



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Πτυχιακή εργασία:**

**ΠΛΗΡΗΣ ΜΕΛΕΤΗ ΟΙΚΙΑΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : κος ΜΠΟΛΑΝΑΚΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ : ΠΑΡΘΕΝΟΠΟΥΛΟΥ ΑΝΔΡΟΝΙΚΗ**

**ΧΑΝΙΑ, ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2020**



## Περίληψη

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται ενεργειακή μελέτη για μια κατοικία στην περιοχή εντός του αστικού ιστού της Θεσσαλονίκης και συγκεκριμένα στον οικισμό Γαλήνη του Ωραιοκάστρου με βάση τις κατόψεις ισογείου και ορόφου. Υπολογίζονται τα φορτία και τα συστήματα της κατοικίας, δηλαδή ο Η/Μ εξοπλισμός. Γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση αρχικά, που αναφέρεται στην Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία και μια ενημερωτική περιγραφή για στην ενεργειακή επιθεώρηση και απόδοση των κτιρίων.

Ακολουθεί η ενεργειακή μελέτη με υπολογισμούς συντελεστών, ελέγχους επάρκειας και καταγραφή των ελάχιστων απαιτήσεων με πρόταση του η/μ εξοπλισμού βάσει της μελέτης για να καταλήξουμε στην κατάταξη ενεργειακά του κτιρίου, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία. Το τρίτο κεφάλαιο περιλαμβάνει μια πλήρη ανάλυση για το κτίριο, την ενεργειακή μελέτη και την προσθήκη του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, ώστε το κτίριο να μπορεί να χαρακτηρίζεται αυτόνομο ενεργειακά. Τα software 3M και KENAK αποτελούν τα εργαλεία.

## Επιτροπή

1. Μπολανάκης Νικόλαος
2. Μαραβελάκης Εμμανουήλ
3. Κατσίγιαννης Ιωάννης

## **Abstract**

An energy study is being carried out for a dwelling in the area within the urban fabric of Thessaloniki and specifically in the settlement Galini of Oreokastro based on the ground floor and floor slopes. We calculate the loads and systems of the home, ie the E / M equipment. A bibliographic review is initially provided, referring to Greek and European legislation and an informative description of the energy inspection and performance of buildings.

Energy study with factor calculations, audit checks and recording of minimum requirements by proposing the study equipment to arrive at the energy classification of the building in accordance with the existing legislation. The third chapter contains a complete analysis of the building, energy study and addition of electromechanical equipment so that the building can be characterized as autonomous energy. Software 3M and KENAK are the tools.

## Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Κατάλογος Πινάκων.....	8
Κατάλογος Εικόνων.....	11
1 Κεφάλαιο 1 <sup>ο</sup> : Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	12
1.1 Εισαγωγή.....	12
1.2 Νομοθετικό πλαίσιο στην Ευρώπη.....	14
1.3 Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα.....	17
2 Κεφάλαιο 2 <sup>ο</sup> : Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων.....	21
2.1 Επιθεώρηση και απόδοση κτιρίων.....	21
2.2 Κτίρια μηδενικής κατανάλωσης.....	23
3 Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> : Μελέτη.....	24
3.1 Εισαγωγή.....	24
3.2 Εκπόνηση μελέτης.....	25
3.3 Γενική περιγραφή κτιρίου.....	26
3.3.1 Γενικά στοιχεία κτιρίου.....	30
3.3.2 Τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού του κτιρίου.....	30
3.3.3 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο.....	31
3.3.4 Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτίριο.....	31
3.3.5 Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων.....	32
3.3.6 Φυσικός φωτισμός.....	32
3.3.7 Φυσικός δροσισμός.....	32
3.3.8 Παθητικά ηλιακά συστήματα κτιρίου.....	32
3.4 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτιρίου.....	32
3.5 Στοιχεία σχεδιασμού και κατασκευής κτιρίου.....	36
3.6 Υπολογισμοί.....	37
3.6.1 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων.....	37
3.6.2 Υπολογισμός ισοδύναμων συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.....	42
3.6.3 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις.....	42
3.6.4 Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία.....	44
3.6.5 Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία.....	52

3.6.6	Διαφανή δομικά στοιχεία .....	53
3.6.7	Μη θερμαινόμενοι χώροι.....	54
3.6.8	Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου συντελεστή θερμοπερατότητας (U <sub>m</sub> ) του κτιρίου .....	56
3.6.9	Υπολογισμός αθέλητου αερισμού.....	57
3.7	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων κτιρίου .....	57
3.8	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων κτιρίου .....	58
3.9	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου .....	59
4	Κεφάλαιο 4ο: Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα Κτιρίου.....	61
4.1	Τεκμηρίωση ελάχιστων προδιαγραφών και σχεδιασμού .....	61
4.2	Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού.....	62
4.2.1	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος θέρμανσης.....	62
4.2.2	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ψύξης.....	63
4.2.3	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος αερισμού .....	63
4.3	Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.....	63
4.3.1	Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης .....	64
4.3.2	Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών .....	65
4.4	Σχεδιασμός συστήματος φωτισμού .....	67
4.5	Διόρθωση συνημίτονου .....	67
4.6	Σκοπιμότητα εφαρμογής εναλλακτικών λύσεων σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου.....	67
5	Κεφάλαιο 5ο: Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίου.....	69
5.1	Γενικά στοιχεία υπολογισμού .....	69
5.2	Κλιματικά δεδομένα .....	69
5.3	Χρήσεις κτιρίου.....	69
5.4	Τμήμα κτιρίου .....	70
5.4.1	Θερμικές ζώνες .....	71
5.4.2	Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης .....	72
5.4.3	Κέλυφος κτιρίου .....	73
5.4.3.1	Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.....	73
5.4.3.2	Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος .....	74
5.4.3.3	Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία .....	74
5.4.4	Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου .....	75
5.4.4.1	Δεδομένα για σύστημα θέρμανσης χώρων.....	75
5.4.4.2	Δεδομένα για σύστημα ψύξης χώρων .....	76
5.4.4.3	Δεδομένα για σύστημα αερισμού .....	77

5.4.4.4	Δεδομένα για σύστημα ζεστού νερού χρήσης.....	77
5.4.4.5	Δεδομένα για σύστημα ηλιακών συλλεκτών.....	78
5.4.4.6	Δεδομένα για σύστημα φωτισμού.....	78
5.4.4.7	Δεδομένα κτιρίου αναφοράς.....	78
5.5	Αποτελέσματα υπολογισμών.....	78
5.5.1	Κατανάλωση ενέργειας.....	79
5.5.2	Ενεργειακή κατάσταση κτιρίου.....	81
	Συμπεράσματα.....	82
	Βιβλιογραφία.....	85

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτιρίου και επιφάνειες αυτών .....	30
Πίνακας 2: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για διάφορα δομικά στοιχεία ανά κλιματική ζώνη.....	33
Πίνακας 3: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός νεόδμητου κτιρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του .....	33
Πίνακας 4: Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής ( $R_L$ ) εξωτερικής τοιχοποιίας.....	38
Πίνακας 5: Τιμές αντίστασης θερμικής μετάβασης.....	38
Πίνακας 6: Υπολογισμός αντίστασης θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας.....	38
Πίνακας 7: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας.....	38
Πίνακας 7: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας.....	38
Πίνακας 8: Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής ( $R_L$ ) δοκών - υποστυλωμάτων .....	39
Πίνακας 9: Υπολογισμός αντίστασης θερμοπερατότητας δοκών - υποστυλωμάτων.....	39
Πίνακας 10: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δοκών - υποστυλωμάτων.....	39
Πίνακας 11: Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής ( $R_L$ ) οροφής .....	40
Πίνακας 12: Υπολογισμός αντίστασης θερμοπερατότητας οροφής .....	40
Πίνακας 13: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας οροφής.....	40
Πίνακας 14: Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής ( $R_L$ ) δαπέδου .....	41
Πίνακας 15: Υπολογισμός αντίστασης θερμοπερατότητας δαπέδου.....	41
Πίνακας 16: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου.....	41
Πίνακας 17: Υπολογισμός ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλακών σε επαφή με έδαφος	42
Πίνακας 18: Εμβαδομέτρηση κουφωμάτων .....	42
Πίνακας 19: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων.....	43
Πίνακας 20: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανά όροφο .....	43
Πίνακας 21: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων .....	44
Πίνακας 22: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας ανατολικού προσανατολισμού 1 <sup>ου</sup> ορόφου.....	44
Πίνακας 23: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων ανατολικού προσανατολισμού 1 <sup>ου</sup> ορόφου ..	44
Πίνακας 24: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας νότιου προσανατολισμού 1 <sup>ου</sup> ορόφου .....	45
Πίνακας 25: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων νότιου προσανατολισμού 1 <sup>ου</sup> ορόφου .....	45
Πίνακας 26: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας δυτικού προσανατολισμού 1 <sup>ου</sup> ορόφου .....	46
Πίνακας 27: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων δυτικού προσανατολισμού 1 <sup>ου</sup> ορόφου.....	46
Πίνακας 28: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας βόρειου προσανατολισμού 1 <sup>ου</sup> ορόφου.....	47
Πίνακας 29: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων βόρειου προσανατολισμού 1 <sup>ου</sup> ορόφου .....	47
Πίνακας 30: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων 1 <sup>ου</sup> ορόφου για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας και ενεργειακής απόδοσης.....	48
Πίνακας 31: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας ανατολικού προσανατολισμού 2 <sup>ου</sup> ορόφου.....	48
Πίνακας 32: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων ανατολικού προσανατολισμού 2 <sup>ου</sup> ορόφου ..	49
Πίνακας 33: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας νότιου προσανατολισμού 2 <sup>ου</sup> ορόφου .....	49
Πίνακας 34: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων νότιου προσανατολισμού 2 <sup>ου</sup> ορόφου .....	49
Πίνακας 35: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας δυτικού προσανατολισμού 2 <sup>ου</sup> ορόφου .....	50
Πίνακας 36: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων δυτικού προσανατολισμού 2 <sup>ου</sup> ορόφου.....	50



Πίνακας 37: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας βόρειου προσανατολισμού 2 <sup>ου</sup> ορόφου.....	51
Πίνακας 38: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων βόρειου προσανατολισμού 2 <sup>ου</sup> ορόφου .....	51
Πίνακας 39: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων 2ου ορόφου για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας και ενεργειακής απόδοσης.....	52
Πίνακας 40: Εμβαδομέτρηση δαπέδου προς έδαφος .....	52
Πίνακας 41: Εμβαδομέτρηση οροφής .....	53
Πίνακας 42: Συγκεντρωτικά στοιχεία οριζόντιων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας και ενεργειακής απόδοσης.....	53
Πίνακας 43: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανά όροφο για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας .....	53
Πίνακας 44: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας .....	53
Πίνακας 45: Συγκεντρωτικά στοιχεία θερμογεφυρών για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας και της ενεργειακής απόδοσης .....	54
Πίνακας 46: Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου.....	56
Πίνακας 47: Συγκεντρωτικά δεδομένα δομικών στοιχείων για τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας.....	56
Πίνακας 48: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανά όροφο για τον υπολογισμό του αθέλητου αερισμού .....	57
Πίνακας 49: Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου.....	57
Πίνακας 50: Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου.....	58
Πίνακας 51: Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων.....	59
Πίνακας 51: Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων.....	60
Πίνακας 53: Τεχνικά στοιχεία αντλίας θερμότητας .....	63
Πίνακας 54: Στοιχεία συστήματος αερισμού .....	63
Πίνακας 55: Απαιτούμενο ημερήσιο θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης .....	64
Πίνακας 56: Στοιχεία συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.....	64
Πίνακας 57: Στοιχεία συστήματος ηλιακών συλλεκτών .....	65
Πίνακας 58: Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια στην Θεσσαλονίκη .....	65
Πίνακας 59: Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη ζεστού νερού από ηλιακούς συλλέκτες .....	66
Πίνακας 60: Εμβαδό και όγκος τμήματος .....	71
Πίνακας 61: Γενικά δεδομένα για τις θερμικές ζώνες.....	72
Πίνακας 62: Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας .....	72
Πίνακας 63: Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.....	73
Πίνακας 64: Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος .....	74
Πίνακας 65: Δεδομένα κουφωμάτων άμεσου κέρδους.....	74
Πίνακας 66: Δεδομένα κουφωμάτων .....	75
Πίνακας 67: Δεδομένα συστήματος θέρμανσης “Μονοκατοικία” .....	75
Πίνακας 68: Δεδομένα συστήματος ψύξης “Μονοκατοικία” .....	76
Πίνακας 69: Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης “Μονοκατοικία” .....	77
Πίνακας 70: Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών “Μονοκατοικία” .....	78
Πίνακας 71: Μετατροπή σε πρωτογενή ενέργεια και εκλυόμενοι ρύποι.....	79
Πίνακας 72: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης – ψύξης κτιρίου .....	79

Πίνακας 73: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση .....	80
Πίνακας 74: Κατανάλωση ανά καύσιμο "Μονοκατοικία" .....	80
Πίνακας 75: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση .....	80
Πίνακας 76: Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αέριων ρύπων ανά καύσιμο .....	81

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 3.1: Διατομή εξωτερικής τοιχοποιίας .....	37
Εικόνα 3.2: Διατομή δοκών - υποστυλωμάτων.....	39
Εικόνα 3.3: Διατομή στέγης .....	40
Εικόνα 3.4: Διατομή δαπέδου.....	41
Εικόνα 3.5: Μορφή ανατολικής όψης κτιρίου 1 <sup>ου</sup> ορόφου .....	45
Εικόνα 3.6: Μορφή νότιας όψης κτιρίου 1 <sup>ου</sup> ορόφου .....	46
Εικόνα 3.7: Μορφή δυτικής όψης κτιρίου 1 <sup>ου</sup> ορόφου .....	47
Εικόνα 3.8: Μορφή βόρειας όψης κτιρίου 1 <sup>ου</sup> ορόφου.....	48
Εικόνα 3.9: Μορφή ανατολικής όψης κτιρίου 2 <sup>ου</sup> ορόφου .....	49
Εικόνα 3.10: Μορφή νότιας όψης κτιρίου 2 <sup>ου</sup> ορόφου .....	50
Εικόνα 3.11: Μορφή δυτικής όψης κτιρίου 2 <sup>ου</sup> ορόφου .....	51
Εικόνα 3.12: Μορφή βόρειας όψης κτιρίου 2 <sup>ου</sup> ορόφου.....	52
Εικόνα 4.1: Απόσταση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα ως προς τον νότο .....	66
Εικόνα 5.1: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου .....	81

# 1 Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

## 1.1 Εισαγωγή

Η συγκεκριμένη εργασία περιγράφει μια μελέτη πλήρους ενεργειακά αυτόνομης κατοικίας και τις σχετικές ενεργειακές υπηρεσίες καθώς και ανασκόπηση της κείμενης νομοθεσίας σε Ελλάδα, Ευρώπη και Κύπρο.

Στην βιβλιογραφική ανασκόπηση περιγράφεται και αναλύεται η οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την συμπαραγωγή ενέργειας, βάσει της ζήτησης για παραγωγή χρήσιμης ενέργειας και η επισήμανση, που αφορά την κατανάλωση ενέργειας όλων των οικιακών συσκευών.

Η νομοθεσία περιλαμβάνει διάφορες διατάξεις. Περιγράφονται ο κανονισμός θερμομόνωσης κτιρίων στην Ελλάδα, η οδηγία SAVE και η υιοθέτηση της οδηγίας με το πρόγραμμα δράσης. Στο ίδιο κεφάλαιο (1<sup>ο</sup>) αναλύονται και ο ρόλος των φορέων και αρχών και των οργανισμών, καθώς και του κράτους στην διαμόρφωση της παρούσα κατάσταση.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται η ενεργειακή επιθεώρηση με όλες τις παραμέτρους και τις διαδικασίες που λαμβάνονται υπόψη και τα κτίρια μηδενικής κατανάλωσης καθώς και οι προοπτικές των αυτόνομων ενεργειακά κτιρίων.

Στο τρίτο κεφάλαιο ακολουθεί η μελέτη που περιλαμβάνει μια πλήρη ανάλυση για το κτίριο, την ενεργειακή μελέτη και την προσθήκη του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού ώστε το κτίριο να μπορεί να χαρακτηρίζεται αυτόνομο ενεργειακά. Τα software 3M και KENAK αποτελούν τα εργαλεία υλοποίησης της μελέτης.

Η χρήση των ΑΠΕ στα κτίρια είναι δύσκολη λόγω του τυχαίου χαρακτήρα τους και επομένως οι φωτοβολταϊκοί ηλιακοί συλλέκτες πρέπει να είναι συνδεδεμένοι σε τροφοδοτικό ή διασυνδεδεμένοι με συσσωρευτές ενέργειας στην περίπτωση που το κτίριο είναι απομονωμένο.

Η μελέτη προβλέπει ιδιαίτερα χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, για αυτό και θεωρείται αυτόνομη ενεργειακά η κατοικία. Για να γίνει πρόβλεψη για μηδενική κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος πρέπει το κτίριο να τοποθετηθεί υπόγεια και να προστεθούν τόσα φωτοβολταϊκά, ώστε μια net metering μη διασυνδεδεμένου υβριδικού συστήματος κατασκευή να προταθεί, η οποία και είναι ιδιαίτερα ασύμφορη οικονομικά και δύσκολο να υλοποιηθεί.

Για αυτό θεωρούμε τη μελέτη ότι με την πολύ μικρή κατανάλωση ρεύματος μια ρεαλιστική πρόταση ενεργειακά αυτόνομης κατοικίας.

Γενικά η μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας στην τεχνολογία υδρογόνου σήμερα είναι η πλέον κατάλληλη για την επίλυση του προβλήματος και επιτρέπει να μεταφέρεται η ηλιακή ενέργεια που συλλέχθηκε από την ημέρα σε νύχτα, από το καλοκαίρι στο χειμώνα. Ένα σπίτι που τροφοδοτείται από ηλιακούς συλλέκτες PV για την τροφοδοσία, χρησιμοποιώντας αντλία θερμότητας μπορεί με αυτό τον τρόπο να το πετύχει.

Παρουσιάζονται τα εξής σε μια μελέτη αυτόνομης κατοικίας: Η ενεργειακή ανάλυση του κτιρίου, υπολογισμός θερμοχωρητικότητας, ανάλυση διαφανών επιφανειών, ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων (γενικά στοιχεία, διατάξεις ελέγχου και αυτοματισμών, κέλυφος κτιρίου, επεξεργασία δομικών στοιχείων με το έδαφος, απώλειες των δικτύων διανομής, σύστημα ψύξης, ζεστού νερού, τερματικών, ηλιακός συλλέκτης κλπ., αντλία θερμότητας κλιματιστικά, λέβητες συμπύκνωσης, σύστημα συμπαραγωγής - μόνο για κτιριακά συγκροτήματα και μάλιστα μεγάλα είναι υλοποιήσιμη - κλπ). Το σύστημα που προτείνεται σε αυτή τη μελέτη καθώς και οι υπόλοιπες προσθήκες και εξοπλισμοί συμβάλουν στον επιτυχή υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων της συγκεκριμένης κατοικίας.

