



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΝΟΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ  
ΔΗΜΟΣ ΜΑΛΕΒΙΖΙΟΥ  
Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ  
ΚΑΙ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

*Υπολογισμός Ενεργειακών Καταναλώσεων*

Εργοδότης	: ΔΗΜΟΣ ΜΑΛΕΒΙΖΙΟΥ
	:
Έργο	: ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
	: ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ
	: ΚΤΙΡΙΟ Α ΒΑΘΜΙΑΣ
	:
Θέση	: ΕΝΤΟΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥ "ΜΑΡΑΘΟΣ"
	: Δ.Ε. ΤΥΛΙΣΣΟΥ, ΔΗΜΟΣ ΜΑΛΕΒΙΖΙΟΥ
Ημερομηνία	: ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ
Παρατηρήσεις	: ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

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

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

- 20701-Χ/2010: «Βιοκλιματικός σχεδιασμός».
- 20701-Χ/2010: «Εγκαταστάσεις ΑΠΕ. σε κτήρια».
- 20701-Χ/2017: «Εγκατασταθείς Σ.Η.Θ. σε κτήρια».

Σύμφωνα με την εγκύκλιο οικ.1603/4.10.2010: «Για την καλύτερη δυνατή εφαρμογή των απαιτήσεων της παραγράφου 1 του άρθρου 3 «Σχεδιασμός Κτιρίου», απαιτείται συστηματική προσέγγιση των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου με επαρκή τεχνική τεκμηρίωση, στη βάση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας και έως την έκδοση σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Στην περίπτωση που αποδεδειγμένα υπάρχουν αρκετά περιορισμοί (πολεοδομικού, τεχνικού, αισθητικού, οικονομικού χαρακτήρα, κ.ά.) που ενδεχομένως αποκλείουν την εφαρμογή της βέλτιστης ενεργειακά λύσης, υποβάλλεται υποχρεωτικά Τεχνική Έκθεση, η οποία θα τεκμηριώνει επαρκώς τους λόγους μη εφαρμογής κάθε μίας από τις περιπτώσεις της παραγράφου 1 του άρθρου 8.

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

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

## Στοιχεία Κτιρίου

Πόλη	Ηράκλειο
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	2
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1 - 15)	2
Τυπικό Ύψος Επιπέδου (m)	6
Κλιματική Ζώνη	ΖΩΝΗ Α
Γωνία Περιστροφής	0
Υψόμετρο μεγαλύτερο των 500m	ΟΧΙ
Χρήση Κτιρίου	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης
Τύπος κατασκευής	Φέρων οργανισμός με κατακόρυφα στοιχεία λιθοδομών ή πλινθοδομών με συμπαγείς οπτόπλινθους ή ωμόπλινθους και οριζόντια στοιχεία από ξυλο
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Βάθος δαπέδου στο έδαφος (m)	1
Περίμετρος κτιρίου (m)	99.68
Τύπος μελέτης/επιθεώρησης	2
Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας	1

# **Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών**

**Έργο: ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ  
ΚΤΗΡΙΩΝ, ΚΤΙΡΙΟ Α ΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ  
Διεύθυνση: ΕΝΤΟΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥ "ΜΑΡΑΘΟΣ", Δ.Ε. ΤΥΛΙΣΟΥ, ΔΗΜΟΣ  
ΜΑΛΕΒΙΖΙΟΥ**

Φεβρουάριος 2020

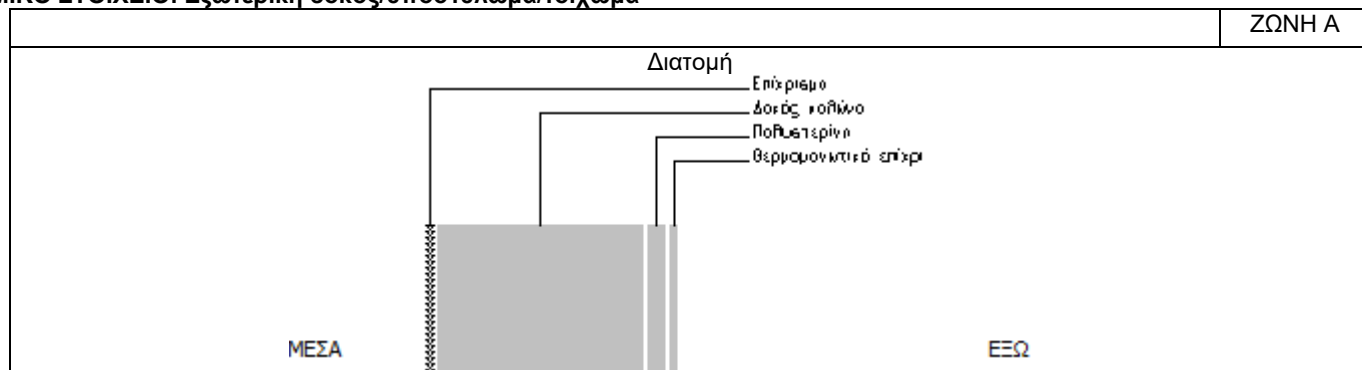
# 1. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

Υπολογισμός θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου

υπολογισμός  
συντελεστή θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου

Τύπος εντύπου  
1  
Αριθμός φύλλου  
1.7

## 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερική δοκός/υποστύλωμα/τοίχωμα



## 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	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023
2	Δοκός κολώννα	2400	0.56	2.035	0.275
3	Πολυστερίνη	20	0.05	0.031	1.613
4	Θερμομονωτικό επίχρισμα (εξωτε)	<200	0.020	0.059	0.339
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.650$		$R_L=2.250$

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

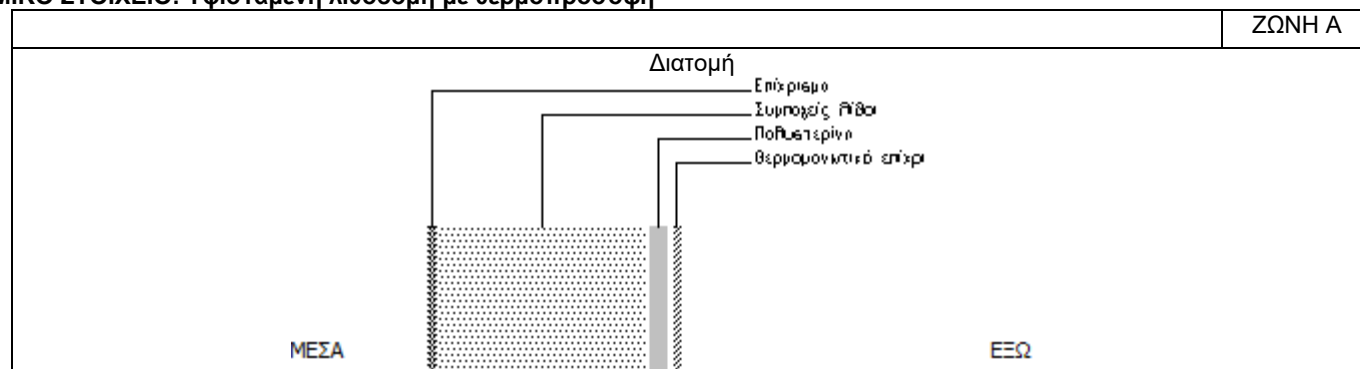
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει 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)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.250
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.420

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.413
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.60

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

## 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Υφιστάμενη λιθοδομή με θερμοπρόσοψη

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	Επίχρισμα	1900	0.02	0.872	0.023
2	Συμπαγείς λίθοι	3000	0.56	3.488	0.161
3	Πολυστερίνη	20	0.05	0.031	1.613
4	Θερμομονωτικό επίχρισμα (εξωτε	350	0.02	0.100	0.200
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.650$		$R_L=1.996$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

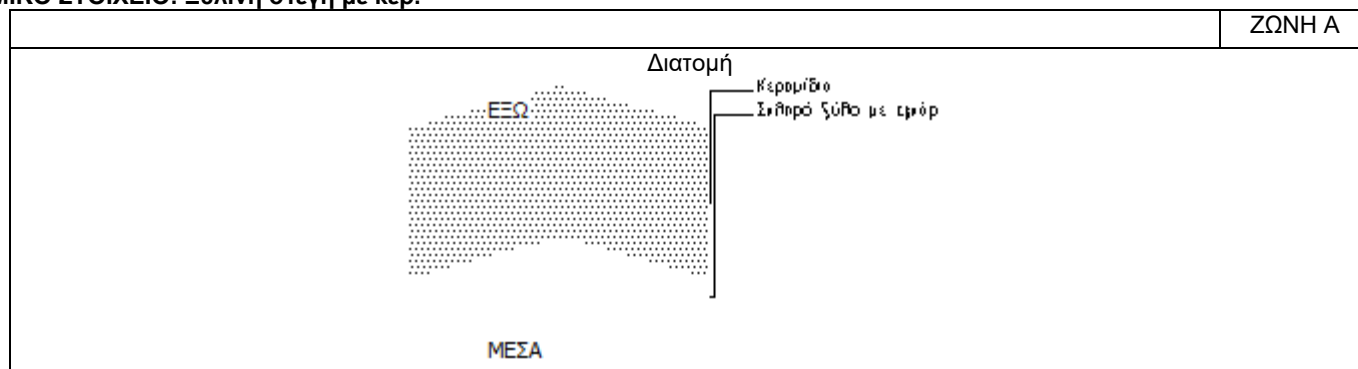
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει 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	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	1.996
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.166

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.462
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.60

Πρέπει  $U \leq U_{\max}$ **ΙΣΧΥΕΙ**

## 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Ξύλινη στέγη με κερ.

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 (m <sup>2</sup> K)/W
1	Κεραμίδια	1200	0.040	0.581	0.069
2	Σκληρό ξύλο με εγκάρσιες ίνες	700	0.0076	0.290	0.026
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			Σd=0.048		R <sub>L</sub> =0.095

## 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

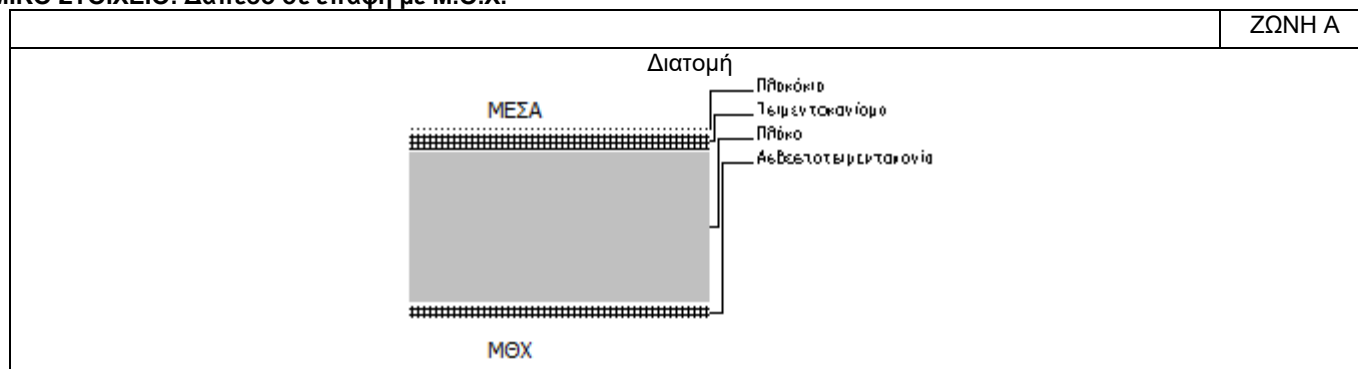
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		R <sub>i</sub> (εσωτερ.)	R <sub>a</sub> (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή 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	0.10
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	R <sub>L</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.095
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	R <sub>a</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	R <sub>oL</sub>	(m <sup>2</sup> K)/W	0.235

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m <sup>2</sup> K)	4.254
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U <sub>max</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	0.50

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

## 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο σε επαφή με Μ.Θ.Χ.

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 (m <sup>2</sup> K)/W
1	Πλακάκια		0.005	1.047	0.005
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
3	Πλάκα	2400	0.2	2.035	0.098
4	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.015	0.870	0.017
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			<b>Σd=0.240</b>		<b><math>R_L=0.143</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

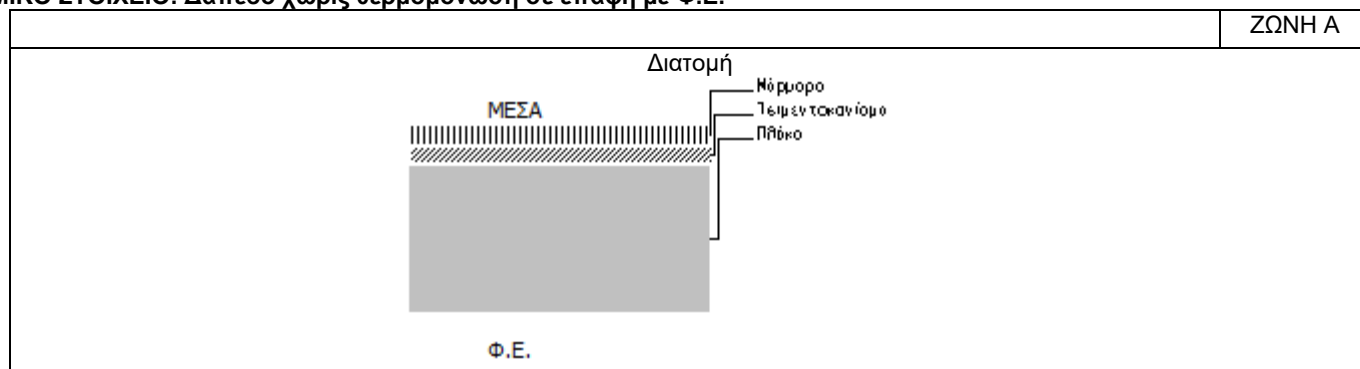
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.143
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.483

Συντελεστής θερμοπερατότητας		U	W/(m <sup>2</sup> K)	2.069
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		U <sub>max</sub>	W/(m <sup>2</sup> K)	1.20

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



## 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο χωρίς 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. $d/\lambda$
		$\text{kg/m}^3$	$\text{m}$	$\text{W/(mK)}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$
1	Μάρμαρο	2800	0.025	3.500	0.007
2	Τσιμεντοκονίαμα		0.020	1.390	0.014
3	Πλάκα	2400	0.200	2.035	0.098
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.245$		$R_L=0.120$

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ( $U$ )

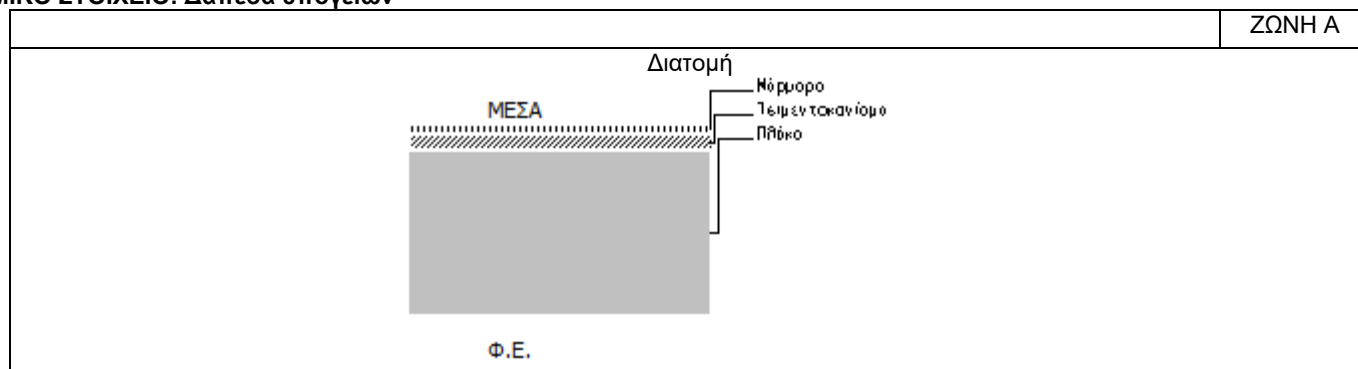
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτερ.)	$R_a$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει 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)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.120
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.290

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	3.451
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	1.20

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

## 1. ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδα υπογείων

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	Μάρμαρο	2800	0.010	3.500	0.003
2	Τσιμεντοκονίαμα		0.020	1.390	0.014
3	Πλάκα	2400	0.27	2.035	0.133
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			$\Sigma d=0.300$		$R_L=0.150$

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)	$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R_L$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.150
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oL}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.320

Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	3.126
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας		$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	-

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

πλάκες σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	Φύλ.	U [W/(m²K)]	Εμβαδό A [m²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m²K)]
Δάπεδο	4.4	3.570	95.100	99.680	1.908	0.5	0.870
Δάπεδο	4.4	3.570	3.050	99.680	0.061	0.5	0.870
Δάπεδο	4.4	3.570	38.550	99.680	0.773	0.5	0.870
Δάπεδο	4.5	3.137	80.680	163.360	0.988	1.0	0.830

κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	Φύλ.	U [W/(m²K)]	Εμβαδό A [m²]	Μέσο βάθος έκτασης z [m]	U' [W/(m²K)]
N τοίχωμα	1.10	2.092	10.850	1.0	1.050
A τοίχωμα	1.10	2.092	7.500	1.0	1.050
B τοίχωμα	1.10	2.092	10.400	1.0	1.050
Δ τοίχωμα	1.10	2.092	7.700	1.0	1.050

3. Υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων και εμβαδομετρήσεις

Τύπος πλαισίου: Μέταλλο χωρίς θερμοδιακοπή  
Uf πλαισίου: 1.9 W/m²K

Τύπος υαλοπίνακα: Διπλό διακένου 12mm (ισ.πλαίσιο 12.5cm+μεμβράνη)  
Ug υαλοπίνακα: 1.8 W/m²K  
g υαλοπίνακα σε καθ. προσπτ.: 0.67  
g υαλοπίνακα: 0.60

γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλου και πλαισίου Ψg: 0.05 W/mK  
μέσο πλάτος πλαισίου: 0.125 m

Τύπος κουφώμ ατος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m²]
A1	1.20	0.90	2	1.08

Τύπος κουφώμ ατος	Εμβαδό πλαισίου [m²]	Εμβαδό επ. ρολού [m²]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m²]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος Lg [m]	U κουφώματος [W/(m²K)]	gw κουφώματος
A1	0.63		0.45	58%	4.000	2.043	0.25

**Τύπος πλαισίου:** Ξύλο

**Uf πλαισίου:** 5 W/m<sup>2</sup>K

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

**Ug υαλοπίνακα:** 4 W/m<sup>2</sup>K

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

**g υαλοπίνακα:** 0.60

**γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλοπ. και πλαισίου Ψg:** 0.05 W/mK

**μέσο πλάτος πλαισίου:** 0.075 m

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m <sup>2</sup> ]
A2	1.20	0.90	2	1.08
A3	1.20	0.90	2	1.08

Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου [m <sup>2</sup> ]	Εμβαδό επ. ρολού [m <sup>2</sup> ]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m <sup>2</sup> ]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L <sub>g</sub> [m]	U κουφώματος [W/(m <sup>2</sup> K)]	g <sub>w</sub> κουφώματος
A2	0.41		0.68	38%	4.800	4.597	0.38
A3	0.41		0.68	38%	4.800	4.597	0.38

**Τύπος πλαισίου:** Μέταλλο χωρίς θερμοδιακοπή

**Uf πλαισίου:** 6.5 W/m<sup>2</sup>K

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

**Ug υαλοπίνακα:** 6 W/m<sup>2</sup>K

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

**g υαλοπίνακα:** 0.60

**γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλοπ. και πλαισίου Ψg:** 0.05 W/mK

**μέσο πλάτος πλαισίου:** 0.10 m

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m <sup>2</sup> ]
A5	0.94	0.80	2	0.75

Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου [m <sup>2</sup> ]	Εμβαδό επ. ρολού [m <sup>2</sup> ]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m <sup>2</sup> ]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L <sub>g</sub> [m]	U κουφώματος [W/(m <sup>2</sup> K)]	g <sub>w</sub> κουφώματος
A5	0.43		0.32	57%	3.480	6.516	0.26

**Τύπος πλαισίου:** Μέταλλο χωρίς θερμοδιακοπή

**Uf πλαισίου:** 1.9 W/m<sup>2</sup>K

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

**Ug υαλοπίνακα:** 1.8 W/m<sup>2</sup>K

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

**g υαλοπίνακα:** 0.60

**γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλοπ. και πλαισίου Ψg:** 0.05 W/mK

**μέσο πλάτος πλαισίου:** 0.10 m

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m <sup>2</sup> ]
A6	1.56	3.15	3	4.91
A7	1.27	2.50	2	3.18
A8	1.27	2.50	2	3.18
A9	1.27	2.50	2	3.18
A10	1.27	2.50	2	3.18
A11	1.27	2.55	2	3.24
A16	1.10	2.55	3	2.81
A17	1.10	1.66	2	1.83
A18	1.06	1.66	2	1.76
A19	1.04	1.70	2	1.77

Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου [m <sup>2</sup> ]	Εμβαδό επ. ρολού [m <sup>2</sup> ]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m <sup>2</sup> ]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L <sub>g</sub> [m]	U κουφώματος [W/(m <sup>2</sup> K)]	g <sub>w</sub> κουφώματος
A6	2.08		2.83	42%	19.62	2.042	0.35
A7	1.17		2.00	37%	10.94	2.009	0.38

A8	1.17		2.00	37%	10.94	2.009	0.38
A9	1.17		2.00	37%	10.94	2.009	0.38
A10	1.17		2.00	37%	10.94	2.009	0.38
A11	1.19		2.04	37%	11.14	2.009	0.38
A16	1.63		1.18	58%	15.10	2.127	0.25
A17	0.80		1.02	44%	7.240	2.042	0.34
A18	0.80		0.96	45%	7.160	2.049	0.33
A19	0.81		0.96	46%	7.280	2.052	0.33

**Τύπος πλαισίου:** Μέταλλο με θερμοδιακοπή 24mm

**Uf πλαισίου:** 1.9 W/m<sup>2</sup>K

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

**Ug υαλοπίνακα:** 1.8 W/m<sup>2</sup>K

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

**g υαλοπίνακα:** 0.60

**γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλοπ. και πλαισίου Ψg:** 0.05 W/mK

**μέσο πλάτος πλαισίου:** 0.100 m

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m <sup>2</sup> ]
A12	1.25	2.55	2	3.19
A13	1.27	1.50	2	1.91
A14	1.27	2.50	2	3.18
A15	1.27	2.50	2	3.18

Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου [m <sup>2</sup> ]	Εμβαδό επ. ρολού [m <sup>2</sup> ]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m <sup>2</sup> ]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L <sub>g</sub> [m]	U κουφώματος [W/(m <sup>2</sup> K)]	g <sub>w</sub> κουφώματος
A12	1.19		2.00	37%	11.10	2.011	0.38
A13	0.77		1.13	41%	6.940	2.023	0.36
A14	1.17		2.00	37%	10.94	2.009	0.38
A15	1.17		2.00	37%	10.94	2.009	0.38

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο

Όροφος	Κουφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Τύπος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	UxA [W/K]	g <sub>w</sub>	Αριθμός επιφανειών
ΣΧΟΛΕΙΟ	N1	1.56	3.15	A6	4.91	2.042	10.03	0.35	1
	N2	1.27	2.50	A7	3.18	2.009	6.38	0.38	1
	N3	1.27	2.50	A8	3.18	2.009	6.38	0.38	1
	N4	1.27	2.50	A9	3.18	2.009	6.38	0.38	1
	N5	1.27	2.50	A10	3.18	2.009	6.38	0.38	1
	N6	1.27	2.50	A14	3.18	2.009	6.38	0.38	1
	N7	1.27	2.50	A15	3.18	2.009	6.38	0.38	1
	N8	1.27	2.50	A15	3.18	2.009	6.38	0.38	1
	N9	1.27	2.50	A15	3.18	2.009	6.38	0.38	1
	B1	1.27	2.55	A11	3.24	2.009	6.51	0.38	1
	B2	1.25	2.55	A12	3.19	2.011	6.41	0.38	1
	B3	1.27	1.50	A13	1.91	2.023	3.85	0.36	1
	N10	1.10	2.55	A16	2.81	2.127	5.97	0.25	1
	N11	1.10	1.66	A17	1.83	2.042	3.73	0.34	1
ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ	A1	1.06	1.66	A18	1.76	2.049	3.61	0.33	1
	B4	1.04	1.70	A19	1.77	2.052	3.63	0.33	1

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων

Όροφος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Σ(UxA) [W/K]	n	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	n x Σ(UxA) [W/K]
	0.00	0.00	1	0.00	0.00
ΣΧΟΛΕΙΟ	46.80	94.76	1	46.80	94.76
Συνολικά				46.80	94.76

## 4. Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία

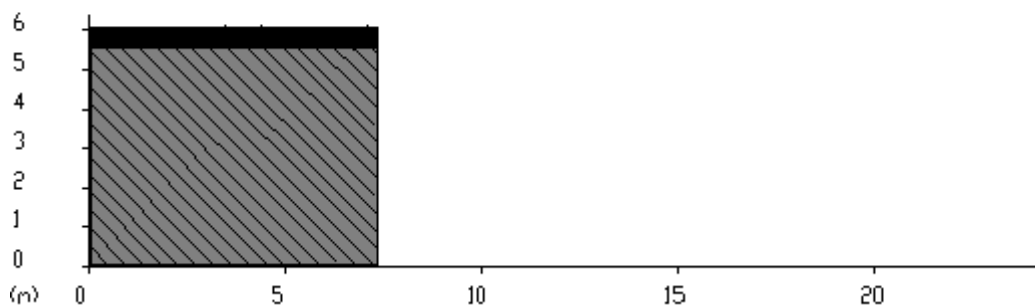
Ζώνη: 1  
Όροφος: ΣΧΟΛΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.11	U=	0.480
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	7.30	6	43.80
2	-7.30	0.50	-3.65
		ΣΑ =	40.15

Ζώνη: 1  
Όροφος: ΣΧΟΛΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.475
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	7.30	0.50	3.65
		ΣΑ =	3.65

ΤΟΙΧΟΙ : 40.15 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 3.65 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>



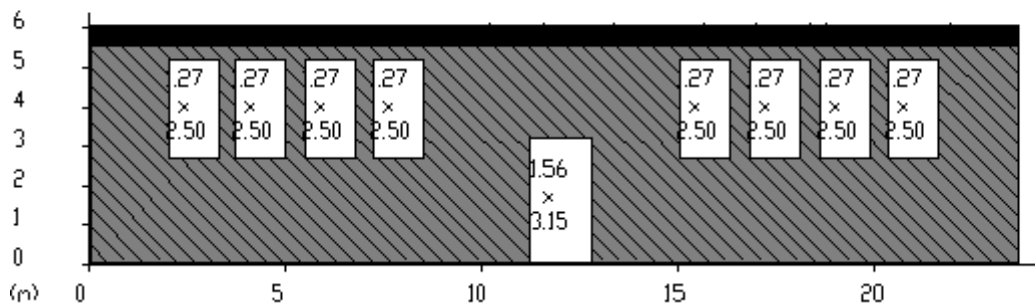
Ζώνη: 1  
Όροφος: ΣΧΟΛΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Ν

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.11	U=	0.480
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	23.60	6	141.60
2	-1.56	3.15	-4.91
3	-1.27	2.50	-3.18
4	-1.27	2.50	-3.18
5	-1.27	2.50	-3.18
6	-1.27	2.50	-3.18
7	-1.27	2.50	-3.18
8	-1.27	2.50	-3.18
9	-1.27	2.50	-3.18
10	-1.27	2.50	-3.18
11	-23.60	0.50	-11.80
		ΣΑ =	99.49

Ζώνη: 1  
Όροφος: ΣΧΟΛΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Ν

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.475
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	23.60	0.50	11.80
		ΣΑ =	11.80

ΤΟΙΧΟΙ : 99.49 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 11.80 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 30.31 m<sup>2</sup>



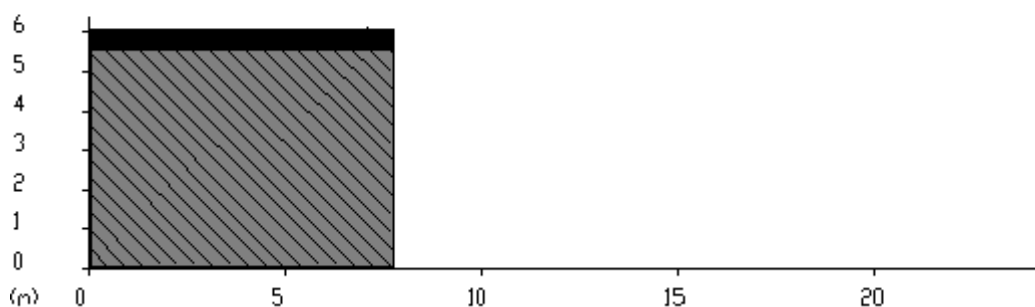
Ζώνη: 1  
Όροφος: ΣΧΟΛΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Δ

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.11	U=	0.480
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	7.70	6	46.20
2	-7.70	0.50	-3.85
		ΣΑ =	42.35

Ζώνη: 1  
Όροφος: ΣΧΟΛΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Δ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.475
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	7.70	0.50	3.85
		ΣΑ =	3.85

ΤΟΙΧΟΙ : 42.35 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 3.85 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>



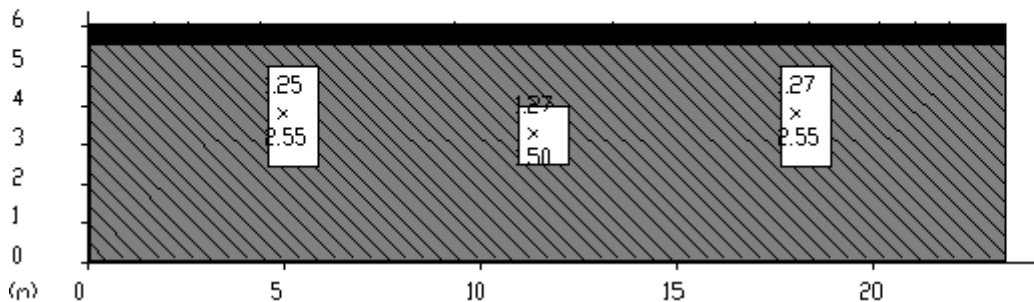
Ζώνη: 1  
Όροφος: ΣΧΟΛΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.11	U=	0.480
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	23.30	6	139.80
2	-1.27	2.55	-3.24
3	-1.25	2.55	-3.19
4	-1.27	1.50	-1.91
5	-23.30	0.50	-11.65
		ΣΑ =	119.82

Ζώνη: 1  
Όροφος: ΣΧΟΛΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.475
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	23.30	0.50	11.65
		ΣΑ =	11.65

ΤΟΙΧΟΙ : 119.82 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 11.65 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 8.33 m<sup>2</sup>



Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU [W/K]
A	Τοιχοποιία	0.480	40.15	1	19.27
A	Φέρων οργανισμός	0.475	3.65	1	1.73
N	Τοιχοποιία	0.480	99.49	1	47.76
N	Φέρων οργανισμός	0.475	11.80	1	5.61
Δ	Τοιχοποιία	0.480	42.35	1	20.33
Δ	Φέρων οργανισμός	0.475	3.85	1	1.83
B	Τοιχοποιία	0.480	119.82	1	57.51
B	Φέρων οργανισμός	0.475	11.65	1	5.53
			332.76		159.57

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU [W/K]
A	Τοιχοποιία	0.480	40.15	1	19.27
A	Φέρων οργανισμός	0.475	3.65	1	1.73
N	Τοιχοποιία	0.480	99.49	1	47.76
N	Φέρων οργανισμός	0.475	11.80	1	5.61
Δ	Τοιχοποιία	0.480	42.35	1	20.33
Δ	Φέρων οργανισμός	0.475	3.85	1	1.83
B	Τοιχοποιία	0.480	119.82	1	57.51
B	Φέρων οργανισμός	0.475	11.65	1	5.53
			332.76		159.57

Ζώνη: 2  
Όροφος: ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.11	U=	0.480
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	5.20	3.70	19.24
2	-1.06	1.66	-1.76
3	-5.20	0.50	-2.60
		ΣΑ =	14.88

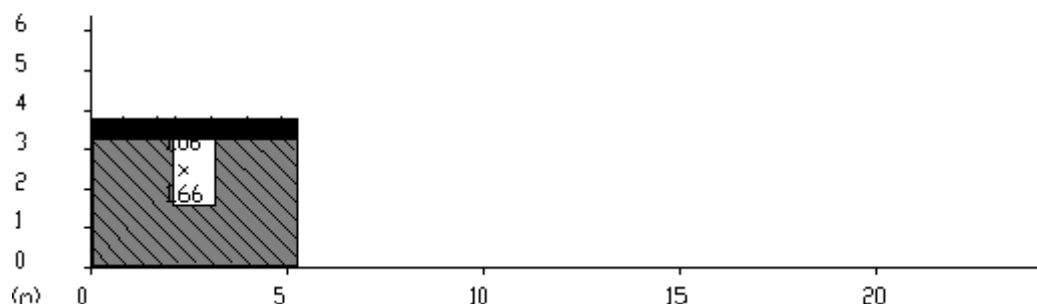
Ζώνη: 2  
Όροφος: ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ



Προσανατολισμός: Α

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.475
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	5.20	0.50	2.60
		ΣΑ =	2.60

ΤΟΙΧΟΙ : 14.88 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 2.60 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 1.76 m<sup>2</sup>



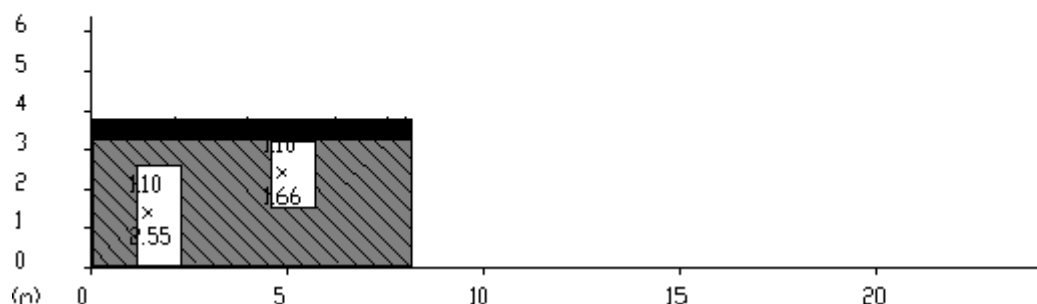
Ζώνη: 2  
Όροφος: ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Ν

