

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ
ΑΛΛΑΓΗΣ – Υ.Π.Ε.Κ.Α.
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης

Έργο: Πολυώροφη οικοδομή με έξι ορόφους με χρήση κατοικίας, καταστήματα στο ισόγειο και υπόγεια με χώρους στάθμευσης και αποθήκες.

Διεύθυνση: Αγίου Κωνσταντίνου 100, Καλαμαριά, Θεσσαλονίκη.

Μελετητές: Αθηνά Γαγλία, μηχανολόγος μηχανικός Ε.Μ.Π.
Κωνσταντίνος Λάσκος, πολιτικός μηχανικός Α.Π.Θ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
2.	ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	6
2.1.	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ	6
2.2.	ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	7
3.	ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	9
3.1.	ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ	10
3.2.	ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ	13
3.3.	ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	13
3.4.	ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	13
3.5.	ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΜΟΣ	13
3.6.	ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ	13
3.7.	ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ	14
4.	ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ	15
4.1.	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ	18
4.2.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ 20	
4.3.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	21
4.4.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	23
4.4.1.	Κατασκευαστικές λύσεις που υιοθετήθηκαν για τη μείωση των θερμικών απωλειών λόγω θερμογεφυρών	23
5.	ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	24
5.1.	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ	25
5.1.1.	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος θέρμανσης χώρων	25
5.1.2.	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ψύξης	26
5.1.3.	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος αερισμού	27
5.2.	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ	28
5.2.1.	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή ΖΝΧ	28
5.2.2.	Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών	29
5.3.	ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	34
5.4.	ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ	35
5.5.	ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΛΥΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	35
6.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	36
6.1.	ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ	36
6.2.	ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	36
6.3.	ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕ ΚΥΡΙΑ ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ	37
6.3.1.	Θερμικές ζώνες τμήματος κατοικίας	37
6.3.2.	Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας κατοικιών	39
6.3.3.	Κέλυφος τμήματος κατοικιών	39
6.3.3.1.	Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	39
6.3.3.2.	Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος	39

6.3.3.3.	Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	39
6.3.3.4.	Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία κατοικιών	42
6.3.4.	Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τμήματος κατοικιών	45
6.3.4.1.	Δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης χώρων κατοικιών	45
6.3.4.2.	Δεδομένα για το σύστημα ψύξης χώρων κατοικιών	46
6.3.4.3.	Δεδομένα για το σύστημα αερισμού κατοικιών	46
6.3.4.4.	Δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης κατοικιών	47
6.3.4.5.	Δεδομένα για το σύστημα ηλιακών συλλεκτών	47
6.3.4.6.	Δεδομένα για το σύστημα φωτισμού κατοικιών	48
6.3.4.7.	Δεδομένα κτηρίου αναφοράς κατοικιών	48
6.4.	ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕ ΚΥΡΙΑ ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ	49
6.4.1.	Θερμικές ζώνες	49
6.4.2.	Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας	50
6.4.3.	Κέλυφος τμηματοσ καταστημάτων	50
6.4.3.1.	Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	50
6.4.3.2.	Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος	50
6.4.3.3.	Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	51
6.4.3.4.	Δεδομένα για δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων	52
6.4.3.5.	Δεδομένα για αερισμό μη θερμαινόμενων χώρων	52
6.4.3.6.	Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία καταστημάτων	53
6.4.4.	Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τμήματος καταστημάτων	54
6.4.4.1.	Δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης χώρων καταστημάτων	54
6.4.4.2.	Δεδομένα για το σύστημα ψύξης χώρων καταστημάτων	55
6.4.4.3.	Δεδομένα για το σύστημα αερισμού καταστημάτων	56
6.4.4.4.	Δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης καταστημάτων	56
6.4.4.5.	Δεδομένα για το σύστημα ηλιακών συλλεκτών	56
6.4.4.6.	Δεδομένα για το σύστημα φωτισμού καταστημάτων	57
6.4.4.7.	Δεδομένα κτηρίου αναφοράς	57
7.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ	58
7.1.	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ (ΤΜΗΜΑΤΟΣ) ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ	58
7.2.	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ (ΤΜΗΜΑΤΟΣ) ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ	59
7.3.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗΣ (ΤΜΗΜΑΤΟΣ) ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	61
7.4.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗΣ (ΤΜΗΜΑΤΟΣ) ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ	62
8.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ	63
	ΛΙΣΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (CHECK LIST) ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ	64

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89) , για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με τα άρθρα 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Ειδικότερα, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. :

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

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

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

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

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

- του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηριακού κελύφους, αξιοποιώντας τη θέση του κτηρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψης, κ.λ.π.,
- της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα αλλά και πλαισίου,
- της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας,

- της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως, ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ.λ.π. και
- της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το υπό μελέτη κτήριο θα ανεγερθεί στην συμβολή των οδών Αγίου Κωνσταντίνου και Κολοκοτρώνη, στο οικοδομικό τετράγωνο, στην Καλαμαριά Θεσσαλονίκης. Πρόκειται για εξαώροφο κτήριο, με ισόγειο και δύο υπόγειους ορόφους. Οι έξι όροφοι θα έχουν κύρια χρήση κατοικιών ενώ το ισόγειο θα χρησιμοποιηθεί ως χώρος καταστημάτων. Στο πρώτο υπόγειο θα κατασκευασθούν αποθήκες, χώροι στάθμευσης και το λεβητοστάσιο, ενώ στο δεύτερο το μηχανοστάσιο, το αντλιοστάσιο καθώς και χώροι στάθμευσης.

Εκτός από τους χώρους κύριας χρήσης (κατοικίες και καταστήματα) και η κεντρική είσοδος της πολυκατοικίας, καθώς και το κλιμακοστάσιο σε όλους τους ορόφους, θα θεωρηθούν θερμαινόμενοι χώροι. Τα δύο υπόγεια με τις αποθήκες, τους χώρους στάθμευσης και το λεβητοστάσιο θα λειτουργούν ως μη θερμαινόμενοι χώροι στο κτήριο. Δεν συνιστούν ωστόσο αυτόνομη χρήση, αλλά θεωρούνται δευτερεύουσες βοηθητικές χρήσεις των δύο κύριων αυτόνομων χρήσεων (κατοικίες και καταστήματα).

Το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις κύριες χρήσεις του, κατοικίες και καταστήματα και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. 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					
	Χώροι κατοικιών	Χώροι καταστημάτων	Κοινόχρηστοι χώροι, κλιμακοστάσιο	Χώροι στάθμευσης	Λεβητοστάσιο, ψυχοστάσιο
Β' υπόγειο	-	-	21	665	-
Α' υπόγειο	-	649 Αποθήκες	21	-	16
Ισόγειο	-	436	40	-	-
Α' όροφος	241	-	19	-	-
Β' όροφος	241	-	19	-	-
Γ' όροφος	241	-	19	-	-
Δ' όροφος	241	-	19	-	-
Ε' όροφος	243	-	17	-	-
ΣΤ' όροφος	243	-	17	-	-
Δώμα	300	-	21	-	-

2.2. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το οικόπεδο ΑΒΓΔ στο οποίο θα ανεγερθεί το κτήριο είναι ορθογωνικού σχήματος με τον μεγάλο του άξονα περιστραμένο κατά γωνία 10° από τον άξονα Ανατολής - Δύσης , γωνιακό και βρίσκεται σε πυκνοδομημένο αστικό περιβάλλον, με πολυώροφα κτήρια άνω των τεσσάρων ορόφων.

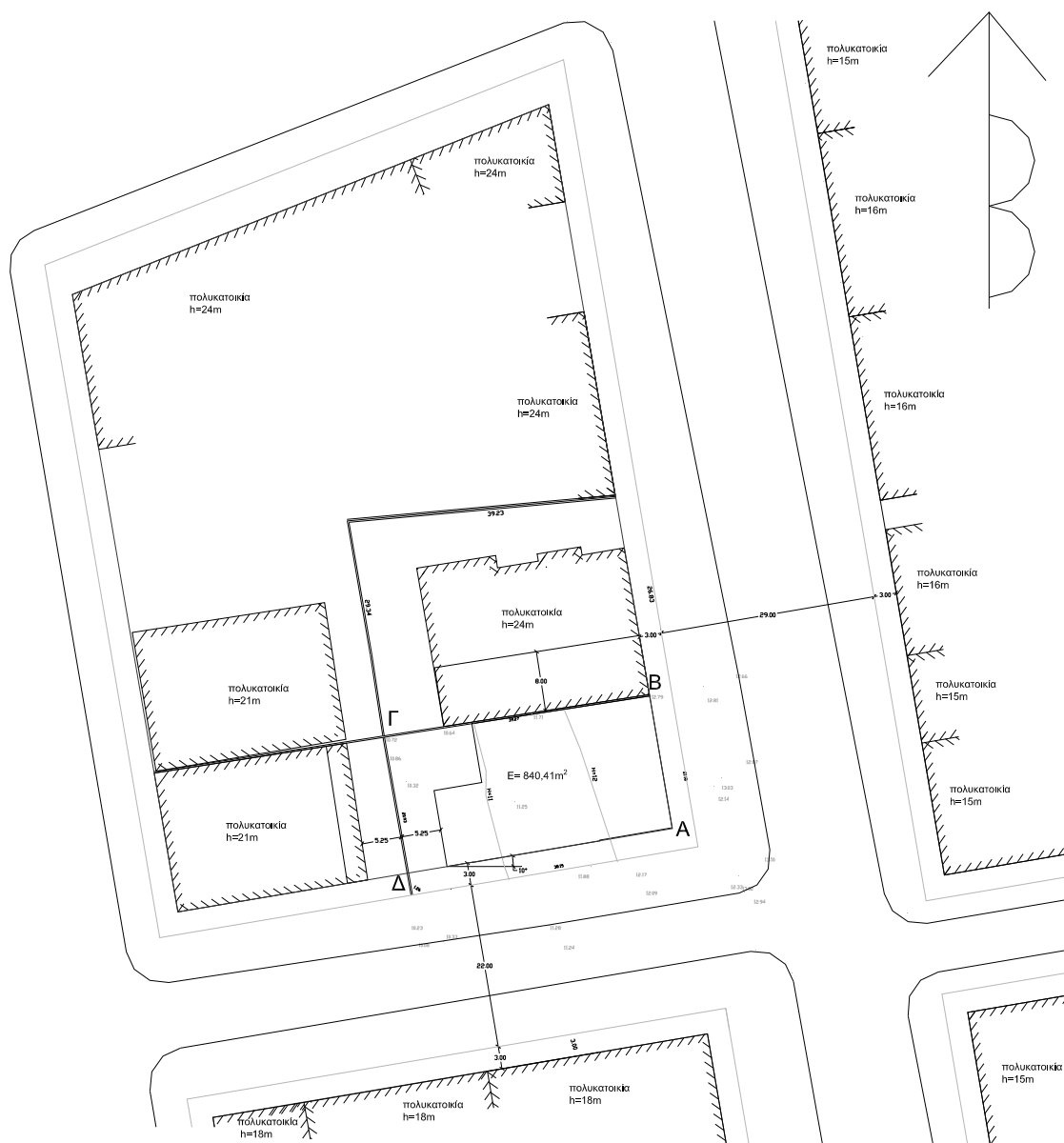
Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές αλλά και νεότερες κτηριακές κατασκευές, κυρίως κτήρια κατοικιών που στεγάζουν καταστήματα στο ισόγειο, σε συνεχή δόμηση.

Ειδικότερα:

- η ανατολική πλευρά του οικοπέδου βλέπει επί της οδού Αγίου Κωνσταντίνου, πλάτους 29 m,
- η νότια επί της οδού Κολοκοτρώνη, πλάτους 22 m,
- η βόρεια συνορεύει με οικόπεδο στο οποίο έχει ανεγερθεί κτήριο με καταστήματα στο ισόγειο, συνολικού ύψους 24 m, και
- η ανατολική συνορεύει με οικόπεδο στο οποίο έχει ανεγερθεί πολυκατοικία με συνολικό ύψος 24 m.

Το κτήριο που έχει ανεγερθεί στην βόρεια πλευρά του οικοπέδου, στο επίπεδο του ισογείου εφάπτεται με το υπό ανέγερση οικόπεδο ενώ οι υπόλοιποι όροφοι βρίσκονται σε εσοχή 8 m. Αντίστοιχα στο οικόπεδο που συνορεύει δυτικά, έχει ανεγερθεί πολυκατοικία ύψους 21 m, της οποίας το ισόγειο βρίσκεται σε απόσταση 5,25 m από το κοινό όριο των δύο οικοπέδων, ενώ στους υπόλοιπους ορόφους σε απόσταση 8 m.

Η θέση του κτηρίου θα ευνοεί τον ηλιασμό, κυρίως του δώματος αλλά και των κατακόρυφων όψεων από τον πρώτο όροφο και πάνω, εκτός από τη βόρεια όψη του, ενώ στη δυτική θα λιάζεται από τον τρίτο όροφο και επάνω. Το δώμα του κτηρίου θα διαθέτει αρκετό ελεύθερο χώρο με δυνατότητα επαρκούς ηλιασμού. Στο σχήμα 2.1 δίνεται τοπογραφικό με την ακριβή θέση του κτηρίου στο οικόπεδο και 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 :

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

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

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

3.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ

Όπως αναφέρθηκε, το κτήριο θα ανεγερθεί εντός του πυκνοκατοικημένου αστικού ιστού μη επιτρέποντας ουσιαστικά την βέλτιστη εφαρμογή 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.

Στις εικόνες 2.1 έως 2.6 δίνεται ο σκιασμός του οικοπέδου την 21^η Δεκεμβρίου και την 21^η Ιουνίου για τις ώρες 9:00, 12:00 και 15:00 (ηλιακός χρόνος). Στο σχέδιο σκιασμού του οικοπέδου (ΕΝΑΚ 1) δίνεται το αζιμούθιο του ήλιου για τις προαναφερθείσες ώρες και μέρες, ενώ στο σχέδιο σκιασμού των όψεων (ΕΝΑΚ 2) δίνεται το ηλιακό ύψος για την 21^η Δεκεμβρίου και την 21^η Ιουνίου, για τη ανατολική όψη στις 09:00, για τη νότια στις 12:00 και για τη δυτική στις 15:00.

Όπως προκύπτει από τις εικόνες και το σχέδιο σκιασμού των όψεων κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου οι κατώτεροι όροφοι του κτηρίου θα σκιάζονται μερικώς από τα γειτονικά κτήρια.

Το κτήριο θα εφάπτεται στο βόρειο όριο του οικοπέδου ούτως ώστε να γίνει δυνατή η μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Για πολεοδομικούς λόγους στη βόρεια όψη του θα δεν θα τοποθετηθούν ανοίγματα. Αντίθετα στη νότια όψη ο σχεδιασμός θα εκμεταλλευτεί το γεγονός ότι τα απέναντι κτίρια είναι χαμηλότερα και σε μεγάλη απόσταση.

Παρατήρηση: οι εικόνες 2.1 έως 2.6 έχουν παραχθεί με χρήση λογισμικού και δεν θεωρούνται απαραίτητο στοιχείο της μελέτης. Ο μελετητής μπορεί προαιρετικά να παράγει αντίστοιχες εικόνες και να τις ενσωματώσει στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης. Αντίθετα το σχέδιο σκιασμού των όψεων που συνοδεύει τη 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 την σχέση:

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

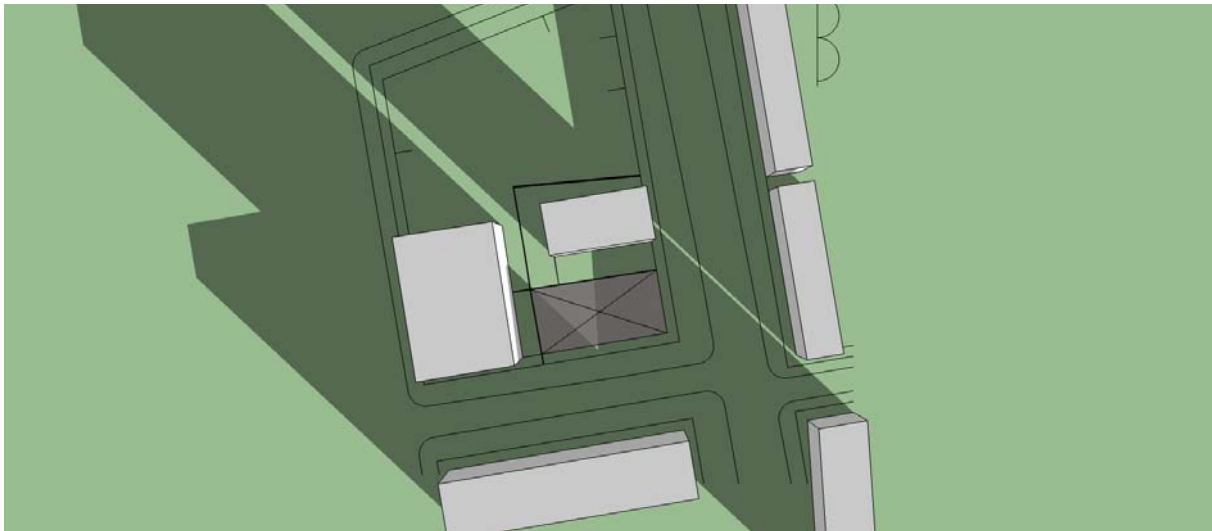
όπου: α το ηλιακό ύψος και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 και
 HSA η οριζόντια γωνία σκιάς (Horizontal Shadow Angle).

