

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ  
ΑΛΛΑΓΗΣ - Υ.Π.Ε.Κ.Α.  
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

The logo for TEE KENAK features the letters 'TEE' in a large, bold, blue, sans-serif font. To the right of 'TEE', the text 'TEE KENAK' is written in a smaller, black, sans-serif font. The entire logo is contained within a white rectangular box with a thin black border, which is centered on a wide orange horizontal band.

**TEE** TEE KENAK

ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ  
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

**ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ**

Κωνσταντίνος Λάσκος, Πολιτικός Μηχανικός  
Αθηνά Γαγλία, Μηχανολόγος Μηχανικός  
Δημήτριος Μαντάς, Μηχανολόγος Μηχανικός  
Αθήνα, Μάιος 2012

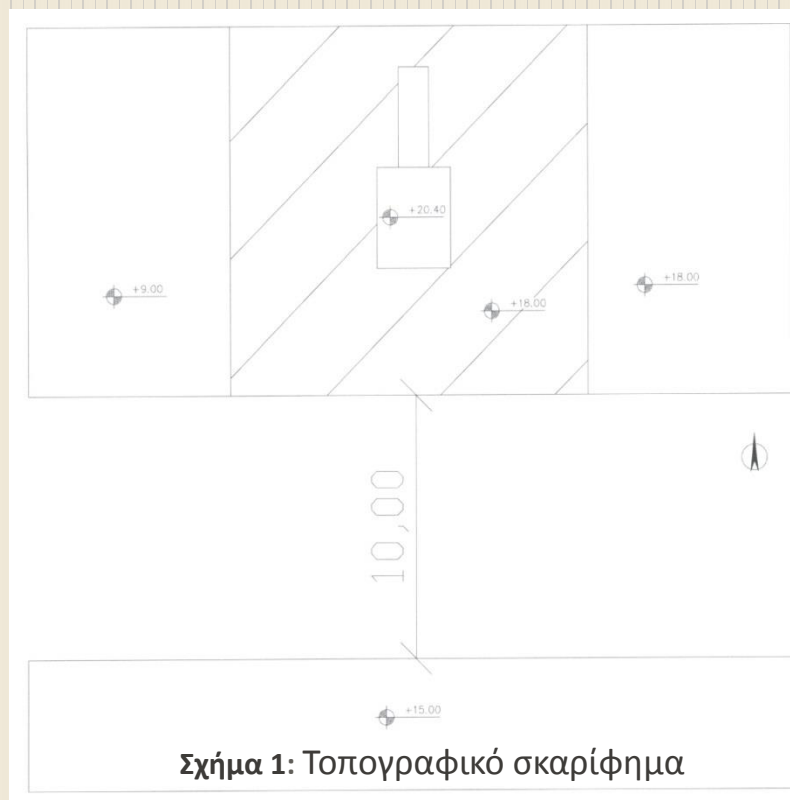
# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Το κτίριο κατασκευάστηκε το 1982 και βρίσκεται στην Θεσσαλονίκη. Διαθέτει δύο ελεύθερες πλευρές, την βορεινή και τη νότια, ενώ η δυτική πλευρά εφάπτεται σε κτίριο με ύψους 9 μέτρων και η ανατολική πλευρά εφάπτεται με κτίριο ύψους 18 μέτρων. Στην νότια πλευρά του κτιρίου υπάρχει κτίριο ύψους 15 μέτρων σε απόσταση 10 μέτρων όπως φαίνεται στο τοπογραφικό σκαρίφημα.

Αποτελείται από 5 ορόφους, το ισόγειο και το υπόγειο με ύψος ορόφου από πλάκα σε πλάκα 3 μέτρα.

Ο μεγάλος άξονας του κτιρίου είναι προσανατολισμένος κατά τον άξονα Β-Ν, ενώ η πρόσοψή του είναι προσανατολισμένη προς τον νότο.



Σχήμα 1: Τοπογραφικό σκαρίφημα

Όλοι οι όροφοι του κτιρίου είναι ίδιοι και αποτελούνται από δύο διαμερίσματα έκαστος.

Στο ισόγειο λειτουργεί μικρό κατάστημα ψιλικών.

Το κτίριο διαθέτει πυλωτή η οποία χρησιμοποιείται ως χώρος στάθμευσης, ενώ στο υπόγειο υπάρχει ο χώρος του λεβητοστασίου και αποθήκες.

Όλοι οι χώροι των διαμερισμάτων είναι θερμαινόμενοι καθώς επίσης και το μικρό κατάστημα του ισόγειου. Το κλιμακοστάσιο και το υπόγειο είναι μη θερμαινόμενοι χώροι.

Η έκδοση του Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) γίνεται ανά κύρια χρήση. Το συγκεκριμένο παράδειγμα αφορά στη έκδοση ΠΕΑ για το τμήμα του κτιρίου που έχει κύρια χρήση **ΚΑΤΟΙΚΙΑ**.

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-KENAK (έκδοση 1.29)

Το κτίριο είναι θερμομονωμένο σε όλες τις εξωτερικές του πλευρές. Στον πίνακα 1 δίνονται τα γενικά γεωμετρικά στοιχεία του κτιρίου (τμήμα κατοικιών).

Πίνακας 1: Γενικά γεωμετρικά στοιχεία κτιρίου

Αριθμός ορόφων: Πέντε όροφοι	
Συνολική επιφάνεια ( $m^2$ ) κτιρίου : 988	Συνολικός όγκος κτιρίου ( $m^3$ ) : 2965
Θερμαινόμενη επιφάνεια ( $m^2$ ) : 831	Θερμαινόμενος όγκος ( $m^3$ ) : 2493
Ψυχόμενη επιφάνεια ( $m^2$ ) : 415,5	Ψυχόμενος όγκος ( $m^3$ ) : 1246,5
Μέσο ύψος τυπικού ορόφου (m) : 3	Ύψος ισογείου (m) : 3

Πίνακας 2: Επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας κτιρίου

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης (κατοικίες)	
Ωράριο λειτουργίας	18 ώρες
Ημέρες λειτουργίας	7
Μήνες λειτουργίας	12
Περίοδος θέρμανσης	15/10 έως 30/4
Περίοδος ψύξης	1/6 έως 31/8
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης ( $^{\circ}C$ )	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης ( $^{\circ}C$ )	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	40
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θερούς (%)	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας ( $m^3/h/m^2$ )	0,75
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	200
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς ( $W/m^2$ )	3,6
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ( $m^3/(κλίνη.έτος)$ ). Αριθμός κλινών πολυκατοικίας 20.	27,38
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ( $^{\circ}C$ )	50
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης ( $^{\circ}C$ )	16,4
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης ( $W/m^2$ )	4
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0,75
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης ( $W/m^2$ )	2
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,75

Καθορισμένες τιμές από  
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1

## 2. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Για την μελέτη του κτιρίου απαιτείται ο διαχωρισμός του σε θερμικές ζώνες. Επειδή όλοι οι θερμαινόμενοι χώροι του κτιρίου λειτουργούν ως χώροι κατοικίας, ενώ οι κοινόχρηστοι χώροι του κλιμακοστασίου καταλαμβάνουν λιγότερο από το 10% της συνολικής κάτοψης του κτιρίου, το τμήμα του κτιρίου με χρήση κατοικίας (όροφοι 1 έως 5) δύναται να μελετηθεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη.