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.11	U=	0.480
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	8.10	3.70	29.97
2	-1.10	2.55	-2.81
3	-1.10	1.66	-1.83
4	-8.10	0.50	-4.05
		ΣΑ =	21.29

Ζώνη: 2  
Όροφος: ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Ν

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.475
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	8.10	0.50	4.05
		ΣΑ =	4.05

ΤΟΙΧΟΙ : 21.29 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 4.05 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 4.63 m<sup>2</sup>



Ζώνη: 2  
Όροφος: ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Δ

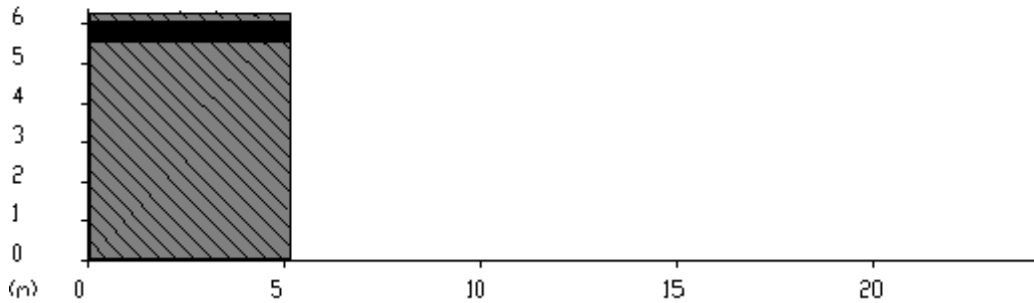
δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.11	U=	0.480
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	5.10	6	30.60

2	-5.10	0.50	-2.55
3	5.09	0.22	1.12
		ΣΑ =	29.17

Ζώνη: 2  
Όροφος: ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Δ

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.475
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	5.10	0.50	2.55
		ΣΑ =	2.55

ΤΟΙΧΟΙ : 29.17 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 2.55 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 0.00 m<sup>2</sup>



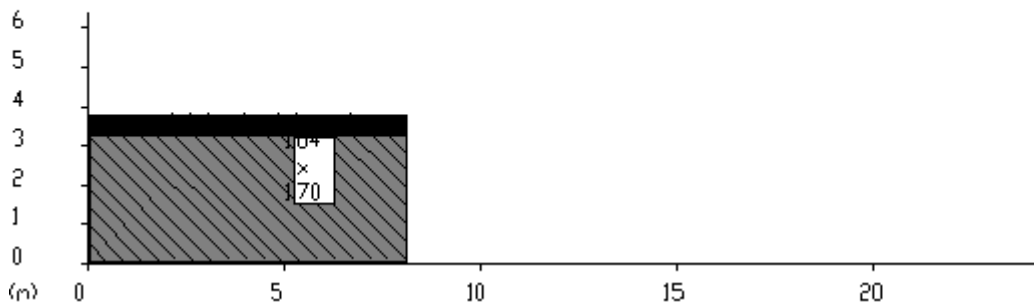
Ζώνη: 2  
Όροφος: ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Τοιχοποιία	
φύλ.:	1.11	U=	0.480
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	8.05	3.70	29.79
2	-1.04	1.70	-1.77
3	-8.05	0.50	-4.03
		ΣΑ =	23.99

Ζώνη: 2  
Όροφος: ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ  
Προσανατολισμός: Β

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.475
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	8.05	0.50	4.03
		ΣΑ =	4.03

ΤΟΙΧΟΙ : 23.99 m<sup>2</sup>  
ΜΠΕΤΟΝ : 4.03 m<sup>2</sup>  
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 1.77 m<sup>2</sup>



Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU [W/K]
-----------------	-------------	-----------------------------	---------------------	---	-----------------

A	Τοιχοποιία	0.480	14.88	1	7.14
A	Φέρων οργανισμός	0.475	2.60	1	1.23
N	Τοιχοποιία	0.480	21.29	1	10.22
N	Φέρων οργανισμός	0.475	4.05	1	1.92
Δ	Τοιχοποιία	0.480	29.17	1	14.00
Δ	Φέρων οργανισμός	0.475	2.55	1	1.21
B	Τοιχοποιία	0.480	23.99	1	11.52
B	Φέρων οργανισμός	0.475	4.03	1	1.91
			102.56		49.16

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m²K)]	A [m²]	b	ΣbxAxU [W/K]
A	Τοιχοποιία	0.480	14.88	1	7.14
A	Φέρων οργανισμός	0.475	2.60	1	1.23
N	Τοιχοποιία	0.480	21.29	1	10.22
N	Φέρων οργανισμός	0.475	4.05	1	1.92
Δ	Τοιχοποιία	0.480	29.17	1	14.00
Δ	Φέρων οργανισμός	0.475	2.55	1	1.21
B	Τοιχοποιία	0.480	23.99	1	11.52
B	Φέρων οργανισμός	0.475	4.03	1	1.91
			102.56		49.16

5. Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία

Ζώνη: 1  
Όροφος: ΣΧΟΛΕΙΟ  
Δάπεδο προς έδαφος

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς έδαφος	
φύλ.:	4.4	U'=	0.870
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m²]
1	1	95.10	95.10
			95.10

Ζώνη: 1  
Όροφος: ΣΧΟΛΕΙΟ  
Δάπεδο προς ΜΘΧ ΥΠΟΓΕΙΟ

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς ΜΘΧ	
φύλ.:	4.2	U'=	1.370
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m²]
1	1	80.68	80.68
			80.68

Ζώνη: 1  
Όροφος: ΣΧΟΛΕΙΟ  
Οροφή

δομ. στοιχ.:		Οροφή	
φύλ.:	2.4	U'=	4.254
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m²]
1	1	187.2	187.20
			187.20

Ζώνη: 2  
Όροφος: ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ  
Δάπεδο προς έδαφος

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς έδαφος	
φύλ.:	4.4	U'=	0.870
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m²]

1	1	3.05	3.05
2	1	38.55	38.55
			41.60

Ζώνη: 2  
Όροφος: ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ  
Οροφή

δομ. στοιχ.:		Οροφή	
φύλ.:	2.4	U'=	4.254
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m²]
1	1	3.25	3.25
2	1	46.18	46.18
			49.43

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

όροφος	δομικό στοιχείο	ΣΑ [m²]	U' [W/(m²K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
2	δάπεδο	95.10	0.870	82.74	1.000	82.74
	δάπεδο προς ΜΘΧ ΥΠΟΓΕΙΟ	80.68	1.370	110.53	0.721	79.69
	Οροφή	187.20	4.254	796.35	1.000	796.35
	δάπεδο	41.60	0.870	36.19	1.000	36.19
	Οροφή	49.43	4.254	210.28	1.000	210.28
		454.01				1205.24

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

όροφος	δομικό στοιχείο	ΣΑ [m²]	U' [W/(m²K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
2	δάπεδο	95.10	0.870	82.74	1.000	82.74
	δάπεδο προς ΜΘΧ ΥΠΟΓΕΙΟ	80.68	1.370	110.53	0.721	79.69
	Οροφή	187.20	4.254	796.35	1.000	796.35
	δάπεδο	41.60	0.870	36.19	1.000	36.19
	Οροφή	49.43	4.254	210.28	1.000	210.28
		454.01				1205.24

## 6. Διαφανή δομικά στοιχεία

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Κουφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Τύπος	Εμβαδό [m²]	U [W/(m²K)]	b	b x U x A [W/K]
ΣΧΟΛΕΙΟ	N1	1.56	3.15	A6	4.91	2.042	1	10.03
	N2	1.27	2.50	A7	3.18	2.009	1	6.38
	N3	1.27	2.50	A8	3.18	2.009	1	6.38
	N4	1.27	2.50	A9	3.18	2.009	1	6.38
	N5	1.27	2.50	A10	3.18	2.009	1	6.38
	N6	1.27	2.50	A14	3.18	2.009	1	6.38
	N7	1.27	2.50	A15	3.18	2.009	1	6.38
	N8	1.27	2.50	A15	3.18	2.009	1	6.38
	N9	1.27	2.50	A15	3.18	2.009	1	6.38
	B1	1.27	2.55	A11	3.24	2.009	1	6.51
	B2	1.25	2.55	A12	3.19	2.011	1	6.41
	B3	1.27	1.50	A13	1.91	2.023	1	3.85
ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ	N10	1.10	2.55	A16	2.81	2.127	1	5.97
	N11	1.10	1.66	A17	1.83	2.042	1	3.73
	A1	1.06	1.66	A18	1.76	2.049	1	3.61
	B4	1.04	1.70	A19	1.77	2.052	1	3.63

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

Όροφος	Εμβαδό [m²]	b x Σ(U x A) [W/K]	n	ΣΑ [m²]	n x b x Σ(U x A) [W/K]
	0.00	0.00	1	0.00	0.00
ΣΧΟΛΕΙΟ	46.80	94.76	1	46.80	94.76
Συνολικά:				46.80	94.76

## 7. Μη θερμαινόμενοι χώροι

Κατακόρυφα δομικά στοιχεία ΜΘΧ:

Προσανατολισμός: Α

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.10.2	U=	2.092
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	7.50	1.200	9.00
		ΣΑ =	9.00

Προσανατολισμός: Α

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.475
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	7.50	0.50	3.750
		ΣΑ =	3.75

Προσανατολισμός: Ν

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.10.2	U=	2.092
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	10.85	1.200	8.70
2	-1.20	0.90	-1.080
3	-1.20	0.90	-1.080
4	-1.20	0.90	-1.080
5	-1.20	0.90	-1.080
		ΣΑ =	8.70

Προσανατολισμός: Ν

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.475
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	10.85	0.50	5.425
		ΣΑ =	5.43

Προσανατολισμός: Δ

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.10.2	U=	2.092
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	7.70	1.200	4.83
2	-2.10	2.10	-4.410
		ΣΑ =	4.83

Προσανατολισμός: Δ

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.475
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	7.70	0.50	3.850
		ΣΑ =	3.85

Προσανατολισμός: Β

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.10.2	U=	2.092
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]

1	10.40	1.200	11.73
2	-0.94	0.80	-0.752
		ΣΑ =	11.73

Προσανατολισμός: Β

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης:

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός	
φύλ.:	1.7	U=	0.475
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	10.40	0.50	5.200
		ΣΑ =	5.20

Προς Φ.Ε.

δομ. στοιχ.:		Φέρων οργανισμός		
φύλ.:	1.10	U=	2.092	
αα	πλάτος [m]	ύψος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]
1	10.85	1.00	10.85	1.050
2	7.50	1.00	7.50	1.05
3	10.40	1.00	10.40	1.05
4	7.70	1.00	7.70	1.05
		ΣΑ =	36.45	

Οριζόντια δομικά στοιχεία ΜΘΧ: ΥΠΟΓΕΙΟ

Δάπεδο προς έδαφος

δομ. στοιχ.:		Δάπεδο προς έδαφος	
φύλ.:	4.5	U'=	0.830
τμήμα	πλάτος [m]	μήκος [m]	εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
1	1	80.68	80.680
			80.68

Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων ΜΘΧ: ΥΠΟΓΕΙΟ για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

προσανατολισμός	δομ. στοιχ.	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	A [m <sup>2</sup> ]	ΣbxAxU [W/K]
A	Φέρων οργανισμός	2.092	9.00	18.83
A	Φέρων οργανισμός	0.475	3.75	1.78
N	Φέρων οργανισμός	2.092	8.70	18.20
N	Φέρων οργανισμός	0.475	5.43	2.58
N	Άνοιγμα	2.043	1.08	2.21
N	Άνοιγμα	2.043	1.08	2.21
N	Άνοιγμα	4.597	1.08	4.96
N	Άνοιγμα	4.597	1.08	4.96
Δ	Φέρων οργανισμός	2.092	4.83	10.10
Δ	Φέρων οργανισμός	0.475	3.85	1.83
Δ	Πόρτα	2.100	4.41	9.26
B	Φέρων οργανισμός	2.092	11.73	24.54
B	Φέρων οργανισμός	0.475	5.20	2.47
B	Άνοιγμα	6.516	0.75	4.90
Φ.Ε.	Φέρων οργανισμός	1.050	36.45	38.27
			98.42	147.10

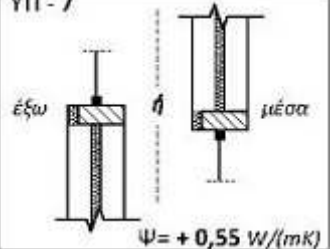
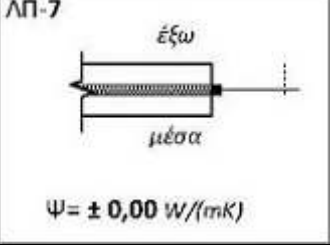
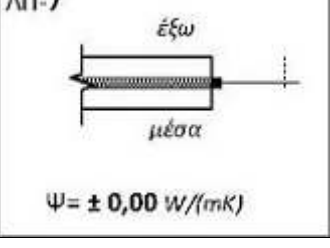
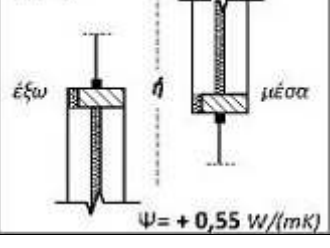
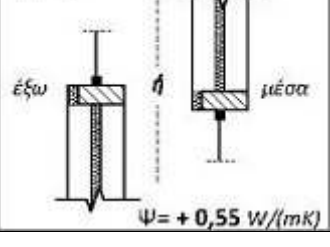
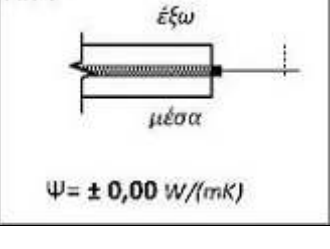
Συγκεντρωτικά στοιχεία οριζόντιων δομικών στοιχείων ΜΘΧ: ΥΠΟΓΕΙΟ για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

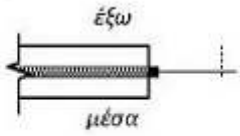
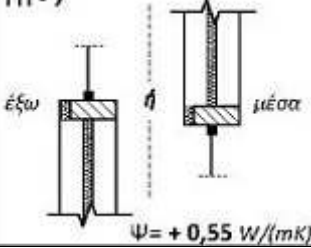
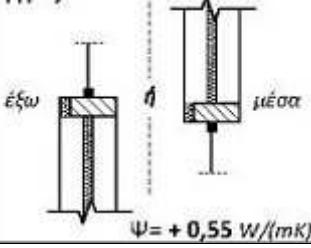
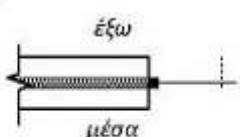
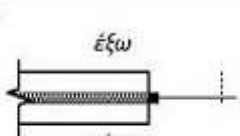
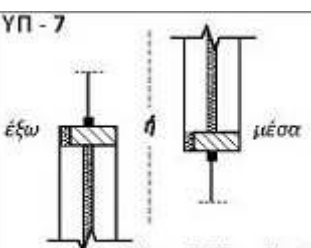
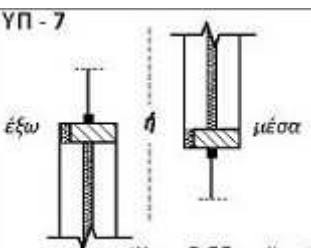
δομικό στοιχείο	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]	ΣΑxU' [W/K]
δάπεδο	80.68	0.830	66.96
	80.68		66.96

## 8. Θερμογέφυρες

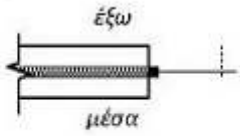
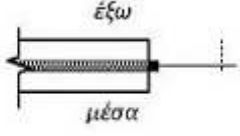
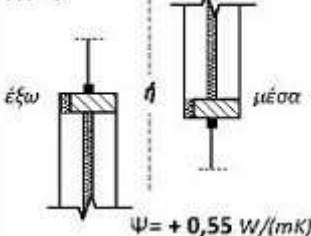
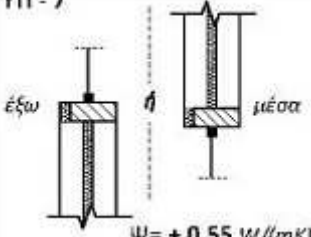
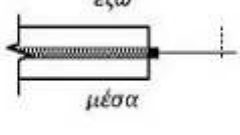
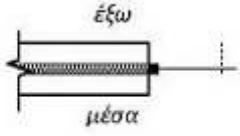
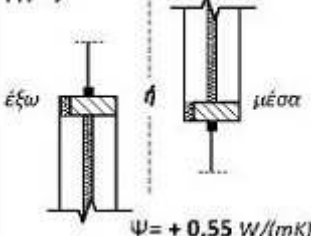
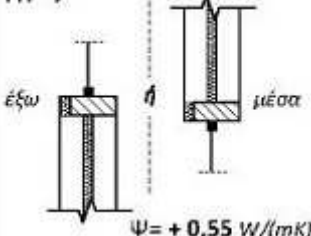
Ζώνη: 1

