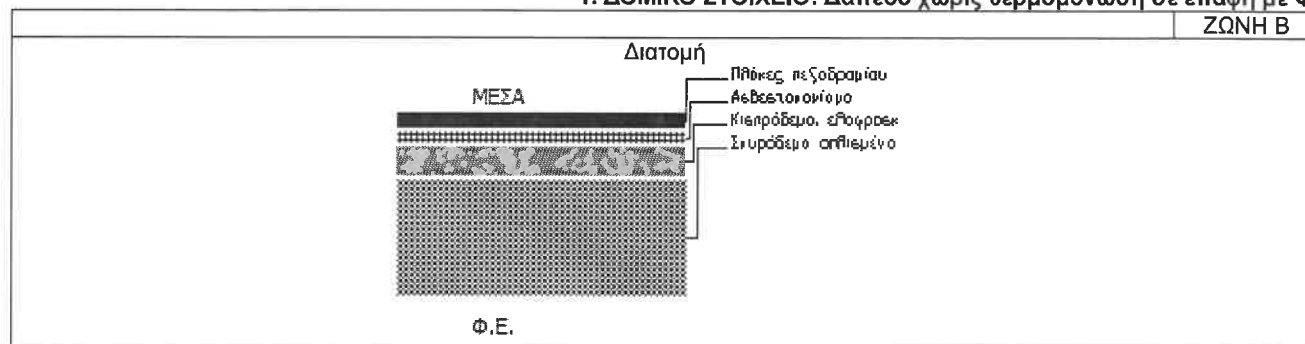
Πρέπει $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός
συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου
1
Αριθμός φύλλου 4.2

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με Φ.Ε.

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Πλάκες πεζοδρομίου	2100	0.025	1.500	0.017
2	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250
4	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.200	2.500	0.080
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.295$		$R_L=0.370$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilots)		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_L	(m ² K)/W	0.370
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{oL}	(m ² K)/W	0.540

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	1.853
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K)	0.90

Πρέπει $U \leq U_{max}$
ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ

2. Υπολογισμός ισοδύναμων συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος

πλάκες σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	Φύλ.	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
Δάπεδο	4.2	1.853	498.900	76.000	13.129	0.2	0.346
Δάπεδο	4.2	1.853	152.100	18.000	16.900	0.0	0.2

κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	Φύλ.	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Μέσο βάθος έκτασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
BA τοίχωμα	1.6	3.953	1.343	0.2	4.500
BΔ τοίχωμα	1.6	3.953	2.550	0.2	4.500
ΝΔ τοίχωμα	1.6	3.953	1.343	0.2	4.500
ΝΑ τοίχωμα	1.6	3.953	2.550	0.2	4.500

3. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις

Τύπος πλαισίου: Μέταλλο με θερμοδιακοπή 24mm
 U_f πλαισίου: 2.8 W/m²K

Τύπος υαλοπίνακα: Διπλό διακένου 12mm (ισ.πλαίσιο 10cm+μεμβράνη)
 U_g υαλοπίνακα: 1.8 W/m²K
 g υαλοπίνακα σε κάθε προσπτ.: 0.67
 g υαλοπίνακα: 0.60

γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υαλοπ. και πλαισίου Ψ_g : 0.11 W/mK
 μέσο πλάτος πλαισίου: 0.100 m

Τύπος κουφώμ ατος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m ²]
A1	4.05	1.60	1	6.48
A2	4.00	1.60	1	6.40
A3	2.85	1.60	1	4.56
A4	1.80	2.20	2	3.96
A5	4.00	1.60	1	6.40
A6	3.25	1.60	1	5.20
A7	1.95	2.90	2	5.66
A8	2.00	2.90	2	5.80
A9	4.00	0.65	1	2.60
A10	4.05	0.65	1	2.63
A11	0.80	1.20	1	0.96

Τύπος κουφώμ ατος	Εμβαδό πλαισίου [m ²]	Εμβαδό επ. ρολού [m ²]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m ²]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L_g [m]	U κουφώματος [W/(m ² K)]	g_w κουφώματος
A1	1.09		5.39	17%	10.50	2.146	0.50
A2	1.08		5.32	17%	10.40	2.147	0.50
A3	0.85		3.71	19%	8.100	2.182	0.49
A4	1.16		2.80	29%	10.80	2.393	0.42
A5	1.08		5.32	17%	10.40	2.147	0.50
A6	0.93		4.27	18%	8.900	2.167	0.49
A7	1.47		4.19	26%	13.90	2.330	0.44
A8	1.48		4.32	26%	14.00	2.321	0.45
A9	0.89		1.71	34%	8.500	2.502	0.39
A10	0.90		1.73	34%	8.600	2.501	0.39
A11	0.36		0.60	37%	3.200	2.542	0.38

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων

Όροφος	Εμβαδό [m ²]	Σ(UxA) [W/K]	n	ΣΑ [m ²]	n x Σ(UxA) [W/K]
	0.00	0.00	1	0.00	0.00
ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ	106.10	232.03	1	106.10	232.03
Συνολικά				106.10	232.03

4. Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία

Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΒΑ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.437
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	38.30	4.35	166.60
2	-4.05	1.60	-6.48
3	-4.00	1.60	-6.40
4	-4.00	1.60	-6.40
5	-4.00	1.60	-6.40
6	-4.00	1.60	-6.40
7	-2.85	1.60	-4.56
8	-1.80	2.20	-3.96
9	-1.80	2.20	-3.96
10	-0.30	4.10	-1.23
11	-0.30	4.10	-1.23
12	-0.30	4.10	-1.23
13	-0.30	4.10	-1.23
14	-0.30	4.10	-1.23
15	-0.30	4.10	-1.23
16	-0.30	4.10	-1.23
17	-0.30	4.10	-1.23
18	-0.30	4.10	-1.23
19	-0.30	4.10	-1.23
20	-38.30	0.25	-9.57
		ΣΑ =	100.17

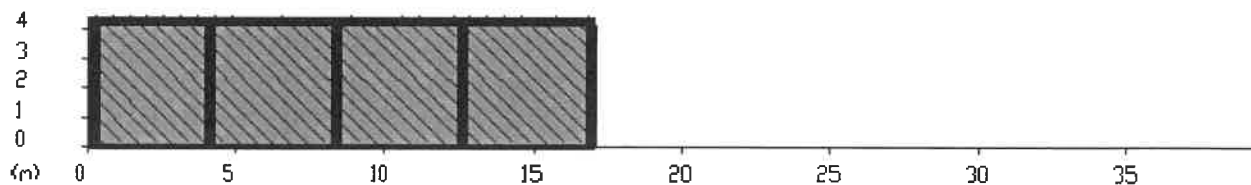
Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΒΑ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.457
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.30	4.10	1.23
2	0.30	4.10	1.23
3	0.30	4.10	1.23
4	0.30	4.10	1.23
5	0.30	4.10	1.23
6	0.30	4.10	1.23
7	0.30	4.10	1.23
8	0.30	4.10	1.23
9	0.30	4.10	1.23
10	0.30	4.10	1.23
11	38.30	0.25	9.57
		ΣΑ =	21.87

Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΒΑ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.6	U=	3.953
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	38.30	0.15	5.75
		ΣΑ =	5.75

ΤΟΙΧΟΙ : 63.55 m²
ΜΠΕΤΟΝ : 12.95 m²
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m²



Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΝΔ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.437
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	38.30	4.35	166.60
2	-4.05	1.60	-6.48
3	-4.00	1.60	-6.40
4	-4.00	1.60	-6.40
5	-4.00	1.60	-6.40
6	-4.00	1.60	-6.40
7	-4.00	1.60	-6.40
8	-4.00	1.60	-6.40
9	-3.25	1.60	-5.20
10	-0.30	4.10	-1.23
11	-0.30	4.10	-1.23
12	-0.30	4.10	-1.23
13	-0.30	4.10	-1.23
14	-0.30	4.10	-1.23
15	-0.30	4.10	-1.23
16	-0.30	4.10	-1.23
17	-0.30	4.10	-1.23
18	-0.30	4.10	-1.23
19	-0.30	4.10	-1.23
20	-38.30	0.25	-9.57
		ΣΑ =	94.66

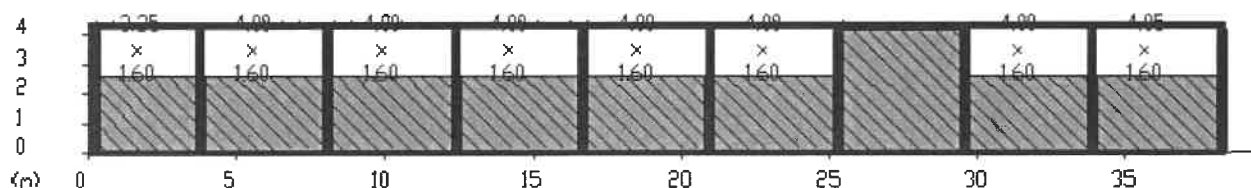
Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΝΔ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.457
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.30	4.10	1.23
2	0.30	4.10	1.23
3	0.30	4.10	1.23
4	0.30	4.10	1.23
5	0.30	4.10	1.23
6	0.30	4.10	1.23
7	0.30	4.10	1.23
8	0.30	4.10	1.23
9	0.30	4.10	1.23
10	0.30	4.10	1.23
11	38.30	0.25	9.57
		ΣΑ =	21.87

Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΝΔ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.6	U=	3.953
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	38.30	0.15	5.75
		ΣΑ =	5.75

ΤΟΙΧΟΙ : 94.66 m²
ΜΠΕΤΟΝ : 27.62 m²
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 50.08 m²



Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΒΔ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.437
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	17.00	4.35	73.95
2	-1.95	2.90	-5.66
3	-2.00	2.90	-5.80
4	-0.30	4.10	-1.23
5	-0.30	4.10	-1.23
6	-0.30	4.10	-1.23
7	-0.30	4.10	-1.23
8	-0.30	4.10	-1.23
9	-17.00	0.25	-4.25
		ΣΑ =	52.09

Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΒΔ

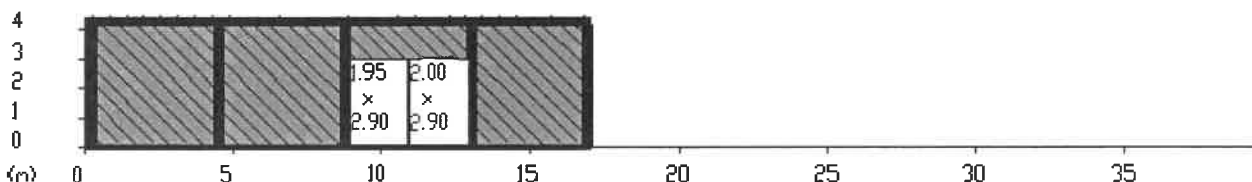
δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.457
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.30	4.10	1.23
2	0.30	4.10	1.23
3	0.30	4.10	1.23
4	0.30	4.10	1.23
5	0.30	4.10	1.23
6	17.00	0.25	4.25
		ΣΑ =	10.40

Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΒΔ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
--------------	--	------------------	--

φύλλ.:	1.6	U=	3.953
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	17.00	0.15	2.55
		ΣΑ =	2.55

ΤΟΙΧΟΙ : 52.09 m²
ΜΠΕΤΟΝ : 12.95 m²
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 11.46 m²



Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU [W/K]
BA	Τοιχοποιία	0.437	100.17	1	43.78
BA	Φέρων οργανισμός	0.457	21.88	1	10.00
BA	Φέρων οργανισμός	3.953	5.75	1	22.71
NA	Τοιχοποιία	0.437	63.55	1	27.77
NA	Φέρων οργανισμός	0.457	10.40	1	4.75
NA	Φέρων οργανισμός	3.953	2.55	1	10.08
NΔ	Τοιχοποιία	0.437	94.66	1	41.36
NΔ	Φέρων οργανισμός	0.457	21.88	1	10.00
NΔ	Φέρων οργανισμός	3.953	5.75	1	22.71
BΔ	Τοιχοποιία	0.437	52.09	1	22.76
BΔ	Φέρων οργανισμός	0.457	10.40	1	4.75
BΔ	Φέρων οργανισμός	3.953	2.55	1	10.08
			391.61		230.76

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU [W/K]
BA	Τοιχοποιία	0.437	100.17	1	43.78
BA	Φέρων οργανισμός	0.457	21.88	1	10.00
BA	Φέρων οργανισμός	3.953	5.75	1	22.71
NA	Τοιχοποιία	0.437	63.55	1	27.77
NA	Φέρων οργανισμός	0.457	10.40	1	4.75
NA	Φέρων οργανισμός	3.953	2.55	1	10.08
NΔ	Τοιχοποιία	0.437	94.66	1	41.36
NΔ	Φέρων οργανισμός	0.457	21.88	1	10.00
NΔ	Φέρων οργανισμός	3.953	5.75	1	22.71
BΔ	Τοιχοποιία	0.437	52.09	1	22.76
BΔ	Φέρων οργανισμός	0.457	10.40	1	4.75

ΒΔ	Φέρων οργανισμός	3.953	2.55	1	10.08
			391.61		230.76

5. Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία

Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ
Δάπεδο προς έδαφος

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς έδαφος	
φύλ.:	4.2	U'=	0.310
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1	498.9	498.90
			498.90

Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ
Δάπεδο προς ΜΟΧ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς ΜΟΧ	
φύλ.:	4.2	U'=	1.853
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1	152.1	152.10
			152.10

Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ
Οροφή

δομ. στοιχ.:		Οροφή	
φύλ.:	2.1	U'=	0.417
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1	651.1	651.10
			651.10

Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

όροφος	δομικό στοιχείο	ΣΑ [m ²]	U' [W/(m ² K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
2	δάπεδο	498.90	0.310	154.66	1.000	154.66
	δάπεδο προς ΜΟΧ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	152.10	1.853	281.84	0.765	215.53
	Οροφή	651.10	0.417	271.51	1.000	271.51
		1302.10				641.70

Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

όροφος	δομικό στοιχείο	ΣΑ [m ²]	U' [W/(m ² K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
2	δάπεδο	498.90	0.310	154.66	1.000	154.66
	δάπεδο προς ΜΟΧ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	152.10	1.853	281.84	0.765	215.53
	Οροφή	651.10	0.417	271.51	1.000	271.51
		1302.10				641.70

6. Διαφανή δομικά στοιχεία

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Κούφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Τύπος	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	b	b x U x A [W/K]
ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ	BA1	4.05	1.60	A1	6.48	2.146	1	13.91
	BA2	4.00	1.60	A2	6.40	2.147	1	13.74
	BA3	4.00	1.60	A2	6.40	2.147	1	13.74
	BA4	4.00	1.60	A2	6.40	2.147	1	13.74
	BA5	4.00	1.60	A2	6.40	2.147	1	13.74
	BA6	2.85	1.60	A3	4.56	2.182	1	9.95
	BA7	1.80	2.20	A4	3.96	2.393	1	9.48
	BA8	1.80	2.20	A4	3.96	2.393	1	9.48
	BA1	1.95	2.90	A7	5.66	2.330	1	13.18
	BA2	2.00	2.90	A8	5.80	2.321	1	13.46
	NA1	4.05	1.60	A1	6.48	2.146	1	13.91
	NA2	4.00	1.60	A5	6.40	2.147	1	13.74
	NA3	4.00	1.60	A5	6.40	2.147	1	13.74
	NA4	4.00	1.60	A5	6.40	2.147	1	13.74
	NA5	4.00	1.60	A5	6.40	2.147	1	13.74
	NA6	4.00	1.60	A5	6.40	2.147	1	13.74
	NA7	4.00	1.60	A5	6.40	2.147	1	13.74
	NA8	3.25	1.60	A6	5.20	2.167	1	11.27

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Εμβαδό [m ²]	b _x Σ(U _x A) [W/K]	n	ΣA [m ²]	nxb _x Σ(U _x A) [W/K]
	0.00	0.00	1	0.00	0.00
ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ	106.10	232.03	1	106.10	232.03
Συνολικά:				106.10	232.03

7. Μη θερμαινόμενοι χώροι

Κατακόρυφα δομικά στοιχεία ΜΘΧ:

Προσανατολισμός: ΒΑ

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.5	U=	3.165
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	8.95	3.90	34.905
2	-1.80	2.20	-3.960
3	-0.30	3.90	-1.170
4	-0.30	3.90	-1.170
5	-0.30	3.90	-1.170
		ΣΑ =	27.43

Προσανατολισμός: ΒΑ

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.6	U=	3.953
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.30	3.90	1.170
2	-0.30	3.90	-1.170
		ΣΑ =	2.34

Προσανατολισμός: ΝΑ

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.6	U=	3.953
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	17.00	3.90	66.300
2	-0.30	3.90	-1.170
3	-0.30	3.90	-1.170
4	-0.30	3.90	-1.170
5	-0.30	3.90	-1.170
6	-0.30	3.90	-1.170
		ΣΑ =	60.45

Προσανατολισμός: ΝΔ

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.5	U=	3.165
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	8.95	3.90	34.905
2	-4.00	0.65	-2.600
3	-4.05	0.65	-2.632
4	-0.80	1.20	-0.960
5	-0.30	3.90	-1.170
6	-0.30	3.90	-1.170
7	-0.30	3.90	-1.170
		ΣΑ =	25.20

Προσανατολισμός: ΝΔ

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.6	U=	3.953
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.30	3.90	1.170
2	-0.30	3.90	-1.170
		ΣΑ =	2.34

Προσανατολισμός: ΒΔ

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.6	U=	3.953
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	17.00	3.90	66.300
2	-0.50	3.90	-1.950
3	-0.30	3.90	-1.170
		ΣΑ =	63.18

Προς Φ.Ε.