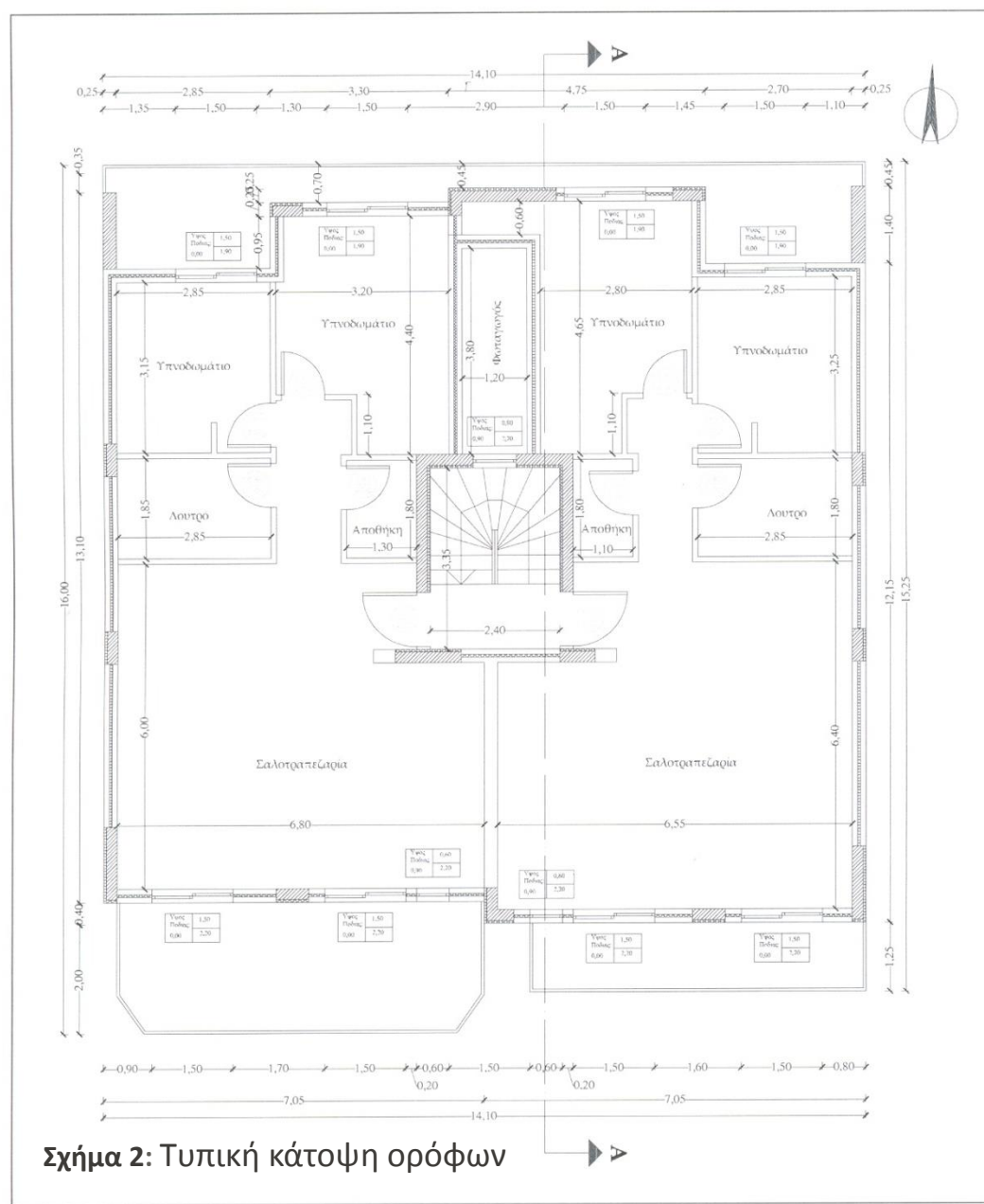
Για τις ανάγκες του παραδείγματος επιλέγεται το κλιμακοστάσιο να θεωρηθεί ως μη θερμαινόμενος χώρος.

Στον πίνακα 2 δίνονται τα δεδομένα για τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας όπως οι εσωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές. Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας της θερμικής ζώνης, είναι σύμφωνα με την Τ.σ.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

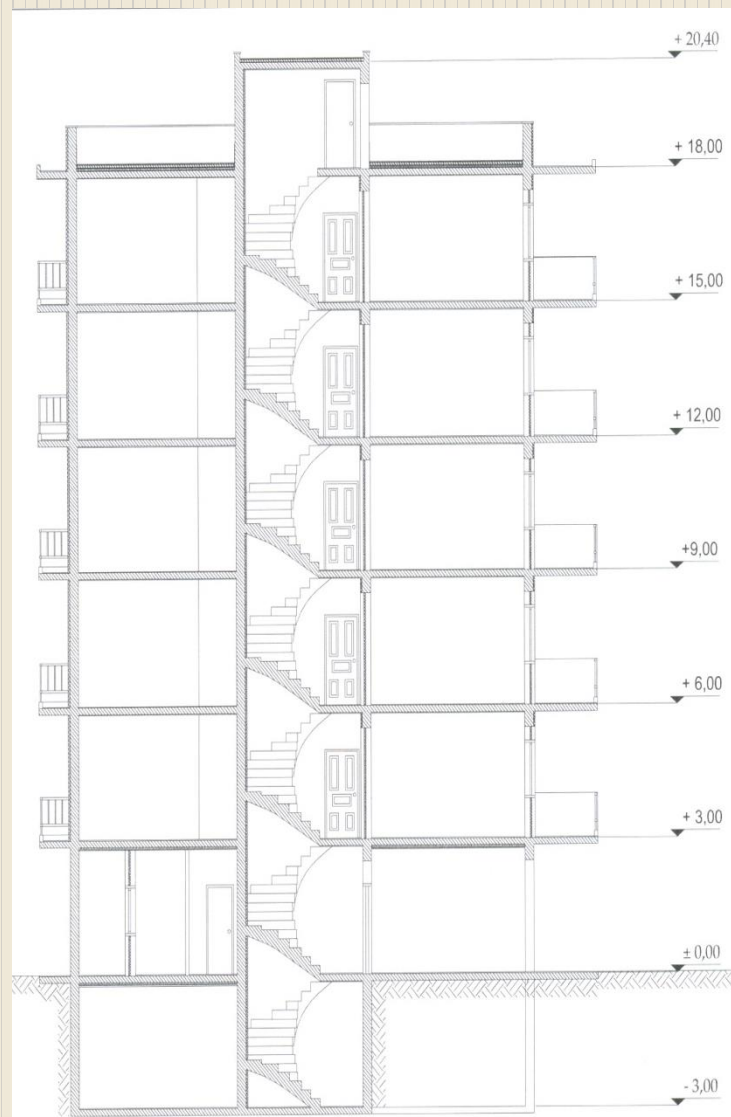
# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 3. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Και οι 5 όροφοι του κτιρίου έχουν την τυπική κάτοψη