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

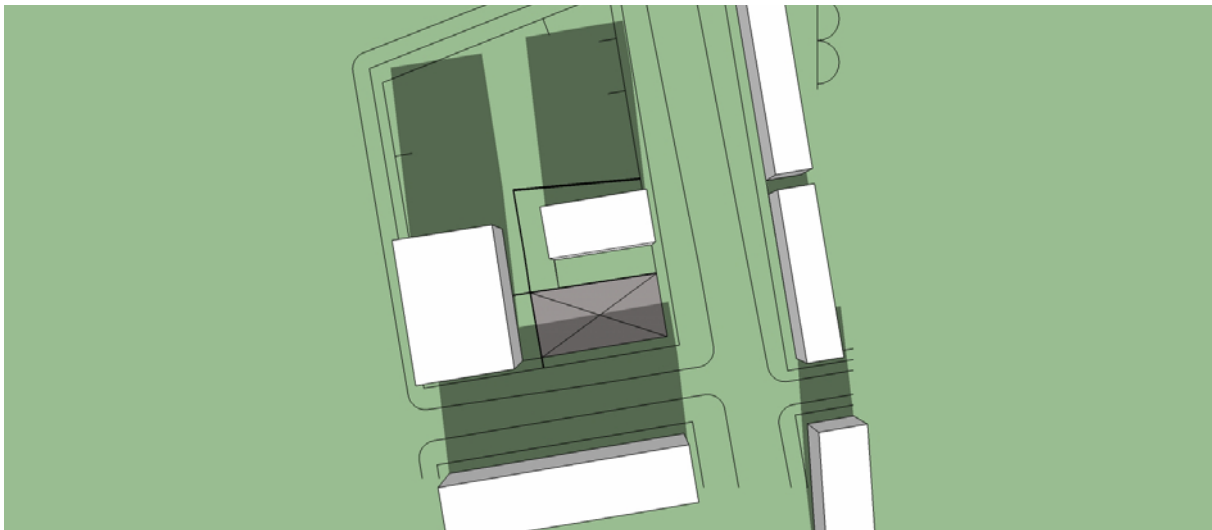
$$HSA = |\gamma_s - \gamma| \leq 90^\circ \quad [3.2]$$

όπου: γ_s το ηλιακό αζιμούθιο και υπολογίζεται σύμφωνα με της σχέση 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010
 γ το αζιμούθιο της όψης.

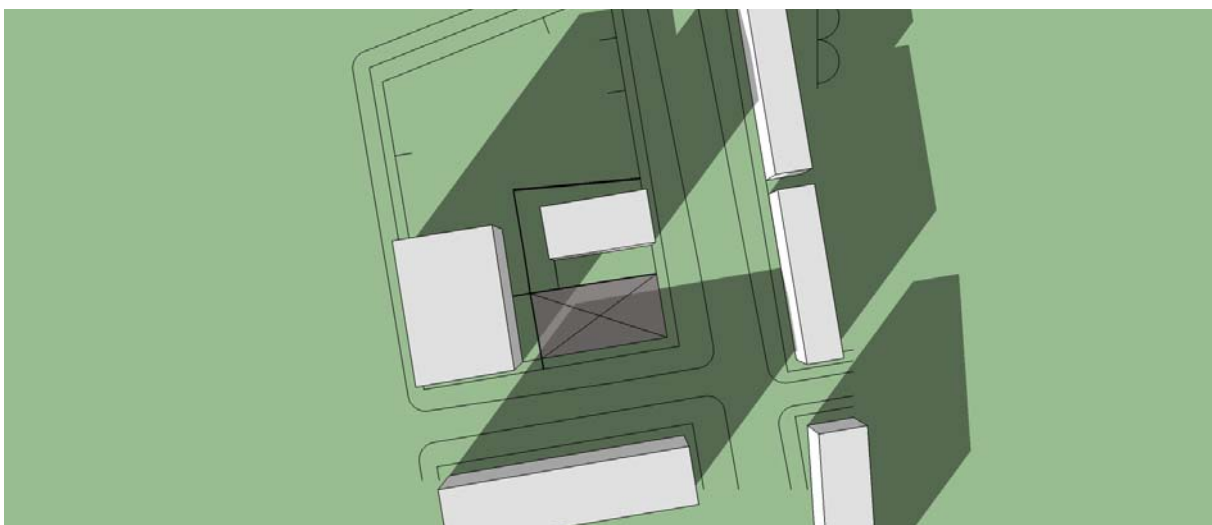
Στις παραπάνω σχέσεις καθώς και στις σχέσεις 4.11 και 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. η αφετηρία μέτρησης του αζιμουθίου ορίζεται ο νότος, και λαμβάνει θετικές και αρνητικές τιμές.



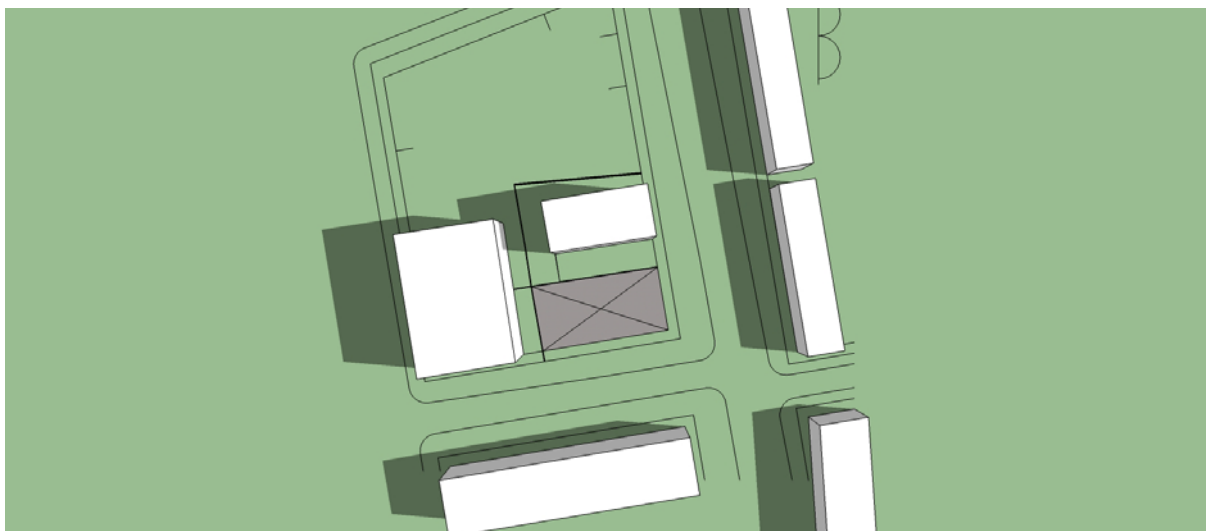
Εικόνα 2.1. Σκιασμός του οικοπέδου την 21η Δεκεμβρίου, ώρα 09:00.



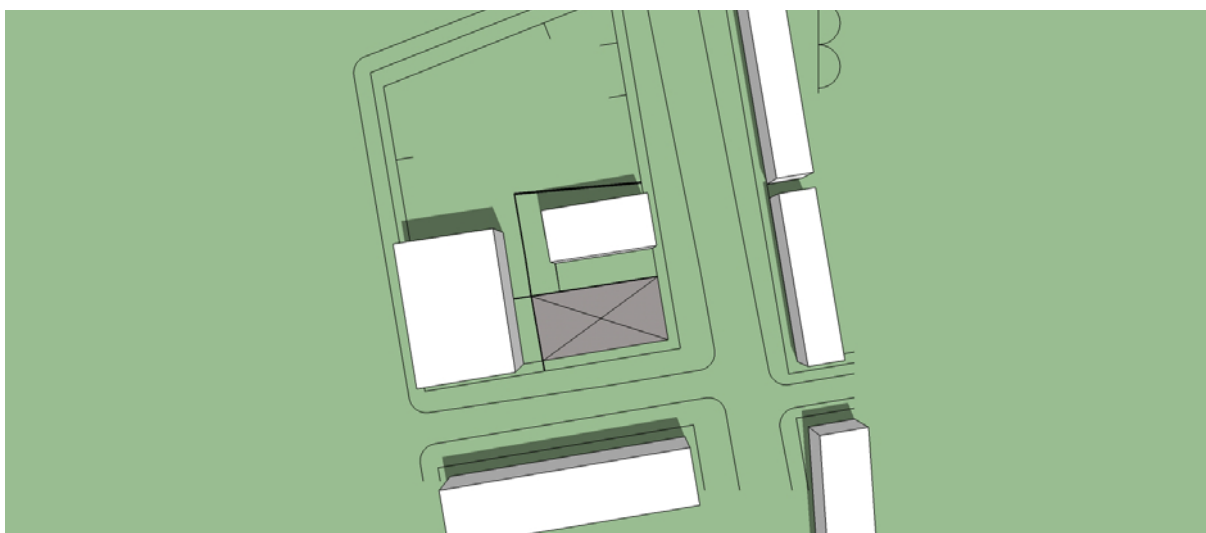
Εικόνα 2.2. Σκιασμός του οικοπέδου την 21η Δεκεμβρίου, ώρα 12:00.



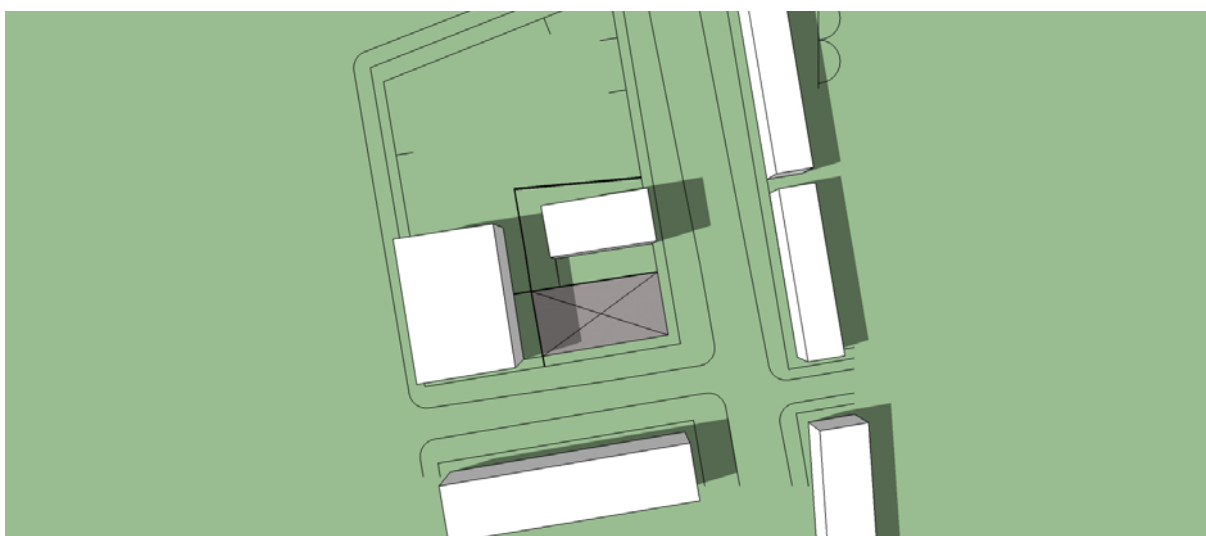
Εικόνα 2.3. Σκιασμός του οικοπέδου την 21η Δεκεμβρίου, ώρα 15:00.



Εικόνα 2.4. Σκιασμός του οικοπέδου την 21η Ιουνίου, ώρα 09:00.



Εικόνα 2.5. Σκιασμός του οικοπέδου την 21η Ιουνίου, ώρα 12:00.



Εικόνα 2.6. Σκιασμός του οικοπέδου την 21η Ιουνίου, ώρα 15:00.

3.2. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ

Ο εσωτερικός σχεδιασμός και οι διαμόρφωση των χώρων στο κτίριο, έγιναν με γνώμονα τη μέγιστη εκμετάλλευση ή την αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με την εποχή. Οι κύριοι χώροι θα τοποθετηθούν στο νότιο προσανατολισμό, ενώ στον ανατολικό θα τοποθετηθούν οι κουζίνες ούτως 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 πρωτού η εξωτερική θερμοκρασία να ανέβει αισθητά. Τα δωμάτια θα τοποθετηθούν στους δυτικούς προσανατολισμούς ούτως ώστε να είναι δυνατή η χρήση του φυσικού δροσισμού ακόμη και κατά 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, εκτιμάται ότι προσφέρουν επαρκή προστασία. Πιο συγκεκριμένα, ο σκιασμός που προσφέρεται από τους πρόβλους φαίνεται αναλυτικά για κάθε άνοιγμα, για την 21^η Δεκεμβρίου και την 21^η Ιουνίου στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων (ΕΝΑΚ 3 – ΕΝΑΚ 5). Για τα ανατολικά ανοίγματα δίνεται ο σκιασμός στις 09:00, για τα νότια στις 12:00 και για τα δυτικά στις 15:00. Σε όλα τα σχέδια δίνεται το ηλιακό αζιμούθιο για τις ίδιες μέρες και ώρες. Ο σκιασμός των ανοιγμάτων με βάση τα σχέδια σκιασμού τους κρίνεται επαρκής.

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

3.4. ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Σε όλους τους κύριους χώρους των διαμερισμάτων θα τοποθετηθούν ανοίγματα τα οποία θα προσφέρουν επαρκεί φυσικό φωτισμό. Ειδικά στους χώρους με μεγάλο βάθος θα υπάρχει ειδική πρόννοια να τοποθετηθούν μεγάλα ανοίγματα.

Στους χώρους των καταστημάτων οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες της νότιας, της ανατολικής και της δυτικής όψης θα προσφέρουν άπλετο φυσικό φωτισμό.

3.5. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΜΟΣ

Στις κατοικίες του πέμπτου και του έκτου ορόφου θα τοποθετηθούν ανοίγματα στην ανατολική και τη δυτική όψη εξασφαλίζοντας διαμπερή αερισμό για τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού. Στις κατοικίες του πρώτου έως και του τετάρτου ορόφου θα τοποθετηθούν ανοίγματα 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 μόλις 10° από τον βέλτιστο καθαρά νότιο. Στους ορόφους 1 έως 4 τα ανοίγματα καταλαμβάνουν 19,36 m² επί συνολικής όψης 55,33 m² που αντιστοιχεί σε ποσοστό 35%. Στους ορόφους 5 και 6 τα ανοίγματα καταλαμβάνουν

12,56 m² επί συνολικής όψης 55,33m² που αντιστοιχεί σε ποσοστό 23%. Όπως φαίνεται και στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων, κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται στο ελάχιστο. Η επαρκής ποσότητα ανοιγμάτων στη νότια όψη συνδυάζεται με βαριά υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας και με ισχυρή θερμομόνωση, ούτως ώστε το κτίριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

3.7. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΧΩΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΚΛΙΜΑΤΟΣ

Λόγω της θέσης του οικοπέδου εντός του πυκνού αστικού ιστού, του μεγέθους του κτηρίου και του γεγονότος ότι στο ισόγειο θα στεγαστούν καταστήματα των οποίων οι προθήκες θα πρέπει να μην αποκρύπτονται από τις περιβάλλουσες οδούς, δεν θα γίνει φύτευση υψηλών δένδρων. Αντίθετα θα επιλεγούν χαμηλές πόες και χαμηλά φυτά με μικρές απαιτήσεις σε νερό, οι οποίες θα λειτουργήσουν βελτιωτικά στο μικροκλίμα της περιοχής

4. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με την Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή 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	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _R	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _T	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	U _{FA}	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U _{TU}	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U _{TB}	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _{FU}	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U _{FB}	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U _W	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U _{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

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 κτηρίου, ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του.

Λόγος Α/Υ [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 των απαιτήσεων του πίνακα 4.2.

1) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας U των δομικών στοιχείων όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

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

όπου, d_j το πάχος της ομογενούς και ισότροπης στρώσης δομικού υλικού j ,
 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_s η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα.

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

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

όπου, U_f ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
 U_g ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
 A_f το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
 A_g το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
 l_g το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και
 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 θερμοπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

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

όπου: A_j το εμβαδό δομικού στοιχείου j ,
 U_j ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j ,
 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 μία εκ των τριών παρακάτω επιλογών ή συνδυασμό τους και να αρχίσει εκ νέου τον υπολογισμό:

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

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «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. 20701-2/2010 ,
2. να κάνει αναλυτικά τους υπολογισμούς με χρήση των πινάκων 16α έως και 16λ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Ο μειωτικός συντελεστής b υπολογίζεται με χρήση της σχέσης 2.21 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Εναλλακτικά, και για λόγους απλοποίησης, μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,5. Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η απλουστευμένη μέθοδος υπολογισμού των θερμογεφυρών και ο μειωτικός συντελεστής b θεωρείται ίσος με 0,5.

4.1. Γενικά στοιχεία κτηριακού κελύφους.

Το κτήριο θα κατασκευαστεί στη Θεσσαλονίκη οπότε βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στη **Γ κλιματική ζώνη**. Κάθε δομικό στοιχείο πρέπει να έχει συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από αυτούς που δίνονται στον πίνακα 4.1 για τη Γ κλιματική ζώνη.

Η είσοδος της πολυκατοικίας και το κλιμακοστάσιο θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι, οπότε οφείλουν να είναι θερμομονωμένοι. Το πρώτο και το δεύτερο υπόγειο, με εξαίρεση το κλιμακοστάσιο, θεωρούνται μη θερμαινόμενοι χώροι. 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, ενώ οι τοιχοποιίες πλήρωσης έχουν θερμομόνωση στον πυρήνα. Το δώμα του 6^{ου} ορόφου, όπως επίσης και η απόληξη του κλιμακοστασίου θα θερμομονωθούν στην άνω παρειά τους, ενώ το δάπεδο της προεξοχής του 5^{ου} ορόφου, το δώμα του 1^{ου} και του 4^{ου} ορόφου καθώς και το δάπεδο του ισογείου, θα θερμομονωθούν στην κάτω παρειά τους.

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 αυτά των μη θερμαινόμενων που είναι σε επαφή με τους θερμαινόμενους,
2. τα δομικά στοιχεία του κτηρίου που γειτνιάζουν με αλλά θερμαινόμενα κτίρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτηρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (ως να μὴν υπάρχουν τα γειτονικά κτήρια), ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης θεωρούνται αδιαβατικά,
3. τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτηρίου θεωρούνται αδιαβατικά,
4. οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό και τον σκιασμό τους,
5. σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, για κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από $0,60 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, ο συντελεστής σκίασης δύναται να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

Παρατήρηση: Επειδή στα ελληνικά κτίρια είναι συνηθισμένο να υπάρχει ένας ή περισσότεροι τυπικοί όροφοι, για λόγους απλότητας αλλά και διευκόλυνσης του 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. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

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

Δομικό στοιχείο	Φύλλο ελέγχου	U [W/(m ² K)]	U _{max} [W/(m ² K)] [Πίνακας 4.1]
Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με εξωτερικό αέρα	1.1	0,40	0,45
Εξωτερική δοκός/ υποστύλωμα/ τοίχωμα σε επαφή με εξωτερικό αέρα	1.2	0,43	0,45
Τοιχοποιία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	1.3	0,72	0,80
Δοκός/υποστύλωμα/τοίχωμα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	1.4	0,79	0,80
Δώμα βατό (απόληξη κλιμακοστασίου, 6 ^{ος} όροφος) σε επαφή με εξωτερικό αέρα	1.5	0,40	0,40
Δάπεδο σε προεξοχή/πυλωτή σε επαφή με εξωτερικό αέρα	1.6	0,39	0,40
Οροφή σε εσοχή (Δώμα 1 ^{ου} και 4 ^{ου} ορόφου) σε επαφή με εξωτερικό αέρα	1.7	0,40	0,40
Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.	1.8	0,39	0,75
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1.9	0,60	0,75
Τοιχώματα χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	1.10	3,17	Δεν υπάρχει απαίτηση
Τοιχώματα χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με το έδαφος	1.11	3,95	Δεν υπάρχει απαίτηση
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1.12	2,00	Δεν υπάρχει απαίτηση
Οροφή χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με εξωτερικό αέρα	1.13	1,92	Δεν υπάρχει απαίτηση

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 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 φακέλλου του κτηρίου στα αρμόδια Πολεοδομικά Γραφεία, ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει τα δελτία αποστολής των θερμομονωτικών υλικών καθώς και τα κατάλληλα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν.