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός		
φύλ.:	1.6	U=	3.953	
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]	U' [W/(m ² K)]
1	8.95	0.15	1.343	4.500
2	17.00	0.15	2.550	4.500
3	8.95	0.15	1.343	4.500
4	17.00	0.15	2.550	4.500
		ΣΑ =	7.79	

Οριζόντια δομικά στοιχεία ΜΟΧ: ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ

Δάπεδο προς έδαφος

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς έδαφος	
φύλ.:	4.2	U'=	0.260
μήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1	152.1	152.100
			152.10

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων ΜΟΧ: ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	ΣbxAxU [W/K]
ΒΑ	Φέρων οργανισμός	3.165	27.43	86.83
ΒΑ	Φέρων οργανισμός	3.953	2.34	9.25
ΒΑ	Άνοιγμα	2.393	3.96	9.48
ΝΑ	Φέρων οργανισμός	3.953	60.45	238.96
ΝΔ	Φέρων οργανισμός	3.165	25.20	79.77
ΝΔ	Φέρων οργανισμός	3.953	2.34	9.25
ΝΔ	Άνοιγμα	2.502	2.60	6.51
ΝΔ	Άνοιγμα	2.501	2.63	6.58
ΝΔ	Άνοιγμα	2.542	0.96	2.44
ΒΔ	Φέρων οργανισμός	3.953	63.18	249.75
Φ.Ε.	Φέρων οργανισμός	4.500	7.79	35.04
			198.89	733.86

Συγκεντρωτικά στοιχεία οριζόντιων δομικών στοιχείων ΜΟΧ: ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

δομικό στοιχείο	ΣΑ [m ²]	U' [W/(m ² K)]	ΣΑxU' [W/K]
δάπεδο	152.10	0.260	39.55
	152.10		39.55

8. Θερμογέφυρες

Ζώνη: 1

Για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(b \times l \times \Psi)$ [W/K]
1	2	ΥΠ - 19	0.100	1.80	1	0.2
2	2	ΛΠ - 19	0.050	2.20	1	0.1
3	2	ΛΠ - 19	0.050	2.20	1	0.1
4	2	ΥΠ - 19	0.100	1.80	1	0.2
5	2	ΛΠ - 19	0.050	2.20	1	0.1
6	2	ΛΠ - 19	0.050	2.20	1	0.1
7	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
8	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
9	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
10	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
11	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
12	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
13	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
14	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
15	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
16	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
17	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
18	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
19	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
20	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
21	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
22	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
23	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
24	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
25	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
26	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
27	2	ΔΣ - 3	0.250	35.30	1	8.8
28	2	ΔΦ - 13	0.200	35.30	1	7.1
29	2	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
30	2	ΛΠ - 19	0.050	2.90	1	0.1
31	2	ΛΠ - 19	0.050	2.90	1	0.1
32	2	ΥΠ - 19	0.100	2.00	1	0.2
33	2	ΛΠ - 19	0.050	2.90	1	0.1
34	2	ΛΠ - 19	0.050	2.90	1	0.1
35	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
36	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
37	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
38	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
39	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
40	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
41	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
42	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
43	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
44	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
45	2	ΔΣ - 3	0.250	15.50	1	3.9
46	2	ΔΦ - 10	0.050	15.50	1	0.8
47	2	ΞΓ - 5	-0.15	4.10	1	-0.6
48	2	ΞΓ - 5	-0.15	4.10	1	-0.6
49	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
50	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
51	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
52	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
53	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
54	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
55	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
56	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
57	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
58	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
59	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
60	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
61	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
62	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
63	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1

64	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
65	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
66	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
67	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
68	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
69	2	ΔΣ - 3	0.250	35.30	1	8.8
70	2	ΔΦ - 10	0.050	35.30	1	1.8
71	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
72	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
73	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
74	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
75	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
76	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
77	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
78	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
79	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
80	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
81	2	ΔΣ - 3	0.250	15.50	1	3.9
82	2	ΔΦ - 10	0.050	15.50	1	0.8
83	2	ΞΓ - 5	-0.15	4.10	1	-0.6
84	2	ΞΓ - 5	-0.15	4.10	1	-0.6
85	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
86	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
87	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
88	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
89	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
90	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
91	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
92	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
93	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
94	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
95	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
96	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
97	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
98	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
99	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
100	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
101	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
102	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
103	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
104	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
105	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
106	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
107	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
108	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
109	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
110	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
111	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
112	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
113	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
114	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
115	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
116	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
117	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
118	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
119	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
120	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
121	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
122	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
123	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
124	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
125	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
126	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
127	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
128	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
129	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
130	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0

131	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
132	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
133	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
134	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
135	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
136	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
				478.75		40.5

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	Σ(bxixΨ) [W/K]
1	2	ΥΠ - 19	0.100	1.80	1	0.2
2	2	ΛΠ - 19	0.050	2.20	1	0.1
3	2	ΛΠ - 19	0.050	2.20	1	0.1
4	2	ΥΠ - 19	0.100	1.80	1	0.2
5	2	ΛΠ - 19	0.050	2.20	1	0.1
6	2	ΛΠ - 19	0.050	2.20	1	0.1
7	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
8	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
9	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
10	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
11	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
12	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
13	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
14	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
15	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
16	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
17	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
18	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
19	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
20	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
21	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
22	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
23	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
24	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
25	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
26	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
27	2	ΔΣ - 3	0.250	35.30	1	8.8
28	2	ΔΦ - 13	0.200	35.30	1	7.1
29	2	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
30	2	ΛΠ - 19	0.050	2.90	1	0.1
31	2	ΛΠ - 19	0.050	2.90	1	0.1
32	2	ΥΠ - 19	0.100	2.00	1	0.2
33	2	ΛΠ - 19	0.050	2.90	1	0.1
34	2	ΛΠ - 19	0.050	2.90	1	0.1
35	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
36	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
37	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
38	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
39	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
40	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
41	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
42	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
43	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
44	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
45	2	ΔΣ - 3	0.250	15.50	1	3.9
46	2	ΔΦ - 10	0.050	15.50	1	0.8
47	2	ΞΓ - 5	-0.15	4.10	1	-0.6
48	2	ΞΓ - 5	-0.15	4.10	1	-0.6
49	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
50	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
51	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
52	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
53	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
54	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
55	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
56	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1

57	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
58	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
59	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
60	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
61	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
62	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
63	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
64	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
65	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
66	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
67	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
68	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
69	2	ΔΣ - 3	0.250	35.30	1	8.8
70	2	ΔΦ - 10	0.050	35.30	1	1.8
71	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
72	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
73	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
74	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
75	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
76	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
77	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
78	2	ΔΦ - 12	0.500	0.300	1	0.2
79	2	ΔΣ - 1	0.250	0.300	1	0.1
80	2	ΔΦ - 9	0.250	0.300	1	0.1
81	2	ΔΣ - 3	0.250	15.50	1	3.9
82	2	ΔΦ - 10	0.050	15.50	1	0.8
83	2	ΞΓ - 5	-0.15	4.10	1	-0.6
84	2	ΞΓ - 5	-0.15	4.10	1	-0.6
85	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
86	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
87	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
88	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
89	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
90	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
91	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
92	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
93	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
94	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
95	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
96	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
97	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
98	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
99	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
100	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
101	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
102	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
103	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
104	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
105	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
106	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
107	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
108	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
109	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
110	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
111	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
112	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
113	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
114	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
115	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
116	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
117	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
118	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
119	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
120	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
121	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
122	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
123	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0

124	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
125	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
126	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
127	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
128	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
129	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
130	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
131	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
132	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
133	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
134	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
135	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
136	2	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
				478.75		40.5

9. Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_m του κτιρίου

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Θερμική Ζώνη	Εμβαδό [m ²]	Ύψος [m]	Όγκος [m ³]
ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ	651.10	4.35	2832
Συνολικά			2832

	ΣΑ [m ²]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxI] [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	391.6	230.8
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	1302.1	641.7
διαφανή δομικά στοιχεία	106.1	232.0
θερμογέφυρες	-	40.5
Συνολικά	1799.8	1145.0

$$\Sigma A/V = 1799.80(\text{m}^2)/2832.28(\text{m}^3) = 0.635$$

$$\text{Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό } U_{m,\max} 0.912[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

$$\text{Πραγματοποιούμενο } U_m = 1145.0(\text{W/K})/1799.80(\text{m}^2) = 0.636 < 0.912[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

10. Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο για τον υπολογισμό αθέλητου αερισμού

Όροφος	Τύπος	Κούφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m ²]	Διείσδυση αέρα [m ³ /(m ² h)]	Διείσδυση αέρα [m ³ /h]
ΚΤΗΡΙΟ Α - ΕΠΑΛ	παράθυρο	A1	4.05	1.60	6.48	6.20	40
	παράθυρο	A2	4.00	1.60	6.40	6.20	40
	παράθυρο	A2	4.00	1.60	6.40	6.20	40
	παράθυρο	A2	4.00	1.60	6.40	6.20	40
	παράθυρο	A2	4.00	1.60	6.40	6.20	40
	παράθυρο	A3	2.85	1.60	4.56	6.20	28
	παράθυρο	A4	1.80	2.20	3.96	6.20	25
	παράθυρο	A4	1.80	2.20	3.96	6.20	25
	παράθυρο	A7	1.95	2.90	5.66	6.20	35
	παράθυρο	A8	2.00	2.90	5.80	6.20	36
	παράθυρο	A1	4.05	1.60	6.48	6.20	40
	παράθυρο	A5	4.00	1.60	6.40	6.20	40
	παράθυρο	A5	4.00	1.60	6.40	6.20	40
	παράθυρο	A5	4.00	1.60	6.40	6.20	40
	παράθυρο	A5	4.00	1.60	6.40	6.20	40
	παράθυρο	A5	4.00	1.60	6.40	6.20	40
	παράθυρο	A5	4.00	1.60	6.40	6.20	40
	παράθυρο	A5	4.00	1.60	6.40	6.20	40
	παράθυρο	A6	3.25	1.60	5.20	6.20	32
Συνολικά							658

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

Μελέτη ενεργειακής απόδοσης

**Έργο: ΚΤΗΡΙΟ Β (ΠΡΩΗΝ ΞΥΛΟΥΡΓΕΙΟ) ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ ΕΠΑΛ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ**

Διεύθυνση: Ν. ΤΣΑΡΑ 6, ΝΑΥΠΑΚΤΟΣ

Μελετητές:

7 Νοεμβρίου 2018

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	5
2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	5
2.2. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	6
3. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	6
3.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ	7
3.2. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ	9
3.3. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ.....	9
3.4. ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	9
3.5. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ	9
3.6. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ	9
3.7. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ	9
4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ	10
4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	13
4.2. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ	15
4.3. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	15
4.4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	17
5. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	18
5.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ	18
5.1.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	19
5.1.2. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ	19
5.1.3. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	20
5.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ	20
5.2.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΝΧ	21
5.2.2. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ	21
5.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	23
5.4. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ.....	24
5.5. ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	24
6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	25
6.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	25
6.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	25
6.3. ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ	26
6.3.1. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	26
6.3.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ	28
6.3.3. ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	28
6.3.3.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ.....	28
6.3.3.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.....	29
6.3.3.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ	30
6.3.3.4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ	30
6.3.3.5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ.....	30
6.3.3.6. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	30
6.3.4. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	32
6.3.4.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΧΩΡΩΝ	32
6.3.4.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ ΧΩΡΩΝ	33
6.3.4.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	34
6.3.4.4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ	34
6.3.4.5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ	35
6.3.4.6. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	35
6.3.4.7. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	36

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	36
7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	36
7.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	38
8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	38
ΛΙΣΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (CHECK LIST) ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ.....	39

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 κτήρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με το άρθρο 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (ΦΕΚ 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.:

- 20701-1/2017: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» - Α' Έκδοση (Νοέμβριος 2017),
- 20701-2/2017: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» - Α' Έκδοση (Νοέμβριος 2017),
- 20701-3/2014: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων» - Γ' Έκδοση (Νοέμβριος 2014),

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-X/2010: "Βιοκλιματικός σχεδιασμός".
- 20701-X/2010: "Εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. σε κτήρια".
- 20701-5/2017: "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 Κτηρίου", απαιτείται συστηματική προσέγγιση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηρίου 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, κ.ά.) που ενδεχομένως αποκλείουν την εφαρμογή 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 τη 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.ά,
- 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, 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. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στο υπό μελέτη κτήριο (Κτήριο Β-Πρώην Ξυλουργείο) θα γίνει ριζική ανακαίνιση, βελτίωση των υποδομών του, ενίσχυση και επισκευή, με σκοπό την λειτουργία εργαστηρίων και γραφείων του ΕΠΑΛ Ναυπάκτου. Το Κτήριο Β αποτελεί κτιριακή μονάδα, συνολικού εμβαδού 380,00m², κτιριακού συγκροτήματος ΕΠΑΛ Ναυπάκτου, το οποίο βρίσκεται στην οδό Ν. Τσάρα 6, στην Ναύπακτο. Πρόκειται για ισόγειο κτήριο, το οποίο θα έχει ως κύρια χρήση "Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση".

Επιπλέον, το Κτήριο Β αποτελείται από εργαστήρια και γραφεία του Επαγγελματικού Λυκείου Ναυπάκτου και θα θεωρηθεί θερμαινόμενος χώρος.

Το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

Στον πίνακα 2.1, δίνονται αναλυτικά οι πραγματικές χρήσεις χώρων του κτηρίου ανά όροφο.

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

Επιφάνεια επιμέρους χώρων κτηρίου σε m ²		
Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Ζώνη 1 [m ²]	Σύνολο [m ²]
Εκπαίδευσης	379.10	379.10

2.2. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το οικόπεδο ΑΒΓΔΕΖΑ στο οποίο βρίσκεται το κτήριο είναι τετράγωνου σχήματος, αποτελεί οικοδομικό τετράγωνο, το οποίο περικλείεται από τις οδούς, Θέρμου, Μεναίχμου, Σιαμαντά και Τσάρα.