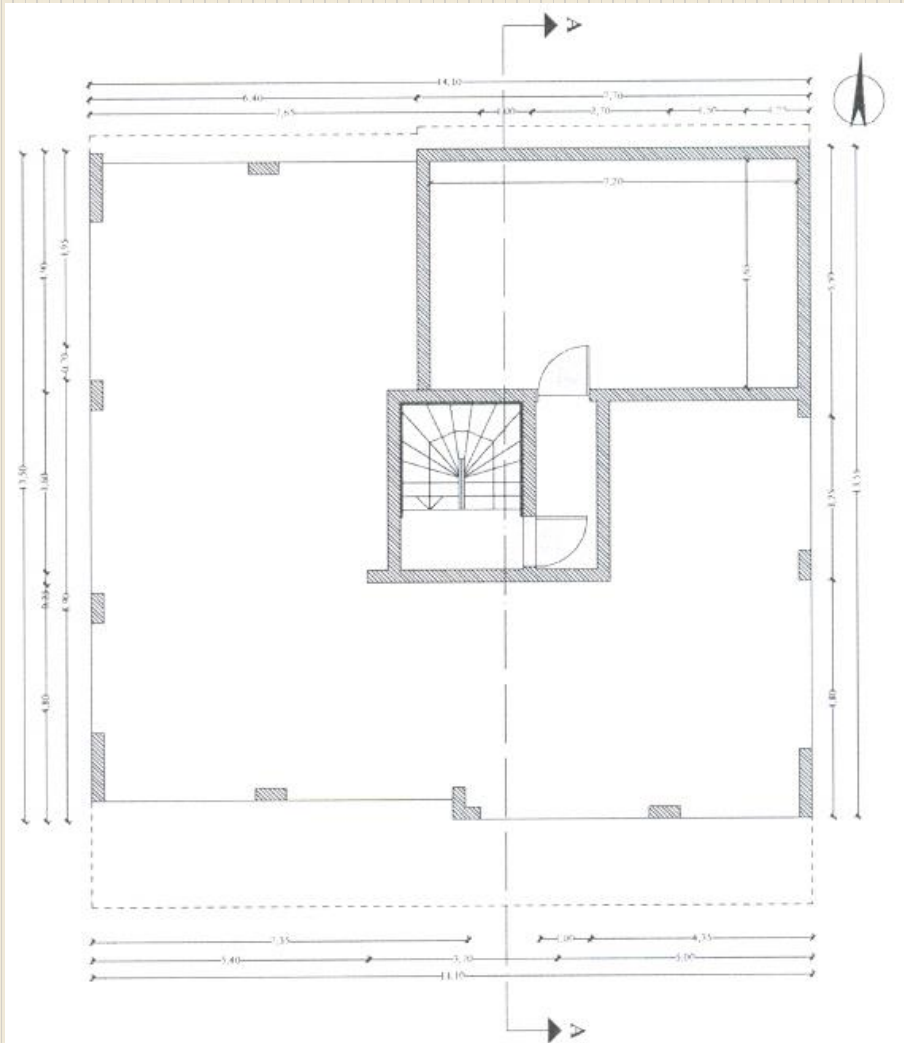


Σχήμα 2: Τυπική κάτοψη ορόφων

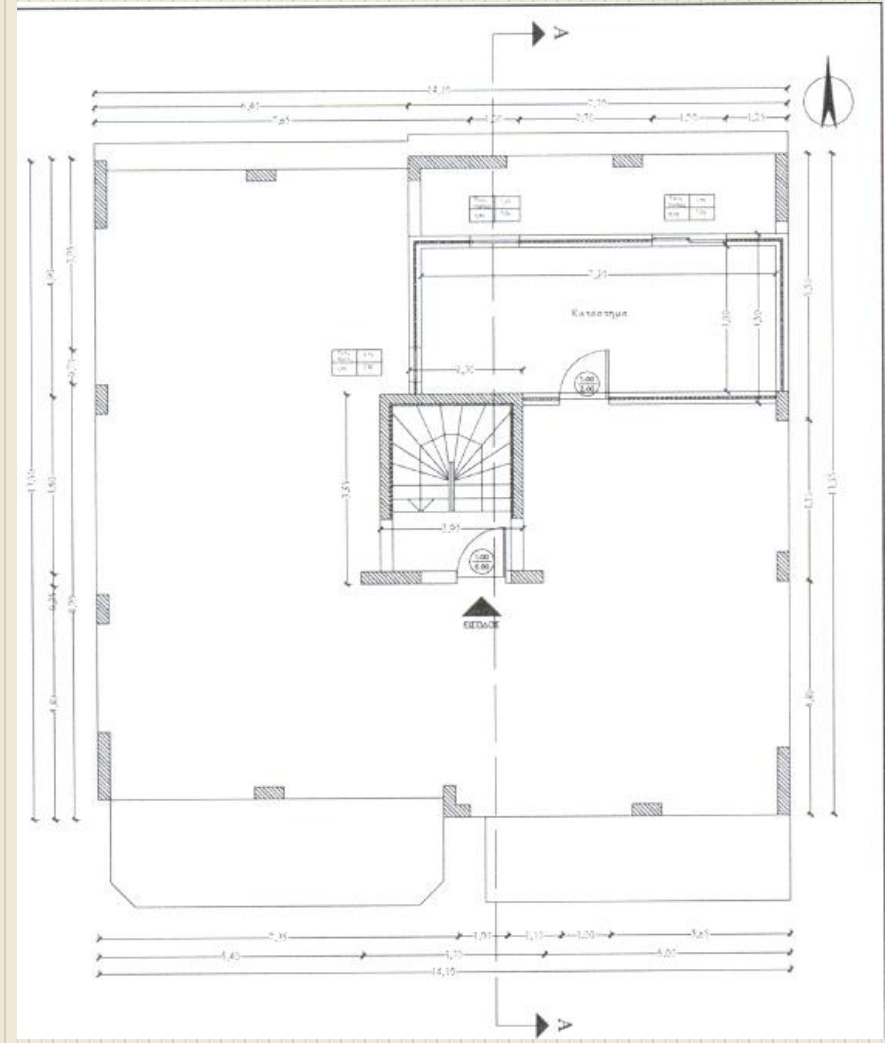


# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

Οι κατόψεις του Υπογείου του Ισογείου του δώματος δίνονται αντίστοιχα στα ακόλουθα σχήματα 3, 4, 5



Σχήμα 3: Κάτοψη Υπογείου



Σχήμα 4: Κάτοψη Ισογείου

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

Η κάτοψη του δώματος δίνεται στο σχήμα 5



Οι επιφάνειες των επιμέρους χώρων του κτιρίου ανά όροφο δίνονται στον πίνακα 3. Οι γκρι σκιαγραφήσεις αφορούν τους μη θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου. Όλοι οι χώροι των διαμερισμάτων θεωρούνται ως θερμαινόμενοι χώροι.

Πίνακας 3: Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτηρίου και επιφάνειες αυτών

Επιφάνειες επιμέρους χώρων κτηρίου σε m <sup>2</sup>				
	Χώροι κατοικιών	Κοινόχρηστοι χώροι, κλιμακοστάσια	Κατάστημα	Λεβητοστάσιο και αποθήκες
Υπόγειο	-	11,20		60,3
Ισόγειο	-	11,20	27,0	-
Α΄ όροφος	166,20	8,00		-
Β΄ όροφος	166,20	8,00		-
Γ΄ όροφος	166,20	8,00		-
Δ΄ όροφος	166,20	8,00		-
Ε΄ όροφος	166,20	8,00		-
Δώμα	-	11,20		-

Από τις όψεις του κτιρίου, η βόρεια και η νότια είναι ελεύθερες και διαθέτουν ανοίγματα, Όλα τα δομικά στοιχεία του κτιρίου που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα καθώς και τα δομικά στοιχεία που έρχονται σε επαφή με το κλιμακοστάσιο είναι θερμομονωμένα.

Στον πίνακα 4 (που ακολουθεί) δίνονται αναλυτικές περιγραφές κατασκευής για όλα τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου (φέρων οργανισμός, τοιχοποιίες, δώμα και δάπεδο). Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων χώρων ελήφθησαν από τη μελέτη θερμομόνωσης του κτιρίου. Για τα δομικά στοιχεία που δεν υπήρχαν στοιχεία οι συντελεστές θερμοπερατότητας ελήφθησαν από τους πίνακες 3.4,α και 3.4,β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Οι κατακόρυφες εξωτερικές επιφάνειες είναι επιχρισμένες και ανοιχτού χρώματος. Το δώμα ως τελική στρώση φέρει ασφαλτόπανα.

Οι θερμογέφυρες του κτιρίου, σύμφωνα με την ΤΟΤΕ.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.6), θα ληφθούν υπόψη ως προσαύξη κατά  $0,10 \text{ W / (m}^2 \cdot \text{K)}$  του συντελεστή θερμοπερατότητα των επιμέρους αδιαφανών δομικών στοιχείων.