Η ενσωμάτωση της χρήσης ΑΠΕ σε κτίρια σημαίνει ότι είναι δυνατή η ενσωμάτωση των ηλιακών συλλεκτών στη δομή τους, με ένα ορθολογικό και αρμονικό τρόπο, για να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις ηλεκτρισμού και θέρμανσης. Ο αστικός τομέας και η κατασκευή χρησιμοποιούν το άνω του 30% ποσοστό για παράδειγμα της τελικής χρήσης του Ετήσιου Εθνικού Προϋπολογισμού για την Ενέργεια στην Ιταλία το 2013. Επομένως, η συμβολή των ΑΠΕ είναι πολύ σημαντική.

Από το 2006 η φωτοβολταϊκή ενέργεια έχει φτάσει σε μεγάλο ποσοστό στον κατασκευαστικό κλάδο λόγω της τιμολογιακής πολιτικής και των μετρητικών συστημάτων αλλά παραμένουν δύο περιορισμοί α) η μονάδα δεν επιτυγχάνει αυτάρκεια με το φωτοβολταϊκό σύστημα. β) σύνδεσης με το Εθνικό Δίκτυο Μεταφοράς (NTG) που το χρησιμοποιούν ως "ακατάλληλο συσσωρευτή".

Πριν από δύο δεκαετίες αναπτύχθηκε η βιώσιμη ανάπτυξη που περιλαμβάνει και το σύστημα οικολογικής πιστοποίησης κτιρίων, όπως το BREEAM, το American LEED και το Γερμανικό DGNB. Το αυτόνομο σύστημα κατασκευής κτιρίων μεγιστοποιεί τις βαθμολογίες σε κάθε ένα από αυτά τα συστήματα ταξινόμησης.

Στη νομοθεσία αναφέρεται ότι τα κτίρια στις χώρες της ΕΕ μετά το 2020 θα πρέπει να έχουν μηδενική ζήτηση για ενέργεια. Επομένως, το Αυτόνομο Σπίτι είναι ένα αντικείμενο ενσωματωμένο ως σύστημα με κλειστό κύκλο κυκλοφορίας οργανικής ύλης και ενεργειακή ανεξαρτησία. Η τεχνολογία κατασκευών του αυτόνομου κτιρίου έχει κοινωνικές διαστάσεις που συμβάλλουν στην αειφόρο ανάπτυξη και τη λειτουργία αρμονικά με το περιβάλλον. Με το αυτόνομο σπίτι επέρχεται η οικονομική ασφάλεια και βελτιστοποιείται και ελαχιστοποιείται το λειτουργικό κόστος.

Ένα αυτόνομο κτίριο εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες και παράγοντες πεδίου, τους εξωτερικούς τοίχους, τον όροφο ή τους ορόφους, τους τοίχους, τις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης, και εξαερισμού. Το πρόβλημα της ποιότητας του εσωτερικού αέρα στα κτίρια πήρε μεγάλη σημασία με ευαισθητοποίηση των κατοίκων που αφορά τις νέες τεχνολογίες. Οπότε και η ποιότητα του εσωτερικού αέρα, και μέχρι τώρα το σύνδρομο άρρωστου κτιρίου (SBS) σχετίζεται κυρίως με σκόνη και χημικές μολύνσεις, και βιολογικά αλλεργιογόνα από λανθασμένες θερμο-υγρές παραμέτρους στα δωμάτια είναι υπό μελέτη. Επιπλέον της προβλεπόμενης χρήσης του, το αυτόνομο σπίτι παρέχει στους κατοίκους ένα επαρκές περιβάλλον με δομή μικροκλίματος για όλο το χρόνο, που προκύπτει από την θερμική βελτιστοποιημένη επάρκεια και άνεση και τον βέλτιστο αερισμό λόγω της συνεχούς παροχής φρέσκου αέρα.

## **1.2 Νομοθετικό πλαίσιο στην Ευρώπη**

### **Οδηγία 2000/55/ΕΕ**

Η συγκεκριμένη οδηγία με εφαρμογή του προγράμματος SAVE δίνει κίνητρα στον φωτισμό με κίνητρα χρήσης λαμπτήρων φθορίου με επισήμανση CE, που εξασφαλίζει τις υψηλές προδιαγραφές και περιβαλλοντικούς περιορισμούς.

### **Οδηγία 2002/91/ΕΕ**

Η οδηγία αυτή αναφέρεται στην ενεργειακή επίδοση των κτιρίων. Οι διατάξεις της αφορούν την ενεργειακή κατάσταση στις εφαρμογές θέρμανσης χώρων, κλιματισμού, ψύξης, αερισμού και φωτισμού. Με βάση τις τοπικές κλιματολογικές, οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες ρυθμίζονται και καθορίζονται οι στάθμες και οι απαιτήσεις. Η συγκεκριμένη νομοθεσία ορίζει τους πολεοδομικούς νόμους για την πλειοψηφία των κρατών μελών της ΕΕ. Σημαντικά σημεία της οδηγίας είναι:

- Η ύπαρξη ελάχιστων ορίων για την ενεργειακή επίδοση των νέων κτιρίων, αλλά και αυτών που πρόκειται να ανακαινιστούν σε ποσοστά άνω του 25 % της αξίας τους ή/και πάνω από 25 % της συνολικής έκτασής τους.
- Καθορισμός μεθόδου υπολογισμού της ενεργειακής επίδοσης ενός κτιρίου
- Νομοθέτηση κανονισμών για τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης ισχύος μέχρι 5 έτη
- Υποχρέωση για επιθεωρήσεις στους λέβητες και στην κεντρική κλιματιστική μονάδα στα νέα και υφιστάμενα κτίρια σε τακτά χρονικά διαστήματα και επιθεώρηση των συστημάτων σε κτίρια που τα ενεργειακά τους συστήματα έχουν διάρκεια ζωής ανώτερη των 5 ετών.

Η οδηγία εφαρμόζεται σε κατοικίες, και σε δημόσια γραφεία και κτιριακές εγκαταστάσεις με εξαίρεση τα ιστορικά κτίρια, αυτά με εμβαδόν μικρότερο των 50m<sup>2</sup>, μη μόνιμες κατοικίες κ.α. Απαραίτητη είναι η γνώση στους ιδιοκτήτες για την εφαρμογή εξοικονόμησης ενέργειας με αλλαγές και ρυθμίσεις στα ενεργειακά συστήματα που είναι εγκατεστημένα στον χώρο τους.

#### **Οδηγία 2004/8/ΕΕ**

Σκοπός της οδηγίας είναι η δημιουργία των συνθηκών και των πλαισίων εφαρμογής σύνδεσης ηλεκτρισμού και θερμότητας για την συμπαραγωγή ενέργειας με υποστήριξη των υφιστάμενων εγκαταστάσεων και δημιουργία κινήτρων για νέες. Με ταυτόχρονο έλεγχο ανά τετραετία. Ορίζονται με σειρά από διατάξεις που προσβλέπουν στη μείωση των εκπομπών θερμοκηπίου.

#### **Οδηγία 2006/32/ΕΕ**

Η συγκεκριμένη οδηγία αντικαθιστά πλήρως την οδηγία υπ αριθμόν 91 του 2002 και καθορίζει:

- Νομικά και οικονομικά όρια και μέτρα εφαρμογής καθώς και κατάργηση όλων των προβλημάτων και των ασαφειών από την προηγούμενη διάταξη ενεργειακής διαχείρισης.
- Εφαρμόζει πλαίσιο ανάπτυξης των υπηρεσιών ενέργειας με αποτέλεσμα τον προγραμματισμό εξοικονόμησης ενέργειας και την επίτευξη απόδοσης. Η μείωση που ορίζεται ως στόχος είναι η 9% μείωση στην καταναλισκόμενη ενέργεια. Την ίδια στιγμή τα κράτη μέλη πρέπει να υποστηρίξουν οικονομικά τη μικρότερη χρήση ενέργειας σε ηλεκτρικές συσκευές και αυτοκίνητα.

- Θεσπίζει το μέτρο του προσωπικού μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας.

### **Οδηγία 2009/125/ΕΕ**

Θέσπιση της επισήμανσης CE σε όλα τα προϊόντα που προϋποθέτει επιπλέον περιβαλλοντικά κριτήρια αποδοχής των προϊόντων από τις πρώτες ύλες μέχρι την ανακύκλωση του.

### **Οδηγία 2010/30/ΕΕ**

Η οδηγία αυτή αφορά τις συσκευές που καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια με εφαρμογή της από τον Ιούλιο του 2011. Είναι υποχρεωτική η επισήμανση των συσκευών με labels πάνω σε αυτές με δεδομένα ενεργειακής κατανάλωσης, περιγραφή της λειτουργίας πάνω στο μεταλλικό ταμπελάκι της συσκευής και έγγραφα με τις μετρήσεις που αναφέρονται στην ηλεκτρική κατανάλωση από εργαστήρια τα οποία θα συνοδεύουν το προϊόν. Θεσπίζεται η ενεργειακή κατάταξη με την χρήση των συμβόλων A-G στο ενεργειακό ταμπελάκι θεωρώντας το πιο αποδοτικό αυτό με τις προδιαγραφές και μέτρηση A+++.

### **Οδηγία 2010/31/ΕΕ**

Η οδηγία 2006/32 αναθεωρείται από την 2010/31 οδηγία της ΕΕ για να ενισχύσει τις διατάξεις έπειτα από προβλήματα που δημιουργήθηκαν με την προηγούμενη χρήση εφαρμόζοντας τα παρακάτω:

- Την κατάργηση τη διάταξης που αναφέρεται στα ανακαινισμένα κτίρια με κατώτερο όριο τα 100m<sup>2</sup>.
- Τα κατώτατα όρια στον μηχανολογικό εξοπλισμό των κτιρίων.
- Θέσπιση μέτρων για τις βιομηχανικές ηλεκτρικές συσκευές.

Υποχρεώνει τα κράτη μέλη με τον καθορισμό καταγραφής και εφαρμογής νομοθεσίας για τα παρακάτω:

- Πρέπει να ορίζονται τα θερμικά χαρακτηριστικά των κτιρίων.
- Να τοποθετείται μόνωση στις εγκαταστάσεις θέρμανσης και κλιματισμού.
- Να καθορίζονται η υγρασία και η εσωτερική θερμοκρασία μέσα στα κτίρια.
- Την τοποθέτηση του κτιρίου σε σχέση με τον ήλιο για την εξοικονόμηση ενέργειας.
- Καθορισμός ελάχιστων ενεργειακών απαιτήσεων ενός κτιρίου.
- Τα όρια μπορούν να αλλάζουν σε συνάρτηση με τοπ αν αυτά είναι νέα ή παλαιά και ανάλογα με την χρήση τους.
- Εγκατάσταση έξυπνων μετρητικών διατάξεων.



- Θέσπιση κτιρίων ελάχιστης ενεργειακής κατανάλωσης.

Μέχρι το τέλος του 2020 όλες οι κτιριακές εγκαταστάσεις πρέπει να είναι μηδενικής κατανάλωσης με εξαίρεση τα δημόσια που έχουν ημερομηνία αυτής της πιστοποίησής τους το τέλος του 2018.

Τα μέλη πρέπει να εξετάσουν:

- Τον ακριβή ορισμό του κτιρίου με μηδενική ενεργειακή κατανάλωση.
- Τη θέσπιση των ενδιάμεσων σταδίων εφαρμογής της νομοθεσίας.
- Την εφαρμογή των μέτρων της ενεργειακής πολιτικής τους με πίνακα μέτρων που θα επικαιροποιούνται κάθε τρία έτη.

### **1.3 Νομοθετικό πλαίσιο στην Ελλάδα**

#### **1979: Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων**

Ο Κανονισμός από την ημερομηνία του έτους 1979 και μετά, αντιγράφοντας τον πρώτο γερμανικό κανονισμό, καθορίζει τα μέγιστα όρια για τη θερμοπερατότητα των διαφόρων στοιχείων (τοίχοι, οροφή, παράθυρα) και του κελύφους του κτιρίου.

Μέχρι το 1990 δεν υπήρχε ικανοποιητική μεθοδολογία και όρια εφαρμογής θερμομόνωσης σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις και μόνο οι πιο πρόσφατες κατασκευές εφαρμόζαν θερμομόνωση σύμφωνα με τον Κανονισμό. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, ένα μεγάλο ποσοστό των κτιρίων να μη διαθέτουν θερμομόνωση. Παράλληλα, η εφαρμογή του κανονισμού χαρακτηρίστηκε ως ιδιαίτερα δύσκολη.

Ο τεχνικός κόσμος έτσι προετοιμάστηκε για την εφαρμογή μόνωσης και στα έξω τμήματα ενός κτιρίου με βάση τα στοιχεία χωρίς να συμμετέχουν στην αξιολόγηση τα υπόλοιπα, εγκαταστάσεις βοηθητικού εξοπλισμού, μηχανολογικός εξοπλισμός κ.α.

#### **1993: Οδηγία SAVE 93/76/EE**

Η αναφορά της οδηγίας είναι η μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με την αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης στα κτίρια, την πιστοποίησή τους και την παροχή υπηρεσιών σε αυτά. Πιο συγκεκριμένα αφορά και συσχετίζεται η μείωση εκπομπών με την:

- Πιστοποίηση των κτιρίων.
- Τις υπηρεσίες θέρμανσης, κλιματισμού και ζεστού νερού με παράμετρο την πραγματική κατανάλωση.

- Θέσπιση οικονομικών κινήτρων και χρηματοδότηση για αναβάθμιση ενεργειακή των κτιρίων.
- Θερμομόνωση των νέων κτιρίων.
- Επιθεώρηση των περισσότερο επιβλαβών εταιριών.

### **Πρόγραμμα Δράσης «Ενέργεια 2001»**

Η μεταφορά της οδηγίας SAVE (93/76) στην εθνική μας νομοθεσία έγινε με την 21475/4707/98 κοινή υπουργική απόφαση των ενδιαφερομένων υπουργείων στη βάση σοβαρής μελέτης που έγινε από το ΥΠΕΧΩΔΕ σε συνεργασία με το ΚΑΠΕ, Πανεπιστημιακά και Τεχνολογικά Ιδρύματα, το ΤΕΕ, Επιστημονικούς και Τεχνικούς Συλλόγους κ.λ.π., που απετέλεσε ένα συνολικό Σχέδιο Δράσης, με τίτλο "ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2001".

Θεσπίστηκαν ικανές νομοθετικές ρυθμίσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιριακών δομών όλων των περιπτώσεων χρήσης και για τα οικιστικά σύνολα, καθώς και μέσα υλοποίησης αυτών και κατάλληλοι μηχανισμοί παρακολούθησης και ελέγχου.

Ειδικότερα με την προαναφερόμενη απόφαση:

- Συντελείται συνένωση των Κανονισμών Θερμομόνωσης με τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) με την προσθήκη περιβαλλοντικών και ενεργειακών δεικτών, ανάλογων προδιαγραφών των νέων κτιρίων, διαδικασιών και μεθόδων πιστοποίησης.
- Εφαρμόζεται το πιστοποιητικό ενεργειακής επιθεώρησης με κατάταξη στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία). Θα υπολογίζονται οι ενεργειακές εξοικονομήσεις από την ηλιοφάνεια, θα δίνεται ταυτοποίηση με ενεργειακή ταυτότητα σε κάθε κτίριο, θα ελέγχονται τα όρια εκπομπών όλων των υλικών κατασκευής GWP και θα ορίζονται τα θερμικά όρια άνεσης, καθώς και όλη η προετοιμασία και η περιγραφή των αρμοδιοτήτων των ενεργειακών επιθεωρητών.
- Η ενεργειακή πιστοποίηση είναι γεγονός καθώς και η ενεργειακή επιθεώρηση, μετά από έναν τουλάχιστο χρόνο λειτουργίας του κτιρίου για τα νεόδμητα και μετά από έξι χρόνια για τα υφιστάμενα κτίρια.
- Δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής των παραπάνω με χρηματοδότηση και με την υλοποίηση των σχετικών προγραμμάτων της ΕΕ. η της χρηματοδότησης εκ μέρους τρίτων. Δημιουργούνται οι αντίστοιχες υπηρεσίες διαχείρισης και διοίκησης και στα Υπουργεία και στην Τοπική Αυτοδιοίκηση.

- Η ενεργειακή επιθεώρηση για την ενεργειακή πιστοποίηση και κατάταξη των κτιρίων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές που ορίζονται από τη νομοθεσία γίνεται υποχρεωτική.

### **2000: Τροποποίηση του Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού –ΓΟΚ**

Στη βάση των προτάσεων του Σχεδίου Δράσης "ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2001" βελτιώθηκε και εκσυγχρονίστηκε ο Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός (Ν.2831 - ΦΕΚ140/13-6-2000) συμπεριλαμβάνοντας διατάξεις με τις οποίες αίρονται τα εμπόδια που υπήρχαν στον προγενέστερο ΓΟΚ, σχετικά με την εφαρμογή και ενσωμάτωση τεχνικών και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών, καθώς και για την κατασκευή βιοκλιματικών κτιρίων, διαμορφώνοντας ένα σημαντικό πλαίσιο θεσμικών κινήτρων, ιδίως για την ανακαίνιση υφιστάμενων κτιρίων.

### **2002: Οδηγία 2002/91/ΕΚ**

Η νομοθετική ρύθμιση με τις διατάξεις της αποτελείται από τα παρακάτω μέτρα:

- Στην περίπτωση που η κοστολόγηση της ανακατασκευής είναι ανώτερη του 25% της τιμής του ακινήτου στην περίπτωση μεγάλων κτιριακών δομών άνω των 1000 m<sup>2</sup> πρέπει να εφαρμόζονται μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.
- Ο ενεργειακός επιθεωρητής ελέγχει την απόδοση των λεβήτων και των καυστήρων καθώς και τη θερμοχωρητικότητα των κτιρίων και τη μόνωσή τους.
- Παρέχονται οικονομικά κίνητρα για την χρήση ηλιακής ενέργειας και άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).
- Δημιουργείται ένας συνοπτικός οδηγός ενεργειακής επιθεώρησης.
- Εφαρμόζεται η ενεργειακή επισήμανση.
- Καθορίζονται τα κατώτερα όρια ενεργειακής απαίτησης.

### **Ν. 3661/08: Εναρμόνιση με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ**

Ορίζονται οι κανόνες υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων που αφορούν θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό, εξαερισμό, φωτοβολταικά συστήματα, ηλιακά συστήματα, χρήση Ανανεώσιμων πηγών κ.α. Πραγματοποιείται κατάταξη των κτιρίων ανάλογα με τη χρήση τους και το μέγεθός τους.

### **2015: Νόμος υπ' αριθ. 4342**

Συνταξιοδοτικές ρυθμίσεις, ενσωμάτωση στο Ελληνικό Δίκαιο της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 25ης Οκτωβρίου 2012 «Για την ενεργειακή απόδοση, την τροποποίηση των Οδηγιών 2009/125/ΕΚ και 2010/30/ΕΕ

και την κατάργηση των Οδηγιών 2004/8/EK και 2006/32/EK», όπως τροποποιήθηκε από την Οδηγία 2013/12/ΕΕ του Συμβουλίου της 13ης Μαΐου 2013 «Για την προσαρμογή της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ενεργειακή απόδοση, λόγω της προσχώρησης της Δημοκρατίας της Κροατίας» και άλλες διατάξεις.