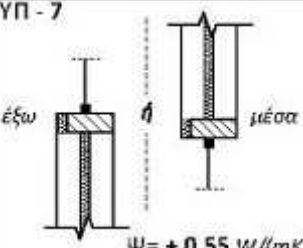
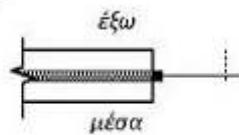
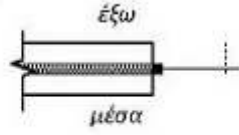
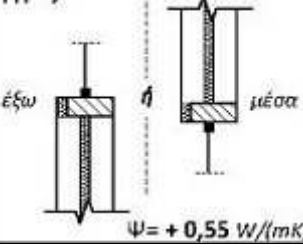
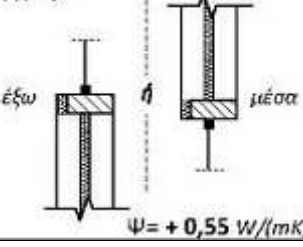
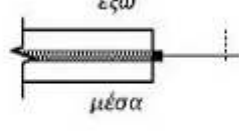
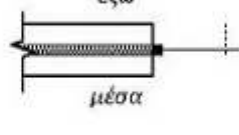
Για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

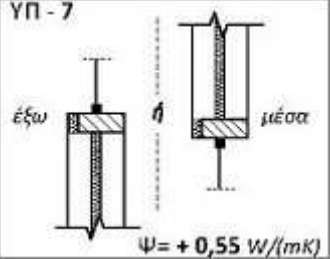
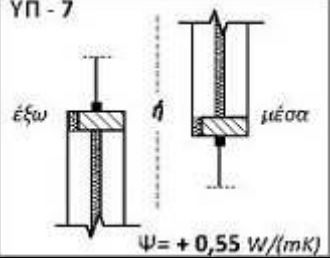
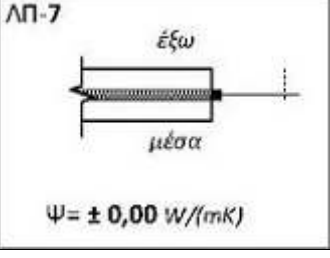
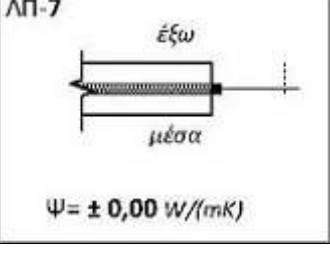
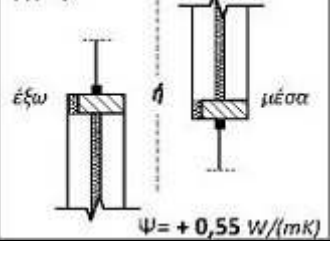
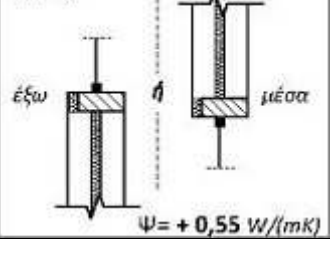
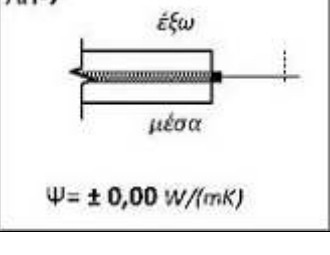
αα	επίπεδο	Σχήμα	κατηγορία	$\Psi$ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(b \times \Psi)$ [W/K]
1	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.56	1	0.9
2	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	3.15	1	0.0
3	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	3.15	1	0.0
4	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
5	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
6	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
7	2		ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0

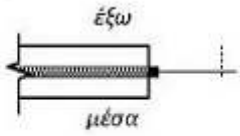
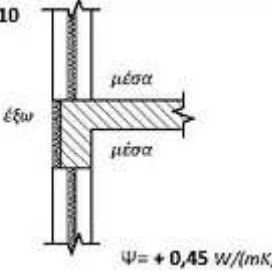
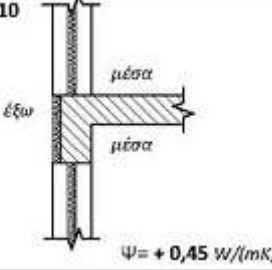
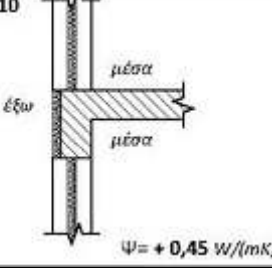
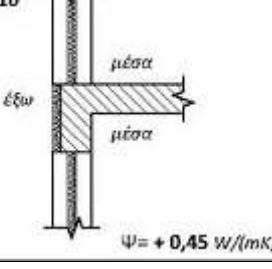
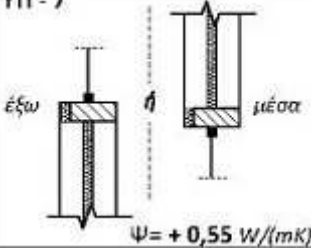
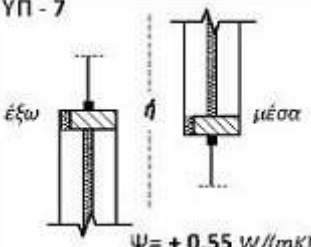
		<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>					
8	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
9	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
10	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
11	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
12	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
13	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
14	2		ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0

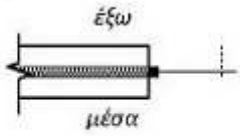
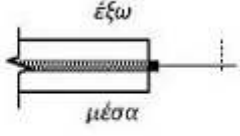
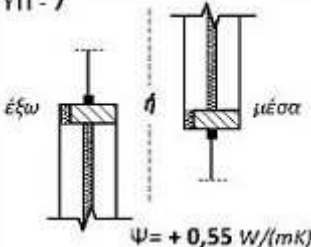
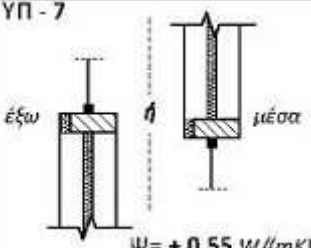
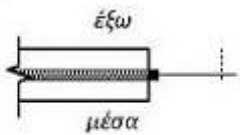
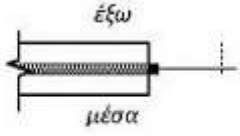
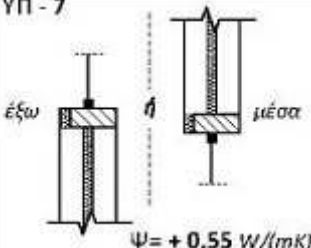
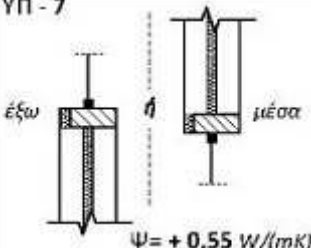


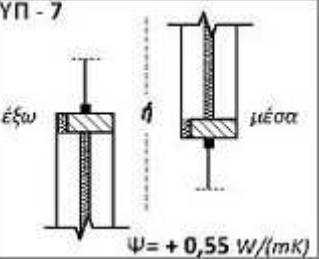
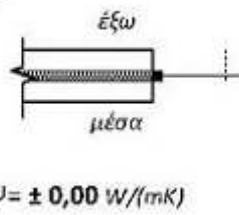
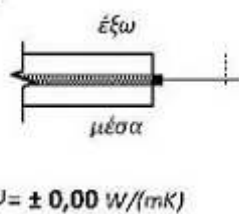
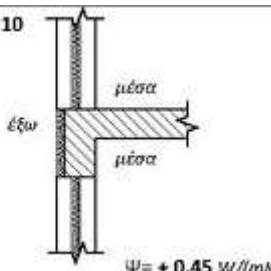
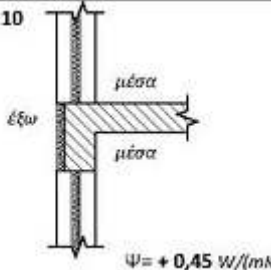
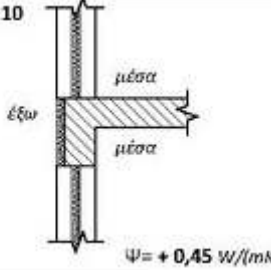
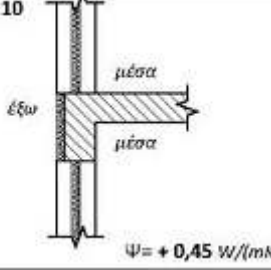
		<p>ΛΠ-7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>					
15	2	<p>ΛΠ-7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
16	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
17	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
18	2	<p>ΛΠ-7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
19	2	<p>ΛΠ-7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
20	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
21	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7

		<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>					
22	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
23	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
24	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
25	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
26	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
27	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
28	2		ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7

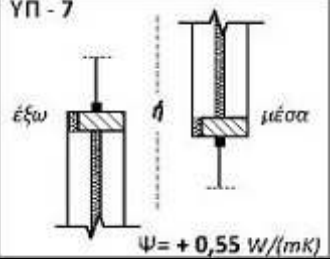
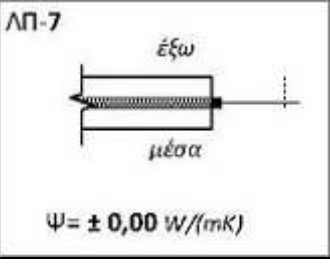
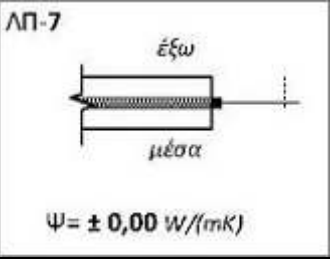
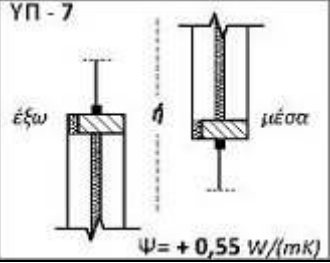
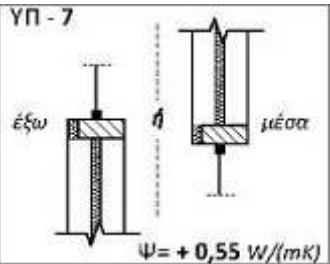
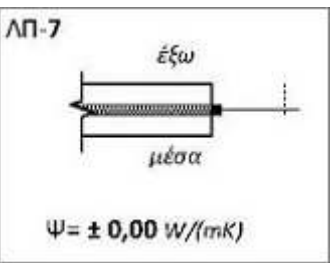
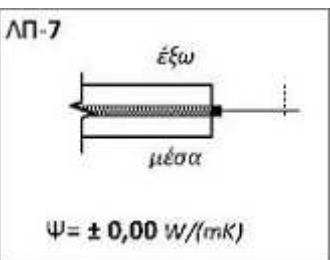
		<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>					
29	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
30	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
31	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
32	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
33	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
34	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
35	2		ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0

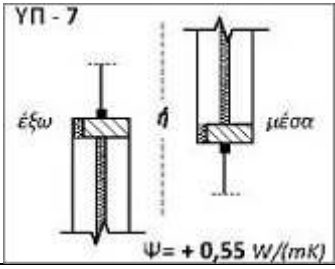
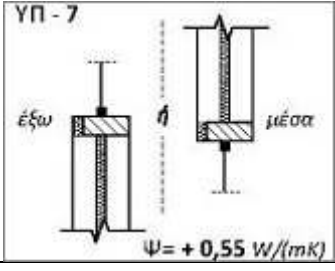
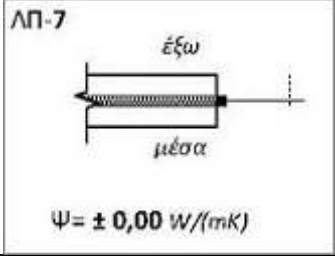
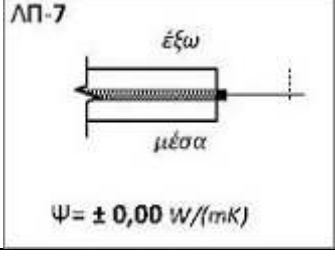
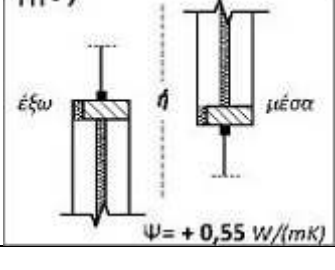
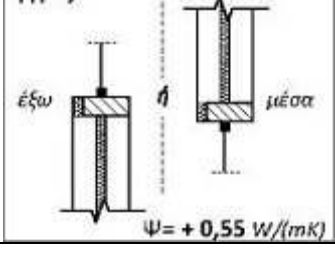
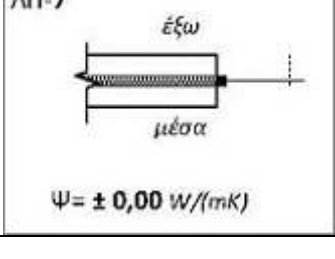
		<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>					
36	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	23.61	1	5.3
37	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	23.61	1	5.3
38	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.32	1	1.6
39	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.32	1	1.6
40	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
41	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
42	2		ΛΠ - 7	0.000	2.55	1	0.0

		<b>ΛΠ-7</b>  $\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$					
43	2	<b>ΛΠ-7</b>  $\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$	ΛΠ - 7	0.000	2.55	1	0.0
44	2	<b>ΥΠ-7</b>  $\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}$	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
45	2	<b>ΥΠ-7</b>  $\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}$	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
46	2	<b>ΛΠ-7</b>  $\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$	ΛΠ - 7	0.000	2.55	1	0.0
47	2	<b>ΛΠ-7</b>  $\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$	ΛΠ - 7	0.000	2.55	1	0.0
48	2	<b>ΥΠ-7</b>  $\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}$	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
49	2	<b>ΥΠ-7</b>  $\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}$	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7

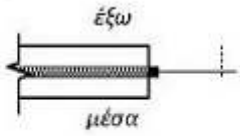
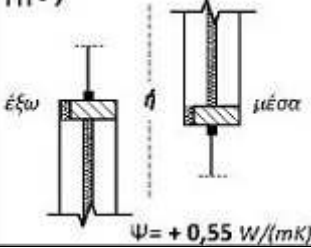
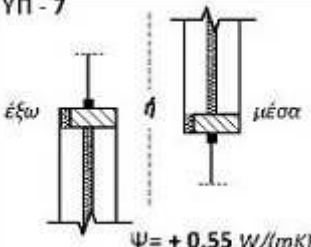
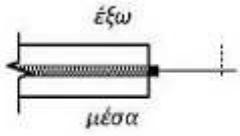
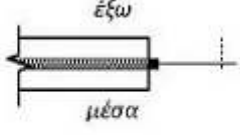
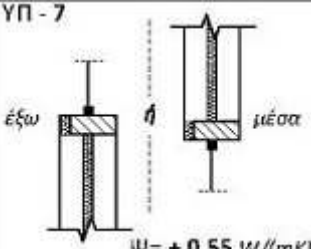
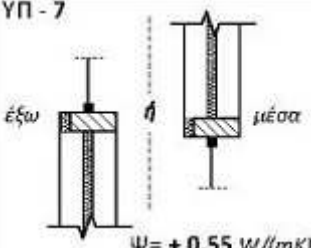

		<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>					
50	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.50	1	0.0
51	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.50	1	0.0
52	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	23.30	1	5.2
53	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	23.30	1	5.2
54	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.69	1	1.7
55	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.69	1	1.7
					211.68		43.5

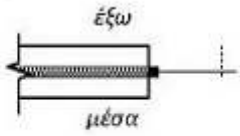
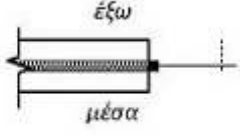
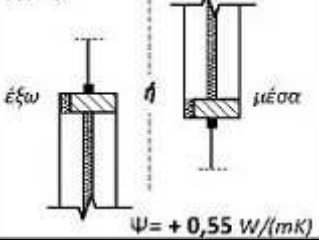
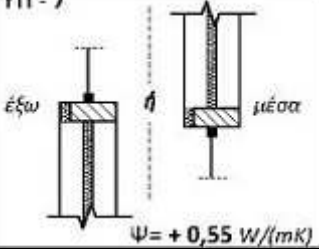
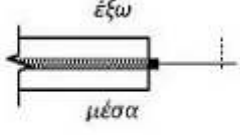
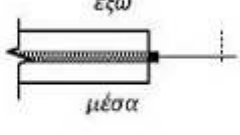
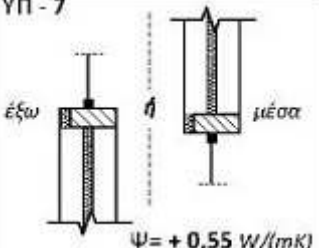
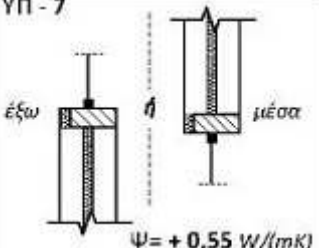
Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