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

Πίνακας 4: Αδιαφανή δομικά στοιχεία κτιρίου

Σχηματική παράσταση	Περιγραφή	Συντελεστής θερμοπερατότητας
	<p><b>Φέρον οργανισμός κτιρίου (δοκοί, υποστυλώματα, τοιχώματα)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm</li> <li>2. Οπλισμένο σκυρόδεμα 25cm</li> <li>3. Αφρώδης διογκωμένη πολυστερίνη 4cm</li> <li>4. Αβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm</li> </ol>	<p>Σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → <math>U=0,68 \text{ W/m}^2\text{K}</math> μη θερμαινόμενο χώρο → <math>U=0,64 \text{ W/m}^2\text{K}</math> (από μελέτη θερμομόνωσης)</p> <p>Στοιχείο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → <math>U=3,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math> με έδαφος → <math>U=4,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}</math> (από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)</p>
	<p><b>Τοιχοποιίες πλήρωσης (οπτοπλινθοδομή)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm</li> <li>2. Οπτοπλινθοδομή 9cm</li> <li>3. Αφρώδης διογκωμένη πολυστερίνη 3cm</li> <li>4. Διάκενο 8cm</li> <li>5. Οπτοπλινθοδομή 9cm</li> <li>6. Αβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm</li> </ol>	<p>Σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → <math>U=0,62 \text{ W/m}^2\text{K}</math> μη θερμαινόμενο χώρο → <math>U=0,59 \text{ W/m}^2\text{K}</math> (από μελέτη θερμομόνωσης)</p> <p>Στοιχείο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → <math>U=2,20 \text{ W/m}^2\text{K}</math> (από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)</p>
	<p><b>Δώμα</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Αβεστοκονίαμα 2cm</li> <li>2. Οπλισμένο σκυρόδεμα 15cm</li> <li>3. Φράγμα υδρατμών</li> <li>4. Αφρώδης διογκωμένη πολυστερίνη 6cm</li> <li>5. Φύλλο πολυαιθυλενίου</li> <li>6. Κισσηρόδεμα κλίσεων 8cm</li> <li>7. Τσιμεντοκονίαμα 3cm</li> <li>8. Στεγάνωση</li> </ol>	<p>Σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → <math>U=0,44 \text{ W/m}^2\text{K}</math> (από μελέτη θερμομόνωσης)</p> <p>Στοιχείο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → <math>U=3,05 \text{ W/m}^2\text{K}</math> (από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)</p>
	<p><b>Δάπεδο</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Πλακίδιο 0,5cm</li> <li>2. Τσιμεντοκονίαμα 2cm</li> <li>3. Κισσηρόδεμα 8cm</li> <li>4. Οπλισμένο σκυρόδεμα 15cm</li> <li>5. Αφρώδης διογκωμένη πολυστερίνη 6cm</li> <li>6. Αβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm</li> </ol>	<p>Σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → <math>U=0,44 \text{ W/m}^2\text{K}</math> (από μελέτη θερμομόνωσης)</p> <p>Στοιχείο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με: έδαφος → <math>U=3,10 \text{ W/m}^2\text{K}</math> (από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)</p>

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

Πίνακας 5: Κουφώματα κτιρίου

Σχηματική παράσταση	Γεωμετρικά στοιχεία	Συντελεστής θερμοπερατότητας και συντελεστής ηλιακού κέρδους
	<p><b>Τύπος Α:</b> βόρεια όψη</p> $A_w = 1,50 \times 1,90 = 2,85 \text{ m}^2$ $A_g = 2 \times (0,60 \times 1,70) = 2,04 \text{ m}^2$ $A_f = A_w - A_g = 0,81 \text{ m}^2$ $F_f = A_f / A_w = 0,284$ $L_g = 2 \times [2 \times (0,60 + 1,70)] = 9,20 \text{ m}$ $L_g / A_w = 3,228 \text{ m}^{-1}$	$U_w = (A_g \times U_g + A_f \times U_f + L_g \times \Psi) / A_w =$ $= (1 - F_f) \times U_g + F_f \times U_f + L_g / A_w \times \Psi =$ $= 0,716 \times 3,3 + 0,284 \times 7,0 + 3,228 \times 0,02 = 2,363 + 1,988 + 0,065 = 4,42 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g_w = (1 - F_f) \times g = 0,716 \times 0,675 = 0,48$ <p>(από Τ.Ο.ΤΕ.Ε. 20701-1 για ποσοστό πλαισίου 30%  <math>U_w = 4,5 \text{ W/m}^2\text{K}</math> και <math>g_w = 0,48</math>)</p>
	<p><b>Τύπος Β:</b> νότια όψη</p> $A_w = 1,50 \times 2,20 = 3,30 \text{ m}^2$ $A_g = 2 \times (0,60 \times 2,00) = 2,40 \text{ m}^2$ $A_f = A_w - A_g = 0,90 \text{ m}^2$ $F_f = A_f / A_w = 0,273$ $L_g = 2 \times [2 \times (0,60 + 2,00)] = 10,40 \text{ m}$ $L_g / A_w = 3,152 \text{ m}^{-1}$	$U_w = (A_g \times U_g + A_f \times U_f + L_g \times \Psi) / A_w =$ $= (1 - F_f) \times U_g + F_f \times U_f + L_g / A_w \times \Psi =$ $= 0,727 \times 3,3 + 0,273 \times 7,0 + 3,152 \times 0,02 = 2,399 + 1,911 + 0,063 = 4,37 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g_w = (1 - F_f) \times g = 0,727 \times 0,675 = 0,49$ <p>(από Τ.Ο.ΤΕ.Ε. 20701-1 για ποσοστό πλαισίου 30%  <math>U_w = 4,5 \text{ W/m}^2\text{K}</math> και <math>g_w = 0,48</math>)</p>
	<p><b>Τύπος Γ:</b> νότια όψη</p> $A_w = 0,60 \times 1,30 = 0,78 \text{ m}^2$ $A_g = 0,50 \times 1,20 = 0,60 \text{ m}^2$ $A_f = A_w - A_g = 0,18 \text{ m}^2$ $F_f = A_f / A_w = 0,231$ $L_g = 2 \times (0,50 + 1,20) = 3,40 \text{ m}$ $L_g / A_w = 4,359 \text{ m}^{-1}$	$U_w = (A_g \times U_g + A_f \times U_f + L_g \times \Psi) / A_w =$ $= (1 - F_f) \times U_g + F_f \times U_f + L_g / A_w \times \Psi =$ $= 0,769 \times 3,3 + 0,231 \times 7,0 + 4,359 \times 0,02 = 2,538 + 1,617 + 0,087 = 4,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ $g_w = (1 - F_f) \times g = 0,769 \times 0,675 = 0,52$ <p>(από Τ.Ο.ΤΕ.Ε. 20701-1 για ποσοστό πλαισίου 20%  <math>U_w = 4,1 \text{ W/m}^2\text{K}</math> και <math>g_w = 0,54</math>)</p>

Τα κουφώματα του κτιρίου είναι τριών διαφορετικών τύπων όπως δίνονται στον πίνακα 5 που ακολουθεί.

Τα κουφώματα τύπου Α βρίσκονται στην βόρεια όψη του κτιρίου, ενώ οι τύποι κουφωμάτων Β και Γ βρίσκονται στην νότια όψη του κτιρίου.

Όλα τα κουφώματα είναι ανοιγόμενα με μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_f = 7,0 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$  και δίδυμο υαλοπίνακα (6mm διάκενο) με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_g = 3,3 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$ .

Για τον συγκεκριμένο συνδυασμό πλαισίου - υαλοπίνακα, ο συντελεστής νραμμικής θερμοπερατότητας ισούται με  $\Psi = 0,02 \text{ W/mK}$ .

Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους του υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση είναι  $g = 0,75$  και ο μέσος συντελεστής ηλιακού κέρδους του υαλοπίνακα είναι  $ggI = 0,90 \times 0,75 = 0,675$ . Στον πίνακα 5 δίνονται οι τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας και των συντελεστών ηλιακών κερδών των κουφωμάτων που προκύπτουν από τους αναλυτικούς υπολογισμούς καθώς και οι τυπικές τιμές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν με σύμφωνα με τον πίνακα 3.12 της Τ.Ο.ΤΕ.Ε. 20701-1.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

Το συνολικό εμβαδό των παραθύρων είναι  $7,80\text{m}^2$  και των μπαλκονόπορτων  $123\text{m}^2$ .

Η διείσδυση του αέρα από χαραμάδες λαμβάνεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.26) και είναι ίση με  $5,3\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$  για τις μπαλκονόπορτες και  $6,8\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h})$  για τα παράθυρα.

Συνολικά προκύπτει ότι η διείσδυση του αέρα από τις χαραμάδες ισούται με:

$$7,80\text{m}^2 \times 6,8\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h}) + 123,0\text{m}^2 \times 5,3\text{m}^3/(\text{m}^2\text{h}) = 705\text{m}^3/\text{h}.$$

Στο μη θερμαινόμενο χώρο του κλιμακοστασίου, υπάρχουν κουφώματα με ανεπαρκή αεροστεγανότητα εκτός της απόληξης του κλιμακοστασίου στο υπόγειο όπου δεν υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Συνεπώς σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.27) λαμβάνεται συνολικός αερισμός ανά μονάδα όγκου του χώρου  $1,0\text{m}^3/(\text{m}^3\text{h})$  για τους ορόφους όπου υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και  $0,1\text{m}^3/(\text{m}^3\text{h})$  για τους ορόφους που δεν διαθέτουν κουφώματα.