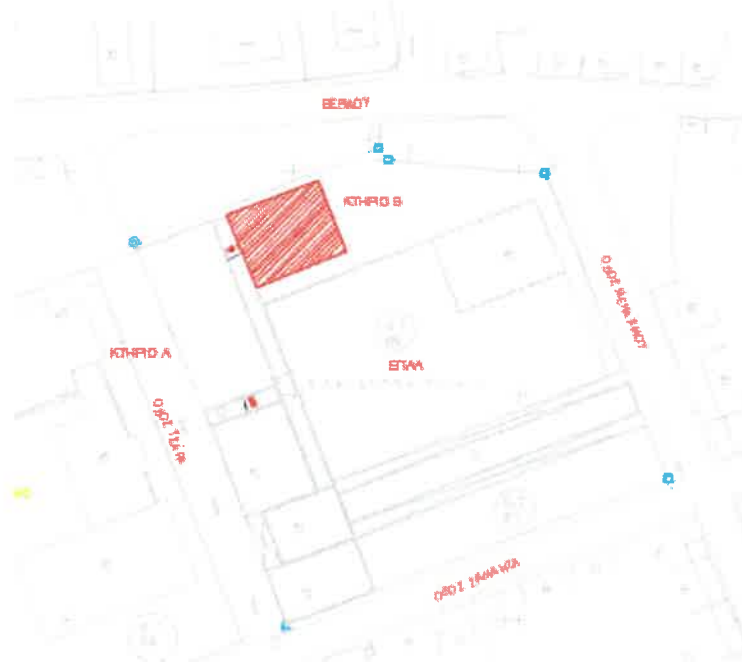
Στο οικόπεδο αναπτύσσεται το κτιριακό συγκρότημα του Επαγγελματικού Λυκείου (ΕΠΑΛ) Ναυπάκτου και το Κτήριο μας (Κτήριο Α), βρίσκεται σε θέση που απεικονίζεται στο παρακάτω τοπογραφικό διάγραμμα.

Το οικόπεδο βρίσκεται σε πυκνοδομημένο αστικό περιβάλλον, με πολυώροφα κτήρια άνω των τεσσάρων ορόφων. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές, αλλά και νεότερες κτηριακές κατασκευές, κυρίως κτήρια κατοικιών που στεγάζουν καταστήματα στο ισόγειο, σε συνεχή δόμηση.

Ειδικότερα,

- η βορειοδυτική πλευρά του κτηρίου, γειτνιάζει με την οδό Θέρμου, πλάτους 8,00 m,
- η βορειοανατολική πλευρά, γειτνιάζει με την οδό Μεναίχμου, πλάτους 8,00m,
- η νοτιοανατολική πλευρά, με υφιστάμενο κτήριο σε απόσταση 50,00m, ενώ
- η νοτιοδυτική συνορεύει γειτνιάζει, με υφιστάμενο κτήριο (Κτήριο Α-Πρώην Μηχανουργείο), σε απόσταση 3,85m από το κτήριο μας, ίδιου ύψους.

Στο σχήμα 2.1 που ακολουθεί δίνεται 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 ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

- τη 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.Α.Κ.

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:

- γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτηρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.),
- τεκμηρίωση της χωροθέτησης και προσανατολισμού του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση,
- τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος,
- 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),
- χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού),
- περιγραφή λειτουργίας των παθητικών ηλιακών 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 30° από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης,
- 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 21^η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο: μικρότερη διάρκεια ημέρας και χαμηλότερη θέση ήλιου)
 - την 21^η Ιουνίου, (θερινό ηλιοστάσιο: μεγαλύτερη διάρκεια ημέρας και υψηλότερη θέση ήλιου)
- γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.
- 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

Το κτήριο έχει ανεγερθεί εντός του πυκνοκατοικημένου αστικού ιστού μη επιτρέποντας ουσιαστικά τη βέλτιστη εκμετάλλευση των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Παρ' όλα αυτά, η τοποθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο θα γίνει με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να γίνει δυνατή η μερική τουλάχιστον εκμετάλλευση των βασικών κλιματικών παραμέτρων.

Στο σχέδιο σκιασμού του οικοπέδου (KN-01) δίνεται το αζιμούθιο του ήλιου την 21η Δεκεμβρίου και την 21 Ιουνίου για τις ώρες 9:00, 12:00 και 15:00 (ηλιακός χρόνος).

Όπως προκύπτει κατά τη διάρκεια της χειμερινής και της θερινής περιόδου, το κτήριο θα σκιάζεται μερικώς υπό προϋποθέσεις. Τα στοιχεία αυτά θα χρησιμοποιηθούν και στους αντίστοιχους υπολογισμούς του προγράμματος.

Παρατήρηση: Το σχέδιο σκιασμού των όψεων που συνοδεύει την παρούσα μελέτη αποτελεί απαραίτητο συστατικό της αρχιτεκτονικής τεκμηρίωσης. Οι γωνίες που αποτυπώνονται στο σχέδιο είναι οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς (Vertical Shadow Angle) και υπολογίζονται από τη σχέση:

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

όπου:

a το ηλιακό ύψος και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και
HAS η οριζόντια γωνία σκιάς (Horizontal Shadow Angle).

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

$$HSA = |\gamma_s - \gamma| \leq 90^\circ \quad [3.2]$$

όπου:

γ_s το ηλιακό αζιμούθιο και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2014
γ 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 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. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

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.

Πιο συγκεκριμένα, ο σκιασμός που προσφέρεται στο κτήριο φαίνεται αναλυτικά για κάθε άνοιγμα, για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων (KN-2.1 - KN-2.2). Για τα ανατολικά ανοίγματα δίνεται ο σκασμός 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.

Οι συντελεστές σκίασης των ανοιγμάτων φαίνονται στα επισυναπτόμενα σχέδια.

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

3.5. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

Στα εργαστήρια στο ισόγειο του κτηρίου θα τοποθετηθούν ανοίγματα εξασφαλίζοντας διαμπερή αερισμό, για τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού. Προσπάθεια θα γίνει επίσης να τοποθετηθούν ανοίγματα σε όλους τους χώρους, τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φυσικό δροσισμό.

3.6. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το παθητικό σύστημα που επιλέχθηκε να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό του κτηρίου είναι αυτό του άμεσου ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ

κέρδους. Ο νότιος προσανατολισμός του κτηρίου αποκλίνει λίγο από το βέλτιστο καθαρά νότιο. Στο ισόγειο του κτηρίου, τα ανοίγματα καταλαμβάνουν περίπου ποσοστό 35% της όψης του κτηρίου.

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. Έχει γίνει προσπάθεια ούτως ώστε το κτήριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

3.7. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ

Λόγω της θέσης του οικοπέδου εντός του πυκνού αστικού ιστού και του μεγέθους του κτιρίου, δεν είναι εφικτή η διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου ούτως ώστε να βελτιωθεί το μικροκλίμα της περιοχής.

4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 4.1

Πίνακας 4.1.: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη.

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m ² ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πλωτή)	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 κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 4.2:

Πίνακας 4.2.: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του

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

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 κτηρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια 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:

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

όπου,

d_j το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,

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

R_i και R_a οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εκατέρωθεν του δομικού στοιχείου και

R_d η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

Αντίστοιχα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου U_w δίνεται 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 εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

A_g το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

L_g το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψ_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 θερμικής διαπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

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

όπου:

A_j	το εμβαδό δομικού στοιχείου j
U_j	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j ,
Ψ_i	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i ,
l_i	το μήκος της θερμογέφυρας i και
b	μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

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

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 μια εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

- να βελτιώσει τη θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
- να βελτιώσει τη θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,
- να μειώσει τη 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 έχει δύο επιλογές:

1. να επακολουθήσει την απλουστευμένη μέθοδο με χρήση του πίνακα 15, της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017
2. να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 16α έως και 16λ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017.

Ο μειωτικός συντελεστής b 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.

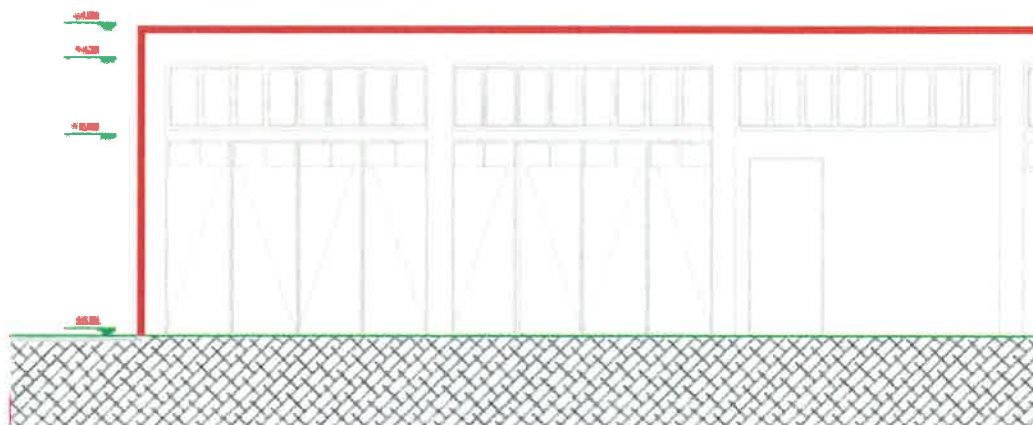
Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η αναλυτική μέθοδος υπολογισμού των θερμογεφυρών.

4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το κτήριο θα κατασκευαστεί στην Πάτρα, οπότε βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στη Β κλιματική ζώνη. Κάθε δομικό στοιχείο πρέπει να έχει συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από αυτούς που δίνονται στον πίνακα 4.1 για την Β κλιματική ζώνη.

Το ισόγειο κτήριο, αποτελούμενο από εργαστήρια-γραφεία θεωρείται θερμαινόμενος χώρος, οπότε οφείλει να είναι θερμομονωμένος.

Στο σχήμα 4.1 δίνονται σε τομή και σκιαγραφημένοι οι θερμαινόμενοι χώροι του κτηρίου.



Σχήμα 4.1: Θερμαινόμενοι χώροι του κτηρίου. Με κόκκινη γραμμή σημειώνεται η θερμομόνωση.

Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου φέρει θερμομόνωση εξωτερικά, καθώς και οι τοιχοποιίες πλήρωσης. Το δώμα του κτηρίου, θα θερμομονωθεί από την άνω παρειά του.

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 κατ' επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου είναι απαραίτητα όχι μόνο τα θερμικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θερμαινόμενων χώρων αλλά και των μη θερμαινόμενων σε επαφή με τους θερμαινόμενους,
2. τα δομικά στοιχεία του κτηρίου που γειτνιάζουν με αλλά θερμαινόμενα κτήρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτηρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης 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 τους και τον σκiasμό τους,
5. σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, για κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από $0,60 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, ο συντελεστής σκίασης δύναται να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

Παρατήρηση: Επειδή στα ελληνικά κτήρια είναι συνηθισμένο να υπάρχει ένας ή περισσότεροι τυπικοί όροφοι, για λόγους απλότητας αλλά και ελέγχου από τις αρμόδιες Πολεοδομικές Υπηρεσίες, συνιστάται, χωρίς να είναι υποχρεωτικό, η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων να γίνεται κατ' όροφο και προσανατολισμό. Υπενθυμίζεται ότι ο έλεγχος θερμικής επάρκειας ορόφου που υπήρχε στον παλαιότερο Κανονισμό Θερμομόνωσης δεν υφίσταται πλέον.

4.2. ΈΛΕΓΧΟΣ 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: Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Δομικό στοιχείο	Φύλλο ελέγχου	$U[\text{W/(m}^2\text{K)}]$	$U_{\max}[\text{W/(m}^2\text{K)}]$ [Πίνακας 1]
Πρόσθετη θερμομόνωση σε υφιστάμενη τοιχοποιία	1.2	0.437	0.50
Πρόσθετη θερμομόνωση σε υφιστάμενη δοκό-κολώνα	1.7	0.457	0.50
Βατό αντεστραμμένο δώμα	2.1	0.417	0.45
Δάπεδο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με Φ.Ε.	4.3	1.853	0.90

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 για τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας δομικών υλικών με τιμή $\lambda \leq 0,18 \text{ W/(m.K)}$ οι τιμές που δίνονται στον πίνακα 2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. είναι ενδεικτικές. Οι τιμές που ελήφθησαν υπόψη 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 φακέλου 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 τον 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. 20701-2/2017 και δίνεται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την

παρούσα μελέτη. Στον πίνακα 4.4 δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές U' 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

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
Δ3	1.853	379.100	0.2	0.390
ΒΑ τοίχωμα Τ7	0.457	2.603	0.2	0.500
ΒΔ τοίχωμα Τ7	0.457	3.278	0.2	0.500
ΝΔ τοίχωμα Τ7	0.457	2.603	0.2	0.500
ΝΑ τοίχωμα Τ7	0.457	3.278	0.2	0.500

4.3. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 3.0$ W/(m²K).

Για τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=2,80$ W/(m²K), όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 10cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-14-4 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 $U_g=1,80$ W/(m²K) 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.

Ο μελετητής εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιήσει τις τιμές θερμοπερατότητας της σήμανσης CE των κουφωμάτων. Στη φάση της ενεργειακής επιθεώρησης που θα γίνει υποχρεωτικά με την αποπεράτωση της κατασκευής, ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων καθώς και τα κατάλληλα πιστοποιητικά CE που τα συνοδεύουν. Η σήμανση CE των κουφωμάτων είναι υποχρεωτική βάσει της ΚΥΑ Αριθμ. 12397/409 ΦΕΚ Β 1794/28-8-2009 από την 1η Φεβρουαρίου 2010.

Πίνακας 4.5: Συντελεστές θερμοπερατότητας κουφωμάτων.

Α/α κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m ²]	U κουφώματος [W/(m ² K)]	U_{max} [W/(m ² K)]
1	1.95	2.95	5.75	2.329	3.0
2	1.95	2.95	5.75	2.329	
3	3.95	1.00	3.95	2.294	
4	1.95	2.95	5.75	2.329	
5	1.95	2.95	5.75	2.329	
6	3.90	1.00	3.90	2.295	
7	3.95	1.00	3.95	2.294	
8	3.95	1.00	3.95	2.294	
9	3.90	1.00	3.90	2.295	
10	1.95	2.95	5.75	2.329	
11	1.95	2.95	5.75	2.329	
12	1.10	2.70	2.97	2.294	
13	0.95	2.10	1.99	2.378	
14	0.80	0.50	0.40	3.000	
15	0.80	0.50	0.40	3.000	
16	3.90	0.40	1.56	2.876	
17	3.90	1.30	5.07	2.206	
18	3.95	0.40	1.58	2.875	
19	3.95	1.30	5.13	2.204	
20	1.20	1.30	1.56	2.391	
21	1.10	1.30	1.43	2.415	

22	1.30	2.20	2.86	2.548
23	1.10	2.20	2.42	2.320
24	1.10	2.20	2.42	2.320
25	1.10	2.20	2.42	2.320

4.4. ΈΛΕΓΧΟΣ 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 $A/V = 0.674 \text{ m}^{-1}$ το οποίο από τον πίνακα 4.2 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}=0.893 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Στον πίνακα 4.6 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των UxA , καθώς και τα αθροίσματα των $\Psi x l$. Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m=0.597 \text{ W/m}^2\text{K} \leq U_{m,max}=0.893 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Συνεπώς το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

Συνεπώς, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για το 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

	$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]}$	$\Sigma [bxUxA] \text{ [W/K]} \text{ ή } \Sigma [bx\Psi l] \text{ [W/K]}$
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	266.4	118.3
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	758.2	305.9
διαφανή δομικά στοιχεία	86.4	202.3
θερμογέφυρες	-	36.8
Συνολικά	1111.0	663.4
$[\Sigma (bxUxA) + \Sigma (bx\Psi l)] / \Sigma A$		0.597

4.4.1 Παρατηρήσεις σχετικά με τις κατασκευαστικές λύσεις για μειώσεις των θερμικών απωλειών λόγω των θερμογεφυρών.

