



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ Μ/Υ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΤΕΧΝΟ-ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ»



## ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σύγκριση της ενεργειακής απόδοσης μίας νέας συμβατικής  
μονοκατοικίας με ένα κτήριο βιοκλιματικής κατασκευής

Λουίζα-Ελπίδα, Ι. Δούναβη

**Επιβλέπων :** Δημήτριος Ασκούνης, Καθηγητής, Τομέας Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 28/09/2023.

.....  
Καθηγητής  
Δημήτριος Ασκούνης  
(Επιβλέπων)

.....  
Καθηγητής  
Ιωάννης Ψαρράς

.....  
Επικ. Καθηγητής  
Ευάγγελος Μαρινάκης

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2023

Λουίζα-Ελπίδα, Ι. Δούναβη

Copyright © Λουίζα-Ελπίδα, Ι. Δούναβη

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## Περιεχόμενα

Σύνοψη - Περίληψη .....	7
Abstract.....	8
1 Εισαγωγή.....	9
1.1 Πλαίσιο εργασίας.....	9
1.2 Σκοπός και ερευνητικοί στόχοι.....	9
1.3 Οριοθέτηση .....	10
2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση .....	11
2.1 Ενεργειακή απόδοση κτηρίων .....	11
2.2 Φυσική δόμηση, βιοκλιματική αρχιτεκτονική και κτήριο COB .....	12
2.3 Κόστος κατασκευής cob κτηρίων.....	15
3 Μεθοδολογία.....	17
3.1 Εισαγωγή.....	17
3.2 Μελέτη περίπτωσης.....	17
3.2.1 Ενεργειακή απόδοση κτηρίου .....	18
3.2.2 Βασικά στοιχεία κτηρίου.....	20
3.2.3 Κλιματική ζώνη, επιφάνεια, τοπογραφία και χωροθέτηση .....	21
3.2.4 Παρουσίαση των δομικών στοιχείων .....	25
3.2.4.1 Δομικά συμβατικού κτηρίου .....	25
3.2.4.2 Δομικά βιοκλιματικού κτηρίου .....	29
3.2.4.3 Διαδικασία ελέγχου θερμομονωτικής επάρκειας .....	31
3.2.5 Συστήματα κτηρίου .....	35
3.2.5.1 Δεδομένα συστήματος θέρμανσης.....	35
3.2.5.2 Δεδομένα συστήματος ψύξης.....	35
3.2.5.3 Δεδομένα αερισμού .....	36
3.2.5.4 Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης .....	36
3.2.5.5 Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών.....	37
3.2.5.6 Δεδομένα συστήματος Φ/Β στοιχείων .....	37

4	Αποτελέσματα εργασίας .....	39
4.1	Κατανάλωση ενέργειας και ενεργειακή κατάταξη .....	39
4.1.1	Αποτελέσματα για το συμβατικό κτήριο .....	39
4.1.1.1	Συγκεντρωτικά στοιχεία δομικών στοιχείων .....	39
4.1.1.2	Υπολογισμός μέγιστου και πραγματοποιήσιμου $U_{in}$ του κτηρίου .	42
4.1.1.3	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων .....	43
4.1.1.4	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου .....	46
4.1.1.5	Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού .....	46
4.1.1.6	Σχεδιασμός συστημάτων ζεστού νερού χρήσης.....	47
4.1.1.7	Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών .....	49
4.1.1.8	Φωτοβολταϊκά .....	52
4.1.1.9	Καταναλώσεις ενέργειας .....	53
4.1.1.10	Ενεργειακή κατάταξη συμβατικού κτηρίου .....	56
4.1.2	Αποτελέσματα για το βιοκλιματικό κτήριο .....	57
4.1.2.1	Συγκεντρωτικά στοιχεία δομικών στοιχείων .....	57
4.1.2.2	Υπολογισμός μέγιστου και πραγματοποιήσιμου $U_{in}$ του κτηρίου .	60
4.1.2.3	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων .....	61
4.1.2.4	Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου .....	63
4.1.2.5	Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού .....	63
4.1.2.6	Καταναλώσεις ενέργειας .....	64
4.1.2.7	Ενεργειακή κατάταξη βιοκλιματικού κτηρίου .....	66
4.2	Σύγκριση αποτελεσμάτων.....	67
5	Συμπεράσματα.....	71
6	Βιβλιογραφία .....	72
7	Παράρτημα .....	74

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Εμβαδό και όγκος κτηρίου .....	20
Πίνακας 2 Δεδομένα θερμικής ζώνης .....	20
Πίνακας 3 Βασικά στοιχεία κτηρίου .....	20
Πίνακας 4 Κλιματικές ζώνες της ελληνικής επικράτειας.....	22
Πίνακας 5 Επιμέρους χρήσεις χώρων και επιφάνειες .....	23
Πίνακας 6 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη.....	34
Πίνακας 7 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός νέου κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του.....	34
Πίνακας 8 Δεδομένα συστήματος θέρμανσης .....	35
Πίνακας 9 Δεδομένα συστήματος ψύξης.....	36
Πίνακας 10 Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης.....	36
Πίνακας 11 Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών.....	37
Πίνακας 12 Δεδομένα συστήματος Φ/Β στοιχείων .....	38
Πίνακας 13 Κατακόρυφα δομικά στοιχεία συμβατικού κτηρίου.....	39
Πίνακας 14 Αδιαφανή οριζόντια δομικά στοιχεία συμβατικού κτηρίου .....	40
Πίνακας 15 Δομικά στοιχεία ανά όροφο συμβατικού κτηρίου .....	40
Πίνακας 16 Στοιχεία κουφωμάτων συμβατικού κτηρίου .....	41
Πίνακας 17 Κατακόρυφα δομικά στοιχεία ΜΘΧ συμβατικού κτηρίου.....	41
Πίνακας 18 Οριζόντια δομικά στοιχεία ΜΘΧ συμβατικού κτηρίου.....	42
Πίνακας 19 Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου συμβατικού κτηρίου .....	42
Πίνακας 20 Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των ΜΘΧ του συμβατικού κτηρίου .....	43
Πίνακας 21 Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και των ΜΘΧ για το συμβατικό κτήριο .....	44
Πίνακας 22 Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων συμβατικού κτηρίου .....	45
Πίνακας 23 Συγκεντρωτικά στοιχεία συμβατικού κτηρίου .....	46
Πίνακας 24 Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμότητας.....	47
Πίνακας 25 Στοιχεία συστήματος αερισμού .....	47
Πίνακας 26 Θερμικό φορτίο για ΖΝΧ του συμβατικού κτηρίου.....	48
Πίνακας 27 Στοιχεία συστήματος για ΖΝΧ.....	49
Πίνακας 28 Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m <sup>2</sup> ) για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια.....	50
Πίνακας 29 Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη φορτίου ΖΝΧ από ηλιακούς συλλέκτες	51
Πίνακας 30 Αποτελέσματα υπολογισμών για την παραγόμενη ενέργεια των Φ/Β στοιχείων. .	53
Πίνακας 31 Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη συμβατικού κτηρίου .....	54
Πίνακας 32 Τελική κατανάλωση ενέργειας συμβατικού κτηρίου .....	55
Πίνακας 33 Κατανάλωση ανά καύσιμο για το συμβατικό κτήριο.....	55
Πίνακας 34 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας συμβατικού κτηρίου .....	55
Πίνακας 35 Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο για το συμβατικό κτήριο.....	56

Πίνακας 36 Κατακόρυφα δομικά στοιχεία βιοκλιματικού κτηρίου .....	57
Πίνακας 37 Αδιαφανή οριζόντια δομικά στοιχεία βιοκλιματικού κτηρίου .....	58
Πίνακας 38 Δομικά στοιχεία ανά όροφο βιοκλιματικού κτηρίου .....	58
Πίνακας 39 Στοιχεία κουφωμάτων βιοκλιματικού κτηρίου .....	59
Πίνακας 40 Κατακόρυφα δομικά στοιχεία ΜΘΧ βιοκλιματικού κτηρίου .....	59
Πίνακας 41 Οριζόντια δομικά στοιχεία ΜΘΧ βιοκλιματικού κτηρίου .....	60
Πίνακας 42 Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου βιοκλιματικού κτηρίου .....	60
Πίνακας 43 Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των ΜΘΧ του βιοκλιματικού κτηρίου .....	61
Πίνακας 44 Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και των ΜΘΧ του βιοκλιματικού κτηρίου .....	61
Πίνακας 45 Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων βιοκλιματικού κτηρίου .....	62
Πίνακας 46 Συγκεντρωτικά στοιχεία βιοκλιματικού κτηρίου .....	63
Πίνακας 47 Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη βιοκλιματικού κτηρίου .....	64
Πίνακας 48 Τελική κατανάλωση ενέργειας βιοκλιματικού κτηρίου .....	64
Πίνακας 49 Κατανάλωση ανά καύσιμο για το βιοκλιματικό κτήριο .....	65
Πίνακας 50 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας βιοκλιματικού κτηρίου .....	65
Πίνακας 51 Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο για το βιοκλιματικό κτήριο .....	65
Πίνακας 52 Πίνακας αποτελεσμάτων για την σύγκριση των δύο κτηρίων .....	67
Πίνακας 53 Πίνακας SWOT βιοκλιματικού κτηρίου .....	69
Πίνακας 54 Πίνακας SWOT συμβατικού κτηρίου .....	70

## Σύνοψη - Περίληψη

Η υψηλή κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σήμερα έχει οδηγήσει στο πρόβλημα της παγκόσμιας ενεργειακής κρίσης. Τα κτίρια συμβάλλουν κατά πολύ μεγάλο μέρος, στην κατανάλωση ενέργειας μακροπρόθεσμα λόγω του μεγάλου κύκλου ζωής τους. Η διπλωματική εργασία εστιάζει στο ενεργειακό ζήτημα των κτηρίων στην Ελλάδα και ειδικότερα στον βιοκλιματικό σχεδιασμό ως έναν πιο αποδοτικό τρόπο δόμησης. Σκοπός της εργασίας είναι η ανάδειξη της σημαντικότητας του τρόπου δόμησης των κτηρίων για το περιβάλλον σε σχέση με τις εκπομπές ρύπων και τη κατανάλωση ενέργειας. Ως ερευνητικοί στόχοι για την επίτευξη αυτού του σκοπού τέθηκαν ο υπολογισμός της ετήσια κατανάλωσης ενέργειας σε kWh/m<sup>2</sup>, των ετήσιων εκπομπών CO<sub>2</sub> σε Kg/m<sup>2</sup> και της ενεργειακής κλάσης για ένα συμβατικό και ένα βιοκλιματικό κτήριο. Επιπλέον γίνεται αναφορά στα κόστη κατασκευής. Η εργασία αφορά μία μελέτη περίπτωσης στην οποία γίνεται σύγκριση ενός συμβατικού με ένα βιοκλιματικό κτήριο κατοικίας το οποίο πρόκειται να κατασκευαστεί σε περιοχή της Κλιματικής Ζώνης Β, σε υψόμετρο μικρότερο των 500 μέτρων. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό KENAK της εταιρείας 4μ και το TEEKENAK. Για την σύγκριση των δύο κτηρίων εφαρμόστηκε η ανάλυση SWOT. Το συμπέρασμα που προέκυψε είναι ότι ένα κτήριο τύπου cob είναι πιο αποδοτικό ενεργειακά, έχει μειωμένες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub>, και υπό συνθήκες χαμηλότερο κόστος κατασκευής.

## Abstract

The high energy consumption nowadays has led to energy crisis worldwide. Buildings contribute a large part to energy consumption in the long term due to their long life cycle. This thesis focuses on the energy consumption issue in Greece and mostly on cob buildings energy performance. The study aims to reveal how important is the construction techniques and structural components materials selection for the building's energy efficiency and environmental sustainability. The aim is achieved by addressing the following objectives: the calculation of the a) energy consumption in kWh/m<sup>2</sup>, b) annual CO<sub>2</sub> emissions in Kg/m<sup>2</sup> and c) energy class for both a conventional and a bioclimatic building. Also, construction costs were discussed. The case study refers to the comparison of these two types of a single-family house which is to be constructed in Greece, climate zone B, below 500 meters altitude. 4μ KENAK and TEEKENAK software is used for the calculations. SWOT analysis is used for the building's comparison and decision-making support. According to the results, a cob building can lead to increased energy efficiency, decreased CO<sub>2</sub> annual emissions, and, under circumstances, lower construction costs.



## 1 Εισαγωγή

### 1.1 Πλαίσιο εργασίας

---

Το κύριο πρόβλημα σχετικά με την περιβαλλοντική διαχείριση στις μέρες μας είναι η κλιματική αλλαγή (Georgoulas et al., 2022), η υψηλή κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και η ενεργειακή κρίση στην Ελλάδα. Οι υψηλές ενεργειακές ανάγκες των σύγχρονων ελληνικών νοικοκυριών έχει οδηγήσει σε άνοδο των τιμών της ενέργειας και έχει επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό το βιοτικό επίπεδο (Chatzikonstantinou et al., 2022). Παράλληλα, σε σχέση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες, η Ελλάδα έχει μείνει πίσω στην μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> (Oyebanji & Kirikkaleli, 2022). Η κατασκευή κτηρίων βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής με χαμηλή ή μηδενική εκπομπή CO<sub>2</sub> μπορεί να συντελέσει στον περιορισμό του προβλήματος αυτού (Zeghari et al., 2021a).

Πλαίσιο της εργασίας αποτελεί το ενεργειακό ζήτημα των κτηρίων σήμερα καθώς και οι τεχνολογίες και τα μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν με σκοπό την εξοικονόμηση της ενέργειας. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτηρίων, είναι ένας τρόπος για την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας (Quagliarini et al., 2010). Επίσης αξιοποιούνται πηγές ανανεώσιμης ενέργειας, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος κατά τον σχεδιασμό του κτηρίου.

### 1.2 Σκοπός και ερευνητικοί στόχοι

---

Στο πλαίσιο αυτό, η εργασία αυτή έχει ως σκοπό την ανάδειξη της σημαντικότητας του τρόπου δόμησης των κτηρίων για το περιβάλλον της σημερινής εποχής σε σχέση με τις εκπομπές ρύπων και τη κατανάλωση ενέργειας. Επίσης έχει σκοπό να υποστηρίξει τους μηχανικούς, αλλά και τους ιδιοκτήτες στις αποφάσεις τους σχετικά με την επιλογή της καταλληλότερης λύσης. Συνεπώς, η εργασία επικεντρώνεται στη σύγκριση της ενεργειακής απόδοσης ενός συμβατικού με ένα βιοκλιματικό κτήριο κατοικίας. Τα υπό μελέτη κτήρια θα κατασκευαστούν σε περιοχή

της Κλιματικής Ζώνης Β, σε υψόμετρο μικρότερο των 500 μέτρων. Για την σύγκριση των δύο κτηρίων γίνεται εφαρμογή της μεθόδου ανάλυσης SWOT. Ο ερευνητικός στόχος είναι ο υπολογισμός της ετήσια κατανάλωσης ενέργειας σε kWh/m<sup>2</sup>, των ετήσιων εκπομπών CO<sub>2</sub> σε Kg/m<sup>2</sup> και της ενεργειακής κλάσης σε κάθε περίπτωση. Παρατίθενται πίνακες αποτελεσμάτων από τους οποίους εξάγονται κάποια συμπεράσματα. Επιπλέον γίνεται συζήτηση όσον αφορά το κόστος κατασκευής για κάθε μία από τις περιπτώσεις.

### 1.3 Οριοθέτηση

---

Η παρούσα εργασία δεν περιλαμβάνει εκτενή ανάλυση σε επίπεδο οικονομικό διότι δεν υπήρχε δυνατότητα πρόσβασης σε αναλυτικά οικονομικά στοιχεία, ενώ εφικτή ήταν μόνο η έρευνα αγοράς και η χρήση στατιστικών δεδομένων. Συνεπώς, οριοθετείτε σε ότι αφορά την εργασία του μηχανικού στα έργα αυτού του είδους. Παράλληλα, αξίζει να σημειωθεί πως η πρόσβαση στα υπολογιστικά εργαλεία ήταν εφικτή για περιορισμένο χρονικό διάστημα κατά την εκπόνηση της εργασίας και για τον λόγο αυτό δεν εξετάστηκαν περισσότερα διαφορετικά σενάρια.

## 2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

### 2.1 Ενεργειακή απόδοση κτηρίων

Κάθε ευρωπαϊκό κράτος πρέπει να εφαρμόζει καθορισμένη μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων βάσει ενός γενικού πλαισίου που καθορίζει η ευρωπαϊκή νομοθεσία και ειδικών προδιαγραφών που εφαρμόζονται στη νομοθεσία των κρατών (Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, 2002).

Η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων σύμφωνα με τον ελληνικό Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) προκύπτει από υπολογισμούς οι οποίοι περιλαμβάνουν τα θερμομονωτικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηρίου, τις εγκαταστάσεις θέρμανσης/κλιματισμού και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, τα στοιχεία παθητικής θέρμανσης και ψύξης, τη σκίαση αλλά και άλλους παράγοντες του κτηρίου (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017). Γενικά η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων σύμφωνα με την τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (ΤΕΕ) καθορίζει την διαδικασία επιθεώρησης κτηρίων και αξιολογεί τις συνθήκες λειτουργίας του κτηρίου (ωράριο, απαιτήσεις νωπού αέρα, κατανάλωση νερού χρήσης κ.τ.λ.), στοιχεία κτηριακού κελύφους όπως οι θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών, τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) καθώς και παραμέτρους για ηλεκτρολογικά και ηλεκτρονικά συστήματα (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017). Για να κατατάξει κανείς ένα κτήριο σε μια συγκεκριμένη κατηγορία ανάλογα με την ενεργειακή του απόδοση χρησιμοποιείται η ενεργειακή σήμανση από Α+ έως Η κλάση. Η ταξινόμηση των κτηρίων σε κλάσεις ξεκίνησε στις αρχές του 2000 και αξιολογεί την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου συγκρίνοντας την με αυτή του κτηρίου αναφοράς. Η κλάση προκύπτει από τον λόγο της ενέργειας που καταναλώνει το πραγματικό κτήριο προς αυτή του κτηρίου αναφοράς (Pérez-Lombard et al., 2009).

Η ενεργειακή απόδοση κρίνεται σημαντική τόσο για την προστασία του περιβάλλοντος όσο και για οικονομικούς λόγους. Γενικά τα κτίρια ευθύνονται για το 40% της συνολικής παγκόσμιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας αλλά και για το 24% των παγκόσμιων εκπομπών CO<sub>2</sub>

(Noailly, 2012). Επίσης οι εκπομπές CO<sub>2</sub> από τα κτίρια από 8 Gt ετησίως το 2004 αναμένεται να φτάσουν έως και 14 Gt ετησίως το 2030, κυρίως ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης κατανάλωσης ενέργειας από τις αναπτυσσόμενες χώρες (Levinson & Niemann, 2004). Επιπρόσθετα ο μεγαλύτερος όγκος ρύπων προέρχεται από τα πυκνά δομημένα αστικά κέντρα. Συνεπώς, απαιτούνται συντονισμένες προσπάθειες για την βιωσιμότητα των πόλεων, που θα αφορούν στα κριτήρια σχεδιασμού των κτηρίων και θα βελτιώνουν την προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή (Sharifi & Yamagata, 2016).

Η κατασκευή εναλλακτικών βιοκλιματικών κτηρίων ενδέχεται να εξυπηρετεί τον σκοπό αυτό.

## **2.2 Φυσική δόμηση, βιοκλιματική αρχιτεκτονική και κτήριο COB**

---

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτηρίων με βάση το τοπικό κλίμα και θεωρείται μία νέα «τάση» στην αρχιτεκτονική. Δεν είναι ξεκάθαρο ιστορικά ποια εποχή ο άνθρωπος άρχισε να δομεί βιοκλιματικά κτήρια, ενώ μπορεί να χρονολογείται από τις πρώιμες αγροτικές κοινωνίες το 12.000 έως το 7.000 π.Χ και ύστερα που εμφανίζονται τα χωμάτινα κτήρια (Pacheco-Torgal & Jalali, 2012). Σήμερα, συναντάται συχνά τόσο στην Ευρώπη, όσο και παγκοσμίως, ενώ, η Γαλλία για παράδειγμα και το Ηνωμένο Βασίλειο έχουν περισσότερες από 500.000 κατοικίες βιοκλιματικά σχεδιασμένες (Gounni & Louahlia, 2020). Παράλληλα υπολογίζεται ότι τα COB κτήρια στη Γερμανία είναι περίπου 50.000 (Gounni & Louahlia, 2020). Επίσης, σε πολλά κράτη αποτελεί πλέον βασικό κριτήριο σχεδιασμού λόγω των ενεργειακών και περιβαλλοντικών οφελών που προκύπτουν από την εφαρμογή του για λόγους όπως η χρήση των τοπικών υλικών, η μείωση των αποβλήτων και των αερίων του θερμοκηπίου (Hamard et al., 2016). Ταυτόχρονα, σε πολλές περιπτώσεις ο φυσικός τρόπος δόμησης και οι σχετικές τεχνικές, λόγω των προγονικών τους χαρακτηριστικών, χρησιμοποιούνται για την συντήρηση και αποκατάσταση αρχαιοτήτων και ιστορικών κτισμάτων.

Η οικολογική δόμηση και ο βιοκλιματικός σχεδιασμός λαμβάνουν υπόψη τον προσανατολισμό του κτηρίου, το φωτισμό και την γενικότερη τοπογραφία και χωροθέτηση, ενώ παράλληλα εκμεταλλεύονται τη θερμική αδράνεια και επιτυγχάνουν θερμομόνωση με φυσικά υλικά όπως

ο πηλός, τα καλάμια και το άχυρο σίτου, κάνναβης και λιναριού (Zeghari et al., 2021b). Άλλα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη βιοκλιματική δόμηση είναι η πέτρα, τα χωμάτινα τούβλα, τα βότσαλα, το ξύλο και άλλα υλικά κατασκευασμένα από ανάμειξη εδάφους, νερού και ινωδών οργανικών υλικών (Gounni & Louahlia, 2020). Αυτού του είδους τα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν απευθείας και δεν απαιτούν βιομηχανική επεξεργασία. Φυσικά υλικά τοιχοποιίας όπως το μείγμα άχυρου, νερού και πηλού το οποίο παρουσιάζει χαμηλή μέση θερμική αγωγιμότητα, οδηγούν σε καλύτερες τιμές μόνωσης και υψηλότερη θερμοχωρητικότητα, και στη πράξη παρουσιάζουν αξιοσημείωτη μείωση στην κατανάλωση ενέργειας, διατηρώντας παράλληλα άνετες συνθήκες άνεσης των εσωτερικών χώρων του κτηρίου (Zeghari et al., 2021a). Σχετικά με τη μόνωση, τελευταία έχουν κυκλοφορήσει υλικά βιολογικής προέλευσης με καλές αποδόσεις και χαμηλό κόστος παραγωγής (Gounni & Louahlia, 2020). Επιπλέον, κατά την κατασκευή των cob κτηρίων, επιλέγονται υλικά που να μην προκαλούν αέρια απόβλητα, αποφεύγεται να καταναλώνονται μεγάλα ποσά ενέργειας κατά την παραγωγική διαδικασία και γίνεται εναλλακτική διαχείριση και ανακύκλωση των αποβλήτων, ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση υλών (Ben-Alon et al., 2019). Μεγάλη σημασία δίνεται επίσης, κατά τη φάση του σχεδιασμού του κτηρίου, στον προσανατολισμό και τη χωροθέτηση του στο οικόπεδο, στις σκιάσεις, τον αερισμό και τη θέση των ανοιγμάτων του. Σε μελέτη περίπτωσης που διεξάχθηκε το 2021 φαίνεται πως η ενεργειακή απόδοση ενός συμβατικού κτηρίου παρουσιάζει αξιοσημείωτη διαφορά στην κατανάλωση ενέργειας σε σχέση με ένα κτήριο τύπου cob με δομικά υλικά όπως το στάχυ και ο πηλός και χωρίς πρόσθετα συστήματα θέρμανσης (Zeghari et al., 2021b). Επίσης, σύμφωνα με μελέτη του 2019, η κατασκευή COB κτηρίων απαιτεί μόνο το 18-38% της ενέργειας και μειώνει κατά 75-82% τις επιπτώσεις της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής σε σύγκριση με τη συμβατική δόμηση (Ben-Alon et al., 2019).