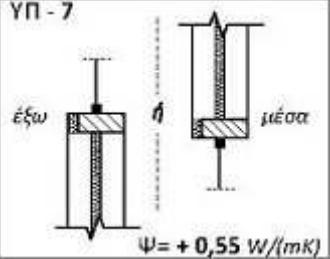
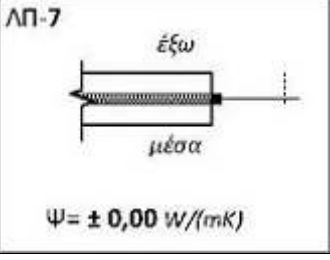
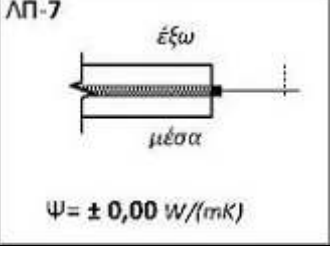
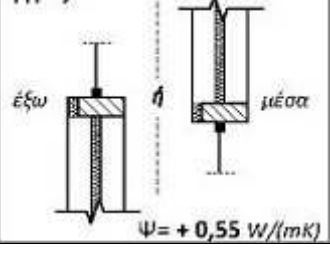
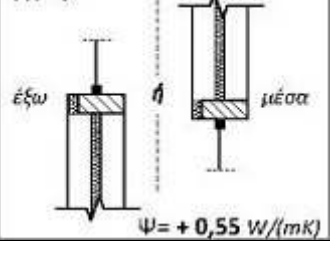
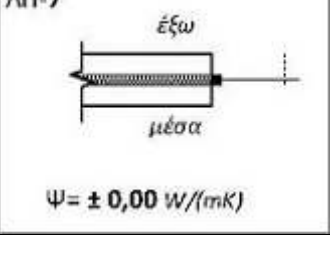
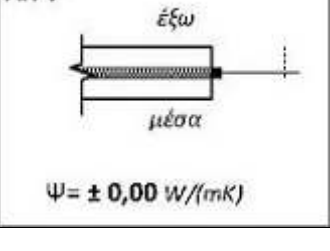
αα	επίπεδο	Σχήμα	κατηγορία	$\Psi$ [W/(mK)]	l [m]	b	$\Sigma(b \times \Psi)$ [W/K]
1	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.56	1	0.9
2	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	3.15	1	0.0
3	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	3.15	1	0.0
4	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
5	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
6	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
7	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0

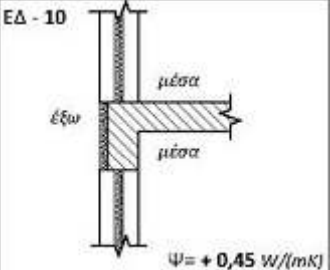
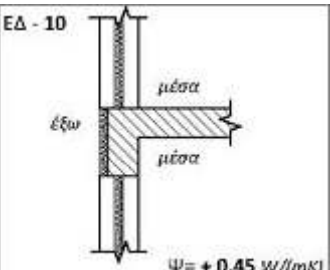
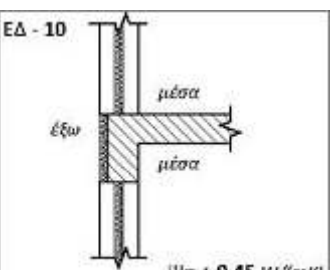
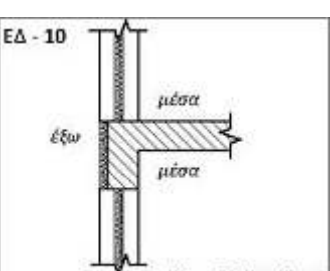
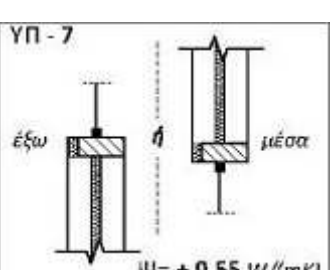
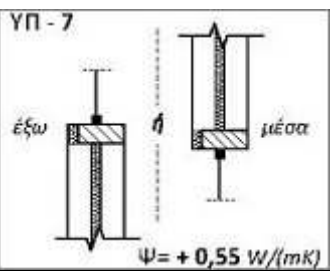
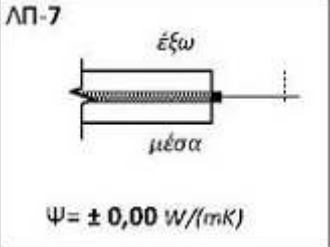
8	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
9	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
10	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
11	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
12	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
13	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
14	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
15	2		ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0

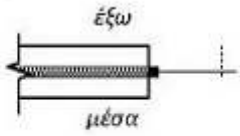
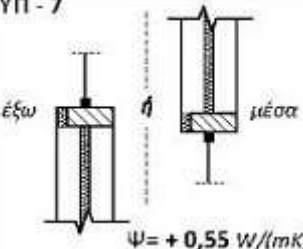
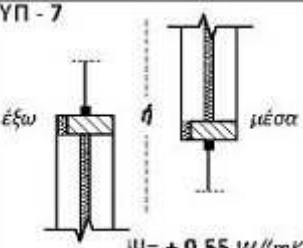
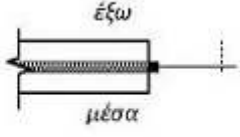
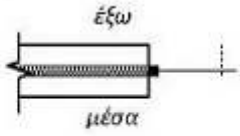
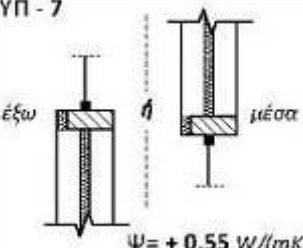
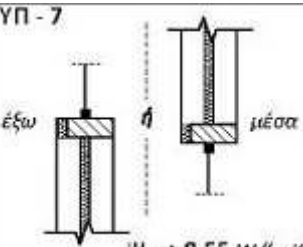



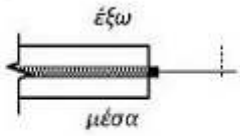
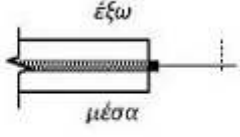
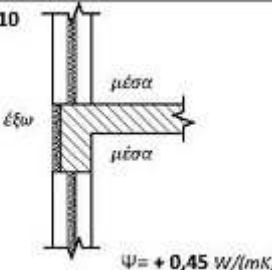
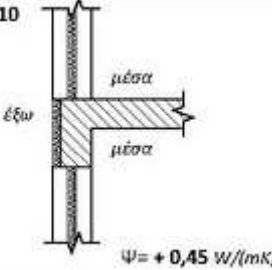
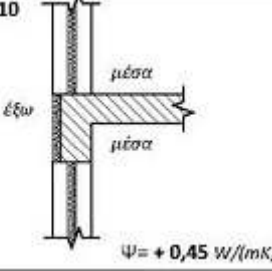
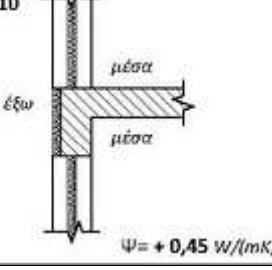
		<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>					
16	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
17	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.13	1	0.6
18	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
19	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
20	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
21	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
22	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0

		<p>ΛΠ-7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>					
23	2	<p>ΛΠ-7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
24	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
25	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
26	2	<p>ΛΠ-7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
27	2	<p>ΛΠ-7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
28	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
29	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7

		<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>					
30	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
31	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
32	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
33	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
34	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
35	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.50	1	0.0
36	2		ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	23.61	1	5.3

							
37	2		ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	23.61	1	5.3
38	2		ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.32	1	1.6
39	2		ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.32	1	1.6
40	2		ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
41	2		ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
42	2		ΛΠ - 7	0.000	2.55	1	0.0
43	2		ΛΠ - 7	0.000	2.55	1	0.0

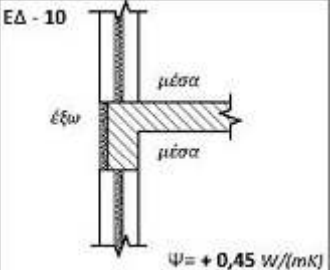
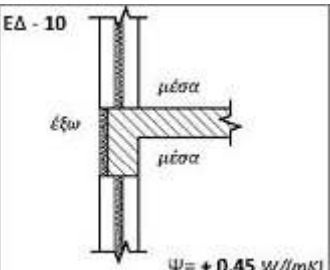
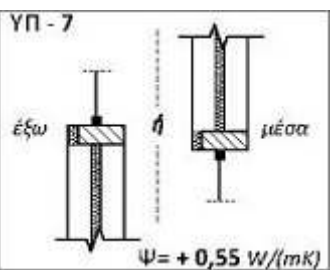
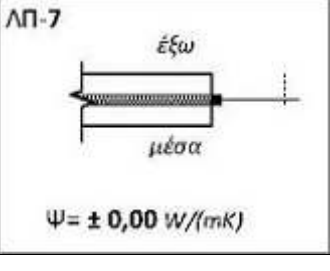
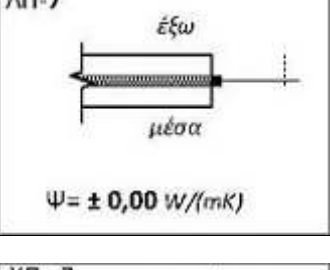
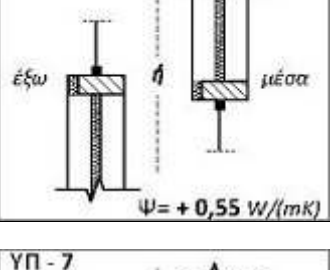
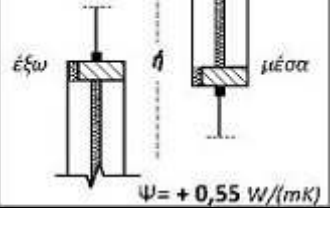
		<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>					
44	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
45	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.25	1	0.7
46	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.55	1	0.0
47	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	2.55	1	0.0
48	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
49	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.27	1	0.7
50	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.50	1	0.0

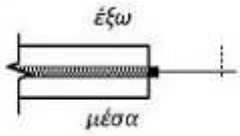
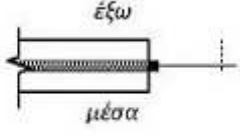
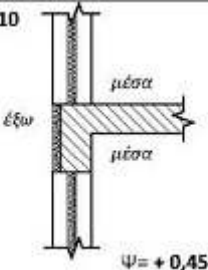
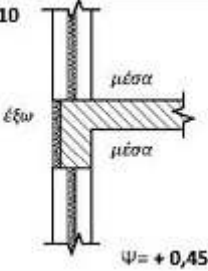
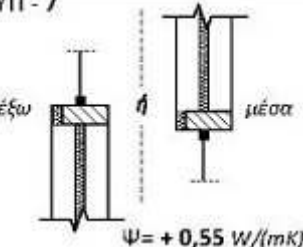
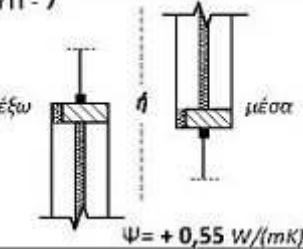
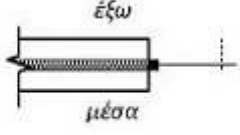
		<b>ΛΠ-7</b>  $\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$					
51	2	<b>ΛΠ-7</b>  $\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}$	ΛΠ - 7	0.000	1.50	1	0.0
52	2	<b>ΕΔ - 10</b>  $\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}$	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	23.30	1	5.2
53	2	<b>ΕΔ - 10</b>  $\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}$	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	23.30	1	5.2
54	2	<b>ΕΔ - 10</b>  $\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}$	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.69	1	1.7
55	2	<b>ΕΔ - 10</b>  $\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}$	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	7.69	1	1.7
					211.68		43.5

Ζώνη: 2

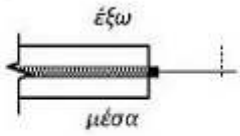
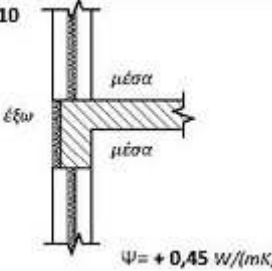
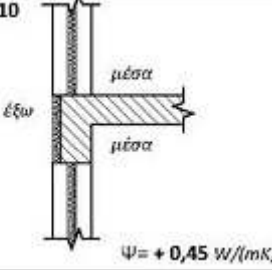
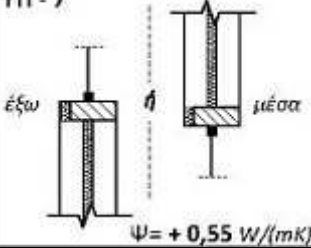
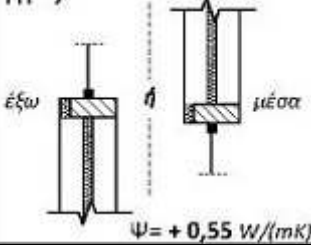
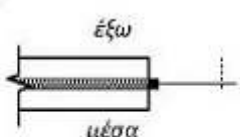
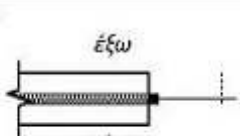
Για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας

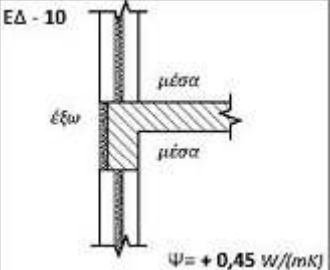
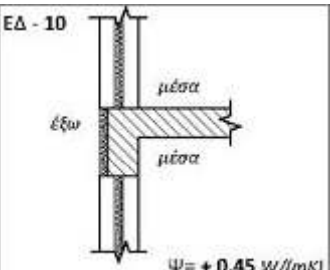
αα	επίπεδο	Σχήμα	κατηγορία	$\Psi \text{ [W/(mK)]}$	$l \text{ [m]}$	b	$\Sigma(b \times l \times \Psi) \text{ [W/K]}$
1	2		ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.09	1	1.1

							
2	2		ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.09	1	1.1
3	2		ΥΠ - 7	0.550	1.10	1	0.6
4	2		ΛΠ - 7	0.000	2.55	1	0.0
5	2		ΛΠ - 7	0.000	2.55	1	0.0
6	2		ΥΠ - 7	0.550	1.10	1	0.6
7	2		ΥΠ - 7	0.550	1.10	1	0.6
8	2		ΛΠ - 7	0.000	1.66	1	0.0

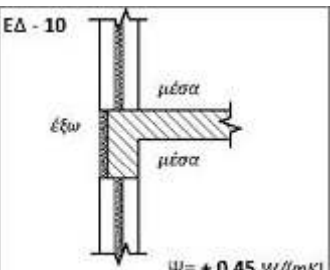
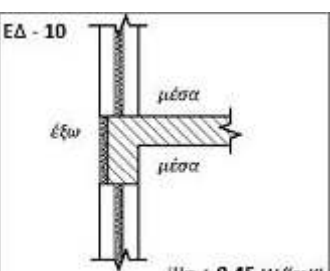
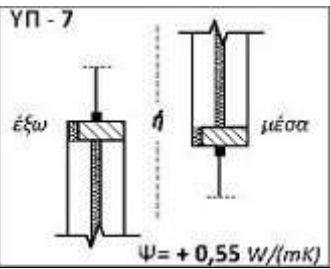
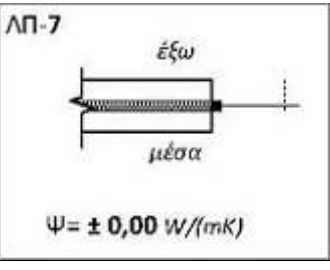
		<p>ΛΠ-7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>					
9	2	<p>ΛΠ-7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.66	1	0.0
10	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.12	1	1.8
11	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.12	1	1.8
12	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.06	1	0.6
13	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.06	1	0.6
14	2	<p>ΛΠ-7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.66	1	0.0
15	2		ΛΠ - 7	0.000	1.66	1	0.0

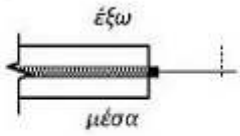
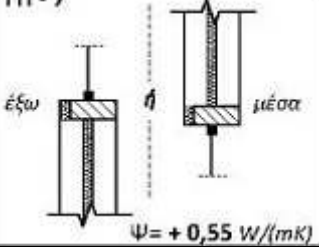
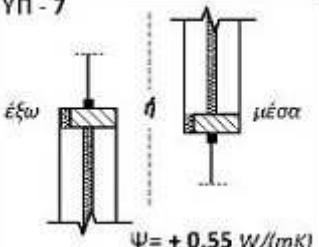
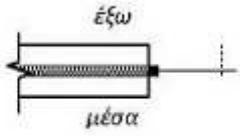
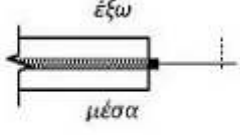
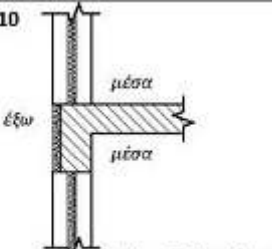
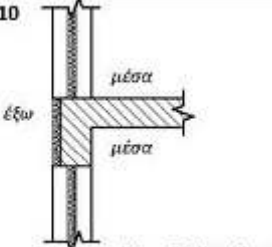