Τα κουφώματα τοποθετούνται εξωτερικά, και σε συνέχεια με τη θερμομόνωση σχεδόν σε όλα τα σημεία. Για τη μείωση των απωλειών από τις θερμογέφυρες που δημιουργούνται στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι, υπάρχει συνέχεια της θερμομόνωσης, κάθετα στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι των κουφωμάτων.

5. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

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 άλλου 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 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 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 κτήρια 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 "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 κτήρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W . Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m^2 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 κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου.
- Σε όλα τα κτήρια 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.

Στο υπό μελέτη κτήριο θα εξεταστούν ανεξάρτητα οι τυχόν διαφορετικές χρήσεις του, σε ό,τι αφορά την ενεργειακή τους κατάταξη. Για τον λόγο αυτό οι πιο πάνω περιορισμοί δεν ισχύουν για το σύνολο του κτηρίου, αλλά διαφοροποιούνται για κάθε μία από τις τυχόν χρήσεις του κτηρίου.

5.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Ο κλιματισμός των εσωτερικών χώρων του κτηρίου, σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης-ψύξης-αερισμού (διαστασιολόγησης συστήματος), θα γίνεται:

α. για τους χώρους των γραφείων μέσω αντλιών θερμότητας αέρα-αέρα πολυδιαρούμενου τύπου (VRV) και εσωτερικών κλιματιστικών μονάδων τύπου τοίχου,

β. για τους χώρους των W.C. με στεγανά ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα αμέσου αποδόσεως και
γ. για τον αερισμό μέσω εναλλάκτη θερμότητας αέρα-αέρα (τύπου VAM)

Οι χώροι Η/Μ εγκαταστάσεων στο υπόγειο του κτηρίου, είναι μη θερμαινόμενοι χώροι.

Παρατήρηση: Με τροποποίηση του κτηριοδομικού κανονισμού σχετικά με το άρθρο 25, οι ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες είναι πλέον υποχρεωτικές για όλα τα κτήρια με επιφάνεια άνω των 50 m². Κατά το σχεδιασμό (διαστασιολόγηση) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ελάχιστες προδιαγραφές για τα Η-Μ όπως καθορίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ. και να επιλέγονται τεχνολογίες που να έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν σε πλήρη και μερικά φορτία κατά τη θέρμανση ή ψύξη. Η υπερδιαστασιολόγηση του κεντρικού συστήματος λέβητα-καυστήρα για τη θέρμανση χώρων, μειώνει την τελική απόδοση του συστήματος σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στην παράγραφο 4.1.2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

5.1.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης του κτηρίου, έχει υπολογιστεί το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο του κτηρίου. Για τον υπολογισμό της ισχύος λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 20%, λόγω θερμικών απωλειών στο λέβητα, στο δίκτυο διανομής και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής θερμότητας θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης:

α. για τους χώρους των γραφείων θα τοποθετηθεί μία αντλία θερμότητας αέρα-αέρα πολυδιαιρούμενου τύπου (VRV) θερμικής ισχύος 69,00 kW, απόδοσης SCOP=3,90 και τερματικές μονάδες ψύξης-θέρμανσης τύπου τοίχου. Τα δίκτυα διανομής του οικολογικού ψυκτικού μέσου θα κατασκευαστούν με χαλκοσωλήνες βαρέως τύπου και διατομών σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Για την θέρμανση των W.C. των γραφείων θα τοποθετηθούν στεγανά ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα.

Βάσει των κανονισμών εφαρμόζεται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας των εσωτερικών χώρων του κτηρίου.

Οι ποσότητες, τα μεγέθη και τα τεχνικά χαρακτηριστικά όλων των μηχανημάτων και συσκευών φαίνονται στην αντίστοιχα σειρά σχεδίων κλιματισμού.

Παρατήρηση: Για κάθε ιδιοκτησία, οι επιμέρους κλάδοι διανομής θερμικής ενέργειας από το κολλεκτέρ προς τα σώματα καλοριφέρ, θα πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να καλύπτουν χώρους με ίδιες λειτουργικές ιδιαιτερότητες όπως: ίδια χρήση και ωράριο λειτουργίας (υπνοδωμάτια, κοινόχρηστοι χώροι, κ.α.). ίδια εσωτερικά φορτία (συσκευές, ηλιακά κέρδη λόγω κοινού προσανατολισμού), κ.α. Με το σχεδιασμό αυτό μπορεί να εφαρμοστεί και ξεχωριστός θερμοστατικός έλεγχος στους επιμέρους αυτούς χώρους κάθε ιδιοκτησίας (π.χ. διαμέρισμα), με παράλληλη ρύθμιση τροφοδοσίας κάθε κλάδου ξεχωριστά (μέσω αυτόματης βάνας στο επίπεδο του κολλεκτέρ), ανάλογα τις απαιτήσεις σε θερμική ενέργεια.

5.1.2. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης του κτηρίου:

Για τους χώρους των εργαστηρίων-γραφείων θα χρησιμοποιηθεί η προαναφερθείσα αντλία θερμότητας αέρα-αέρα πολυδιαιρούμενου τύπου (VRV) ψυκτικής ισχύος 61,50 kW, απόδοσης SEER=5,50 και τερματικές μονάδες ψύξης-θέρμανσης τύπου τοίχου. Τα δίκτυα διανομής του οικολογικού ψυκτικού μέσου θα κατασκευαστούν με χαλκοσωλήνες βαρέως τύπου και διατομών σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30°C προκύπτει σύμφωνα με την TOTEE 20701-3/2014. Τις βραδινές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που υπάρχει καύσωνας.

Στον πίνακα 5.1 που ακολουθεί, δίνονται αναλυτικά, η ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER των αντλιών θερμότητας που εγκατασταθούν στις επιμέρους ιδιοκτησίες του κτηρίου, σύμφωνα με τις μονάδες που επιλέχθηκαν κατά τη μελέτη ψύξης.

Πίνακας 5.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμότητας για κάθε ιδιοκτησία

Σύστημα	Τύπος	Ονομαστική ψυκτική ισχύς [KW]	Δείκτης αποδοτικότητας EER	Καύσιμο
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	61.5	3.300	Ηλεκτρισμός

Παρατήρηση: Σε περίπτωση που για το υπό μελέτη κτήριο δεν προβλεπόταν η εγκατάσταση συστήματος ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται ότι το κτήριο ψύχεται και το σύστημα ψύξης θα έχει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντίστοιχου κτηρίου αναφοράς, όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 (παράγραφος 4.2.1) και στον

Κ.Εν.Α.Κ. Στην περίπτωση αυτή, στην παρούσα παράγραφο θα περιγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης του κτηρίου αναφοράς.

5.1.3. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Η προσαγωγή νωπού και ο εξαερισμός των Γραφείων θα επιτυγχάνεται με τη χρήση ανεμιστήρα με εναλλάκτη θερμότητας αέρα-αέρα (VAM) για εξοικονόμηση ενέργειας, ο οποίος θα εγκατασταθεί εντός της ψευδοροφής, και θα συνδεθεί με δίκτυο εύκαμπτων και μεταλλικών αεραγωγών και στομιών, όπως φαίνονται στα αντίστοιχα σχέδια για την απαγωγή, την προσαγωγή, τη λήψη του νωπού και την απόρριψη.

Θα τοποθετηθούν συνολικά τρία (3) εναλλάκτες θερμότητας αέρα-αέρα (VAM) παροχής:

- δύο (2) των 1000m³/h, και

- ένας (1) των 800m³/h

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).

Τα στοιχεία του συστήματος αερισμού του υπό μελέτη κτηρίου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 5.1.1: Στοιχεία συστήματος αερισμού

Ζώνη	Χρήση	Τύπος αερισμού	Απαιτηση για νωπό αέρα [m ³ /h/m ²]
ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ	Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	Μηχανικός	11.00

5.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για το υπο μελέτη τμήμα ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 ανά χρήση, και είναι αυτή η τιμή που θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς.

- Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης: δεν υπολογίζεται κατανάλωση ZNX σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2017

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτήριο είναι 0.00 lt

Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 45°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου της Πάτρας όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2014, δίνονται στον πίνακα 5.2.

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Q_d σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου για Z.N.X. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \rho \cdot \Delta T$$

όπου:

V_d [lt /ημέρα] το ημερήσιο φορτίο, V_d = 0.00 (lt/ημέρα),

ρ [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήσης, ρ = 1 (kg/ lt),

c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα, c = 4,18 kJ/(kg.K),

ΔT [K] ή [°C] θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της χαμηλότερης θερμοκρασίας του νερού δικτύου και της θερμοκρασίας του Z.N.X..

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.

Ζώνη	Χρήση	V _d [lt/ημέρα]	V _{store} [lt]	Q _D [kWh/ημέρα]	P _n [kW]
ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ	Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	0.00	0.00	0.00	0.00

5.2.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ 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 σύμφωνα με τις αντίστοιχες που αναφέρονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 5.2.1: Στοιχεία συστήματος για ZNX

Σύστημα	Τύπος	Ισχύς [KW]	Βαθμός απόδοσης	Καύσιμο
1	Κεντρική μονάδα λέβητα-καυστήρα	0.0	1.000	Ηλεκτρισμός

Οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής ZNX θα είναι θερμομονωμένες σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και τα οριζόμενα στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 (πίνακας 4.7).

5.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η κύρια χρήση του κτηρίου είναι : Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό στις κατοικίες δε λαμβάνεται υπόψη για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου. Έτσι, η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό θα υπολογισθεί μόνο για άλλη χρήση κτηρίου και θα συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την ενεργειακή πιστοποίηση του αντίστοιχου τμήματος του κτηρίου.

Τα εργαστήρια-γραφεία, σύμφωνα με τη μελέτη φωτισμού, θα χρησιμοποιούν 81 φωτιστικά σώματα με δύο γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού 36 Watt με ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία και με φωτεινή δραστηριότητα 60 lumen/W. Για επιθυμητή στάθμη φωτισμού 300 lux, σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010 (πίνακας 2.4), η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών στους χώρους των εργαστηρίων υπολογίζεται στα 2.90 kW.

Στις ζώνες φυσικού φωτισμού ενός χώρου σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., θα πρέπει να εξασφαλίζεται η δυνατότητα αφής/σβέσης τουλάχιστον του 60% των λαμπτήρων που βρίσκονται σε αυτές. Σύμφωνα με τη μελέτη φωτισμού, το 60% της επιφάνειας των εργαστηρίων χαρακτηρίζεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού.

Οι χώροι των εργαστηρίων διαθέτουν ξεχωριστούς διακόπτες (αφής/σβέσης) για πέντε (5) επιμέρους ζώνες φωτισμού. Η διακριτοποίηση των ζωνών έγινε με κριτήριο τη μεταβολή της στάθμης φωτισμού στη διάρκεια της ημέρας και τον προσανατολισμό τους. Σε κάθε επιμέρους ζώνη θα υπάρχει η δυνατότητα αφής/σβέσης των λαμπτήρων κατά 60% του συνόλου των φωτιστικών σωμάτων.

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας, προβλέπεται η εγκατάσταση απλών συστημάτων ελέγχου των φωτιστικών στις ζώνες φυσικού φωτισμού που αποτελούνται από αισθητήρα φυσικού φωτισμού και αυτόματους διακόπτες σβέσης στο 60% των φωτιστικών όλων των ζωνών.

Ζώνη	Επιθυμητή ισχύς φωτισμού [lux]	Φωτεινή δραστηριότητα λαμπτήρα [lm/W]	Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού [W/m ²]	Φωτισμός ασφαλείας	Εφεδρικό σύστημα	Διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου φυσικού φωτισμού
1	300.0	0.0	8.4	ΟΧΙ	ΟΧΙ	Χειροκίνητος έλεγχος

Τα στοιχεία του συστήματος φωτισμού ανα ζώνη, φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

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

Σύμφωνα με τη 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. Η περίπτωση εγκατάστασης οριζόντιων γεωθερμικών εναλλακτών για τη λειτουργία αντλίας θερμότητας δεν μπορεί να εφαρμοστεί, λόγω ανεπαρκούς ελευθέρου οικοπέδου (υπολογίστηκε πως υπάρχει δυνατότητα κάλυψης μόνο του 14% των απαιτούμενων ψυκτικών - θερμικών φορτίων του κτηρίου).
3. Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών όπως παρουσιάστηκε παραπάνω και η οποία είναι υποχρεωτική βάσει των

κανονισμών, θα καλύψει μέρος του θερμικού φορτίου για ζεστό νερό χρήσης του κτηρίου. Λόγω της περιορισμένης επιφάνειας, δεν υπάρχει δυνατότητα εφαρμογής περαιτέρω εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών ή φωτοβολταϊκών στοιχείων.

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 θα πρέπει να 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 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017, οι θερμικές ζώνες ενός κτηρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου έγιναν με τη χρήση του υπολογιστικού εργαλείου TEE-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 Πάτρας, είναι ενσωματωμένα στη βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2014, "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 τους προσανατολισμούς, για την περιοχή της Πάτρας. Το υψόμετρο της περιοχής όπου θα κατασκευασθεί το κτήριο είναι μικρότερο από τα 500 m. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

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 εκδοθεί ΠΕΑ για αντίστοιχη κύρια χρήση: Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κάθε τμήματος του κτηρίου με διαφορετική κύρια χρήση, προσδιορίζονται τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. και στη 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:

- Η χρήση του κτηρίου, Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης,
- 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, όπως: η θερμοπερατότητα, η θερμική μάζα, η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, η διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων, όπως: 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 τη μελέτη σχεδιασμού για το κτήριο.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη τμήματος του φορτίου για ZNX.
-

6.3. ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το εμβαδό και ο όγκος του υπό μελέτη τμήματος ανά χρήση δίνονται στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1: Εμβαδό και όγκος τμήματος

Θερμική Ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m ²]	Θερμαινόμενος όγκος [m ³]	Ψυχόμενος όγκος [m ³]
ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ	379.098	379.098	1649.0763	1649.076

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 4 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

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	379.1	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² K)]	280	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Δ	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	536	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²)	0.00	Μόνο για κατοικίες από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	0	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό		

αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός εξώθυρων με περιθώριο στο κάτω μέρος > 1.0 cm και σε επαφή με εξωτερικό περιβάλλον		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

6.3.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 έχουν καθορισθεί οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) 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: Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)		
Ωράριο λειτουργίας	8	Προκαθορισμένη παράμετρος από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 και 20701-3/2010
Ημέρες λειτουργίας	5	
Μήνες λειτουργίας	9	
Περίοδος θέρμανσης	1/11 έως 15/4	
Περίοδος ψύξης	15/5 έως 15/9	
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 ³ /h/m ²)	11.00	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	300	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς (W/m ²)	9.6	
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m ³ /m ² έτος)	0.00	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	45	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	17.6	
Εκλυόμενη θερμοκρασία από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	40.0	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.18	
Εκλυόμενη θερμοκρασία από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	0.75	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.18	

6.3.3. ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

6.3.3.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΑΕΡΑ

Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμα επίχρυσμα. Όπου θεωρηθεί σκόπιμο πιθανόν να χρησιμοποιηθούν στρώσεις από πλάκες πεζοδρομίου ή κεραμικά πλακίδια κ.α. Σε κάθε περίπτωση, 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.α δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα.