#### **2010: ΚΕΝΑΚ (ΥΠΕΚΑ, 2016)**

- Ορίζεται κτίριο αναφοράς.
- Ορίζεται η διάρκεια ισχύος του πιστοποιητικού ενεργειακή απόδοσης, ρυθμίζεται έτσι η υποχρεωτική ισχύς της και αφορά όλα τα κτίρια.
- Ιδρύεται το μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών, οι απαιτήσεις για να ενταχθεί κάποιος σε αυτό.
- Καθορίζονται οι προδιαγραφές των παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης.
- Καθορίζονται οι θερμοχρησιμότητες και οι φυσικοχημικές ιδιότητες των υλικών κατασκευής των κτιρίων.
- Παρέχονται οι πηγές και οι βάσεις δεδομένων με τα δεδομένα καιρού.

Το όφελος δεν περιορίζεται στο οικονομικό από την μείωση εξόδων συντήρησης και την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά επιπλέον αυξάνονται οι θέσεις εργασίας στον κατασκευαστικό τομέα και αναβαθμίζεται η ποιότητα ζωής με ταυτόχρονη προστασία του περιβάλλοντος και την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

#### **ΠΔ Υπ' Αριθμ. 100/2010 (Τσιτσής, 2010)**

Ορίζονται τα προσόντα θεωρητικά, ακαδημαϊκά και εμπειρίας των ενεργειακών επιθεωρητών καθώς και η διαδικασία πιστοποίησής τους και ένταξης στο Μητρώο Επιθεωρητών κτιρίων και των επιθεωρητών λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων, του κανονισμού που τους αφορά, καθώς και η διαδικασία αξιολόγησης τους και η διαδικασία πληρωμής και το ύψος αμοιβής των ενεργειακών επιθεωρητών, και καθορίζονται πρόστιμα των παραβάσεων.

## 2 Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων

### 2.1 Επιθεώρηση και απόδοση κτιρίων

Η ενεργειακή επιθεώρηση ενός κτιρίου έχει ως στόχο και σκοπό την εκτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσής του, ώστε να επιτύχει καλύτερα και χαμηλότερης κατανάλωσης ενέργειας αποτελέσματα. Βασική προϋπόθεση είναι η σύνταξη μιας λίστας δεδομένων και ερωτήσεων με συνακόλουθη μια σειρά από μετρήσεις ηλεκτρικής κατανάλωσης, εκπομπών αερίων και θερμογραφίας. Το πρότυπο EN 15217 καθορίζει την λειτουργική και περιουσιακή αξιολόγηση (ψύξη, θέρμανση, κλιματισμός, εξαερισμός, νερό και άλλα) ενός κτιρίου.

Προϊόν αυτής της αξιολόγησης είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και συγκεκριμένα διοξειδίου του άνθρακα στον κατασκευαστικό τομέα. Με αυτό τον τρόπο συλλέγονται τα δεδομένα και εντοπίζονται οι διεργασίες λειτουργίας και συντήρησης, ώστε να ακολουθήσουν βελτιώσεις σχετικές με την κατανάλωση και τη διαχείριση ενέργειας των κτιρίων. Μέρος της αξιολόγησης αποτελεί και η συνδρομή με πληροφορίες από τους ιδιοκτήτες ή κατοίκους των κτιρίων. Η βασική πληροφόρηση πηγάζει από:

- Τοποθεσία και θέση του κτιρίου.
- Όγκο του κτιρίου.
- Σύσταση των κατασκευαστικών υλικών.
- Σκίαση.
- Χαρακτηριστικά λέβητα καυσίμων.
- Κλιματισμός και αναλυτικά χαρακτηριστικά του.
- Φωτισμός στοιχεία.
- Τύπος και αριθμός λαμπτήρων και τρόπο λειτουργίας τους.
- Ηλεκτρική κατανάλωση από άλλες συσκευές και λειτουργία λειτουργίας τους. Συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και διαχείρισης ενέργειας στο κτίριο.
- Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε ορυκτό καύσιμο ή αέριο των τελευταίων ετών.
- Κατασκευαστικά δεδομένα και σχέδια.
- Ικανοποίηση του ενοίκου.
- Θερμογραφία.

- Κάλυψη κτιρίων.
- Αντλιοστάσιο, αντλητικό συγκρότημα.
- Δημιουργία πλαισίου όλων των λειτουργικών δεδομένων με βάση την εποχική κατανάλωση ή το πλήθος των ατόμων που υπάρχουν σε ένα κτίριο.
- Η κατάσταση αναμονής πριν την λειτουργική ανάγκη των ενεργειακών απαιτήσεων πολλές φορές επιφέρει μετά από τον επαναπροσδιορισμό των ωρών λειτουργίας σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και καλύτερη διαχείριση.
- Μελέτη μόνωσης με θερμογραφία.
- Συστήματα αυτοματισμών.
- Χρήση ΑΠΕ.
- Χρήση μονάδων συμπαραγωγής.
- Αφύγρανση.
- Γεωμετρικά δεδομένα.
- Στεγανότητα από αέρα.
- Σκίαση.

Είναι πολύ σημαντική η χρήση της θερμογραφίας στα κτίρια που είναι υπό κατασκευή καθώς έλλειψη θερμογραφίας δεν λαμβάνει υπόψη παράγοντες όπως υγρασία.

Ο διαχωρισμός των κτιρίων σε θερμικές ζώνες από τον επιθεωρητή είναι μια μεθοδολογία που εξασφαλίζει την σωστή και ακριβή καταγραφή των παραπάνω. Επίσης η πλήρης καταγραφή των συνθηκών λειτουργίας εξασφαλίζει την ακρίβεια των δεδομένων και ακολουθούν οι υπολογισμοί των εσωτερικών κερδών και η διάταξη των θερμικών ζωνών καθώς και η πλήρης εκτίμηση των θερμοφυσικών χαρακτηριστικών (συντελεστές θερμοαγωγιμότητας, διαπερατότητας). Εξίσου σημαντική είναι η καταγραφή της συντήρησης των βλαβών που έχουν γίνει και να εφαρμόζεται προληπτική συντήρηση, τυχόν ζημιές και ιστορικό βλαβών κ.α.

Μετά την καταγραφή των παραπάνω πραγματοποιούνται υπολογισμοί και ανάλυση αποτελεσμάτων (υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου. ειδική ετήσια κατανάλωση , ειδική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα). Πριν από την ενεργειακή κατηγοριοποίηση των κτιρίων πραγματοποιείται έλεγχος ελάχιστων προδιαγραφών απαιτήσεων του κτιρίου σχετικές με τα παρακάτω (Άρθρο ΚΕΝΑΚ 8):

- Αρχιτεκτονική του κτιρίου.
- Ο, τι αφορά τη χρήση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας να βρίσκεται εντός ορίων.

Οπότε στη συνέχεια θα εκδοθεί το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου που αποτελεί το τελευταίο στάδιο ενεργειακής επιθεώρησης. Συνήθως οι ενεργειακές επιθεωρήσεις δεν πραγματοποιούνται με την πρώτη αξιολόγηση και χρειάζεται και δεύτερη καθώς και δειγματοληπτικοί έλεγχοι. Συστάσεις, κατάλογος οδηγιών και τρόποι υπολογισμών διατίθενται από το ΚΕΝΑΚ στον Ενεργειακό επιθεωρητή.

## 2.2 Κτίρια μηδενικής κατανάλωσης

Με βάση την κοινοτική **Οδηγία 2010/31/ΕΕ** (άρθρο 2):

«**Κτίριο με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας**» είναι ένα κτίριο με πολύ υψηλή ενεργειακή απόδοση του οποίου η σχεδόν μηδενική ή πολύ χαμηλή ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών του αναγκών, καλύπτεται σε πολύ μεγάλο βαθμό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, περιλαμβανομένης της ενέργειας που παράγεται επιτόπου ή πλησίον του κτιρίου».

Τα κτίρια σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας (nZEB – nearly Zero Energy Buildings) έχουν:

- Δομικά στοιχεία υψηλών ενεργειακών προδιαγραφών.
- Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις ιδιαίτερα υψηλής ενεργειακής απόδοσης.
- Σημαντικό μερίδιο της κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από ΑΠΕ ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε τοπικό βέβαια επίπεδο.
- Για τα κτίρια αυτά έχουν δοθεί σημαντικά κίνητρα που προβλέπονται από το Ν. 4122/2013 σχετικά με τις οικονομικά αποδοτικές ελάχιστες απαιτήσεις και τα σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης κτίρια.

## 3 Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Μελέτη

### 3.1 Εισαγωγή

Το λογισμικό KENAK σε συνδυασμό με το λογισμικό της 3M αποτελούν τον οδηγό και το εργαλείο για την εκπόνηση της ενεργειακής μελέτης του κτιρίου και δημιουργήθηκαν με βάση ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα και με τη συνεργασία του KENAK. Αυτού του είδους τα λογισμικά είναι δυνατότητας:

- Ενεργειακής μελέτης.
- Επιθεώρησης.
- Επιθεώρησης λεβήτων καυσίμων, θέρμανσης και κλιματισμού.
- Επιθεώρησης αντλιών θερμότητας.
- Ενεργειακή μελέτη και υπολογισμός φορτίων και ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Στο λογισμικό εισέρχονται τα χαρακτηριστικά γεωμετρίας του εξωτερικού μέρους του κτιρίου, η τοπογραφία του και χωροθέτηση του, τα στοιχεία των Η/Μ εξοπλισμών. Λαμβάνεται υπόψη η πυκνότητα δόμησης του κτιρίου, ενώ καταγράφονται και στατιστικά στοιχεία. Ειδικότερα, πρέπει να οριστούν:

- Οι θερμικές ζώνες.
- Οι χώροι που δεν θερμαίνονται.
- Οι χώροι σε σχέση με την ηλιοφάνεια.
- Συστήματα ΣΗΘ.
- Επιφάνειες που έχουν διαφάνεια.
- Το σύστημα θέρμανσης και ψύξης.
- Το σύστημα ΖΝΧ.
- Φωτισμός.
- Ηλιακός θερμοσίφωνας.
- Αντλία θερμότητας.
- Συστήματα μεταφοράς.
- Καλοριφέρ ή ότι άλλο.
- Βοηθητικές παροχές.

Επιπλέον, λαμβάνονται υπόψη τα στοιχεία καιρού και τα γενικότερα στοιχεία: Επίσης τα στοιχεία ύδρευσης και αποχέτευσης, ασανσέρ, και ΑΠΕ. Κατόπιν ορίζονται τα δεδομένα ζωνών και



μη θερμαινόμενων χώρων, εφόσον υπάρχουν και άλλα στοιχεία και υπάρχει η δυνατότητα οικονομοτεχνικής ανάλυσης και ενεργειακής κατάταξης με καθορισμό των απαιτήσεων και της κατανάλωσης και πολλά από τα δεδομένα που αναφέρθηκαν. Τέλος, βρίσκονται οι συντελεστές σκίασης με βάση την γωνία των εμποδίων, τα τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμού, η εκλογή λέβητα κλπ.

### 3.2 Εκπόνηση μελέτης

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89), για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με το άρθρο 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (ΦΕΚ 2367/Β/12-7-2017) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού όπως αυτές ισχύουν επικαιροποιημένες. Ειδικότερα, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.:

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

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

- 20701-Χ/2010: "Βιοκλιματικός σχεδιασμός".
- 20701-Χ/2010: "Εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. σε κτίρια".
- 20701-5/2017: "Εγκαταστάσεις Σ.Η.Θ. σε κτίρια".

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, κ.ά.) που ενδεχομένως αποκλείουν την εφαρμογή της βέλτιστης ενεργειακά λύσης, υποβάλλεται υποχρεωτικά Τεχνική Έκθεση, η οποία θα τεκμηριώνει επαρκώς τους λόγους μη εφαρμογής κάθε μίας από τις περιπτώσεις της παραγράφου 1 του άρθρου 8. "

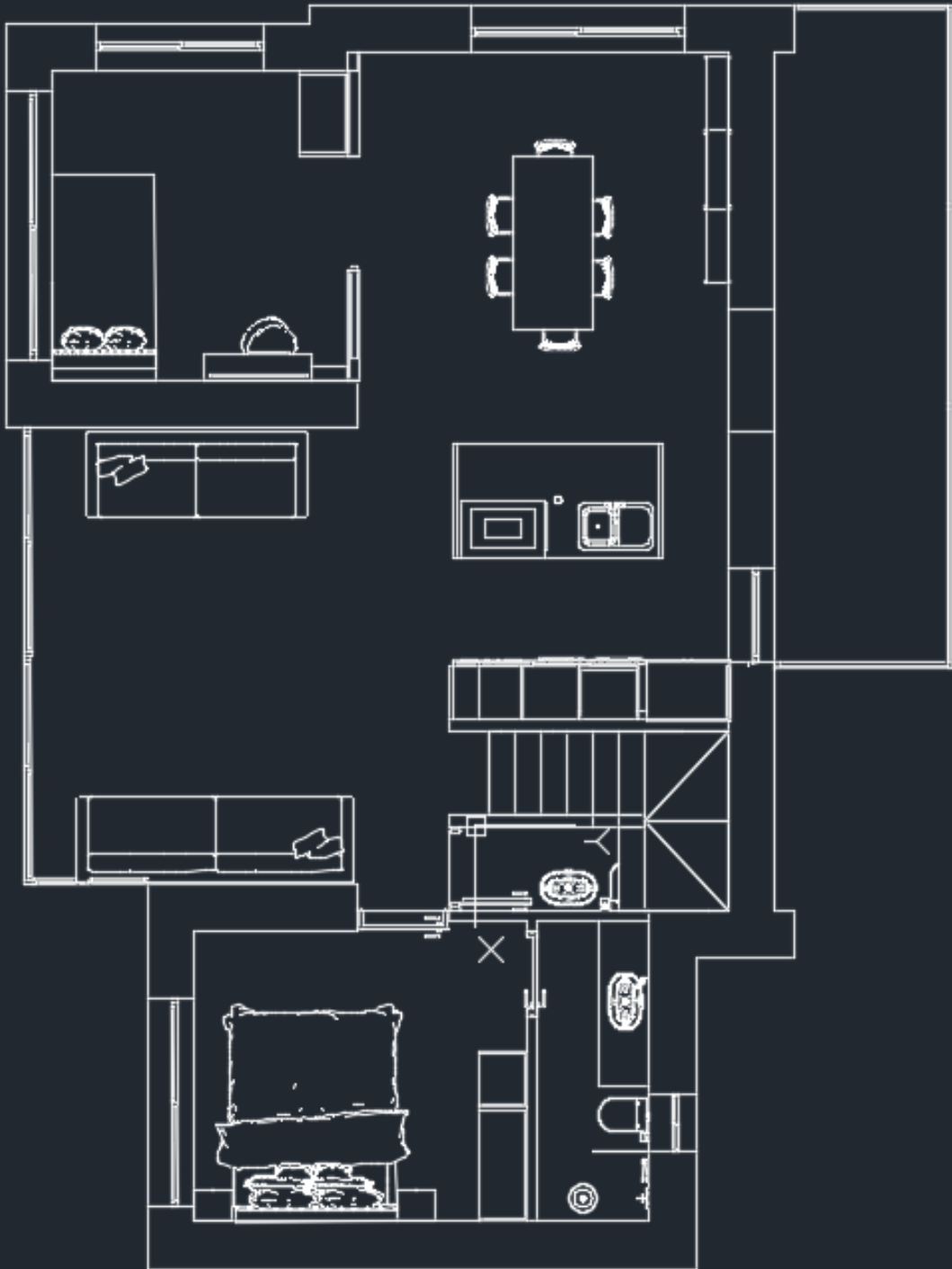
Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση κατά το δυνατόν της κατανάλωσης ενέργειας για τη σωστή λειτουργία του κτιρίου, μέσω:

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

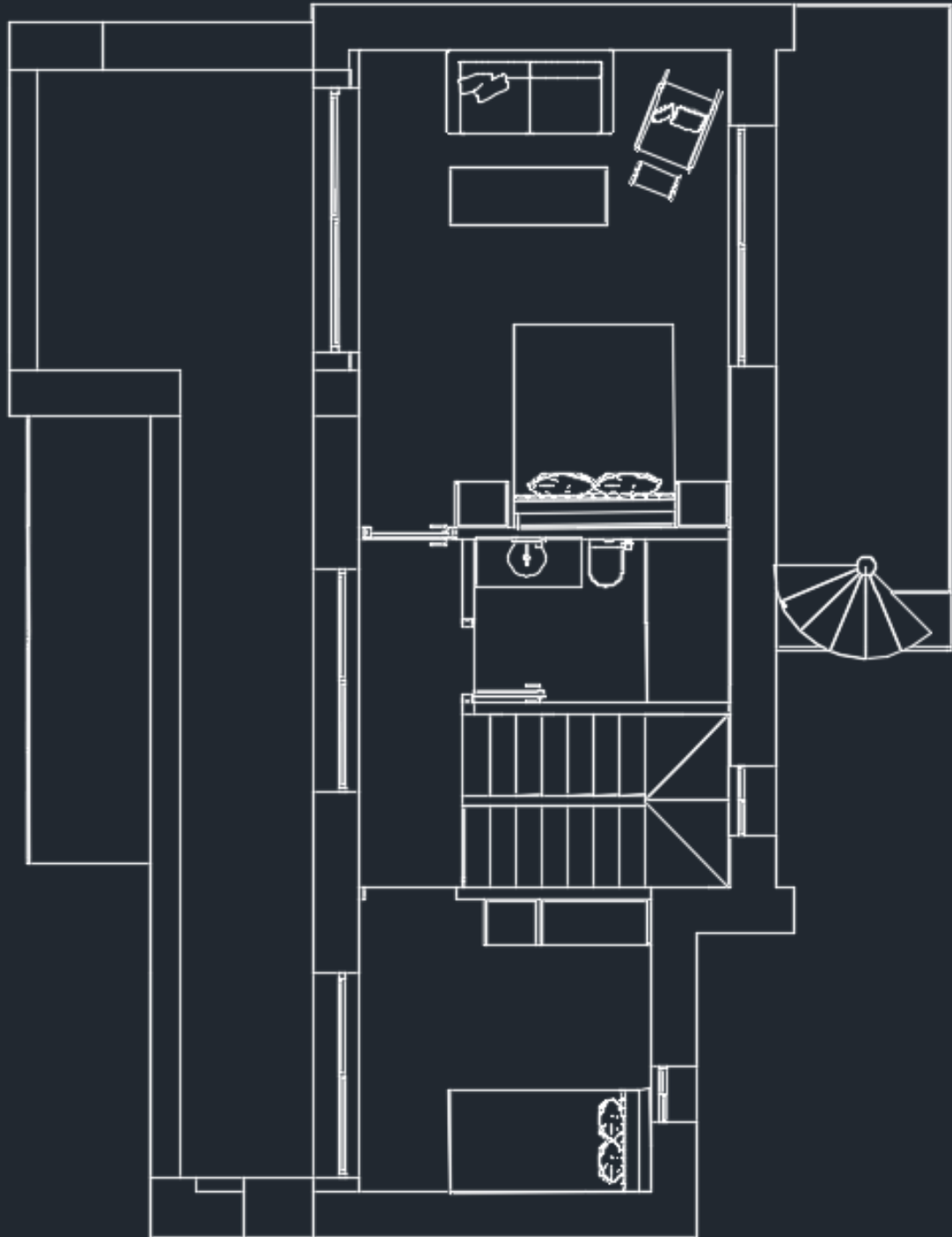
### **3.3 Γενική περιγραφή κτιρίου**

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

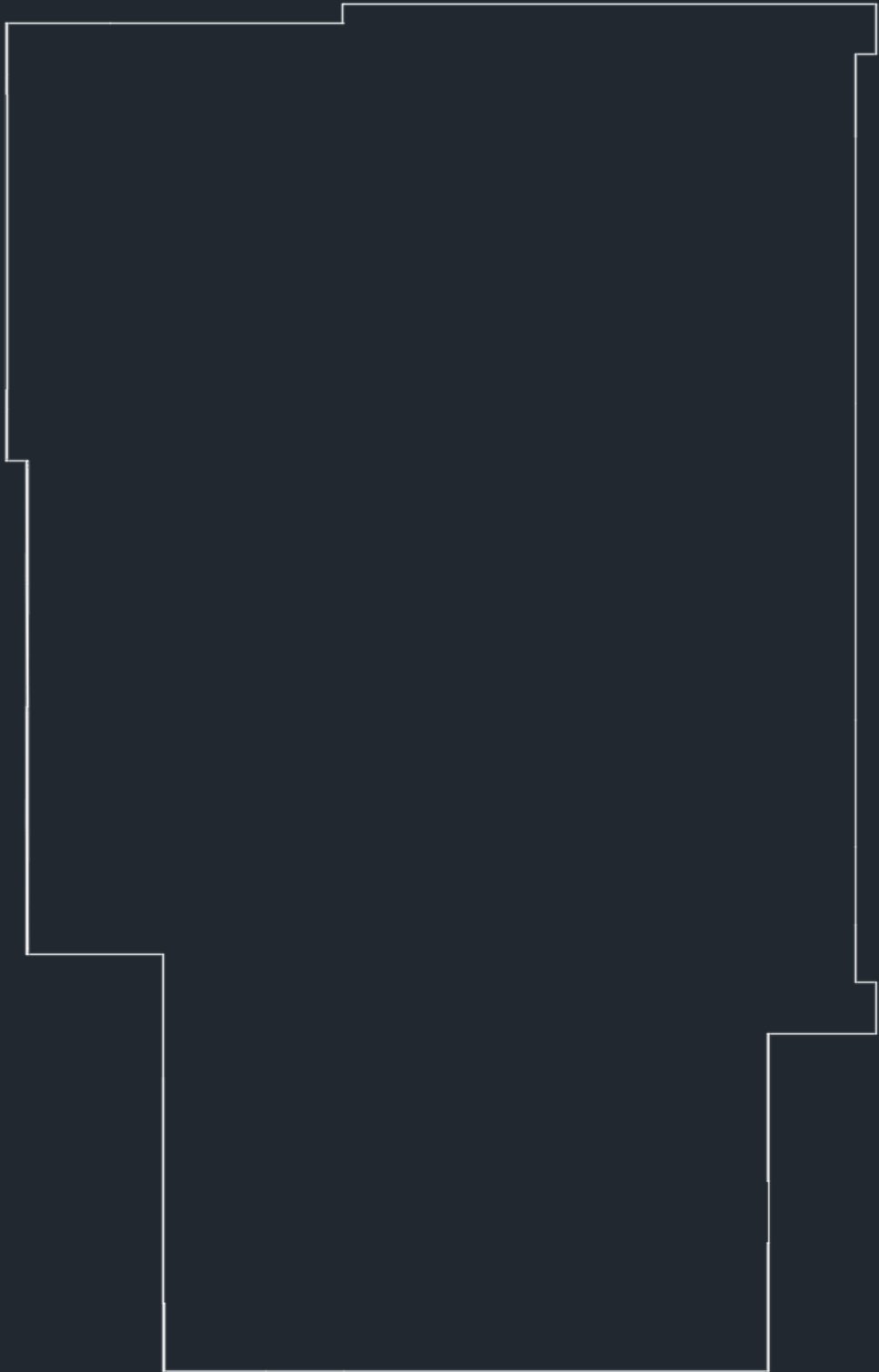
Κάτοψη Ισογείου



Κατοικία ορόφου



## Κατοχή δώματος



### 3.3.1 Γενικά στοιχεία κτιρίου

Το υπό μελέτη κτίριο θα ανεγερθεί στην περιοχή του Ωραιόκαστρου, συνοικία Γαλήνη Ν. Θεσσαλονίκης. Πρόκειται για κατοικία. Το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου θα διαφοροποιείται ως προς τις χρήσεις του και λαμβάνεται όπως ορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται αναλυτικά οι πραγματικές χρήσεις χώρων του κτιρίου ανά όροφο.

Πίνακας 1: Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτιρίου και επιφάνειες αυτών

Επιφάνεια επιμέρους χώρων κτιρίου σε m <sup>2</sup>		
Βασικές κατηγορίες κτιρίων	Ζώνη 1 [m <sup>2</sup> ]	Σύνολο [m <sup>2</sup> ]
Κατοικίας	164.65	164.65

### 3.3.2 Τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού του κτιρίου

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

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

Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεκμηρίωση, σύμφωνα πάντα με το Κ.Εν.Α.Κ. Ακόμη, σύμφωνα με το άρθρο 11 του Κ.Εν.Α.Κ. τα περιεχόμενα της ενεργειακής μελέτης τα οποία λαμβάνονται υπόψη και για τον ενεργειακό σχεδιασμό είναι τα ακόλουθα:

- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.).
- Τεκμηρίωση της χωροθέτησης και προσανατολισμού του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση.
- Τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος.
- Τεκμηρίωση του σχεδιασμού και χωροθέτησης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό).

- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
- Περιγραφή λειτουργίας των παθητικών ηλιακών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο: υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους κατακόρυφης / κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30° από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης.
- Περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για:
  - την 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο: μικρότερη διάρκεια ημέρας και χαμηλότερη θέση ήλιου).
  - την 21<sup>η</sup> Ιουνίου, (θερινό ηλιοστάσιο: μεγαλύτερη διάρκεια ημέρας και υψηλότερη θέση ήλιου).
- Γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.
- Σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θερμομονωτικής στρώσης, των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου (κατόψεις, όψεις, τομές).

### 3.3.3 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο

Το κτίριο θα ανεγερθεί εντός του πυκνοκατοικημένου αστικού ιστού μη επιτρέποντας ουσιαστικά τη βέλτιστη εκμετάλλευση των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Παρ' όλα αυτά, η τοποθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο θα γίνει με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να γίνει δυνατή η μερική τουλάχιστον εκμετάλλευση των βασικών κλιματικών παραμέτρων. Η χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο θα γίνει ώστε στη βόρεια όψη του να τοποθετηθούν ελάχιστα ανοίγματα. Αντίθετα, στη νότια όψη ο σχεδιασμός θα εκμεταλλευτεί το γεγονός ότι τα απέναντι κτίρια είναι χαμηλότερα και σε μεγάλη απόσταση.

### 3.3.4 Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτίριο

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

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

### **3.3.5 Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων**

Ως μέσο ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων επιλέχθηκαν οι πρόβολοι. Σε συνδυασμό με την κινητή ηλιοπροστασία, η οποία όμως δεν λαμβάνεται υπόψη κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου θεωρούνται ότι προσφέρουν επαρκή προστασία. Πιο συγκεκριμένα, ο σκιασμός που προσφέρεται στο κτίριο φαίνεται αναλυτικά για κάθε άνοιγμα, για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων (ENAK 3 - ENAK 5). Για τα ανατολικά ανοίγματα δίνεται ο σκιασμός στις 09:00, για τα νότια στις 12:00 και για τα δυτικά στις 15:00. Σε όλα τα σχέδια δίνεται το ηλιακό αζιμούθιο για τις ίδιες μέρες και ώρες. Οι συντελεστές σκίασης των ανοιγμάτων φαίνονται στα επισυναπτόμενα σχέδια. Οι γωνίες που αποτυπώνονται στο σχέδιο είναι οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς που έχουν υπολογιστεί.

### **3.3.6 Φυσικός φωτισμός**

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

### **3.3.7 Φυσικός δροσισμός**

Έχει γίνει προσπάθεια να τοποθετηθούν ανοίγματα σε όλους τους χώρους, τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φυσικό δροσισμό και διαμπερή αερισμό.

### **3.3.8 Παθητικά ηλιακά συστήματα κτιρίου**

Το παθητικό σύστημα που επιλέχθηκε να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό του κτιρίου είναι αυτό του άμεσου κέρδους. Όπως φαίνεται και στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων, κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται στο ελάχιστο. Έχει γίνει προσπάθεια ούτως ώστε το κτίριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

## **3.4 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων και κτιρίου**

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου κτιρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του παρακάτω πίνακα.



Πίνακας 2: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για διάφορα δομικά στοιχεία ανά κλιματική ζώνη

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,55	0,45	0,40	0,35
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,45	0,40	0,35	0,30
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,10	0,80	0,65	0,60
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,30	0,90	0,70	0,65
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,10	0,80	0,65	0,60
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,80	2,60	2,40	2,20
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,10	1,90	1,75	1,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,00	4,60	4,30	4,00
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,00	4,60	4,30	4,00
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	3,80	3,40	3,00	2,80

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 3.

Πίνακας 3: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός νεόδμητου κτιρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του

Λόγος A/V [m <sup>-1</sup> ]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U <sub>m</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
≤ 0,2	1,25	1,13	1,04	0,95
0,3	1,17	1,05	0,96	0,88
0,4	1,10	0,99	0,91	0,83

0,5	1,04	0,93	0,86	0,78
0,6	0,98	0,89	0,81	0,73
0,7	0,92	0,83	0,76	0,68
0,8	0,86	0,77	0,71	0,63
0,9	0,80	0,73	0,65	0,59
≥ 1,0	0,77	0,69	0,62	0,55

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 2.
2. Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου  $U_m$  και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια του πίνακα 3.

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

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \quad [3.1]$$

Όπου,

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

$\lambda_j$ : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ομογενούς και ισότροπου υλικού  $j$ ,

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

$R_\delta$ : η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

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

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \quad [3.2]$$

Όπου,

Uf: ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

Ug: ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

Af: το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

Ag: το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

Lg: το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

Ψg: 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:

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max} \quad [3.3]$$

Όπου

U: ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων [3.1] ή [3.2] και

$U_{\delta,\sigma,\max}$ : η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο όπως δίνεται στον πίνακα 2.

## **2) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου**

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

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \cdot U_j \cdot b + \sum_{i=1}^v l_i \cdot \Psi_i \cdot b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [3.4]$$

Όπου:

Aj: το εμβαδό δομικού στοιχείου j

Uj: ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j,

Ψi: ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας i,

li: το μήκος της θερμογέφυρας i και

b: μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$U_m \leq U_{m,max} \quad [3.5]$$

Όπου  $U_{m,max}$  είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου και δίνεται στον πίνακα 3.

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

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

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

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

Ο μειωτικός συντελεστής  $b$  υπολογίζεται με χρήση της σχέσης 2.25 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017. Εναλλακτικά, και για λόγους απλοποίησης, μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,5. Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η αναλυτική μέθοδος υπολογισμού των θερμογεφυρών.

### **3.5 Στοιχεία σχεδιασμού και κατασκευής κτιρίου**

Το κτίριο 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 2 για την Γ κλιματική ζώνη. Η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων και οι υπολογισμοί των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών του κτιρίου γίνεται έχοντας υπόψη τα εξής:

1. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και κατ' επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου είναι απαραίτητα όχι μόνο τα θερμικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θερμαινόμενων χώρων αλλά και των μη θερμαινόμενων σε επαφή με τους θερμαινόμενους.

2. Τα δομικά στοιχεία του κτιρίου που γειτνιάζουν με αλλά θερμαινόμενα κτίρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτιρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης θεωρούνται αδιαβατικά.
3. Τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτιρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτιρίου θεωρούνται αδιαβατικά.
4. Οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό τους και τον σκιασμό τους.
5. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, για κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από  $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , 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 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.

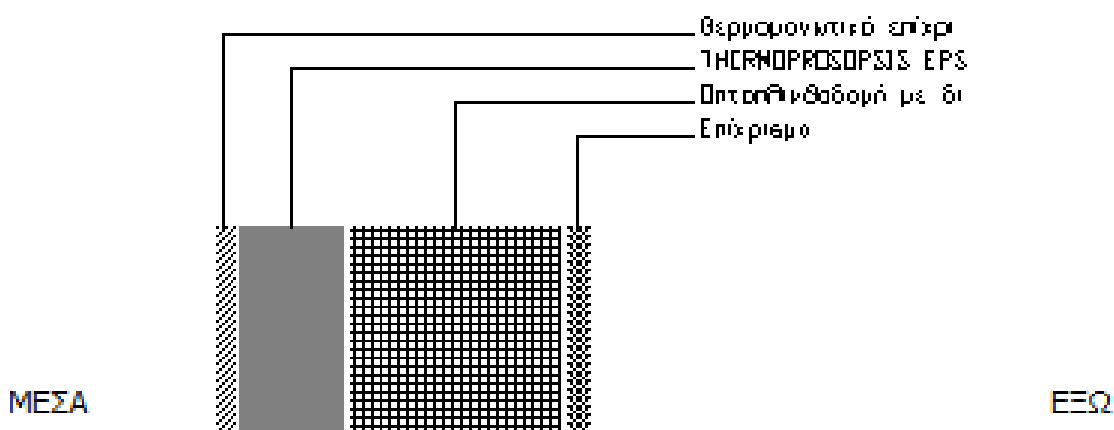
## 3.6 Υπολογισμοί

### 3.6.1 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

#### Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

#### Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

##### 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Ενεργειακή αυτόνομη τοιχοποιία εξωτερική (Ζώνη Γ)



Εικόνα 3.1: Διατομή εξωτερικής τοιχοποιίας

Πίνακας 4: Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής ( $R_L$ ) εξωτερικής τοιχοποιίας

Α/Α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος	Συντ. θερμ.	Θερμ.
		$\rho$	στρ. d	αγωγιμ. λ	αντίστ. d/λ
		kg/m <sup>3</sup>	m	W/(mK)	(m <sup>2</sup> K)/W
1	Θερμομονωτικό επίχρισμα (εξωτερικό)	<200	0.02	0.060	0.333
2	THERMOPROSOPSIS EPS 80	18	0.1	0.037	2.703
3	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτες	1200	0.2	0.450	0.444
4	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023
			<b><math>\Sigma d=0.340</math></b>		<b><math>R_L=3.503</math></b>

Πίνακας 5: Τιμές αντίστασης θερμικής μετάβασης

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

Πίνακας 6: Υπολογισμός αντίστασης θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	(m <sup>2</sup> K)/W	3.503
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{ολ}$	(m <sup>2</sup> K)/W	3.673

Πίνακας 7: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m <sup>2</sup> K)	0.272
Μέγιστος επιτρεπτός συντελεστής θερμοπερατότητας	$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.40

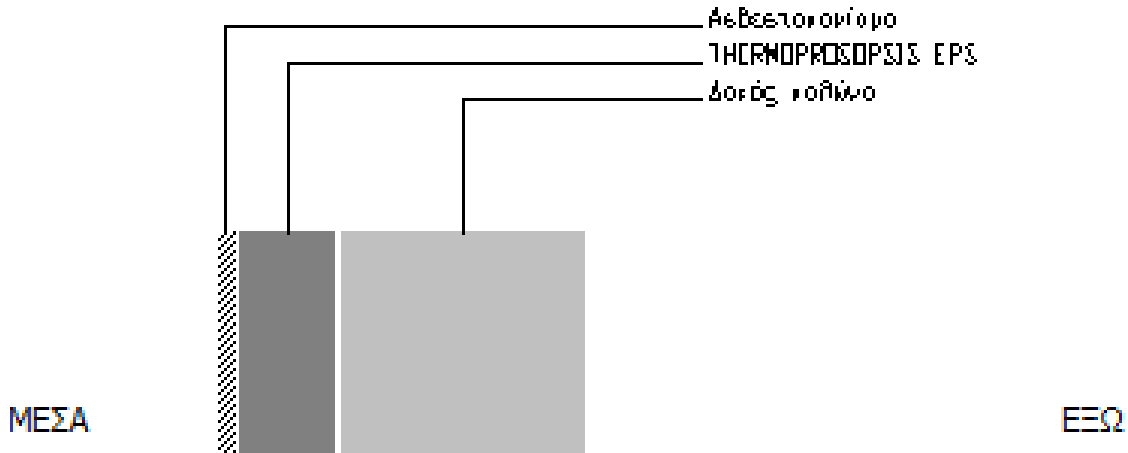
Πίνακας 8: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας

Πρέπει  $U \leq U_{max}$  **ΙΣΧΥΕΙ**

## Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

### Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

#### 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Ενεργειακή αυτόνομη τοιχοποιία δοκοί υποστυλώματα (Ζώνη Γ)



Εικόνα 3.2: Διατομή δοκών – υποστυλωμάτων

Πίνακας 9: Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής ( $R_L$ ) δοκών - υποστυλωμάτων

Α/Α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα	Πάχος στρ.	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		$\rho$	d		
		kg/m <sup>3</sup>	m	W/(mK)	(m <sup>2</sup> K)/W
1	Ασβεστοκονίαμα	1900	0.02	0.870	0.023
2	THERMOPROSOPSIS EPS 80	18	0.1	0.037	2.703
3	Δοκός - κολώνα	2400	0.25	2.035	0.123
			<b><math>\Sigma d=0.370</math></b>		<b><math>R_L=2.849</math></b>

Πίνακας 10: Υπολογισμός αντίστασης θερμοπερατότητας δοκών - υποστυλωμάτων

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.849
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{o\lambda}$	(m <sup>2</sup> K)/W	3.019

Πίνακας 11: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δοκών - υποστυλωμάτων

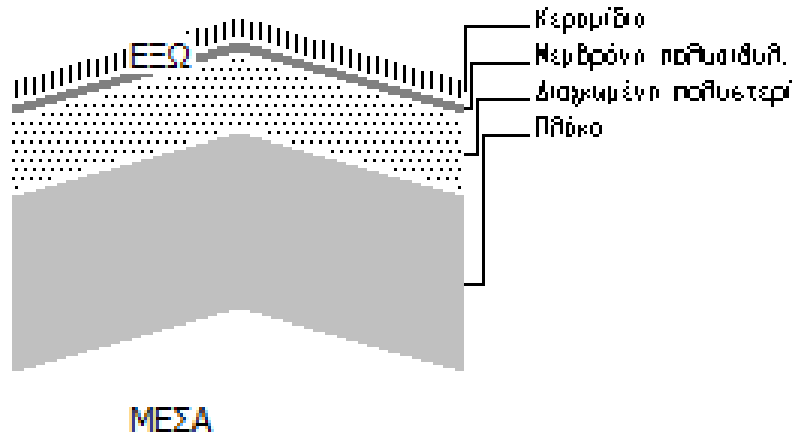
Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m <sup>2</sup> K)	0.331
Μέγιστος επιτρεπτός συντελεστής θερμοπερατότητας	$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.40

Πρέπει  $U \leq U_{max}$  **ΙΣΧΥΕΙ**

## Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

### Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

#### 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Ενεργειακή αυτόνομη στέγη (Ζώνη Γ)



Εικόνα 3.3: Διατομή στέγης

Πίνακας 12: Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής ( $R_L$ ) οροφής

Α/Α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. $d$	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda$
		$\text{kg/m}^3$	$\text{m}$	$\text{W}/(\text{mK})$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$
1	Κεραμίδια		0.02	0.400	0.050
2	Μεμβράνη πολυαιθύλ.		0.01	0.023	0.435
3	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκα		0.08	0.037	2.162
4	Πλάκα	2400	0.2	2.035	0.098
			<b><math>\Sigma d=0.310</math></b>		<b><math>R_L=2.745</math></b>

Πίνακας 13: Υπολογισμός αντίστασης θερμοπερατότητας οροφής

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.10
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.745
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.885