Με βάση τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου και στον υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας, είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας U' 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. 20701-2/2010 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	φύλ.	U [W/(m ² K)]	Μέσο βάθος z [m]	U' [W/(m ² K)]
Νότιο τοίχωμα υπογείου	1.11	3,95	4,75	0,63
Ανατολικό τοίχωμα υπογείου	1.12	3,95	5,80	0,55
Βόρειο τοίχωμα υπογείου	1.13	3,95	5,00	0,61
Δυτικό τοίχωμα υπογείου 1	1.14	3,95	1,40	1,28
Δυτικό τοίχωμα υπογείου 2	1.15	3,95	2,80	0,87

4.3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το ισόγειο του κτηρίου θα λειτουργήσει ως κτήριο καταστημάτων. Η ανατολική, η νότια και η δυτική πρόσοψη των καταστημάτων αυτών, καλύπτονται από μεγάλες γυάλινες επιφάνειες (γυάλινες προσόψεις) οι οποίες σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τη Γ κλιματική ζώνη οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 1,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Οι υπόλοιποι όροφοι του κτηρίου θα λειτουργήσουν ως κατοικίες (διαμερίσματα). Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U \leq 2,80 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.

Για τα κουφώματα του ισόγειου επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=2,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 10cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-16-4 με επίστρωση χαμηλής εκπομπής (low_e) στη θέση 2 (εσωτερική παρειά εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι $U_g=1,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό. Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της σχέσης 4.2 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Οι υπολογισμοί αυτοί δίνονται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Για τα κουφώματα των ορόφων επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή, με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_f=2,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 10cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-12-4 με επίστρωση χαμηλής εκπομπής στη θέση 2 και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι $U_g=1,70 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό. Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της σχέσης 4.2 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Οι υπολογισμοί αυτοί δίνονται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη.

Στον πίνακα 4.5α δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του ισογείου και στον πίνακα 4.5β των κουφωμάτων των ορόφων. 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 4.5α: Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων ισογείου (γυάλινες προσόψεις).

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	1,40	5,34	7,48	1,76	1,80
2	16,20	5,34	86,51	1,61	
3	9,85	5,34	52,60	1,64	
4	18,00	5,34	96,12	1,61	
5	3,45	5,34	18,42	1,61	
6	2,40	5,74	13,78	1,65	
7	4,60	3,00	13,80	1,59	
8	3,00	5,34	16,02	1,63	

Πίνακας 4.5β: Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων ορόφων

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	0,90	2,20	1,98	2,23	2,80
2	1,60	2,20	3,52	2,28	
3	2,00	2,20	4,40	2,20	
4	2,20	2,20	4,84	2,17	
5	2,40	2,20	5,28	2,14	
6	2,80	2,20	6,16	2,11	
7	0,90	1,00	0,90	2,37	
8	0,90	1,10	0,99	2,35	
9	1,00	1,00	1,00	2,34	
10	0,50	0,70	0,35	2,66	
11	0,60	0,80	0,48	2,56	

4.4. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

Όπως προέκυψε $A/V = 0,400 \text{ m}^{-1}$ το οποίο από τον πίνακα 4.1 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό $U_{m,max}=0,95 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Στον πίνακα 4.6 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των $U \times A$, καθώς και τα αθροίσματα των $\Psi \times \ell$. Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m=0,945 \text{ W/(m}^2\text{K)} < U_{m,max}=0,950 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

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

Πίνακας 4.6. Συγκεντρωτικά στοιχεία κτηρίου

	ΣΑ [m²]	Σ(b×U×A) [W/K] ή Σ(b×Ψ×ℓ) [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	1511	625
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	966	285
διαφανή δομικά στοιχεία	584	1115
θερμογέφυρες	-	868
Συνολικά	3061	2893
	[Σ(b×U×A) + Σ(b×Ψ×ℓ)]/ΣΑ	0,945

4.4.1. Κατασκευαστικές Λύσεις Που Υιοθετήθηκαν Για Τη Μείωση Των Θερμικών Απωλειών Λόγω Θερμογεφυρών

Τα κουφώματα του ισογείου τοποθετούνται εξωτερικά και σε συνέχεια με τη θερμομόνωση σχεδόν σε όλα τα σημεία. Αντίθετα στου ορόφους η τοποθέτηση των κουφωμάτων είναι εσωτερική. Για την μείωση των απωλειών από τις θερμογέφυρες που δημιουργούνται στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι, υπάρχει συνέχεια της θερμομόνωσης (πάχους 2cm) κάθετα στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι των κουφωμάτων του 1^{ου} έως και του 5^{ου} ορόφου.

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 αλλού μέσου) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης-κλιματισμού και ZNX, πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη θερμομόνωση που καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ' ελάχιστον θερμομόνωση πάχους 19mm για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και 13mm για ZNX, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$ στους 20°C (ή ισοδύναμα πάχη άλλου πιστοποιημένου θερμομονωτικού υλικού).
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$ στους 20°C , και ελάχιστο πάχος 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm (ή ισοδύναμα πάχη άλλων πιστοποιημένων θερμομονωτικών υλικών).
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου θα διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής σε μερικά φορτία, ή άλλο πιστοποιημένο ισοδύναμο σύστημα.
- Σε μεγάλα δίκτυα ανακυκλοφορίας ZNX ανά κλάδους, θα χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές με ρύθμιση στροφών ανάλογα με τη ζήτησης σε ZNX.
- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών σε ZNX 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 ZNX 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/EK. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του η , ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.
- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα πρέπει να έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m^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 ZNX (όπου εφαρμόζεται κεντρική παραγωγή/διανομή) και εφαρμόζεται κατανομή δαπανών με θερμιδομέτρηση..
- Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου.

- Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα επιβάλλεται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95.

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

Το υπό μελέτη κτήριο έχει δύο επιμέρους κύριες χρήσεις, τις κατοικίες και τα εμπορικά καταστήματα, που θα εξεταστούν ανεξάρτητα σε ό,τι αφορά την ενεργειακή τους κατάσταση. Για τον λόγο αυτό οι πιο πάνω περιορισμοί δεν ισχύουν για το σύνολο του κτηρίου αλλά διαφοροποιούνται για κάθε μία από τις παραπάνω χρήσεις.

5.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Η θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτηρίου, σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης (διαστασιολόγησης συστήματος), θα γίνεται μέσω κεντρικής μονάδας θέρμανσης, με λέβητα-καυστήρα φυσικού αερίου, με μονσωλήνιο σύστημα και αυτονομία ανά ιδιοκτησία (διαμέρισμα και καταστήματα). Το σύστημα θέρμανσης θα καλύπτει όλες τις κατοικίες και τους χώρους των καταστημάτων στο ισόγειο. Οι αποθήκες των καταστημάτων στο πρώτο υπόγειο του κτηρίου, είναι μη θερμαινόμενοι χώροι.

Η ψύξη των χώρων του κτηρίου θα γίνεται με τοπικές αντλίες θερμότητας. Οι αντλίες θερμότητας των καταστημάτων θα καλύπτουν το συνολικό φορτίο ψύξης των χώρων. Στις κατοικίες θα εγκατασταθούν αντλίες θερμότητας σε μεμονωμένους χώρους των διαμερισμάτων με δυνατότητα κάλυψης του 50% του μέγιστου απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου για κάθε διαμέρισμα.

Παρατήρηση: Με τροποποίηση που αναμένετε στο κτιριοδομικό κανονισμό σχετικά με άρθρο 25, οι ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες θα είναι πλέον υποχρεωτικές για όλα τα κτήρια με επιφάνεια άνω των 50 m². Κατά τον 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 επιλέγοντε τεχνολογίες που να έχουν την δυνατότητα να λειτουργούν σε πλήρη και μερικά φορτία κατά την θέρμανση ή ψύξη. Η υπερδιαστασιολόγηση του κεντρικού συστήματος λέβητα-καυστήρα για την θέρμανση χώρων, μειώνει την τελική θερμική απόδοση του συστήματος σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στην παράγραφο 4.1.2.1. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

5.1.1. Ελάχιστες Προδιαγραφές Συστήματος Θέρμανσης Χώρων

Σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης του κτηρίου, το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο για την θέρμανση του κτηρίου ανέρχεται στις 175.000 kcal/h. Για τον υπολογισμό της ισχύος του λέβητα-καυστήρα λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 20%, λόγω θερμικών απωλειών στο λέβητα, στο δίκτυο διανομής, αλλά και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας. Η θερμική ισχύς της μονάδας λέβητα-καυστήρα θα είναι 210.000 kcal/h (245 kW) και θα λειτουργεί με φυσικό αέριο. Σύμφωνα με τον ΚΕνΝΑΚ για την κατηγορία ενεργειακής απόδοσης των λεβήτων του κτηρίου αναφοράς, το Π.Δ. 335/1993 και την τροποποίηση αυτού με το ΠΔ 32/2010, η μονάδα θα έχει βαθμό θερμικής απόδοσης 94,0% και ο καυστήρα θα είναι διβάθμιος για την κάλυψη των μερικών φορτίων σε υψηλή απόδοση.

Η θερμοκρασία λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης θα είναι 85oC για την προσαγωγή και 70oC για την επιστροφή. Η διανομή στα διαμερίσματα και τα καταστήματα, θα γίνεται με μονοσωλήνιο σύστημα, με τρία ζεύγη κεντρικών κατακόρυφων στηλών προσαγωγής-επιστροφής θερμού νερού. Οι κατακόρυφες σωλήνες προσαγωγής θα τροφοδοτούνται μέσω ενός κοινού κεντρικού συλλέκτη (κολλεκτέρ), όπως και οι κατακόρυφες σωλήνες επιστροφής θερμού νερού. Για κάθε τελικό χρήστη, διαμέρισμα ή κατάστημα, θα υπάρχουν δύο ξεχωριστοί συλλέκτες (κολλεκτέρ) διανομής (προσαγωγή και επιστροφή), από τους οποίους θα αναχωρούν και στους οποίους θα επιστρέφουν όλα τα οριζόντια κυκλώματα θερμού νερού προς και από τα θερμαντικά σώματα των επιμέρους χώρων κάθε ιδιοκτησίας. Σε κάθε ζεύγος συλλεκτών διανομής ιδιοκτησίας, τοποθετείται (σε κοινόχρηστο χώρο) σύστημα θερμιδομέτρησης.

Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο Κ.Εν.Α.Κ. και η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (πίνακας 4.7). Για τις κατακόρυφες στήλες Φ63, το πάχος της μόνωσης σύμφωνα με τους κανονισμούς πρέπει να είναι 13mm, ενώ για τους βρόχους οριζόντιας τοπικής διανομής Φ16, το πάχος της μόνωσης πρέπει να είναι 9mm. Οι οριζόντιες στήλες του δικτύου διανομής, από τους τοπικούς συλλέκτες μέχρι τα διαμερίσματα ή τα καταστήματα, διέρχονται σχεδόν εξ'ολοκλήρου από εσωτερικούς θερμαινόμενους χώρους, όπου δεν απαιτείται θερμομόνωση των σωληνώσεων. Οι κατακόρυφες στήλες του δικτύου θα θερμομονωθούν στο σύνολό τους.

Λόγω του ότι υπάρχουν πολλές ξεχωριστές ιδιοκτησίες (διαμερίσματα, καταστήματα) στο κτήριο, βάσει του Κ.Εν.Α.Κ., απαιτείται η κατανομή δαπανών ανά χώρο (ιδιοκτησία) και για το λόγο αυτό εφαρμόζεται αυτονομία θέρμανσης σύμφωνα με τα προαναφερόμενα. Επίσης σε κάθε ιδιοκτησία εφαρμόζεται αυτόματος θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου.

Η κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης θα διαθέτει σύστημα αντιστάθμισης, για την κάλυψη των μερικών φορτίων θέρμανσης, με την χρήση τετράοδης βάνας αυτόματης ρύθμισης κυκλοφορίας νερού. Ο κυκλοφορητής της διανομής θερμού νερού θέρμανσης θα έχει ονομαστική ηλεκτρική ισχύ 1,5 kW και θα είναι μεταβλητού αριθμού στροφών και παροχής για σταθερό μανομετρικό (inverter Δν-сР).

5.1.2. Ελάχιστες Προδιαγραφές Συστήματος Ψύξης

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης του κτηρίου, σε όλους τους χώρους, διαμερίσματα και καταστήματα θα εγκατασταθούν αερόψυκτες τοπικές αντλίες θερμότητας διαιρούμενου τύπου. Στα καταστήματα οι αντλίες θερμότητας θα καλύπτουν όλους τους χώρους των ισογείων καταστημάτων, όχι όμως και τις αποθήκες των καταστημάτων στο υπόγειο. Το κατάστημα 2 έχει τρεις πλευρές με υαλοστάσια και την μεγάλη γυάλινη πρόσοψη με νότιο-ανατολικό προσανατολισμό και με μερική ηλιοπροστασία από τον οριζόντιο πρόβολο που σχηματίζουν τα μπαλκόνια του 1^{ου} ορόφου. Το ψυκτικό φορτίο σχεδιασμού, βάσει της μελέτης ψύξης για το κατάστημα 2 ανέρχεται στα 250.000 Btu/h. Το μικρότερο σε επιφάνεια κατάστημα 1, έχει πολύ μικρότερες επιφάνειες υαλοστασίων και το αντίστοιχο ψυκτικό φορτίο υπολογίζεται από τη μελέτη ψύξη στα 150.000 Btu/h.

Σε όλα τα διαμερίσματα θα εγκατασταθούν τοπικές αντλίες θερμότητας, μία σε κάθε καθιστικό και μία στους διαδρόμους πριν τα υπνοδωμάτια για ήπια ψύξη των υπνοδωματίων. Στη συγκεκριμένη περιοχή του κτηρίου, σε διαμερίσματα κατοικιών η χρήση μονάδων ψύξης, παρατηρείται κυρίως τις μεσημεριανές ώρες, κατά τις ημέρες με θερμοκρασίες πάνω από 30°C. Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30°C, είναι περίπου 22%, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010. Τις

βραδυνές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που η εξωτερική θερμοκρασία υπερβαίνει τους 37°C) (κατάσταση καύσωνα).

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

Πίνακας 5.1. Τεχνικά χαρακτηριστικά αντλιών θερμότητας για κάθε ιδιοκτησία.

	Επιφάνεια ιδιοκτησίας	Ποσοστό κάλυψης φορτίου ψύξης (%)	Ψυκτική ικανότητα (Btu/h)	Απορροφούμενη ηλεκτρική ισχύς (kW)	Δείκτης αποδοτικότητας EER
Κατάστημα 1	164	100	150.000	34,7	3,8
Κατάστημα 2	271	100	250.000	15,4	3,8
Διαμέρισμα Α1, Β1, Γ1, Δ1.		50	12.000	0,98	3,6
			11.000	0,89	3,6
Διαμέρισμα Α2, Β2, Γ2, Δ2.		50	12.000	0,98	3,6
			9.000	0,73	3,6
Διαμέρισμα Α3, Β3, Γ3, Δ3.		50	14.000	1,14	3,6
			14.000	1,14	3,6
Διαμέρισμα Ε1, ΣΤ1		50	16.000	1,3	3,6
			11.000	0,89	3,6
Διαμέρισμα Ε2, ΣΤ2		50	18.000	1,47	3,6
			16.000	1,3	3,6

Η συνολική ψυκτική ισχύς των αντλιών θερμότητας για τις κατοικίες είναι 410.000 Btu/h (120 kW) με δυνατότητα κάλυψης 50% ψυκτικού φορτίου σε συνθήκες σχεδιασμού. Αντίστοιχα για τα καταστήματα η συνολική ψυκτική ισχύς είναι 400.000 Btu/h (117 kW), με δυνατότητα κάλυψης 100% ψυκτικού φορτίου σε συνθήκες σχεδιασμού.

Παρατήρηση: Σε περίπτωση που για το υπό μελέτη κτίριο δεν προβλεπόταν η εγκατάσταση συστήματος ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται ότι το κτίριο ψύχεται και το σύστημα ψύξης θα έχει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντίστοιχου κτηρίου αναφοράς, όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (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 κτιρίου αναφοράς.

5.1.3. Ελάχιστες Προδιαγραφές Συστήματος Αερισμού

Οι απαιτήσεις ελάχιστου αερισμού του κτηρίου όσον αφορά τα διαμερίσματα, καλύπτονται μέσω φυσικού αερισμού και σύμφωνα με τα οριζόμενα στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παρ. 2.4.3, πίνακας 2.3). Η απαίτηση για νωπό αέρα των κατοικιών ορίζεται στα 0,75 m³/h/m² επιφάνειας δαπέδου.

Όσον αφορά τα εμπορικά καταστήματα, οι ανάγκες για αερισμό καλύπτονται μέσω μηχανικού συστήματος αερισμού με δύο μονάδες παροχής νωπού αέρα, μία ανά κατάστημα. Οι μονάδες αυτές υπολογίστηκαν στη σχετική μελέτη, να καλύπτουν για κάθε εμπορικό κατάστημα τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα, που βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. έχουν καθοριστεί στα 3,08 m³/h/m² επιφάνειας δαπέδου. Τα συστήματα μηχανικού αερισμού διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με βαθμό απόδοσης 50%. Η ειδική κατανάλωση ισχύος των ανεμιστήρων ανέρχεται στα 0,95 kW/(m³/sec).