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

Όροφος	Τύπος	Δομικό στοιχείο	γ'	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	α'	ε'
ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ	Τοίχος	T2	67	0.437	62.73	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	67	0.457	2.46	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	67	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	67	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	67	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	67	0.457	1.64	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	67	0.457	4.34	0.40	0.80
	Τοίχος	T2	337	0.437	23.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	337	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	337	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	337	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	337	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	337	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	337	0.457	1.84	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	337	0.457	5.46	0.40	0.80
	Τοίχος	T2	247	0.437	55.81	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	247	0.457	1.84	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	247	0.457	2.46	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	247	0.457	3.28	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	247	0.457	2.46	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	247	0.457	3.28	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	247	0.457	4.34	0.40	0.80
	Τοίχος	T2	157	0.437	53.31	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	157	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	157	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	157	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	157	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	157	0.457	1.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	157	0.457	1.84	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	157	0.457	5.46	0.40	0.80
	Δάπεδο	Δ3		1.853	378.95	0.00	0.00
	Οροφή	Ο1	Ο	0.417	379.10	0.65	0.80

6.3.3.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ

πλάκες σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
Δ3	1.853	379.100	78.400	9.671	0.2	0.390

κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
ΒΑ τοίχωμα T7	0.457	2.603	0.2	0.500
ΒΔ τοίχωμα T7	0.457	3.278	0.2	0.500
ΝΔ τοίχωμα T7	0.457	2.603	0.2	0.500
ΝΑ τοίχωμα T7	0.457	3.278	0.2	0.500

6.3.3.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

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

6.3.3.4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται τα δεδομένα των αδιαφανών δομικών στοιχείων των τυχόν μη θερμαινόμενων χώρων, που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και εκείνων που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος αντίστοιχα.

Πίνακας 6.4.γ Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων μ.θ.χ. σε επαφή με αέρα.

Πίνακας 6.4.δ Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων μ.θ.χ. σε επαφή με έδαφος.

6.3.3.5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

Ο συνολικός αερισμός μη θερμαινόμενων χώρων υπολογίζεται βάσει του πίνακα 3.27 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Για το υπό μελέτη κτήριο η παροχή αέρα των μη θερμαινόμενων χώρων καθώς και ο αερισμός τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

ΜΘΧ	Παροχή [$\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^3$]	Συνολικός όγκος [m^3]	Αερισμός [m^3/h]
-----	---	----------------------------------	------------------------------------

6.3.3.6. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Στην παράγραφο 4.3 παρουσιάστηκαν αναλυτικά τα χαρακτηριστικά των κουφωμάτων που θα χρησιμοποιηθούν στο υπό μελέτη κτήριο κατά περίπτωση.

Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους "g" σε κάθετη πρόσπτωση των υαλοπινάκων δηλώνεται από τον κατασκευαστή και φαίνεται στους αναλυτικούς υπολογισμούς που παρατίθενται.

Αναλυτικά οι υπολογισμοί σχετικά με τα διαφανή δομικά στοιχεία δίνονται στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Για κάθε κούφωμα υπολογίσθηκε ο συντελεστής σκίασης από ορίζοντα F_{hor} , ο συντελεστής σκίασης από προστέγασμα F_{ov} και ο συντελεστής σκίασης από πλευρικό F_{fin} .

Στα σχέδια ΕΝΑΚ-6 έως ΕΝΑΚ-9 δίνονται οι γωνίες σκίασης των κουφωμάτων από μακρινά εμπόδια (περιβάλλον κτηρίου), προστεγάσματα και πλευρικά σκίαστρα.

Στον πίνακα 6.5.α δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα για τα νότια ανοίγματα (άμεσου κέρδους) και στον πίνακα 6.5.β για όλα τα υπόλοιπα.

Πίνακας 6.5.α Δεδομένα κουφωμάτων άμεσου κέρδους.

Όροφος	Κούφωμα	γ	Εμβαδό [m^2]	U [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	g_w	F_{hor} θερμ.	F_{hor} ψύξη	F_{ov} θερμ.	F_{ov} ψύξη	F_{fin} θερμ.	F_{fin} ψύξη
ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ	NA1	157	0.40	3.000	0.18	1.00	1.00	1.00	1.00	0.81	0.92
	NA2	157	0.40	3.000	0.18	1.00	1.00	1.00	1.00	0.82	0.92
	NA3	157	1.56	2.876	0.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NA4	157	5.07	2.206	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	0.74	0.91
	NA5	157	1.58	2.875	0.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	NA6	157	5.13	2.204	0.48	1.00	1.00	1.00	1.00	0.78	0.91
	NA7	157	1.56	2.391	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	0.84	0.93
	NA8	157	1.43	2.415	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	0.88	0.94
	NA9	157	2.86	2.548	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	0.74	0.91
	NA10	157	2.42	2.320	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	0.85	0.93
	NA11	157	2.42	2.320	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	0.86	0.93
	NA12	157	2.42	2.320	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.94

Πίνακας 6.5.β Δεδομένα κουφωμάτων.

Όροφος	Κουφωμα	γ	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	g_w	F_{hor} θέρμ.	F_{hor} ψύξη	F_{ov} θέρμ.	F_{ov} ψύξη	F_{fin} θέρμ.	F_{fin} · ψύξη
ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ	ΒΔ1	337	5.75	2.329	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ΒΔ2	337	5.75	2.329	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ΒΔ3	337	3.95	2.294	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ΒΔ4	337	5.75	2.329	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ΒΔ5	337	5.75	2.329	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ΒΔ6	337	3.90	2.295	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ΒΔ7	337	3.95	2.294	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ΒΔ8	337	3.95	2.294	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ΒΔ9	337	3.90	2.295	0.46	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ΒΔ10	337	5.75	2.329	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ΒΔ11	337	5.75	2.329	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ΒΔ12	337	2.97	2.294	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	ΝΔ1	247	1.99	2.378	0.43	0.51	0.76	1.00	1.00	1.00	1.00

6.3.4. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

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 κτηρίου, στο λογισμικό.

6.3.4.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΧΩΡΩΝ

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθεί για τη θερμική ζώνη με χρήση "Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης".

Πίνακας 6.6. Δεδομένα συστήματος θέρμανσης τμήματος Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης"

Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας: Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 69.0 kW											
Συνολική θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 3.900											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης η_{g1} :											
Συντελεστής μόνωσης η_{g2} :											
Πραγματικός βαθμός απόδοσης η_{gm} :											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠ	0	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (€/m ²):											
Δίκτυο διανομής θερμότητας: Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα											

Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 0.000		
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/> Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/>		
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 90.00		
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: 95.5%		
Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>		
Τερματικές μονάδες		
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων/Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο		
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.88 T.O.T.E.E. 20701-1/2017, πίνακας 4.12		
Βοηθητική ενέργεια		
Τύπος βοηθητικών συστημάτων	Αριθμός συστημάτων	Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m²)
		5.01
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 80% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου		

Στον πίνακα 6.6. δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης του τμήματος με χρήση "Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης"

6.3.4.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ ΧΩΡΩΝ

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης του τμήματος με χρήση "Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης"

Πίνακας 6.7. Δεδομένα συστήματος ψύξης τμήματος "Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης"

Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)											
Μονάδα παραγωγής ψύξης: Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 61.5 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 3.300											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠ	1	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης: Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 61.500											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/> Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C):											
Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C):											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής: 98.5%											
Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											

Τερματικές μονάδες		
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: Άμεσα συστήματα (μονάδες ανεμιστήρα (fan coils), δαπέδου ή οροφής		
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.96 T.O.T.E.E. 20701-1/2017, πίνακας 4.14		
Βοηθητική ενέργεια		
Τύπος βοηθητικών συστημάτων	Αριθμός συστημάτων	Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m ²)
		0.00
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 80% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου		

6.3.4.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Ο αερισμός που εφαρμόζεται σε όλους τους χώρους του κτηρίου είναι μηχανικός και σύμφωνα με την T.O.T.E.E. 20701-1/2017, η παροχή του αέρα θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νωπό αέρα.

Από τον πίνακα 2.3 της T.O.T.E.E. 20701-1/2017 λαμβάνεται μηχανικός αερισμός σύμφωνα με τη χρήση του υπό μελέτη τμήματος ως εξής :

- Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης: 11.00 m³/h/m²

Η ζώνη 1(Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) διαθέτει και σύστημα μηχανισμού αερισμού / ΚΚΜ με τα εξής χαρακτηριστικά:

A/a	Ενεργό τμήμα θέρμανσης	Παροχή αέρα θέρμανσης (m ³ /s)	Συντελεστής ανακυκλοφορίας αέρα (θέρμανση)	Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας (θέρμανση)	Ενεργό τμήμα ψύξης	Παροχή αέρα ψύξης (m ³ /s)	Συντελεστής ανακυκλοφορίας αέρα (ψύξη)	Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας (ψύξη)	Ενεργό τμήμα υγρανσης	Συντελεστής ανάκτησης υγρασίας	Φίλτρα	Ειδική απορρόφηση ισχύος (kW/m ³)
1	ΟΧΙ	0.280	0.000	0.852	ΟΧΙ	0.280	0.000	0.852	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	1.000
2	ΟΧΙ	0.220	0.000	0.872	ΟΧΙ	0.220	0.000	0.872	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	1.000
3	ΟΧΙ	0.280	0.000	0.852	ΟΧΙ	0.280	0.000	0.852	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	1.000
4	ΟΧΙ	0.130	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.130	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	0.000
5	ΟΧΙ	0.716	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.716	0.000	0.000	ΟΧΙ	0.000	ΟΧΙ	1.000

6.3.4.4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Τα στοιχεία (ισχύς, καύσιμο, δίκτυο διανομής κτλ) 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 T.O.T.E.E. 20701-1/2017 και με ποσοστό απωλειών που φαίνεται παρακάτω.

Πίνακας 6.8. Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης

Σύστημα ζεστού νερού χρήσης ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)											
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Κεντρική μονάδα λέβητα-καυστήρα ισχύος 0.0 kW											
Θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 1.000											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ΖΝΧ 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											

Σύστημα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ΖΝΧ (%): 100.0%
Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ΖΝΧ: 98%

6.3.4.5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Οι ηλιακοί συλλέκτες που θα εγκατασταθούν στο δώμα, έχουν τη δυνατότητα κάλυψης μέρος του ΖΝΧ του κτηρίου. Το είδος, η επιφάνεια, ο βαθμός αξιοποίησης, αλλά και τα υπόλοιπα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 6.9. που ακολουθεί:

Πίνακας 6.9. Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών

Ηλιακοί συλλέκτες θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης)	
Είδος ηλιακού συλλέκτη	Απλός
Χρήση ηλιακού συλλέκτη για: <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/> Θέρμανση χώρων	
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για ζεστό νερό χρήσης (%):	-
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για θέρμανση χώρων (%):	-
Εμβαδόν επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών (m ²):	0.0
Κλίση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών (°):	0
Προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών (°):	180
Συντελεστής σκίασης F-s:	1.00

6.3.4.6. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων φωτισμού του κτηρίου, όπου αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., συνοψίζονται παρακάτω:

Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης 1 (Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) 3184.4		
Για φωτιστική δραστηριότητα 0lm/W και Στάθμη φωτισμού 300.0Lux		
Περιοχή φυσικού φωτισμού (%)	100.0	
Συντελεστής αυτοματισμού ελέγχου φυσικού φωτισμού, F _D	1.0	Χειροκίνητος έλεγχος φωτισμού
Συντελεστής αυτοματισμού ανίχνευσης κίνησης, F _O	1.0	
Χρόνος χρήσης φυσικού φωτισμού (h) _O	1560	Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
Χρόνος χρήσης τεχνητού φωτισμού (h) _O	0	Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
Σύστημα απομάκρυνσης εκλυόμενης θερμότητας από τα φωτιστικά	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ	
Φωτισμός ασφαλείας	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ	
Σύστημα εφεδρείας	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ	

6.3.4.7. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Τα δεδομένα του κτηρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, παράλληλα με την εισαγωγή και ανάλογα τη χρήση και τη 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/m²), όπως:

Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη

Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²), 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/m²) 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. 20701-1/2017 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Ελκόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kW)
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

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.

7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το υπό μελέτη τμήμα έχει χρήση "Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης" και τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη δίδονται στον πίνακα 7.1.

Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 7.1. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτηρίου

Χρήση: Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (kWh/m²)

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	3.50	1.80	0.80	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	1.90	8.50
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	3.10	0.00	0.00	0.00	4.10	0.00	0.00	0.00	7.20
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 ενέργειας ανά τελική χρήση δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί. 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

Χρήση: Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m²)

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.90	2.10	1.90	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	1.70	2.30	12.50
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	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	2.00	0.00	0.00	0.00	2.40	0.00	0.00	0.00	4.30
ΖΝΧ	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 ΖΝΧ	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	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.00	0.00	0.00	1.50	1.50	1.50	1.50	13.10
Φωτοβολταϊκά	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
Σύνολο	4.30	3.60	3.30	2.40	3.40	0.00	0.00	0.00	3.80	2.20	3.10	3.70	30.00

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

Πίνακας 7.3. Κατανάλωση ανά καύσιμο - "Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης"

Χρήση: Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	
Ηλεκτρισμός	30.0
Γεωθερμία	0.0
Σύνολο	30.0

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου, δίνονται στον πίνακα 7.4. που ακολουθεί.

Πίνακας 7.4. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	32.7	36.4
Ψύξη	12.6	12.5
ZNX	0.0	0.0
Φωτισμός	46.3	38.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	91.6	86.9

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο, δίνονται στον πίνακα 7.5.

Πίνακας 7.5. Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Χρήση: Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Τελική χρήση	Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m ²)	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²)
Ηλεκτρισμός	30.0	29.0
Γεωθερμία	0.0	0.0

7.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πίνακας 7.4) του τμήματος του υπο μελέτη κτηρίου, φαίνεται να ανήκει στην κατηγορία B (βλ. επόμενο σχήμα σχήμα).

Άρα υπερπληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του KENAK, για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς.

Ενεργειακή κατηγορία:									
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:									
$EP \leq 0,33 R_R$	A+								
$0,33 R_R < EP \leq 0,5 R_R$	A								
$0,50 R_R < EP \leq 0,75 R_R$	B+								
$0,75 R_R < EP \leq 1,00 R_R$	B								
$1,00 R_R < EP \leq 1,41 R_R$	Γ								
$1,41 R_R < EP \leq 1,82 R_R$	Δ								
$1,82 R_R < EP \leq 2,27 R_R$	E								
$2,27 R_R < EP \leq 2,73 R_R$	Z								
$2,73 R_R < EP$	H								

B

86.90 kWh/m²

Ενεργειακή κατάταξη τμήματος κτηρίου

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

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

Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων».

Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις».

Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010, «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων- Κ.Εν.Α.Κ..».

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» Α' Έκδοση

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» Γ' Έκδοση

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2014, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών» Γ' Έκδοση

Duffie A John., Beckman A. William, «Solar Engineering of Thermal Processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.

ΛΙΣΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (CHECK LIST) ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ

Το κτήριο πρέπει να πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και αφορούν τον 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.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Στο σχεδιασμό του κτηρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι παράμετροι:	Για τον σχεδιασμό του κτηρίου εφαρμόστηκαν τα εξής:
Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου 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 (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).	Παράγραφος 3.2.
Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος (Π.Η.Σ.), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (χρήση νοτίων ανοιγμάτων), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακού χώρου (θερμοκήπιο) κ.α. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών	Παράγραφος 3.6.
Ηλιοπροστασία κτηρίου	Παράγραφος 3.3.
Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.	Παράγραφος 3.5.
Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.	Παράγραφος 3.4.
Απαραίτητα σχέδια	
Σχέδια σκιασμού από μακρινά εμπόδια.	Αρ.Σχ. ΕΝΑΚ 2
Σχέδια σκιασμού από προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ.Σχ. ΕΝΑΚ 3-5
Σχέδια γωνιών σκιασμού ανοιγμάτων από μακρινά εμπόδια, προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ.Σχ. ΕΝΑΚ 6-9
Σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών παθητικών ηλιακών συστημάτων (εκτός άμεσου κέρδους), με σχηματικές τομές τρόπου λειτουργίας τους.	Δεν προβλέπονται τέτοια ΠΗΣ

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών τοίχων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, αλλά και με όμορα κτήρια, θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη ως ερχόμενων σε επαφή με τον αέρα. (Όλα τα κτήρια στον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας θεωρούνται ως πανταχόθεν ελεύθερα)	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δώματος (ή/και της πλοτής) θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δαπέδων σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών τοίχων σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των ανοιγμάτων θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των γυάλινων προσόψεων θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη	Δεν υπάρχουν γυάλινες προσόψεις
Ο μέσος συντελεστής $U_{\text{τη}}$ θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την αντίστοιχη τιμή του λόγου A/V .	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Τεύχος ελέγχου θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται:	
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων	Παράγραφος 4 Τεύχος Υπολογισμών
Αναλυτικές προμετρήσεις εμβαδών αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με εξωτερικό αέρα, με έδαφος, με μη θερμαινόμενους χώρους	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Αναλυτικές προμετρήσεις θερμογεφυρών	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m .	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Σε κάθε κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.), με παροχή νωπού αέρα $\geq 60\%$ της ονομαστικής παροχής, εφαρμόζεται ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%	Παράγραφος 5.1.3.
Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή άλλου μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος ΖΝΧ, 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	Παράγραφος 5.1.3.

(προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με σχετική TOTEE 20701-1/2017.	
Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης θερμοκρασίας (ή άλλο ισοδύναμο) για την αποδοτική αντιμετώπιση των μερικών φορτίων. Εάν υπάρχουν μεταβλητά φορτία δικτύου χρησιμοποιούνται συστήματα προσαρμογής του υδραυλικού σημείου λειτουργίας (π.χ. κυκλοφορητές μεταβλητής ικανότητας Δν-ρ)	Παράγραφοι 5.1.1. και 5.1.2.
Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος ανακυκλοφορίας ZNX, εφαρμόζεται κυκλοφορία με σταθερό Δρ και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών βάση της ζήτησης σε ZNX.	Παράγραφος 5.2
Κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. <ul style="list-style-type: none"> Τεκμηρίωση σε περίπτωση μη κάλυψης του ποσοστού 60% Κάλυψη των αναγκών σε ZNX από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας. 	Παράγραφος 5.2.2.
Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτήρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 60 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m ² 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.	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 θερμιδομέτρηση	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου	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 κατ' ελάχιστο 0,95.	Παράγραφος 5.4.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

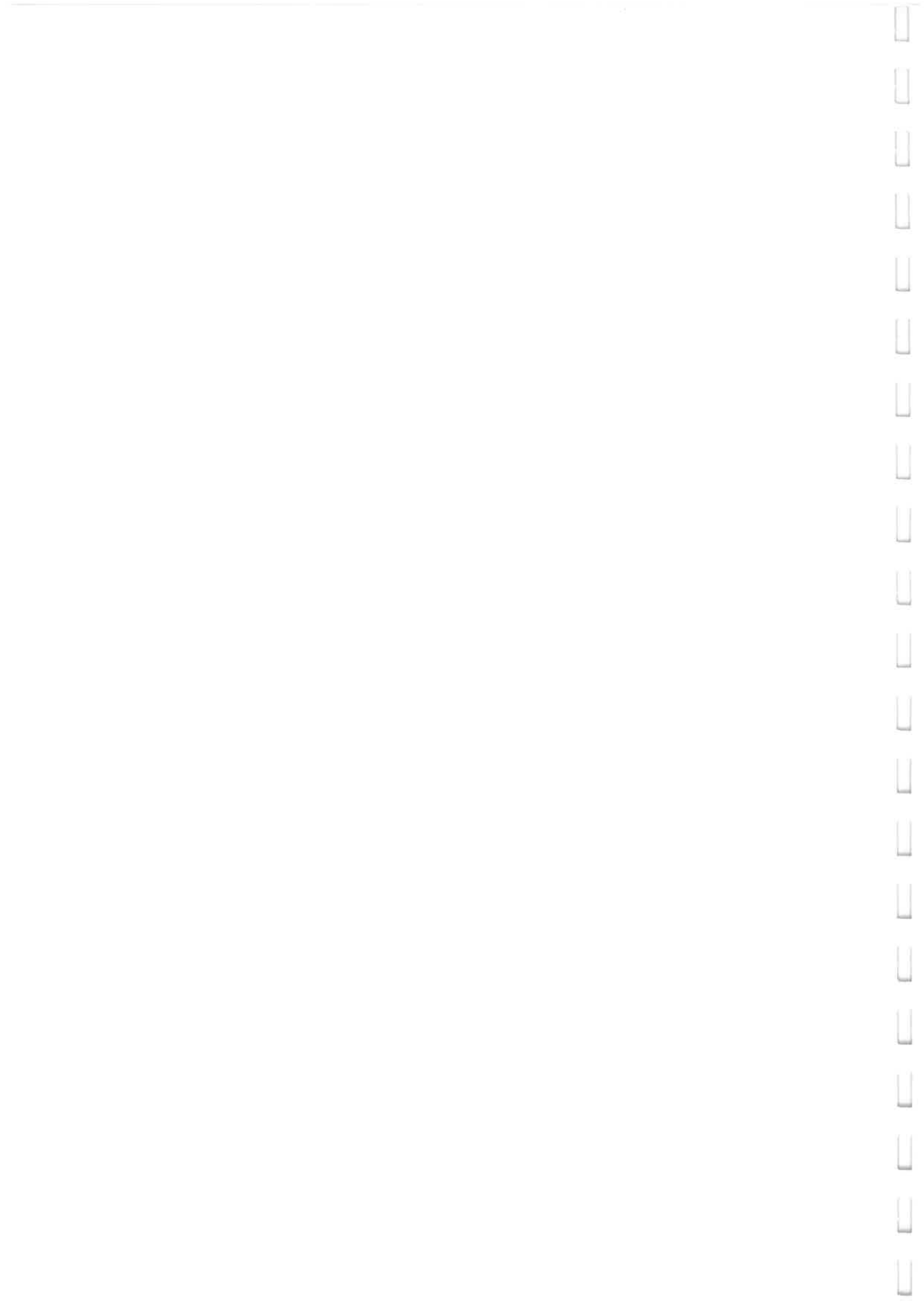
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο
Μελέτη τεχνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής σκοπιμότητας	
Το κτήριο κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία B (κτήριο αναφοράς) ή σε καλύτερη	Παράγραφοι 7.3 και 7.4
Το κτήριο έχει μικρότερη ή ίση μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το κτήριο αναφοράς.	Παράγραφοι 7.1. και 7.2.

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Τεκμηρίωση μη απαίτησης εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης	Παράγραφος 5.4.
Τεκμηρίωση υπαγωγής ή μη στην περίπτωση ριζικής	Δεν απαιτείται

ανακαίνισης	
Σε περίπτωση υπαγωγής σε ριζική ανακαίνιση απαιτείται τεκμηρίωση με τεχνική έκθεση, των επιλεγμένων ή μη επεμβάσεων ως προς τις τεχνικές, λειτουργικές και οικονομικές δυσκολίες τη σχέση κόστους/οφέλους που προκύπτει από το βαθμό αναβάθμισης του κτηρίου και την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται.	Δεν απαιτείται

Ο μηχανικός



Σειριακός αριθμός μηχανής TEE: Y9378D5YRYNB3ZD1 - έκδοση: 1.31.1.9
4M-KENAK Version: 1.00, S/N: 1616938768,
Αρ. έγκρισης: 1935/6.12.2010

Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών

**Έργο: ΚΤΗΡΙΟ Β (ΠΡΩΗΝ ΞΥΛΟΥΡΓΕΙΟ) ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΟΣ
ΕΠΑΛ ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ**

Διεύθυνση: Ν. ΤΣΑΡΑ 6, ΝΑΥΠΑΚΤΟΣ

Μελετητές:

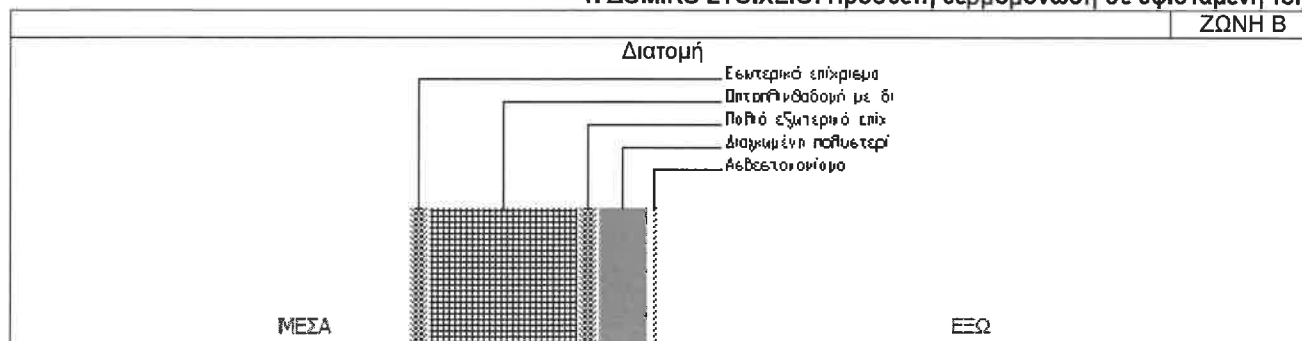
3 Οκτωβρίου 2018

Περιεχόμενα

1. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων	3
2. Υπολογισμός ισοδύναμων συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος	8
3. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις	11
4. Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	15
5. Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	20
6. Διαφανή δομικά στοιχεία	22
7. Μη θερμαινόμενοι χώροι	25
8. Θερμογέφυρες	27
9. Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_{m} του κτιρίου	33
10. Υπολογισμός αθέλητου αερισμού	35

1. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Πρόσθετη θερμομόνωση σε υφιστάμενη τοιχοποιία

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Εσωτερικό επίχρισμα	1800	0.020	0.872	0.023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.180	0.510	0.353
3	Παλιό εξωτερικό επίχρισμα	1800	0.020	0.872	0.023
4	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS100	19	0.060	0.035	1.714
5	Αεραστοκονίασμα	1900	0.005	0.870	0.006
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.285$		$R_L=2.119$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_L	(m ² K)/W	2.119
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{oL}	(m ² K)/W	2.289

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0.437
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K)	0.50

Πρέπει $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Πρόσθετη θερμομόνωση σε υφιστάμενη δοκό-κολώνα

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/ λ (m ² K)/W
1	Εσωτερικό επίχρισμα	1800	0.020	0.872	0.023
2	Κατηγορία σκυροδέματος <B120		0.380	1.510	0.252
3	Παλιό εξωτερικό Επίχρισμα	1800	0.020	0.872	0.023
4	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS100	19	0.060	0.035	1.714
5	Ασβεστοκονίαμα	1900	0.005	0.870	0.006
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.485$		$R_L=2.018$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000

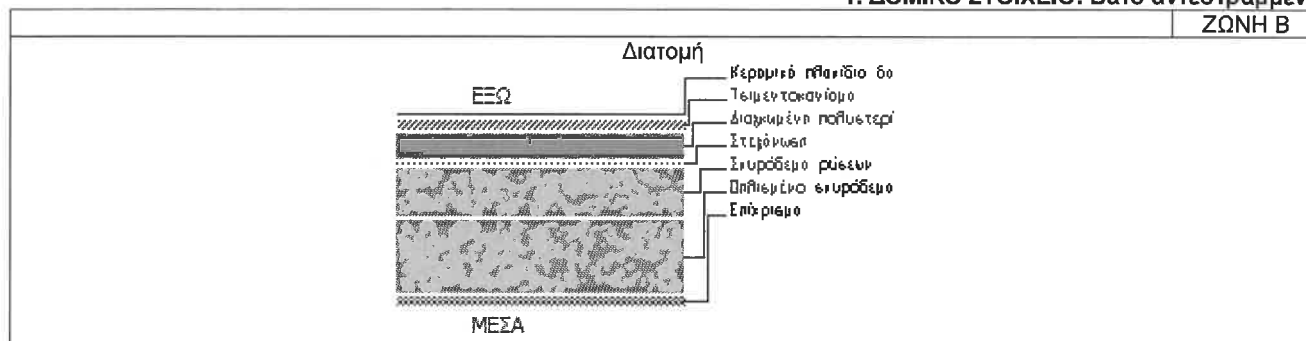
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_L	(m ² K)/W	2.018
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{0L}	(m ² K)/W	2.188

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m ² K)	0.457
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U_{max}	W/(m ² K)	0.50

Πρέπει $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

Τύπος εντύπου 1
Αριθμός φύλλου 2.1

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Βατό αντεστραμμένο δώμα

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ (m ² K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα	2400	0.150	2.035	0.074
3	Σκυρόδεμα ρύσεων	400	0.100	0.145	0.690
4	Στεγάνωση	1200	0.004	0.174	0.023
5	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS100	19	0.050	0.035	1.429
6	Τσιμεντοκονίαμα		0.020	1.390	0.014
7	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.010	1.840	0.005
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.354$		$R_L=2.258$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

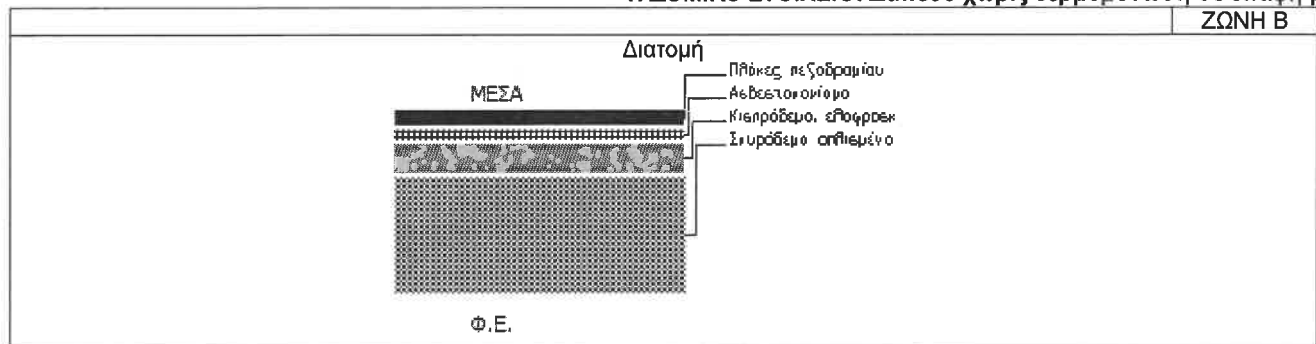
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0.10
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_L	(m ² K)/W	2.258
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{oL}	(m ² K)/W	2.398

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	0.417
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	0.45

Πρέπει $U \leq U_{max}$
ΙΣΧΥΕΙ

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με Φ.Ε.