Πίνακας 14: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας οροφής

Συντελεστής θερμοπερατότητας	$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.347
Μέγιστος επιτρεπτός συντελεστής θερμοπερατότητας	$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.35

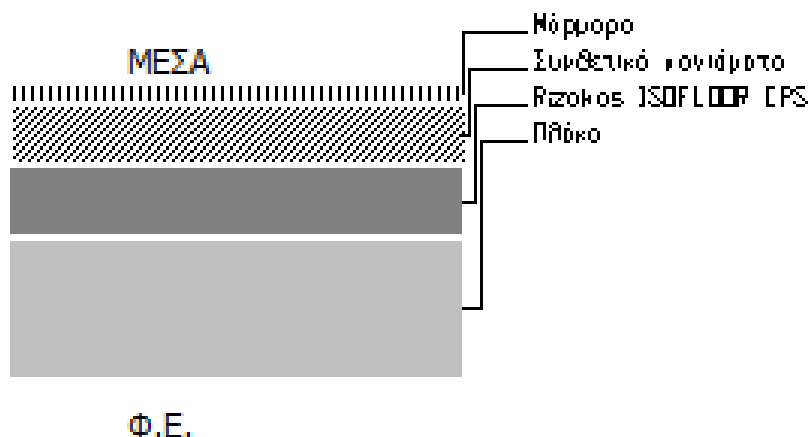
Πρέπει  $U \leq U_{\max}$  **ΙΣΧΥΕΙ**



## Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

### Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

#### 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο προς έδαφος (Ζώνη Γ)



Εικόνα 3.4: Διατομή δαπέδου

Πίνακας 15: Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής ( $R_L$ ) δαπέδου

Α/Α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. $d$	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda$
		$\text{kg/m}^3$	$\text{m}$	$\text{W}/(\text{mK})$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$
1	Μάρμαρο	2800	0.02	3.500	0.006
2	Συνθετικά κονιάματα	1800	0.08	0.870	0.092
3	Rizakos ISO FLOOR EPS 200	30	0.10	0.034	2.941
4	Πλάκα	2400	0.2	2.035	0.098
			<b><math>\Sigma d=0.400</math></b>		<b><math>R_L=3.137</math></b>

Πίνακας 16: Υπολογισμός αντίστασης θερμοπερατότητας δαπέδου

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	3.137
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	3.307

Πίνακας 17: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου

Συντελεστής θερμοπερατότητας	$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.302
Μέγιστος επιτρεπτός συντελεστής θερμοπερατότητας	$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.65

Πρέπει  $U \leq U_{\max}$  **ΙΣΧΥΕΙ**

### 3.6.2 Υπολογισμός ισοδύναμων συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος

Πλάκες σε επαφή με έδαφος

Πίνακας 18: Υπολογισμός ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας πλακών σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	Φύλ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Εμβαδό A [m <sup>2</sup> ]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]
Δάπεδο	4.5	0.302	86.440	43.050	4.016	0.0	0.230

### 3.6.3 Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις

Τύπος πλαισίου: Συνθετικό

**U<sub>f</sub> πλαισίου:** 2.6 W/m<sup>2</sup>K

**Τύπος υαλοπίνακα:** Διπλό διακένου 12mm (συνθ.ισ.πλ.12.5cm+μεμβράνη)

**U<sub>g</sub> υαλοπίνακα:** 1.4 W/m<sup>2</sup>K

**g υαλοπίνακα σε κάθε προσπτ.:** 0.67

**g υαλοπίνακα:** 0.60

**γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλου και πλαισίου Ψ<sub>g</sub>:** 0.08 W/mK

**μέσο πλάτος πλαισίου:** 0.125 m

Πίνακας 19: Εμβαδομέτρηση κουφωμάτων

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m <sup>2</sup> ]
A1	2.30	1.20	1	2.76
A2	1.79	1.20	1	2.15
A3	2.85	1.20	1	3.42
A4	4.78	1.20	1	5.74
A5	1.17	1.20	1	1.40
A6	2.20	1.20	1	2.64
A7	0.60	1.20	1	0.72
A8	1.00	1.20	1	1.20

A9	2.60	2.20	2	5.72
A10	2.85	2.20	2	6.27
A11	2.40	2.20	2	5.28
A12	2.20	2.20	2	4.84
A13	0.77	1.20	1	0.92

Πίνακας 20: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων

Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου [m <sup>2</sup> ]	Εμβαδό επ. ρολού [m <sup>2</sup> ]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m <sup>2</sup> ]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L <sub>g</sub> [m]	U κουφώματος [W/(m <sup>2</sup> K)]	g <sub>w</sub> κουφώματος
A1	0.81		1.95	29%	6.000	1.927	0.42
A2	0.69		1.46	32%	4.980	1.968	0.41
A3	0.95		2.47	28%	7.100	1.899	0.43
A4	1.43		4.30	25%	10.96	1.853	0.45
A5	0.53		0.87	38%	3.740	2.066	0.37
A6	0.79		1.85	30%	5.800	1.934	0.42
A7	0.39		0.33	54%	2.600	2.335	0.28
A8	0.49		0.71	41%	3.400	2.114	0.36
A9	1.63		4.10	28%	12.00	1.909	0.43
A10	1.69		4.58	27%	12.50	1.882	0.44
A11	1.58		3.71	30%	11.60	1.934	0.42
A12	1.53		3.32	32%	11.20	1.963	0.41
A13	0.43		0.49	47%	2.940	2.213	0.32

Πίνακας 21: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανά όροφο

Όροφος	Κουφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Τύπος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	U <sub>xA</sub> [W/K]	g <sub>w</sub>	Αριθμός επιφανειών
1	A1	1.17	1.20	A5	1.40	2.066	2.90	0.37	1
	N1	2.20	1.20	A6	2.64	1.934	5.11	0.42	1
	B1	0.60	1.20	A7	0.72	2.335	1.68	0.28	1
	B2	1.00	1.20	A8	1.20	2.114	2.54	0.36	1
	Δ1	2.30	1.20	A1	2.76	1.927	5.32	0.42	1
	Δ2	1.79	1.20	A2	2.15	1.968	4.23	0.41	1
	N2	2.85	1.20	A3	3.42	1.899	6.49	0.43	1
	N3	4.78	1.20	A4	5.74	1.853	10.63	0.45	1
2	B1	0.60	1.20	A7	0.72	2.335	1.68	0.28	1
	B2	2.60	2.20	A9	5.72	1.909	10.92	0.43	1
	B3	0.77	1.20	A13	0.92	2.213	2.04	0.32	1
	N1	2.85	2.20	A10	6.27	1.882	11.80	0.44	1
	N2	2.40	2.20	A11	5.28	1.934	10.21	0.42	1
	N3	2.20	2.20	A12	4.84	1.963	9.50	0.41	1

Πίνακας 22: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων

Όροφος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Σ(UxA) [W/K]	n	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	n x Σ(UxA) [W/K]
	20.03	38.89	1	20.03	38.89
	23.75	46.16	1	23.75	46.16
Συνολικά				43.78	85.05

### 3.6.4 Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία

Ζώνη: 1

Όροφος: 1

Προσανατολισμός: A

Πίνακας 23: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας ανατολικού προσανατολισμού 1<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό Στοιχείο		Τοιχοποιία	
Φύλ.	1.10	U=	0.272
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	1.50	3	4.50
2	-1.17	1.20	-1.40
3	-1.50	0.50	-0.75
4	5.90	3	17.70
5	-5.90	0.50	-2.95
6	0.85	3	2.55
7	-0.85	0.50	-0.43
		ΣΑ =	19.22

Ζώνη: 1

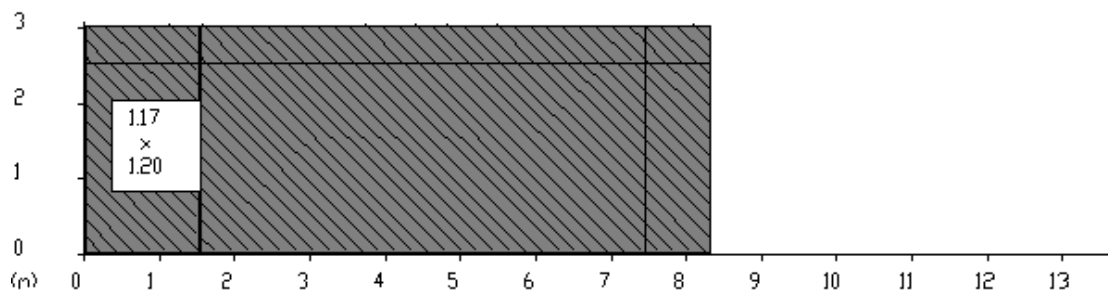
Όροφος: 1

Προσανατολισμός: A

Πίνακας 24: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων ανατολικού προσανατολισμού 1<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό στοιχείο		Δοκοί - Υποστυλώματα	
Φύλ.:	1.11	U=	0.331
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	1.50	0.50	0.75
2	5.90	0.50	2.95
3	0.85	0.50	0.43
		ΣΑ =	4.13

ΤΟΙΧΟΙ : 23.35 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 0.00 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 1.40 m<sup>2</sup>



Εικόνα 3.5: Μορφή ανατολικής όψης κτιρίου 1<sup>ου</sup> ορόφου

Ζώνη: 1

Όροφος: 1

Προσανατολισμός: N

Πίνακας 25: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας νότιου προσανατολισμού 1<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό στοιχείο		Τοιχοποιία	
Φυλ.:	1.10	U=	0.272
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	3.75	3	11.25
2	-2.20	1.20	-2.64
3	-3.75	0.50	-1.88
4	4.25	3	12.75
5	-2.85	1.20	-3.42
6	-4.25	0.50	-2.13
7	5.15	3	15.45
8	-4.78	1.20	-5.74
9	-5.15	0.50	-2.58
		ΣΑ =	21.07

Ζώνη: 1

Όροφος: 1

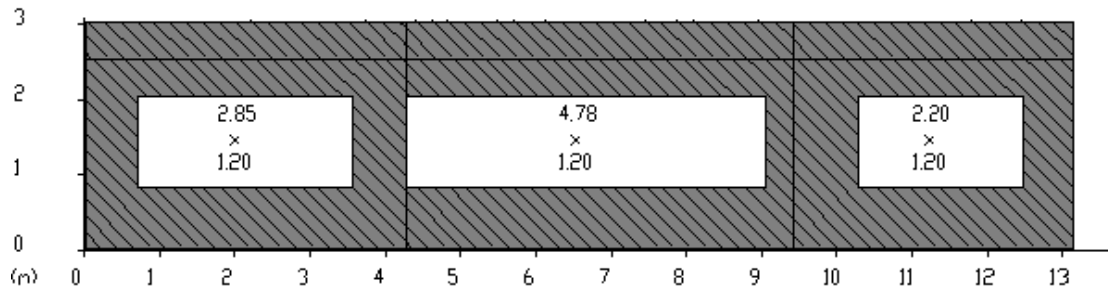
Προσανατολισμός: N

Πίνακας 26: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων νότιου προσανατολισμού 1<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικά στοιχεία		Δοκοί - Υποστυλώματα	
Φυλ.:	1.11	U=	0.331
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	3.75	0.50	1.88

2	4.25	0.50	2.13
3	5.15	0.50	2.58
		ΣΑ =	6.58

ΤΟΙΧΟΙ : 27.65 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 0.00 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 11.80 m<sup>2</sup>



Εικόνα 3.6: Μορφή νότιας όψης κτιρίου 1<sup>ου</sup> ορόφου

Ζώνη: 1

Όροφος: 1

Προσανατολισμός: Δ

Πίνακας 27: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας δυτικού προσανατολισμού 1<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό στοιχείο		Τοιχοποιία	
Φυλ.:	1.10	U=	0.272
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	5.00	3	15.00
2	-2.30	1.20	-2.76
3	-5.00	0.50	-2.50
4	3.30	3	9.90
5	-1.79	1.20	-2.15
6	-3.30	0.50	-1.65
		ΣΑ =	15.84

Ζώνη: 1

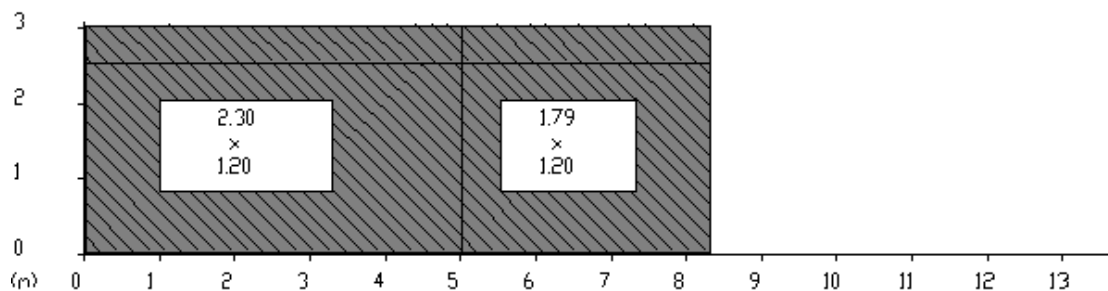
Όροφος: 1

Προσανατολισμός: Δ

Πίνακας 28: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων δυτικού προσανατολισμού 1<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό στοιχείο		Δοκοί - Υποστυλώματα	
Φυλ.:	1.11	U=	0.331
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	5.00	0.50	2.50
2	3.30	0.50	1.65
		ΣΑ =	4.15

ΤΟΙΧΟΙ : 19.99 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 0.00 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 4.91 m<sup>2</sup>



Εικόνα 3.7: Μορφή δυτικής όψης κτιρίου 1<sup>ου</sup> ορόφου

Ζώνη: 1

Όροφος: 1

Προσανατολισμός: Β

Πίνακας 29: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας βόρειου προσανατολισμού 1<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό στοιχείο		Τοιχοποιία	
Φύλ.:	1.10	U=	0.272
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	3.30	3	9.90
2	-0.60	1.20	-0.72
3	-3.30	0.50	-1.65
4	10.05	3	30.15
5	-1.00	1.20	-1.20
6	-10.05	0.50	-5.03
		ΣΑ =	31.45

Ζώνη: 1

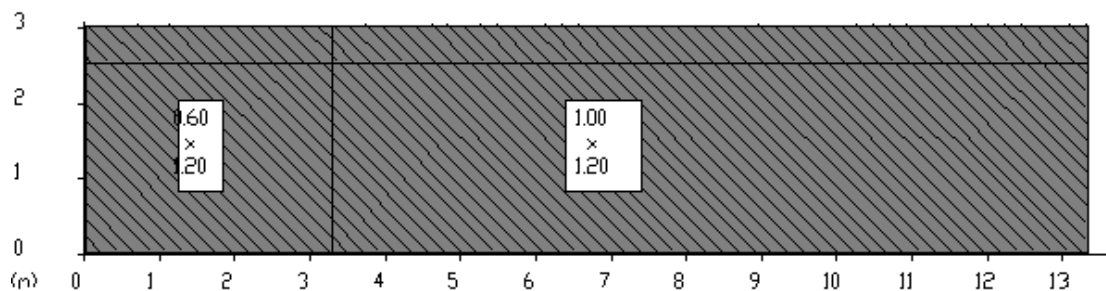
Όροφος: 1

Προσανατολισμός: Β

Πίνακας 30: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων βόρειου προσανατολισμού 1<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό στοιχείο		Δοκοί - Υποστυλώματα	
Φύλ.:	1.11	U=	0.331
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	3.30	0.50	1.65
2	10.05	0.50	5.03
		ΣΑ =	6.68

ΤΟΙΧΟΙ : 38.13 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 0.00 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 1.92 m<sup>2</sup>



Εικόνα 3.8: Μορφή βόρειας όψης κτιρίου 1<sup>ου</sup> ορόφου

Πίνακας 31: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων 1<sup>ου</sup> ορόφου για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας και ενεργειακής απόδοσης

Προσανατολισμός	Δομικό στοιχείο	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	B	ΣbxAxU [W/K]
A	Τοιχοποιία	0.272	19.22	1	5.23
A	Δοκοί - Υποστυλώματα	0.331	4.13	1	1.37
N	Τοιχοποιία	0.272	21.07	1	5.73
N	Δοκοί - Υποστυλώματα	0.331	6.58	1	2.18
Δ	Τοιχοποιία	0.272	15.84	1	4.31
Δ	Δοκοί - Υποστυλώματα	0.331	4.15	1	1.37
B	Τοιχοποιία	0.272	31.45	1	8.55
B	Δοκοί - Υποστυλώματα	0.331	6.68	1	2.21
			109.11		30.95

Ζώνη: 1

Όροφος: 2

Προσανατολισμός: A

Πίνακας 32: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας ανατολικού προσανατολισμού 2<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό στοιχείο		Τοιχοποιία	
Φύλ.:	1.10	U=	0.272
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	0.85	3	2.55
2	-0.85	0.50	-0.43
3	4.15	3	12.45
4	-4.15	0.50	-2.08
		ΣΑ =	12.49

Ζώνη: 1

Όροφος: 2

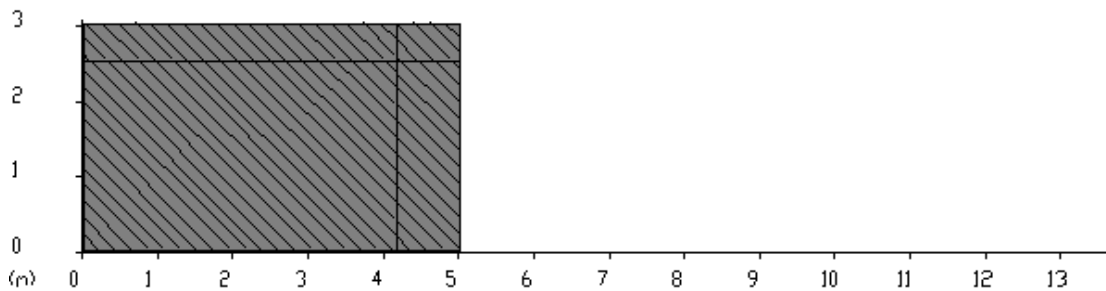
Προσανατολισμός: A



Πίνακας 33: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων ανατολικού προσανατολισμού 2<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό Στοιχείο		Δοκοί - Υποστυλώματα	
Φύλ.:	1.11	U=	0.331
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	0.85	0.50	0.43
2	4.15	0.50	2.08
		ΣΑ =	2.50

ΤΟΙΧΟΙ : 14.99 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 0.00 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>



Εικόνα 3.9: Μορφή ανατολικής όψης κτιρίου 2<sup>ου</sup> ορόφου

Ζώνη: 1

Όροφος: 2

Προσανατολισμός: N

Πίνακας 34: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας νότιου προσανατολισμού 2<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό Στοιχείο		Τοιχοποιία	
Φυλ.:	1.10	U=	0.272
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	13.30	3	39.90
2	-2.85	2.20	-6.27
3	-2.40	2.20	-5.28
4	-2.20	2.20	-4.84
5	-13.30	0.50	-6.65
		ΣΑ =	16.86