Ο συνολικός αερισμός του Μ.θ.Χ. λαμβάνεται ίσος με:

$$11,2\text{m}^2 \text{ (επιφάνεια κλιμακοστασίου ανά όροφο)} \times 3\text{m} \text{ (ύψος ορόφου)} \times 6 \text{ όροφοι} \times 1,0\text{m}^3/(\text{m}^3\text{h}) +$$

$$11,2\text{m}^2 \times 2,4\text{m} \text{ (ύψος δώματος)} \times 1 \text{ όροφος} \times 1,0\text{m}^3/(\text{m}^3\text{h}) +$$

$$11,2\text{m}^2 \times 3\text{m} \text{ (ύψος υπογείου)} \times 1 \text{ όροφος} \times 0,1\text{m}^3/(\text{m}^3\text{h}) = 232\text{m}^3/\text{h}$$

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

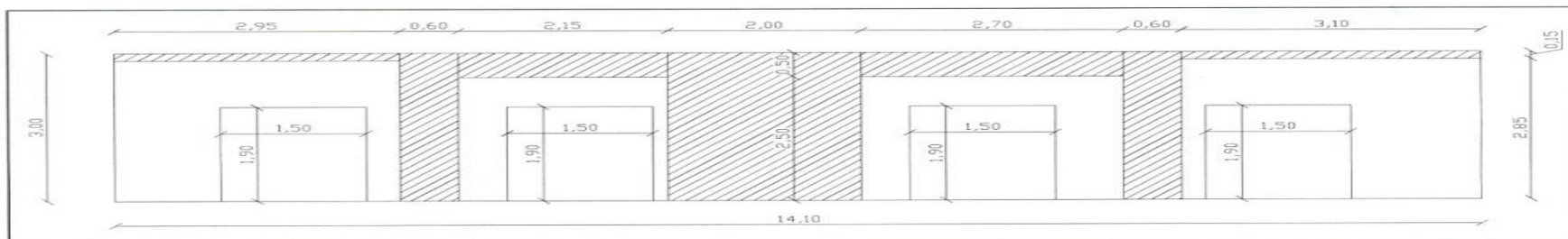
## 3.1 ΙΣΟΔΥΝΑΜΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Λαμβάνοντας υπόψη τις επιμέρους θερμοπερατότητες των αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτιρίου:

**Τοιχοποιίες:**  $U=0,62 \text{ W/m}^2\text{K}$   
**Στοιχεία από σκυρόδεμα:**  $U=0,68 \text{ W/m}^2\text{K}$

και το ποσοστό τοιχοποιίας και σκυροδέματος στην κάθε όψη του κτιρίου, υπολογίστηκε η ισοδύναμη επιφάνεια και ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό.

### 3.1.1 ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ



$$A_{\text{ανοιγμ}} = 4 \times 1,50 \times 1,90 = 11,40 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{σκυροδέματος}} = 2,95 \times 0,15 + 0,60 \times 3,00 + 2,15 \times 0,50 + 2,00 \times 3,00 + 2,70 \times 0,50 + 0,60 \times 3,00 + 3,10 \times 0,15 = 12,93 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{τοιχοποιίας}} = 3,00 \times (2,95 + 8,05 + 3,10) - 11,40 - 12,93 = 17,97 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{επ}} = 12,93 + 17,97 = 30,90 \text{ m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = (12,93 \times 0,68 + 17,97 \times 0,62) / 30,90 = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$$

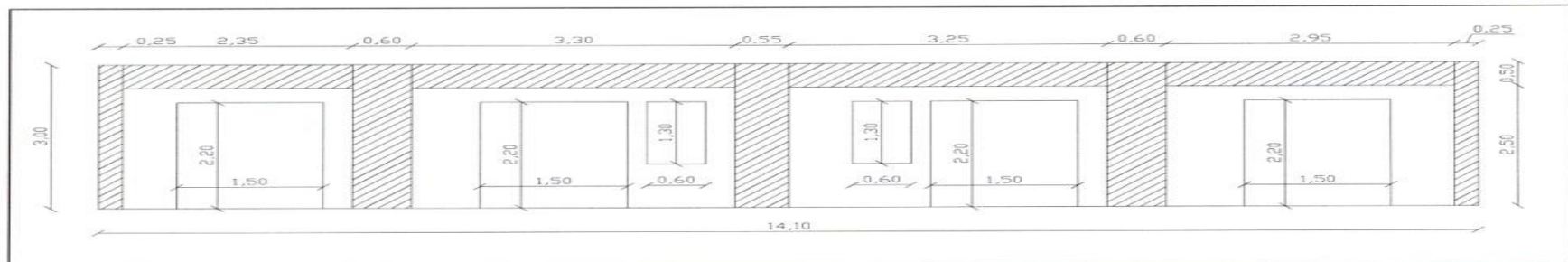
Εναλλακτικά από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.1) μπορεί να θεωρηθεί ότι ο φέρων οργανισμός καλύπτει το 35% της αδιαφανούς πρόσοψης.

$$A_{\text{σκ}} = 0,35 \times 14,10 \times 3 = 14,81 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{τοιχ}} = 14,10 \times 3 - 14,81 = 16,09 \text{ m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = (14,81 \times 0,68 + 16,09 \times 0,62) / 30,90 = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### 3.1.2 ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ



$$A_{\text{ανοιγμ}} = 14,76 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{σκυροδέματος}} = 18,20 \text{ m}^2$$

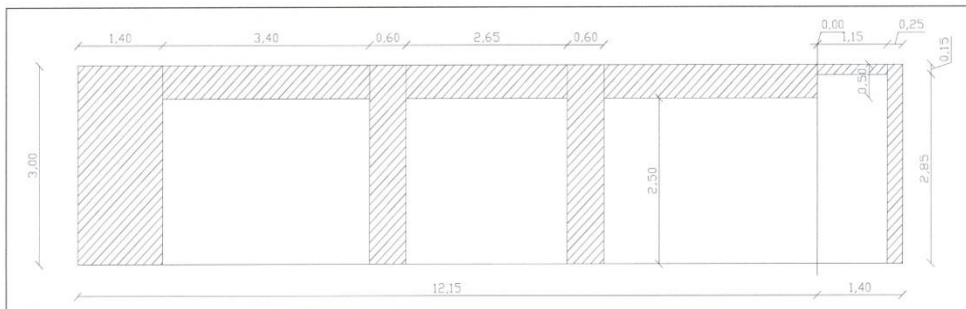
$$A_{\text{τοιχοποιίας}} = 9,34 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{επ}} = 27,54 \text{ m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$$

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 3.1.3 ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ



$$A_{\text{αναιγμ}} = 0,00\text{m}^2$$

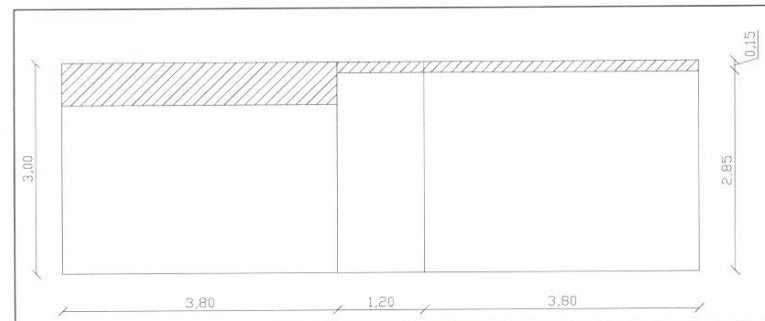
$$A_{\text{ασκυροδέματος}} = 1,15 \times 0,15 + 0,25 \times 3,00 = 0,92\text{ m}^2$$

$$A_{\text{τοιχοποιίας}} = 1,15 \times 2,85 = 3,28\text{m}^2$$

$$A_{\text{επ}} = 4,20\text{m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = 0,63\text{ W/m}^2\text{K}$$