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_L)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ kg/m ³	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/ λ (m ² K)/W
1	Πλάκες πεζοδρομίου	2100	0.025	1.500	0.017
2	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250
4	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.200	2.500	0.080
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.295$		$R_L=0.370$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	R_i (εσωτερ.)	R_a (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R_i	(m ² K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R_L	(m ² K)/W	0.370
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R_a	(m ² K)/W	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R_{oL}	(m ² K)/W	0.540

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m ² K)	1.853
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	U_{max}	W/(m ² K)	0.90

Πρέπει $U \leq U_{max}$
ΔΕΝ ΙΣΧΥΕΙ

2. Υπολογισμός ισοδύναμων συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος

πλάκες σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	Φύλ.	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m ²)]
Δάπεδο	4.3	1.853	379.100	78.400	9.671	0.2	0.390

κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	Φύλ.	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Μέσο βάθος έκτασης z [m]	U' [W/(m ² K)]
ΒΑ τοίχωμα	1.7	0.457	2.603	0.2	0.500
ΒΔ τοίχωμα	1.7	0.457	3.278	0.2	0.500
ΝΔ τοίχωμα	1.7	0.457	2.603	0.2	0.500
ΝΑ τοίχωμα	1.7	0.457	3.278	0.2	0.500

3. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις

Τύπος πλαισίου: Μέταλλο με θερμοδιακοπή 24mm
 U_f πλαισίου: 2.8 W/m²K

Τύπος υαλοπίνακα: Διπλό διακένου 12mm (ισ.πλαιο 10cm+μεμβράνη)
 U_g υαλοπίνακα: 1.8 W/m²K
 g υαλοπίνακα σε κάθε προσπτ.: 0.67
 g υαλοπίνακα: 0.60

γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υαλοπ. και πλαισίου Ψ_g : 0.11 W/mK
 μέσο πλάτος πλαισίου: 0.100 m

Τύπος κουφώμ ατος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m ²]
A1	0.80	0.50	2	0.40
A2	3.90	0.40	1	1.56
A3	3.90	1.30	1	5.07
A4	3.95	0.40	1	1.58
A5	3.95	1.30	1	5.13
A6	1.20	1.30	1	1.56
A7	1.10	1.30	1	1.43
A8	1.95	2.95	2	5.75
A9	3.95	1.00	1	3.95
A10	3.90	1.00	1	3.90
A11	1.10	2.70	1	2.97
A12	0.95	2.10	1	1.99
A13	1.30	2.20	2	2.86
A14	1.10	2.20	1	2.42

Τύπος κουφώμ ατος	Εμβαδό πλαισίου [m ²]	Εμβαδό επ. ρολού [m ²]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m ²]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L_g [m]	U κουφώματος [W/(m ² K)]	g_w κουφώματος
A1	0.28		0.12	70%	2.000	3.000	0.18
A2	0.82		0.74	53%	7.800	2.876	0.28
A3	1.00		4.07	20%	9.600	2.206	0.48
A4	0.83		0.75	53%	7.900	2.875	0.28
A5	1.01		4.12	20%	9.700	2.204	0.48
A6	0.46		1.10	29%	4.200	2.391	0.42
A7	0.44		0.99	31%	4.000	2.415	0.42
A8	1.49		4.26	26%	14.10	2.329	0.44
A9	0.95		3.00	24%	9.100	2.294	0.46
A10	0.94		2.96	24%	9.000	2.295	0.46
A11	0.72		2.25	24%	6.800	2.294	0.45
A12	0.57		1.42	29%	5.300	2.378	0.43
A13	1.06		1.80	37%	9.800	2.548	0.38
A14	0.62		1.80	26%	5.800	2.320	0.45

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο

Όροφος	Κουφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Τύπος	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	UxA [W/K]	g _w	Αριθμός επιφανει ών
ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ	BΔ1	1.95	2.95	A8	5.75	2.329	13.40	0.44	1
	BΔ2	1.95	2.95	A8	5.75	2.329	13.40	0.44	1
	BΔ3	3.95	1.00	A9	3.95	2.294	9.06	0.46	1
	BΔ4	1.95	2.95	A8	5.75	2.329	13.40	0.44	1
	BΔ5	1.95	2.95	A8	5.75	2.329	13.40	0.44	1
	BΔ6	3.90	1.00	A10	3.90	2.295	8.95	0.46	1
	BΔ7	3.95	1.00	A9	3.95	2.294	9.06	0.46	1
	BΔ8	3.95	1.00	A9	3.95	2.294	9.06	0.46	1
	BΔ9	3.90	1.00	A10	3.90	2.295	8.95	0.46	1
	BΔ10	1.95	2.95	A8	5.75	2.329	13.40	0.44	1
	BΔ11	1.95	2.95	A8	5.75	2.329	13.40	0.44	1
	BΔ12	1.10	2.70	A11	2.97	2.294	6.81	0.45	1
	NA1	0.95	2.10	A12	1.99	2.378	4.74	0.43	1
	NA1	0.80	0.50	A1	0.40	3.000	1.20	0.18	1
	NA2	0.80	0.50	A1	0.40	3.000	1.20	0.18	1
	NA3	3.90	0.40	A2	1.56	2.876	4.49	0.28	1
	NA4	3.90	1.30	A3	5.07	2.206	11.18	0.48	1
	NA5	3.95	0.40	A4	1.58	2.875	4.54	0.28	1
	NA6	3.95	1.30	A5	5.13	2.204	11.32	0.48	1
	NA7	1.20	1.30	A6	1.56	2.391	3.73	0.42	1
	NA8	1.10	1.30	A7	1.43	2.415	3.45	0.42	1
	NA9	1.30	2.20	A13	2.86	2.548	7.29	0.38	1
	NA10	1.10	2.20	A14	2.42	2.320	5.61	0.45	1
	NA11	1.10	2.20	A14	2.42	2.320	5.61	0.45	1
	NA12	1.10	2.20	A14	2.42	2.320	5.61	0.45	1

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων

Όροφος	Εμβαδό [m ²]	Σ(UxA) [W/K]	n	ΣA [m ²]	n x Σ(UxA) [W/K]
ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ	86.39	202.27	1	86.39	202.27
Συνολικά				86.39	202.27

4. Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία

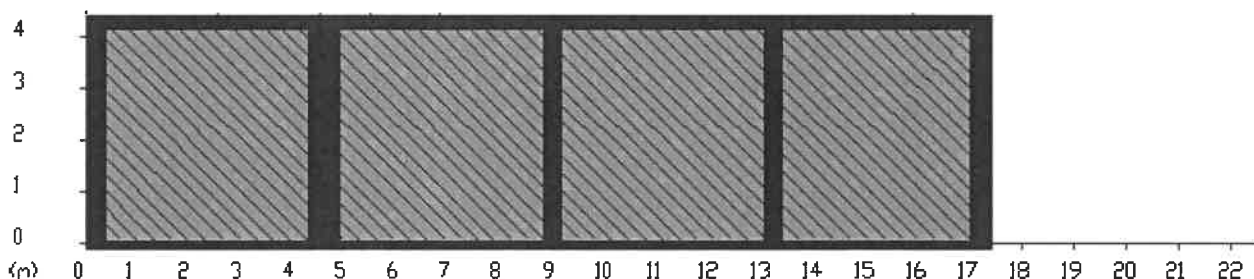
Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΒΑ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.437
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	17.35	4.35	75.47
2	-0.60	4.10	-2.46
3	-0.35	4.10	-1.43
4	-0.35	4.10	-1.43
5	-0.35	4.10	-1.43
6	-0.40	4.10	-1.64
7	-17.35	0.25	-4.34
		ΣΑ =	62.73

Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΒΑ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.457
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.60	4.10	2.46
2	0.35	4.10	1.43
3	0.35	4.10	1.43
4	0.35	4.10	1.43
5	0.40	4.10	1.64
6	17.35	0.25	4.34
		ΣΑ =	12.74

ΤΟΙΧΟΙ : 62.73 m²
ΜΠΕΤΟΝ : 15.35 m²
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m²



Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΝΑ

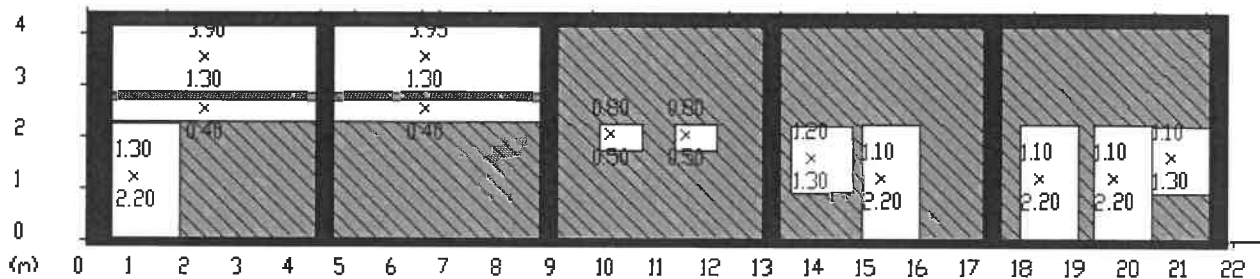
δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.437
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	21.85	4.35	95.05
2	-0.80	0.50	-0.40
3	-0.80	0.50	-0.40
4	-3.90	0.40	-1.56
5	-3.90	1.30	-5.07
6	-3.95	0.40	-1.58
7	-3.95	1.30	-5.13
8	-1.20	1.30	-1.56
9	-1.10	1.30	-1.43
10	-1.30	2.20	-2.86
11	-1.10	2.20	-2.42
12	-1.10	2.20	-2.42
13	-1.10	2.20	-2.42
14	-0.35	4.10	-1.43
15	-0.35	4.10	-1.43
16	-0.35	4.10	-1.43

17	-0.35	4.10	-1.43
18	-0.35	4.10	-1.43
19	-0.45	4.10	-1.84
20	-21.85	0.25	-5.46
		ΣΑ =	53.31

Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΝΑ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.457
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.35	4.10	1.43
2	0.35	4.10	1.43
3	0.35	4.10	1.43
4	0.35	4.10	1.43
5	0.35	4.10	1.43
6	0.45	4.10	1.84
7	21.85	0.25	5.46
		ΣΑ =	14.48

ΤΟΙΧΟΙ : 53.31 m²
ΜΠΕΤΟΝ : 17.76 m²
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 27.26 m²



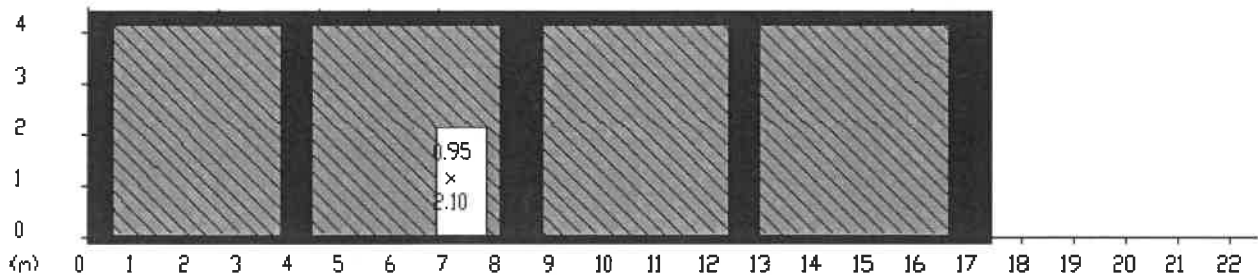
Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΝΑ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.437
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	17.35	4.35	75.47
2	-0.95	2.10	-1.99
3	-0.45	4.10	-1.84
4	-0.60	4.10	-2.46
5	-0.80	4.10	-3.28
6	-0.60	4.10	-2.46
7	-0.80	4.10	-3.28
8	-17.35	0.25	-4.34
		ΣΑ =	55.81

Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ
Προσανατολισμός: ΝΑ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.457
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.45	4.10	1.84
2	0.60	4.10	2.46
3	0.80	4.10	3.28
4	0.60	4.10	2.46
5	0.80	4.10	3.28
6	17.35	0.25	4.34
		ΣΑ =	17.66

ΤΟΙΧΟΙ : 55.81 m²
 ΜΠΕΤΟΝ : 20.27 m²
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 1.99 m²



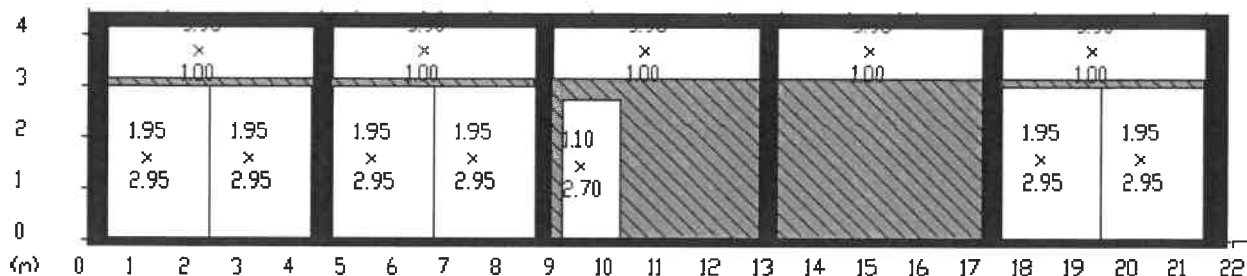
Ζώνη: 1
 Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ
 Προσανατολισμός: ΒΔ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.2	U=	0.437
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	21.85	4.35	95.05
2	-1.95	2.95	-5.75
3	-1.95	2.95	-5.75
4	-3.95	1.00	-3.95
5	-1.95	2.95	-5.75
6	-1.95	2.95	-5.75
7	-3.90	1.00	-3.90
8	-3.95	1.00	-3.95
9	-3.95	1.00	-3.95
10	-3.90	1.00	-3.90
11	-1.95	2.95	-5.75
12	-1.95	2.95	-5.75
13	-1.10	2.70	-2.97
14	-0.35	4.10	-1.43
15	-0.35	4.10	-1.43
16	-0.35	4.10	-1.43
17	-0.35	4.10	-1.43
18	-0.35	4.10	-1.43
19	-0.45	4.10	-1.84
20	-21.85	0.25	-5.46
		ΣΑ =	23.43

Ζώνη: 1
 Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ
 Προσανατολισμός: ΒΔ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.457
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]
1	0.35	4.10	1.43
2	0.35	4.10	1.43
3	0.35	4.10	1.43
4	0.35	4.10	1.43
5	0.35	4.10	1.43
6	0.45	4.10	1.84
7	21.85	0.25	5.46
		ΣΑ =	14.48

ΤΟΙΧΟΙ : 23.43 m²
ΜΠΕΤΟΝ : 17.76 m²
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 57.14 m²



Ζώνη: 1
Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ
Προς Φ.Ε.

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός		
φύλ.:	1.7	U=	0.457	
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m ²]	U' [W/(m ² K)]
1	17.35	0.15	2.60	0.500
2	21.85	0.15	3.28	0.500
3	17.35	0.15	2.60	0.500
4	21.85	0.15	3.28	0.500
		ΣΑ =	11.76	

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU [W/K]
ΒΑ	Τοιχοποιία	0.437	62.73	1	27.41
ΒΑ	Φέρων οργανισμός	0.457	12.74	1	5.82
ΝΑ	Τοιχοποιία	0.437	53.31	1	23.30
ΝΑ	Φέρων οργανισμός	0.457	14.48	1	6.62
ΝΔ	Τοιχοποιία	0.437	55.81	1	24.39
ΝΔ	Φέρων οργανισμός	0.457	17.66	1	8.07
ΒΔ	Τοιχοποιία	0.437	23.43	1	10.24
ΒΔ	Φέρων οργανισμός	0.457	14.48	1	6.62
Φ.Ε.	Φέρων οργανισμός	0.500	11.76	1	5.88
			266.41		118.35

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	b	ΣbxAxU [W/K]
ΒΑ	Τοιχοποιία	0.437	62.73	1	27.41
ΒΑ	Φέρων οργανισμός	0.457	12.74	1	5.82
ΝΑ	Τοιχοποιία	0.437	53.31	1	23.30
ΝΑ	Φέρων οργανισμός	0.457	14.48	1	6.62
ΝΔ	Τοιχοποιία	0.437	55.81	1	24.39
ΝΔ	Φέρων οργανισμός	0.457	17.66	1	8.07
ΒΔ	Τοιχοποιία	0.437	23.43	1	10.24
ΒΔ	Φέρων οργανισμός	0.457	14.48	1	6.62
Φ.Ε.	Φέρων οργανισμός	0.500	11.76	1	5.88
			266.41		118.35

5. Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία

Ζώνη: 1
 Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ
 Δάπεδο προς έδαφος

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς έδαφος	
φύλ.:	4.3	U'=	0.390
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1	379.1	379.10
			379.10

Ζώνη: 1
 Όροφος: ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ
 Οροφή

δομ. στοιχ.:		Οροφή	
φύλ.:	2.1	U'=	0.417
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m ²]
1	1	379.1	379.10
			379.10

Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

όροφος	δομικό στοιχείο	ΣΑ [m ²]	U' [W/(m ² K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
1	δάπεδο	379.10	0.390	147.85	1.000	147.85
	Οροφή	379.10	0.417	158.08	1.000	158.08
		758.20				305.93

Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

όροφος	δομικό στοιχείο	ΣΑ [m ²]	U' [W/(m ² K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
1	δάπεδο	379.10	0.390	147.85	1.000	147.85
	Οροφή	379.10	0.417	158.08	1.000	158.08
		758.20				305.93

6. Διαφανή δομικά στοιχεία

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Κουφωμα	Πλάτος [m]	Υψος [m]	Τύπος	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	b	b x U x A [W/K]
ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ	ΒΔ1	1.95	2.95	A8	5.75	2.329	1	13.40
	ΒΔ2	1.95	2.95	A8	5.75	2.329	1	13.40
	ΒΔ3	3.95	1.00	A9	3.95	2.294	1	9.06
	ΒΔ4	1.95	2.95	A8	5.75	2.329	1	13.40
	ΒΔ5	1.95	2.95	A8	5.75	2.329	1	13.40
	ΒΔ6	3.90	1.00	A10	3.90	2.295	1	8.95
	ΒΔ7	3.95	1.00	A9	3.95	2.294	1	9.06
	ΒΔ8	3.95	1.00	A9	3.95	2.294	1	9.06
	ΒΔ9	3.90	1.00	A10	3.90	2.295	1	8.95
	ΒΔ10	1.95	2.95	A8	5.75	2.329	1	13.40
	ΒΔ11	1.95	2.95	A8	5.75	2.329	1	13.40
	ΒΔ12	1.10	2.70	A11	2.97	2.294	1	6.81
	ΝΔ1	0.95	2.10	A12	1.99	2.378	1	4.74
	ΝΑ1	0.80	0.50	A1	0.40	3.000	1	1.20
	ΝΑ2	0.80	0.50	A1	0.40	3.000	1	1.20
	ΝΑ3	3.90	0.40	A2	1.56	2.876	1	4.49
	ΝΑ4	3.90	1.30	A3	5.07	2.206	1	11.18
	ΝΑ5	3.95	0.40	A4	1.58	2.875	1	4.54
	ΝΑ6	3.95	1.30	A5	5.13	2.204	1	11.32
	ΝΑ7	1.20	1.30	A6	1.56	2.391	1	3.73
	ΝΑ8	1.10	1.30	A7	1.43	2.415	1	3.45
	ΝΑ9	1.30	2.20	A13	2.86	2.548	1	7.29
	ΝΑ10	1.10	2.20	A14	2.42	2.320	1	5.61
	ΝΑ11	1.10	2.20	A14	2.42	2.320	1	5.61
	ΝΑ12	1.10	2.20	A14	2.42	2.320	1	5.61

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Εμβαδό [m ²]	bxA (UxA) [W/K]	n	ΣΑ [m ²]	nxbxA (UxA) [W/K]
ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ	86.39	202.27	1	86.39	202.27
Συνολικά:				86.39	202.27

7. Μη θερμαινόμενοι χώροι

8. Θερμογέφυρες

Ζώνη: 1

Για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(b \times \Psi)$ [W/K]
1	1	ΔΣ - 1	0.250	0.600	1	0.2
2	1	ΔΦ - 9	0.250	0.600	1	0.2
3	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
4	1	ΔΦ - 12	0.500	0.350	1	0.2
5	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
6	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
7	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
8	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
9	1	ΔΣ - 1	0.250	0.400	1	0.1
10	1	ΔΦ - 9	0.250	0.400	1	0.1
11	1	ΔΣ - 3	0.250	15.30	1	3.8
12	1	ΔΦ - 10	0.050	15.30	1	0.8
13	1	ΞΓ - 5	-0.15	4.10	1	-0.6
14	1	ΞΓ - 5	-0.15	4.10	1	-0.6
15	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
16	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
17	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
18	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
19	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
20	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
21	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
22	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
23	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
24	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
25	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
26	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
27	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
28	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
29	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
30	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
31	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
32	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
33	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
34	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
35	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
36	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
37	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
38	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
39	1	ΥΠ - 19	0.100	1.10	1	0.1
40	1	ΥΠ - 19	0.100	1.10	1	0.1
41	1	ΛΠ - 19	0.050	2.70	1	0.1
42	1	ΛΠ - 19	0.050	2.70	1	0.1
43	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
44	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
45	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
46	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
47	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
48	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
49	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
50	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
51	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
52	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
53	1	ΔΣ - 1	0.250	0.450	1	0.1
54	1	ΔΦ - 12	0.500	0.450	1	0.2
55	1	ΔΣ - 3	0.250	19.65	1	4.9
56	1	ΔΦ - 10	0.050	19.65	1	1.0
57	1	ΥΠ - 19	0.100	0.95	1	0.1
58	1	ΥΠ - 19	0.100	0.95	1	0.1
59	1	ΛΠ - 19	0.050	2.10	1	0.1
60	1	ΛΠ - 19	0.050	2.10	1	0.1
61	1	ΔΣ - 1	0.250	0.450	1	0.1
62	1	ΔΦ - 12	0.500	0.450	1	0.2
63	1	ΔΣ - 1	0.250	0.600	1	0.2
64	1	ΔΦ - 12	0.500	0.600	1	0.3
65	1	ΔΣ - 1	0.250	0.800	1	0.2
66	1	ΔΦ - 12	0.500	0.800	1	0.4
67	1	ΔΣ - 1	0.250	0.600	1	0.2
68	1	ΔΦ - 12	0.500	0.600	1	0.3
69	1	ΔΣ - 1	0.250	0.800	1	0.2
70	1	ΔΦ - 12	0.500	0.800	1	0.4

71	1	$\Delta\Sigma - 3$	0.250	14.10	1	3.5
72	1	$\Delta\Phi - 13$	0.200	14.10	1	2.8
73	1	$\Xi\Gamma - 5$	-0.15	4.10	1	-0.6
74	1	$\Xi\Gamma - 5$	-0.15	4.10	1	-0.6
75	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	0.80	1	0.1
76	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	0.80	1	0.1
77	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	0.50	1	0.0
78	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	0.50	1	0.0
79	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	0.80	1	0.1
80	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	0.80	1	0.1
81	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	0.50	1	0.0
82	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	0.50	1	0.0
83	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.30	1	0.1
84	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.30	1	0.1
85	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
86	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
87	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.10	1	0.1
88	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.10	1	0.1
89	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
90	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
91	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.10	1	0.1
92	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.10	1	0.1
93	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
94	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
95	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.10	1	0.1
96	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.10	1	0.1
97	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
98	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
99	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.350	1	0.1
100	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.350	1	0.2
101	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.350	1	0.1
102	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.350	1	0.2
103	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.350	1	0.1
104	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.350	1	0.2
105	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.350	1	0.1
106	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.350	1	0.2
107	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.350	1	0.1
108	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.350	1	0.2
109	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.450	1	0.1
110	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.450	1	0.2
111	1	$\Delta\Sigma - 3$	0.250	19.65	1	4.9
112	1	$\Delta\Phi - 13$	0.200	19.65	1	3.9
113	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
114	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
115	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
116	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
117	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
118	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
119	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
120	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
121	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
122	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
123	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
124	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
125	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
126	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
127	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
128	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
129	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
130	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
131	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
132	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
133	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
134	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
135	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
136	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
137	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
138	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
139	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
140	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
141	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
142	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
143	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
144	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0

145	1	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
146	1	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
147	1	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
148	1	ΣΣ - 1 (1/2)	0.000	4.100	1	0.0
				425.30		36.8

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

αα	επίπεδο	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	Σ(bxlΨ) [W/K]
1	1	ΔΣ - 1	0.250	0.600	1	0.2
2	1	ΔΦ - 9	0.250	0.600	1	0.2
3	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
4	1	ΔΦ - 12	0.500	0.350	1	0.2
5	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
6	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
7	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
8	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
9	1	ΔΣ - 1	0.250	0.400	1	0.1
10	1	ΔΦ - 9	0.250	0.400	1	0.1
11	1	ΔΣ - 3	0.250	15.30	1	3.8
12	1	ΔΦ - 10	0.050	15.30	1	0.8
13	1	ΞΓ - 5	-0.15	4.10	1	-0.6
14	1	ΞΓ - 5	-0.15	4.10	1	-0.6
15	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
16	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
17	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
18	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
19	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
20	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
21	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
22	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
23	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
24	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
25	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
26	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
27	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
28	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
29	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
30	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
31	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
32	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
33	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
34	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
35	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
36	1	ΥΠ - 19	0.100	1.95	1	0.2
37	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
38	1	ΛΠ - 19	0.050	2.95	1	0.1
39	1	ΥΠ - 19	0.100	1.10	1	0.1
40	1	ΥΠ - 19	0.100	1.10	1	0.1
41	1	ΛΠ - 19	0.050	2.70	1	0.1
42	1	ΛΠ - 19	0.050	2.70	1	0.1
43	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
44	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
45	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
46	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
47	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
48	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
49	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
50	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
51	1	ΔΣ - 1	0.250	0.350	1	0.1
52	1	ΔΦ - 9	0.250	0.350	1	0.1
53	1	ΔΣ - 1	0.250	0.450	1	0.1
54	1	ΔΦ - 12	0.500	0.450	1	0.2
55	1	ΔΣ - 3	0.250	19.65	1	4.9
56	1	ΔΦ - 10	0.050	19.65	1	1.0
57	1	ΥΠ - 19	0.100	0.95	1	0.1
58	1	ΥΠ - 19	0.100	0.95	1	0.1
59	1	ΛΠ - 19	0.050	2.10	1	0.1
60	1	ΛΠ - 19	0.050	2.10	1	0.1
61	1	ΔΣ - 1	0.250	0.450	1	0.1
62	1	ΔΦ - 12	0.500	0.450	1	0.2
63	1	ΔΣ - 1	0.250	0.600	1	0.2
64	1	ΔΦ - 12	0.500	0.600	1	0.3
65	1	ΔΣ - 1	0.250	0.800	1	0.2

66	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.800	1	0.4
67	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.600	1	0.2
68	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.600	1	0.3
69	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.800	1	0.2
70	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.800	1	0.4
71	1	$\Delta\Sigma - 3$	0.250	14.10	1	3.5
72	1	$\Delta\Phi - 13$	0.200	14.10	1	2.8
73	1	$\Xi\Gamma - 5$	-0.15	4.10	1	-0.6
74	1	$\Xi\Gamma - 5$	-0.15	4.10	1	-0.6
75	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	0.80	1	0.1
76	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	0.80	1	0.1
77	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	0.50	1	0.0
78	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	0.50	1	0.0
79	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	0.80	1	0.1
80	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	0.80	1	0.1
81	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	0.50	1	0.0
82	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	0.50	1	0.0
83	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.30	1	0.1
84	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.30	1	0.1
85	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
86	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
87	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.10	1	0.1
88	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.10	1	0.1
89	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
90	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
91	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.10	1	0.1
92	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.10	1	0.1
93	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
94	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
95	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.10	1	0.1
96	1	$\Upsilon\text{П} - 19$	0.100	1.10	1	0.1
97	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
98	1	$\Lambda\text{П} - 19$	0.050	2.20	1	0.1
99	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.350	1	0.1
100	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.350	1	0.2
101	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.350	1	0.1
102	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.350	1	0.2
103	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.350	1	0.1
104	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.350	1	0.2
105	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.350	1	0.1
106	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.350	1	0.2
107	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.350	1	0.1
108	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.350	1	0.2
109	1	$\Delta\Sigma - 1$	0.250	0.450	1	0.1
110	1	$\Delta\Phi - 12$	0.500	0.450	1	0.2
111	1	$\Delta\Sigma - 3$	0.250	19.65	1	4.9
112	1	$\Delta\Phi - 13$	0.200	19.65	1	3.9
113	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
114	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
115	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
116	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
117	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
118	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
119	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
120	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
121	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
122	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
123	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
124	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
125	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
126	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
127	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
128	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
129	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
130	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
131	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
132	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
133	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
134	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
135	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
136	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
137	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
138	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
139	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0

140	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
141	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
142	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
143	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
144	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
145	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
146	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
147	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
148	1	$\Sigma\Sigma - 1 (1/2)$	0.000	4.100	1	0.0
				425.30		36.8

9. Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου U_m του κτιρίου

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Θερμική Ζώνη	Εμβαδό [m ²]	Ύψος [m]	Όγκος [m ³]
ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ	379.10	4.35	1649
Συνολικά			1649

	ΣΑ [m ²]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxl] [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	266.4	118.3
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	758.2	305.9
διαφανή δομικά στοιχεία	86.4	202.3
θερμογέφυρες	-	36.8
Συνολικά	1111.0	663.4

$$\Sigma A/V=1111.00(\text{m}^2)/1649.07(\text{m}^3)=0.674$$

Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,\max} 0.893[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$

Πραγματοποιούμενο $U_m=663.4(\text{W/K})/1111.00(\text{m}^2)=0.597<0.893[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$

10. Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο για τον υπολογισμό αθέλητου αερισμού

Όροφος	Τύπος	Κουφωμ α	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m ²]	Διείσδυσ η αέρα [m ³ /(m ² h)]	Διείσδυσ η αέρα [m ³ /h]
ΚΤΗΡΙΟ Β - ΕΠΑΛ	παράθυρο	A8	1.95	2.95	5.75	6.20	36
	παράθυρο	A8	1.95	2.95	5.75	6.20	36
	παράθυρο	A9	3.95	1.00	3.95	6.20	24
	παράθυρο	A8	1.95	2.95	5.75	6.20	36
	παράθυρο	A8	1.95	2.95	5.75	6.20	36
	παράθυρο	A10	3.90	1.00	3.90	6.20	24
	παράθυρο	A9	3.95	1.00	3.95	6.20	24
	παράθυρο	A9	3.95	1.00	3.95	6.20	24
	παράθυρο	A10	3.90	1.00	3.90	6.20	24
	παράθυρο	A8	1.95	2.95	5.75	6.20	36
	παράθυρο	A8	1.95	2.95	5.75	6.20	36
	παράθυρο	A11	1.10	2.70	2.97	6.20	18
	παράθυρο	A12	0.95	2.10	1.99	6.20	12
	παράθυρο	A1	0.80	0.50	0.40	6.20	2
	παράθυρο	A1	0.80	0.50	0.40	6.20	2
	παράθυρο	A2	3.90	0.40	1.56	6.20	10
	παράθυρο	A3	3.90	1.30	5.07	6.20	31
	παράθυρο	A4	3.95	0.40	1.58	6.20	10
	παράθυρο	A5	3.95	1.30	5.13	6.20	32
	παράθυρο	A6	1.20	1.30	1.56	6.20	10
	παράθυρο	A7	1.10	1.30	1.43	6.20	9
	παράθυρο	A13	1.30	2.20	2.86	6.20	18
	παράθυρο	A14	1.10	2.20	2.42	6.20	15
	παράθυρο	A14	1.10	2.20	2.42	6.20	15
	παράθυρο	A14	1.10	2.20	2.42	6.20	15
Συνολικά							536

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

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΣΤΗΣ Π. ΖΕΙΝΤΑΝ
 ΔΙΠΛΩΜ. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
 ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ Σ.Ο.Υ. ΑΙΓΙΟΥ
 ΜΕΛΟΣ Τ.Ε.Ε. ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ 1430
 ΑΡ.ΑΔΕΙΑΣ ΜΗΧΓΟΥ : ΑΠ-567
 ΑΡ.ΑΔΕΙΑΣ ΗΛΓΟΥ : ΑΠ-575
 ΚΗΦΙΣΙΑΣ 25Α, ΑΘΗΝΑ 115 23
 ΤΗΛ.: 210 6426193 - FAX: 210 6423525

ΠΡΩΤΟΝ ΜΕΛΕΤΗΤΙΚΗ Ε.Π.Ε.
 ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ
 ΚΗΦΙΣΙΑΣ 25Α - ΑΘΗΝΑ 115 23
 ΑΦΜ: 069333210 - ΔΟΥ: ΨΥΧΙΚΟΥ
 ΤΗΛ.: 210 6423193 - FAX: 210 6423325