Ζώνη: 1

Όροφος: 2

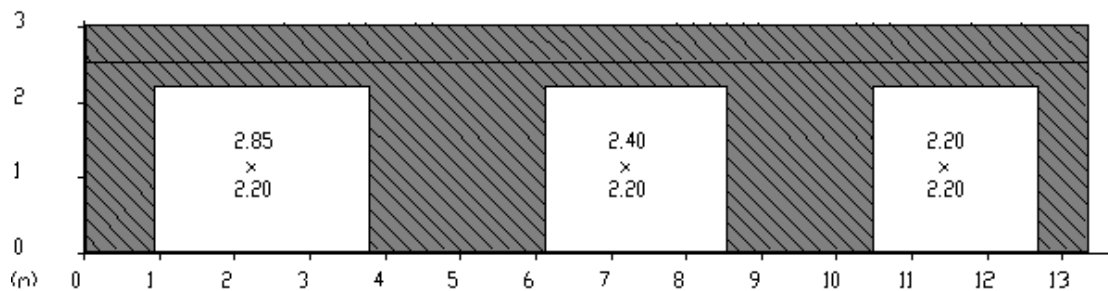
Προσανατολισμός: N

Πίνακας 35: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων νότιου προσανατολισμού 2<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό στοιχείο		Δοκοί - Υποστυλώματα	
Φυλ.:	1.11	U=	0.331
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	13.30	0.50	6.65

		ΣΑ =	6.65
--	--	------	------

ΤΟΙΧΟΙ : 23.51 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 0.00 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 16.39 m<sup>2</sup>



Εικόνα 3.10: Μορφή νότιας όψης κτιρίου 2<sup>ου</sup> ορόφου

Ζώνη: 1

Όροφος: 2

Προσανατολισμός: Δ

Πίνακας 36: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας δυτικού προσανατολισμού 2<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό στοιχείο		Τοιχοποιία	
Φύλ.:	1.10	U=	0.272
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	5.00	3	15.00
2	-5.00	0.50	-2.50
		ΣΑ =	12.50

Ζώνη: 1

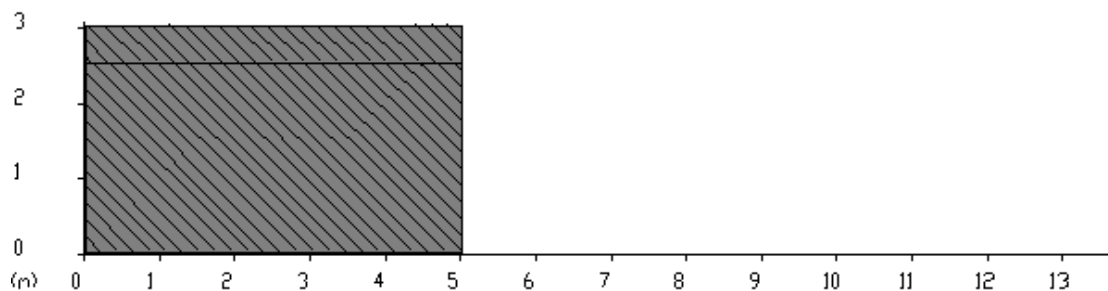
Όροφος: 2

Προσανατολισμός: Δ

Πίνακας 37: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων δυτικού προσανατολισμού 2<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό στοιχείο		Δοκοί - Υποστυλώματα	
Φύλ.:	1.11	U=	0.331
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	5.00	0.50	2.50
		ΣΑ =	2.50

ΤΟΙΧΟΙ : 15.00 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 0.00 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>



Εικόνα 3.11: Μορφή δυτικής όψης κτιρίου 2<sup>ου</sup> ορόφου

Ζώνη: 1

Όροφος: 2

Προσανατολισμός: Β

Πίνακας 38: Εμβαδομέτρηση τοιχοποιίας βόρειου προσανατολισμού 2<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό Στοιχείο		Τοιχοποιία	
Φύλ.:	1.10	U=	0.272
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	3.30	3	9.90
2	-0.60	1.20	-0.72
3	-3.30	0.50	-1.65
4	10.05	3	30.15
5	-2.60	2.20	-5.72
6	-0.77	1.20	-0.92
7	-10.05	0.50	-5.03
		ΣΑ =	26.01

Ζώνη: 1

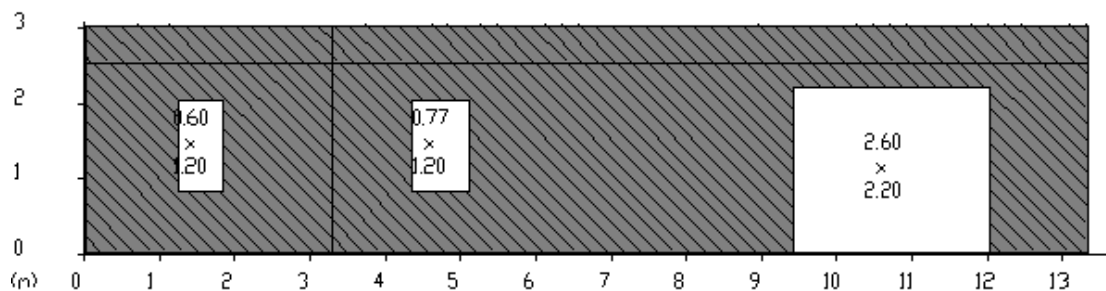
Όροφος: 2

Προσανατολισμός: Β

Πίνακας 39: Εμβαδομέτρηση δοκών – υποστυλωμάτων βόρειου προσανατολισμού 2<sup>ου</sup> ορόφου

Δομικό στοιχείο		Δοκοί - Υποστυλώματα	
Φύλ.:	1.11	U=	0.331
A/A	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	3.30	0.50	1.65
2	10.05	0.50	5.03
		ΣΑ =	6.68

ΤΟΙΧΟΙ : 32.69 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 0.00 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 7.36 m<sup>2</sup>



Εικόνα 3.12: Μορφή βόρειας όψης κτιρίου 2<sup>ου</sup> ορόφου

Πίνακας 40: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων 2ου ορόφου για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας και ενεργειακής απόδοσης

Προσανατολισμός	Δομικό Στοιχείο	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	B	ΣbxAxU [W/K]
A	Τοιχοποιία	0.272	12.49	1	3.40
A	Δοκοί - Υποστυλώματα	0.331	2.50	1	0.83
N	Τοιχοποιία	0.272	16.86	1	4.59
N	Δοκοί - Υποστυλώματα	0.331	6.65	1	2.20
Δ	Τοιχοποιία	0.272	12.50	1	3.40
Δ	Δοκοί - Υποστυλώματα	0.331	2.50	1	0.83
B	Τοιχοποιία	0.272	26.01	1	7.07
B	Δοκοί - Υποστυλώματα	0.331	6.68	1	2.21
			86.19		24.52

### 3.6.5 Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία

Ζώνη: 1

Όροφος: 1

Δάπεδο προς έδαφος

Πίνακας 41: Εμβαδομέτρηση δαπέδου προς έδαφος

Δομικό Στοιχείο		Δάπεδο προς έδαφος	
Φύλ.:	4.5	U' =	0.230
Τμήμα	Πλάτος [m]	Μήκος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	1	86.44	86.44
			86.44

Ζώνη: 1

Όροφος: 2

Οροφή

Πίνακας 42: Εμβαδομέτρηση οροφής

Δομικό Στοιχείο		Οροφή	
Φύλλ:	2.4	U'=	0.347
Τμήμα	Πλάτος [m]	Μήκος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	1	58.07	58.07
			58.07

Πίνακας 43: Συγκεντρωτικά στοιχεία οριζόντιων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας και ενεργειακής απόδοσης

Όροφος	Δομικό Στοιχείο	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
1	Δάπεδο	86.44	0.230	19.88	1.000	19.88
2	Οροφή	58.07	0.347	20.15	1.000	20.15
		144.51				40.03

### 3.6.6 Διαφανή δομικά στοιχεία

Πίνακας 44: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανά όροφο για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Κουφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Τύπος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	b	b x U x A [W/K]
1	A1	1.17	1.20	A5	1.40	2.066	1	2.90
	N1	2.20	1.20	A6	2.64	1.934	1	5.11
	B1	0.60	1.20	A7	0.72	2.335	1	1.68
	B2	1.00	1.20	A8	1.20	2.114	1	2.54
	Δ1	2.30	1.20	A1	2.76	1.927	1	5.32
	Δ2	1.79	1.20	A2	2.15	1.968	1	4.23
	N2	2.85	1.20	A3	3.42	1.899	1	6.49
2	N3	4.78	1.20	A4	5.74	1.853	1	10.63
	B1	0.60	1.20	A7	0.72	2.335	1	1.68
	B2	2.60	2.20	A9	5.72	1.909	1	10.92
	B3	0.77	1.20	A13	0.92	2.213	1	2.04
	N1	2.85	2.20	A10	6.27	1.882	1	11.80
	N2	2.40	2.20	A11	5.28	1.934	1	10.21
N3	2.20	2.20	A12	4.84	1.963	1	9.50	

Πίνακας 45: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Εμβαδό	b x Σ(U x A)	n	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	n x b x Σ(U x A)
--------	--------	--------------	---	----------------------	------------------

	[m <sup>2</sup> ]	[W/K]			[W/K]
1	20.03	38.89	1	20.03	38.89
2	23.75	46.16	1	23.75	46.16
Συνολικά				43.78	85.05

### 3.6.7 Μη θερμαινόμενοι χώροι

Θερμογέφυρες

Ζώνη: 1

Πίνακας 46: Συγκεντρωτικά στοιχεία θερμογεφυρών για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας και της ενεργειακής απόδοσης

A/A	Επίπεδο	Κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	Σ(bxIxΨ) [W/K]
1	1	ΥΠ - 17	0.200	1.17	1	0.2
2	1	ΥΠ - 17	0.200	1.17	1	0.2
3	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
4	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
5	1	ΔΦ - 13	0.200	1.52	1	0.3
6	1	ΔΦ - 13	0.200	1.52	1	0.3
7	1	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
8	1	ΥΠ - 17	0.200	2.20	1	0.4
9	1	ΥΠ - 17	0.200	2.20	1	0.4
10	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
11	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
12	1	ΔΦ - 13	0.200	3.73	1	0.7
13	1	ΔΦ - 13	0.200	3.73	1	0.7
14	1	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
15	1	ΔΦ - 13	0.200	5.90	1	1.2
16	1	ΔΦ - 13	0.200	5.90	1	1.2
17	1	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
18	1	ΥΠ - 17	0.200	0.60	1	0.1
19	1	ΥΠ - 17	0.200	0.60	1	0.1
20	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
21	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
22	1	ΔΦ - 13	0.200	3.28	1	0.7
23	1	ΔΦ - 13	0.200	3.28	1	0.7
24	1	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
25	1	ΔΦ - 13	0.200	0.86	1	0.2
26	1	ΔΦ - 13	0.200	0.86	1	0.2
27	1	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
28	1	ΥΠ - 17	0.200	1.00	1	0.2
29	1	ΥΠ - 17	0.200	1.00	1	0.2
30	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
31	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
32	1	ΔΦ - 13	0.200	10.03	1	2.0
33	1	ΔΦ - 13	0.200	10.03	1	2.0

34	1	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
35	1	ΥΠ - 17	0.200	2.30	1	0.5
36	1	ΥΠ - 17	0.200	2.30	1	0.5
37	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
38	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
39	1	ΔΦ - 13	0.200	5.00	1	1.0
40	1	ΔΦ - 13	0.200	5.00	1	1.0
41	1	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
42	1	ΥΠ - 17	0.200	1.79	1	0.4
43	1	ΥΠ - 17	0.200	1.79	1	0.4
44	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
45	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
46	1	ΔΦ - 13	0.200	3.28	1	0.7
47	1	ΔΦ - 13	0.200	3.28	1	0.7
48	1	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
49	1	ΥΠ - 17	0.200	2.85	1	0.6
50	1	ΥΠ - 17	0.200	2.85	1	0.6
51	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
52	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
53	1	ΔΦ - 13	0.200	4.25	1	0.9
54	1	ΔΦ - 13	0.200	4.25	1	0.9
55	1	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
56	1	ΥΠ - 17	0.200	4.78	1	1.0
57	1	ΥΠ - 17	0.200	4.78	1	1.0
58	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
59	1	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
60	1	ΔΦ - 13	0.200	5.13	1	1.0
61	1	ΔΦ - 13	0.200	5.13	1	1.0
62	1	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
63	2	ΥΠ - 17	0.200	0.60	1	0.1
64	2	ΥΠ - 17	0.200	0.60	1	0.1
65	2	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
66	2	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
67	2	ΔΦ - 13	0.200	3.28	1	0.7
68	2	ΔΦ - 13	0.200	3.28	1	0.7
69	2	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
70	2	ΔΦ - 13	0.200	0.86	1	0.2
71	2	ΔΦ - 13	0.200	0.86	1	0.2
72	2	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
73	2	ΥΠ - 17	0.200	2.60	1	0.5
74	2	ΛΠ - 17	0.150	2.20	1	0.3
75	2	ΛΠ - 17	0.150	2.20	1	0.3
76	2	ΥΠ - 17	0.200	0.77	1	0.2
77	2	ΥΠ - 17	0.200	0.77	1	0.2
78	2	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
79	2	ΛΠ - 21	0.050	1.20	1	0.1
80	2	ΔΦ - 13	0.200	10.03	1	2.0
81	2	ΔΦ - 13	0.200	10.03	1	2.0

82	2	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
83	2	ΔΦ - 13	0.200	5.00	1	1.0
84	2	ΔΦ - 13	0.200	5.00	1	1.0
85	2	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
86	2	ΥΠ - 17	0.200	2.85	1	0.6
87	2	ΛΠ - 17	0.150	2.20	1	0.3
88	2	ΛΠ - 17	0.150	2.20	1	0.3
89	2	ΥΠ - 17	0.200	2.40	1	0.5
90	2	ΛΠ - 17	0.150	2.20	1	0.3
91	2	ΛΠ - 17	0.150	2.20	1	0.3
92	2	ΥΠ - 17	0.200	2.20	1	0.4
93	2	ΛΠ - 17	0.150	2.20	1	0.3
94	2	ΛΠ - 17	0.150	2.20	1	0.3
95	2	ΔΦ - 13	0.200	13.31	1	2.7
96	2	ΔΦ - 13	0.200	13.31	1	2.7
97	2	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
98	2	ΔΦ - 13	0.200	4.13	1	0.8
99	2	ΔΦ - 13	0.200	4.13	1	0.8
100	2	ΞΓ - 4	-0.15	2.50	1	-0.4
				286.95		38.9

### 3.6.8 Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) του κτιρίου

Πίνακας 47: Υπολογισμός θερμινόμενου όγκου κτιρίου

Θερμική Ζώνη	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Ύψος [m]	Όγκος [m <sup>3</sup> ]
Ζώνη 1	164.65	3.97	654
Συνολικά			654

Πίνακας 48: Συγκεντρωτικά δεδομένα δομικών στοιχείων για τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας

	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	Σ[ $b \times U \times A$ ] [W/K] ή Σ[ $b \times \Psi \times l$ ] [W/K]
Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	195.3	55.5
Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	144.5	40.0
Διαφανή δομικά στοιχεία	43.8	85.1
Θερμογέφυρες	-	38.9
Συνολικά	383.6	219.5



$$\Sigma A/V=383.58(\text{m}^2)/653.64(\text{m}^3)=0.587$$

Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,\max} 0.817[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$

Πραγματοποιούμενο  $U_m=219.5(\text{W/K})/383.58(\text{m}^2)=0.572<0.817[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$

### 3.6.9 Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

Πίνακας 49: Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανά όροφο για τον υπολογισμό του αθέλητου αερισμού

Όροφος	Τύπος	Κουφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)]	Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /h]
1	Παράθυρο	A5	1.17	1.20	1.40	6.80	10
	Παράθυρο	A6	2.20	1.20	2.64	6.80	18
	Παράθυρο	A7	0.60	1.20	0.72	6.80	5
	Παράθυρο	A8	1.00	1.20	1.20	6.80	8
	Παράθυρο	A1	2.30	1.20	2.76	6.80	19
	Παράθυρο	A2	1.79	1.20	2.15	6.80	15
	Παράθυρο	A3	2.85	1.20	3.42	6.80	23
	Παράθυρο	A4	4.78	1.20	5.74	6.80	39
2	Παράθυρο	A7	0.60	1.20	0.72	6.80	5
	Παράθυρο	A9	2.60	2.20	5.72	6.80	39
	Παράθυρο	A13	0.77	1.20	0.92	6.80	6
	Παράθυρο	A10	2.85	2.20	6.27	6.80	43
	Παράθυρο	A11	2.40	2.20	5.28	6.80	36
	Παράθυρο	A12	2.20	2.20	4.84	6.80	33
Συνολικά							298

### 3.7 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας αδιαφανών δομικών στοιχείων κτιρίου

Στον πίνακα 49 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.. Στο Τεύχος Υπολογισμών (ενότητα 3.6 που προηγήθηκε παραπάνω) δίνονται αναλυτικά οι υπολογισμοί των συντελεστών θερμοπερατότητας.

Πίνακας 50: Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου

Δομικό στοιχείο	Φύλλο ελέγχου	$U[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$	$U_{\max}[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$
Ενεργειακή αυτόνομη	1.10	0.272	0.40

τοιχοποιία εξωτερική			
Ενεργειακή αυτόνομη τοιχοποιία δοκοί υποστυλώματα	1.11	0.331	0.40
Ενεργειακή αυτόνομη στέγη	2.4	0.347	0.35
Ενεργειακή αυτόνομη δάπεδο προς έδαφος	4.5	0.302	0.65

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

Με βάση τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου και τον υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας  $U'$  και όχι αυτοί που δίνονται στον πίνακα 49. Ο αναλυτικός υπολογισμός τους γίνεται βάσει της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 και δίνεται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Στον πίνακα 50 δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές  $U'$  των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.

**Πίνακας 51: Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου**

Δομικό στοιχείο	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Εμβαδό A [m <sup>2</sup> ]	Μέσο Βάθος έδρασης z [m]	$U'$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
Δ5	0.302	86.440	0.0	0.230

### 3.8 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας διαφανών δομικών στοιχείων κτιρίου

Το κτίριο θα λειτουργήσει ως Μονοκατοικία. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τη Γ κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας  $U \leq 2.4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Για τα κουφώματα επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή, με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_f = 2.4 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ , όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και

μέσου πλάτους πλαισίου ....cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-12-4 με επίστρωση χαμηλής εκπομπής (low\_e) στη θέση 2 και αέρα στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι  $U_g=1.2. W/(m^2K)$  όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό.

Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της σχέσης 3.2 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017. Οι υπολογισμοί αυτοί καταγράφηκαν αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που προηγήθηκε. Στον πίνακα 51 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του κτιρίου. Όπως φαίνεται 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 52: Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων**

A/a κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m <sup>2</sup> ]	U κουφώματος [W/(m <sup>2</sup> K)]	U max [W/(m <sup>2</sup> K)]
1	1.17	1.20	1.40	2.066	2.4
2	2.20	1.20	2.64	1.934	
3	0.60	1.20	0.72	2.335	
4	1.00	1.20	1.20	2.114	
5	2.30	1.20	2.76	1.927	
6	1.79	1.20	2.15	1.968	
7	2.85	1.20	3.42	1.899	
8	4.78	1.20	5.74	1.853	
9	0.60	1.20	0.72	2.335	
10	2.60	2.20	5.72	1.909	
11	0.77	1.20	0.92	2.213	
12	2.85	2.20	6.27	1.882	
13	2.40	2.20	5.28	1.934	
14	2.20	2.20	4.84	1.963	

### 3.9 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου

Για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του λόγου της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτιρίου προς

τον όγκο τους. Στο Τεύχος Υπολογισμών παρουσιάστηκε ο τρόπος υπολογισμού του λόγου A/V. Προέκυψε  $A/V = 0.587 \text{ m}^{-1}$  το οποίο από τον πίνακα με τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max}=0.817 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Στον πίνακα 52 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των  $Ux_A$ , καθώς και τα αθροίσματα των  $\Psi_{chl}$ . Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου ισούται με:

$$U_m=0.572 \text{ W/m}^2\text{K} \leq U_{m,max}=0.817 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Συνεπώς, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για το μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$ , το κτίριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο. Στο Τεύχος Υπολογισμών της ενότητας 3.6 δίνονται αναλυτικά όλοι οι υπολογισμοί.