Ειδικότερα, στην Ελλάδα, έχει καταγραφεί για τα βιοκλιματικά κτήρια ποσό εξοικονόμησης ενέργειας της τάξης από 15 έως 40% σχετικά με τις απαιτήσεις θέρμανσης και ψύξης σε σύγκριση με συμβατικά κτίρια του ίδιου τύπου και έτους κατασκευής, ενώ σε σύγκριση με κτίρια παλαιότερους έτους κατασκευής, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ακόμη μεγαλύτερη (CRES, 2009).

Στις μέρες μας, οι κατασκευές κτηρίων τύπου cob και η φυσική δόμηση είναι αυξανόμενου ενδιαφέροντος κυρίως για λόγους οικολογίας κι βιωσιμότητας. Ωστόσο, επειδή η δόμηση με απλά φυσικά υλικά, φιλικά προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον, είναι πλέον κάπως ξεχασμένη τεχνική, υπάρχει μία έλλειψη τεχνογνωσίας σε αυτόν τον τομέα, τόσο στον σχεδιασμό και τη μελέτη, όσο και στην κατασκευή και συντήρηση (Quagliarini et al., 2010). Συνεπώς θεωρείται αρκετά σημαντική η επέκταση της τεχνογνωσία σχετικά με τη βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας και των αρχιτεκτονικών πρακτικών για την διάδοση και εξέλιξη της τεχνικής cob με σκοπό μία πιο βιώσιμη ανάπτυξη (Quagliarini et al., 2010). Ωστόσο, ο βαθμός στον οποίο ο βιοκλιματικός σχεδιασμός μπορεί να αξιοποιήσει το τοπικό κλίμα ποικίλει, γεγονός που παρέχει μία ευελιξία ως προς την εφαρμογή. Ταυτόχρονα, κάθε υλικό που χρησιμοποιείται, ανάλογα τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του μπορεί να επιφέρει διαφορές στην ενεργειακή απόδοση του συνόλου του κτηρίου.

Μία πρόσφατη μελέτη σχετικά με τα υλικά τοιχοποιίας στα βιοκλιματικά κτήρια, καταλήγει πως τη χαμηλότερη θερμική αγωγιμότητα την έχει το μονωτικό υλικό που παρασκευάζεται με 25% καλάμια και έχει 31% περιεκτικότητα σε νερό, ενώ όσο η πυκνότητα μειώνεται τόσο καλύτερες τιμές μόνωσης μπορούν να επιτευχθούν (Zeghari et al., 2021b). Αξίζει να αναφερθεί πως η ανομοιόμορφη κατανομή των ινών στο εσωτερικό των μιγμάτων προκαλούν αύξηση της απώλειας θερμότητας έως και 50% για τοίχους χωρίς μόνωση και 25% για μονωμένες τοίχους και για αυτό τον λόγο δεν είναι επιθυμητή (Zeghari et al., 2021b).

Επιπρόσθετα, εκτός από το είδος, έχει ιδιαίτερη σημασία η ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται. Φυσικά υλικά που προέρχονται από κακής ποιότητας έδαφος, ή από περιοχές με υγρό κλίμα, μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά την δόμηση του κτηρίου, να προκαλέσουν ρωγμές και χαμηλότερη αντοχή της τοιχοποιίας, πράγμα που δεν συναντάει κανείς τόσο συχνά στη δόμηση με τους συμβατικούς οπτόπλινθους και τοτσιμέντο (Zami & Lee, 2011).

Μία άλλη μελέτη περίπτωσης στην οποία συγκρίνεται ένα συμβατικό με ένα βιοκλιματικό κατασκευασμένο από τοπικά υλικά και λιθοδομή, καταλήγει στο ότι η ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του μπορεί να μειωθεί έως και 215% εάν χρησιμοποιούνται τοπικά υλικά δόμησης (Morel et al., 2001). Η ίδια μελέτη αναφέρει πως μία δυσκολία στην

κατασκευή κτηρίων από φυσικά υλικά είναι η έλλειψη κατάλληλων προτύπων δόμησης βιοκλιματικών κτηρίων καθώς και τυποποίησης των υλικών που χρησιμοποιούνται σε αυτά.

### 2.3 Κόστος κατασκευής cob κτηρίων

---

Γενικά, το εάν ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι οικονομικά επωφελής λύση είναι ένα ερώτημα και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η τεχνική και τα υλικά κατασκευής, το κόστος εργασίας, η ανθεκτικότητα στο χρόνο και άλλα (Williams et al., 2010). Επίσης, το κόστος κατασκευής ενός κτηρίου τύπου cob εξαρτάται από το εργατικό δυναμικό και την εμπειρία που κατέχει, καθώς και το κατά πόσο ορθός είναι ο σχεδιασμός σε όλες τις φάσεις του έργου (Kutarna, 2014). Όσον αφορά τα υλικά δόμησης ενός βιοκλιματικού κτηρίου, έχουν χαμηλότερο κόστος σε σύγκριση με τα οικοδομικά υλικά που απαιτούνται για την κατασκευή ενός συμβατικού κτηρίου (Zami & Lee, 2011). Ωστόσο, πολλές φορές η προμήθεια αυτών των υλών δεν είναι εύκολη καθώς δεν είναι τόσο διαδεδομένα στην αγορά όσο τα συμβατικά υλικά, και αυτός ενδεχομένως να είναι ένας λόγος που η τεχνικές δόμησης cob δεν υιοθετούνται τόσο συχνά στις κατασκευές παρά την αποδοτικότητά τους. Το κόστος υλικών αλλά και το κόστος των εργασιών που απαιτούνται για την κατασκευή ενός κτηρίου από φυσικά υλικά μπορεί να μειωθεί με πολλούς τρόπους, όπως για παράδειγμα με τον συνδυασμό μεθόδων συμβατικού και βιοκλιματικού σχεδιασμού (Williams et al., 2010).

Ευρύτερα στη βιβλιογραφία αναφέρεται συχνά πως ένα κτήριο τύπου cob έχει χαμηλότερο κόστος κατασκευής σε σχέση με ένα συμβατικό κτήριο από σκυρόδεμα, ενώ παράλληλα τονίζεται η μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση που προκύπτει από τις μειωμένες απαιτήσεις θέρμανσης (Kutarna, 2014). Περιγράφεται επίσης πως κατά την κατασκευή ενός βιοκλιματικού κτηρίου, λόγω της χρήσης των τοπικών υλικών, μειώνονται τα κόστη μεταφοράς των πρώτων υλών (Morel et al., 2001). Από την άλλη, στο διαδίκτυο γίνεται αναφορά πως μία κατοικία τύπου cob μπορεί να κοστίσει από 150 έως 450 δολάρια ανά τετραγωνικό πόδι, πράγμα που σημαίνει πως το κόστος εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και μπορεί να κυμαίνεται από υψηλό σε χαμηλό.

Ειδικότερα για την Ελλάδα, το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας εξηγεί πως ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σε νέα κτίρια δεν αυξάνει το κόστος κατασκευής με την προϋπόθεση ότι στο κτήριο εφαρμόζονται απλά συστήματα και τεχνολογίες, ενώ, εάν χρησιμοποιούνται πιο εξεζητημένες τεχνολογίες το κόστος αυξάνεται περίπου κατά 10 – 15% (CRES, 2009). Ωστόσο, ακριβή ποσοτικά δεδομένα για τα κόστη κατασκευής των βιοκλιματικών κτηρίων δεν βρέθηκαν στην βιβλιογραφία που διερευνήθηκε.



## 3 Μεθοδολογία

### 3.1 Εισαγωγή

---

Οι μέθοδοι έρευνας και συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη των ερευνητικών στόχων της εργασίας είναι η διερεύνηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας και η μελέτη περίπτωσης. Η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε παρουσιάζεται συνοπτικά στην επόμενη ενότητα.

### 3.2 Μελέτη περίπτωσης

---

Η παρούσα εργασία είναι κατά βάση ποιοτική. Προτού εφαρμοστεί η μέθοδος της μελέτη περίπτωσης, πραγματοποιήθηκε η κατανόηση της ερευνητικής περιοχής και η ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας σχετικά με το θέμα. Επίσης, η εργασία έχει διερευνητικό χαρακτήρα. Για τη συλλογή των στοιχείων και τον καθορισμό του case study αξιοποιήθηκε κάποια υπό μελέτη κατοικία στη φάση έκδοσης της οικοδομικής άδειας. Τα δεδομένα για την κατοικία δεν θα αποκαλυφθούν για λόγους εμπιστευτικότητας. Για τους ίδιους λόγους δεν θα γίνει παρουσίαση των σκαριφημάτων των κτηρίων.

Σχετικά με το υπολογιστικό τμήμα, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό TEEKENAK και το KENAK της εταιρείας 4μ.

Το λογισμικό TEEKENAK εφαρμόζει αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων βασιζόμενο στη τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1. για την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης. Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα στοιχεία του κελύφους και τις Η/Μ εγκαταστάσεις και στη συνέχεια υπολογίζεται η ενεργειακή απόδοση και κατάταξη. Για την επίτευξη των ερευνητικών στόχων της εργασίας, δηλαδή τον υπολογισμό της ετήσια κατανάλωσης ενέργειας σε kWh/m<sup>2</sup>, των ετήσιων εκπομπών CO<sub>2</sub> σε Kg/m<sup>2</sup> και της ενεργειακής κλάσης του κάθε κτηρίου, επαρκούν οι δυνατότητες που προσφέρουν τα εργαλεία αυτά.

Τα δεδομένα της εργασίας αφορούν σε υπό μελέτη κατοικία στην περιοχή της Κερατέας, στην φάση έκδοσης της οικοδομικής άδειας. Πρόκειται για ισόγειο κτήριο με έναν υπόγειο και έναν υπέργειο όροφο. Στο υπόγειο του κτηρίου θα κατασκευαστούν βοηθητικοί μη θερμαινόμενοι χώροι.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά η διαδικασία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης και τα βασικά στοιχεία του κτηρίου το οποίο αφορά η μελέτη περίπτωσης.

### **3.2.1 Ενεργειακή απόδοση κτηρίου**

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων θα πρέπει να εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού.

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

Τα κλιματικά δεδομένα για την περιοχή της Αθήνας, 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 Αθήνας. Το υψόμετρο της περιοχής όπου θα κατασκευασθεί το κτήριο είναι μικρότερο από τα 500 m. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

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

### Πίνακας 1 Εμβαδό και όγκος κτηρίου

Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
238.104	119.052	802.4104	401.205

Τα γενικά δεδομένα για τη θερμική ζώνη του υπό μελέτη κτηρίου δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί.

### Πίνακας 2 Δεδομένα θερμικής ζώνης

Χρήση θερμικής ζώνης	Μονοκατοικία
Ολική επιφάνεια ζώνης (m <sup>2</sup> )	238.1
Ανηγγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> K)]	280
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	B
Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)	312
Φυσικός αερισμός (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0.75

### 3.2.2 Βασικά στοιχεία κτηρίου

Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία του κτηρίου.

### Πίνακας 3 Βασικά στοιχεία κτηρίου

Πόλη	Αθήνα
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	1
Αριθμός Επιπέδων Κτηρίου	3
Τυπικό Ύψος Επιπέδου (m)	3
Κλιματική Ζώνη	ΖΩΝΗ Β
Υψόμετρο μεγαλύτερο των 500m	ΟΧΙ

Χρήση Κτηρίου	Μονοκατοικία
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Βάθος δαπέδου στο έδαφος (m)	0

1. Επιφάνεια οροφών σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα : 5.430 m<sup>2</sup>
2. Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα: 307.020 m<sup>2</sup>
3. Επιφάνεια δαπέδων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα : 35.850 m<sup>2</sup>
4. Επιφάνεια οροφών σε επαφή με κλειστούς ΜΘΧ : 0.000 m<sup>2</sup>
5. Επιφάνεια τοίχων σε επαφή με κλειστούς ΜΘΧ : 32.725 m<sup>2</sup>
6. Επιφάνεια δαπέδων σε επαφή με κλειστούς ΜΘΧ : 28.900 m<sup>2</sup>
7. Επιφάνεια οροφών σε επαφή με το έδαφος : 0.000 m<sup>2</sup>
8. Επιφάνεια τοίχων σε επαφή με το έδαφος : 0.000 m<sup>2</sup>
9. Επιφάνεια δαπέδων σε επαφή με το έδαφος : 51.160 m<sup>2</sup>
10. Επιφάνεια κουφωμάτων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα : 46.741 m<sup>2</sup>
11. Επιφάνεια κουφωμάτων χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα: 0.000 m<sup>2</sup>
12. Επιφάνεια γυάλινων προσόψεων μη ανοιγόμενων ή μερικώς ανοιγόμενων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα : 0.000 m<sup>2</sup>
13. Επιφάνεια κουφωμάτων σε επαφή με ΜΘΧ : 2.240 m<sup>2</sup>
14. Επιφάνεια κουφωμάτων χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με ΜΘΧ : 0.000 m<sup>2</sup>
15. Επιφάνεια γυάλινων προσόψεων μη ανοιγόμενων ή μερικώς ανοιγόμενων σε επαφή με ΜΘΧ : 0.000 m<sup>2</sup>

### 3.2.3 Κλιματική ζώνη, επιφάνεια, τοπογραφία και χωροθέτηση

Το κτήριο θα κατασκευαστεί στην Αθήνα , οπότε βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στη Β κλιματική ζώνη (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, 2017). Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι κλιματικές ζώνες της ελληνικής επικράτειας.

**Πίνακας 4 Κλιματικές ζώνες της ελληνικής επικράτειας**

Κλιματική ζώνη	Νομοί
A	Ηράκλειο, Χανιά, Ρέθυμνο, Λασιθί, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Ιθάκη
B	Κορινθία, Ηλεία, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδα, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα
Γ	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος
Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα

Όσον αφορά τους χώρους της κατοικίας, όλοι εκτός από το υπόγειο θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι. Οι αποθήκες και ο χώρος στάθμευσης στο υπόγειο θεωρούνται μη θερμαινόμενοι χώροι. Ο φέρων οργανισμός και οι τοιχοποιίες πλήρωσης του κτηρίου φέρουν θερμομόνωση εξωτερικά. Η συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων και οι υπολογισμοί των θερμικών χαρακτηριστικών των επιφανειών του κτηρίου γίνεται έχοντας υπόψη τα εξής: για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και κατ' επέκταση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου είναι απαραίτητα όχι μόνο τα θερμικά και γεωμετρικά χαρακτηριστικά των θερμαινόμενων χώρων αλλά και των μη θερμαινόμενων σε επαφή με τους θερμαινόμενους, τα δομικά στοιχεία του κτηρίου που γειτνιάζουν με αλλά θερμαινόμενα κτήρια, κατά τον έλεγχο θερμικής επάρκειας του κτηρίου θεωρείται ότι έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον ενώ για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης θεωρούνται αδιαβατικά, τα δομικά στοιχεία θερμικής ζώνης του κτηρίου που γειτνιάζουν με άλλη θερμική ζώνη του ίδιου κτηρίου θεωρούνται αδιαβατικά, οι αδιαφανείς και οι διαφανείς επιφάνειες έχουν ηλιακά κέρδη τα οποία εξαρτώνται από τον προσανατολισμό τους και τον σκιασμό τους, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 για λόγους απλοποίησης, για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, για κατακόρυφα δομικά αδιαφανή στοιχεία με συντελεστή

θερμοπερατότητας μικρότερο από  $0,60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , ο συντελεστής σκίασης δύναται να θεωρηθεί ίσος με 0,9.

Το υπό μελέτη κτήριο θα ανεγερθεί στη Κερατέα. Πρόκειται για κτήριο με ισόγειο, έναν υπέργειο και έναν υπόγειο όροφο. Οι όροφοι θα έχουν κύρια χρήση «Μονοκατοικία», ενώ στο υπόγειο θα κατασκευαστούν βοηθητικοί χώροι, αποθήκες και χώρος στάθμευσης. Όλοι οι χώροι κύριας χρήσης θα θεωρηθούν θερμαινόμενοι χώροι. Το υπόγειο με τις αποθήκες και το χώρο στάθμευσης θα λειτουργεί ως μη θερμαινόμενος χώρος στο κτήριο.

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

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

#### Πίνακας 5 Επιμέρους χρήσεις χώρων και επιφάνειες

Επιφάνεια επιμέρους χώρων κτηρίου σε m <sup>2</sup>		
Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Ζώνη 1 [m <sup>2</sup> ]	Σύνολο [m <sup>2</sup> ]
Κατοικίας	238.10	238.10

Επιφάνεια μη θερμαινόμενων χώρων κτηρίου σε m <sup>2</sup>	
Μη θερμαινόμενος χώρος	Επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]
ΧΩΡΟΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ - ΑΠΟΘΗΚΕΣ	95.11

#### Τοπογραφία

Το οικόπεδο στο οποίο θα ανεγερθεί το κτήριο είναι ορθογωνικού σχήματος με το μεγάλο του άξονα σε μικρή απόκλιση από τον άξονα Ανατολής - Δύσης. Το οικόπεδο είναι βρισκείται σε αραιά δομημένο περιβάλλον. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές, αλλά και νεότερες κτηριακές κατασκευές, κυρίως κτήρια κατοικιών σε αραιή δόμηση.

Ειδικότερα, η ανατολική πλευρά του οικοπέδου γειτνιάζει δημοτική οδό, πλάτους 8,00 m, ενώ η νότια η βόρεια και η δυτική γειτνιάζουν με οικόπεδα.

Τα κτήρια που έχει ανεγερθεί πλησίον του οικοπέδου βρίσκονται σε απόσταση. Η θέση του κτηρίου θα ευνοεί τον ηλιασμό, τόσο του δώματος όσο και των κατακόρυφων όψεων. Το δώμα του κτηρίου θα διαθέτει αρκετό χώρο ελεύθερο με δυνατότητα επαρκούς ηλιασμού.

### **Χωροθέτηση**

Το κτήριο θα ανεγερθεί εντός του αραιοκατοικημένου ιστού επιτρέποντας ουσιαστικά τη βέλτιστη εκμετάλλευση των βασικών αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Στην περίπτωση του συμβατικού κτηρίου, η τοποθέτηση του στο οικόπεδο θα γίνει με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε να γίνει δυνατή η μερική εκμετάλλευση των πολύ βασικών κλιματικών παραμέτρων. Η χωροθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο θα γίνει ώστε να τοποθετηθούν ανοίγματα σε όλες τις όψεις. Ο σχεδιασμός θα εκμεταλλευτεί το γεγονός ότι τα γειτονικά κτίρια είναι σε μεγάλη απόσταση.

Ο εσωτερικός σχεδιασμός και η διαμόρφωση των χώρων στο κτήριο, έγιναν με γνώμονα τη μέγιστη εκμετάλλευση ή αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας, ανάλογα με την εποχή. Έγινε προσπάθεια τοποθέτησης ορισμένων εκ των κύριων χώρων στο νότιο προσανατολισμό, αλλά και στον ανατολικό, ώστε κατά τους χειμερινούς μήνες να γίνει δυνατή η αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας τις πρωινές ώρες, ενώ κατά τους θερινούς μήνες να είναι ευχάριστη η χρήση των χώρων αυτών, προτού η εξωτερική θερμοκρασία να ανέβει αισθητά. Τέλος, η τοποθέτηση ορισμένων χώρων στους δυτικούς προσανατολισμούς έγινε ώστε να είναι δυνατή η χρήση του φυσικού δροσισμού ακόμη και τις πρώτες πρωινές ώρες κατά τη θερινή περίοδο.

### **Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων**

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

### **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.



## Φυσικός δροσισμός

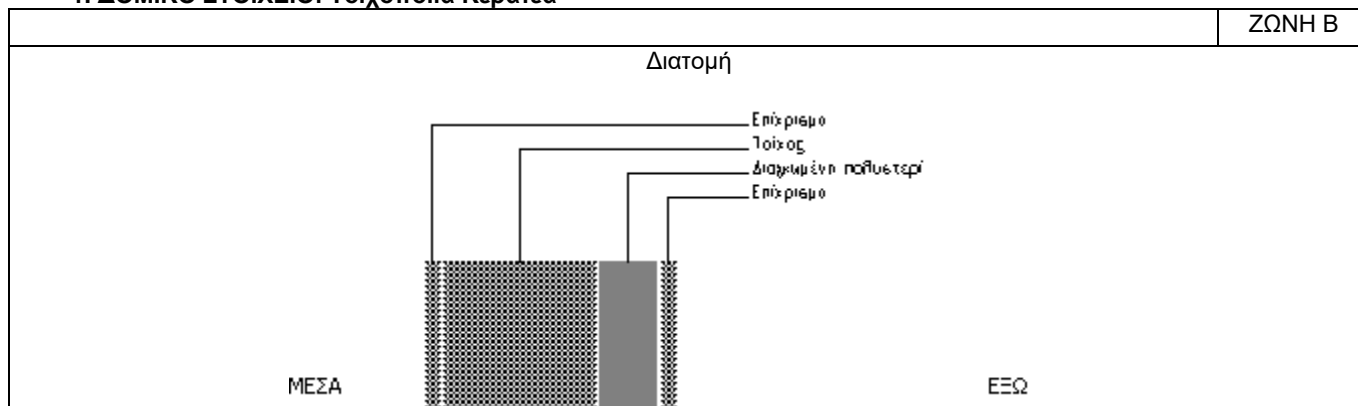
Θα τοποθετηθούν ανοίγματα σε όλους τους χώρους, τα οποία θα προσφέρουν επαρκή φυσικό δροσισμό.

### 3.2.4 Παρουσίαση των δομικών στοιχείων

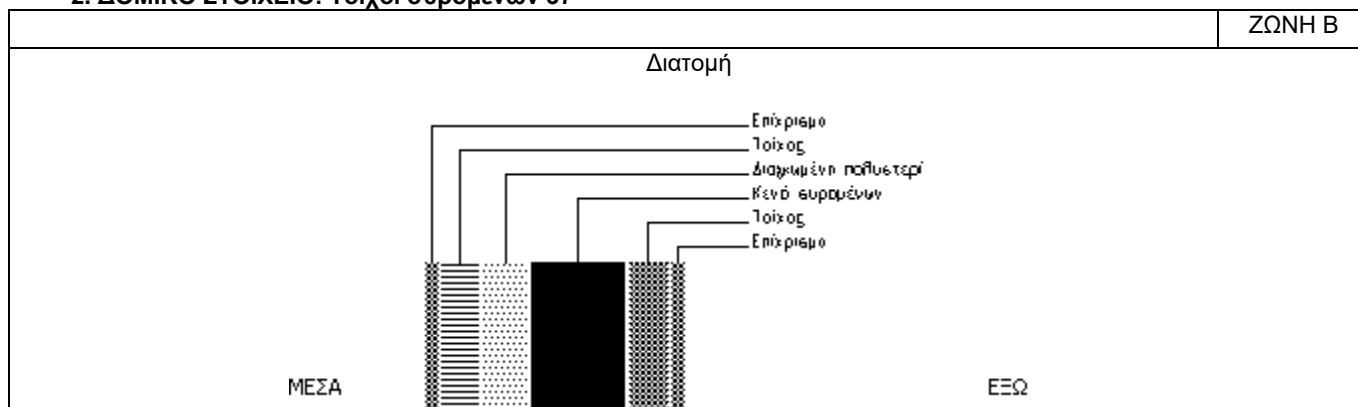
#### 3.2.4.1 Δομικά συμβατικού κτηρίου

Παρακάτω παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία του συμβατικού κτηρίου υπό μορφή σκαριφημάτων. Αναλυτικά τα χαρακτηριστικά κάθε υλικού (πυκνότητα, πάχος, θερμική αγωγιμότητα και θερμική αντίσταση), ο υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής και του συντελεστή θερμοπερατότητας υπάρχουν στο Παράρτημα της εργασίας.