## 3.1.5 ΦΩΤΑΓΩΓΟΣ



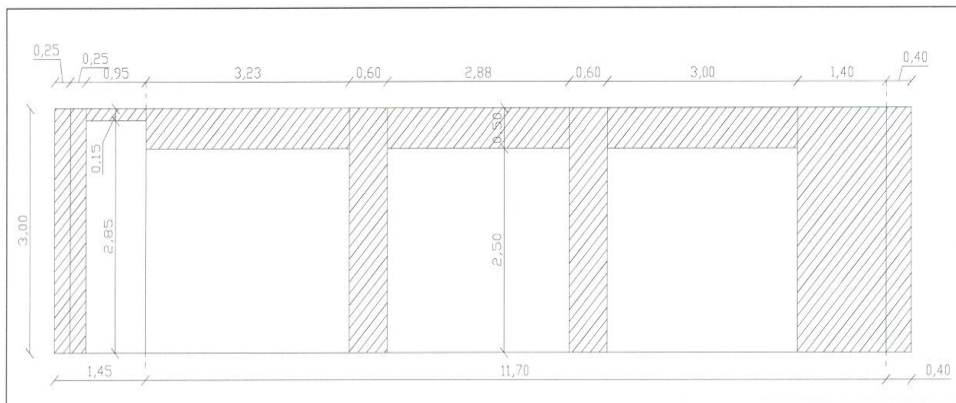
$$A_{\text{ασκυροδέματος}} = 2,65\text{m}^2$$

$$A_{\text{τοιχοποιίας}} = 23,75\text{m}^2$$

$$A_{\text{επ}} = 26,40\text{ m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = 0,63\text{ W/m}^2\text{K}$$

## 3.1.4 ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ



Δυτική 1<sup>ος</sup>-3<sup>ος</sup> όροφος

$$A_{\text{αναιγμ}} = 0,00\text{m}^2$$

$$A_{\text{ασκυροδέματος}} = 2,84\text{m}^2$$

$$A_{\text{τοιχοποιίας}} = 2,71\text{m}^2$$

$$A_{\text{επ}} = 5,55\text{m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = 0,65\text{W/m}^2\text{K}$$

Δυτική 4<sup>ος</sup>-6<sup>ος</sup> όροφος

$$A_{\text{αναιγμ}} = 0,00\text{m}^2$$

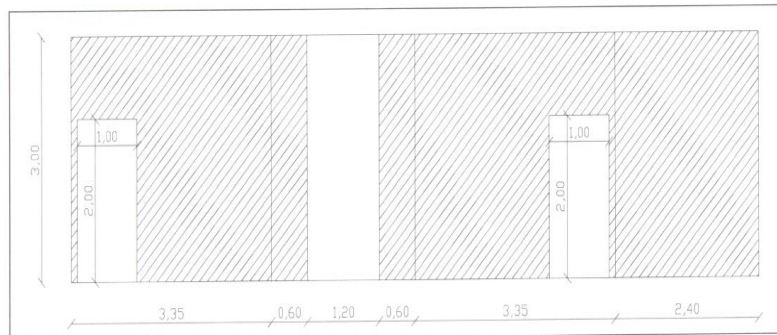
$$A_{\text{ασκυροδέματος}} = 15,19\text{m}^2$$

$$A_{\text{τοιχοποιίας}} = 24,56\text{m}^2$$

$$A_{\text{επ}} = 40,65\text{m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = 0,64\text{W/m}^2\text{K}$$

## 3.1.6 ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ



Σε επαφή με θερμαινόμενο χώρο:

$$A_{\text{ασκυροδέματος}} = 26,9\text{m}^2$$

$$A_{\text{πορτάς}} = 4,0\text{m}^2$$

$$U_{\text{πορτάς}} = 3,5\text{ W/m}^2\text{K (από πίνακα 3.12 Τ.Ο.Τ.Τ.Ε.Ε. 20701-1)}$$

$$U_{\text{σκ}} = 0,64\text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_{\text{επ}} = 30,9\text{m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = 1,01\text{ W/m}^2\text{K}$$

Σε επαφή με εξωτερικό αέρα (φωταγωγό):

$$A_{\text{ασκυροδέματος}} = 3,60\text{m}^2$$

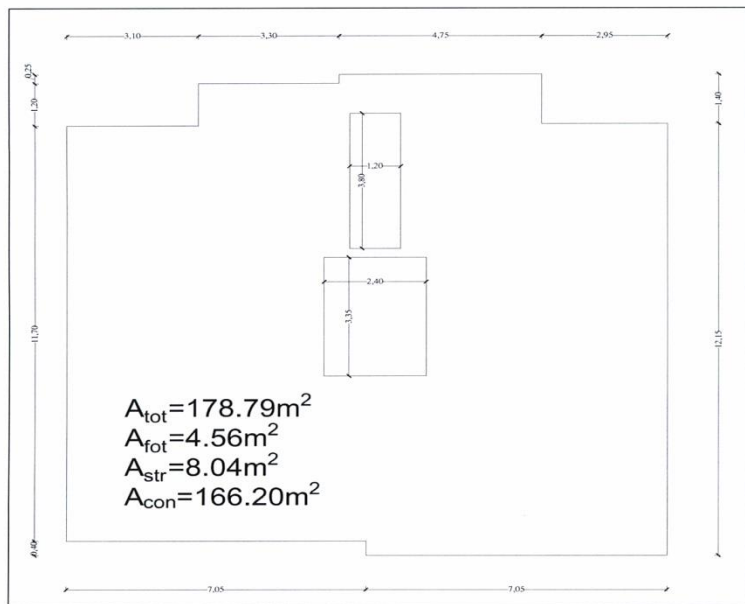
$$U_{\text{σκ}} = 3,40\text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_{\text{επ}} = 3,60\text{m}^2$$

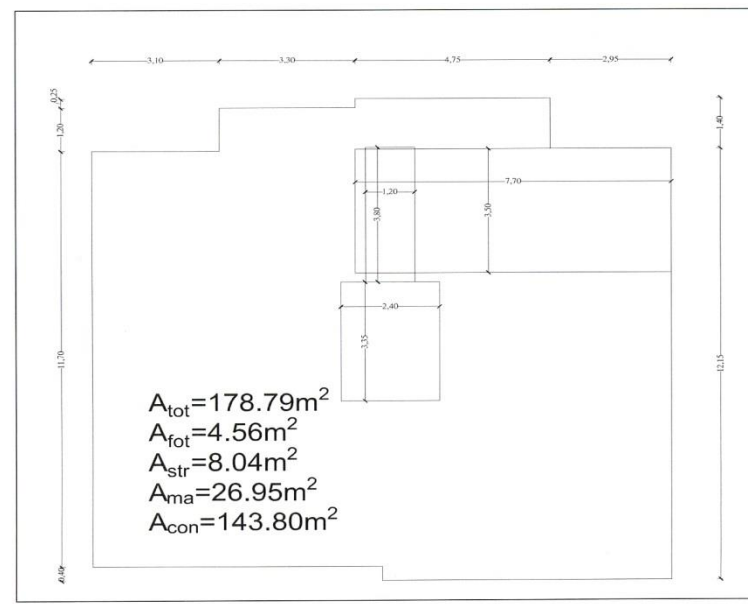
$$U_{\text{επ}} = 3,40\text{ W/m}^2\text{K}$$

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

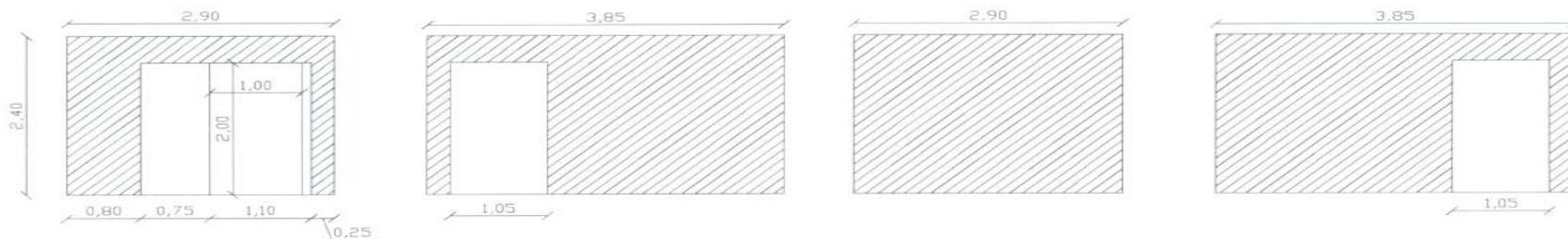
3.1.7 ΔΩΜΑ



3.1.8 ΔΑΠΕΔΟ 1<sup>ΟΥ</sup> ΟΡΟΦΟΥ



## 3.1.9 ΑΠΟΛΗΞΗ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟΥ



### Δυτική όψη

$U_{τοιχοποιίας} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $A_{τοιχοποιίας} = 2,10 \text{m}^2$   
 $U_{σκ} = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $A_{σκυροδέματος} = 7,14 \text{m}^2$   
 $A_{επ} = 9,24 \text{m}^2$   
 $U_{επ} = 3,13 \text{ W/m}^2\text{K}$