**Πίνακας 53: Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων**

	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨchl] [W/K]
Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	195.3	55.5
Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	144.5	40.0
Διαφανή δομικά στοιχεία	43.8	85.1
Θερμογέφυρες	-	38.9
Συνολικά	383.6	219.5
	$[\Sigma(bxUxA)+\Sigma(bx\Psi_{chl})]/\Sigma A$	0.572

Παρατηρήσεις σχετικά με τις κατασκευαστικές λύσεις για μειώσεις των θερμικών απωλειών λόγω των θερμογεφυρών: Η τοποθέτηση των κουφωμάτων είναι εσωτερική. Για τη μείωση των απωλειών από τις θερμογέφυρες που δημιουργούνται στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι, υπάρχει συνέχεια της θερμομόνωσης, κάθετα στους λαμπάδες, το ανωκάσι και το κατωκάσι των κουφωμάτων.

## 4 Κεφάλαιο 4ο: Ηλεκτρομηχανολογικά Συστήματα Κτιρίου

### 4.1 Τεκμηρίωση ελάχιστων προδιαγραφών και σχεδιασμού

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

- Όπου τοποθετούνται κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) ή μονάδες παροχής νωπού αέρα ή μονάδες εξαερισμού και όσες από αυτές λειτουργούν με νωπό αέρα > 60% της παροχής τους, πρέπει να διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με απόδοση τουλάχιστον 50%.
- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή άλλου μέσου) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης-κλιματισμού και ΖΝΧ, πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη θερμομόνωση που καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ' ελάχιστον θερμομόνωση πάχους 19mm για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και 13mm για ΖΝΧ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  στους  $20^\circ\text{C}$  (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  $20^\circ\text{C}$ , και ελάχιστο πάχος 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm (ή ισοδύναμα πάχη άλλων πιστοποιημένων θερμομονωτικών υλικών).
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής σε μερικά φορτία, ή άλλο πιστοποιημένο ισοδύναμο σύστημα.
- Σε μεγάλα δίκτυα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ ανά κλάδους, θα χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές με ρύθμιση στροφών ανάλογα με τη ζήτηση σε ΖΝΧ
- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών σε ΖΝΧ από ηλιοθερμικά συστήματα. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ΖΝΧ καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από  $(1,15 \times 1/\eta)$ , όπου "n" 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  $\eta$ , ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.

- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumens/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m<sup>2</sup> ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.
- Σε κτίρια με πολλές ιδιοκτησίες και κεντρικά συστήματα, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης, ψύξης, καθώς και ZNX (όπου εφαρμόζεται κεντρική παραγωγή/διανομή) και εφαρμόζεται κατανομή δαπανών με θερμοδομέτρηση.
- Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.
- Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα επιβάλλεται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95.

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

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

## **4.2 Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού**

Η θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης (διαστασιολόγησης συστήματος), θα γίνεται με αντλία θερμότητας Inverter 8KW monoblock με μέγιστη θερμοκρασία προσαγωγής 58°C και εύρος θερμοκρασιών λειτουργίας -20°C έως 40°C. Η αντλία θερμότητας ελέγχεται από ελεγκτή θέρμανσης με αντιστάθμιση εξωτερικών συνθηκών και πλήρη διαβάθμιση στροφών. Το θερμό μέσο κυκλοφορείται με κυκλοφορητή Inverter με εντολή σήματος από τον ελεγκτή της αντλίας θερμότητας.

### **4.2.1 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος θέρμανσης**

Σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης του κτιρίου, έχει υπολογιστεί το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο. Οι κατακόρυφες σωλήνες προσαγωγής θα τροφοδοτούνται μέσω ενός κοινού κεντρικού συλλέκτη (κολεκτέρ), όπως και οι κατακόρυφες επιστροφής θερμού νερού. Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι

μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο KENAK και η TOTEE 20701-1/2010.

#### 4.2.2 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος ψύξης

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης του κτιρίου, σε όλους τους χώρους θα εγκατασταθούν τοπική αντλία θερμότητας για ψύξη με ψυκτική απόδοση 5KW τύπου Split Inverter. Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30°C προκύπτει σύμφωνα με την TOTEE 20701-3/2014. Τις βραδινές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που υπάρχει καύσωνας.

Στον πίνακα 53 που ακολουθεί, δίνονται αναλυτικά, η ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER των αντλιών θερμότητας που εγκατασταθούν στις επιμέρους ιδιοκτησίες του κτιρίου, σύμφωνα με τις μονάδες που επιλέχθηκαν κατά τη μελέτη ψύξης.

Πίνακας 54: Τεχνικά στοιχεία αντλίας θερμότητας

Σύστημα	Τύπος	Ονομαστική ψυκτική ισχύς [KW]	Δείκτης αποδοτικότητας EER	Καύσιμο
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	5.0	4.200	Ηλεκτρισμός

#### 4.2.3 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος αερισμού

Το κτίριο, αναλόγως τη χρήση του, καλύπτει τις ανάγκες του για αερισμό μέσω φυσικού ή τεχνικού αερισμού και σύμφωνα πάντα με τις ελάχιστες απαιτήσεις νωπού αέρα που ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 στην παράγραφο 2.4.3. Τα στοιχεία του συστήματος αερισμού του υπό μελέτη κτιρίου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 55: Στοιχεία συστήματος αερισμού

Ζώνη	Χρήση	Τύπος αερισμού	Απαιτήση για νωπό αέρα [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
Ζώνη 1	Μονοκατοικία	Φυσικός	0.75

### 4.3 Σχεδιασμός συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

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

- Μονοκατοικία:  $27.38 \text{ m}^3/\text{υπν.}/\text{έτος} \times 4 \text{ υπνοδωμάτια} \times 1000 \text{ lt/m}^3 / 365 \text{ ημέρες}/\text{έτος} = 300.05 \text{ lt}/\text{ημέρα}$

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτίριο είναι 300.05 lt. Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 45°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου της Θεσσαλονίκης ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2014. Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο Qd σε (kWh/day) για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου για Z.N.X. δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_d = V_d \cdot \frac{c}{3600} \rho \cdot \Delta T \quad [4.1]$$

Όπου:

Vd [lt /ημέρα]: το ημερήσιο φορτίο, Vd = 300.05 (lt/ημέρα),

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

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

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

Εφαρμόζοντας την πιο πάνω σχέση και για τις θερμοκρασίες νερού δικτύου υπολογίστηκε το ημερήσιο θερμικό φορτίο (kWh/ημέρα) για ZNX του κτιρίου για κάθε μήνα και δίνεται στον κάτωθι πίνακα

**Πίνακας 56: Απαιτούμενο ημερήσιο θερμικό φορτίο για ζεστό νερό χρήσης**

Ζώνη	Χρήση	Vd [lt/ημέρα]	Vstore [lt]	Q <sub>D</sub> [kWh/ημέρα]	P <sub>n</sub> [kW]
Ζώνη 1	Μονοκατοικία	300.05	60.01	10.27	4.00

#### 4.3.1 Ελάχιστες προδιαγραφές συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης του υπό μελέτη κτιρίου, θα εγκατασταθούν ένα σύστημα αντλίας θερμότητας και ένα σύστημα ηλιακών συλλεκτών. Οι σχέσεις υπολογισμού για τη συνολική χωρητικότητα και τη θερμική ισχύ των συστημάτων είναι σύμφωνες με τις αντίστοιχες που αναφέρονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Για το σύστημα της αντλίας θερμότητας ισχύουν τα αναγραφόμενα στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 57: Στοιχεία συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης**

Σύστημα	Τύπος	Ισχύς [KW]	Βαθμός απόδοσης	Καύσιμο
1	Αντλία θερμότητας	8.0	1.000	Ηλεκτρισμός

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



#### 4.3.2 Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών

Για το συγκεκριμένο κτίριο, μελετήθηκε η εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη τουλάχιστον ενός μέρους του απαιτούμενου φορτίου για ζεστό νερό χρήσης. Η βέλτιστη γωνία κλίσης ηλιακών συλλεκτών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησής 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  $40.55^\circ$ . Στο υπό μελέτη κτίριο ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών καθώς και η γωνία κλίσης της εγκατάστασής τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 58: Στοιχεία συστήματος ηλιακών συλλεκτών

Σύστημα	Προσανατολισμός	Γωνία κλίσης [°]
1	180	45

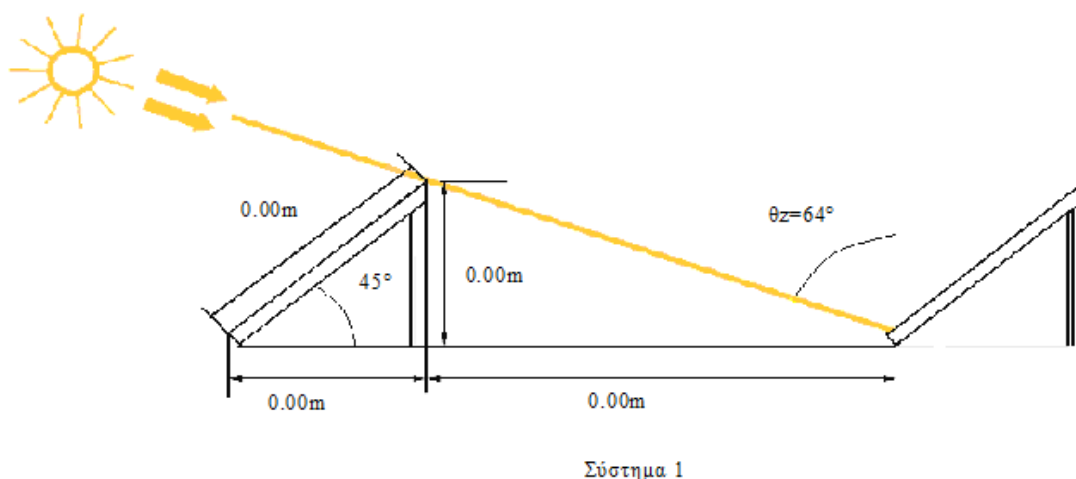
Έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για επιμέρους γωνίες κλίσεως των ηλιακών συλλεκτών, όπου παρουσιάστηκαν μικρές διαφορές στο φορτίο κάλυψης του υπό μελέτη κτιρίου. Στον πίνακα 58 δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας ( $\text{kWh/m}^2$ ), για την περιοχή της Θεσσαλονίκης, για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση  $45^\circ$ .

Πίνακας 59: Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια στην Θεσσαλονίκη

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο ( $\text{kWh/m}^2$ )	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 ακτινοβολία σε επίπεδο $45.0^\circ$ ( $\text{kWh/m}^2$ )	91.0	95.0	120.0	140.0	160.0	169.0	182.0	176.0	152.0	123.0	94.0	85.0

Προκειμένου για τη σωστή τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών και για την αποφυγή αλληλοσκίασης, υπολογίσθηκε η κατάλληλη μεταξύ τους απόσταση τοποθέτησης ως προς τον άξονα βορρά-νότου. Η απόσταση αυτή υπολογίστηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο). Για την περιοχή της Θεσσαλονίκης (γεωγραφικό πλάτος  $\varphi = 40.55^\circ$ ), η ηλιακή απόκλιση στις 21 Δεκεμβρίου είναι  $\delta = -23.45^\circ$ . Για την

ηλιακή απόκλιση αυτή η ζενιθιακή γωνία ( $\theta_z$ ) κατά το ηλιακό μεσημέρι, είναι περίπου  $64^\circ$ . Με βάση αυτή τη γωνία και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη, υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν οι ηλιακοί συλλέκτες μεταξύ τους, όταν τοποθετηθούν υπό γωνία, για να μην αλληλοσκιάζονται. Στο σχήμα της εικόνας 4.1 δίνεται σχηματική απεικόνιση της διάταξης και απόστασης τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών για το υπό μελέτη κτίριο.



Εικόνα 4.1: Απόσταση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα ως προς τον νότο

Με βάση την ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, τις διαστάσεις τους και τη διαθέσιμη επιφάνεια, η οποία δεν παρουσιάζει προβλήματα σκιασμού, εκτιμήθηκε ο αριθμός ηλιακών συλλεκτών που μπορούν να εγκατασταθούν στο υπό μελέτη κτίριο. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το φορτίο κάλυψης για τους συγκεκριμένους ηλιακούς συλλέκτες όπως περιγράφονται στη μελέτη διαστασιολόγησης και τη συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό τοποθέτησης. Στο πίνακα 59, δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα υπολογισμών για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Πίνακας 60: Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη ζεστού νερού από ηλιακούς συλλέκτες

Μήνας	Μέσο μηνιαίο φορτίο (kWh/mo)	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. (kWh/mo)	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. - $f_i$ (%)	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. (%)
Ι	342.46	156.37	45.7	35.8
Φ	309.32	163.25	52.8	35.8
Μ	342.46	206.21	60.2	35.8
Α	331.42	240.58	72.6	35.8
Μ	342.46	274.94	80.3	35.8
Ι	331.42	290.41	87.6	35.8
Ι	342.46	312.75	91.3	35.8
Α	342.46	302.44	88.3	35.8
Σ	331.42	261.20	78.8	35.8

Ο	342.46	211.36	61.7	35.8
N	331.42	161.53	48.7	35.8
Δ	342.46	146.06	42.7	35.8
Σύνολο	4032.24	2727.10		
Μέσος όρος ετησίως			67.6	35.8

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης ανέρχεται σε 67.63%. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες κυμαίνονται από 42.7% έως και 91.3%. Η μεγαλύτερη κάλυψη παρουσιάζεται το μήνα Ιούλιο για τη δεδομένη κλίση εγκατάστασης.

Η εγκατάσταση μεγαλύτερης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών, θα δημιουργούσε προβλήματα αλληλοσκίασης μεταξύ των επιφανειών, κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να μεταβάλλεται η κλίση των ηλιακών συλλεκτών ιδιαίτερα τους εαρινούς και φθινοπωρινούς μήνες, ώστε να υπάρχει ακόμα μεγαλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια κάλυψη των θερμικών φορτίων για ΖΝΧ από τους ηλιακούς συλλέκτες. Σε περίπτωση μεταβολής της κλίσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών, αυτή δεν μπορεί να υπερβεί την επιλεγείσα κλίση.

#### **4.4 Σχεδιασμός συστήματος φωτισμού**

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

#### **4.5 Διόρθωση συνημίτονου**

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

#### **4.6 Σκοπιμότητα εφαρμογής εναλλακτικών λύσεων σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου**

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

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

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

## 5 Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>: Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίου

### 5.1 Γενικά στοιχεία υπολογισμού

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων θα πρέπει να εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017, οι θερμικές ζώνες ενός κτιρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου έγιναν με τη χρήση του υπολογιστικού εργαλείου TEE-KENAK, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Για τους επιμέρους υπολογισμούς και τη διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, κ.ά.), χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές οδηγίες, όπως εφαρμόζονται μέχρι σήμερα και αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους.

### 5.2 Κλιματικά δεδομένα

Τα κλιματικά δεδομένα για την περιοχή της Θεσσαλονίκης, είναι ενσωματωμένα στη βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2014, "Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών". Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπ' όψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους τους προσανατολισμούς, για την περιοχή της Θεσσαλονίκης. Το υψόμετρο της περιοχής όπου θα κατασκευασθεί το κτίριο είναι μικρότερο από τα 500 m. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Γ.

### 5.3 Χρήσεις κτιρίου

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

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κάθε τμήματος του κτιρίου με διαφορετική κύρια χρήση, προσδιορίζονται τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. και στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Κατά την εφαρμογή

της μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο κτίριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

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

#### **5.4 Τμήμα κτιρίου**

Το εμβαδό και ο όγκος του υπό μελέτη τμήματος ανά χρήση υπολογίστηκαν στο τεύχος υπολογισμών και δίνονται στον πίνακα 60.

Πίνακας 61: Εμβαδό και όγκος τμήματος

Θερμική Ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
Ζώνη 1	164.646	82.323	653.6443	326.822

#### 5.4.1 Θερμικές ζώνες

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

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

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- Ο διαχωρισμός του κτιρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο.
- Ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου.
- Τμήματα του κτιρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Με βάση τα παραπάνω, τα γενικά δεδομένα για την μια θερμική ζώνη που έχει το υπό μελέτη κτίριο δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 62: Γενικά δεδομένα για τις θερμικές ζώνες

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Μονοκατοικία	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m <sup>2</sup> )	164.6	
Ανηγγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> K)]	230	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	B	T.O.T.E.E. 20701-1/2017, πίνακας
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)	298	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0.75	Μόνο για κατοικίες από T.O.T.E.E. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	1	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός εξώθυρων με περιθώριο στο κάτω μέρος > 1.0 cm και σε επαφή με εξωτερικό περιβάλλον		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

#### 5.4.2 Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης

Στην T.O.T.E.E. 20701-1/2017 έχουν καθορισθεί οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές. Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας του τμήματος κατοικιών δίνονται αναλυτικά στον πίνακα 62.

Πίνακας 63: Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)		
Ωράριο λειτουργίας	18	Προκαθορισμένη παράμετρος από T.O.T.E.E. 20701-2/2017 και 20701-3/2010
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 <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0.75	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	200	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτίριο αναφοράς (W/m <sup>2</sup> )	6.4	



Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> έτος)	1.82
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	45
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	15.5
Εκλυόμενη θερμοκρασία από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	4.0
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.75
Εκλυόμενη θερμοκρασία από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	8.40
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.75

### 5.4.3 Κέλυφος κτιρίου

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

Τα δομικά στοιχεία του κτιρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμα επίχρισμα. Όπου θεωρηθεί σκόπιμο πιθανόν να χρησιμοποιηθούν στρώσεις από πλάκες πεζοδρομίου ή κεραμικά πλακίδια κ.α. Σε κάθε περίπτωση, οι συντελεστές απορροφητικότητας και οι συντελεστές εκπομπής των δομικών στοιχείων λαμβάνονται από τον πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Στον πίνακα 63 δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα όπως αυτά χρησιμοποιήθηκαν στο τεύχος υπολογισμών που παρουσιάστηκε στην ενότητα 3.6.