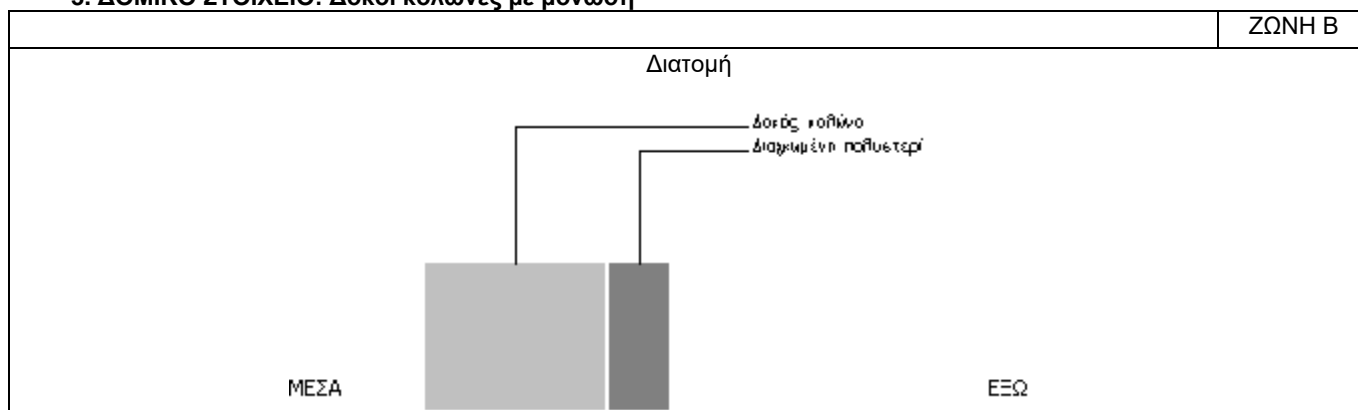
#### 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοιχοποιία Κερατέα



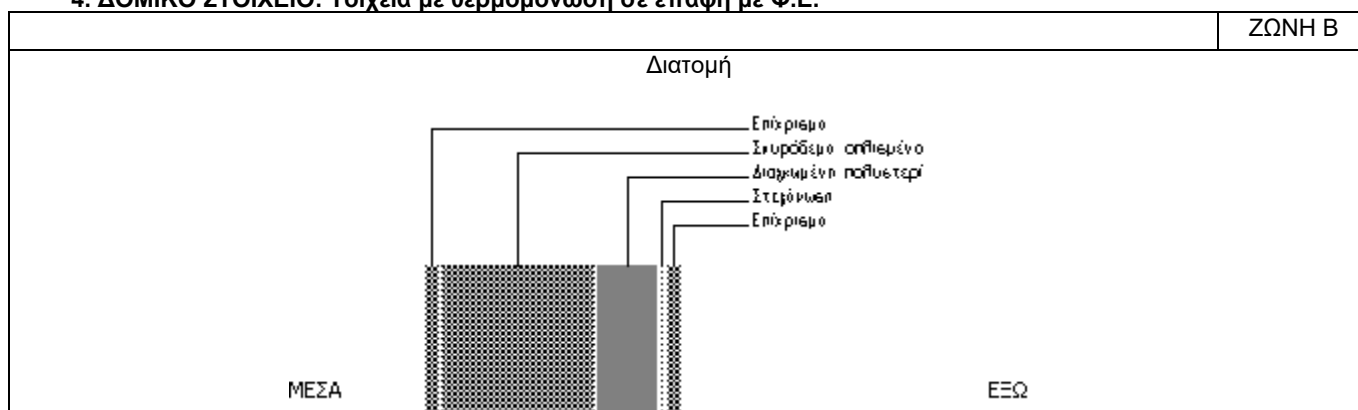
#### 2. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοίχοι συρομένων 37



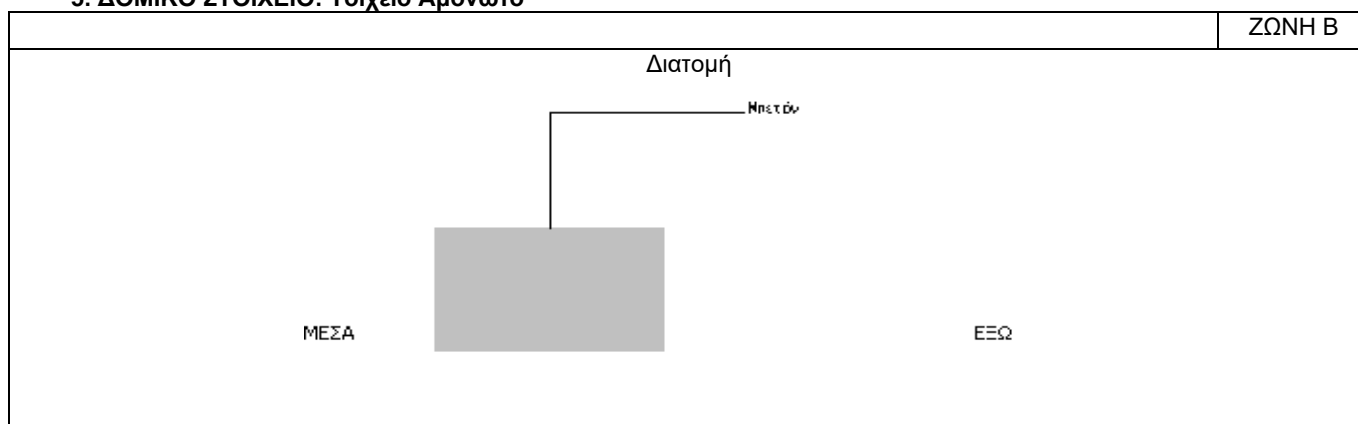
**3. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δοκοί κολώνες με μόνωση**



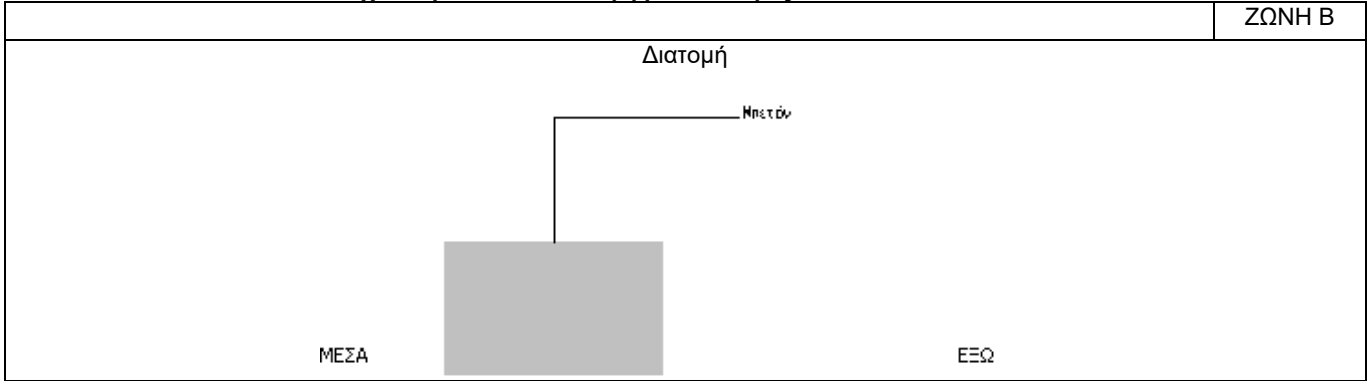
**4. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοιχεία με θερμομόνωση σε επαφή με Φ.Ε.**



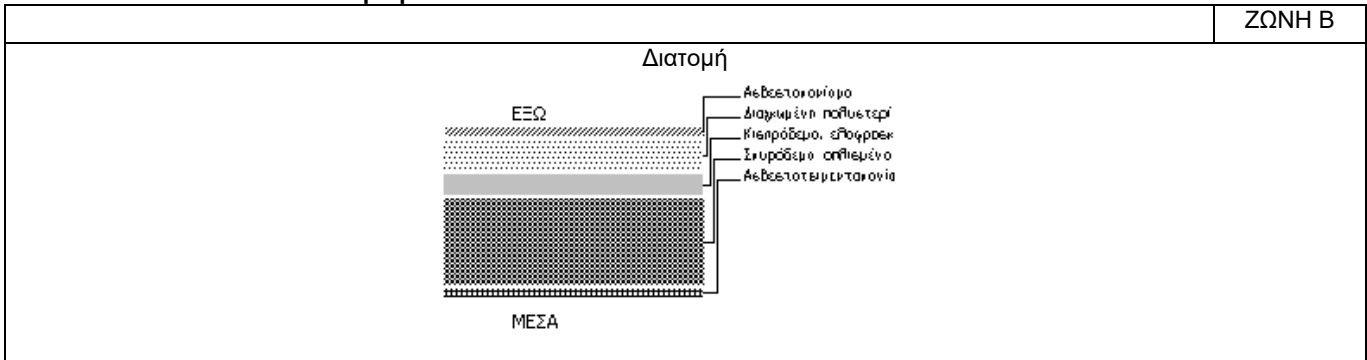
**5. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοιχείο Αμόνωτο**



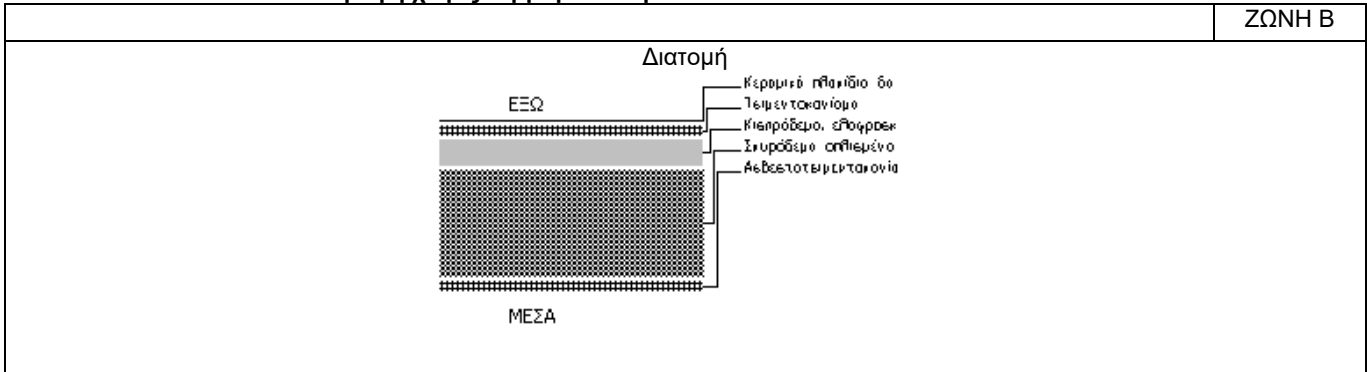
**6. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοιχείο Αμόνωτο σε επαφή με το έδαφος**



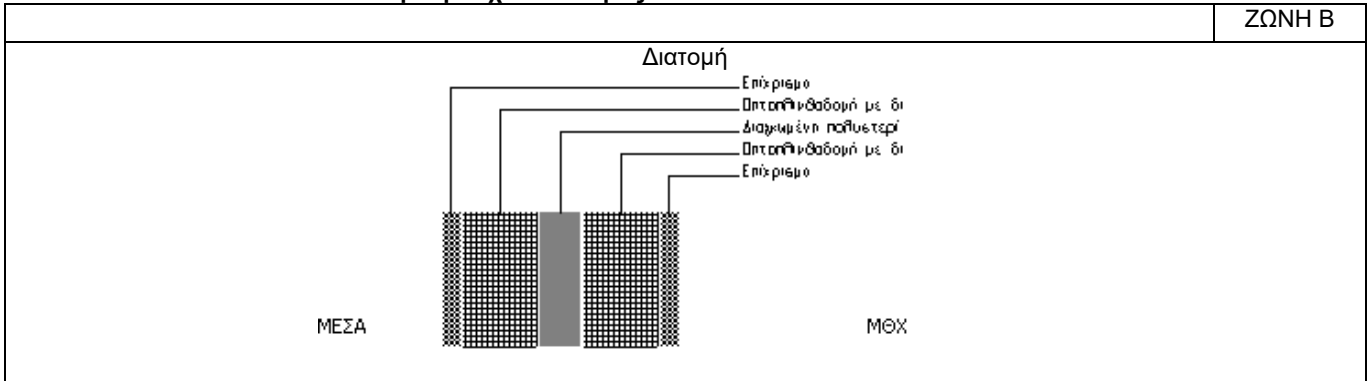
**7. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δώμα βατό**



**8. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οροφή χωρίς θερμομόνωση**

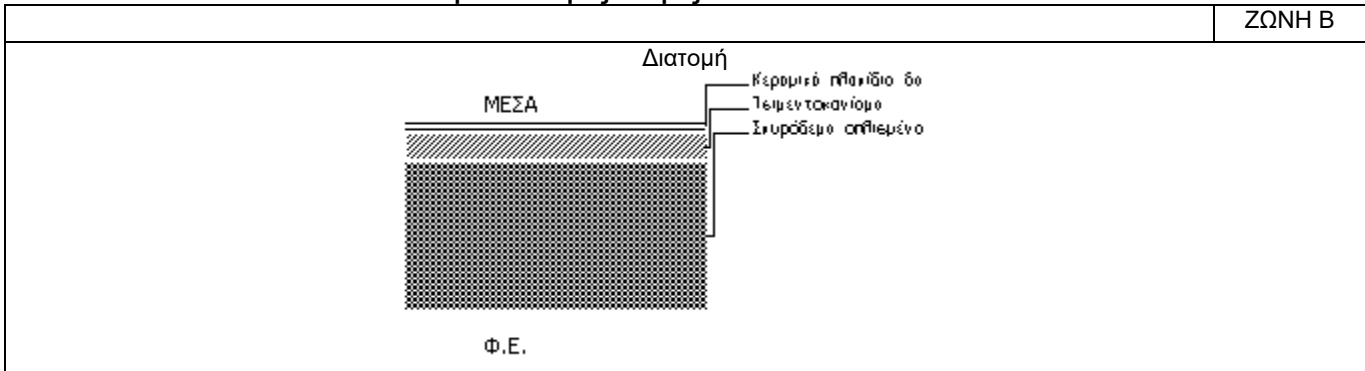


**9. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εσωτερική τοιχοποιία προς ΜΟΧ**





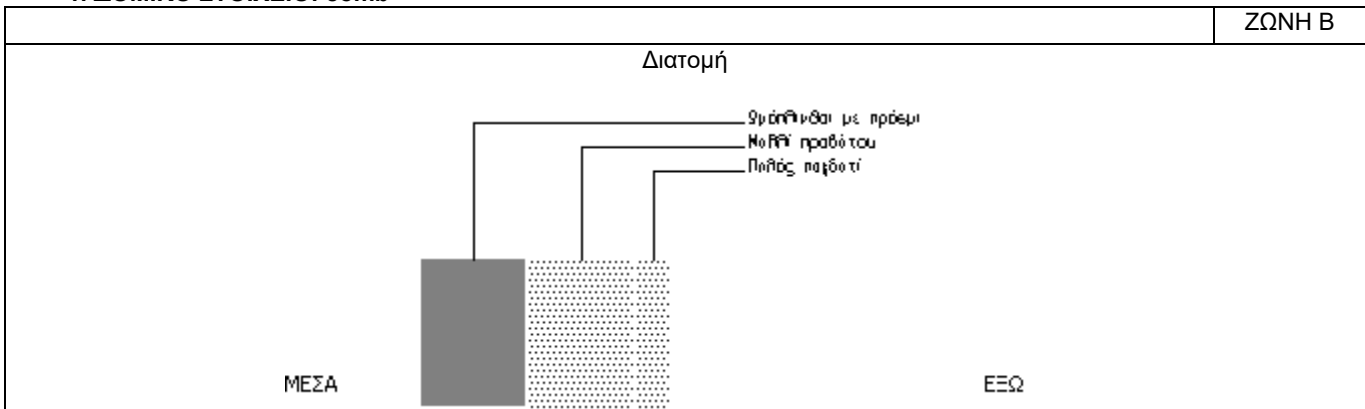
14. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο Αμόνωτο προς έδαφος



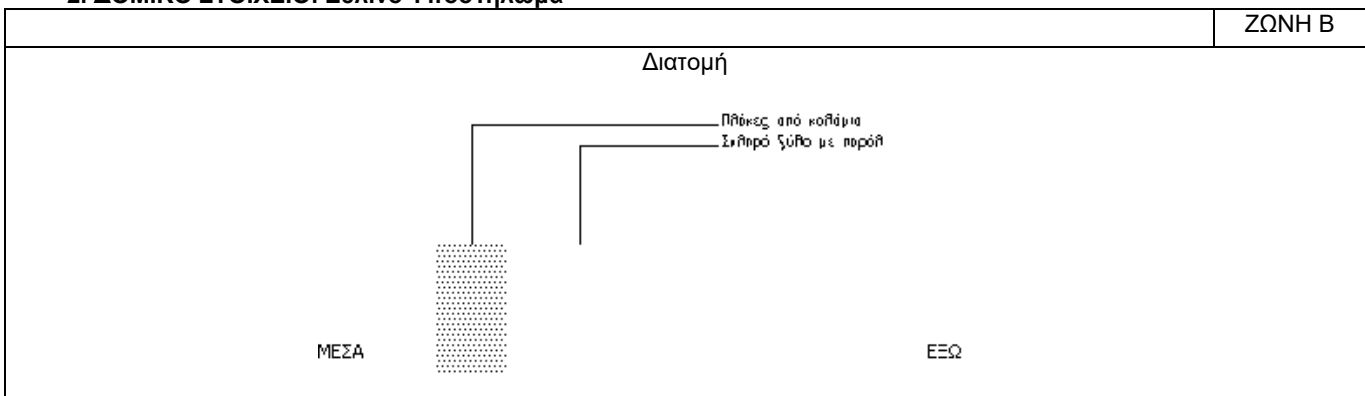
3.2.4.2 Δομικά βιοκλιματικού κτηρίου

Παρακάτω παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία του βιοκλιματικού κτηρίου υπό μορφή σκαριφημάτων. Αναλυτικά τα χαρακτηριστικά κάθε υλικού (πυκνότητα, πάχος, θερμική αγωγιμότητα και θερμική αντίσταση), ο υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής και του συντελεστή θερμοπερατότητας υπάρχουν στο Παράρτημα της εργασίας.

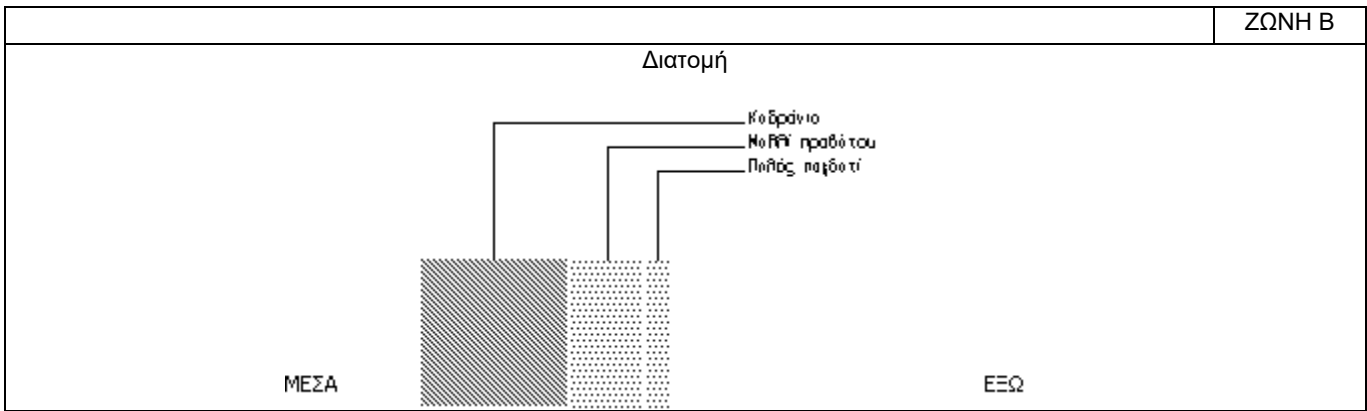
1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: comb



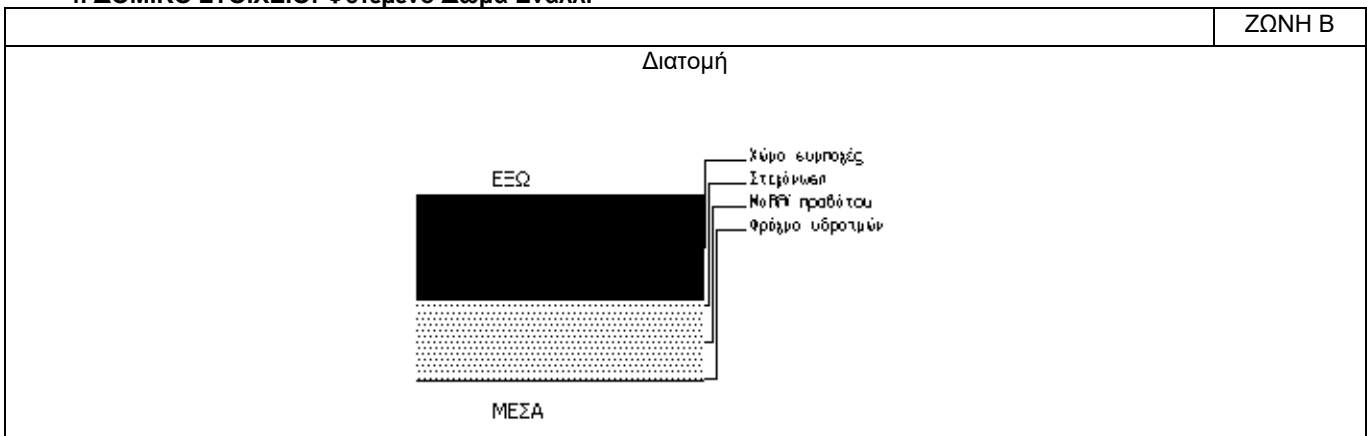
2. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Ξύλινο Υποστήλωμα



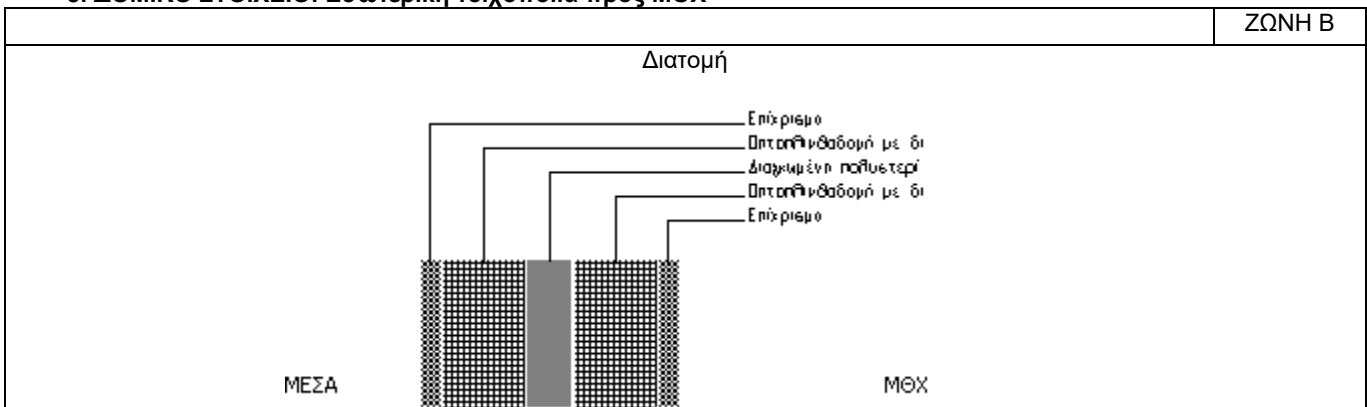
3. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τσατμάς



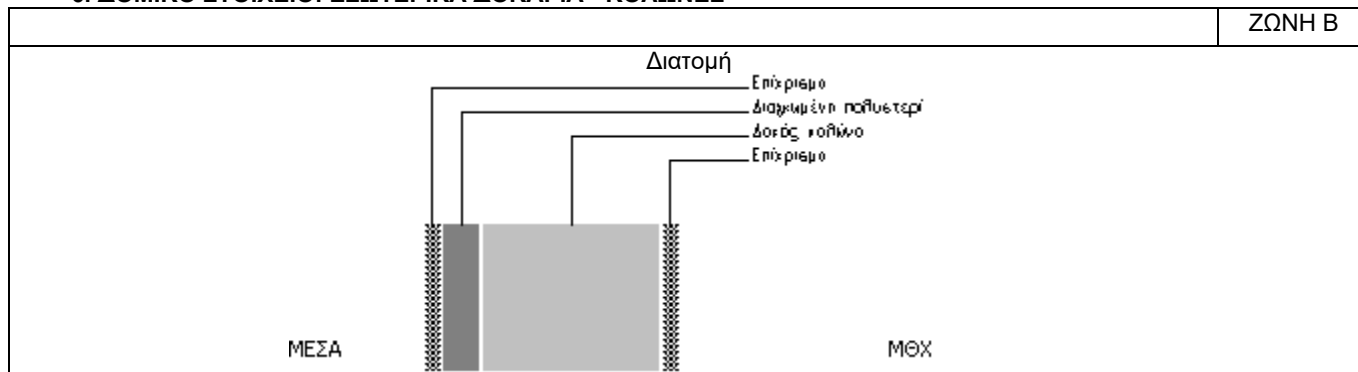
4. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Φυτεμένο Δώμα Εναλλ.