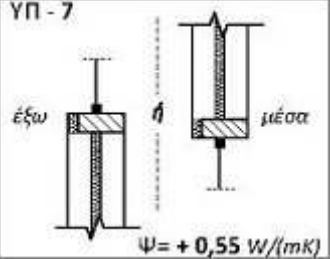
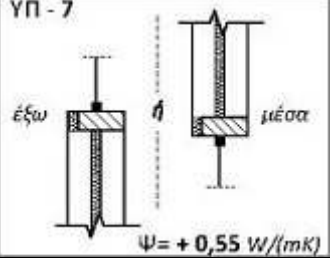
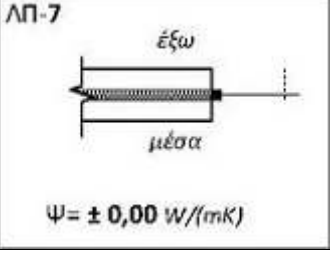
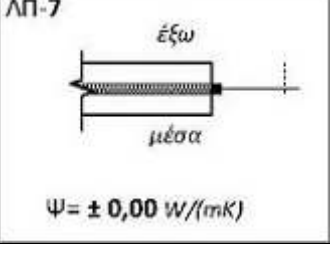
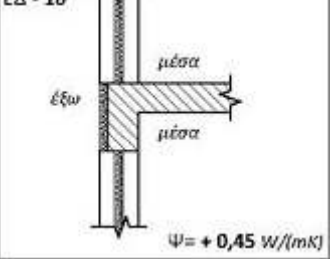
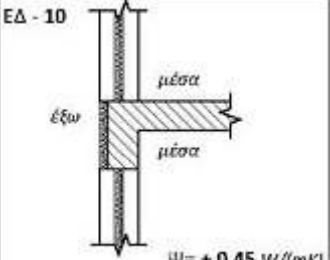
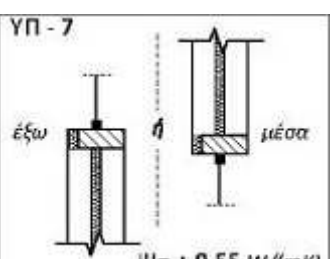
		<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>					
16	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.19	1	1.2
17	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.19	1	1.2
18	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.04	1	0.6
19	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.04	1	0.6
20	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.70	1	0.0
21	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.70	1	0.0
22	2		ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.07	1	1.8

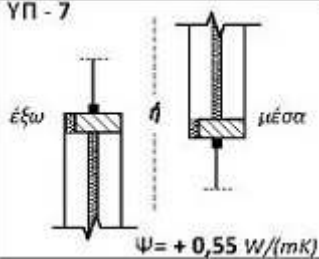
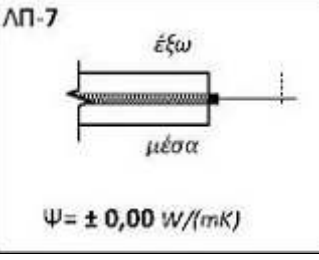
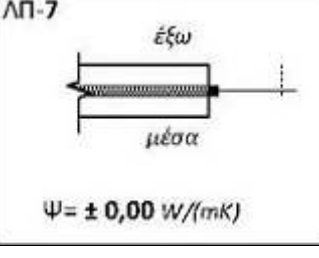
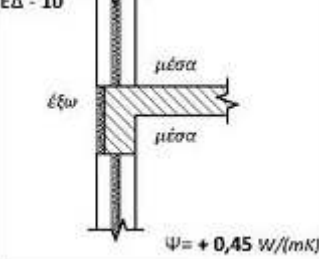
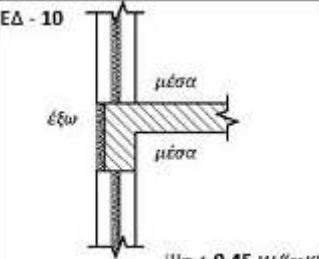
							
23	2		ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.07	1	1.8
					75.58		16.0

Για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης

αα	επίπεδο	Σχήμα	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	b	Σ(bxlΨ) [W/K]
1	2		ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.09	1	1.1
2	2		ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.09	1	1.1
3	2		ΥΠ - 7	0.550	1.10	1	0.6
4	2		ΛΠ - 7	0.000	2.55	1	0.0
5	2		ΛΠ - 7	0.000	2.55	1	0.0

		<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>					
6	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.10	1	0.6
7	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.10	1	0.6
8	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.66	1	0.0
9	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.66	1	0.0
10	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.12	1	1.8
11	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.12	1	1.8
12	2		ΥΠ - 7	0.550	1.06	1	0.6

		<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>					
13	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.06	1	0.6
14	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.66	1	0.0
15	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.66	1	0.0
16	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.19	1	1.2
17	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	5.19	1	1.2
18	2	<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΥΠ - 7	0.550	1.04	1	0.6
19	2		ΥΠ - 7	0.550	1.04	1	0.6

		<p>ΥΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = + 0,55 \text{ W/(mK)}</math></p>					
20	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.70	1	0.0
21	2	<p>ΛΠ - 7</p>  <p><math>\Psi = \pm 0,00 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΛΠ - 7	0.000	1.70	1	0.0
22	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.07	1	1.8
23	2	<p>ΕΔ - 10</p>  <p><math>\Psi = + 0,45 \text{ W/(mK)}</math></p>	ΕΔ - 10 (1/2)	0.225	8.07	1	1.8
					75.58		16.0

## 9. Υπολογισμός μέγιστου επιτρεπτού και πραγματοποιήσιμου $U_m$ του κτιρίου

Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτιρίου

Θερμική Ζώνη	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Ύψος [m]	Όγκος [m <sup>3</sup> ]
ΣΧΟΛΕΙΟ	175.83	6.72	1182
ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ	38.52	5.01	193
Συνολικά			1375

	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	Σ[bxUxA] [W/K] ή Σ[bxΨxI] [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	435.3	208.7
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	454.0	1205.2
διαφανή δομικά στοιχεία	46.8	94.8
θερμογέφυρες	-	0.0
Συνολικά	936.1	1508.7

$$\Sigma A/V=936.13(m^2)/1374.56(m^3)=0.681$$

Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max}$  0.989[W/(m<sup>2</sup>K)]

Πραγματοποιούμενο  $U_m=1508.7(W/K)/936.13(m^2)=1.612>0.989[W/(m^2K)]$

## 10. Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων ανα όροφο για τον υπολογισμό αθέλητου αερισμού

Όροφος	Τύπος	Κουφωμ α	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Διείσδυσ η αέρα [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h )]	Διείσδυσ η αέρα [m <sup>3</sup> /h]
	Πόρτα	A6	1.56	3.15	4.91	8.70	43
	παράθυρο	A7	1.27	2.50	3.18	8.70	28
	παράθυρο	A8	1.27	2.50	3.18	8.70	28
	παράθυρο	A9	1.27	2.50	3.18	8.70	28
	παράθυρο	A10	1.27	2.50	3.18	8.70	28
	παράθυρο	A14	1.27	2.50	3.18	6.20	20
	παράθυρο	A15	1.27	2.50	3.18	6.20	20
	παράθυρο	A15	1.27	2.50	3.18	6.20	20
	παράθυρο	A15	1.27	2.50	3.18	6.20	20
	παράθυρο	A11	1.27	2.55	3.24	8.70	28
	Πόρτα	A12	1.25	2.55	3.19	6.20	20
	παράθυρο	A13	1.27	1.50	1.91	6.20	12
	παράθυρο	A16	1.10	2.55	2.81	8.70	24
	παράθυρο	A17	1.10	1.66	1.83	8.70	16
	παράθυρο	A18	1.06	1.66	1.76	8.70	15
	παράθυρο	A19	1.04	1.70	1.77	8.70	15
Συνολικά							363

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

# **Μελέτη ενεργειακής απόδοσης**

**Έργο: ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΔΗΜΟΤΙΚΩΝ  
ΚΤΗΡΙΩΝ, ΚΤΙΡΙΟ Α ΒΑΘΜΙΑΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**Διεύθυνση: ΕΝΤΟΣ ΟΙΚΙΣΜΟΥ "ΜΑΡΑΘΟΣ", Δ.Ε. ΤΥΛΙΣΟΥ, ΔΗΜΟΣ  
ΜΑΛΕΒΙΖΙΟΥ**

**Μελετητές:**

Φεβρουάριος 2020

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

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

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

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

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

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

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



## 2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

### 2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το υπό μελέτη κτήριο βρίσκεται εντός του οικισμού "Μάραθος". Πρόκειται για ένα συγκρότημα ενός δημοτικού σχολείου και ενός νηπιαγωγείου. Αποτελείται από ένα ισόγειο κτίριο και ένα υπόγειο με χρήση αποθήκης.

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

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

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

Επιφάνεια επιμέρους χώρων κτηρίου σε m <sup>2</sup>			
Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Ζώνη 1 [m <sup>2</sup> ]	Ζώνη 2 [m <sup>2</sup> ]	Σύνολο [m <sup>2</sup> ]
	175.83	38.52	214.35

Επιφάνεια μη θερμαινόμενων χώρων κτηρίου σε m <sup>2</sup>	
Μη θερμαινόμενος χώρος	Επιφάνεια m <sup>2</sup>
ΥΠΟΓΕΙΟ	78.75

## 2.2. ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το οικόπεδο είναι ορθογωνικού σχήματος με το μεγάλο του άξονα σε απόκλιση κατά γωνία  $7^\circ$  από τον άξονα Ανατολής - Δύσης. Το οικόπεδο βρίσκεται σε αραιοκατοικημένο αστικό περιβάλλον, με μονόροφα. Στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν παλιές, αλλά και νεότερες κτηριακές κατασκευές, κυρίως κτήρια κατοικιών.

Η θέση του κτηρίου θα ευνοεί τον ηλιασμό, κυρίως του δώματος αλλά και των κατακόρυφων όψεων. Το δώμα του κτηρίου θα διαθέτει αρκετό χώρο ελεύθερο με δυνατότητα επαρκούς ηλιασμού.

## 3. ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

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

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

Ακόμη, σύμφωνα με το άρθρο 11 του Κ.Εν.Α.Κ. τα περιεχόμενα της ενεργειακής μελέτης τα οποία λαμβάνονται υπόψη και για τον ενεργειακό σχεδιασμό είναι τα ακόλουθα:

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

### 3.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ

Στις εικόνες 3.1 - 3.6 δίνεται ο σκιασμός του οικοπέδου την 21η Δεκεμβρίου και την 21 Ιουνίου για τις ώρες 9:00, 12:00 και 15:00 (ηλιακός χρόνος). Στο σχέδιο σκιασμού του οικοπέδου (ΕΝΑΚ 1) δίνεται το αζιμούθιο του ήλιου για τις προαναφερθείσες ώρες και μέρες, ενώ στο σχέδιο σκιασμού των όψεων (ΕΝΑΚ 2) δίνεται το ηλιακό ύψος για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου, για την ανατολική όψη στις 09:00, για τη νότια στις 12:00 και για τη δυτική στις 15:00.

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

**Παρατήρηση:** οι εικόνες 3.1 έως 3.6 έχουν παραχθεί με χρήση λογισμικού και δεν θεωρούνται απαραίτητο στοιχείο της μελέτης. Αντίθετα, το σχέδιο σκιασμού των όψεων που συνοδεύει την παρούσα μελέτη αποτελεί απαραίτητο συστατικό της αρχιτεκτονικής τεκμηρίωσης. Οι γωνίες που αποτυπώνονται στο σχέδιο είναι οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς (Vertical Shadow Angle) και υπολογίζονται από τη σχέση:

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

όπου:

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

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

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

όπου:

*γ<sub>s</sub>* το ηλιακό αζιμούθιο και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2014  
*γ* το αζιμούθιο της όψης.

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

### 3.2. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

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

Πιο συγκεκριμένα, ο σκιασμός που προσφέρεται στο κτήριο φαίνεται αναλυτικά για κάθε άνοιγμα, για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων (ΕΝΑΚ 3 - ΕΝΑΚ 5). Για τα ανατολικά ανοίγματα δίνεται ο σκασμός στις 09:00, για τα νότια στις 12:00 και για τα δυτικά στις 15:00.

Σε όλα τα σχέδια δίνεται το ηλιακό αζιμούθιο για τις ίδιες μέρες και ώρες.

Οι συντελεστές σκίασης των ανοιγμάτων φαίνονται στα επισυναπτόμενα σχέδια.

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

### 3.3. ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

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

### 3.4. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

Υπάρχουν αρκετά ανοίγματα εξασφαλίζοντας διαμπερή αερισμό, για τη μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού δροσισμού.

### 3.5. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Όπως φαίνεται και στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων, κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται στο ελάχιστο. Έχει γίνει προσπάθεια ούτως ώστε το κτήριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

### 4. ΕΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

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

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πilotή)	0,50	0,45	0,40	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,20	0,90	0,75	0,70
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,20	0,90	0,75	0,70
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,20	2,00	1,80	1,80
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,70	5,20	4,80	4,40
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4,00	3,60	3,10	2,90

Ταυτόχρονα η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου δεν πρέπει να ξεπερνάει τα όρια του πίνακα 4.2:

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

Λόγος Α/Υ [ 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	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

1. Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  όλων των δομικών στοιχείων και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.1.
2. Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου  $U_m$  και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια του πίνακα 4.2.

### **1) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου**

Ο υπολογισμός τόσο των συντελεστών θερμοπερατότητας  $U$  των δομικών στοιχείων, όσο και του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτηρίου, γίνεται βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017.

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

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

όπου,

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

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

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

$R_s$  η θερμική αντίσταση κλειστού διάκενου αέρα

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

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

όπου,

$U_f$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,

$U_g$  ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

$A_f$  το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,

$A_g$  το εμβαδόν επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,

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

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

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

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

όπου

$U$  ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων [4.1] ή [4.2] και

$U_{\delta, \sigma, \max}$  η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο [πίνακας 4.1].

### **2) Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτηρίου**

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

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

όπου:

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

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

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

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

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

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

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

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

Ο μειωτικός συντελεστής  $b$  υπολογίζεται με χρήση της σχέσης 2.25 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017. Εναλλακτικά, και για λόγους απλοποίησης, μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,5.

Στην παρούσα μελέτη ακολουθείται η αναλυτική μέθοδος υπολογισμού των θερμογεφυρών.

#### 4.1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

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

Το δημοτικό σχολείο και το νηπιαγωγείο θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι, οπότε οφείλουν να είναι θερμομονωμένοι. Το υπόγειο θεωρείται μη θερμαινόμενος χώρος.

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

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

Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου φέρει θερμομόνωση εξωτερικά.

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

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

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

#### 4.2. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

**Πίνακας 4.3:** Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Δομικό στοιχείο	Φύλλο ελέγχου	$U[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$	$U_{\max}[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$ [Πίνακας 1]
Εξωτερική δοκός/υποστύλωμα/τοιχώμα	1.7	0.475	0.60
Υφιστάμενη λιθοδομή	1.11	0.480	0.60
Ξύλινη στέγη με κερ.	2.4	4.254	0.50
Δάπεδο σε επαφή με Μ.Θ.Χ.	4.2	1.370	1.20
Δάπεδο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με Φ.Ε.	4.4	3.570	1.20

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

Με βάση τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017 και Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων που υπεισέρχονται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου και τον υπολογισμό κατανάλωσης ενέργειας είναι οι ισοδύναμοι συντελεστές θερμοπερατότητας  $U'$  και όχι αυτοί που

δίνονται στον πίνακα 4.2. Ο αναλυτικός υπολογισμός τους γίνεται βάσει της μεθοδολογίας που αναπτύσσεται στην ενότητα 2.1.6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 και δίνεται αναλυτικά στο Τεύχος Υπολογισμών που συνοδεύει την παρούσα μελέτη. Στον πίνακα 4.4 δίνονται συνοπτικά οι ισοδύναμοι συντελεστές  $U'$  των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος.

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

Δομικό στοιχείο	$U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Εμβαδό $A$ [m <sup>2</sup> ]	Μέσο βάθος έδρασης $z$ [m]	$U'$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
$\Delta 4$	3.570	95.100	0.5	0.870
$\Delta 4$	3.570	3.050	0.5	0.870
$\Delta 4$	3.570	38.550	0.5	0.870
$\Delta 5$	3.137	80.680	1.0	0.830
N τοίχωμα T10	2.092	10.850	1.0	1.050
A τοίχωμα T10	2.092	7.500	1.0	1.050
B τοίχωμα T10	2.092	10.400	1.0	1.050
$\Delta$ τοίχωμα T10	2.092	7.700	1.0	1.050

#### 4.3. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Το κτήριο θα λειτουργήσει ως Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τη Α κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας  $U \leq 3.2$  W/(m<sup>2</sup>K).

Για τα κουφώματα του ισογείου επιλέχθηκε η χρήση πλαισίου PVC, με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_f=2.1$  W/(m<sup>2</sup>K), όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι  $U_g=2.1$  W/(m<sup>2</sup>K) όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό.