5.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για τις κατοικίες, όπως ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, είναι 2,5 lt/ημέρα/m² θερμαινόμενης επιφάνειας των κατοικιών. Αντίστοιχα για τα καταστήματα η κατανάλωση ZNX ανέρχεται στα 0,14 lt/ημέρα/m² θερμαινόμενης επιφάνειας των καταστημάτων. Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτήριο ανέρχεται περίπου στα 3.970 lt/ημέρα, από τα οποία τα 67 lt/ημέρα είναι η κατανάλωση των καταστημάτων και τα 3.903 lt/ημέρα είναι η κατανάλωση των κατοικιών. Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 50°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου ύδρευσης πόλης για την Θεσσαλονίκη όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών Περιοχών», δίνονται στον πίνακα 5.2.

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

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

όπου: V_d [lt /ημέρα] το ημερήσιο φορτίο, $V_d = 3970$ (lt/ημέρα),
 ρ [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήσης, $\rho = 0,998$ (kg/ lt),
 c [kJ/(kg.K)] η ειδική θερμότητα του νερού, $c = 4,18$ kJ/(kg.K),
 ΔT [K] ή [°C] η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ζεστού νερού χρήσης.

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

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

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Θερμοκρασία νερού δικτύου (°C) ΕΛΟΤ 1291	8,2	7,9	9,2	12,8	16,8	20,2	21,5	22,8	22,1	19,4	15,7	11,0
Μέσο ημερήσιο θερμικό φορτίο για ZNX (kWh/ημέρα)	194	195	189	172	154	138	132	126	129	142	159	181

5.2.1. Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος για την παραγωγή ZNX

Για την κάλυψη των αναγκών για ζεστό νερό χρήση, θα εγκατασταθούν δύο κεντρικοί θερμαντήρες (δεξαμενές αποθήκευσης) τριπλής ενέργειας, που θα λαμβάνουν θερμική ενέργεια από μια ανεξάρτητη μονάδα λέβητα-καυστήρα φυσικού αερίου και από συστοιχία ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, όπως περιγράφεται στην επόμενη παράγραφο. Οι θερμαντήρες θα έχουν και εφεδρική ηλεκτρική αντίσταση.

Η συνολική χωρητικότητα των δύο κεντρικών θερμαντήρων (δεξαμενές αποθήκευσης) V_{store} , εκτιμήθηκε από την ακόλουθη εμπειρική σχέση και θα πρέπει να είναι:

$$V_{\text{store}} \geq \frac{V_d}{5} \geq \frac{3970}{5} \geq 794 = 800 \text{ lt}$$

Για την παρούσα εγκατάσταση παραγωγής ZNX, επιλέγονται δύο κεντρικοί θερμαντήρες χωρητικότητας 400 lt έκαστος. Οι δύο θερμαντήρες παραλληλίζονται και τροφοδοτούνται από την μονάδα λέβητα-καυστήρα και τους ηλιακούς συλλέκτες όπως προαναφέρθηκε. Η λειτουργία θα ελέγχεται από διαφορικούς θερμοστάτες ηλιακών-Δ/Ξ αποθήκευσης, αλλά και χρονοδιακόπτες (παροχής θερμικής ενέργειας από λέβητα), προκειμένου ο ένας από τους δύο θερμαντήρες κατά τις πρωινές ώρες να διατηρείται σε χαμηλή θερμοκρασία, ώστε να μπορεί να αποθηκεύσει τη διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια στην διάρκεια της ημέρας. Σε περίπτωση δυνατότητας πλήρης κάλυψης των φορτίων ZNX από την διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια, θα πρέπει η παροχή θερμικής ενέργειας από τον λέβητα να διακόπτεται και στους δύο θερμαντήρες..

Για την άμεση παροχή ZNX, θα υπάρχει και δίκτυο ανακυκλοφορίας ZNX μέχρι τους τοπικούς κόμβους διανομής ορόφου, όπου και τοποθετούνται οι θερμιδομετρητές κάθε ιδιοκτησίας προκειμένου για την κατανομή δαπανών. Δεδομένου πως η ανακυκλοφορία γίνεται σε έναν κλάδο (με θερμοδρροστατικό έλεγχο στο πιό απομακρυσμένο σημείο ανακυκλοφορίας), δεν υπάρχει λόγος για εγκατάσταση κυκλοφορητή μεταβλητής παροχής.

Η θερμική ισχύς P_n , του λέβητα-καυστήρα, συνήθως υπολογίζεται για μέσο χρόνο απόδοσης της συνολικής ημερήσια θερμικής ενέργειας σε 5 ώρες και για τον μήνα Φεβρουάριο που παρατηρείται το μέγιστο θερμικό φορτίο για ZNX στο υπό μελέτη κτήριο. Η θερμική ισχύς της μονάδας λέβητα-καυστήρα P_n , υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$P_n = \frac{Q_d}{5} = \frac{195}{5} = 39 \text{ kW}$$

Για τον υπολογισμό της ονομαστικής θερμικής ισχύος του λέβητα-καυστήρα P_n , λαμβάνεται προσαύξηση 20%, (για επιτάχυνση έναρξης λειτουργίας, κάλυψη θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής κ.α.). Οπότε έχουμε τελική θερμική ισχύ λέβητα-καυστήρα για ZNX:

$$P_n = 39 \text{ kW} \cdot 1,2 = 46 \text{ kW} = 40.300 \text{ kcal / h}$$

Ο λέβητας-καυστήρας που επιλέχθηκε θα είναι μίας βαθμίδας, φυσικού αερίου και θα έχει βαθμό θερμικής απόδοσης 93,2%, περίπου ίδιο με την απόδοση του κτηρίου αναφοράς όπως ορίζεται στον πίνακα 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής ZNX θα είναι θερμομονωμένες σύμφωνα με τις απαιτήσεις του άρθρου 8 του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. και τα οριζόμενα στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (πίνακας 4.7). Το δίκτυο διανομής ZNX θα διέρχεται μέσα από τους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου και το πάχος θερμομόνωσης των σωληνώσεων θα είναι ίσο με το ελάχιστο πάχος 9mm σύμφωνα με τους κανονισμούς. Συγκεκριμένα, επιλέχθηκε εύκαμπτη ελαστομερής θερμομόνωση κογχυλίων 9mm.

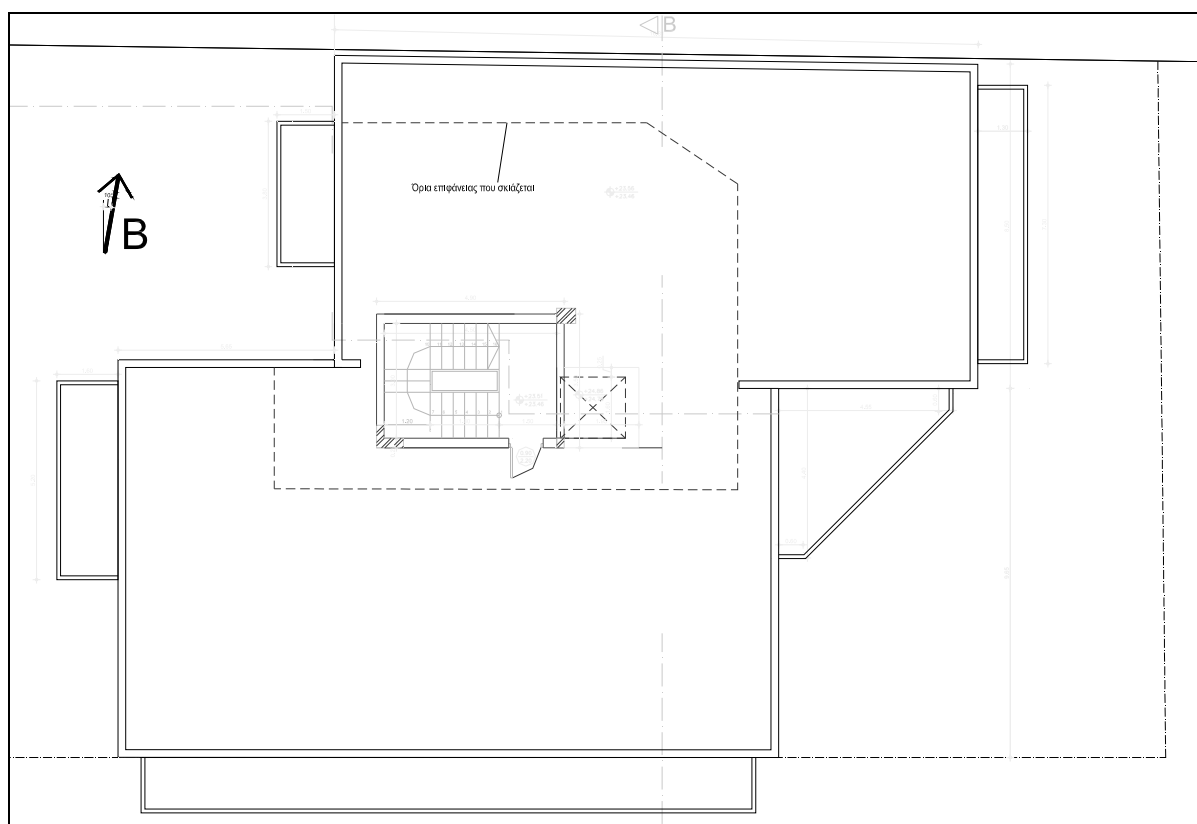
5.2.2. Τεκμηρίωση Εγκατάστασης Ηλιακών Συλλεκτών

Το δώμα το κτηρίου είναι περίπου 315 m², με τα 21,6m² να καλύπτονται από το κλιμακοστάσιο και το φρεάτιο αερισμού (φωταγωγός). Η ελεύθερη επιφάνεια του δώματος είναι περίπου 293 m² αλλά το 28% της επιφάνειας αυτής, σκιάζεται από την απόληξη του κλιμακοστασίου στο μεγαλύτερο διάστημα της ημέρας. Στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου δεν υπάρχει άλλο φυσικό ή τεχνητό εμπόδιο που να

περιορίζει τον ηλιασμό του δώματος. Το κτήριο που συνορεύει με την υπό μελέτη πολυκατοικία στην βόρειο-δυτική πλευρά της, έχει σχεδόν το ίδιο ύψος και δεν προκαλεί σκiasμό στο δώμα ούτε κατά τις απογευματινές ώρες, που ο ήλιος βρίσκεται δυτικά.

Για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, εκτιμήθηκε ότι η διαθέσιμη επιφάνεια του δώματος που μπορεί να αξιοποιηθεί αποδοτικά και δεν σκιάζεται κατά την μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας και είναι περίπου 210 m².

Στο σχήμα 5.1, φαίνεται το τμήμα του δώματος (περικλείεται από την διακεκομμένη κόκκινη γραμμή) που βρίσκεται κυρίως βόρεια της απόληξης του κλιμακοστασίου και δεν ενδείκνυται για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών. Στην υπόλοιπη επιφάνεια του δώματος υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών, με συνεχή ηλιασμό, εκτός από ορισμένες μικρές περιόδους που οι επιφάνειες των ηλιακών συλλεκτών θα έχουν μερική (ελάχιστη) σκίαση από τα κιγκλιδώματα περιμετρικά του δώματος.



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

Παρατήρηση: Σύμφωνα με την *T.O.T.E.E. 20701-1/2010* (παράγραφος 5.3.1) κατά την διαστασιολόγηση του συστήματος ηλιακών συλλεκτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες μεθοδολογίες όπως, η ωριαία προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος σύμφωνα με το πρότυπο *ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006*, η μέθοδος καμπυλών *f* των *S. Klein, W.A. Beckman* και *J.A Duffie* που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του *Winsconsin* και οποιαδήποτε άλλη αναγνωρισμένη αναλυτική ή μη μέθοδος εφαρμόζεται μέχρι σήμερα. Στην μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ηλιακών συλλεκτών πρέπει να αναφέρεται η μέθοδος και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικά, ενώ στην παρούσα μελέτη θα πρέπει να αναφέρονται τα αποτελέσματα και η τεκμηρίωση του ποσοστού κάλυψης του φορτίου *Z.N.X.*

Για τον υπολογισμό του φορτίου κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η μέθοδος καμπυλών f (S. Klein, W.A. Beckman και J.A Duffie). Η μέθοδος αυτή, δίνει περίπου τα ίδια αποτελέσματα για την κάλυψη του φορτίου ζεστού νερού χρήσης, με την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού όπως δίνεται από το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης είναι επαρκής.

Για το συγκεκριμένο κτήριο, μελετήθηκε η εφαρμογή επίπεδων ηλιακών συλλεκτών στο δώμα του κτηρίου, προκειμένου για την κάλυψη τουλάχιστον του 60% του απαιτούμενου φορτίου για ζεστό νερό χρήσης. Οι ηλιακοί συλλέκτες θα έχουν εξωτερικές διαστάσεις 1500 mm x 1000 mm.

Η βέλτιστη γωνία κλίσης ηλιακών συλλεκτών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησης τους. Σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα, για τις ελληνικές περιοχές, η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη για ετήσια χρήση είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, όπου για την Θεσσαλονίκη είναι $40,5^\circ$. Στο υπό μελέτη κτήριο ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών θα είναι νότιος και η γωνία εγκατάστασης τους θα είναι 40° . Έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για επιμέρους γωνίες κλίσεως των ηλιακών συλλεκτών, από 35° έως 45° , όπου παρουσιάστηκαν μικρές (αμελητέες) διαφορές στο φορτίο κάλυψης του υπό μελέτη κτηρίου.

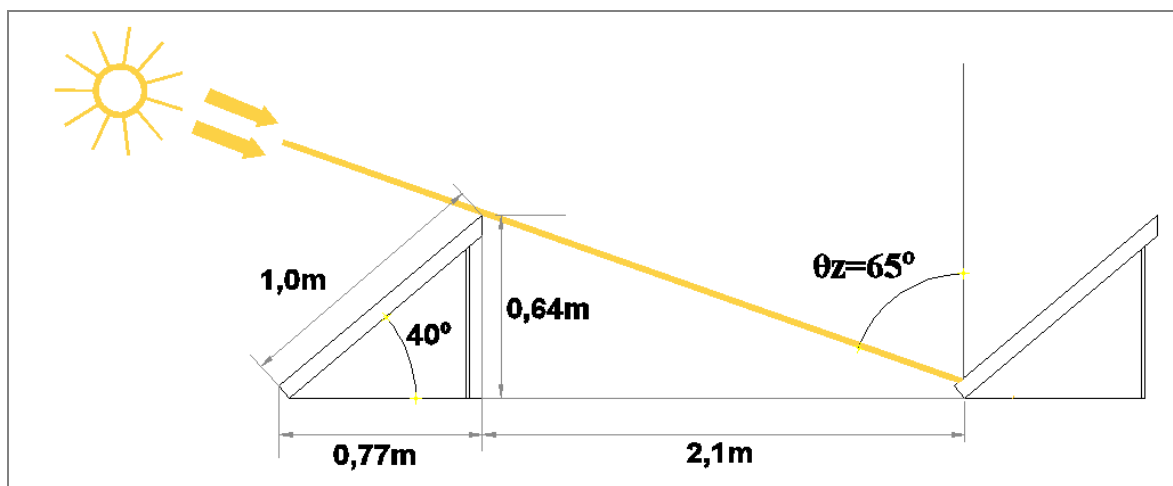
Στον πίνακα 5.3 δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαία ηλιακής ακτινοβολίας (kWh/m^2), για την περιοχή της Θεσσαλονίκης, για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση 40° .

Πίνακας 5.3. Μέση μηνιαία προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m^2) για οριζόντια επιφάνεια και κεκλιμένη επιφάνεια 40° .

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε οριζ. επίπεδο (kWh/m^2)	52,6	67,5	103,2	140,7	179,1	198,6	209,5	184,7	136,7	91,4	56,6	45,5
Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε επίπεδο 40° (kWh/m^2)	91,1	96,8	122,0	141,9	162,2	171,6	184,5	178,6	154,5	125,9	94,7	84,3

Προκειμένου για την σωστή τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών και για την αποφυγή αλληλοσκίασης, υπολογίσθηκε η κατάλληλη μεταξύ τους απόσταση τοποθέτησης ως προς τον άξονα βορρά-νότου. Η απόσταση αυτή υπολογίστηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η $21^{\text{η}}$ Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο). Για την περιοχή της Θεσσαλονίκης (γεωγραφικό πλάτος $\varphi = 40,5^\circ$), η ηλιακή απόκλιση στις 21 Δεκεμβρίου είναι $\delta = -23,4^\circ$.

Για την ηλιακή απόκλιση αυτή, η ζενιθιακή γωνία (θ_z) κατά το ηλιακό μεσημέρι, είναι περίπου 65° . Με βάση αυτή τη γωνία και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη (1500 mm x 1000 mm), υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν οι ηλιακοί συλλέκτες μεταξύ τους όταν τοποθετηθούν με γωνία 40° για να μην αλληλοσκιάζονται. Στο σχήμα 5.2 δίνεται σχηματική απεικόνιση της διάταξης και της απόστασης τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών στο δώμα του υπό μελέτη κτηρίου.



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

Με βάση την ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, τις διαστάσεις τους και την διαθέσιμη επιφάνεια του δώματος, η οποία δεν παρουσιάζει προβλήματα σκιασμού, εκτιμήθηκε ότι ο αριθμός ηλιακών συλλεκτών που μπορούν να εγκατασταθούν στο υπό μελέτη κτήριο είναι 61, δηλαδή σύνολο 91m^2 ηλιακών συλλεκτών. Στην συνέχεια υπολογίστηκε το φορτίο κάλυψης για τους συγκεκριμένους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες όπως περιγράφονται στην μελέτη διαστασιολόγησης και την συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό τοποθέτησης. Στον πίνακα 5.4, δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα υπολογισμών για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Πίνακας 5.4. Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη φορτίου ZNX από ηλιακούς συλλέκτες.