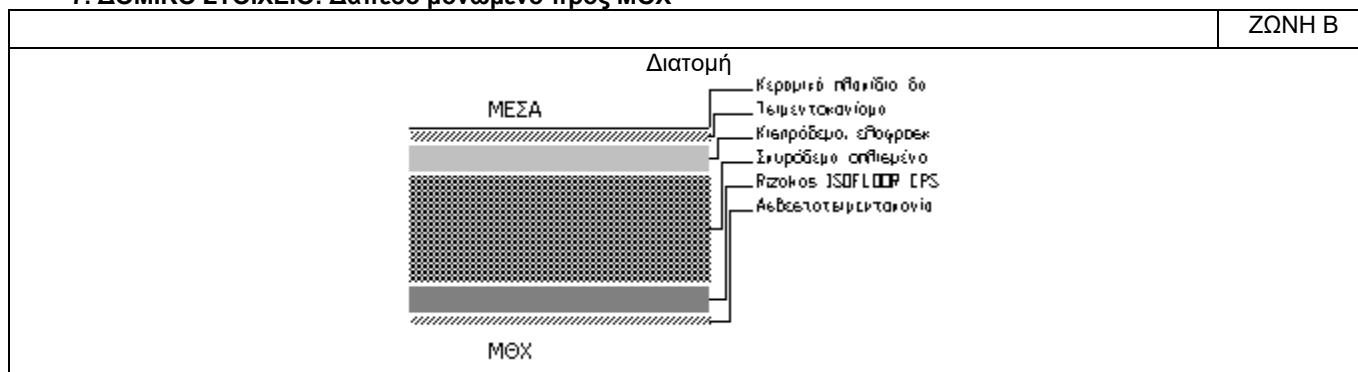
5. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εσωτερική τοιχοποιία προς ΜΟΧ



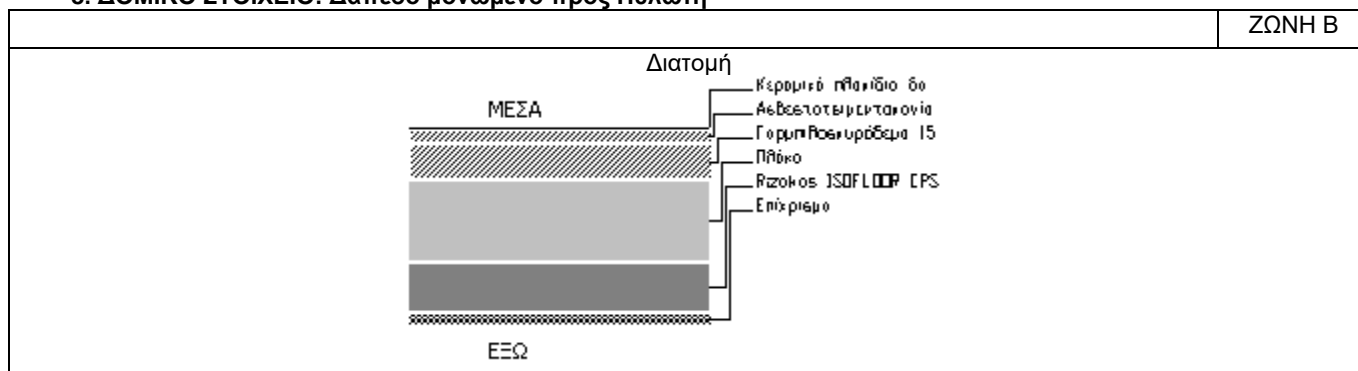
**6. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΔΟΚΑΡΙΑ - ΚΟΛΩΝΕΣ**



**7. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο μονωμένο προς ΜΟΧ**



**8. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο μονωμένο προς Πυλωτή**



**3.2.4.3 Διαδικασία ελέγχου θερμομονωτικής επάρκειας**

Γενικά, ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια: Αρχικά υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 5 (Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη), και έπειτα υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου  $U_m$  και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια του πίνακα 6 (Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή

θερμοπερατότητας ενός νέου κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του).

Σχετικά με τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου, ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας  $U$  των δομικών στοιχείων, όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017.

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

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

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:

$$U_w = \frac{A_f U_f + A_s U_s + I_s \Psi_s}{A_f + A_s} \quad [2]$$

όπου,

$U_f$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

$U_g$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

$A_f$  το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

$A_g$  το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

$L_g$  το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος και

$\Psi_g$  ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.



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

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max} \quad [3]$$

όπου  $U$  ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων [1] ή [2] και  $U_{\delta,\sigma,\max}$  η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο.

Εφόσον κάθε δομικό στοιχείο καλύπτει τις απαιτήσεις του πίνακα 5, απαιτείται και το κτήριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του κτηρίου δίνεται από τη σχέση:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j U_j b + \sum_{i=1}^v l_i \Psi_i b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad [4]$$

όπου:

$A_j$  το εμβαδό δομικού στοιχείου  $j$

$U_j$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου  $j$ ,

$\Psi_i$  ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας  $i$ ,

$l_i$  το μήκος της θερμογέφυρας  $i$  και

$b$  μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$U_m \leq U_{m,\max} \quad [5]$$

Όπου  $U_{m,\max}$  είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου και δίνεται στον πίνακα 5.

Ακολουθούν οι πίνακες με τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας ανά κλιματική ζώνη και τις μέγιστες τιμές συναρτήσεως του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του.

**Πίνακας 6 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων 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 κτηρίου 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 κτηρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	3,80	3,40	3,00	2,80

**Πίνακας 7 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός νέου κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου 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

### 3.2.5 Συστήματα κτηρίου

#### 3.2.5.1 Δεδομένα συστήματος θέρμανσης

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης.

#### Πίνακας 8 Δεδομένα συστήματος θέρμανσης

Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας: Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 28.0 kW											
Συνολική θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 5.320											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠ	0	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι & Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20%											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 45.00											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: 96.5%											
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> )			
								1.18			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 50% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

#### 3.2.5.2 Δεδομένα συστήματος ψύξης

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης.

### Πίνακας 9 Δεδομένα συστήματος ψύξης

Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής ψύξης: Αερόψυκτος ψύκτης ισχύος 28.0 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 4.830											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	0.5	ΙΟΥΝ	0.5
ΙΟΥΛ	0.5	ΑΥΓ	0.5	ΣΕΠ	0.5	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 28.000											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι & Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20%											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής: 98.0%											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: Άμεσα συστήματα (μονάδες ανεμιστήρα (fan coils), δαπέδου ή οροφής)											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.96 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, πίνακας 4.14											
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 30% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

#### 3.2.5.3 Δεδομένα αερισμού

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> .

#### 3.2.5.4 Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης

Τα στοιχεία (ισχύς, καύσιμο, δίκτυο διανομής κτλ) του συστήματος που χρησιμοποιείται στο υπό μελέτη κτήριο για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

### Πίνακας 10 Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης

Σύστημα ζεστού νερού χρήσης ζώνης 1 (Μονοκατοικία)											
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας/ταχυθερμοσιφωνα ισχύος 4.0 kW και Αντλία θερμότητας ισχύος 28.0 kW και Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας/ταχυθερμοσιφωνα ισχύος 4.0 kW											
Θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 1.000, 5.320, 1.000											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός, Ηλεκτρισμός, 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
Χώρος διέλευσης δικτύου: Εσωτερικοί χώροι & Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20%											

Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ΖΝΧ (%): 85.1%													
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ΖΝΧ: 93%													
<b>Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί κάλυψης φορτίου για το σύστημα ΖΝΧ</b>													
A/α	Τύπος	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	0.500	0.550	0.700	0.800	0.900	0.900	0.900	0.900	0.800	0.700	0.550	0.500
2	Αντλία θερμότητας	0.300	0.300	0.200	0.100	0.050	0.050	0.050	0.050	0.100	0.200	0.300	0.300
3	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	0.200	0.150	0.100	0.100	0.050	0.050	0.050	0.050	0.100	0.100	0.150	0.200

### 3.2.5.5 Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών

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

#### Πίνακας 11 Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών

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

### 3.2.5.6 Δεδομένα συστήματος Φ/Β στοιχείων

Τα Φ/Β στοιχεία θα εγκατασταθούν στο δώμα για την παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας. Το είδος, η επιφάνεια, ο βαθμός αξιοποίησης, αλλά και τα υπόλοιπα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

**Πίνακας 12 Δεδομένα συστήματος Φ/Β στοιχείων**

Φωτοβολταϊκά θερμικής ζώνης 1 (Μονοκατοικία)	
Ισχύς (kW):	0.60
Βαθμός απόδοσης:	0.2
Εμβαδόν επιφάνειας συλλεκτών (m <sup>2</sup> ):	4.0
Κλίση τοποθέτησης συλλεκτών (°):	15
Προσανατολισμός συλλεκτών (°):	180
Συντελεστής διόρθωσης σκίασης F-s:	1.00
Σύνδεση:	Με συμψηφισμό

## 4 Αποτελέσματα εργασίας

### 4.1 Κατανάλωση ενέργειας και ενεργειακή κατάσταση

#### 4.1.1 Αποτελέσματα για το συμβατικό κτήριο

##### 4.1.1.1 Συγκεντρωτικά στοιχεία δομικών στοιχείων

Παρακάτω παρουσιάζονται τα στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας.

**Πίνακας 13 Κατακόρυφα δομικά στοιχεία συμβατικού κτηρίου**

Προσανατολισμός	Δομικό στοιχείο	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU [W/K]
BA	Τοιχοποιία	0.329	24.32	1	8.00
BA	Συρόμενο	0.390	15.66	1	6.11
NA	Συρόμενο	0.390	18.84	1	7.35
NA	Τοιχοποιία	0.329	9.49	1	3.12
NΔ	Τοιχοποιία	0.329	21.06	1	6.93
NΔ	Φέρων οργανισμός	0.299	6.30	1	1.88
NΔ	Συρόμενο	0.390	11.21	1	4.37
BΔ	Τοιχοποιία	0.329	15.92	1	5.24
BΔ	Φέρων οργανισμός	0.299	3.15	1	0.94
BΔ	Συρόμενο	0.390	10.53	1	4.10
Σύνολο			136.48		48.05

Ακολουθούν συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

**Πίνακας 14 Αδιαφανή οριζόντια δομικά στοιχεία συμβατικού κτηρίου**

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	51.16	0.170	8.70	1.000	8.70
1	Οροφή	5.43	0.397	2.16	1.000	2.16
2	Δάπεδο προς ΜΘΧ: ΧΩΡΟΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	28.90	0.492	14.22	0.923	13.13
3	Δάπεδο προς ΕΠ	35.85	0.326	11.69	1.000	11.69
		121.34				35.67

Στη συνέχεια φαίνονται τα στοιχεία ανά όροφο για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

**Πίνακας 15 Δομικά στοιχεία ανά όροφο συμβατικού κτηρίου**

Όροφος	Κούφωμα	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]
ΥΠΟΓΕΙΟ	ΒΑ1	1.78	0.70	A19	1.25	2.5	1	3.12
	ΒΔ1	0.81	0.70	A18	0.57	2.5	1	1.42
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΒΔ2	0.90	0.95	A2	0.85	2.4	1	2.05
	ΝΔ1	1.68	1.05	A3	1.76	2.2	1	3.88
	ΝΑ1	0.80	2.20	A4	1.76	2.4	1	4.22
	ΝΑ2	4.90	2.75	A9	13.48	1.9	1	25.60
	ΒΑ1	1.04	2.75	A8	2.86	2.1	1	6.01
	ΒΑ2	0.80	1.80	A7	1.44	2.5	1	3.60
	ΒΔ3	0.70	1.00	A5	0.70	2.5	1	1.75
	ΒΔ4	0.75	1.00	A6	0.75	2.4	1	1.80
Α ΟΡΟΦΟΣ	ΝΔ1	1.50	1.90	A10	2.85	2.4	1	6.84



NΔ2	0.80	1.05	A11	0.84	2.4	1	2.02
NA1	0.70	1.55	A12	1.08	2.3	1	2.50
NΔ3	1.00	1.90	A13	1.90	2.4	1	4.56
NA2	1.50	1.90	A10	2.85	2.4	1	6.84
BA1	0.75	1.05	A14	0.79	2.45	1	1.93
BA2	1.04	1.90	A17	1.98	2.2	1	4.35
BA3	0.75	1.90	A16	1.42	2.3	1	3.28
BΔ1	0.70	1.90	A15	1.33	2.35	1	3.13
BΔ2	0.70	1.90	A15	1.33	2.35	1	3.13

Έπειτα φαίνονται τα στοιχεία των κουφωμάτων.

**Πίνακας 16 Στοιχεία κουφωμάτων συμβατικού κτηρίου**

Όροφος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	b <sub>x</sub> Σ(U <sub>x</sub> A) [W/K]	n	ΣA [m <sup>2</sup> ]	n <sub>x</sub> b <sub>x</sub> Σ(U <sub>x</sub> A) [W/K]
ΥΠΟΓΕΙΟ	1.81	4.53	1	1.81	4.53
ΙΣΟΓΕΙΟ	23.60	48.92	1	23.60	48.92
A ΟΡΟΦΟΣ	16.37	38.56	1	16.37	38.56
Συνολικά:				41.79	92.00

Ακολουθούν στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων ΜΘΧ: ΧΩΡΟΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ - ΑΠΟΘΗΚΕΣ για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης.

**Πίνακας 17 Κατακόρυφα δομικά στοιχεία ΜΘΧ συμβατικού κτηρίου**

Προσανατολισμός	Δομικό στοιχείο	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	Σb <sub>x</sub> A <sub>x</sub> U [W/K]
BA	Φέρων οργανισμός	3.150	37.02	116.62
NA	Τοιχοποιία	3.605	33.60	121.13

ΝΑ	Φέρων οργανισμός	3.150	1.80	5.67
ΝΔ	Φέρων οργανισμός	3.150	8.36	26.33
ΝΔ	Τοιχοποιία	3.605	25.67	92.52
ΝΔ	Άνοιγμα	6.119	1.82	11.13
ΒΔ	Φέρων οργανισμός	3.150	8.40	26.44
Σύνολο			116.66	399.85

Και τέλος συγκεντρωτικά στοιχεία οριζόντιων δομικών στοιχείων ΜΘΧ: ΧΩΡΟΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ – ΑΠΟΘΗΚΕΣ.

**Πίνακας 18 Οριζόντια δομικά στοιχεία ΜΘΧ συμβατικού κτηρίου**

Δομικό στοιχείο	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]	ΣΑxU' [W/K]
Δάπεδο	95.09	0.450	42.79
Οροφή	66.19	1.928	127.61
Συνολικά	161.28		170.40

*4.1.1.2 Υπολογισμός μέγιστου και πραγματοποιήσιμου U<sub>m</sub> του κτηρίου*

**Πίνακας 19 Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου συμβατικού κτηρίου**

Θερμική Ζώνη	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Ύψος [m]	Όγκος [m <sup>3</sup> ]
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ	238.10	3.37	802
Συνολικά			802

	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxI] [W/K]
Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	346.9	129.8
Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	121.3	29.6
Διαφανή δομικά στοιχεία	41.8	92.0
Θερμογέφυρες	-	117.7
Συνολικά	510.1	369.2

$$\Sigma A/V=510.07(\text{m}^2)/802.41(\text{m}^3)=0.636$$

Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max}$  0.869[W/(m<sup>2</sup>K)]

Πραγματοποιούμενο  $U_m=369.2(\text{W/K})/510.07(\text{m}^2)=0.724<0.869[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$

#### 4.1.1.3 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων

##### Αδιαφανή δομικά στοιχεία

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων (ΜΘΧ) του κτηρίου, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ..

**Πίνακας 20 Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των ΜΘΧ του συμβατικού κτηρίου**

Δομικό στοιχείο	U[W/(m <sup>2</sup> K)]	U <sub>max</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]
Τοιχοποιία Κερατέα	0.329	0.45
Τοίχοι συρομένων 37	0.271	0.45
Δοκοί κολώνες με μόνωση	0.299	0.45
Τοιχεία με θερμομόνωση σε επαφή με Φ.Ε.	0.325	0.45
Τοιχείο μονωμένο σε επαφή με Φ.Ε.	0.409	0.45
Δώμα βατό	0.397	0.40
Εσωτερική τοιχοποιία προς ΜΘΧ	0.460	0.90

ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΔΟΚΑΡΙΑ - ΚΟΛΩΝΕΣ	0.566	0.90
Δάπεδο μονωμένο προς ΜΘΧ	0.492	0.80
Δάπεδο μονωμένο προς Πυλωτή	0.326	0.40
Δάπεδο σε επαφή με Φ.Ε.	0.472	0.80

Με βάση τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου και τον υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας  $U'$ . Ο αναλυτικός υπολογισμός τους γίνεται βάσει της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές  $U'$  των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.

**Πίνακας 21 Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και των ΜΘΧ για το συμβατικό κτήριο**

Δομικό στοιχείο	$U$ [ $W/(m^2K)$ ]	Εμβαδό $A$ [ $m^2$ ]	Μέσο βάθος έδρασης $z$ [m]	$U'$ [ $W/(m^2K)$ ]
Δ3	0.472	51.160	0.0	0.170
Δ4	2.969	95.090	0.0	0.450

### Διαφανή δομικά στοιχεία

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως Μονοκατοικία. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας  $U \leq 2.6 W/(m^2K)$ .

Για τα κουφώματα του κτηρίου επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου αλουμινίου με θερμοδιακοπή, με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_f=2.5 W/(m^2K)$ , όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 20 cm. Θα φέρουν υαλοπίνακα με πάχη 4-16-4 με επιστροφή χαμηλής εκπομπής (low\_e) στη θέση 2 (εσωτερική παρειά εξωτερικού υαλοπίνακα) και αέρα

στο διάκενο. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι  $U_g=1.3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό.

Ο υπολογισμός του  $U$  των κουφωμάτων έγινε βάσει της 2 και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017.

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

**Πίνακας 22 Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων συμβατικού κτηρίου**

A/α 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	1.78	0.70	1.25	2.5	2.6
2	0.81	0.70	0.57	2.5	
3	0.90	0.95	0.85	2.4	
4	1.68	1.05	1.76	2.2	
5	0.80	2.20	1.76	2.4	
6	4.90	2.75	13.48	1.9	
7	1.04	2.75	2.86	2.1	
8	0.80	1.80	1.44	2.5	
9	0.70	1.00	0.70	2.5	
10	0.75	1.00	0.75	2.4	
11	1.50	1.90	2.85	2.4	
12	0.80	1.05	0.84	2.4	
13	0.70	1.55	1.08	2.3	
14	1.00	1.90	1.90	2.4	
15	1.50	1.90	2.85	2.4	
16	0.75	1.05	0.79	2.45	
17	1.04	1.90	1.98	2.2	
18	0.75	1.90	1.42	2.3	

19	0.70	1.90	1.33	2.35
20	0.70	1.90	1.33	2.35

#### 4.1.1.4 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

Για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του λόγου της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτηρίου προς τον όγκο τους.

Όπως προέκυψε  $A/V = 0.636 \text{ m}^{-1}$  το οποίο από τον πίνακα 5 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max}=0.869 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Στον παρακάτω πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των  $UxA$ , καθώς και τα αθροίσματα των  $\Psi xI$ . Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m=0.724 \text{ W}/\text{m}^2\text{K} \leq U_{m,max}=0.869 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Συνεπώς το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

#### Πίνακας 23 Συγκεντρωτικά στοιχεία συμβατικού κτηρίου

	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxI] [W/K]
Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	346.9	129.8
Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	121.3	29.6
Διαφανή δομικά στοιχεία	41.8	92.0
Θερμογέφυρες	-	117.7
Συνολικά	510.1	369.2
$[\Sigma(bxUxA)+\Sigma(bx\Psi xI)]/\Sigma A$		0.724

#### 4.1.1.5 Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού

Η θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτηρίου θα γίνεται με κεντρική αερόψυκτη αντλία θερμότητας ισχύος 28.0 kW με ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης. Η ψύξη των χώρων του

κτηρίου θα γίνεται με αερόψυκτο ψύκτη ισχύος 28.0 kW με τερματικές μονάδες ανεμιστήρα (fan coils) που θα καλύπτουν το 50% του φορτίου ψύξης των χώρων. Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30°C προκύπτει σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2014. Τις βραδινές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που υπάρχει καύσωνας.

Στον πίνακα που ακολουθεί, δίνονται αναλυτικά, η ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER του συστήματος που θα εγκατασταθεί.

**Πίνακας 24 Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμότητας**

Σύστημα	Τύπος	Ονομαστική ψυκτική ισχύς [KW]	Δείκτης αποδοτικότητας EER	Καύσιμο
1	Αερόψυκτος ψύκτης	28.0	4.830	Ηλεκτρισμός

Το κτήριο καλύπτει τις ανάγκες του για αερισμό μέσω φυσικού ή τεχνικού αερισμού. Τα στοιχεία του συστήματος αερισμού του υπό μελέτη κτηρίου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 25 Στοιχεία συστήματος αερισμού**

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

#### 4.1.1.6 Σχεδιασμός συστημάτων ζεστού νερού χρήσης

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

Μονοκατοικία: 109.50m<sup>3</sup>/έτος x 1000 lt/m<sup>3</sup> / 365 ημέρες/έτος = 300.00 lt/ημέρα

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτήριο είναι 300.00 lt

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

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

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

όπου:

$V_d$  [lt /ημέρα] το ημερήσιο φορτίο,  $V_d = 300.00$  (lt/ημέρα),

$\rho$  [kg/lt] η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήση,  $\rho = 1$  (kg/ lt),

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

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

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

#### Πίνακας 26 Θερμικό φορτίο για ΖΝΧ του συμβατικού κτηρίου

Ζώνη	Χρήση	$V_d$ [lt/ημέρα]	$V_{store}$ [lt]	$Q_D$ [kWh/ημέρα]	$P_n$ [kW]
ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ	Μονοκατοικία	300.00	60.00	9.54	1.91

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

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



**Πίνακας 27 Στοιχεία συστήματος για ΖΝΧ**

Σύστημα	Τύπος	Ισχύς [KW]	Βαθμός απόδοσης	Καύσιμο
1	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	4.0	1.000	Ηλεκτρισμός
	Αντλία θερμότητας	28.0	5.320	Ηλεκτρισμός
	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	4.0	1.000	Ηλεκτρισμός

**4.1.1.7 Τεκμηρίωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών**

Προκειμένου για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, εκτιμήθηκε ότι η διαθέσιμη επιφάνεια του δώματος που μπορεί να αξιοποιηθεί και δε σκιάζεται κατά την διάρκεια της ημέρας και είναι περίπου 100 m<sup>2</sup>. Για τον υπολογισμό του φορτίου κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η μέθοδος καμπυλών f (S. Klein, W.A. Beckman και J.A Duffie). Η μέθοδος αυτή, δίνει περίπου τα ίδια αποτελέσματα για την κάλυψη του φορτίου ζεστού νερού χρήσης, με την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού όπως δίνεται από το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης είναι επαρκής. Για το συγκεκριμένο κτήριο, μελετήθηκε η εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών, προκειμένου 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 τοποθέτησης τους. Σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα, για τις ελληνικές περιοχές, η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη για ετήσια χρήση είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, όπου για την Αθήνα είναι 38.05°. Στο υπό μελέτη κτήριο ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών καθώς και η γωνία κλίσης της εγκατάστασης τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Σύστημα	Προσανατολισμός	Γωνία κλίσης [°]
1	180	0

Έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για επιμέρους γωνίες κλίσεως των ηλιακών συλλεκτών, όπου παρουσιάστηκαν μικρές διαφορές στο φορτίο κάλυψης του υπό μελέτη κτηρίου.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας ( $\text{kWh/m}^2$ ), για την περιοχή της της Αθήνας, για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση  $0^\circ$ .