### Βόρεια όψη

$U_{σκ} = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $A_{σκυροδέματος} = 6,96 \text{m}^2$   
 $A_{επ} = 6,96 \text{m}^2$   
 $U_{επ} = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$

### Ανατολική όψη

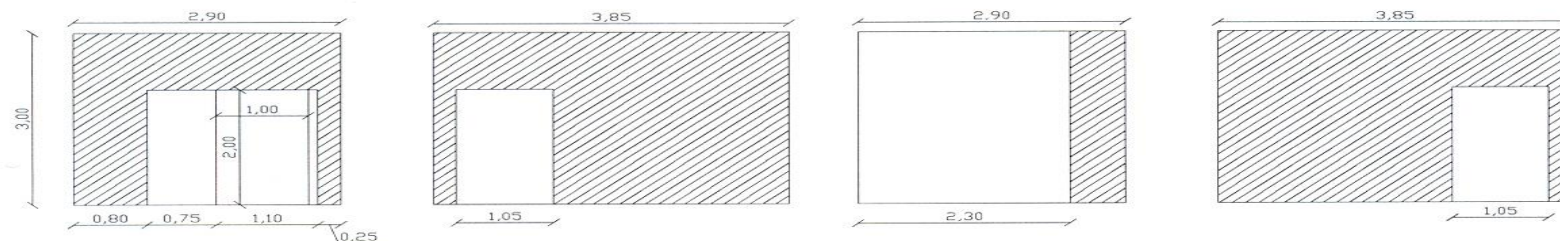
$U_{τοιχοποιίας} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $A_{τοιχοποιίας} = 2,10 \text{m}^2$   
 $U_{σκ} = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $A_{σκυροδέματος} = 7,14 \text{m}^2$   
 $A_{επ} = 9,24 \text{m}^2$   
 $U_{επ} = 3,13 \text{ W/m}^2\text{K}$

### Νότια όψη

$U_{τοιχοποιίας} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $A_{τοιχοποιίας} = 1,70 \text{m}^2$   
 $U_{πορτάς} = 6,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  (από πίνακα 3.12 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)  
 $A_{πορτάς} = 2,0 \text{m}^2$   
 $U_{σκ} = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $A_{σκυροδέματος} = 3,26 \text{m}^2$   
 $A_{επ} = 6,96 \text{m}^2$   
 $U_{επ} = 3,85 \text{ W/m}^2\text{K}$

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 3.1.10 ΕΙΣΟΔΟΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ



Επειδή η είσοδος της πολυκατοικίας δέχεται σχεδόν μηδενική ηλιακή ακτινοβολία θα αντιμετωπιστεί ως μία επιφάνεια.

$$U_{\text{τοιχοποιίας}} = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_{\text{τοιχοποιίας}} = 5,70\text{m}^2$$

$$U_{\text{πορτας}} = 6,0 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (από Τ.Ο.Τ.Τ.Ε.Ε. 20701-1)}$$

$$A_{\text{πορτάς}} = 2,0\text{m}^2$$

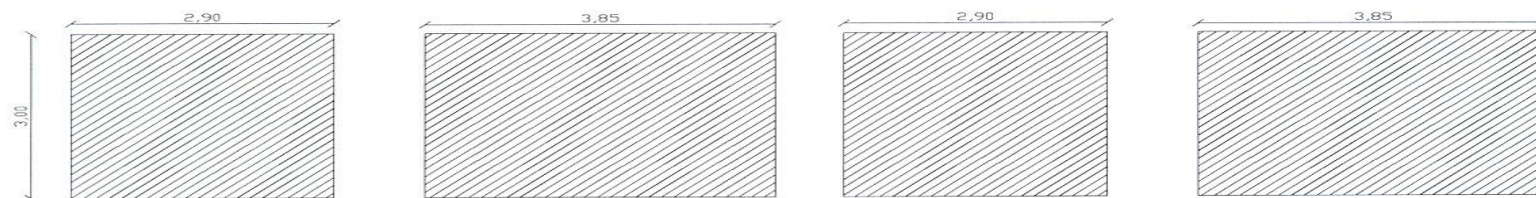
$$U_{\text{σκ}} = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_{\text{σκυροδέματος}} = 25,90\text{m}^2$$

$$A_{\text{επ}} = 33,60\text{m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = 3,35\text{W/m}^2\text{K}$$

## 3.1.11 ΑΠΟΛΗΞΗ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟΥ ΣΤΟ ΥΠΟΓΕΙΟ



Για λόγους απλοποίησης η απόληξη του κλιμακοστασίου στο υπόγειο θα θεωρηθεί ότι έρχεται σε επαφή μόνο με έδαφος (θα αγνοηθεί η ύπαρξη των αποθηκών και του λεβητοστασίου).

$$U_{\text{σκ}} = 4,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_{\text{σκυροδέματος}} = 40,50\text{m}^2$$

$$A_{\text{επ}} = 40,50\text{m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = 4,30\text{W/m}^2\text{K}$$

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-KENAK (έκδοση 1.29)

## 3.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στον πίνακα 6 δίνονται αναλυτικά οι επιφάνειες των διαφόρων αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτιρίου ανά όροφο. Τα δομικά στοιχεία υπολογίστηκαν ξεχωριστά για τον θερμαινόμενο χώρο το κτιρίου και για το μη θερμαινόμενο χώρο. Στον πίνακα 7 δίνονται συγκεντρωτικά στοιχεία των αδιαφανών επιφανειών του κτιρίου για τους υπολογισμούς.

Πίνακας 6. Επιφάνειες αδιαφανών δομικών στοιχείων κτιρίου ανά όροφο.

	Όροφος	Επιφάνεια	A [m]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]
Θερμαινόμενος χώρος	1 <sup>ος</sup> -2 <sup>ος</sup>	Νότια	27,5	0,66
		Ανατολική	4,2	0,63
		Βόρεια	30,9	0,65
		Δυτική	5,6	0,65
		Σε επαφή με φωταγωγό	26,4	0,63
		Σε επαφή με κλιμακοστάσιο	30,9	1,01
		3 <sup>ος</sup> -5 <sup>ος</sup>	Νότια	27,5
	Ανατολική	4,2	0,63	
	Βόρεια	30,9	0,65	
	Δυτική	40,7	0,64	
	Σε επαφή με φωταγωγό	26,4	0,63	
	Σε επαφή με κλιμακοστάσιο	30,9	1,01	
	1 <sup>ος</sup>	Δάπεδο	143,8	0,44
6 <sup>ος</sup>	Δώμα	166,2	0,44	
Μη θερμαινόμενος χώρος (κλιμακοστάσιο)	1 <sup>ος</sup> - 5 <sup>ος</sup>	Σε επαφή με φωταγωγό	3,6	3,40
	Απόληξη κλιμακοστασίου στο δώμα	Νότια	7,0	3,85
		Ανατολική	9,2	3,13
		Βόρεια	7,0	3,40
		Δυτική	9,2	3,13
		Δώμα	8,0	3,05
	Είσοδος πολυκατοικίας	Συνολική επιφάνεια	33,6	3,35
	Απόληξη κλιμακοστασίου στο υπόγειο	Συνολική επιφάνεια	40,5	4,30
		Δάπεδο	8,0	3,10