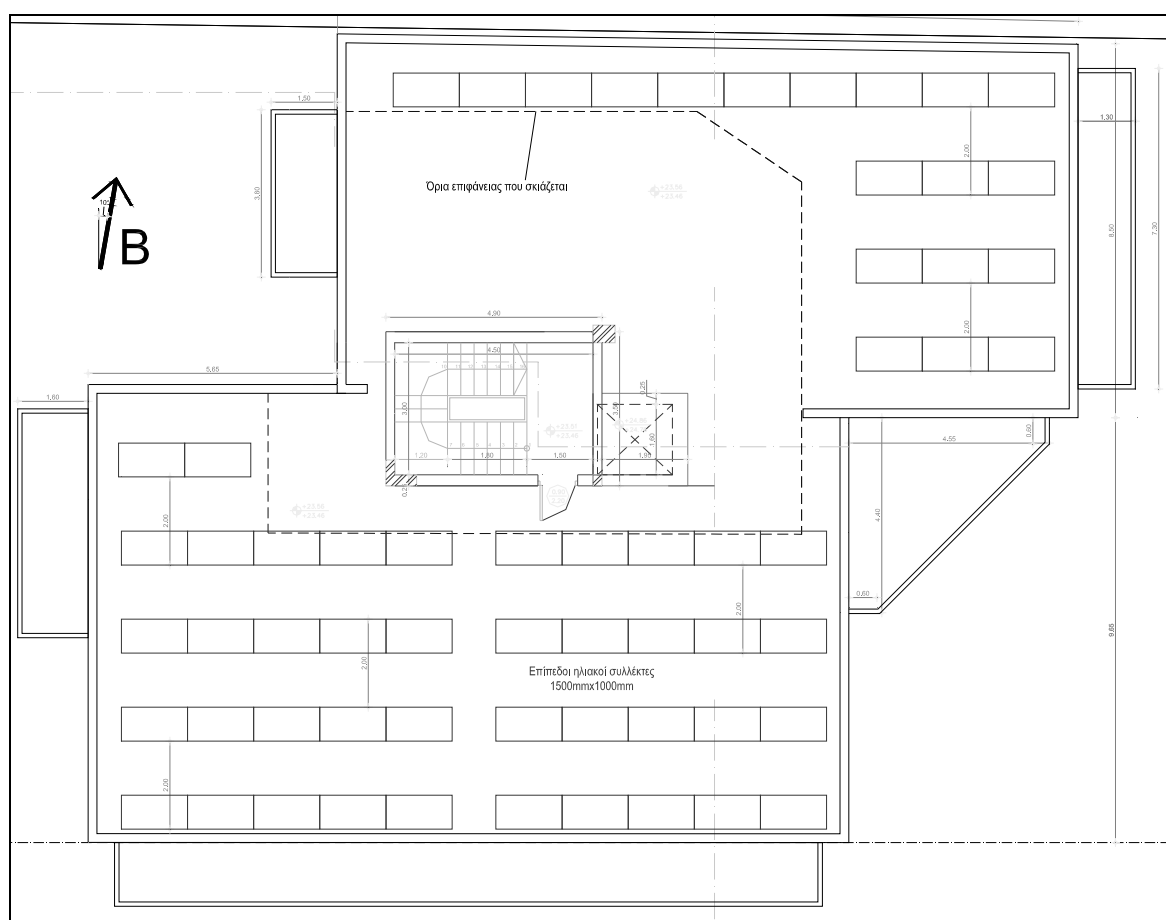
	Μέσο μηναίο φορτίο για ZNX (kWh/mo)	Μέσο μηναίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. (kWh/mo)	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. - fi (%)	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από ηλιακό Η.Σ. (%)
I	6006	2679	44,6	32,3
Φ	5464	3074	56,3	34,9
M	5863	3867	66,0	34,8
A	5173	4143	80,1	32,1
M	4771	4162	87,2	28,2
I	4144	3832	92,5	24,5
I	4095	3932	96,0	23,4
A	3908	3677	94,1	22,6
Σ	3880	3416	88,1	24,3
O	4397	3153	71,7	27,5
N	4770	2456	51,5	28,5
Δ	5604	2229	39,8	29,1
Σύνολο	58073	40621		
Μέσος όρος ετησίως			70,0	27,8

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης ανέρχεται σε 70%. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες κυμαίνονται από 44,6% έως και 96,0%. Η μεγαλύτερη κάλυψη παρουσιάζεται τον μήνα Ιούλιο για την δεδομένη κλίση (40°) εγκατάστασης. Αναλύοντας τα επιμέρους

θερμικά φορτία για ZNX, των καταστημάτων και των κατοικιών, προκύπτει πως θα έχουν το ίδιο περίπου ποσοστό κάλυψης.

Εγκατάσταση μεγαλύτερης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών, θα δημιουργούσε προβλήματα αλληλοσκίασης μεταξύ των επιφανειών, κυρίως τους χειμερινούς μήνες, με συνέπεια να μην υπάρχει αύξηση κάλυψης φορτίου ανάλογη της αύξησης του κόστους. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα να μεταβάλλεται η κλίση των ηλιακών συλλεκτών (όχι πάντως μεγαλύτερη των 40°) ιδιαίτερα τους εαρινούς και φθινοπωρινούς μήνες, ώστε να υπάρχει ακόμα μεγαλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια κάλυψη των θερμικών φορτίων για ZNX από τους ηλιακούς συλλέκτες. Και η περίπτωση αυτή ωστόσο δεν κρίνεται ιδιαίτερα σκόπιμη τεχνικοοικονομικά, δεδομένου πως και με τον παρόντα σχεδιασμό επιτυγχάνεται μέση ετήσια κάλυψη φορτίου $> 70\%$, δηλαδή υπερικανοποιητική, χωρίς η εγκατάσταση να βασίζεται σε εξεζητημένες και συνεπώς ακριβές λύσεις.

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



5.3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η κύρια χρήση του κτηρίου είναι κατοικίες, ενώ σε ένα μικρότερο τμήμα του θα λειτουργούν καταστήματα. Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό στις κατοικίες δεν λαμβάνεται υπ' όψη για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου. Έτσι, η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό θα υπολογισθεί μόνο για τα καταστήματα και θα συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την ενεργειακή πιστοποίηση του τμήματος καταστημάτων του κτηρίου.

Τα καταστήματα, σύμφωνα με την μελέτη φωτισμού, θα χρησιμοποιούν 51 φωτιστικά σώματα με γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού 2x36W με ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία και με φωτεινή δραστηριότητα 60 lm/W. Για επιθυμητή στάθμη φωτισμού 500 lux, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (πίνακας 2.4), η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών στους χώρους των καταστημάτων υπολογίζεται στα 3,70 kW.

Στις ζώνες φυσικού φωτισμού 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 την μελέτη φωτισμού, όλη η επιφάνεια των καταστημάτων χαρακτηρίζεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού, αφού οι εξωτερικές κατακόρυφες επιφάνειες τους είναι στο σύνολό τους υαλοστάσια και μάλιστα με ύψος 5,8m.



Σχήμα 5.4. Ζώνες φυσικού φωτισμού στους χώρους των καταστημάτων στο ισόγειο.

Οι χώροι των καταστημάτων διαθέτουν ανεξάρτητους διακόπτες και ανεξάρτητες καλωδιώσεις για δέκα (10) διαφορετικές ζώνες φωτισμού όπως φαίνεται στο σχήμα 5.4. Στο κατάστημα 1 θα λειτουργούν τέσσερις (4) διαφορετικές ζώνες φωτισμού και στο κατάστημα 2, έξι (6). Η διακριτοποίηση των ζωνών έγινε με κριτήριο την μεταβολή της στάθμης φυσικού φωτισμού στην διάρκεια της ημέρας και τον προσανατολισμό τους. Σε κάθε επιμέρους ζώνη θα υπάρχει η δυνατότητα αφής/σβέσης του 60% του συνόλου των φωτιστικών σωμάτων.

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού κατά την διάρκεια της ημέρας, προβλέπεται η εγκατάσταση απλών συστημάτων ελέγχου των φωτιστικών στις ζώνες φυσικού φωτισμού που

αποτελούνται από αισθητήρα φυσικού φωτισμού και αυτόματους διακοπτες σβέσης στο 60% των φωτιστικών όλων των ζωνών.

5.4. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ

Στο κτήριο δεν εφαρμόζεται διόθρωση (συνφ) σε κανένα από τα δύο καταστήματα λόγω χαμηλής εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος.

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

Το κτήριο βρίσκεται μέσα σε πυκνοδομημένη αστική περιοχή χωρίς συστήματα τηλεθέρμανσης.

Σύμφωνα με την μελέτη σκοπιμότητας εξετάστηκαν οι εξής εναλλακτικές λύσεις για την κάλυψη των θερμικών, ψυκτικών και ηλεκτρικών φορτίων του κτηρίου.

1. Η εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, η οποία κρίνεται ως μη οικονομικά βιώσιμη εφαρμογή.

2. Η περίπτωση εγκατάστασης οριζόντιων γεωθερμικών εναλλακτών για την λειτουργία αντλίας θερμότητας δεν μπορεί να εφαρμοστεί, λόγω ανεπαρκούς ελεύθερου οικοπέδου (υπολογίσθηκε 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 περίπου το 70% του θερμικού φορτίου για ζεστό νερό χρήσης όλου του κτηρίου. Λόγω της περιορισμένης επιφάνειας του δώματος, 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 εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010, οι θερμικές ζώνες ενός κτιρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου έγιναν με την χρήση του υπολογιστικού εργαλείου ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

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 Θεσσαλονίκης, είναι ενσωματωμένα σε βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους του προσανατολισμούς, για την περιοχή της Θεσσαλονίκης. Το υψόμετρο της περιοχής όπου θα κατασκευασθεί το κτήριο είναι κάτω από τα 500m. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Γ.

6.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης εκδίδεται ανά κύρια χρήση και για ξεχωριστές ιδιοκτησίες (Ν. 3851/2010-ΦΕΚ 85), ανεξαρτήτως εάν τα τμήματα του κτηρίου που αφορούν στις χρήσεις/ιδιοκτησίες εξυπηρετούνται από το ίδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης. Συνεπώς για το υπό μελέτη κτήριο θα εκδοθούν δύο διαφορετικά ΠΕΑ. Για το τμήμα των καταστημάτων θα εκδοθεί ΠΕΑ για κύρια χρήση «**κατάστημα**» ενώ για το τμήμα των κατοικιών για κύρια χρήση «**κατοικία**». Συνεπώς ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου στη παρούσα μελέτη θα γίνει ανεξάρτητα για

- το τμήμα των καταστημάτων
- και για το τμήμα των κατοικιών.

Το τμήμα του κλιμακοστασίου στο υπόγειο και το ισόγειο θεωρείται ότι αποτελεί μέρος του τμήματος με χρήση καταστήματος, ενώ από τον πρώτο όροφο έως την απόληξη του κλιμακοστασίου θεωρείται ότι αποτελεί μέρος του τμήματος με χρήση κατοικία

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κάθε τμήματος του κτηρίου με διαφορετική κύρια χρήση, προσδιορίστηκαν τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο κτήριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

- Οι χρήσεις του κτηρίου, κατοικίες και καταστήματα,

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

6.3. ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕ ΚΥΡΙΑ ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Το εμβαδό και ο όγκος του υπό μελέτη τμήματος κατοικιών του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 6.1.

Πίνακας 6.1. Εμβαδό και όγκος τμήματος κατοικιών

Ειδική χρήση χώρων	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m ²]	Θερμαινόμενος όγκος [m ³]	Ψυχόμενος όγκος [m ³]
Κατοικίες	1436	718	4561	2281
Κλιμακοστάσιο	147	74	418	209
Κατοικίες και κλιμακοστάσιο	1583	792	4979	2490

6.3.1. Θερμικές Ζώνες Τμήματος Κατοικίας

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, 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 κάλυψης του χώρου.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 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, το τμήμα των κατοικιών και το τμήμα του κλιμακοστασίου θα μελετηθούν στην παρούσα ενεργειακή μελέτη ως μία ενιαία θερμική ζώνη, τα γενικά δεδομένα της οποίας δίνονται στον πίνακα 6.2.

Πίνακας 6.2. Γενικά δεδομένα για τη χρήση «κατοικίας» του κτηρίου.

Γενικά δεδομένα (ενιαίας) θερμικής ζώνης κατοικιών		
Χρήση θερμικής ζώνης	Κατοικίες	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	1583	
Ανοιγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² .K)]	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Γ	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	1373	Τεύχος Υπολογισμών σελ 131
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/ m ²)	0,75	Μόνο για κατοικίες από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	1	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο	16	1 ανά διαμέρισμα στην κουζίνα
Αριθμός καμινάδων	-	
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	-	
Χώροι κάλυψης ανεμιστήρων οροφής	-	

Η κατηγορία αυτοματισμών του κτηρίου είναι Γ, αφού πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμοστατικού ελέγχου των χώρων και εφαρμογής συστήματος αντιστάθμισης των θερμικών φορτίων του κτηρίου. Η ίδια κατηγορία λαμβάνεται και για το τμήμα των κατοικιών.

6.3.2. Εσωτερικές Συνθήκες Λειτουργίας Κατοικιών

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές. Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας του τμήματος κατοικιών δίνονται αναλυτικά στον πίνακα 6.3.

Πίνακας 6.3. Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας.

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης		Προκαθορισμένη παράμετρος από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010
Ωράριο λειτουργίας	18 ώρες	
Ημέρες λειτουργίας	7	
Μήνες λειτουργίας	12	
Περίοδος θέρμανσης	15/10 έως 30/4	
Περίοδος ψύξης	1/6 έως 31/8	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	40	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45	
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m ³ /h/m ²)	0,75	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	200	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς (W/m ²)	3,6	
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m ³ /(m ² .έτος))	0,91	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	50	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	16,4	
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	4	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0,71	
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	2	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,75	

6.3.3. Κέλυφος Τμήματος Κατοικιών

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

Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμο επίχρισμα. Το δώμα του έκτου ορόφου καθώς και το δώμα της απόληξης του κλιμακοστασίου θα έχουν ως τελική στρώση πλάκες πεζοδρομίου, ενώ το δώμα που σχηματίζεται στην εσοχή του 5^{ου} ορόφου κεραμικά πλακίδια. Οι συντελεστές απορροφητικότητας και οι συντελεστές εκπομπής των δομικών στοιχείων λαμβάνονται από τον πίνακα 3.14 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Στον πίνακα 6.4 δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα.

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

Δεν υπάρχουν δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος.

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

Δεν υπάρχουν δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους.

Πίνακας 6.4. 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
1ος	τοίχος	νότια τοιχοποιία	170	0,40	31,5	0,40	0,80
	τοίχος	νότια δοκός/υποστ.	170	0,43	4,5	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική τοιχοποιία	80	0,40	38,8	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική δοκός/υποστ.	80	0,43	6,6	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια τοιχοποιία	350	0,40	37,0	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια δοκός/υποστ.	350	0,43	17,4	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική τοιχοποιία	260	0,40	26,6	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική δοκός/υποστ.	260	0,43	14,1	0,40	0,80
2ος	τοίχος	νότια τοιχοποιία	170	0,40	31,5	0,40	0,80
	τοίχος	νότια δοκός/υποστ.	170	0,43	4,5	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική τοιχοποιία	80	0,40	38,8	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική δοκός/υποστ.	80	0,43	6,6	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια τοιχοποιία	350	0,40	37,0	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια δοκός/υποστ.	350	0,43	17,4	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική τοιχοποιία	260	0,40	26,6	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική δοκός/υποστ.	260	0,43	14,1	0,40	0,80
3ος	τοίχος	νότια τοιχοποιία	170	0,40	31,5	0,40	0,80
	τοίχος	νότια δοκός/υποστ.	170	0,43	4,5	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική τοιχοποιία	80	0,40	38,8	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική δοκός/υποστ.	80	0,43	6,6	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια τοιχοποιία	350	0,40	37,0	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια δοκός/υποστ.	350	0,43	17,4	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική τοιχοποιία	260	0,40	26,6	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική δοκός/υποστ.	260	0,43	14,1	0,40	0,80
4ος	τοίχος	νότια τοιχοποιία	170	0,40	31,5	0,40	0,80
	τοίχος	νότια δοκός/υποστ.	170	0,43	4,5	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική τοιχοποιία	80	0,40	38,8	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική δοκός/υποστ.	80	0,43	6,6	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια τοιχοποιία	350	0,40	37,0	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια δοκός/υποστ.	350	0,43	17,4	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική τοιχοποιία	260	0,40	26,6	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική δοκός/υποστ.	260	0,43	14,1	0,40	0,80
	οροφή	οροφή σε εσοχή	0	0,40	7,0	0,65	0,80
5ος	τοίχος	νότια τοιχοποιία	170	0,40	31,5	0,40	0,80
	τοίχος	νότια δοκός/υποστ.	170	0,43	5,7	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική τοιχοποιία	80	0,40	35,5	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική δοκός/υποστ.	80	0,43	7,1	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια τοιχοποιία	350	0,40	37,4	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια δοκός/υποστ.	350	0,43	17,4	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική τοιχοποιία	260	0,40	23,2	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική δοκός/υποστ.	260	0,43	14,0	0,40	0,80
	πυλωτή	δάπεδο σε προεξοχή	0	0,39	7,0	0,40	0,80

Πίνακας 6.4. Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (συνέχεια)

όροφος	τύπος	δομικό στοιχείο	γ^1	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	α^2	ϵ^3
6ος	τοίχος	νότια τοιχοποιία	170	0,40	31,5	0,40	0,80
	τοίχος	νότια δοκός/υποστ.	170	0,43	5,7	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική τοιχοποιία	80	0,40	35,5	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική δοκός/υποστ.	80	0,43	7,1	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια τοιχοποιία	350	0,40	37,4	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια δοκός/υποστ.	350	0,43	17,4	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική τοιχοποιία	260	0,40	23,2	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική δοκός/υποστ.	260	0,43	14,0	0,40	0,80
	οροφή	δώμα βατό	0	0,40	239,0	0,65	0,80
7ος	τοίχος	νότια τοιχοποιία	170	0,40	7,7	0,40	0,80
	τοίχος	νότια δοκός/υποστ.	170	0,43	4,0	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική τοιχοποιία	80	0,40	4,8	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική δοκός/υποστ.	80	0,43	3,7	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια τοιχοποιία	350	0,40	9,7	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια δοκός/υποστ.	350	0,43	4,0	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική τοιχοποιία	260	0,40	6,6	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική δοκός/υποστ.	260	0,43	1,8	0,40	0,80
	πόρτα	πόρτα	170	2,80	2,0	0,40	0,80
	οροφή	δώμα βατό	0	0,40	21,0	0,65	0,80