**Πίνακας 28 Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ( $\text{kWh/m}^2$ ) για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια**

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε οριζ. επίπεδο ( $\text{kWh/m}^2$ )	63.3	77.7	118.9	152.7	190.4	207.4	214.5	198.6	156.0	111.1	68.1	54.4
Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε επίπεδο $0.0^\circ$	63.3	77.7	118.9	152.7	190.4	207.4	214.5	198.6	156.0	111.1	68.1	54.4

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 Αθήνας (γεωγραφικό πλάτος  $\phi = 38.05^\circ$ ), 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  $61^\circ$ . 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.

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 κτήριο. 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 που ακολουθεί, δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα υπολογισμών για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

**Πίνακας 29 Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη φορτίου ZNX από ηλιακούς συλλέκτες**

	Μέσο μηνιαίο φορτίο (kWh/mo)	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. (kWh/mo)	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. - fi (%)	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. (%)
I	373.62	109.08	29.2	35.9
Φ	337.47	133.89	39.7	35.9
M	373.62	204.89	54.8	35.9
A	361.57	263.13	72.8	35.9
M	373.62	328.10	87.8	35.9
I	361.57	357.39	98.8	35.9
I	373.62	369.63	98.9	35.9
A	373.62	342.23	91.6	35.9
Σ	361.57	268.82	74.3	35.9
O	373.62	191.45	51.2	35.9
N	361.57	117.35	32.5	35.9
Δ	373.62	93.74	25.1	35.9
Σύνολο	4399.10	2779.69		
Μέσος όρος ετησίως			63.2	35.9

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης ανέρχεται σε 63.19%. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες κυμαίνονται από 25.1% έως και 98.9%. 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 ZNX από τους ηλιακούς συλλέκτες. Σε περίπτωση μεταβολής της κλίσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών, αυτή δεν μπορεί να υπερβεί την επιλεγείσα κλίση.

#### 4.1.1.8 Φωτοβολταϊκά

Για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου με την αξιοποίηση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας θα εγκατασταθούν Φωτοβολταϊκά συστήματα.

Προκειμένου για την εγκατάσταση Φ/Β στοιχείων, εκτιμήθηκε ότι η διαθέσιμη επιφάνεια που δε σκιάζεται κατά την διάρκεια της ημέρας υπερκαλύπτει την απαιτούμενη.

Η βέλτιστη γωνία κλίσης Φ/Β στοιχείων, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησης τους. Σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα, για τις ελληνικές περιοχές, η βέλτιστη κλίση ενός Φ/Β στοιχείου για ετήσια χρήση είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, όπου για την Αθήνα είναι 38.05°. Στο υπό μελέτη κτήριο ο προσανατολισμός των Φ/Β στοιχείων καθώς και η γωνία κλίσης της εγκατάστασης τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Σύστημα	Προσανατολισμός	Γωνία κλίσης [°]
1	180	15

Έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για επιμέρους γωνίες κλίσεως των Φ/Β στοιχείων, όπου παρουσιάστηκαν μικρές διαφορές στο φορτίο κάλυψης του υπό μελέτη κτηρίου.

Προκειμένου για τη σωστή τοποθέτηση των Φ/Β στοιχείων 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 Αθήνας (γεωγραφικό πλάτος  $\phi = 38.05^\circ$ ), 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  $61^\circ$ . Με βάση αυτή τη γωνία και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του Φ/Β στοιχείου, υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν τα Φ/Β στοιχεία μεταξύ τους, όταν τοποθετηθούν υπό γωνία, για να μην αλληλοσκιάζονται.

Με βάση την ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των Φ/Β στοιχείων, τις διαστάσεις τους και τη διαθέσιμη επιφάνεια, η οποία δεν παρουσιάζει προβλήματα σκιασμού, εκτιμήθηκε ο αριθμός Φ/Β στοιχείων που μπορούν να εγκατασταθούν στο υπό μελέτη κτήριο. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το ηλεκτρικό φορτίο για τα συγκεκριμένα Φ/Β στοιχεία όπως περιγράφονται στη μελέτη διαστασιολόγησης και τη συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό τοποθέτησης. Στον παρακάτω πίνακα, δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα υπολογισμών για την εγκατάσταση Φ/Β στοιχείων.

**Πίνακας 30 Αποτελέσματα υπολογισμών για την παραγόμενη ενέργεια των Φ/Β στοιχείων.**

	Μέσο μηνιαίο φορτίο (kWh/mo)
I	58.67
Φ	66.22
M	94.70
A	115.11
M	138.78
I	148.91
I	155.04
A	147.74
Σ	122.36
O	93.53
N	62.12
Δ	51.88
Σύνολο	1255.06

#### 4.1.1.9 Καταναλώσεις ενέργειας

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:

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Ελκυσόμενοι 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

Το υπό μελέτη τμήμα έχει χρήση "Μονοκατοικία" και τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 31 Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη συμβατικού κτηρίου**

Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	11.90	9.60	7.10	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	9.50	42.60
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	7.70	12.10	10.90	1.70	0.00	0.00	0.00	33.20
Ζεστό νερό χρήσης	1.60	1.40	1.50	1.30	1.20	1.00	0.90	0.90	0.90	1.10	1.30	1.50	14.60

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

**Πίνακας 32 Τελική κατανάλωση ενέργειας συμβατικού κτηρίου**

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	2.60	2.10	1.70	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2.10	9.70
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	0.10	0.70	1.20	1.10	0.20	0.00	0.00	0.00	3.20
ZNX	1.20	0.90	0.90	0.50	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.50	0.90	1.10	6.20
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.50	0.60	0.90	1.10	1.40	1.50	1.60	1.40	1.10	0.80	0.50	0.40	11.70
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	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.60	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	5.30
Σύνολο	3.70	3.00	2.50	0.70	0.20	0.70	1.20	1.10	0.20	0.50	1.90	3.20	19.10

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων ανά καύσιμο (πηγή ωφέλιμης ενέργειας) δίνονται παρακάτω.

**Πίνακας 33 Κατανάλωση ανά καύσιμο για το συμβατικό κτήριο**

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	
Ηλεκτρισμός	14.5
Ηλιακή ενέργεια	16.9
Γεωθερμία	0.0
Σύνολο	19.1

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

**Πίνακας 34 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας συμβατικού κτηρίου**

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	40.3	28.1
Ψύξη	24.6	9.3
ZNX	21.7	18.0
Φωτισμός	0.0	0.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	14.0
Σύνολο	86.6	41.3

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο, δίνονται στη συνέχεια.

**Πίνακας 35 Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο για το συμβατικό κτήριο**

Τελική χρήση	Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	14.5	14.4
Ηλιακή ενέργεια	16.9	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0

4.1.1.10 Ενεργειακή κατάταξη συμβατικού κτηρίου

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

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας του κτηρίου είναι 41.3 kWh/m<sup>2</sup>, ενώ οι υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> ανέρχονται σε 19.7 Kg/m<sup>2</sup>.

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

**A**

**41.30 kWh/m<sup>2</sup>**



## 4.1.2 Αποτελέσματα για το βιοκλιματικό κτήριο

### 4.1.2.1 Συγκεντρωτικά στοιχεία δομικών στοιχείων

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας

**Πίνακας 36 Κατακόρυφα δομικά στοιχεία βιοκλιματικού κτηρίου**

Προσανατολισμός	Δομικό στοιχείο	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU [W/K]
ΒΑ	Τοιχοποιία	0.268	24.32	1	6.52
ΒΑ	Τοιχοποιία	0.268	15.66	1	4.20
ΝΑ	Τοιχοποιία	0.268	18.84	1	5.05
ΝΑ	Τοιχοποιία	0.268	9.49	1	2.54
ΝΔ	Τοιχοποιία	0.268	21.06	1	5.64
ΝΔ	Φέρων οργανισμός	0.329	6.30	1	2.07
ΝΔ	Τοιχοποιία	0.268	11.21	1	3.00
ΒΔ	Τοιχοποιία	0.268	15.92	1	4.27
ΒΔ	Φέρων οργανισμός	0.329	3.15	1	1.04
ΒΔ	Τοιχοποιία	0.268	10.53	1	2.82
Σύνολο			136.48		37.15

Ακολουθούν συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

**Πίνακας 37 Αδιαφανή οριζόντια δομικά στοιχεία βιοκλιματικού κτηρίου**

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	51.16	0.170	8.70	1.000	8.70
1	Οροφή	5.43	0.305	1.66	1.000	1.66
2	δάπεδο προς ΜΘΧ: ΧΩΡΟΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ	28.90	0.492	14.22	0.500	7.11
3	δάπεδο προς ΕΠ	35.85	0.326	11.69	1.000	11.69
		121.34				29.15

Στη συνέχεια φαίνονται τα στοιχεία ανα όροφο για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

**Πίνακας 38 Δομικά στοιχεία ανά όροφο βιοκλιματικού κτηρίου**

Όροφος	Κούφωμα	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]
ΥΠΟΓΕΙΟ	BA1	1.78	0.70	A19	1.25	2.5	1	3.12
	BΔ1	0.81	0.70	A18	0.57	2.5	1	1.42
ΙΣΟΓΕΙΟ	BΔ1	1.00	2.75	A1	2.75	2.2	1	6.05
	BΔ2	0.90	0.95	A2	0.85	2.4	1	2.05
	NA1	1.68	1.05	A3	1.76	2.2	1	3.88
	NA1	0.80	2.20	A4	1.76	2.4	1	4.22
	NA2	4.90	2.75	A9	13.48	1.9	1	25.60
	BA1	1.04	2.75	A8	2.86	2.1	1	6.01
	BA2	0.80	1.80	A7	1.44	2.5	1	3.60
	BΔ3	0.70	1.00	A5	0.70	2.5	1	1.75
	BΔ4	0.75	1.00	A6	0.75	2.4	1	1.80
Α ΟΡΟΦΟΣ	NA1	1.50	1.90	A10	2.85	2.4	1	6.84
	NA2	0.80	1.05	A11	0.84	2.4	1	2.02

NA1	0.70	1.55	A12	1.08	2.3	1	2.50
NΔ3	1.00	1.90	A13	1.90	2.4	1	4.56
NA2	1.50	1.90	A10	2.85	2.4	1	6.84
BA1	0.75	1.05	A14	0.79	2.45	1	1.93
BA2	1.04	1.90	A17	1.98	2.2	1	4.35
BA3	0.75	1.90	A16	1.42	2.3	1	3.28
BΔ1	0.70	1.90	A15	1.33	2.35	1	3.13
BΔ2	0.70	1.90	A15	1.33	2.35	1	3.13

Έπειτα φαίνονται τα στοιχεία των κουφωμάτων.

**Πίνακας 39 Στοιχεία κουφωμάτων βιοκλιματικού κτηρίου**

Όροφος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	bχΣ(UxA) [W/K]	n	ΣA [m <sup>2</sup> ]	nxbχΣ(UxA) [W/K]
ΥΠΟΓΕΙΟ	1.81	4.53	1	1.81	4.53
ΙΣΟΓΕΙΟ	26.35	54.97	1	26.35	54.97
A ΟΡΟΦΟΣ	16.37	38.56	1	16.37	38.56
Συνολικά:				44.54	98.05

Ακολουθούν στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων ΜΘΧ: ΧΩΡΟΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ - ΑΠΟΘΗΚΕΣ για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης.

**Πίνακας 40 Κατακόρυφα δομικά στοιχεία ΜΘΧ βιοκλιματικού κτηρίου**

Προσανατολισμός	Δομικό στοιχείο	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	ΣbxAxU [W/K]
BA	Φέρων οργανισμός	3.150	37.02	116.62
NA	Τοιχοποιία	3.605	33.60	121.13
NA	Φέρων οργανισμός	3.150	1.80	5.67
NΔ	Φέρων οργανισμός	3.150	8.36	26.33
NΔ	Τοιχοποιία	3.605	25.67	92.52

ΝΔ	Άνοιγμα	5.107	1.82	9.29
ΒΔ	Φέρων οργανισμός	3.150	8.40	26.44
Σύνολο			116.66	398.01

Και τέλος, τα συγκεντρωτικά στοιχεία οριζόντιων δομικών στοιχείων ΜΘΧ: ΧΩΡΟΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΗΣ – ΑΠΟΘΗΚΕΣ.

**Πίνακας 41 Οριζόντια δομικά στοιχεία ΜΘΧ βιοκλιματικού κτηρίου**

Δομικό στοιχείο	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]	ΣΑxU' [W/K]
δάπεδο	95.09	0.450	42.79
Οροφή	66.19	0.000	0.00
Σύνολο	161.28		42.79

*4.1.2.2 Υπολογισμός μέγιστου και πραγματοποιήσιμου U<sub>m</sub> του κτηρίου*

**Πίνακας 42 Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου βιοκλιματικού κτηρίου**

Θερμική Ζώνη	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Ύψος [m]	Όγκος [m <sup>3</sup> ]
Εναλλακτικό	238.10	3.37	802
Συνολικά			802

	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxI] [W/K]
Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	344.2	103.2
Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	121.3	29.1
Διαφανή δομικά στοιχεία	44.5	98.1
Θερμογέφυρες	-	117.7
Συνολικά	510.1	348.1

$$\Sigma A/V=510.07(m^2)/802.41(m^3)=0.636$$

Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max} 0.869[W/(m^2K)]$

Πραγματοποιούμενο  $U_m=348.1(W/K)/510.07(m^2)=0.682<0.869[W/(m^2K)]$

#### 4.1.2.3 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικών στοιχείων

##### Αδιαφανή δομικά στοιχεία

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου, οι οποίοι πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ..

**Πίνακας 43 Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των ΜΘΧ του βιοκλιματικού κτηρίου**

Δομικό στοιχείο	$U[W/(m^2K)]$	$U_{max}[W/(m^2K)]$
Comb	0.268	0.45
Ξύλινο Υποστήλωμα	0.329	0.45
Τσατμάς	0.243	0.45
Φυτεμένο Δώμα Εναλλ.	0.305	0.40
Εσωτερική τοιχοποιία προς ΜΘΧ	0.460	0.90
ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΔΟΚΑΡΙΑ - ΚΟΛΩΝΕΣ	0.566	0.90
Δάπεδο μονωμένο προς ΜΘΧ	0.492	0.80
Δάπεδο μονωμένο προς Πυλωτή	0.326	0.40
Δάπεδο σε επαφή με Φ.Ε.	0.472	0.80

Έπειτα δίνονται οι ισοδύναμοι συντελεστές  $U'$  των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.

**Πίνακας 44 Ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος των θερμαινόμενων και των ΜΘΧ του βιοκλιματικού κτηρίου**

Δομικό στοιχείο	$U [W/(m^2K)]$	Εμβαδό $A [m^2]$	Μέσο βάθος έδρασης $z [m]$	$U' [W/(m^2K)]$
Δ3	0.472	51.160	0.0	0.170
Δ4	2.969	95.090	0.0	0.450

### Διαφανή δομικά στοιχεία

Για τα κουφώματα του κτηρίου επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου ξύλινου με θερμοδιακοπή, με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_f=2.2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 10 cm. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι  $U_g=2.8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του κτηρίου.

**Πίνακας 45 Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων βιοκλιματικού κτηρίου**

A/α 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	1.78	0.70	1.25	2.5	2.6
2	0.81	0.70	0.57	2.5	
3	1.00	2.75	2.75	2.2	
4	0.90	0.95	0.85	2.4	
5	1.68	1.05	1.76	2.2	
6	0.80	2.20	1.76	2.4	
7	4.90	2.75	13.48	1.9	
8	1.04	2.75	2.86	2.1	
9	0.80	1.80	1.44	2.5	
10	0.70	1.00	0.70	2.5	
11	0.75	1.00	0.75	2.4	
12	1.50	1.90	2.85	2.4	
13	0.80	1.05	0.84	2.4	
14	0.70	1.55	1.08	2.3	
15	1.00	1.90	1.90	2.4	
16	1.50	1.90	2.85	2.4	
17	0.75	1.05	0.79	2.45	

18	1.04	1.90	1.98	2.2
19	0.75	1.90	1.42	2.3
20	0.70	1.90	1.33	2.35
21	0.70	1.90	1.33	2.35

#### 4.1.2.4 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

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

Όπως προέκυψε  $A/V = 0.636 \text{ m}^{-1}$  το οποίο από τον πίνακα 5 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max}=0.869 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Στον παρακάτω πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των  $UxA$ , καθώς και τα αθροίσματα των  $\Psi xI$ . Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m=0.724 \text{ W}/\text{m}^2\text{K} \leq U_{m,max}=0.869 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$$

Συνεπώς το κτήριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

#### Πίνακας 46 Συγκεντρωτικά στοιχεία βιοκλιματικού κτηρίου

	$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]}$	$\Sigma [bxUxA] \text{ [W/K]}$ ή $\Sigma [bx\Psi xI] \text{ [W/K]}$
Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	344.2	103.2
Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	121.3	29.1
Διαφανή δομικά στοιχεία	44.5	98.1
Θερμογέφυρες	-	117.7
Συνολικά	510.1	348.1
$[\Sigma (bxUxA)+\Sigma (bx\Psi xI)]/\Sigma A$		0.682

#### 4.1.2.5 Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού

Τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης κι αερισμού, επιλέχθηκαν να είναι πανομοιότυπα με του συμβατικού κτηρίου ώστε να μπορούν να εξαχθούν σαφέστερα συμπεράσματα από τη σύγκριση των δύο κτηρίων.

#### 4.1.2.6 Καταναλώσεις ενέργειας

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) έχουν δοθεί στην προηγούμενη ενότητα.

Τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη δίδονται παρακάτω. Στα φορτία αυτά περιλαμβάνονται και τα φορτία αερισμού για κάθε εποχή.

**Πίνακας 47 Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη βιοκλιματικού κτηρίου**

Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	10.00	8.20	6.60	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.90	8.20	38.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	8.20	12.60	11.40	2.20	0.00	0.00	0.00	36.00
Ζεστό νερό χρήσης	1.60	1.40	1.50	1.30	1.20	1.00	0.90	0.90	0.90	1.10	1.30	1.50	14.60

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας ανά τελική χρήση δίδονται στον πίνακα που ακολουθεί.

**Πίνακας 48 Τελική κατανάλωση ενέργειας βιοκλιματικού κτηρίου**

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	2.20	1.80	1.60	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.90	8.80
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	0.20	0.80	1.20	1.10	0.20	0.00	0.00	0.00	3.50
ZNX	1.20	0.90	0.90	0.50	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.50	0.90	1.10	6.20
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.50	0.60	0.90	1.10	1.40	1.50	1.60	1.40	1.10	0.80	0.50	0.40	11.70
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	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.60	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	5.30
Σύνολο	3.40	2.80	2.40	0.80	0.30	0.80	1.20	1.10	0.30	0.50	1.90	3.00	18.50

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



**Πίνακας 49 Κατανάλωση ανά καύσιμο για το βιοκλιματικό κτήριο**

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	
Ηλεκτρισμός	13.8
Ηλιακή ενέργεια	16.9
Γεωθερμία	0.0
Σύνολο	18.5

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

**Πίνακας 50 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας βιοκλιματικού κτηρίου**

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	39.8	25.5
Ψύξη	25.2	10.1
ZNX	21.7	18.0
Φωτισμός	0.0	0.0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	14.7
Σύνολο	86.7	38.9

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

**Πίνακας 51 Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο για το βιοκλιματικό κτήριο**

Τελική χρήση	Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	13.8	13.7
Ηλιακή ενέργεια	16.9	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0

4.1.2.7 Ενεργειακή κατάταξη βιοκλιματικού κτηρίου

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

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας του κτηρίου είναι **38.9 kWh/m<sup>2</sup>**, ενώ οι υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> ανέρχονται σε **19.0 Kg/m<sup>2</sup>**.

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								

**A**

**38.90 kWh/m<sup>2</sup>**

## 4.2 Σύγκριση αποτελεσμάτων

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων αφορά τις δύο εναλλακτικές (συμβατικό κτήριο, βιοκλιματικό κτήριο) και προσανατολίζεται κυρίως στα κριτήρια που αφορούν την κατανάλωση ενέργειας, τις εκπομπές CO<sub>2</sub> και το κόστος κατασκευής τους.

Όσον αφορά τα κριτήρια που σχετίζονται με την ενέργεια, σύμφωνα με τον πίνακα αποτελεσμάτων που παρατίθεται παρακάτω, το κτήριο τύπου cob είναι η μία καλύτερη λύση διότι παρουσιάζει χαμηλότερα ποσά κατανάλωσης ενέργειας και χαμηλότερες εκπομπές CO<sub>2</sub>. Η ενεργειακή κλάση που προέκυψε και για τα δύο κτήρια είναι η Α.

**Πίνακας 52 Πίνακας αποτελεσμάτων για την σύγκριση των δύο κτηρίων**

	Συμβατικό κτήριο	Κτήριο cob
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	41.3	38.9
Ετήσιες εκπομπές (CO <sub>2</sub> Kg/m <sup>2</sup> )	19.7	19.0
Ενεργειακή κλάση	A	A

Οι διαφορές που προέκυψαν στις τιμές είναι για την κατανάλωση ενέργειας είναι 2.4 kWh/m<sup>2</sup> το έτος, και για τις ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> 0.7 Kg/m<sup>2</sup>. Οι τιμές αυτές είναι αρκετά ικανοποιητικές δεδομένου ότι τα δύο κτήρια διαθέτουν ακριβώς τα ίδια συστήματα θέρμανσης, ψύξης, ΖΝΧ και φωτοβολταϊκά. Οι διαφορές των δύο κτηρίων συνοψίζονται στις τεχνικές και τα στοιχεία δόμησης.

Όσον αφορά τα κόστη κατασκευής των δύο κτηρίων, σύμφωνα με την βιβλιογραφία που ερευνήθηκε, τα υλικά δόμησης που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός βιοκλιματικού κτηρίου είναι φθηνότερα σε σύγκριση με τα συμβατικά οικοδομικά υλικά (Zami & Lee, 2011; CRES, 2009; Morel et al., 2001; Williams et al., 2010).

Ο παράγοντας εκείνος που αυξάνει το κόστος είναι η έλλειψη προσβασιμότητας σε αυτά και σε κάποιες περιπτώσεις η έλλειψη τεχνογνωσίας (Kutarna, 2014; Quagliarini et al., 2010). Από την άλλη, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, το κόστος αυξάνεται ακόμα περισσότερο όταν γίνεται

εγκατάσταση σύνθετων συστημάτων και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Στην παρούσα περίπτωση, τα δύο κτήρια διαθέτουν τα ίδια επακριβώς συστήματα. Συνεπώς, με βάση όλα τα παραπάνω, το κτήριο cob μπορεί να κοστίζει λιγότερο από ότι το συμβατικό κτήριο, με την προϋπόθεση ότι, τόσο κατά τον σχεδιασμό και τη μελέτη όσο και κατά την υλοποίηση, υπάρχει εύκολη πρόσβαση σε όλη την τεχνογνωσία που απαιτείται.

Στη συνέχεια, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την μελέτη περίπτωσης αλλά και τα δεδομένα από την διερεύνηση της βιβλιογραφίας, γίνεται εφαρμογή της ανάλυσης SWOT για κάθε μία από τις δύο επιλογές.

Η ανάλυση SWOT είναι ένα εργαλείο στρατηγικού σχεδιασμού που επικεντρώνεται σε μια συγκεκριμένη επιχειρησιακή μονάδα, υποδομή, αλλαγή, δράση κ.ο.κ. Στην παρούσα εργασία η ανάλυση επικεντρώνεται στην κατασκευή ενός βιοκλιματικού κτηρίου και ενός συμβατικού. Κατά την ανάλυση SWOT εντοπίζονται τα ισχυρά σημεία της υποδομής (strengths), δηλαδή εκείνα που είναι καλά με βάση τα τωρινά δεδομένα, τα αδύναμα σημεία (weaknesses), οι ευκαιρίες (opportunities) και οι απειλές (threats), δηλαδή τα πράγματα που θα είναι άσχημα στο μέλλον σε σχέση με την υποδομή αυτή.