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

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

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

**Πίνακας 4.5:** Συντελεστής θερμοπερατότητας κουφωμάτων.

A/a κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Εμβαδό κουφώματος [m <sup>2</sup> ]	$U$ κουφώματος [W/(m <sup>2</sup> K)]	$U_{max}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
1	1.56	3.15	4.91	2.042	3.2
2	1.27	2.50	3.18	2.009	
3	1.27	2.50	3.18	2.009	
4	1.27	2.50	3.18	2.009	
5	1.27	2.50	3.18	2.009	
6	1.27	2.50	3.18	2.009	
7	1.27	2.50	3.18	2.009	
8	1.27	2.50	3.18	2.009	
9	1.27	2.50	3.18	2.009	
10	1.27	2.55	3.24	2.009	
11	1.25	2.55	3.19	2.011	
12	1.27	1.50	1.91	2.023	
13	1.10	2.55	2.81	2.127	
14	1.10	1.66	1.83	2.042	
15	1.06	1.66	1.76	2.049	
16	1.04	1.70	1.77	2.052	



#### 4.4. ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

Όπως προέκυψε  $A/V = 0.681 \text{ m}^{-1}$  το οποίο από τον πίνακα 4.2 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max}=0.989 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Στον πίνακα 4.6 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των  $U \times A$ , καθώς και τα αθροίσματα των  $\Psi \times l$ . Όπως προκύπτει, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου ισούται με:

$$U_m=1.612 \text{ W/m}^2\text{K} > U_{m,max}=0.989 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Συνεπώς το κτήριο δεν είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

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

**Πίνακας 4.6:** Συγκεντρωτικά στοιχεία κτηρίου

	$\Sigma A \text{ [m}^2\text{]}$	$\Sigma [b \times U \times A] \text{ [W/K]} \text{ ή } \Sigma [b \times \Psi \times l] \text{ [W/K]}$
κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	435.3	208.7
οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία	454.0	1205.2
διαφανή δομικά στοιχεία	46.8	94.8
θερμογέφυρες	-	0.0
Συνολικά	936.1	1508.7
$[\Sigma (b \times U \times A) + \Sigma (b \times \Psi \times l)] / \Sigma A$		1.612

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

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

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

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

- Όπου τοποθετούνται κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) ή μονάδες παροχής νωπού αέρα ή μονάδες εξαερισμού και όσες από αυτές λειτουργούν με νωπό αέρα  $> 60\%$  της παροχής τους, πρέπει να διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με απόδοση τουλάχιστον  $50\%$ .
- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή άλλου μέσου) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης-κλιματισμού και ΖΝΧ, πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη θερμομόνωση που καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ' ελάχιστον θερμομόνωση πάχους  $19\text{mm}$  για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και  $13\text{mm}$  για ΖΝΧ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  στους  $20^\circ\text{C}$  (ή ισοδύναμα πάχη άλλου πιστοποιημένου θερμομονωτικού υλικού).

- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  στους  $20^\circ\text{C}$ , και ελάχιστο πάχος 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm (ή ισοδύναμα πάχη άλλων πιστοποιημένων θερμομονωτικών υλικών).
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής σε μερικά φορτία, ή άλλο πιστοποιημένο ισοδύναμο σύστημα.
- Σε μεγάλα δίκτυα ανακυκλοφορίας ZNX ανά κλάδους, θα χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές με ρύθμιση στροφών ανάλογα με τη ζήτηση σε ZNX
- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών σε ZNX από ηλιοθερμικά συστήματα. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ZNX καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από  $(1,15 \times 1/\eta)$ , όπου " $\eta$ " είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/EK. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του  $\eta$ , ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.
- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτήρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από  $15\text{m}^2$  ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.
- Σε κτήρια με πολλές ιδιοκτησίες και κεντρικά συστήματα, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης, ψύξης, καθώς και ZNX (όπου εφαρμόζεται κεντρική παραγωγή/διανομή) και εφαρμόζεται κατανομή δαπανών με θερμιδομέτρηση.
- Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου.
- Σε όλα τα κτήρια του τριτογενή τομέα επιβάλλεται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95.

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

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

## 5.1. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Η θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτηρίου θα γίνεται μέσω κεντρικής μονάδας θέρμανσης, με λέβητα-καυστήρα πετρελαίου, με μονοσωλήνιο σύστημα. Ο χώρος του νηπιαγωγείου θα θερμαίνεται με τοπική αερόψυκτη αντλία θερμότητας. Η ψύξη των χώρων του κτηρίου θα γίνεται με τοπικές αντλίες θερμότητας. Οι αντλίες θερμότητας θα καλύπτουν το συνολικό φορτίο ψύξης των χώρων.

**Παρατήρηση:** Με τροποποίηση του κτηριοδομικού κανονισμού σχετικά με το άρθρο 25, οι ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες είναι πλέον υποχρεωτικές για όλα τα κτήρια με επιφάνεια άνω των  $50 \text{ m}^2$ . Κατά το σχεδιασμό (διαστασιολόγηση) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ελάχιστες προδιαγραφές για τα Η-Μ όπως καθορίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ. και να επιλέγονται τεχνολογίες που να έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν σε πλήρη και μερικά φορτία κατά τη θέρμανση ή ψύξη. Η υπερδιαστασιολόγηση του κεντρικού συστήματος λέβητα-καυστήρα για τη θέρμανση χώρων, μειώνει την τελική απόδοση του συστήματος σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στην παράγραφο 4.1.2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

### 5.1.1. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

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

Ο καυστήρας θα είναι διβάθμιος για την κάλυψη των μερικών φορτίων σε υψηλή απόδοση. Η διανομή θα γίνεται με δισωλήνιο σύστημα, με κατακόρυφες κεντρικές σωλήνες προσαγωγής θερμού νερού και κατακόρυφες σωλήνες επιστροφής. Οι κατακόρυφες σωλήνες προσαγωγής θα τροφοδοτούνται μέσω ενός κοινού κεντρικού συλλέκτη (κολεκτέρ), όπως και οι κατακόρυφες σωλήνες επιστροφής θερμού νερού. Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους θα είναι μονωμένες και σύμφωνα με τις ελάχιστες προδιαγραφές που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ και η TOTEE 20701-1/2010 (πίνακας 4.7). Η κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης θα διαθέτει σύστημα αντιστάθμισης, για την κάλυψη μερικών φορτίων θέρμανσης, με την χρήση τρίοδης βάνας αυτόματης ρύθμισης κυκλοφορίας νερού. Ο κυκλοφορητής που βρίσκεται στην κεντρική σωλήνα προσαγωγής ζεστού νερού, θα έχει χαρακτηριστικά που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

### 5.1.2. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ

Σύμφωνα με την μελέτη ψύξης του κτηρίου, σε όλους τους χώρους θα εγκατασταθούν αερόψυκτες τοπικές αντλίες θερμότητας. Οι αντλίες θερμότητας θα καλύπτουν όλους τους χώρους του ισογείου, ενώ η αποθήκη είναι μη ψυχόμενη.

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

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

**Πίνακας 5.1:** Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμότητας για κάθε ιδιοκτησία

Σύστημα	Τύπος	Ονομαστική ψυκτική ισχύς [KW]	Δείκτης αποδοτικότητας EER	Καύσιμο
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	7.0	6.000	Ηλεκτρισμός
	Αερόψυκτη Α.Θ.	3.5	6.000	Ηλεκτρισμός
	Αερόψυκτη Α.Θ.	7.0	6.000	Ηλεκτρισμός
	Αερόψυκτη Α.Θ.	7.0	6.000	Ηλεκτρισμός
	Αερόψυκτη Α.Θ.	7.0	6.000	Ηλεκτρισμός
2	Αερόψυκτη Α.Θ.	7.0	6.100	Ηλεκτρισμός

### 5.1.3. ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

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

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

**Πίνακας 5.1.1:** Στοιχεία συστήματος αερισμού

Ζώνη	Χρήση	Τύπος αερισμού	Απαιτηση για νωπό αέρα [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
ΣΧΟΛΕΙΟ	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης	Δεν Υπάρχει	11.00
ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης	Δεν Υπάρχει	11.00

## 5.2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η κύρια χρήση του κτηρίου είναι : Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

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

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

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

### 5.3. ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΣΥΝΗΜΙΤΟΝΟΥ

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

### 5.4. ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΔΥΣΕΩΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

1. Προσθήκη εσωτερικής θερμομόνωσης στέγης

### 6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου έγιναν με τη χρήση του υπολογιστικού εργαλείου TEE-KENAK, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

Για τους επιμέρους υπολογισμούς και τη διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, κ.ά.), χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές οδηγίες, όπως εφαρμόζονται μέχρι σήμερα και αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους.

#### 6.1. ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

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

#### 6.2. ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κάθε τμήματος του κτηρίου με διαφορετική κύρια χρήση, προσδιορίζονται τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. και στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο κτήριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

- Η χρήση του κτηρίου, Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης,
- Οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.ά.) και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτηρίου (ωράριο, εσωτερικά κέρδη κ.ά.).
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτηρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτηρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.), ο προσανατολισμός τους, τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (π.χ. εσωτερικοί τοίχοι) και άλλα.

- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών (διαφανών και μη) στοιχείων του κτηριακού κελύφους, όπως: η θερμοπερατότητα, η θερμική μάζα, η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, η διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων, όπως: ο τύπος των μονάδων παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής, ο τύπος των τερματικών μονάδων κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ZNX, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, η απόδοσή της, οι απώλειες του δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης, το σύστημα αποθήκευσης κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού όσον αφορά τους χώρους των καταστημάτων.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που έχουν επιλεγεί από τη μελέτη σχεδιασμού για το κτήριο.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη τμήματος του φορτίου για ZNX.

### 6.3. ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

**Πίνακας 6.1:** Εμβαδό και όγκος τμήματος

Θερμική Ζώνη	Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Ψυχόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Θερμαινόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]	Ψυχόμενος όγκος [m <sup>3</sup> ]
ΣΧΟΛΕΙΟ	175.830	175.830	1181.5776	1181.578
ΝΗΠΙΑΓΩΓΕΙΟ	38.520	38.520	192.9852	192.985

#### 6.3.1. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

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

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

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

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

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

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

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m <sup>2</sup> )	175.8	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> K)]	300	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Δ	T.O.T.E.E. 20701-1/2017, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)	292	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0.00	Μόνο για κατοικίες από T.O.T.E.E. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	0	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός εξώθυρων με περιθώριο στο κάτω μέρος > 1.0 cm και σε επαφή με εξωτερικό περιβάλλον		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 2 (Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης)		
Χρήση θερμικής ζώνης	Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m <sup>2</sup> )	38.5	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> K)]	300	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Δ	T.O.T.E.E. 20701-1/2017, πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)	71	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0.00	Μόνο για κατοικίες από T.O.T.E.E. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	0	100% για κατοικίες 0% για τριτογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο		
Αριθμός καμινάδων		
Αριθμός εξώθυρων με περιθώριο στο κάτω μέρος > 1.0 cm και σε επαφή με εξωτερικό περιβάλλον		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής		

### 6.3.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

Στην T.O.T.E.E. 20701-1/2017 έχουν καθορισθεί οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές.

Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας του τμήματος κατοικιών δίνονται αναλυτικά στον πίνακα 6.3.

**Πίνακας 6.3:** Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης 1 (Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης)		
Ωράριο λειτουργίας	8	Προκαθορισμένη παράμετρος από T.O.T.E.E. 20701-2/2017 και 20701-3/2010
Ημέρες λειτουργίας	5	

Μήνες λειτουργίας	9
Περίοδος θέρμανσης	1/11 έως 15/4
Περίοδος ψύξης	15/5 έως 15/9
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	35
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	11.00
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	300
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς (W/m <sup>2</sup> )	9.6
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> έτος)	0.00
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	45
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	19.3
Εκλυόμενη θερμοκρασία από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	40.0
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.18
Εκλυόμενη θερμοκρασία από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	0.75
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.18

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης 2 (Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης)		
Ωράριο λειτουργίας	8	Προκαθορισμένη παράμετρος από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2017 και 20701-3/2010
Ημέρες λειτουργίας	5	
Μήνες λειτουργίας	9	
Περίοδος θέρμανσης	1/11 έως 15/4	
Περίοδος ψύξης	15/5 έως 15/9	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	35	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45	
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	11.00	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	300	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς (W/m <sup>2</sup> )	9.6	
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> έτος)	0.00	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	45	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	19.3	
Εκλυόμενη θερμοκρασία από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	40.0	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.18	
Εκλυόμενη θερμοκρασία από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	0.75	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.18	

### 6.3.3. ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

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

Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου θα επιχριστούν με ανοιχτόχρωμα επίχρυσμα. Όπου θεωρηθεί σκόπιμο πιθανόν να χρησιμοποιηθούν στρώσεις από πλάκες πεζοδρομίου ή κεραμικά πλακίδια κ.α. Σε κάθε περίπτωση, οι συντελεστές απορροφητικότητας και οι συντελεστές εκπομπής των δομικών στοιχείων λαμβάνονται από τον πίνακα 3.14 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

Στον πίνακα 6.4.α δίνονται συγκεντρωτικά τα απαιτούμενα για τους υπολογισμούς δεδομένα.

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

Όροφος	Τύπος	Δομικό στοιχείο	$\gamma^1$	U [W/(m²K)]	A [m²]	$\alpha^2$	$\varepsilon^3$
ΣΧΟΛΕΙΟ	Τοίχος	T11	187	0.480	99.49	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	187	0.475	11.80	0.40	0.80
	Τοίχος	T11	98	0.480	40.15	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	98	0.475	3.65	0.40	0.80
	Τοίχος	T11	8	0.480	119.82	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	8	0.475	11.65	0.40	0.80
	Τοίχος	T11	280	0.480	42.35	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	280	0.475	3.85	0.40	0.80
	Δάπεδο	Δ4		3.570	94.60	0.00	0.00
	Οροφή	Ο4		4.254	187.20	0.65	0.80
	Τοίχος	T11	278	0.480	28.05	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	278	0.475	2.55	0.40	0.80
	Τοίχος	T11	278	0.480	1.12	0.40	0.80
	Τοίχος	T11	188	0.480	21.29	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	188	0.475	4.05	0.40	0.80
	Τοίχος	T11	98	0.480	14.88	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	98	0.475	2.60	0.40	0.80
	Τοίχος	T11	8	0.480	23.99	0.40	0.80
	Τοίχος	T7	8	0.475	4.03	0.40	0.80
	Δάπεδο	Δ4		3.570	2.55	0.00	0.00
	Δάπεδο	Δ4		3.570	38.05	0.00	0.00
	Οροφή	Ο4		4.254	3.25	0.65	0.80
	Οροφή	Ο4		4.254	46.18	0.65	0.80

#### 6.3.3.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΕΛΑΦΟΣ

πλάκες σε επαφή με έδαφος

Δομικό στοιχείο	U [W/(m²K)]	Εμβαδό A [m²]	Εκτεθειμένη περίμετρος Π [m]	B'=2A/Π [m]	Μέσο βάθος έδρασης z [m]	U' [W/(m²K)]
Δ4	3.570	95.100	99.680	1.908	0.5	0.870
Δ4	3.570	3.050	99.680	0.061	0.5	0.870
Δ4	3.570	38.550	99.680	0.773	0.5	0.870

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

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

Όροφος	Τύπος	Δομικό στοιχείο	U [W/(m²K)]	A [m²]	Γειτνιάζων ΜΟΧ
ΣΧΟΛΕΙΟ	Δάπεδο	Δ2	1.370	80.68	ΥΠΟΓΕΙΟ



#### 6.3.3.4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

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

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

ΜΘΧ	Τύπος	Προσανατολισμός	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]
ΥΠΟΓΕΙΟ	T10	N	2.092	8.70
	T7	N	0.475	5.425
	T10	A	2.092	9.00
	T7	A	0.475	3.750
	T10	B	2.092	11.73
	T7	B	0.475	5.200
	T10	Δ	2.092	4.83
	T7	Δ	0.475	3.850

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

ΜΘΧ	Τύπος	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Εκτεθειμένη περίμετρος [m]	Μέσο βάθος έδρασης [m]
ΥΠΟΓΕΙΟ	T10	1.050	10.85		1.0
	T10	1.050	7.50		1.0
	T10	1.050	10.40		1.0
	T10	1.050	7.70		1.0
	Δ5	0.830	80.68	163.36	1.0

#### 6.3.3.5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

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

ΜΘΧ	Παροχή [m <sup>3</sup> /h/m <sup>3</sup> ]	Συνολικός όγκος [m <sup>3</sup> ]	Αερισμός [m <sup>3</sup> /h]
ΥΠΟΓΕΙΟ	1.0	212.63	212.63