¹ αζιμούθιο επιφάνειας με 0=βόρεια, 90=ανατολική, 180=νότια, 270=δυτική

² απορροφητικότητα επιφάνειας

³ συντελεστής εκπομπής επιφάνειας

6.3.3.4. Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία κατοικιών

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.3, για τα κουφώματα των ορόφων επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή που θα φέρει υαλοπίνακα 4-12-4 με επίστρωση χαμηλής εκπομπής (στη θέση 2) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους σε κάθετη πρόσπτωση των υαλοπινάκων δηλώνεται από το κατασκευαστή τους ίσος με $g=0,67$. Αναλυτικά οι υπολογισμοί σχετικά με τα διαφανή δομικά στοιχεία δίνονται στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει τη 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 [W/(m ² K)]	g_w	F_{hor} θέρμ.	F_{hor} ψύξη	F_{ov} θέρμ.	F_{ov} ψύξη	F_{fin} θέρμ.	F_{fin} ψύξη
1ος	N1	170	3,52	2,28	0,41	0,85	0,98	0,52	0,40	0,87	0,89
	N2	170	3,52	2,28	0,41	0,85	0,98	0,52	0,40	0,88	0,88
	N3	170	5,28	2,14	0,46	0,85	0,98	0,43	0,36	0,81	0,86
	N4	170	3,52	2,28	0,41	0,85	0,98	0,52	0,40	0,85	0,86
	N5	170	3,52	2,28	0,41	0,85	0,98	0,33	0,33	0,77	0,85
2ος	N1	170	3,52	2,28	0,41	0,91	0,99	0,52	0,40	0,87	0,89
	N2	170	3,52	2,28	0,41	0,91	0,99	0,52	0,40	0,88	0,88
	N3	170	5,28	2,14	0,46	0,91	0,99	0,43	0,36	0,81	0,86
	N4	170	3,52	2,28	0,41	0,91	0,99	0,52	0,40	0,85	0,86
	N5	170	3,52	2,28	0,41	0,91	0,99	0,33	0,33	0,77	0,85
3ος	N1	170	3,52	2,28	0,41	0,96	0,99	0,52	0,40	0,87	0,89
	N2	170	3,52	2,28	0,41	0,96	0,99	0,52	0,40	0,88	0,88
	N3	170	5,28	2,14	0,46	0,96	0,99	0,43	0,36	0,81	0,86
	N4	170	3,52	2,28	0,41	0,96	0,99	0,52	0,40	0,85	0,86
	N5	170	3,52	2,28	0,41	0,96	0,99	0,33	0,33	0,77	0,85
4ος	N1	170	3,52	2,28	0,41	0,99	1,00	0,52	0,40	0,87	0,89
	N2	170	3,52	2,28	0,41	0,99	1,00	0,52	0,40	0,88	0,88
	N3	170	5,28	2,14	0,46	0,99	1,00	0,43	0,36	0,81	0,86
	N4	170	3,52	2,28	0,41	0,99	1,00	0,52	0,40	0,85	0,86
	N5	170	3,52	2,28	0,41	0,99	1,00	0,33	0,33	0,77	0,85
5ος	N1	170	3,52	2,28	0,41	1,00	1,00	0,59	0,45	0,94	0,96
	N2	170	0,90	2,37	0,38	1,00	1,00	0,46	0,38	0,86	0,87
	N3	170	1,98	2,23	0,43	1,00	1,00	0,59	0,45	0,82	0,90
	N4	170	4,84	2,17	0,45	1,00	1,00	0,52	0,40	0,90	0,90
6ος	N1	170	3,52	2,28	0,41	1,00	1,00	0,59	0,45	0,94	0,96
	N2	170	0,90	2,37	0,38	1,00	1,00	0,46	0,38	0,86	0,87
	N3	170	1,98	2,23	0,43	1,00	1,00	0,59	0,45	0,82	0,90
	N4	170	4,84	2,17	0,45	1,00	1,00	0,52	0,40	0,90	0,90

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
1ος	A1	80	0,90	2,37	0,38	0,93	0,93	0,53	0,47	1,00	0,98
	A2	80	1,98	2,23	0,43	0,93	0,93	0,63	0,57	1,00	0,95
	A3	80	6,16	2,11	0,47	0,93	0,93	0,41	0,36	1,00	0,99
	A4	80	6,16	2,11	0,47	0,93	0,93	0,41	0,36	1,00	0,96
	Δ1	260	3,52	2,28	0,41	0,62	0,81	0,68	0,59	0,78	0,94
	Δ2	260	3,52	2,28	0,41	0,62	0,81	0,68	0,59	0,71	0,92
	Δ3	260	0,99	2,35	0,38	0,62	0,81	1,00	1,00	0,64	0,89
	B1	350	1,00	2,34	0,39	0,96	0,81	1,00	1,00	1,00	0,94
	Δ4	260	3,52	2,28	0,41	0,55	0,74	0,66	0,57	1,00	1,00
	Δ5	260	0,48	2,56	0,30	0,55	0,74	0,66	0,57	1,00	1,00
2ος	A1	80	0,90	2,37	0,38	0,96	0,96	0,53	0,47	1,00	0,98
	A2	80	1,98	2,23	0,43	0,96	0,96	0,63	0,57	1,00	0,95
	A3	80	6,16	2,11	0,47	0,96	0,96	0,41	0,36	1,00	0,99
	A4	80	6,16	2,11	0,47	0,96	0,96	0,41	0,36	1,00	0,96
	Δ1	260	3,52	2,28	0,41	0,71	0,85	0,68	0,59	0,78	0,94
	Δ2	260	3,52	2,28	0,41	0,71	0,85	0,68	0,59	0,71	0,92
	Δ3	260	0,99	2,35	0,38	0,71	0,85	1,00	1,00	0,64	0,89
	B1	350	1,00	2,34	0,39	0,96	0,82	1,00	1,00	1,00	0,94
	Δ4	260	3,52	2,28	0,41	0,61	0,80	0,66	0,57	1,00	1,00
	Δ5	260	0,48	2,56	0,30	0,61	0,80	0,66	0,57	1,00	1,00
3ος	A1	80	0,90	2,37	0,38	0,99	0,99	0,53	0,47	1,00	0,98
	A2	80	1,98	2,23	0,43	0,99	0,99	0,63	0,57	1,00	0,95
	A3	80	6,16	2,11	0,47	0,99	0,99	0,41	0,36	1,00	0,99
	A4	80	6,16	2,11	0,47	0,99	0,99	0,41	0,36	1,00	0,96
	Δ1	260	3,52	2,28	0,41	0,82	0,88	0,68	0,59	0,78	0,94
	Δ2	260	3,52	2,28	0,41	0,82	0,88	0,68	0,59	0,71	0,92
	Δ3	260	0,99	2,35	0,38	0,82	0,88	1,00	1,00	0,64	0,89
	B1	350	1,00	2,34	0,39	0,96	0,84	1,00	1,00	1,00	0,94
	Δ4	260	3,52	2,28	0,41	0,72	0,85	0,66	0,57	1,00	1,00
	Δ5	260	0,48	2,56	0,30	0,72	0,85	0,66	0,57	1,00	1,00
4ος	A1	80	0,90	2,37	0,38	1,00	1,00	0,53	0,47	1,00	0,98
	A2	80	1,98	2,23	0,43	1,00	1,00	0,63	0,57	1,00	0,95
	A3	80	6,16	2,11	0,47	1,00	1,00	0,41	0,36	1,00	0,99
	A4	80	6,16	2,11	0,47	1,00	1,00	0,41	0,36	1,00	0,96
	Δ1	260	3,52	2,28	0,41	0,91	0,93	0,68	0,59	0,78	0,94
	Δ2	260	3,52	2,28	0,41	0,91	0,93	0,68	0,59	0,71	0,92
	Δ3	260	0,99	2,35	0,38	0,91	0,93	1,00	1,00	0,64	0,89
	B1	350	1,00	2,34	0,39	0,97	0,86	1,00	1,00	1,00	0,94
	Δ4	260	3,52	2,28	0,41	0,86	0,90	0,66	0,57	1,00	1,00
	Δ5	260	0,48	2,56	0,30	0,86	0,90	0,66	0,57	1,00	1,00

Πίνακας 6.5.β Δεδομένα κουφωμάτων (συνέχεια)

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
5ος	A1	80	3,52	2,28	0,41	1,00	1,00	0,46	0,40	1,00	0,95
	A2	80	3,52	2,28	0,41	1,00	1,00	0,54	0,48	1,00	0,99
	A3	80	4,40	2,20	0,44	1,00	1,00	0,41	0,36	1,00	0,99
	A4	80	6,16	2,11	0,47	1,00	1,00	0,41	0,36	1,00	0,96
	Δ1	260	3,52	2,28	0,41	0,97	0,98	0,68	0,59	0,78	0,94
	Δ2	260	3,52	2,28	0,41	0,97	0,98	0,68	0,59	0,71	0,92
	Δ3	260	0,99	2,35	0,38	0,97	0,98	1,00	1,00	0,64	0,89
	B1	350	0,35	2,66	0,26	0,98	0,89	1,00	1,00	1,00	0,94
	Δ1	260	3,52	2,28	0,41	0,97	0,97	0,66	0,57	1,00	1,00
	Δ2	260	3,52	2,28	0,41	0,97	0,97	0,66	0,57	1,00	1,00
6ος	A1	80	3,52	2,28	0,41	1,00	1,00	0,46	0,40	1,00	0,95
	A2	80	3,52	2,28	0,41	1,00	1,00	0,54	0,48	1,00	0,99
	A3	80	4,40	2,20	0,44	1,00	1,00	0,41	0,36	1,00	0,99
	A4	80	6,16	2,11	0,47	1,00	1,00	0,41	0,36	1,00	0,96
	Δ1	260	3,52	2,28	0,41	1,00	1,00	0,68	0,59	0,78	0,94
	Δ2	260	3,52	2,28	0,41	1,00	1,00	0,68	0,59	0,71	0,92
	Δ3	260	0,99	2,35	0,38	1,00	1,00	1,00	1,00	0,64	0,89
	B1	350	0,35	2,66	0,26	0,99	0,96	1,00	1,00	1,00	0,94
	Δ1	260	3,52	2,28	0,41	1,00	1,00	0,66	0,57	1,00	1,00
	Δ2	260	3,52	2,28	0,41	1,00	1,00	0,66	0,57	1,00	1,00

6.3.4. Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις Τμήματος Κατοικιών

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

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

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

6.3.4.1. Δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης χώρων κατοικιών

Σε όλο το κτήριο θα υπάρχει κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση χώρων. Η εγκατάσταση θα περιλαμβάνει μονάδα λέβητα-καυστήρα θερμικής ισχύος 210.000 kcal/h (245kW), με θερμοκρασία λειτουργίας 70/85°C, κεντρικό δίκτυο διανομής - θερμομονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 πίνακας 4.7) και θερμαντικά σώματα, τοποθετημένα στους εξωτερικούς τοίχους των επιμέρους χώρων.

Πίνακας 6.6: Δεδομένα συστήματος θέρμανσης τμήματος κατοικιών.

Σύστημα θέρμανσης τμήματος κατοικιών											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής θερμότητας: Λέβητας-Καυστήρας 245kW											
Θερμική απόδοση μονάδας (%) : 94,9%											
Είδος καυσίμου: φυσικό αέριο											
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	ΣΕΠΤ	0	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (Ευρώ/μ ²):											
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 171 (70% της ισχύος του λέβητα)											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι ☒ Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% ☐											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) : 85											
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) : 70											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής (%) : 100% - 4% (απώλειες) = 96%											
Υπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς : ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων : σώματα ακτινοβολίας σε εξωτερικό τοίχο και θερμ. 70/85°C											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων : 0,89 (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.12)											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/μ ²)			
Κυκλοφορητής (Δν-cP)				1				1,5x0,85=1,275			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων : 75 (%) του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

Η υπολογισμένη ισχύς του λέβητα-καυστήρα, ελέγχθηκε για υπερδιαστασιολόγηση σύμφωνα με την σχέση 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ο καυστήρας θα είναι διβάθμιος και ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης (η_{g1}) είναι μονάδα, καθώς επίσης και ο συντελεστής μόνωσης λέβητα (η_{g2}).

Κατά συνέπεια και η τελική απόδοση του λέβητα θα είναι ίδια με αυτή που δίνει ο κατασκευαστής, σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης.

Η θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής του τμήματος κατοικιών, είναι περίπου το 70% της συνολικής θερμικής ισχύος του λέβητα-καυστήρα. Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί σε θερμική ισχύ 171 kW.

Ο κυκλοφορητής που χρησιμοποιείται για την κυκλοφορία του θερμού νερού, έχει ισχύ 1,5 KW. Επειδή καλύπτει και τα δύο υπό μελέτη τμήματα, κατοικίες και καταστήματα, θα πρέπει να επιμεριστεί η ισχύς του αντίστοιχα με τα υπολογιζόμενα από την μελέτη θέρμανσης θερμικά φορτία των τμημάτων. Η ισχύς του κυκλοφορητή για το τμήμα κατοικιών είναι 1,3 kW. Στον πίνακα 6.6 δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης του τμήματος των κατοικιών.

6.3.4.2. Δεδομένα για το σύστημα ψύξης χώρων κατοικιών

Στις κατοικίες του κτηρίου προβλέπονται αυτόνομες τοπικές αντλίες θερμότητας, δύο σε κάθε διαμέρισμα, οι οποίες καλύπτουν περίπου το 50% των συνολικών ψυκτικών φορτίων της θερμικής ζώνης. Η συνολική ψυκτική τους ισχύς των αντλιών θερμότητας είναι 120 kW. Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής ψύξης οπότε δεν υπάρχουν και απώλειες διανομής. Στον πίνακα 6.7 δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης του τμήματος των κατοικιών.

Πίνακας 6.7. Δεδομένα συστήματος ψύξης τμήματος κατοικιών.

Σύστημα ψύξης τμήματος κατοικιών											
Μονάδα παραγωγής ψύξης											
Είδος μονάδας παραγωγής ψύξης : τοπικές αντλίες θερμότητας συνολικής ισχύος 117 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 3,6											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρικό ρεύμα											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) :											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0,5
ΙΟΥΛ	0,5	ΑΥΓ	0,5	ΣΕΠΤ	0,5	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW) : Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι ☐ Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% ☐											
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) : -											
Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) : -											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής (%) : 100 (τοπικό δίκτυο)											
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς : ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων : τοπικές αντλίες θερμότητας											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων : 93,0% (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.14)											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m ²)			
-				-				-			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων : 15 (%) του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

6.3.4.3. Δεδομένα για το σύστημα αερισμού κατοικιών

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

αέρα. Από τον πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 λαμβάνεται για τις κατοικίες φυσικός αερισμός ίσος με $0,75 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$.

6.3.4.4. Δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης κατοικιών

Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, χρησιμοποιείται σύστημα με συμβατική μονάδα λέβητα-καυστήρα (46 kW) και απόδοση 93,2% για την παραγωγή θερμικής ενέργειας, ο οποίος τροφοδοτεί δύο κεντρικούς θερμαντήρες διπλής ενέργειας στο λεβητοστάσιο του κτηρίου. Οι θερμαντήρες αυτοί τροφοδοτούνται ταυτόχρονα με θερμική ενέργεια από τους ηλιακούς συλλέκτες στο δώμα και διαθέτουν και εφεδρικό σύστημα ηλεκτρικών αντιστάσεων. Το θερμικό φορτίο για ZNX που αντιστοιχεί στο τμήμα των κατοικιών είναι το 98% επί του συνολικού, δηλαδή 45kW. Το δίκτυο διανομής είναι μονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και με ποσοστό απωλειών 7,5% (πίνακας 4.16).

Οι πλευρικές απώλειες των θερμαντήρων λαμβάνονται 2% σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφο 4.8.4) για τοποθέτηση σε εσωτερικό χώρο και οι απώλειες λόγω εναλλάκτη θερμότητας λαμβάνονται 5%. Τα δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης του τμήματος των κατοικιών δίνονται στον πίνακα 6.8.

Πίνακας 6.8. Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης.

Σύστημα ζεστού νερού χρήσης – ZNX τμήματος κατοικιών											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Λέβητας- Καυστήρας											
Θερμική απόδοση μονάδας (%) : 93,2 %											
Είδος καυσίμου: Φυσικό αέριο											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ZNX από το σύστημα (%) :											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠΤ	1	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Σύστημα ανακυκλοφορίας ZNX : ΝΑΙ ☒ ΟΧΙ ☐											
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι ☒ Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% ☐											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ZNX (%) : $100-7,5 = 92,5 \%$											
Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας											
Είδος αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης : Θερμαντήρες διπλής ενέργειας σε εσωτερικό χώρο											
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ZNX : $100-5-2 = 93\%$											

6.3.4.5. Δεδομένα για το σύστημα ηλιακών συλλεκτών

Οι ηλιακοί συλλέκτες που θα εγκατασταθούν στο δώμα, έχουν την δυνατότητα κάλυψης του 70% του συνολικού ZNX του κτηρίου, το οποίο είναι ίδιο και για το τμήμα των κατοικιών . Η επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών που καλύπτει το ZNX για το κτίριο είναι 91 m^2 και από αυτό στις κατοικίες αντιστοιχούν τα $89,5 \text{ m}^2$. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης δίνονται στον πίνακα 6.9

Πίνακας 6.9. Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών.