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας SWOT για κάθε μία από τις δύο επιλογές. Γενικά η ανάλυση SWOT που πραγματοποιήθηκε έχει ως στόχο να συμβάλει στη μελλοντική λήψη αποφάσεων από την πλευρά τόσο των μηχανικών – συμβούλων, όσο και των ιδιοκλήτων που επενδύουν, σχετικά με την επιλογή κατασκευής ενός κτηρίου τύπου cob.

**Πίνακας 53 Πίνακας SWOT βιοκλιματικού κτηρίου**

Βιοκλιματικό κτήριο	
Ισχυρά σημεία - Strengths	Αδύναμα σημεία - Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μειωμένη κατανάλωση ενέργειας</li> <li>• Χαμηλότερες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub></li> <li>• Καλύτερες τιμές μόνωσης – χαμηλότερες τιμές θερμοπερατότητας</li> <li>• Φθηνότερα υλικά δόμησης</li> <li>• Μειωμένα κόστη μεταφορών πρώτων υλών</li> <li>• Χρήση υλικών που δεν απαιτούν βιομηχανική επεξεργασία</li> <li>• Χρήση τοπικών πόρων και εναρμόνιση με το περιβάλλον</li> <li>• Μειωμένα απόβλητα</li> <li>• Μειωμένες λειτουργικές δαπάνες κτηρίου</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Έλλειψη τεχνογνωσίας</li> <li>• Σύνθετες τεχνικές συντήρησης</li> <li>• Απαιτήσεις συχνής συντήρησης</li> <li>• Έλλειψη κατάλληλων προτύπων δόμησης</li> <li>• Ενδεχόμενη κακή ποιότητα - αξιοπιστία υλικών</li> <li>• Ελλιπής τυποποίηση φυσικών υλικών</li> <li>• Ενδεχόμενη μειωμένη μηχανική αντοχή υλικών</li> <li>• Δύσκολα προσβάσιμα, μη διαδεδομένα υλικά</li> <li>• Υψηλά κόστη σχεδιασμού</li> <li>• Αδυναμία εφαρμογής σε αστικά πυκνοδομημένα περιβάλλοντα</li> </ul>
Ευκαιρίες - Opportunities	Απειλές - Threats
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση ενέργειας, οικολογία και βιωσιμότητα</li> <li>• Μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση πόρων</li> <li>• Διατήρηση των παραδόσεων και αρχιτεκτονική αναβάθμιση</li> <li>• Βελτίωση παραγωγικής διαδικασίας και αρχιτεκτονικών πρακτικών</li> <li>• Υιοθέτηση πρακτικών επαναχρησιμοποίησης υλικών</li> <li>• Χρήση της τεχνικής για την αποκατάσταση ιστορικών και αρχαιολογικών κτισμάτων</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αρνητικά στην στατική του κτηρίου (π.χ. ρωγμές)</li> <li>• Μειωμένη αντοχή υλικών (π.χ. διάβρωση)</li> <li>• Έλλειψη συμμόρφωσης με τα πρότυπα και τη νομοθεσία</li> <li>• Ενδεχόμενη εγκατάλειψη της τεχνικής cob λόγω της έλλειψης τεχνογνωσίας</li> </ul>

**Πίνακας 544 Πίνακας SWOT συμβατικού κτηρίου**

Συμβατικό κτήριο	
Ισχυρά σημεία - Strengths	Αδύναμα σημεία - Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>Υψηλή τεχνογνωσία</li> <li>Δοκιμασμένες πρακτικές και καθιερωμένα πρότυπα κατασκευής</li> <li>Χαμηλά κόστη σχεδιασμού</li> <li>Εύκολα προσβάσιμα υλικά δόμησης</li> <li>Βεβαιότητα στατικής επάρκειας και αντοχής υλικών</li> <li>Υψηλή αντοχή σε ακραία καιρικά φαινόμενα (π.χ. πυρκαγιές)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Αυξημένη κατανάλωση ενέργειας</li> <li>Υψηλότερες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub></li> <li>Υψηλότερες τιμές θερμοπερατότητας</li> <li>Ακριβότερα υλικά δόμησης</li> <li>Αυξημένα απόβλητα</li> <li>Μειωμένη ευελιξία αλλαγών</li> </ul>
Ευκαιρίες - Opportunities	Απειλές - Threats
<ul style="list-style-type: none"> <li>Συνδυασμός συμβατικών τεχνικών με cob</li> <li>Ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης με ευφυή συστήματα</li> <li>Ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης με εφαρμογή παθητικών συστημάτων (π.χ. nZEB) και συστημάτων άμεσου κέρδους</li> <li>Εφαρμογή νέων τεχνολογιών που απορροφούν το CO<sub>2</sub> (π.χ. “πράσινο” τσιμέντο, πράσινα δώματα)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Περιβαλλοντικές συνέπειες και κλιματική αλλαγή</li> <li>Επιδράσεις στο μικρόκλιμα των αστικών περιοχών και φόρτιση των δικτύων ομβρίων</li> <li>Συνέπειες στην οικονομία λόγω υπερκατανάλωσης ενέργειας και πόρων</li> <li>Απομάκρυνση από τον παραδοσιακό χαρακτήρα της αρχιτεκτονικής των οικισμών και το τοπικό περιβάλλον</li> </ul>

## 5 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της εργασίας, είναι βέβαιο πως το κτήριο κατοικίας τύπου cob είναι μία καλύτερη επιλογή σε σχέση με το συμβατικό κτήριο. Αυτό, διότι παρουσιάζει χαμηλότερα ποσά ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας και χαμηλότερες εκπομπές CO<sub>2</sub>. Συγκεκριμένα, ενώ το συμβατικό κτήριο καταναλώνει 41.3 kWh/m<sup>2</sup>, το βιοκλιματικό καταναλώνει 38.9 kWh/m<sup>2</sup>, δηλαδή 5.8% χαμηλότερες. Επιπρόσθετα, οι ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> στο βιοκλιματικό κτήριο είναι μειωμένες κατά 0.7 Kg/m<sup>2</sup>, δηλαδή περίπου 3.6% χαμηλότερες σε σχέση με το συμβατικό. Οι τιμές αυτές έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα αν αναλογιστεί κανείς πως τα δύο κτήριο διαθέτουν ακριβώς τα ίδια συστήματα και ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Περαιτέρω, στα συμπεράσματα της εργασίας προστίθεται το ότι το κτήριο cob μπορεί να κοστίζει λιγότερο από ότι το συμβατικό κτήριο, με την προϋπόθεση ότι κατά τον σχεδιασμό, τη μελέτη και την υλοποίηση, υπάρχει εύκολη πρόσβαση στην τεχνογνωσία που απαιτείται. Αυτό διότι όπως αναφέρεται συχνά και στη βιβλιογραφία, τα φυσικά υλικά δόμησης είναι φθηνότερα σε σχέση με τα συμβατικά οικοδομικά υλικά, αλλά από την άλλη, υπάρχει έλλειψη όσον αφορά την τεχνογνωσία σε αυτόν τον τομέα. Άλλα στοιχεία που προέκυψαν, ειδικότερα κατά την σύγκριση των δύο κτηρίων, είναι ότι η διάδοση και εξέλιξη του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτηρίων, μπορεί μελλοντικά να συνεισφέρει στη μείωση των επιπτώσεων της παγκόσμιας κλιματικής αλλαγής, την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βιωσιμότητα. Αυτό προϋποθέτει την δημιουργία κατάλληλων προτύπων δόμησης, ενίσχυση των τεχνικών ποιοτικού ελέγχου και ευρύτερη τυποποίηση των υλικών ώστε να αποφευχθούν αρνητικές συνέπειες που σχετίζονται με την στατική και την αντοχή των υλικών.

Τέλος, ένα ερώτημα που τίθεται προς μελλοντική διερεύνηση είναι το κατά πόσο αποδοτικός θα ήταν ο συνδυασμός των συμβατικών τεχνικών δόμησης με την δόμηση cob, παράλληλα με την εγκατάσταση ευφυών συστημάτων, στην εξοικονόμηση ενέργειας και την μείωση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής. Επιπρόσθετα, περαιτέρω διερεύνηση για την σύγκριση των δύο κτηρίων με αλλαγή των παραμέτρων που καταχωρήθηκαν θα μπορούσε να λάβει χώρα.

## 6 Βιβλιογραφία

- Ben-Alon, L., Loftness, V., Harries, K. A., DiPietro, G., & Hameen, E. C. (2019). Cradle to site Life Cycle Assessment (LCA) of natural vs conventional building materials: A case study on cob earthen material. *Building and Environment*, *160*, 106150. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.05.028>
- Chatzikonstantinou, E., Katsoulakos, N., & Vatavali, F. (2022). Housing and energy consumption in Greece. Households' experiences and practices in the context of the energy crisis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1123*(1), 012043. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1123/1/012043>
- CRES. (2009). *Energy for concerned consumers, Center for renewable energy sources and saving*. Energy for Concerned Consumers.
- Georgoulas, A. K., Akritidis, D., Kalisoras, A., Kapsomenakis, J., Melas, D., Zerefos, C. S., & Zanis, P. (2022). Climate change projections for Greece in the 21st century from high-resolution EURO-CORDEX RCM simulations. *Atmospheric Research*, *271*, 106049. <https://doi.org/10.1016/J.ATMOSRES.2022.106049>
- Gounni, A., & Louahlia, H. (2020). Dynamic behavior and economic analysis of sustainable building integrating cob and phase change materials. *Construction and Building Materials*, *262*, 120795. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120795>
- Hamard, E., Cazacliu, B., Razakamanantsoa, A., & Morel, J.-C. (2016). Cob, a vernacular earth construction process in the context of modern sustainable building. *Building and Environment*, *106*, 103–119. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.06.009>
- Kutarna, M. (2014). *An investigation into the use of cob and/or straw bale construction in non-residential buildings*.
- Levinson, A., & Niemann, S. (2004). Energy use by apartment tenants when landlords pay for utilities. *Resource and Energy Economics*, *26*(1), 51–75. [https://doi.org/10.1016/S0928-7655\(03\)00047-2](https://doi.org/10.1016/S0928-7655(03)00047-2)
- Morel, J. C., Mesbah, A., Oggero, M., & Walker, P. (2001). Building houses with local materials: means to drastically reduce the environmental impact of construction. *Building and Environment*, *36*(10), 1119–1126. [https://doi.org/10.1016/S0360-1323\(00\)00054-8](https://doi.org/10.1016/S0360-1323(00)00054-8)
- Noailly, J. (2012). Improving the energy efficiency of buildings: The impact of environmental policy on technological innovation. *Energy Economics*, *34*(3), 795–806. <https://doi.org/10.1016/J.ENERCO.2011.07.015>
- Oyebanji, M. O., & Kirikkaleli, D. (2022). Energy productivity and environmental degradation: the case of Greece. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(55), 82785–82785. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21874-8>
- Pacheco-Torgal, F., & Jalali, S. (2012). Earth construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction. *Construction and Building Materials*, *29*, 512–519. <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2011.10.054>
- Pérez-Lombard, L., Ortiz, J., González, R., & Maestre, I. R. (2009). A review of benchmarking, rating and labelling concepts within the framework of building energy certification schemes. *Energy and Buildings*, *41*(3), 272–278. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2008.10.004>
- Quagliarini, E., Stazi, A., Pasqualini, E., & Fratolocchi, E. (2010). Cob Construction in Italy: Some Lessons from the Past. *Sustainability*, *2*(10), 3291–3308. <https://doi.org/10.3390/su2103291>

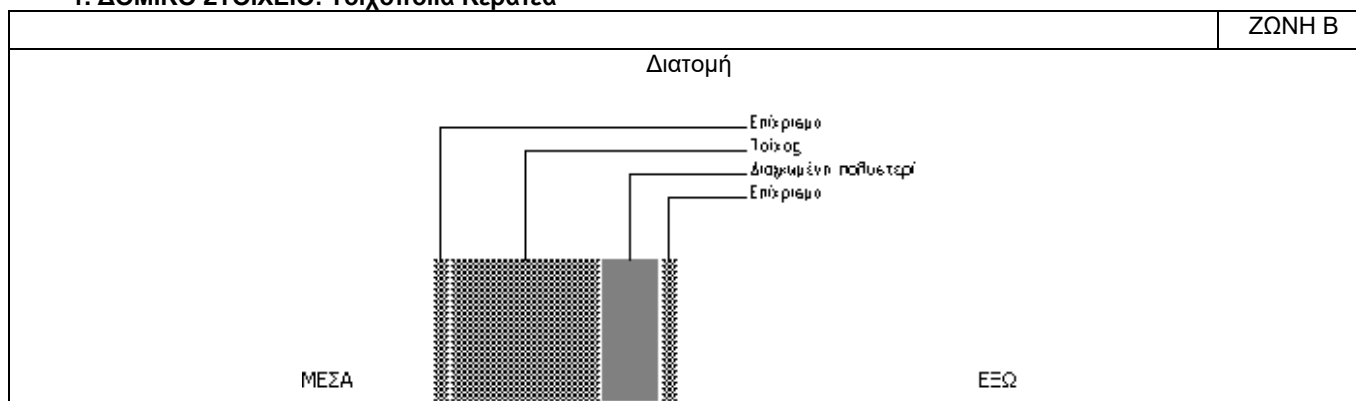


- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2016). Principles and criteria for assessing urban energy resilience: A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1654–1677. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2016.03.028>
- Williams, C., Goodhew, S., Griffiths, R., & Watson, L. (2010). The feasibility of earth block masonry for building sustainable walling in the United Kingdom. *Journal of Building Appraisal*, 6(2), 99–108. <https://doi.org/10.1057/JBA.2010.15>
- Zami, M. S., & Lee, A. (2011). Inhibitors of adopting stabilised earth construction to address urban low cost housing crisis: An understanding by construction professionals. *Journal of Building Appraisal*, 6(3–4), 227–240. <https://doi.org/10.1057/jba.2010.25>
- Zeghari, K., Gounni, A., Louahia, H., Marion, M., Boutouil, M., Goodhew, S., & Streif, F. (2021a). Novel Dual Walling Cob Building: Dynamic Thermal Performance. *Energies*, 14(22), 7663. <https://doi.org/10.3390/en14227663>
- Zeghari, K., Gounni, A., Louahia, H., Marion, M., Boutouil, M., Goodhew, S., & Streif, F. (2021b). Novel Dual Walling Cob Building: Dynamic Thermal Performance. *Energies*, 14(22), 7663. <https://doi.org/10.3390/en14227663>
- EK. (2002). Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων. *Επίσημη Εφημερίδα Των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων*.
- T.O.T.E.E. 20701-1/2017. (2017). *ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017*.

## 7 Παράρτημα

Στο παράρτημα παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στα δύο κτήρια, αναλυτικά και όλα τα χαρακτηριστικά τους και ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας για το κάθε ένα.

### 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοιχοποιία Κερατέα



### 2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

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	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023
2	Τοίχος	1200	0.21	0.523	0.402
3	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS200	30	0.08	0.033	2.424
4	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023
			<b><math>\Sigma d=0.330</math></b>		<b><math>R_L=2.872</math></b>

### 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

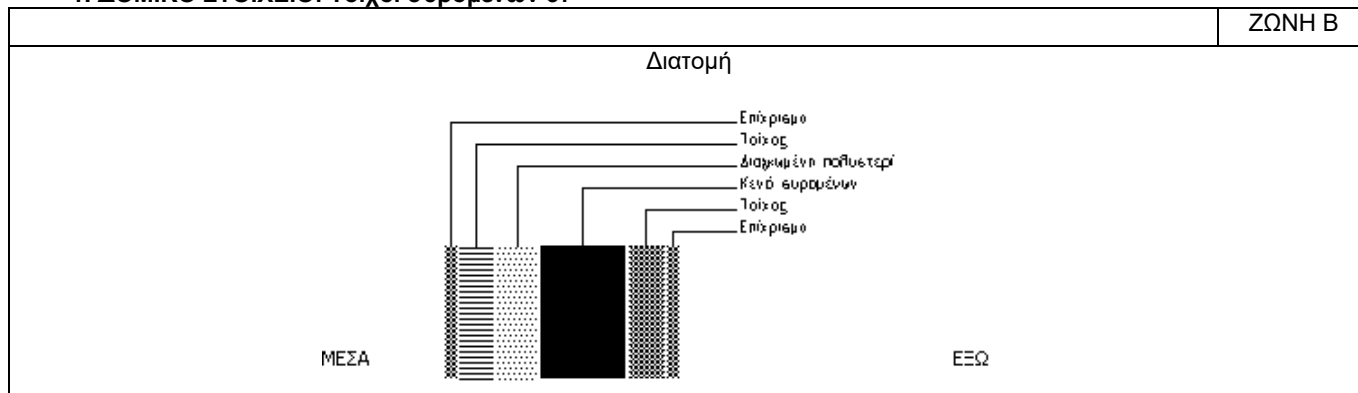
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.872
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	3.042

	Συντελεστής θερμοπερατότητας	$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.329
	Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.45

$$U \leq U_{\max}$$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοίχοι συρομένων 37



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_u$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_v$
		$kg/m^3$	m	$W/(mK)$	$(m^2K)/W$	$(m^2K)/W$
1	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023	
2	Τοίχος	1200	0.060	0.523	0.115	
3	Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφ		0.070	0.033	2.121	
4	Κενό συρομένων		0.150			
5	Τοίχος	1200	0.060	0.523	0.115	0.115
6	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023	0.023
			<b><math>\Sigma d=0.380</math></b>		<b><math>R_{L,u}=2.259</math></b>	<b><math>R_{L,v}=0.138</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

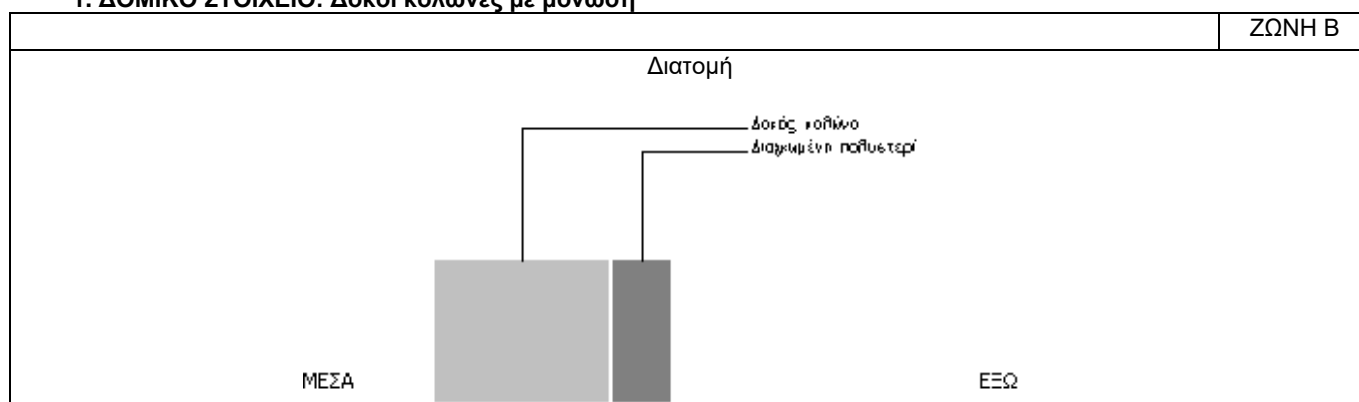
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(m^2K)/W$	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_{L,u}$	$(m^2K)/W$	2.259
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(m^2K)/W$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,u}$	$(m^2K)/W$	2.429
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	$R_i$	$(m^2K)/W$	0.13
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	$R_{L,v}$	$(m^2K)/W$	0.138
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	$R_a$	$(m^2K)/W$	0.04
8	Εμβαδό θυρίδων	$A_v$	$mm^2$	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,v}$	$(m^2K)/W$	0.308

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$W/(m^2K)$	0.412
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{max}$	$W/(m^2K)$	0.45

$U \leq U_{max}$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δοκοί κολώνες με μόνωση



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

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	Δοκός κολώνα	2400	0.30	2.035	0.147
2	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS200	30	0.1	0.033	3.030
			<b><math>\Sigma d=0.400</math></b>		<b><math>R_L=3.178</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

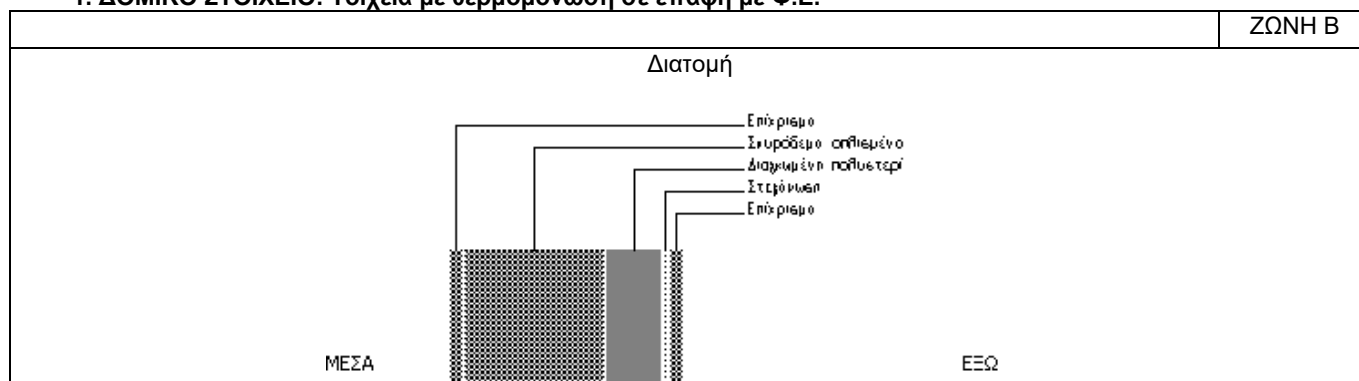
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	3.178
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	3.348

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.299
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.45

$$U \leq U_{\max}$$

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



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

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	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.25	2.500	0.100
3	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS80	16	0.1	0.036	2.778
4	Στεγάνωση	1050	0.004	0.174	0.023
5	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023
			<b><math>\Sigma d=0.394</math></b>		<b><math>R_L=2.947</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

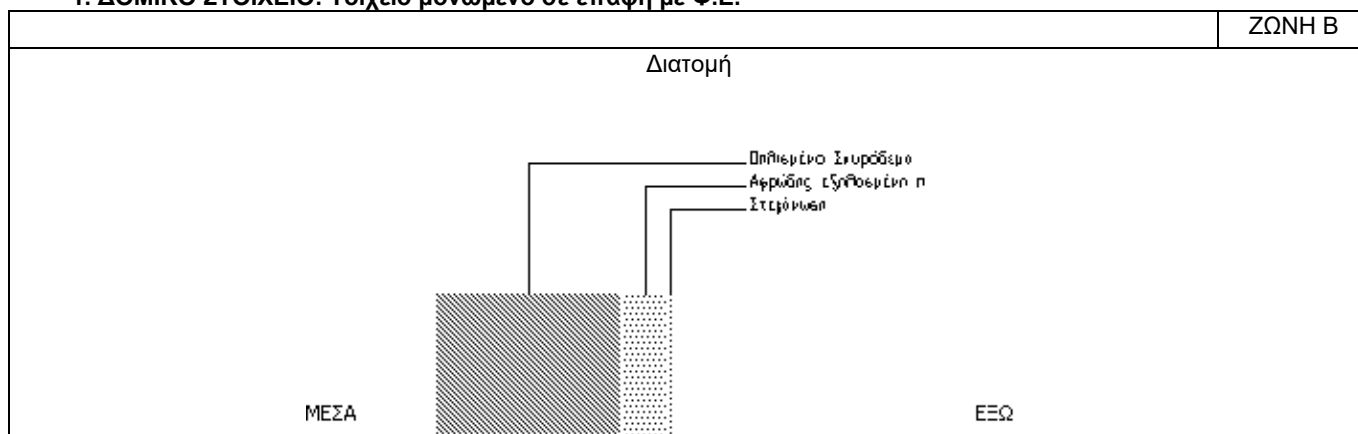
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.947
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	3.077

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.325
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.45

$$U \leq U_{\max}$$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοιχείο μονωμένο σε επαφή με Φ.Ε.