#### 6.3.3.6. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

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

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

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

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

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

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

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

Όροφος	Κούφωμα	$\gamma$	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K) ]	g <sub>w</sub>	F <sub>hor</sub> θέρμ.	F <sub>hor</sub> ψύξη	F <sub>ov</sub> θέρμ.	F <sub>ov</sub> ψύξη	F <sub>fin</sub> θέρμ.	F <sub>fin</sub> ψύξη
ΣΧΟΛΕΙΟ	N1	187	4.91	2.042	0.35	1.00	1.00	0.82	0.70	1.00	1.00
	N2	187	3.18	2.009	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	N3	187	3.18	2.009	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	N4	187	3.18	2.009	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	N5	187	3.18	2.009	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	N6	187	3.18	2.009	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	N7	187	3.18	2.009	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	N8	187	3.18	2.009	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	N9	187	3.18	2.009	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	N10	188	2.81	2.127	0.25	1.00	1.00	0.88	0.80	0.86	0.87
	N11	188	1.83	2.042	0.34	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.95

**Πίνακας 6.5.β** Δεδομένα κουφωμάτων.

Όροφος	Κούφωμα	$\gamma$	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	U [W/(m <sup>2</sup> K) ]	g <sub>w</sub>	F <sub>hor</sub> θέρμ.	F <sub>hor</sub> ψύξη	F <sub>ov</sub> θέρμ.	F <sub>ov</sub> ψύξη	F <sub>fin</sub> θέρμ.	F <sub>fin</sub> ψύξη
ΣΧΟΛΕΙΟ	B1	8	3.24	2.009	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	B2	8	3.19	2.011	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	B3	8	1.91	2.023	0.36	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	A1	98	1.76	2.049	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	B4	8	1.77	2.052	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.94

#### 6.3.4. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

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

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

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

##### 6.3.4.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΧΩΡΩΝ

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

**Πίνακας 6.6.** Δεδομένα συστήματος θέρμανσης τμήματος Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης"

Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης 1 (Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης)											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας: Λέβητας ισχύος 102.6 kW											
Συνολική θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 0.910											
Είδος καυσίμου: Πετρέλαιο θέρμανσης											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠ	0	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (€/m²):											
Δίκτυο διανομής θερμότητας: Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 102.610											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/> Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 90.00											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: 95.5%											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.82 T.O.T.E.E. 20701-1/2017, πίνακας 4.12											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m²)			
								0.75			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 80% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

Σύστημα θέρμανσης θερμικής ζώνης 2 (Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης)											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας: Τοπική αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 7.0 kW											
Συνολική θερμική απόδοση μονάδας ή COP: 5.100											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης $n_{gl}$ : 1.000											
Πραγματικός βαθμός απόδοσης $n_{gm}$ : 5.100											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠ	0	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (€/m²):											
Δίκτυο διανομής θερμότητας: Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 0.000											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/> Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 90.00											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: 95.5%											
Υπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων Τοπικές αντλίες θερμότητας											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.96 T.O.T.E.E. 20701-1/2017, πίνακας 4.12											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m²)			
								0.00			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 80% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

Η υπολογισμένη ισχύς του λέβητα-καυστήρα, ελέγχθηκε για υπερδιαστασιολόγηση σύμφωνα με την σχέση 4.1 της T.O.T.E.E. 20701-1/2017.

Ο κυκλοφορητής που χρησιμοποιείται για την κυκλοφορία του θερμού νερού, έχει ισχύ που δίνεται από τον κατασκευαστή. Επειδή καλύπτει κάθε υπό μελέτη τμήμα, θα πρέπει να επιμεριστεί η ισχύς του αντίστοιχα με τα υπολογιζόμενα από τη μελέτη θέρμανσης θερμικά φορτία των τμημάτων.

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

#### 6.3.4.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ ΧΩΡΩΝ

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

**Πίνακας 6.7.** Δεδομένα συστήματος ψύξης τμήματος "Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης"

Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 1 (Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης)											
Μονάδα παραγωγής ψύξης: Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 7.0 kW, Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 3.5 kW, Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 7.0 kW και Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 7.0 kW και Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 7.0 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 6.000, 6.000, 6.000, 6.000, 6.000											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός, Ηλεκτρισμός, Ηλεκτρισμός, Ηλεκτρισμός, Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠ	1	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης: Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 31.620											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/> Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C):											
Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C):											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής: 98.5%											
Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: Τοπικές αντλίες θερμότητας											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.96 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017, πίνακας 4.14											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m <sup>2</sup> )			
								0.00			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 80% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί κάλυψης φορτίου για το σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 1 (Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης)													
A/α	Τύπος	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.000	0.000	0.000
2	Αερόψυκτη Α.Θ.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.000	0.000	0.000
3	Αερόψυκτη Α.Θ.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.000	0.000	0.000
4	Αερόψυκτη Α.Θ.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.000	0.000	0.000
5	Αερόψυκτη Α.Θ.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.222	0.222	0.222	0.222	0.222	0.000	0.000	0.000

Σύστημα ψύξης θερμικής ζώνης 2 (Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης)
---

Μονάδα παραγωγής ψύξης: Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 7.0 kW											
Βαθμός απόδοσης EER: 6.100											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρισμός											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%)											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠ	1	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης: Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 7.030											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/> Χωρίς δίκτυο ή τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C):											
Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C):											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής: 98.5%											
Υπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/>											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: Τοπικές αντλίες θερμότητας											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: 0.96 T.O.T.E.E. 20701-1/2017, πίνακας 4.14											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m²)			
								0.00			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 80% του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

#### 6.3.4.3. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

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

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

- Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης: 11.00 m³/h/m²

#### 6.3.4.4. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Δεν υπάρχει απαίτηση χρήσης ZNX στην χρήση κτιρίων Α-Βάθμιας Εκπαίδευσης

#### 6.3.4.5. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΜΨΗΦΙΣΜΟ

Το φωτοβολταϊκό σύστημα που θα εγκατασταθεί στο δώμα, έχει τη δυνατότητα κάλυψης μέρος ηλεκτρικού φορτίου του εξεταζόμενου κτηρίου από ΑΠΕ. Το είδος, η επιφάνεια, ο βαθμός αξιοποίησης, αλλά και τα υπόλοιπα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα 6.9. που ακολουθεί:

**Πίνακας 6.9.** Δεδομένα Φωτοβολταϊκού συστήματος

Φωτοβολταϊκό σύστημα θερμικής ζώνης 1 &2 (Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης)	
Τύπος ΦΒ Πλαισίου	Πολυκρυσταλλικό
Ετήσιος Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας A (Βαθμός απόδοσης Φ/Β στοιχείων)	0.18
Ισχύς (kWp)	6.93
Εμβαδόν επιφάνειας ΦΒ συλλεκτών (m²):	36.08
Κλίση τοποθέτησης ΦΒ συλλεκτών (°):	13
Προσανατολισμός ΦΒ συλλεκτών (°):	187
Συντελεστής σκίασης F-s:	1.00

**6.3.4.6. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

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

Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης 1 (Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης) 1477.0 Για φωτιστική δραστηκότητα 0lm/W και Στάθμη φωτισμού 300.0Lux		
Περιοχή φυσικού φωτισμού (%)	89.9	
Συντελεστής αυτοματισμού ελέγχου φυσικού φωτισμού, F <sub>D</sub>	1.0	Χειροκίνητος έλεγχος φωτισμού
Συντελεστής αυτοματισμού ανίχνευσης κίνησης, F <sub>O</sub>	1.0	
Χρόνος χρήσης φυσικού φωτισμού (h) <sub>ο</sub>	1560	Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
Χρόνος χρήσης τεχνητού φωτισμού (h) <sub>ο</sub>	0	Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
Σύστημα απομάκρυνσης εκλυόμενης θερμότητας από τα φωτιστικά	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ	
Φωτισμός ασφαλείας	<input checked="" type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	
Σύστημα εφεδρείας	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ	

Σύστημα φωτισμού θερμικής ζώνης 2 (Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης) 323.6 Για φωτιστική δραστηκότητα 0lm/W και Στάθμη φωτισμού 300.0Lux		
Περιοχή φυσικού φωτισμού (%)	100.0	
Συντελεστής αυτοματισμού ελέγχου φυσικού φωτισμού, F <sub>D</sub>	1.0	Χειροκίνητος έλεγχος φωτισμού
Συντελεστής αυτοματισμού ανίχνευσης κίνησης, F <sub>O</sub>	1.0	
Χρόνος χρήσης φυσικού φωτισμού (h) <sub>ο</sub>	1560	Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
Χρόνος χρήσης τεχνητού φωτισμού (h) <sub>ο</sub>	0	Καθορισμένο από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
Σύστημα απομάκρυνσης εκλυόμενης θερμότητας από τα φωτιστικά	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ	
Φωτισμός ασφαλείας	<input checked="" type="checkbox"/> ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ	
Σύστημα εφεδρείας	<input type="checkbox"/> ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/> ΟΧΙ	

**6.3.4.7. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ**

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

## 7. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στις επόμενες παραγράφους δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας (kWh/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, ZNX, 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, ZNX, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

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

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

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

### 7.1. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

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

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

**Πίνακας 7.1.** Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης τμήματος κτηρίου

Χρήση: Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	7.90	6.50	4.80	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	5.70	27.10
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	5.30	0.00	0.00	0.00	7.40	0.00	0.00	0.00	12.70
Ζεστό νερό χρήσης	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

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

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

Χρήση: Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

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	12.00	9.90	7.60	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	3.00	8.90	43.40
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00	0.00	0.00	3.90
ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Φωτισμός	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.00	0.00	0.00	1.60	1.60	1.60	1.60	14.10
Φωτοβολταϊκά	2.30	2.70	3.90	5.00	6.00	0.00	0.00	0.00	5.00	3.80	2.70	2.20	33.60
Σύνολο	13.50	11.50	9.10	3.00	3.30	0.00	0.00	0.00	3.70	2.20	4.50	10.40	61.30



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

**Πίνακας 7.3.** Κατανάλωση ανά καύσιμο - "Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης"

Χρήση: Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	
Ηλεκτρισμός	5.3
Πετρέλαιο θέρμανσης	37.2
Ηλιακή ενέργεια	52.7
Γεωθερμία	0.0
Σύνολο	61.3

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

**Πίνακας 7.4.** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Χρήση: Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	23.6	58.8
Ψύξη	10.3	11.2
ΖΝΧ	0.0	0.0
Φωτισμός	46.3	40.9
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	83.8
Σύνολο	80.3	27.1

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις ενέργειας και εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο, δίνονται στον πίνακα 7.5.

**Πίνακας 7.5.** Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

Χρήση: Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Τελική χρήση	Κατανάλωση ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	5.3	5.3
Πετρέλαιο θέρμανσης	37.2	23.1
Ηλιακή ενέργεια	52.7	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0

## **7.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΧΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ**

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

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

Ενεργειακή κατηγορία:										
Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:										
$EP \leq 0,33 R_R$	A+									
$0,33 R_R < EP \leq 0,5 R_R$	A									A
$0,50 R_R < EP \leq 0,75 R_R$			B+							39.20 kWh/m <sup>2</sup>
$0,75 R_R < EP \leq 1,00 R_R$			B							
$1,00 R_R < EP \leq 1,41 R_R$					Γ					
$1,41 R_R < EP \leq 1,82 R_R$						Δ				
$1,82 R_R < EP \leq 2,27 R_R$							E			
$2,27 R_R < EP \leq 2,73 R_R$								Z		
$2,73 R_R < EP$									H	

Ενεργειακή κατάταξη τμήματος κτηρίου

## 8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ

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

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

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

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

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

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

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

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

### ΛΙΣΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (CHECK LIST) ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ

Το κτήριο πρέπει να πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και αφορούν τον σχεδιασμό του, τη θερμομονωτική επάρκεια του κτηριακού κελύφους και τις τεχνικές προδιαγραφές για ορισμένα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται συνοπτικά οι ελάχιστες απαιτήσεις που πρέπει να πληροί το κτήριο.

## ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

<b>Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.</b>	<b>Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.</b>
Στο σχεδιασμό του κτηρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι παράμετροι:	Για τον σχεδιασμό του κτηρίου εφαρμόστηκαν τα εξής:
Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών	Παράγραφος 3.1.
Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών	Παράγραφος 3.7.
Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.	
Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).	Παράγραφος 3.2.
Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος (Π.Η.Σ.), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (χρήση νοτίων ανοιγμάτων), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακού χώρου (θερμοκήπιο) κ.α. Επαρκής τεχνική αιτιολόγηση αδυναμίας εφαρμογής αυτών	Παράγραφος 3.6.
Ηλιοπροστασία κτηρίου	Παράγραφος 3.3.
Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.	Παράγραφος 3.5.
Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.	Παράγραφος 3.4.
Απαραίτητα σχέδια	
Σχέδια σκιασμού από μακρινά εμπόδια.	Αρ.Σχ. ENAK 2
Σχέδια σκιασμού από προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ.Σχ. ENAK 3-5
Σχέδια γωνιών σκιασμού ανοιγμάτων από μακρινά εμπόδια, προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.	Αρ.Σχ. ENAK 6-9
Σχέδια κατασκευαστικών λεπτομερειών παθητικών ηλιακών συστημάτων (εκτός άμεσου κέρδους), με σχηματικές τομές τρόπου λειτουργίας τους.	Δεν προβλέπονται τέτοια ΠΗΣ

## ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

<b>Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.</b>	<b>Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.</b>
Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών τοίχων σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, αλλά και με όμορα κτήρια, θα πρέπει να ελέγχεται ως προς τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του για την εκάστοτε κλιματική ζώνη ως ερχόμενων σε επαφή με τον αέρα. (Όλα τα κτήρια στον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας θεωρούνται ως πανταχόθεν ελεύθερα)	Τεύχος αναλυτικών υπολογισμών

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

<b>ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ</b>	
<b>Ελάχιστες απαιτήσεις για νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια.</b>	<b>Εφαρμογή στο υπό μελέτη κτήριο.</b>
Σε κάθε κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.) με παροχή νωπού αέρα $\geq 60\%$ , επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον $68\%$ για συστήματα με πτερυγιοφόρους σωλήνες και $73\%$ για λοιπά συστήματα ανάκτησης.	Παράγραφος 5.1.3.
Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή άλλου μέσου) της κεντρικής θέρμανσης ή της εγκατάστασης ψύξης ή του συστήματος ZNX, διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.	Παράγραφοι 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3. και 5.2
Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) διαθέτουν θερμομόνωση σύμφωνα με σχετική ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017.	Παράγραφος 5.1.3.
Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης θερμοκρασίας (ή άλλο ισοδύναμο) για την αποδοτική αντιμετώπιση των μερικών φορτίων. Εάν υπάρχουν μεταβλητά φορτία δικτύου χρησιμοποιούνται συστήματα προσαρμογής	Παράγραφοι 5.1.1. και 5.1.2.

του υδραυλικού σημείου λειτουργίας (π.χ. κυκλοφορητές μεταβλητής ικανότητας Δν-ρ)	
Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος ανακυκλοφορίας ZNX, εφαρμόζεται κυκλοφορία με σταθερό Δρ και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών βάση της ζήτησης σε ZNX.	Παράγραφος 5.2
Κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. <ul style="list-style-type: none"> <li>Τεκμηρίωση σε περίπτωση μη κάλυψης του ποσοστού 60%</li> <li>Κάλυψη των αναγκών σε ZNX από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας.</li> </ul>	Παράγραφος 5.2.2.
Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτήρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 60 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m <sup>2</sup> ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.	Παράγραφος 5.3.
Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης.	Παράγραφος 5.1.1.
Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών για τη θέρμανση χώρων, καθώς επίσης και σε κεντρικά συστήματα παραγωγής ZNX, εφαρμόζεται θερμιδομέτρηση	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτήρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτηρίου	Παράγραφος 5.1.1.
Σε όλα τα κτήρια του τριτογενή τομέα απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95.	Παράγραφος 5.4.

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

<b>ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ</b>	
Τεκμηρίωση μη απαίτησης εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης	Παράγραφος 5.4.
Τεκμηρίωση υπαγωγής ή μη στην περίπτωση ριζικής ανακαίνισης	Δεν απαιτείται
Σε περίπτωση υπαγωγής σε ριζική ανακαίνιση απαιτείται τεκμηρίωση με τεχνική έκθεση, των επιλεγμένων ή μη επεμβάσεων ως προς τις τεχνικές,	Δεν απαιτείται

λειτουργικές και οικονομικές δυσκολίες τη σχέση κόστους/οφέλους που προκύπτει από το βαθμό αναβάθμισης του κτηρίου και την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται.

**Θ Ε Ω Ρ Η Θ Η Κ Ε**  
Γάζι 17/02/2020  
Η Προϊστάμενη  
**Δ/ΝΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ**  
**& ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ**

**ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΕΙΡΗΝΗ**  
Πολιτικός Μηχανικός

Γάζι 17/02/2020  
Οι Συντάξαντες

**ΓΡΗΓΟΡΑΚΗ ΜΑΡΙΑ**  
Μηχανολόγος Μηχανικός ΤΕ

**ΔΑΣΚΑΛΑΚΗ ΚΑΛΛΙΟΠΗ**  
Πολιτικών Δομικών έργων ΤΕ

Ψηφιακά υπογεγραμμένο από MARIA  
GRIGORAKI  
Ημερομηνία: 2020.02.28 15:51:57  
ΕΕΤ

Ψηφιακά υπογεγραμμένο από EIRINI PAPADAKI  
Ημερομηνία: 2020.02.28 16:02:42 ΕΕΤ

Ψηφιακά υπογεγραμμένο από  
KALLIOPI DASKALAKI  
Ημερομηνία: 2020.02.28 15:57:27  
ΕΕΤ