Ηλιακοί Συλλέκτες τμήματος κατοικιών	
Είδος ηλιακού συλλέκτη	Επίπεδος συλλεκτικός
Χρήση ηλιακού συλλέκτη για:	☒ ZNX ☐ Θέρμανση χώρων
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για ZNX :	27,8
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για θέρμανση χώρων :	-
Εμβαδόν επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών (m ²) :	89,5
Κλίση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών (°) :	40
Προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών (°) :	180
Συντελεστής σκίασης F-s :	1

6.3.4.6. Δεδομένα για το σύστημα φωτισμού κατοικιών

Τα φωτιστικά που θα χρησιμοποιηθούν για τους χώρους κατοικιών και για τους κοινόχρηστους θερμαινόμενους και μη χώρους, δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

6.3.4.7. Δεδομένα κτηρίου αναφοράς κατοικιών

Τα δεδομένα του κτηρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, παράλληλα με την εισαγωγή δεδομένων και ανάλογα την χρήση και την λειτουργία του κτηρίου ή των θερμικών ζωνών και σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

6.4. ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕ ΚΥΡΙΑ ΧΡΗΣΗ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ

Το εμβαδό και ο όγκος των καταστημάτων του υπό μελέτη κτηρίου δίνονται στον πίνακα 6.10.

Πίνακας 6.10. Εμβαδό και όγκος χρήσης «καταστημάτων» κτηρίου.

Ειδική χρήση χώρων	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m ²]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m ²]	Θερμαινόμενος όγκος [m ³]	Ψυχόμενος όγκος [m ³]
Καταστήματα	455	455	2792	2792
Κλιμακοστάσιο	63	63	247	247
Καταστήματα και κλιμακοστάσιο	518	518	3039	3039

6.4.1. Θερμικές Ζώνες

Στην παράγραφο αναφέρθηκαν τα κριτήρια και οι προτεινόμενοι κανόνες διαχωρισμού ενός κτηρίου ή τμήματος αυτού σε θερμικές ζώνες, σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Με βάση τα κριτήρια αυτά, το τμήμα των καταστημάτων και το τμήμα του κλιμακοστασίου, θα μελετηθούν στην παρούσα ενεργειακή μελέτη ως μία ενιαία θερμική ζώνη, τα γενικά δεδομένα της οποίας δίνονται στον πίνακα 6.11.

Πίνακας 6.11. Γενικά δεδομένα(ενιαίας) θερμικής ζώνης καταστημάτων

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης καταστημάτων		
Χρήση θερμικής ζώνης	Καταστήματα	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	518	
Ειδική θερμοχωρητικότητα (kJ/m ² .K)	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Γ	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m ³ /h)	105	Τεύχος Υπολογισμών σελ 131
Φυσικός αερισμός (m ³ /h/m ²)	-	Μόνο για κατοικίες
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	-	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	-	
Αριθμός καμινάδων	-	
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	-	
Χώροι κάλυψης ανεμιστήρων οροφής	-	

Η κατηγορία αυτοματισμών του κτηρίου είναι Γ, αφού πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμοστατικού ελέγχου των χώρων και εφαρμογής συστήματος αντιστάθμισης των θερμικών φορτίων του κτηρίου. Η ίδια κατηγορία λαμβάνεται και για το τμήμα των καταστημάτων.

6.4.2. Εσωτερικές Συνθήκες Λειτουργίας

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 καθορίστηκαν οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές. Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας του τμήματος καταστημάτων δίνονται αναλυτικά στον πίνακα 6.12.

Πίνακας 6.12. Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας καταστημάτων.

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης		Προκαθορισμένη παράμετρος από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010
Ωράριο λειτουργίας	9	
Ημέρες λειτουργίας	6	
Μήνες λειτουργίας	12	
Περίοδος θέρμανσης	15/10 έως 30/4	
Περίοδος ψύξης	1/6 έως 31/8	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	35	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45	
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m ³ /h/m ²)	3,08	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	500	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς (W/m ²)	3,1	
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m ³ /(m ² .έτος))	0,04	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	50	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	16,4	
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	13	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0,32	
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	2	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,32	

6.4.3. Κέλυφος Τμήματος Καταστημάτων

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

Τα δομικά στοιχεία του τμήματος καταστημάτων θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμο επίχρισμα. Το δώμα του ισογείου θα έχει ως τελική στρώση κεραμικά πλακίδια. Οι συντελεστές απορροφητικότητας και οι συντελεστές εκπομπής των δομικών στοιχείων λαμβάνονται από τον πίνακα 3.14 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1. Στον πίνακα 6.13 δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα.

6.4.3.2. Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Το μόνο δομικό στοιχείο της θερμικής ζώνης που έρχεται σε επαφή με το έδαφος είναι η πλάκα του κλιμακοστασίου στο δεύτερο υπόγειο. Τα δεδομένα του δομικού στοιχείου των καταστημάτων που έρχεται σε επαφή με το έδαφος δίνονται στον πίνακα 6.14.

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

Το τμήμα καταστημάτων του κτηρίου έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους που βρίσκονται στο υπόγειο του κτηρίου, Στον πίνακα 6.15 δίνονται τα δεδομένα για τα δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους.

Πίνακας 6.13. 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
ισόγειο	τοίχος	νότια τοιχοποιία	170	0,40	13,35	0,40	0,80
	τοίχος	νότια δοκός/υποστ.	170	0,43	30,71	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική τοιχοποιία	80	0,40	0,00	0,40	0,80
	τοίχος	ανατολική δοκός/υποστ.	80	0,43	14,40	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια τοιχοποιία	350	0,40	33,38	0,40	0,80
	τοίχος	βόρεια δοκός/υποστ.	350	0,43	7,34	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική τοιχοποιία	260	0,40	29,71	0,40	0,80
	τοίχος	δυτική δοκός/υποστ.	260	0,43	21,35	0,40	0,80
	οροφή	οροφή σε εσοχή	0	0,40	216	0,65	0,80

¹ αζιμούθιο επιφάνειας με 0=βόρεια, 90=ανατολική, 180=νότια, 270=δυτική

² απορροφητικότητα επιφάνειας

³ συντελεστής εκπομπής επιφάνειας

Πίνακας 6.14. Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με έδαφος.

όροφος	τύπος	δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]
υπόγειο	δάπεδο	δάπεδο κλιμακοστασίου	0,60	21,25	0,01	4,10

Πίνακας 6.15. Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με μ.θ.χ..

όροφος	τύπος	δομικό στοιχείο	γ	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	α	ϵ
κλιμακο- στάσιο υπογείου	τοίχος	τοιχοποιία προς μ.θ.χ.	0	0,72	61,40	0,40	0,80
	τοίχος	δοκός/υποστ. προς μ.θ.χ.	0	0,79	47,02	0,40	0,80
	πόρτα	πόρτα προς μ.θ.χ.	0	2,80	7,92	0,40	0,80
ισόγειο	δάπεδο	δάπεδο προς μ.θ.χ.	0	0,39	454,60	0,40	0,80

6.4.3.4. Δεδομένα για δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων

Στον πίνακα 6.16 δίνονται τα δεδομένα των αδιαφανών δομικών στοιχείων του μη θερμαινόμενου χώρου του υπογείου, που βρίσκονται σε επαφή με εξωτερικό αέρα. Αντίστοιχα στον πίνακα 6.17 δίνονται τα δεδομένα των αδιαφανών δομικών στοιχείων του μη θερμαινόμενου χώρου του υπογείου, που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος.

Πίνακας 6.16. Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων μ.θ.χ. σε επαφή με αέρα.

όροφος	τύπος	δομικό στοιχείο	γ	U [W/(m ² K)]	A [m ²]	α	ϵ
υπόγειο	τοίχος	νότιο τοιχ.	170	3,16	32,24	0,40	0,80
	τοίχος	βόρειο τοιχ.	350	3,16	57,06	0,40	0,80
	τοίχος	δυτικό τοιχ.	260	3,16	102,78	0,40	0,80
	πόρτα	γκαραζόπορτες	260	6,00	14,88	0,40	0,80
	οροφή	οροφή	0	1,92	32,81	0,40	0,80

Πίνακας 6.17. Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων μ.θ.χ. σε επαφή με έδαφος.

όροφος	τύπος	δομικό στοιχείο	U [W/(m ² K)]	Εμβαδό A [m ²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]
υπόγειο	τοίχος	νότιο τοιχ.	3,95	145,83	-	4,75
	τοίχος	ανατολ. τοιχ.	3,95	104,69	-	5,80
	τοίχος	βόρειο τοιχ.	3,95	121,00	-	5,00
	τοίχος	δυτικό τοιχ.1	3,95	12,11	-	1,40
	τοίχος	δυτικό τοιχ.2	3,95	15,96	-	2,80
	δάπεδο	δάπεδο	2,00	487,64	98	4,10

6.4.3.5. Δεδομένα για αερισμό μη θερμαινόμενων χώρων

Ο συνολικός αερισμός μη θερμαινόμενων χώρων υπολογίζεται βάσει του πίνακα 3.27 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Για το υπό μελέτη κτήριο θεωρείται παροχή αέρα ανά όγκο μη θερμαινόμενου χώρου ίση με 1,00[m³/h/m³]. Ο συνολικός όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου ισούται με : $V_{un}=488m^2 \times 5.60m=2732m^3$. Συνεπώς ο αερισμός του μη θερμαινόμενου χώρου θεωρείται ίσος με 2737m/h.

6.4.3.6. Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία καταστημάτων

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.3 για τα κουφώματα του ισόγειου επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή που θα φέρει υαλοπίνακα 4-16-4 με επίστρωση χαμηλής εκπομπής (στη θέση 2) και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους σε κάθετη πρόσπτωση των υαλοπινάκων δηλώνεται από το κατασκευαστή τους ίσος με $g=0,67$. Αναλυτικά οι υπολογισμοί σχετικά με τα διαφανή δομικά στοιχεία δίνονται στο Τεύχος Υπολογισμών.

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 ΕΝΕΡ-ΣΚ1/2δίνονται οι γωνίες σκίασης των κουφωμάτων από μακρινά εμπόδια, προστεγάσματα και πλευρικά σκίαστρα. Στον πίνακα 6.18.α δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα για όλα τα νότια ανοίγματα (άμεσου κέρδους) ενώ στον πίνακα 6.18.β για όλα τα υπόλοιπα.

Πίνακας 6.18.α. Δεδομένα κουφωμάτων άμεσου κέρδους

Όροφος	Κούφωμα	γ	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	g_w	F_{hor} θερμ.	F_{hor} ψύξη	F_{ov} θερμ.	F_{ov} ψύξη	F_{fin} θερμ.	F_{fin} ψύξη
Ισόγειο	N1	170	7,48	1,76	0,48	0,66	0,97	0,63	0,48	0,79	0,83
	N2	170	86,51	1,61	0,55	0,66	0,97	0,83	0,71	1,00	1,00
	N3	170	52,60	1,64	0,54	0,66	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00

Πίνακας 6.18.β. Δεδομένα κουφωμάτων .

Όροφος	Κούφωμα	γ	Εμβαδό [m ²]	U [W/(m ² K)]	g_w	F_{hor} θερμ.	F_{hor} ψύξη	F_{ov} θερμ.	F_{ov} ψύξη	F_{fin} θερμ.	F_{fin} ψύξη
Ισόγειο	A1	80	96,12	1,61	0,55	0,83	0,86	1,00	1,00	1,00	1,00
	Δ1	260	18,42	1,61	0,53	0,55	0,74	1,00	1,00	0,83	0,96
	Δ2	260	13,78	1,65	0,52	0,55	0,74	0,73	0,65	0,67	0,82
	Δ3	260	13,80	1,59	0,54	0,51	0,67	0,64	0,55	1,00	1,00
	Δ4	260	16,02	1,63	0,53	0,51	0,67	0,65	0,56	0,99	0,93

6.4.4. Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις Τμήματος Καταστημάτων

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 μηχανικού αερισμού χώρων,
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης,
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης,
- Σύστημα φωτισμού.

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

6.4.4.1. Δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης χώρων καταστημάτων

Σε όλο το κτήριο θα υπάρχει κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση χώρων. Η εγκατάσταση θα περιλαμβάνει μονάδα λέβητα-καυστήρα θερμικής ισχύος 210.000 kcal/h (245kW), με θερμοκρασία λειτουργίας 70/85°C, κεντρικό δίκτυο διανομής - θερμομονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 πίνακας 4.7) και θερμαντικά σώματα τοποθετημένα στους εξωτερικούς τοίχους των επιμέρους χώρων.

Πίνακας 6.19. Δεδομένα συστήματος θέρμανσης τμήματος καταστημάτων.

Σύστημα Θέρμανσης τμήματος καταστημάτων											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής θερμότητας: Λέβητας-Καυστήρας											
Θερμική απόδοση μονάδας (%) : 94,9%											
Είδος καυσίμου: φυσικό αέριο											
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	ΣΕΠΤ	0	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 73,3 (30% της ισχύος του λέβητα)											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι ☒ Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% ☐											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) : 85											
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) : 70											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής (%) : 100% - 5,5% (απώλειες) = 94,5%											
Υπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς : ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων : σώματα ακτινοβολίας σε εσωτερικό τοίχο και θερμ. 70/85°C											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων : 85% (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.12)											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m ²)			
Κυκλοφορητής				1				1,5x0,15=0,225			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων : 100 (%) του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

Η υπολογισμένη ισχύς του λέβητα-καυστήρα, ελέγχθηκε για υπερδιαστασιολόγηση σύμφωνα με την σχέση 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ο καυστήρας θα είναι διβάθμιος και ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης (η_{g1}) είναι μονάδα, καθώς επίσης και ο συντελεστής μόνωσης λέβητα (η_{g2}). Κατά συνέπεια και η τελική απόδοση του λέβητα θα είναι ίδια με αυτή που δίνει ο κατασκευαστής, σύμφωνα με την μελέτη θέρμανσης.

Η θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής του τμήματος καταστημάτων, είναι περίπου το 30% της συνολικής θερμικής ισχύος του λέβητα-καυστήρα. Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί σε θερμική ισχύ 73,3 kW.

Ο κυκλοφορητής που χρησιμοποιείται για την κυκλοφορία του θερμού νερού, έχει ισχύ 1,5 KW και θα είναι μεταβλητής παροχής (Δv -cP). Επειδή καλύπτει και τις δύο θερμικές ζώνες κατοικίες και καταστήματα, θα πρέπει να επιμεριστεί η ισχύς του αντίστοιχα με τα υπολογιζόμενα από την μελέτη θέρμανσης θερμικά φορτία των θερμικών ζωνών. Η ισχύς του κυκλοφορητή για το τμήμα καταστημάτων είναι 0,225 kW. Στον πίνακα 6.19 δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανση του τμήματος των κατοικιών.

6.4.4.2. Δεδομένα για το σύστημα ψύξης χώρων καταστημάτων

Στα καταστήματα του κτηρίου θα τοποθετηθούν αυτόνομες τοπικές αντλίες θερμότητας, οι οποίες καλύπτουν το σύνολο των φορτίων σχεδιασμού της θερμικής ζώνης. Η συνολική ψυκτική τους ισχύς των αντλιών θερμότητας είναι 117 kW. Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής ψύξης οπότε δεν υπάρχουν και απώλειες διανομής. Στον πίνακα 6.20 δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξη της θερμικής ζώνης.

Πίνακας 6.20. Δεδομένα συστήματος ψύξης τμήματος καταστημάτων.

Σύστημα Ψύξης τμήματος καταστημάτων											
Μονάδα παραγωγής ψύξης											
Είδος μονάδας παραγωγής ψύξης : τοπικές αντλίες θερμότητας συνολικής ισχύος 117 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 3,8											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρικό ρεύμα											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) :											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠΤ	1	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW) : Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι ☐ Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% ☐											
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) :											
Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C) :											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής (%) : 100 (τοπικό δίκτυο)											
Υπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς : ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ ☐											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων : τοπικές αντλίες θερμότητας											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων : 93,0% (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.14)											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m ²)			
-				-				-			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων : 50 (%) του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

6.4.4.3. Δεδομένα για το σύστημα αερισμού καταστημάτων

Επειδή τα καταστήματα μελετώνται ως μία θερμική ζώνη, το σύστημα αερισμού μπορεί να οριστεί στο λογισμικό ως ένα ενιαίο, Ο αερισμός που εφαρμόζεται σε όλους τους χώρους των καταστημάτων του κτηρίου είναι μηχανικός με δύο συστήματα παροχής νωπού αέρα, ένα ανά κατάστημα, συνολικής παροχής $1.600 \text{ m}^3/\text{h}$ και εναλλάκτες ανάκτησης θερμότητας με βαθμό απόδοσης 50%. Η παροχή αέρα καλύπτει τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για νωπό αέρα η οποία για τα καταστήματα είναι $3,08 \text{ m}^3/\text{h/m}^2$.

Η ειδική κατανάλωση ισχύος των ανεμιστήρων ανέρχεται στα $0,95 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{sec})$.

6.4.4.4. Δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης καταστημάτων

Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, χρησιμοποιείται σύστημα με μονάδα λέβητα-καυστήρα ($46,9 \text{ kW}$) και απόδοση 93,2% για την παραγωγή θερμικής ενέργειας, ο οποίος τροφοδοτεί δύο κεντρικούς θερμαντήρες διπλής ενέργειας στο λεβητοστάσιο του κτηρίου. Οι θερμαντήρες αυτοί τροφοδοτούνται ταυτόχρονα με θερμική ενέργεια από τους ηλιακούς συλλέκτες στο δώμα. Το θερμικό φορτίο για ZNX που αντιστοιχεί στο τμήμα των καταστημάτων είναι μόλις το 2% επί του συνολικού, δηλαδή λιγότερο από 1 kW . Το δίκτυο διανομής είναι μονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και με ποσοστό απωλειών 8% (πίνακας 4.16).

Οι πλευρικές απώλειες των θερμαντήρων λαμβάνονται 2% σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφο 4.8.4) για τοποθέτηση σε εσωτερικό χώρο και οι απώλειες λόγω εναλλάκτη θερμότητας λαμβάνονται 5%. Τα δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης του τμήματος των καταστημάτων δίνονται στον πίνακα 6.21.

Πίνακας 6.21. Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης.

Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης – ZNX τμήματος κατοικιών											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Λέβητας- Καυστήρας											
Θερμική απόδοση μονάδας (%) : 93,2 %											
Είδος καυσίμου: Φυσικό αέριο											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ZNX από το σύστημα (%) :											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠΤ	1	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Σύστημα ανακυκλοφορίας ZNX : ΝΑΙ ☒ ΟΧΙ ☐											
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι ☒ Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% ☐											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ZNX (%) : $100-8 = 92,0 \%$											
Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας											
Είδος αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης : Θερμαντήρες διπλής ενέργειας σε εσωτερικό χώρο											
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ZNX : $100-5-2 = 93\%$											

6.4.4.5. Δεδομένα για το σύστημα ηλιακών συλλεκτών

Οι ηλιακοί συλλέκτες που θα εγκατασταθούν στο δώμα, έχουν την δυνατότητα κάλυψης του 70% του συνολικού ZNX του κτηρίου, το οποίο είναι ίδιο και για το τμήμα καταστημάτων. Η επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών που καλύπτει το ZNX του κτηρίου είναι 91 m^2 και από αυτό στα καταστήματα αντιστοιχεί το $1,5 \text{ m}^2$. Τα δεδομένα των ηλιακών συλλεκτών που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 6.22

Πίνακας 6.22. Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών

Ηλιακοί Συλλέκτες τμήματος κατοικιών	
Είδος ηλιακού συλλέκτη	Επίπεδος συλλεκτικός
Χρήση ηλιακού συλλέκτη για:	☒ ZNX ☐ Θέρμανση χώρων
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για ζεστό νερό χρήσης :	32,5
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για θέρμανση χώρων :	-
Εμβαδόν επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών (m ²) :	1,5
Κλίση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών (°) :	40
Προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών (°) :	180
Συντελεστής σκίασης F-s :	1

6.4.4.6. Δεδομένα για το σύστημα φωτισμού καταστημάτων

Η κατανάλωση φωτισμού για χρήσεις χώρων ως εμπορικά καταστήματα, λαμβάνεται υπ'όψη στους υπολογισμούς της τελικής ενεργειακής απόδοσης και της μετέπειτα ενεργειακής πιστοποίησης του κτηρίου ή τμήματος αυτού. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος φωτισμού των καταστημάτων δίνονται στον πίνακα 6.23.

Πίνακας 6.23: Δεδομένα συστήματος φωτισμού.

Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης		
Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (kW)	3,67	Για φωτιστική δραστηριότητα 60lm/W και Στάθμη φωτισμού 500lux
Περιοχή φυσικού φωτισμού (%)	100	Εφαρμόζονται κουφώματα παντού
Συντελεστής αυτοματισμού ελέγχου φυσικού φωτισμού, F _D	0,9	Αυτόματος έλεγχος φυσικού φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού)
Συντελεστής αυτοματισμού ανίχνευσης κίνησης, F _O	1	Χειροκίνητος διακόπτης (αφής / σβέσης)
Χρόνος χρήσης φυσικού φωτισμού (h)	1560	Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
Χρόνος χρήσης τεχνητού φωτισμού (h)	1248	Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
Σύστημα απομάκρυνσης εκλυόμενης θερμότητας από τα φωτιστικά	☐ ΝΑΙ ☒ ΟΧΙ	
Φωτισμός ασφαλείας	☒ ΝΑΙ ☐ ΟΧΙ	
Σύστημα εφεδρείας	☐ ΝΑΙ ☒ ΟΧΙ	

6.4.4.7. Δεδομένα κτηρίου αναφοράς

Τα δεδομένα του κτηρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, παράλληλα με την εισαγωγή δεδομένων και ανάλογα την χρήση και την λειτουργία του κτηρίου ή των θερμικών ζωνών και σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/m²), όπως:

1. Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη.
2. 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.).
3. Ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m²) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ (ΤΜΗΜΑΤΟΣ) ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ

Όσον αφορά το τμήμα κτηρίου με χρήση κατοικίες, τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη, δίνονται στον πίνακα 7.1. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 7.1: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτηρίου με χρήση κατοικιών.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	11,7	8,6	5,6	1	0	0	0	0	0	0,2	4,5	9,8	41,4
Ψύξη	0	0	0	0	0	7,1	10,4	9,5	0	0	0	0	27,0
Ζεστό νερό χρήσης	3	2,7	3	2,9	3	2,9	3	3	2,9	3	2,9	3	35,3

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

Πίνακας 7.2: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση - κατοικίες.

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	14,7	10,9	7,2	1,6	0	0	0	0	0	0,3	5,8	12,4	52,9
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ψύξη	0	0	0	0	0	1,1	1,6	1,4	0	0	0	0	4,1
ΖΝΧ	2,3	1,9	1,8	1,3	1	0,7	0,6	0,8	1,1	1,8	2,1	2,4	17,8
Ηλιακή ενέργεια για ΖΝΧ	1,4	1,4	1,9	2,2	2,6	2,7	2,9	2,8	2,4	1,9	1,4	1,3	24,9
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ενέργειας από Φωτοβολταϊκά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Σύνολο	17	12,8	9	2,9	1	1,8	2,2	2,2	1,1	2,1	7,9	14,8	74,8

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας), δίνονται στον πίνακα 7.3., όπου στην παρούσα περίπτωση κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Πίνακας 7.3: Κατανάλωση ανά καύσιμο - κατοικίες.

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	
Ηλεκτρισμός	6,4
Φυσικό αέριο	68,3
Σύνολο	74,8

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου με χρήση κατοικιών, δίνονται στον πίνακα 7.4. Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση του υπό μελέτη τμήματος κτηρίου βρίσκεται σχεδόν στα ίδια επίπεδα με το κτήριο αναφοράς, αφού τα συστήματα θέρμανσης τους έχουν σχεδόν τις ίδιες τεχνικές προδιαγραφές. Όσον αφορά την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη του υπό μελέτη τμήματος κτηρίου εκτιμήθηκε σχεδόν στο 50% σε σχέση με το κτήριο αναφοράς και αυτό οφείλεται κυρίως στην καλή σκίαση που διαθέτουν τα κουφώματα των κατοικιών. Η διαφορά της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για το ZNX του κτηρίου σε σχέση με το κτήριο αναφοράς, οφείλεται στο υψηλό ποσοστό κάλυψης (70%) από τους ηλιακούς συλλέκτες που θα εγκατασταθούν στο κτήριο.

Πίνακας 7.4: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση - κατοικίες.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	59,9	59,8
Ψύξη	20,3	11,8
ZNX	41,6	18,2
Φωτισμό	0,0	0,0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	121,8	89,8

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα 7.5., όπου στην παρούσα περίπτωση κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Πίνακας 7.5: Έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο - κατοικίες.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²)
Ηλεκτρισμός		
Φυσικό αέριο		
Σύνολο	89,8	19,9

7.2. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ (ΤΜΗΜΑΤΟΣ) ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ

Όσον αφορά το τμήμα κτηρίου με χρήση καταστημάτων, τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη, δίνονται στον πίνακα 7.6. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

Πίνακας 7.6: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτηρίου με χρήση καταστημάτων.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	1,1	0,6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,8	2,8
Ψύξη	0	0	0	0	0	23,8	32,6	31,4	0	0	0	0	87,8
Ζεστό νερό χρήσης	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,2

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση, δίνονται στον πίνακα 7.7. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Πίνακας 7.7: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση – καταστήματα..

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m ²)													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	1,5	0,8	0,3	0,1	0	0	0	0	0	0	0,3	1,1	4,1
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0	6,7	9,2	8,9	0	0	0	0	24,8
ZNX	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,4
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,6
Φωτισμός	1,8	1,6	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	21,4
Ενέργειας από Φωτοβολταϊκά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	3,4	2,5	2,1	1,9	1,8	8,5	11	10,7	1,8	1,8	2,2	3	50,7

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά χρήση, δίνονται στον πίνακα 7.8., όπου στην παρούσα περίπτωση κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Πίνακας 7.8: Κατανάλωση ανά καύσιμο - καταστήματα.

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	
Ηλεκτρισμός	47,3
Φυσικό αέριο	3,3
Σύνολο	50,7

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του τμήματος του κτηρίου με χρήση καταστημάτων, δίνονται στον πίνακα 7.9. Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση του υπό μελέτη τμήματος κτηρίου είναι μεγαλύτερη από το κτήριο αναφοράς, λόγω των μεγάλων ανοιγμάτων του κτηρίου που συνεπάγονται και μεγαλύτερες θερμικές απώλειες. Όσον αφορά την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη του υπό μελέτη τμήματος κτηρίου εκτιμήθηκε σχεδόν στο 23% σε σχέση με το κτήριο αναφοράς και αυτό οφείλεται κυρίως στην καλή σκίαση που διαθέτουν τα κουφώματα των καταστημάτων. Η διαφορά της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για το ZNX του κτηρίου σε σχέση με το κτήριο αναφοράς, οφείλεται στο υψηλό ποσοστό κάλυψης (70%) από τους ηλιακούς συλλέκτες που θα εγκατασταθούν στο κτήριο.

Πίνακας 7.9: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση - καταστήματα.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	8,0	13,2
Ψύξη	95,0	75,2
ZNX	1,2	0,2
Φωτισμό	62,4	62,4
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	167,0	151,0

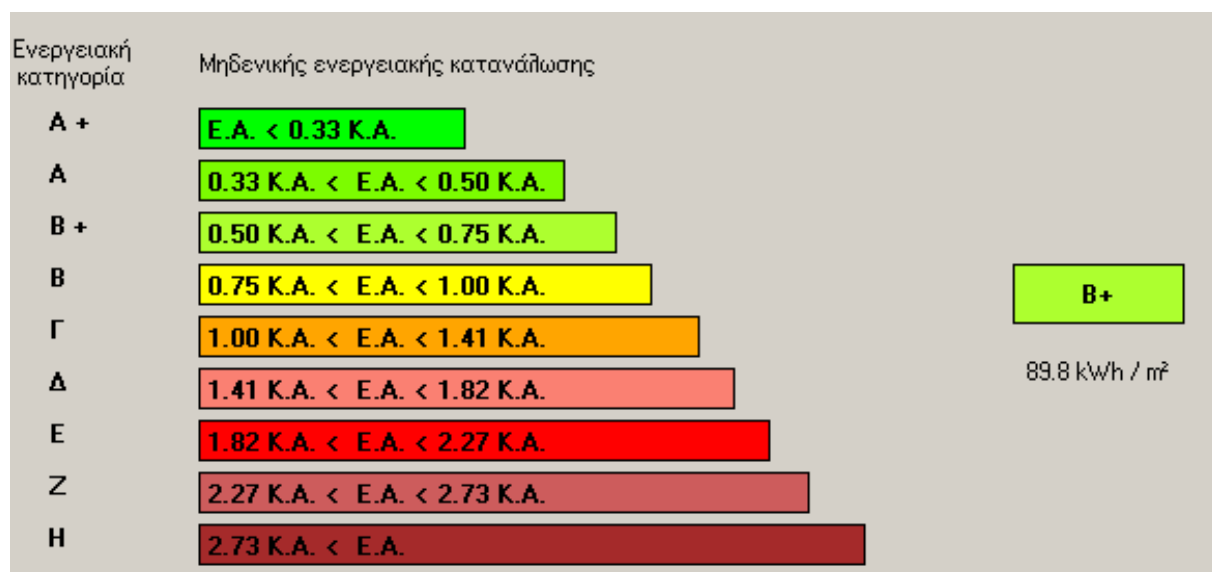
Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO₂ ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα 7.10., όπου στην παρούσα περίπτωση κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Πίνακας 7.10: Έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο - καταστήματα.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m ²)
Ηλεκτρισμός		
Φυσικό αέριο		
Σύνολο	151,0	52,6

7.3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗΣ (ΤΜΗΜΑΤΟΣ) ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

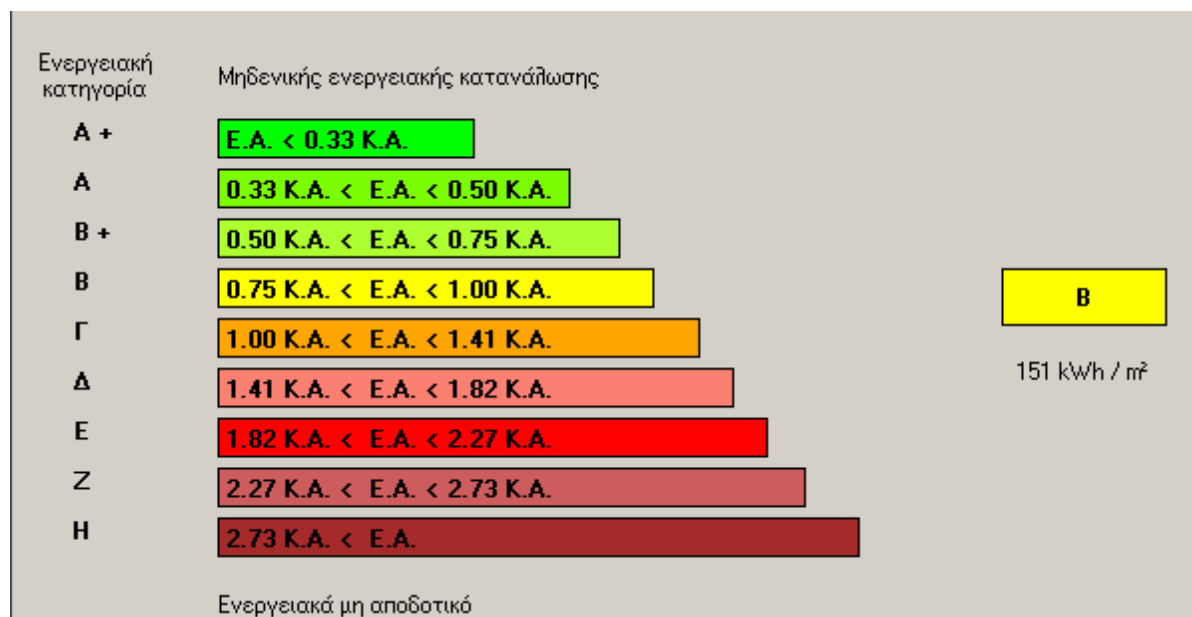
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πίνακας 7.4) του τμήματος του κτηρίου με χρήση κατοικιών, το κτήριο ανήκει στην κατηγορία **B⁺** (σχήμα 7.1). Άρα πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο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



Σχήμα 7.1. Ενεργειακή κατάταξη τμήματος κτηρίου με χρήση κατοικιών.

7.4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗΣ (ΤΜΗΜΑΤΟΣ) ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (πίνακας 7.9) του τμήματος του κτηρίου με χρήση καταστημάτων, το κτήριο ανήκει στην κατηγορία **B** (σχήμα 7.2). Άρα υπερπληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ., για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς.



Σχήμα 7.2. Ενεργειακή κατάταξη τμήματος κτηρίου με χρήση καταστημάτων.

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

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

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

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 το σχεδιασμό του, τη θερμομονωτική επάρκεια του κτηριακού κελύφους και τις τεχνικές προδιαγραφές για ορισμένα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά οι ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να πληροί το κτήριο.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών.	Παράγραφος 3.1. .
Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών.	Παράγραφος 3.7.
Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού	
Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού)	Παράγραφος 3.2.
Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος (ΠΗΣ), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοίγματα), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο) κ.α. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών.	Παράγραφος 3.6.
Ηλιοπροστασία κτιρίου	Παράγραφος 3.3.
Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού	Παράγραφος 3.5
Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.	Παράγραφος 3.4
Σχέδια σκιασμού από μακρινά εμπόδια.	Αρ. Σχ. ENAK 2
Σχέδια σκιασμού από προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ. Σχ. ENAK 3-5
Σχέδια γωνιών σκιασμού ανοιγμάτων από μακρινά εμπόδια, προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ. Σχ. ENAK 6-9
Σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών παθητικών ηλιακών συστημάτων (εκτός άμεσους κέρδους), με σχηματικές τομές τρόπου λειτουργίας τους	Δεν προβλέπονται τέτοια ΠΗΣ

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Τεύχος αναλυτικών προμετρήσεων εμβαδών αδιαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών
Τεύχος ελέγχου θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου, στο οποίο συμπεριλαμβάνονται: 1. Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων. 2. Αναλυτικές προμετρήσεις εμβαδών αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή: με εξωτερικό αέρα, με έδαφος, με μη θερμαινόμενους χώρους. 3. Αναλυτικές προμετρήσεις θερμογεφυρών 4. Έλεγχος μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U_m .	Παράγραφος 4. Τευχος Υπολογισμών

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Κάθε σύστημα κεντρικής κλιματιστική μονάδας ΚΚΜ, που εγκαθίσταται στο κτίριο με παροχή νωπού αέρα $\geq 60\%$, επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%.	Παράγραφος 5.1.3.
Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος ΖΝΧ, διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.	Παράγραφοι 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3. και 5.2
Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους των κτιρίων θα πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$ και πάχος θερμομόνωσης τουλάχιστον 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm.	Παράγραφος 5.1.3.
Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων, ή άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας υπό μερικό φορτίο.	Παράγραφοι 5.1.1 και 5.1.2
Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος με ανακυκλοφορία ΖΝΧ ανά κλάδους, εφαρμόζεται ανακυκλοφορία με σταθερό Δp και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών (Δn -cP) βάσει της ζήτησης σε ΖΝΧ.	Παράγραφοι 5.2.
Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι	Παράγραφος 5.2.2.

υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα σε ποσοστό 60% κατ'ελάχιστον.	
Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια 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 60% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.	Παράγραφος 5.3. .
Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης.	Παράγραφος 5.1.1. .
Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών για τη θέρμανση χώρων, καθώς επίσης και σε κεντρικά συστήματα παραγωγής ZNX, εφαρμόζεται θερμιδομέτρηση.	Παράγραφος 5.1.1. .
Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ'ελάχιστο 0,95.	Παράγραφος 5.4.

ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	
Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.	Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.
Τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια θα πρέπει να έχουν ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίση ή μικρότερη από την αντίστοιχη του κτηρίου αναφοράς και κατά συνέπεια να κατατάσσονται κατ'ελάχιστον στην ενεργειακή κλάση B , δηλαδή την ίδια με το κτήριο αναφοράς.	Παράγραφοι 7.3 και 7.4. .
Το υπό μελέτη κτήριο ή τμήμα κτηρίου, θα πρέπει να έχει ανά κύρια χρήση μικρότερη ή ίση μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από το κτήριο αναφοράς.	Παράγραφος 7.1. και 7.2 .

ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	
Μελέτη σκοπιμότητας που συνοδεύει την ενεργειακή μελέτη, σύμφωνα με το άρθρο	Παράγραφος 5.4.
Τεχνική έκθεση για τις περιπτώσεις που αναφέρει η εγκύκλιος, σχετικά με την ριζική ανακαίνιση κλπ	Δεν απαιτείται