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_u$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_v$
		kg/m <sup>3</sup>	m	W/(mK)	(m <sup>2</sup> K)/W	(m <sup>2</sup> K)/W
1	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	2243	0.3	1.731	0.173	0.173
2	Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη	30-45	0.07	0.033	2.121	2.121
3	Στεγάνωση	1050	0.004	0.174	0.023	0.023
			<b><math>\Sigma d=0.374</math></b>		<b><math>R_{L,u}=2.318</math></b>	<b><math>R_{L,v}=2.318</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

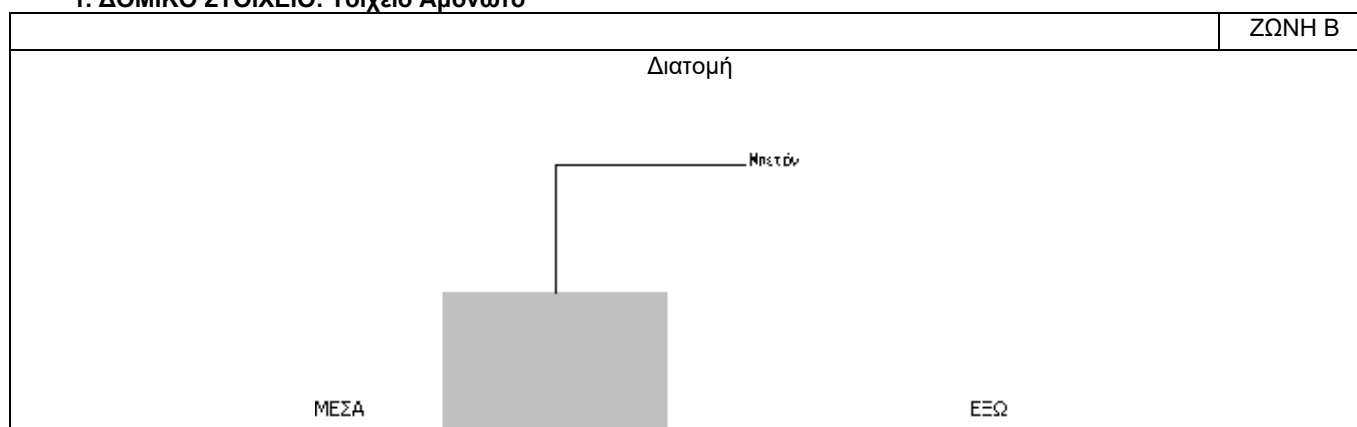
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_{L,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.318
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.448
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	$R_{L,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.318
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0
8	Εμβαδό θυρίδων	$A_v$	mm <sup>2</sup>	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.448

Συντελεστής θερμοπερατότητας		<b>U</b>	W/(m <sup>2</sup> K)	0.409
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		<b>U<sub>max</sub></b>	W/(m <sup>2</sup> K)	0.45

$U \leq U_{max}$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοίχιο Αμόνωτο



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. $d$	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_u$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_v$
		$\text{kg/m}^3$	$\text{m}$	$\text{W/(mK)}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$
1	Μπετόν	2400	0.3	2.035	0.147	0.147
			$\Sigma d=0.300$		$R_{L,u}=0.147$	$R_{L,v}=0.147$

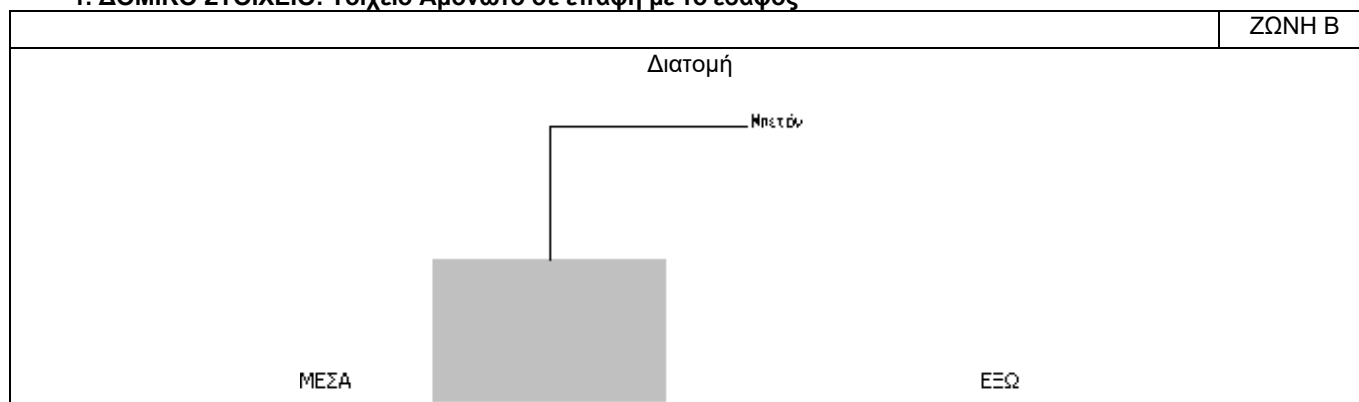
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_{L,u}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.147
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,u}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.317
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.13
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	$R_{L,v}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.147
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
8	Εμβαδό θυρίδων	$A_v$	$\text{mm}^2$	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,v}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.317

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	3.150
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	-

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοίχιο Αμόνωτο σε επαφή με το έδαφος



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_u$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_v$
		kg/m <sup>3</sup>	m	W/(mK)	(m <sup>2</sup> K)/W	(m <sup>2</sup> K)/W
1	Μπετόν	2400	0.3	2.035	0.147	0.147
			<b><math>\Sigma d=0.300</math></b>		<b><math>R_{L,u}=0.147</math></b>	<b><math>R_{L,v}=0.147</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

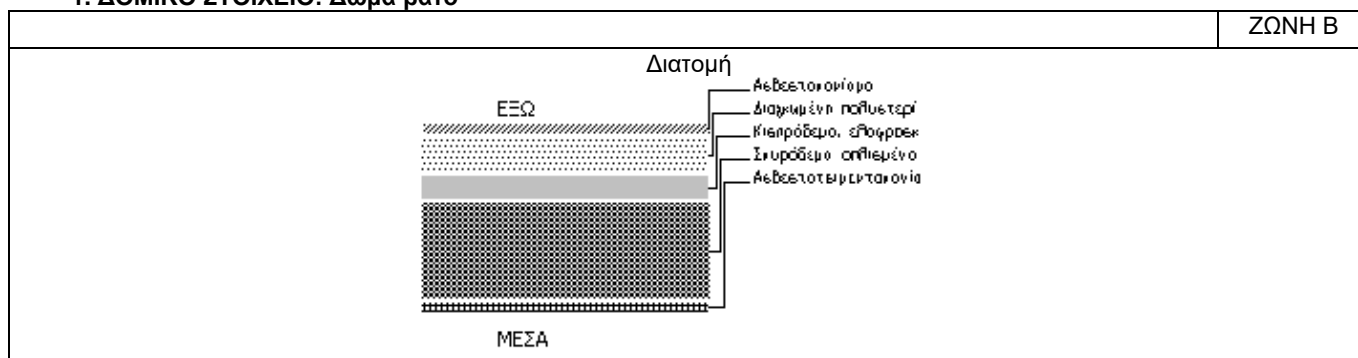
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_{L,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.147
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.277
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	$R_{L,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.147
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0
8	Εμβαδό θυρίδων	$A_v$	mm <sup>2</sup>	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.277

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m <sup>2</sup> K)	3.605
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	-



1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δώμα βατό



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_u$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_v$
		$kg/m^3$	m	$W/(mK)$	$(m^2K)/W$	$(m^2K)/W$
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.200	2.500	0.080	0.080
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250	0.250
4	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000	2.000
5	Ασβεστοκονίαμα	1900	0.020	0.870	0.023	0.023
			<b><math>\Sigma d=0.360</math></b>		<b><math>R_{L,u}=2.376</math></b>	<b><math>R_{L,v}=2.376</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

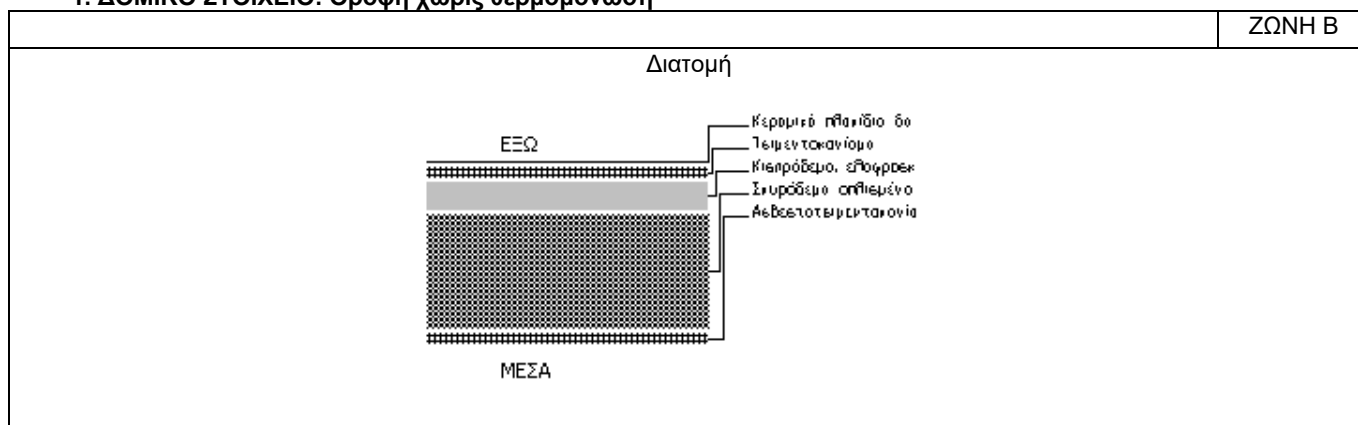
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(m^2K)/W$	0.100
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_{L,u}$	$(m^2K)/W$	2.376
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(m^2K)/W$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,u}$	$(m^2K)/W$	2.516
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	$R_i$	$(m^2K)/W$	0.100
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	$R_{L,v}$	$(m^2K)/W$	2.376
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	$R_a$	$(m^2K)/W$	0.04
8	Εμβαδό θυρίδων	$A_v$	$mm^2$	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,v}$	$(m^2K)/W$	2.516

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$W/(m^2K)$	0.397
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{max}$	$W/(m^2K)$	0.40

$U \leq U_{max}$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Οροφή χωρίς θερμομόνωση



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. $d$	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda$
		$\text{kg/m}^3$	$\text{m}$	$\text{W/(mK)}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.20	2.500	0.080
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.05	0.200	0.250
4	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
5	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.005	1.840	0.003
				<b><math>\Sigma d=0.295</math></b>	<b><math>R_L=0.379</math></b>

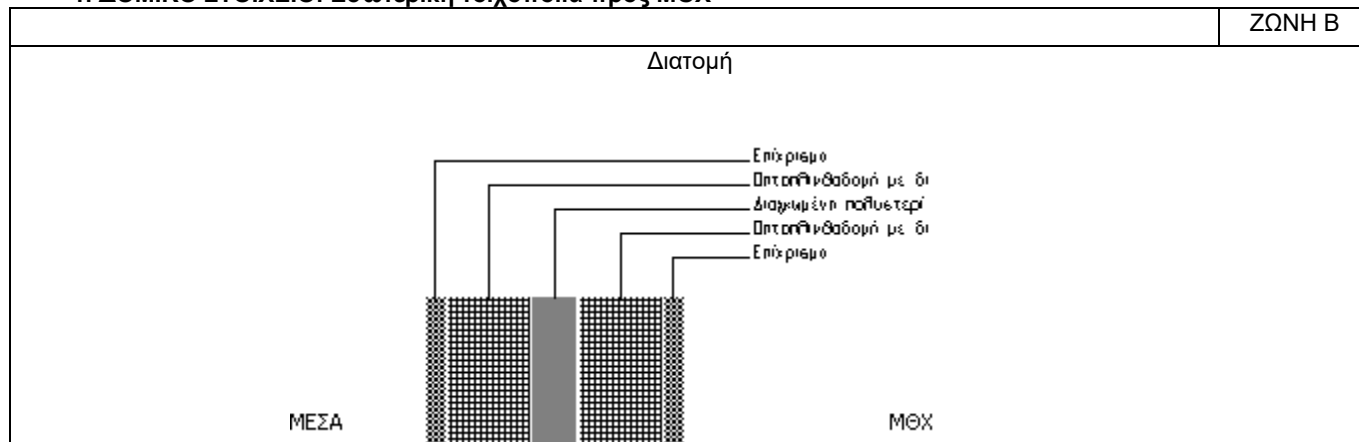
3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.10
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.379
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{o\lambda}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.519

<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας</b>	<b><math>U</math></b>	<b><math>\text{W}/(\text{m}^2\text{K})</math></b>	1.928
<b>Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας</b>	<b><math>U_{\max}</math></b>	<b><math>\text{W}/(\text{m}^2\text{K})</math></b>	-

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εσωτερική τοιχοποιία προς ΜΟΧ



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

a/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_u$ (m <sup>2</sup> K)/W	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_v$ (m <sup>2</sup> K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023	0.023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.09	0.510	0.176	0.176
3	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS200	30	0.05	0.033	1.515	1.515
4	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.09	0.510	0.176	0.176
5	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023	0.023
			<b><math>\Sigma d=0.270</math></b>		<b><math>R_{L,u}=1.914</math></b>	<b><math>R_{L,v}=1.914</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

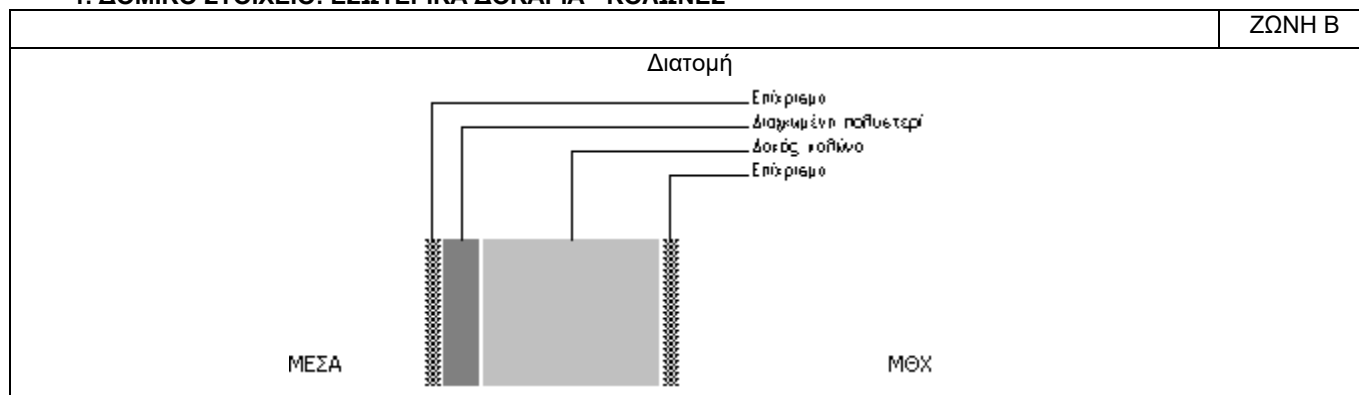
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_{L,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.914
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.174
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	$R_{L,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.914
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
8	Εμβαδό θυρίδων	$A_v$	mm <sup>2</sup>	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.174

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.460
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.90

$U \leq U_{max}$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΔΟΚΑΡΙΑ - ΚΟΛΩΝΕΣ



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_u$ (m <sup>2</sup> K)/W	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_v$ (m <sup>2</sup> K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023	0.023
2	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS100	19	0.05	0.035	1.429	1.429
3	Δοκός κολώνα	2400	0.25	2.035	0.123	0.123
4	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023	0.023
			<b><math>\Sigma d=0.340</math></b>		<b><math>R_{L,u}=1.597</math></b>	<b><math>R_{L,v}=1.597</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

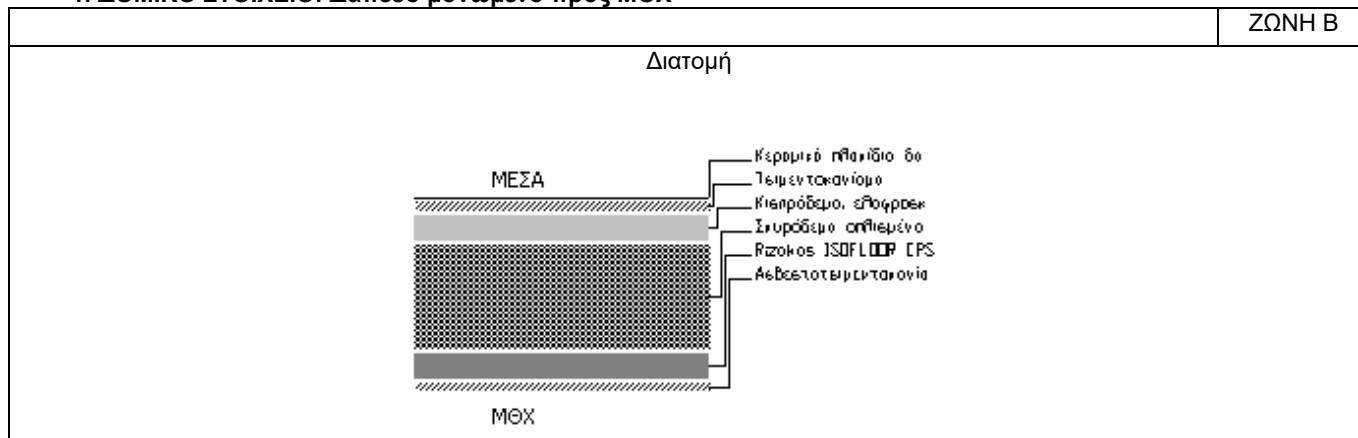
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_{L,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.597
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.767
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	$R_{L,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.597
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04
8	Εμβαδό θυρίδων	$A_v$	mm <sup>2</sup>	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.767

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.566
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.90

$U \leq U_{max}$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο μονωμένο προς ΜΘΧ



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

$\alpha/\alpha$	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Πάχος στρ. $d$ m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_{\alpha}$ (m <sup>2</sup> K)/W	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_{\nu}$ (m <sup>2</sup> K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.005	1.840	0.003	0.003
2	Τσιμεντοκονίαμα		0.020	1.390	0.014	0.014
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	1200	0.050	0.460	0.109	0.109
4	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.200	2.500	0.080	0.080
5	Rizakas ISOFLOOR EPS 200	30	0.050	0.034	1.471	1.471
6	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1900	0.015	1.000	0.015	0.015
			<b><math>\Sigma d=0.340</math></b>		<b><math>R_{L,u}=1.691</math></b>	<b><math>R_{L,v}=1.691</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

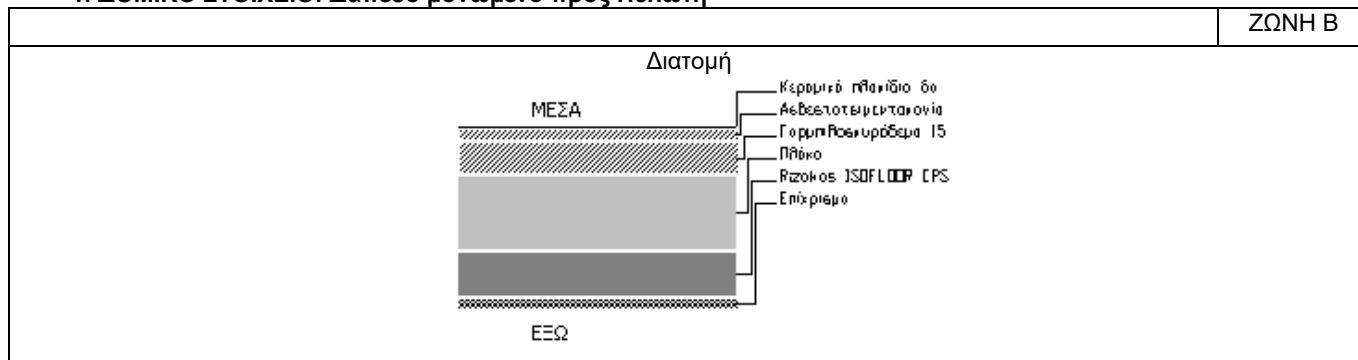
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_{L,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.691
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.031
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	$R_{L,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.691
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
8	Εμβαδό θυρίδων	$A_v$	mm <sup>2</sup>	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.031

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.492
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.80

$$U \leq U_{max}$$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο μονωμένο προς Πυλωτή



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_{\mu}$ (m <sup>2</sup> K)/W	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_{\nu}$ (m <sup>2</sup> K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.005	1.840	0.003	0.003
2	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1900	0.02	1.000	0.020	0.020
3	Γαρμπλοσκυρόδεμα 1500kg/m <sup>3</sup>	1500	0.06	0.640	0.094	0.094
4	Πλάκα	2400	0.15	2.035	0.074	0.074
5	Rizakos ISOFLOOR EPS 200	30	0.09	0.034	2.647	2.647
6	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023	0.023
<b><math>\Sigma d=0.345</math></b>					<b><math>R_{L,u}=2.860</math></b>	<b><math>R_{L,v}=2.860</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

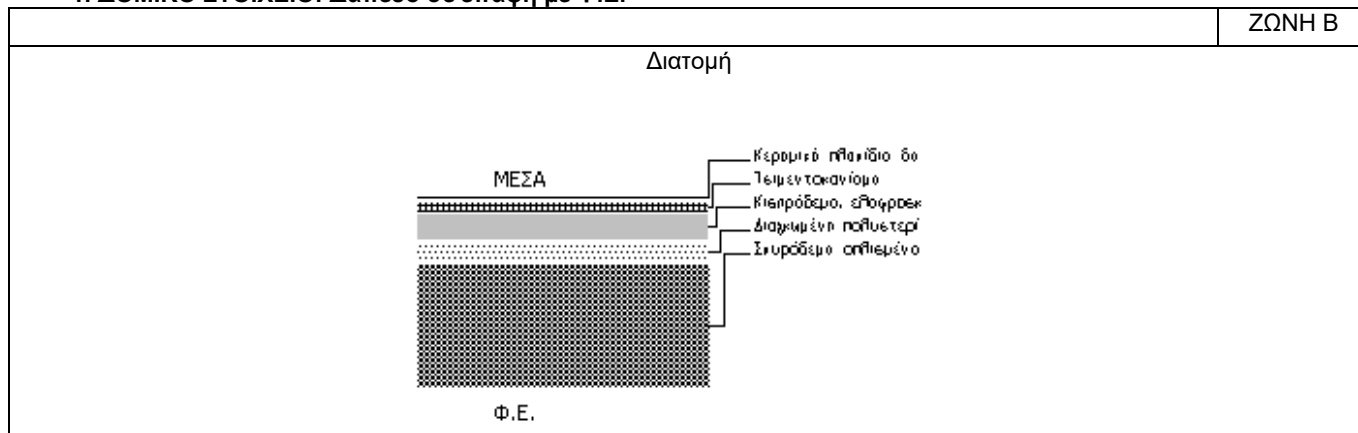
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_{L,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.860
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	3.070
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	$R_{L,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.860
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04
8	Εμβαδό θυρίδων	$A_v$	mm <sup>2</sup>	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	3.070

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m <sup>2</sup> K)	0.326
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.40

$U \leq U_{max}$

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



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_u$ (m <sup>2</sup> K)/W	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_v$ (m <sup>2</sup> K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.01	1.840	0.005	0.005
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023	0.023
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.070	0.200	0.350	0.350
4	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.050	0.035	1.429	1.429
5	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.35	2.500	0.140	0.140
			<b>Σd=0.500</b>		<b><math>R_{L,u}=1.947</math></b>	<b><math>R_{L,v}=1.947</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