Πίνακας 64: Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Όροφος	Τύπος	Δομικό στοιχείο	γ <sup>1</sup>	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	α <sup>2</sup>	ε <sup>3</sup>
1	Τοίχος	T10	110	0.272	2.35	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	110	0.331	0.75	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	200	0.272	6.73	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	200	0.331	1.88	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	110	0.272	14.75	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	110	0.331	2.95	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	20	0.272	7.53	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	20	0.331	1.65	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	110	0.272	2.12	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	110	0.331	0.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	20	0.272	23.92	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	20	0.331	5.03	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	290	0.272	9.74	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	290	0.331	2.50	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	290	0.272	6.10	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	290	0.331	1.65	0.40	0.80
Τοίχος	T10	200	0.272	7.20	0.40	0.80	

	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	200	0.331	2.13	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	200	0.272	7.14	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	200	0.331	2.58	0.40	0.80
	Δάπεδο	Δ5		0.302	86.44	0.00	0.00
2	Τοίχος	T10	20	0.272	7.53	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	20	0.331	1.65	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	110	0.272	2.12	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	110	0.331	0.43	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	20	0.272	18.48	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	20	0.331	5.03	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	290	0.272	12.50	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	290	0.331	2.50	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	200	0.272	16.86	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	200	0.331	6.65	0.40	0.80
	Τοίχος	T10	110	0.272	10.37	0.40	0.80
	Δοκός - Υποστύλωμα	T11	110	0.331	2.08	0.40	0.80
	Οροφή	O4		0.347	58.07	0.65	0.80

#### 5.4.3.2 Δεδομένα για αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Πλάκες σε επαφή με έδαφος

Πίνακας 65: Δεδομένα αδιαφανών δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος

Δομικό στοιχείο	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Εμβαδό A [m <sup>2</sup> ]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]
Δ5	0.302	86.440	43.050	4.016	0.0	0.230

#### 5.4.3.3 Δεδομένα για διαφανή δομικά στοιχεία

Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους "g" σε κάθετη πρόσπτωση των υαλοπινάκων δηλώνεται από τον κατασκευαστή και φαίνεται στους αναλυτικούς υπολογισμούς που παρατίθενται. Αναλυτικά οι υπολογισμοί σχετικά με τα διαφανή δομικά στοιχεία δόθηκαν στο Τεύχος Υπολογισμών που παρουσιάστηκε στο κεφάλαιο 3. Για κάθε κούφωμα υπολογίσθηκε ο συντελεστής σκίασης από οριζόντια  $F_{hor}$ , ο συντελεστής σκίασης από προστέγασμα  $F_{ov}$  και ο συντελεστής σκίασης από πλευρικό  $F_{fin}$ . Στον πίνακα 65 δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα για τα νότια ανοίγματα (άμεσου κέρδους) και στον πίνακα 66 για όλα τα υπόλοιπα.

Πίνακας 66: Δεδομένα κουφωμάτων άμεσου κέρδους

Όροφος	Κούφωμα	γ	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	g <sub>w</sub>	F <sub>hor</sub> θέρμ.	F <sub>hor</sub> ψύξη	F <sub>ov</sub> θέρμ.	F <sub>ov</sub> ψύξη	F <sub>fin</sub> θέρμ.	F <sub>fin</sub> ψύξη
1	N1	200	2.64	1.934	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	N2	200	3.42	1.899	0.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

	N3	200	5.74	1.853	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	N1	200	6.27	1.882	0.44	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	N2	200	5.28	1.934	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	N3	200	4.84	1.963	0.41	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Πίνακας 67: Δεδομένα κουφωμάτων

Όροφος	Κουφωμα	$\gamma$	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	$g_w$	F <sub>hor</sub> Θέρμ.	F <sub>hor</sub> Ψύξη	F <sub>ov</sub> Θέρμ.	F <sub>ov</sub> Ψύξη	F <sub>fin</sub> Θέρμ.	F <sub>fin</sub> Ψύξη
1	A1	110	1.40	2.066	0.37	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	B1	20	0.72	2.335	0.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	B2	20	1.20	2.114	0.36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Δ1	290	2.76	1.927	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Δ2	290	2.15	1.968	0.41	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	B1	20	0.72	2.335	0.28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	B2	20	5.72	1.909	0.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	B3	20	0.92	2.213	0.32	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

#### 5.4.4 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου 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 κτιρίου, στο λογισμικό.

##### 5.4.4.1 Δεδομένα για σύστημα θέρμανσης χώρων

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

Πίνακας 68: Δεδομένα συστήματος θέρμανσης "Μονοκατοικία"

Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)
Μονάδα παραγωγής θερμότητας: Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 8.0 kW
Συνολική θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 4.200
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός
Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης $\eta_{g1}$ :
Συντελεστής μόνωσης $\eta_{g2}$ :
Πραγματικός βαθμός απόδοσης $\eta_{gm}$ :

Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠ	0	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (€/m <sup>2</sup> ):											
Δίκτυο διανομής θερμότητας: Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 8.000											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι □ Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% □ Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα □											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 40.00											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: 97.0%											
Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ □ ΟΧΙ □											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων: Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.90 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, πίνακας 4.12											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m <sup>2</sup> )			
								0.00			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 75% του χρόνου λειτουργίας του κτιρίου											

Η υπολογισμένη ισχύς του λέβητα-καυστήρα, ελέγχθηκε για υπερδιαστασιολόγηση σύμφωνα με την σχέση 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Ο κυκλοφορητής που χρησιμοποιείται για την κυκλοφορία του θερμού νερού, έχει ισχύ που δίνεται από τον κατασκευαστή. Επειδή καλύπτει κάθε υπό μελέτη τμήμα, θα πρέπει να επιμεριστεί η ισχύς του αντίστοιχα με τα υπολογιζόμενα από τη μελέτη θέρμανσης θερμικά φορτία των τμημάτων.

#### 5.4.4.2 Δεδομένα για σύστημα ψύξης χώρων

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

**Πίνακας 69: Δεδομένα συστήματος ψύξης "Μονοκατοικία"**

Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής ψύξης: Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 5.0 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 4.200											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
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	ΣΕΠ	0	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης: Μόνωση κτιρίου αναφοράς											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 5.000											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι □ Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% □ Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα □											
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C):											

Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C):		
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής: 100.0%		
Υπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ/ΟΧΙ		
Τερματικές μονάδες		
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: Τοπικές αντλίες θερμότητας		
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 1.00 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, πίνακας 4.14		
Βοηθητική ενέργεια		
Τύπος βοηθητικών συστημάτων	Αριθμός συστημάτων	Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m <sup>2</sup> )
		0.00
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 15% του χρόνου λειτουργίας του κτιρίου		

#### 5.4.4.3 Δεδομένα για σύστημα αερισμού

Ο αερισμός που εφαρμόζεται σε όλους τους χώρους του κτιρίου είναι φυσικός και σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, η παροχή του αέρα θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νωπό αέρα. Από τον πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 λαμβάνεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τη χρήση του υπό μελέτη τμήματος ως εξής :

- Μονοκατοικία: 0.75 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>

#### 5.4.4.4 Δεδομένα για σύστημα ζεστού νερού χρήσης

Τα στοιχεία (ισχύς, καύσιμο, δίκτυο διανομής κτλ) του συστήματος που χρησιμοποιείται στο υπό μελέτη κτίριο για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης παρουσιάζονται στον πίνακα 69 που ακολουθεί. Το δίκτυο διανομής είναι μονωμένο σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και με ποσοστό απωλειών που φαίνεται παρακάτω.

Πίνακας 70: Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης “Μονοκατοικία”

Σύστημα ζεστού νερού χρήσης ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Αντλία θερμότητας ισχύος 8.0 kW											
Θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 1.000											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ΖΝΧ από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠ	1	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Σύστημα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ: ΝΑΙ/ΟΧΙ											
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι □ Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% □											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ΖΝΧ (%): 100.0%											
Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας											

#### 5.4.4.5 Δεδομένα για σύστημα ηλιακών συλλεκτών

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

**Πίνακας 71: Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών “Μονοκατοικία”**

Ηλιακοί συλλέκτες θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)	
Είδος ηλιακού συλλέκτη	Επιλεκτικός
Χρήση ηλιακού συλλέκτη για: □ ZNX □ Θέρμανση χώρων	
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για ζεστό νερό χρήσης (%):	36
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για θέρμανση χώρων (%):	-
Εμβαδόν επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών (m <sup>2</sup> ):	4.8
Κλίση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών (°):	45
Προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών (°):	180
Συντελεστής σκίασης F-s:	1.00

#### 5.4.4.6 Δεδομένα για σύστημα φωτισμού

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων φωτισμού του κτιρίου, όπου αυτά πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.. Ειδικότερα τα φωτιστικά που θα χρησιμοποιηθούν για του χώρους κατοικιών και για τους κοινόχρηστους μη θερμαινόμενους χώρους, δε λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

#### 5.4.4.7 Δεδομένα κτιρίου αναφοράς

Τα δεδομένα του κτιρίου αναφοράς εισάγονται αυτόματα από το λογισμικό, παράλληλα με την εισαγωγή και ανάλογα τη χρήση και τη λειτουργία του κτιρίου ή των θερμικών ζωνών και σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

### 5.5 Αποτελέσματα υπολογισμών

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

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

Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων, σύμφωνα με το Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

**Πίνακας 72: Μετατροπή σε πρωτογενή ενέργεια και εκλυόμενοι ρύποι**

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO <sub>2</sub> /kW)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347

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

### 5.5.1 Κατανάλωση ενέργειας

Το υπό μελέτη τμήμα έχει χρήση "Μονοκατοικία" και τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη δίδονται στον πίνακα 72. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

**Πίνακας 73: Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης – ψύξης κτιρίου**

Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	11.10	7.70	4.50	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	3.60	9.20	37.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	16.90	15.70	0.00	0.00	0.00	0.00	45.10
Ζεστό νερό χρήσης	2.50	2.20	2.30	2.00	1.80	1.50	1.40	1.30	1.50	1.80	2.10	2.40	22.80

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας ανά τελική χρήση δίδονται στον πίνακα 73 που ακολουθεί. Στην τελική κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

**Πίνακας 74: Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση**

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	2.70	1.80	1.10	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	2.20	8.90
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	2.20	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.90
ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.90	1.00	1.30	1.50	1.70	1.80	1.90	1.80	1.60	1.30	1.00	0.90	16.60
Φωτισμός	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Φωτοβολταϊκά	0.90	1.00	1.30	1.60	1.90	2.10	2.20	2.10	1.70	1.30	0.90	0.80	17.80
Σύνολο	2.70	1.80	1.10	0.20	0.00	1.60	2.20	2.00	0.00	0.00	0.90	2.20	14.70

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) δίνονται στον πίνακα 74:

**Πίνακας 75: Κατανάλωση ανά καύσιμο “Μονοκατοικία”**

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	
Ηλιακή ενέργεια	34.4
Σύνολο	14.7

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

**Πίνακας 76: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση**

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτίριο
Θέρμανση	40.2	25.7
Ψύξη	23.4	17.0
ZNX	31.7	0.0
Φωτισμός	0.0	0.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	95.3	42.7



Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο, δίνονται στον πίνακα 76.

Πίνακας 77: Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Τελική χρήση	Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλιακή ενέργεια	34.4	0.0

### 5.5.2 Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του τμήματος του υπό μελέτη κτιρίου, το κτίριο ανήκει στην κατηγορία A όπως φαίνεται και στην εικόνα 5.1. Άρα υπερπληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ, για κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατά μέγιστο ίση με την αντίστοιχη του κτιρίου αναφοράς.

Ενεργειακή κατηγορία:	
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:	
EP ≤ 0,33 R <sub>R</sub>	A+
0,33 R <sub>R</sub> < EP ≤ 0,5 R <sub>R</sub>	A
0,50 R <sub>R</sub> < EP ≤ 0,75 R <sub>R</sub>	B+
0,75 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1,00 R <sub>R</sub>	B
1,00 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1,41 R <sub>R</sub>	Γ
1,41 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1,82 R <sub>R</sub>	Δ
1,82 R <sub>R</sub> < EP ≤ 2,27 R <sub>R</sub>	E
2,27 R <sub>R</sub> < EP ≤ 2,73 R <sub>R</sub>	Z
2,73 R <sub>R</sub> < EP	H

Εικόνα 5.1: Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

## Συμπεράσματα

Η ανάγκη της εξοικονόμησης ενέργειας προβάλλεται από την Ευρώπη ως ένας κεντρικός πολιτικός στόχος με σκοπό τόσο την προστασία του περιβάλλοντος όσο και την απεξάρτηση της από τις χώρες προμηθευτές ορυκτών καυσίμων. Ένας από τους σημαντικότερους καταναλωτές ενέργειας στην Ευρώπη είναι ο κτιριακός τομέας. Στα κτίρια καταναλώνεται ενέργεια για πάρα πολλούς λόγους, μεταξύ των οποίων είναι η θέρμανση, η ψύξη, ο αερισμός και ο φωτισμός. Προς τούτο, η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια οδηγεί και σε συνολική εξοικονόμηση ενέργειας στην Ευρώπη.

Η Ευρώπη προσπαθώντας να οδηγήσει το σύνολο των κρατών μελών της προς την δημιουργία κτιρίων με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις εξέδωσε τα τελευταία 20 χρόνια μια σειρά οδηγιών διαμέσου των οποίων προωθείται η εξοικονόμηση ενέργειας. Σε μια από τις οδηγίες αυτές έχει εισαχθεί και η ενεργειακή επιθεώρηση και το συνακόλουθο αυτής εκδιδόμενο ενεργειακό πιστοποιητικό. Τα κράτη μέλη έχουν την υποχρέωση εναρμόνισης με τις οδηγίες αυτές. Έτσι εναρμονίστηκε και το ελληνικό νομοθετικό πλαίσιο με την εισαγωγή του Κ.Εν.Α.Κ. το 2010 και των τεχνικών οδηγιών που τον συνοδεύουν. Οι υπολογισμοί που εμφανίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ. και στις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. εκτελούνται είτε από τον μελετητή είτε από ειδικά σχεδιασμένα λογισμικά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία ενός σύγχρονου πλαισίου διαμέσου του οποίου πιστοποιείται η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου.

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η ενεργειακή απόδοση ενός νεόδμητου κτιρίου στο Ωραιόκαστρο Θεσσαλονίκης. Το κτίριο αυτό χρησιμοποιείται ως μονοκατοικία. Στόχος του σχεδιαστή ήταν η όσο το δυνατό χαμηλότερη ενεργειακή του κατανάλωση. Αυτό επιβεβαιώνεται από την ενεργειακή πιστοποίηση που το κατατάσσει στην κατηγορία Α. Κατά την διάρκεια της εφαρμογής της διαδικασίας της ενεργειακής μελέτης και πιστοποίησης του συγκεκριμένου κτιρίου προέκυψαν κάποια συμπεράσματα τα οποία μπορούν να συμπυκνωθούν στα παρακάτω σημεία.

- Βασικό ρόλο στην ενεργειακή πιστοποίηση έχουν στοιχεία που αφορούν το κτίριο. Ειδικότερα, η χρήση και η περιοχή επηρεάζουν τις απαιτήσεις σε φορτία και κατά συνέπεια την απόδοση του κτιρίου.
- Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης καθορίζεται από την κατασκευή του κτιρίου και από τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που εγκαθίσταται σε αυτό ώστε να ικανοποιεί τις ανάγκες άνεσης (θερμικής και οπτικής) των χρηστών.

- Η κατασκευή του κτιρίου μεταβάλλει την ενεργειακή του απόδοση. Για αυτό τον λόγο εξετάζονται ένα προς ένα τα δομικά στοιχεία του κτιρίου ως προς την θερμομονωτική τους επάρκεια, την δυνατότητα τους δηλαδή να εμποδίζουν τις θερμικές απώλειες. Τα κυριότερα δομικά στοιχεία των κτιρίων είναι η τοιχοποιία, τα φέροντα στοιχεία (δοκοί, υποστυλώματα), η οροφή, το δάπεδο και τα ανοίγματα. Για κάθε ένα δομικό στοιχείο υπάρχει κριτήριο σύμφωνα με το οποίο πληροί ή όχι τον ενεργειακό κανονισμό. Το κριτήριο αυτό τροποποιείται ανάλογα με την κλιματική ζώνη στην οποία εντάσσεται το κτίριο και δίδεται από τις τεχνικές οδηγίες που συνοδεύουν τον Κ.Εν.Α.Κ..
- Εκτός από την εξέταση κάθε ενός δομικού στοιχείου ξεχωριστά, εξετάζονται και εν συνόλω τα δομικά στοιχεία έτσι ώστε να πληροί και το κτίριο συνολικά το κριτήριο σχετικά με την θερμομονωτική του επάρκεια. Το κριτήριο αυτό προκύπτει αναλόγως του όγκου και της επιφάνειας του κτιρίου και δίδεται από τις τεχνικές οδηγίες που συνοδεύουν τον Κ.Εν.Α.Κ..
- Τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του κτιρίου μεταβάλλουν την ενεργειακή του απόδοση. Στα συστήματα αυτά εντάσσονται τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης, παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, φωτισμού και αερισμού. Τα δύο τελευταία δεν λαμβάνονται υπόψη σε περιπτώσεις απλών κτισμάτων όπως για παράδειγμα η μονοκατοικία που μελετάται στην παρούσα εργασία.
- Σημαντικός είναι ο ρόλος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτίσματος. Η χρήση των ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη μέρους των αναγκών παραγωγής ζεστού νερού και η χρήση αντλίας θερμότητας για την κάλυψη του συνόλου των θερμικών φορτίων και του υπόλοιπου των αναγκών παραγωγής ζεστού νερού χρήσης έχουν ως αποτέλεσμα την σημαντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
- Η κύρια κατανάλωση ενέργειας του υπό μελέτη κτιρίου είναι η ηλεκτρική κατανάλωση. Συνεπώς επεμβάσεις μείωσης της ηλεκτρικής του κατανάλωσης θα οδηγήσουν σε περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης. Εναλλακτικά, μπορεί να επέλθει η βελτίωση της απόδοσης με εγκατάσταση συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής. Ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να είναι το σύστημα συμπαραγωγής, η έλλειψη όμως λέβητα παραγωγής θερμικής ισχύος το καθιστά ασύμφορο. Αντιθέτως, η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για κάλυψη των αναγκών ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου με μικρό σχετικά κόστος. Μάλιστα, η σύνδεση του κτιρίου με το τοπικό δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας επιτρέπει την εγκατάσταση του

συστήματος net metering κάτι που διασφαλίζει την ενεργειακή επάρκεια του κτιρίου και περιορίζει σημαντικά το κόστος του συστήματος αφού δεν απαιτούνται συσσωρευτές.

- Η αναγκαιότητα ενεργειακής μελέτης σε κάθε νεόδμητο κτίριο όπως το παρόν κτίριο που μελετάται στην παρούσα εργασία έχει ως αποτέλεσμα την δόμηση ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων. Το υπό μελέτη κτίριο εντάσσεται στην κατηγορία A. Αυτό συνολικά τα επόμενα χρόνια θα οδηγήσει σε σημαντικά μειωμένες ενεργειακές καταναλώσεις στον κτιριακό τομέα της χώρας.
- Η υποχρεωτική ύπαρξη ενεργειακής μελέτης οδηγεί σε βελτιώσεις σχεδιαστικές των κτιρίων πριν την κατασκευή τους, σε στάδια όπου τα κόστη είναι ελάχιστα. Η γνώση της ενεργειακής απόδοσης μπορεί να οδηγήσει σε σχεδιαστικές βελτιώσεις ώστε να επέλθει περαιτέρω βελτίωση. Επίσης η ενεργειακή μελέτη μπορεί να δώσει απαντήσεις μεταξύ συγκρινόμενων λύσεων ώστε εν τέλει να επιλεγεί η ενεργειακά αποδοτικότερη. Σε κάθε περίπτωση όμως, η μελέτη ενεργειακής απόδοσης, πέραν από υποχρεωτική, καθίσταται και ένα εργαλείο αξιολόγησης των λύσεων που προτείνουν οι σχεδιαστές και συνακόλουθης βελτίωσής τους.

## Βιβλιογραφία

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

Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων».

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

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

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» Α' Έκδοση

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων» Α' Έκδοση

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

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