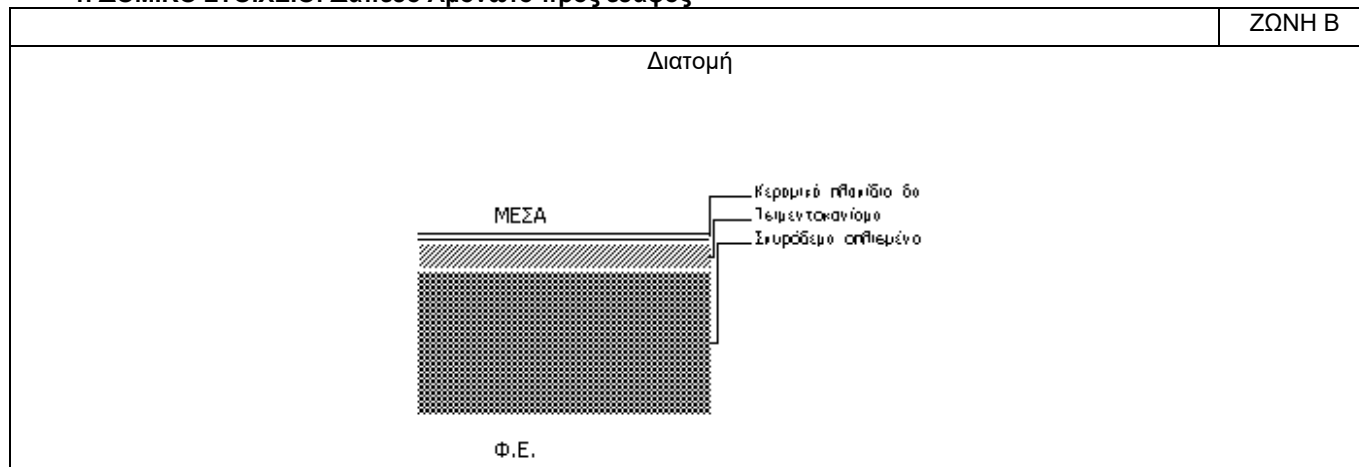
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_{L,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.947
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.117
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	$R_{L,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.947
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.00
8	Εμβαδό θυρίδων	$A_v$	mm <sup>2</sup>	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.117

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m <sup>2</sup> K)	0.472
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.80

$U \leq U_{max}$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο Αμόνωτο προς έδαφος



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ <sub>u</sub> (m <sup>2</sup> K)/W	Θερμ. αντίστ. d/λ <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.020	1.840	0.011	0.011
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0.05	1.390	0.036	0.036
3	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.300	2.500	0.120	0.120
			<b>Σd=0.370</b>		<b>R<sub>L,u</sub>=0.167</b>	<b>R<sub>L,v</sub>=0.167</b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

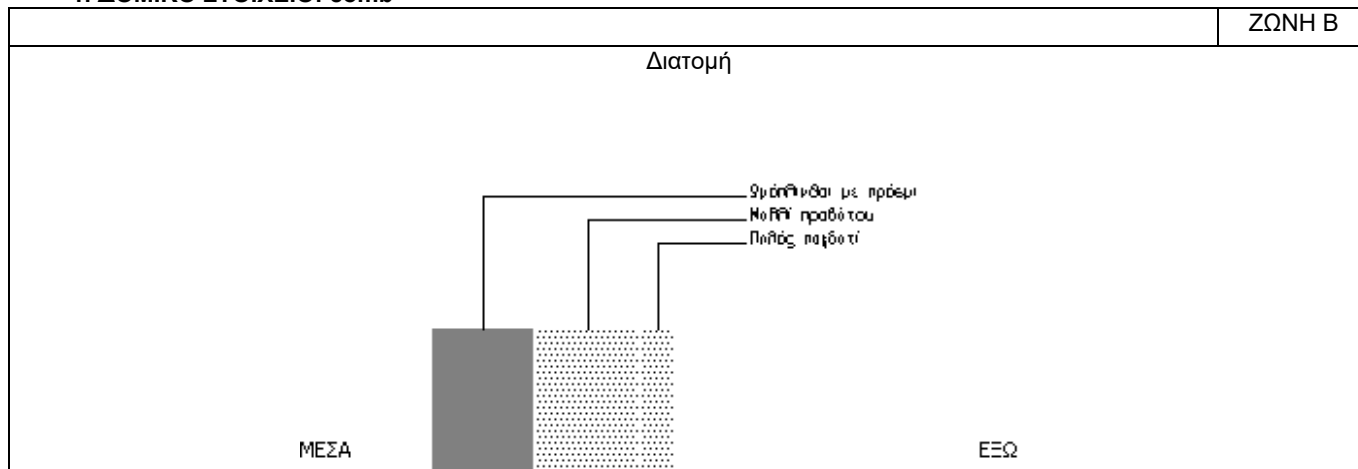
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R <sub>i</sub> (εσωτερ.)	R <sub>a</sub> (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R <sub>i</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R <sub>L,u</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.167
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R <sub>a</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	R <sub>oL,u</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.337
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	R <sub>i</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	R <sub>L,v</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.167
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	R <sub>a</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0
8	Εμβαδό θυρίδων	A <sub>v</sub>	mm <sup>2</sup>	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	R <sub>oL,v</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.337

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m <sup>2</sup> K)	2.969
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U <sub>max</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	-



1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: comb



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θέσμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m <sup>3</sup>	m	W/(mK)	(m <sup>2</sup> K)/W
1	Ωμόπλινθοι με πρόσμιξη άχυρου	300	0.1	0.100	1.000
2	Μαλλί προβάτου	25-30	0.1	0.040	2.500
3	Πηλός παγδατί		0.03	0.470	0.064
			<b>Σd=0.230</b>		<b>R<sub>L</sub>=3.564</b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

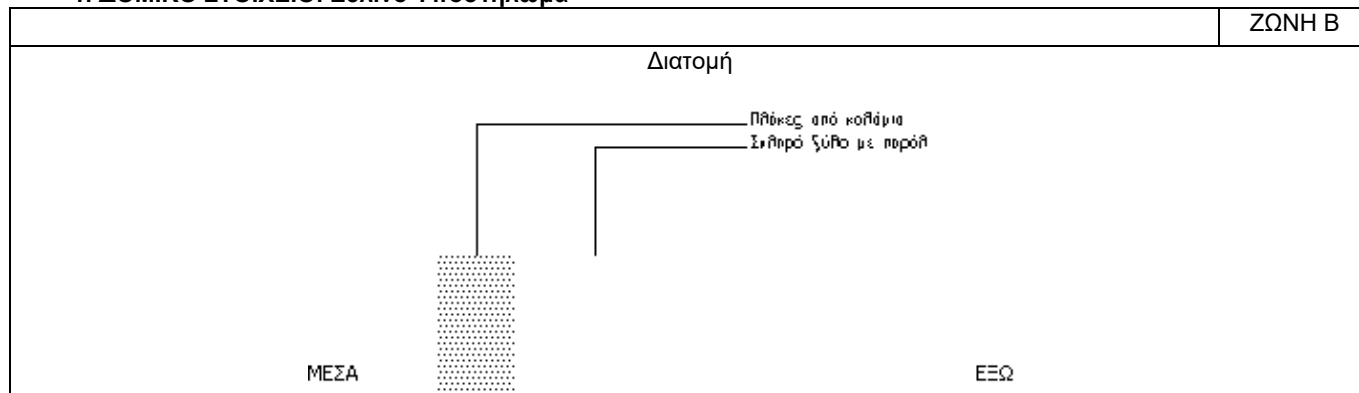
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R <sub>i</sub> (εσωτερ.)	R <sub>a</sub> (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R <sub>i</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R <sub>L</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	3.564
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R <sub>a</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R <sub>ολ</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	3.734

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m <sup>2</sup> K)	0.268
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U <sub>max</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0.45

$$U \leq U_{\max}$$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Ξύλινο Υποστήλωμα



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

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	Πλάκες από καλάμια	120-2	0.1	0.065	1.538
2	Σκληρό ξύλο με παράλληλες ίνες	700	0.2	0.150	1.333
			<b><math>\Sigma d=0.300</math></b>		<b><math>R_L=2.872</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

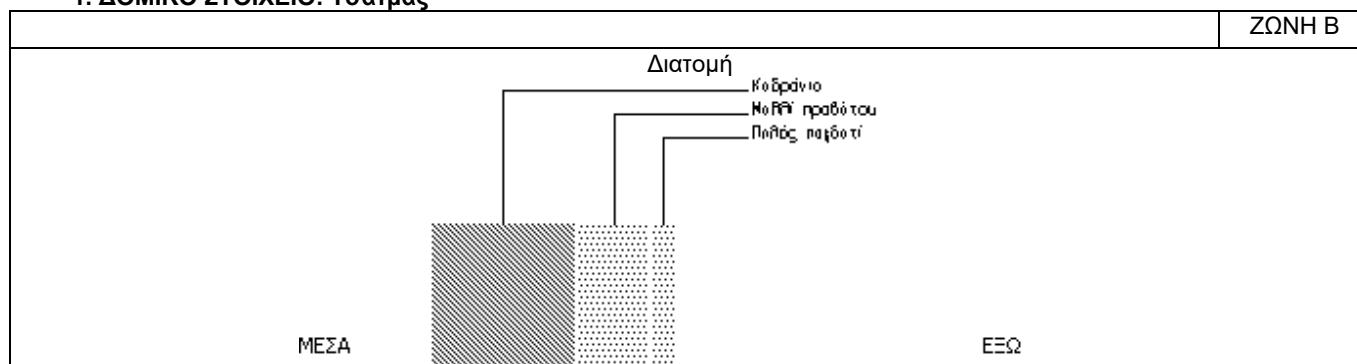
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.872
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	3.042

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.329
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.45

$U \leq U_{\max}$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τσατράς



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

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	Καδρόνια		0.2	0.140	1.429
2	Μαλλί προβάτου	25-30	0.1	0.040	2.500
3	Πηλός παγδατί		0.03	0.470	0.064
			<b><math>\Sigma d=0.330</math></b>		<b><math>R_L=3.992</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

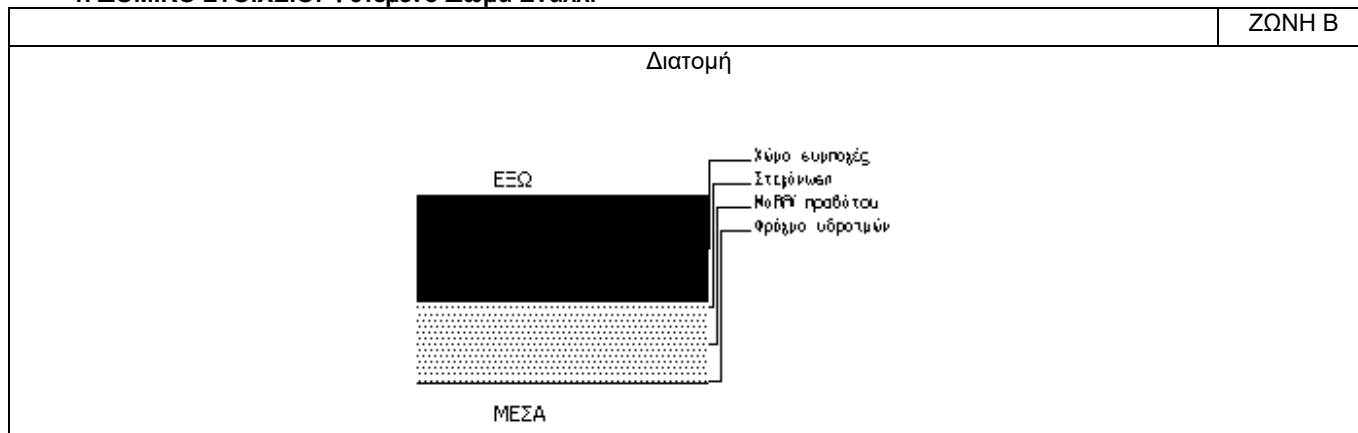
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	3.992
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.0
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	4.122

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.243
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.45

$$U \leq U_{\max}$$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Φυτεμένο Δώμα Εναλλ.



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. $d$	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda$
		$\text{kg/m}^3$	$\text{m}$	$\text{W/(mK)}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$
1	Φράγμα υδρατμών	1200	0.003	0.174	0.017
2	Μαλλί προβάτου	25-30	0.12	0.040	3.000
3	Στεγάνωση	1050	0.004	0.174	0.023
4	Χώμα συμπαγές	1800	0.2	2.000	0.100
			<b><math>\Sigma d=0.327</math></b>		<b><math>R_L=3.140</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

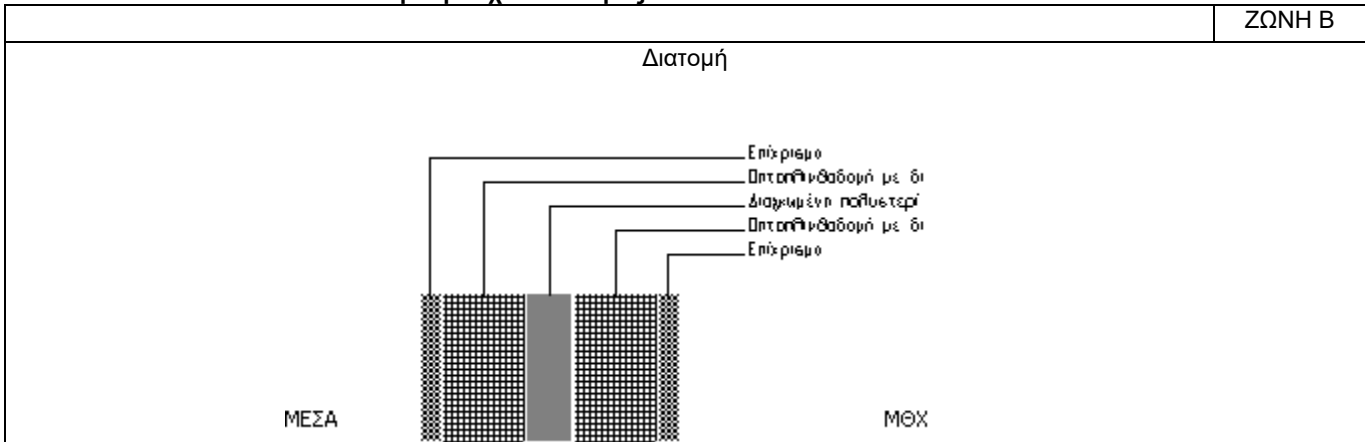
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.1
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	3.140
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	3.280

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.305
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.40

$$U \leq U_{\max}$$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εσωτερική τοιχοποιία προς ΜΟΧ



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ <sub>u</sub> (m <sup>2</sup> K)/W	Θερμ. αντίστ. d/λ <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023	0.023
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.09	0.510	0.176	0.176
3	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS200	30	0.05	0.033	1.515	1.515
4	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπ	1500	0.09	0.510	0.176	0.176
5	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023	0.023
			<b>Σd=0.270</b>		<b>R<sub>L,u</sub>=1.914</b>	<b>R<sub>L,v</sub>=1.914</b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

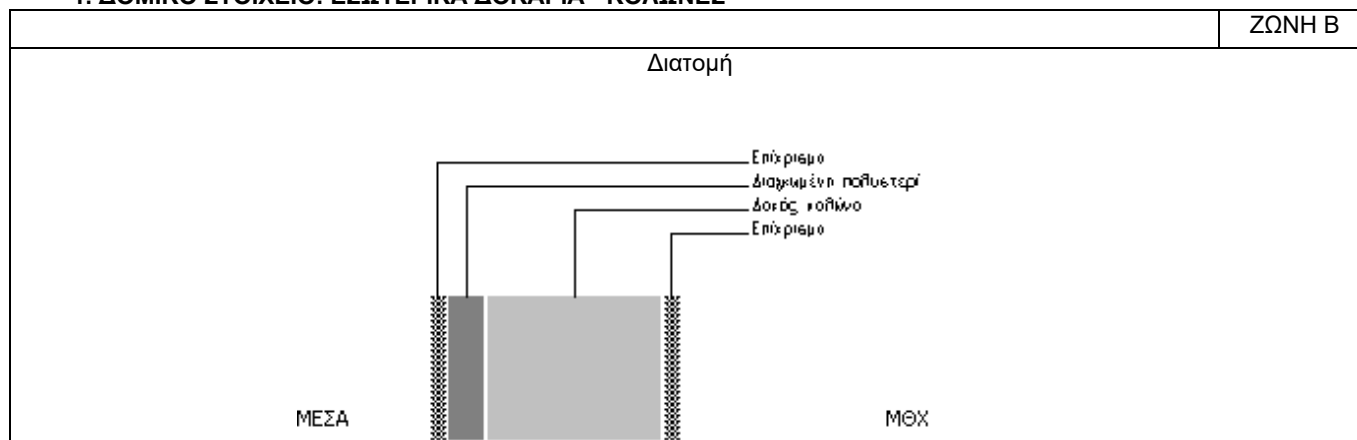
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R <sub>i</sub> (εσωτερ.)	R <sub>a</sub> (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R <sub>i</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R <sub>L,u</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	1.914
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R <sub>a</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	R <sub>oL,u</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	2.174
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	R <sub>i</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	R <sub>L,v</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	1.914
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	R <sub>a</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
8	Εμβαδό θυρίδων	A <sub>v</sub>	mm <sup>2</sup>	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	R <sub>oL,v</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	2.174

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m <sup>2</sup> K)	0.460
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U <sub>max</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0.90

$U \leq U_{max}$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΔΟΚΑΡΙΑ - ΚΟΛΩΝΕΣ



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. d/λ <sub>u</sub> (m <sup>2</sup> K)/W	Θερμ. αντίστ. d/λ <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> K)/W
1	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023	0.023
2	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS100	19	0.05	0.035	1.429	1.429
3	Δοκός κοίλινο	2400	0.25	2.035	0.123	0.123
4	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023	0.023
			<b>Σd=0.340</b>		<b>R<sub>Λ,u</sub>=1.597</b>	<b>R<sub>Λ,v</sub>=1.597</b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

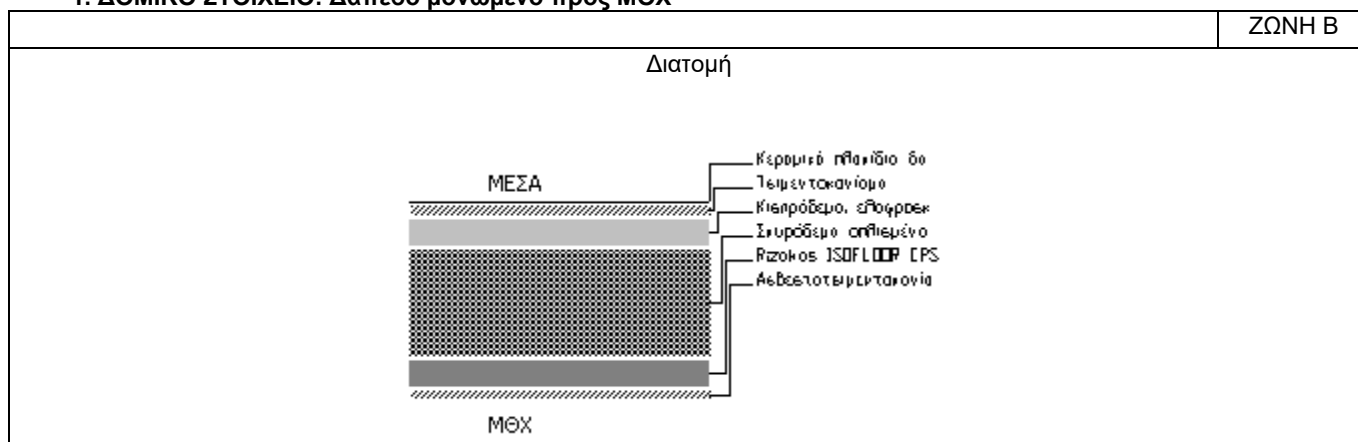
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	R <sub>i</sub> (εσωτερ.)	R <sub>a</sub> (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	R <sub>i</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R <sub>Λ,u</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	1.597
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R <sub>a</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	R <sub>oΛ,u</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	1.767
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	R <sub>i</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.13
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	R <sub>Λ,v</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	1.597
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	R <sub>a</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04
8	Εμβαδό θυρίδων	A <sub>v</sub>	mm <sup>2</sup>	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	R <sub>oΛ,v</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	1.767

Συντελεστής θερμοπερατότητας	U	W/(m <sup>2</sup> K)	0.566
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	U <sub>max</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0.90

$$U \leq U_{\max}$$

1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο μονωμένο προς ΜΟΧ



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. $d$	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_{u,v}$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_{v,u}$
		kg/m <sup>3</sup>	m	W/(mK)	(m <sup>2</sup> K)/W	(m <sup>2</sup> K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.005	1.840	0.003	0.003
2	Τσιμεντοκονίαμα		0.020	1.390	0.014	0.014
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	1200	0.050	0.460	0.109	0.109
4	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.200	2.500	0.080	0.080
5	Rizakos ISO FLOOR EPS 200	30	0.050	0.034	1.471	1.471
6	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1900	0.015	1.000	0.015	0.015
			<b>Σd=0.340</b>		<b><math>R_{L,u}=1.691</math></b>	<b><math>R_{L,v}=1.691</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

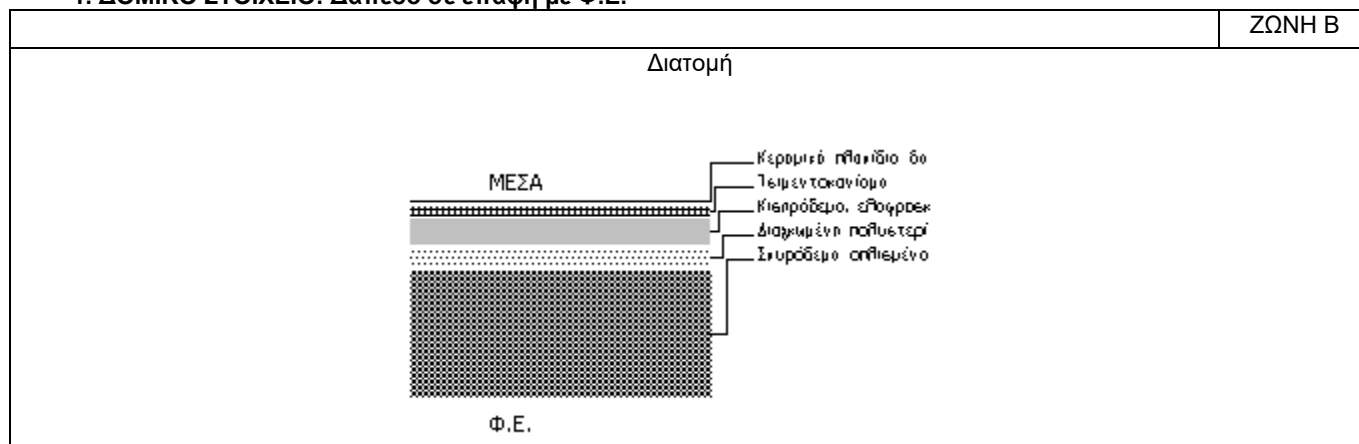
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_{L,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.691
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.031
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	$R_{L,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.691
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
8	Εμβαδό θυρίδων	$A_v$	mm <sup>2</sup>	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.031

<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας</b>	<b><math>U</math></b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>0.492</b>
<b>Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας</b>	<b><math>U_{max}</math></b>	<b>W/(m<sup>2</sup>K)</b>	<b>0.80</b>

$U \leq U_{max}$

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



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_L$ )

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Πάχος στρ. d m	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$ W/(mK)	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_u$ (m <sup>2</sup> K)/W	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda_v$ (m <sup>2</sup> K)/W
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.01	1.840	0.005	0.005
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023	0.023
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.070	0.200	0.350	0.350
4	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.050	0.035	1.429	1.429
5	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	2400	0.35	2.500	0.140	0.140
			<b>Σd=0.500</b>		<b><math>R_{L,u}=1.947</math></b>	<b><math>R_{L,v}=1.947</math></b>

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

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

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_{L,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.947
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,u}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.117
5	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
6	Αντίσταση θερμοπερατότητας με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα	$R_{L,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.947
7	Αντίσταση θερμικής μετάβασης με πλήρως αεριζόμενο διάκενο αέρα (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.00
8	Εμβαδό θυρίδων	$A_v$	mm <sup>2</sup>	0
9	Αντίσταση θερμοπερατότητας με κλειστό διάκενο αέρα	$R_{oL,v}$	(m <sup>2</sup> K)/W	2.117

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.472
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)	0.80

$U \leq U_{max}$