Πίνακας 7. Επιφάνειες αδιαφανών δομικών στοιχείων, συνολικά

	Επιφάνεια	A [m]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	γ	β	α	ε
Θερμαινόμενος χώρος	Νότια	137,5	0,66	180	90	0,40	0,80
	Ανατολική	21,0	0,63	90	90	0,40	0,80
	Βόρεια	154,5	0,65	0	90	0,40	0,80
	Δυτική	133,2	0,64	270	90	0,40	0,80
	Σε επαφή με Φωταγωγό	132,0	0,63	0	90	0,40	0,80
	Δάπεδο	143,8	0,44	0	180	0,40	0,80
	Οροφή	166,2	0,44	0	0	0,90	0,80
	Διαχωριστική επιφάνεια	Σε επαφή με κλιμακοστάσιο	154,5	1,01	0	90	0,40
Μη θερμαινόμενος χώρος (κλιμακοστάσιο)	Σε επαφή με φωταγωγό	18,0	3,40	0	90	0,40	0,80
	Νότια απόληξη κλιμακοστασίου	7,0	3,85	180	90	0,40	0,80
	Ανατολική απόληξη κλιμακοστασίου	9,2	3,13	90	90	0,40	0,80
	Βόρεια απόληξη κλιμακοστασίου	7,0	3,40	0	90	0,40	0,80
	Δυτική απόληξη κλιμακοστασίου	9,2	3,13	270	90	0,40	0,80
	Δώμα	8,0	3,05	0	0	0,90	0,80
	Είσοδος πολυκατοικίας	33,6	3,35	0	90	0,40	0,80
	Απόληξη κλιμακοστασίου στο υπόγειο	40,5	4,30	-	-	-	-
	Δάπεδο	8,0	3,10	-	-	-	-

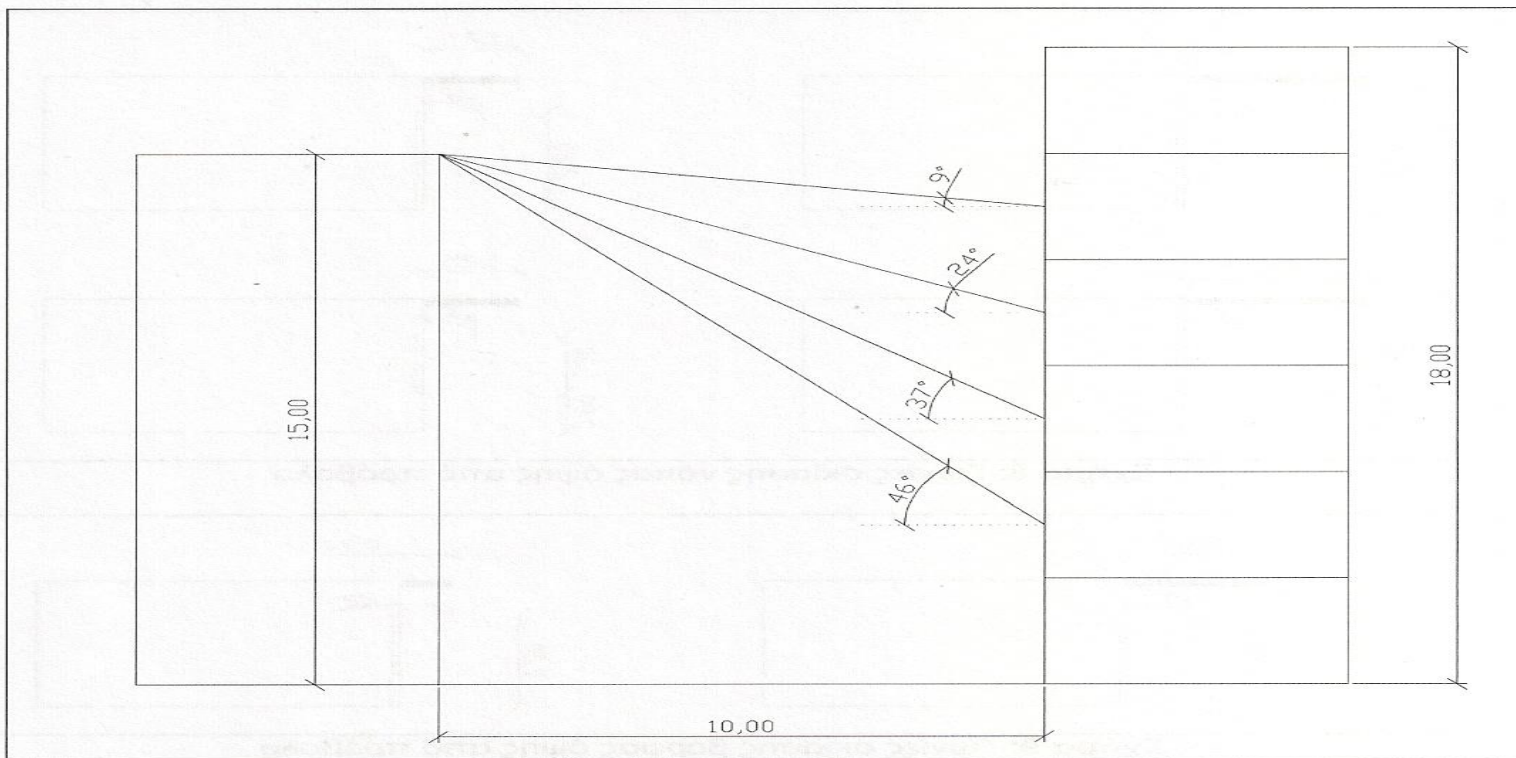
Το βάθος έδρασης της πλάκας είναι 3 m, ενώ η εκτεθειμένη περιμετρός της 13,50 m.

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 3.3 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΣΚΙΑΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

### 3.3.1 Συντελεστές σκίασης λόγω ορίζοντα

Η νότια πρόσοψη του κτιρίου σκιάζεται από μακρινά εμπόδια σύμφωνα με το σχήμα 7.



Σχήμα 7: Γωνίες σκίασης νότιας όψης από μακρινά εμπόδια

Στον πίνακα 8 δίνονται οι γωνίες σκίασης από ορίζοντα και οι αντίστοιχες τιμές των συντελεστών σκιασμού από ορίζοντα για την περίοδο θέρμανσης και την περίοδο ψύξης.

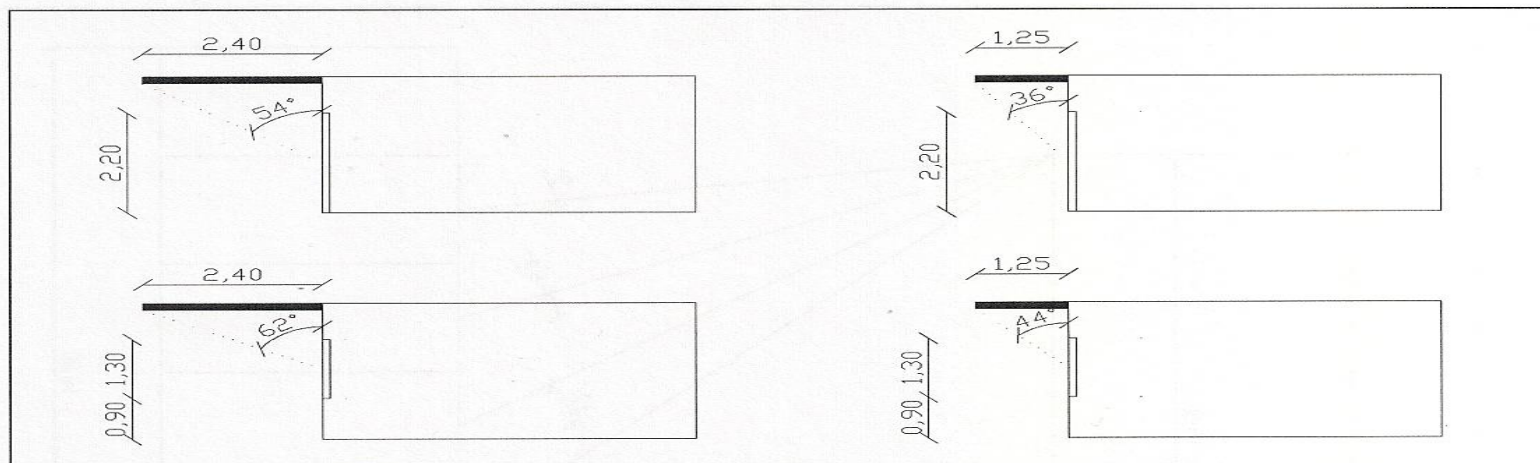
Πίνακας 8. Γωνίες και συντελεστές σκίασης ορίζοντα για τη νότια πρόσοψη ανά όροφο.

όροφος	γωνία $\alpha$	$F_{hor heating}$	$F_{hor cooling}$
1ος	46	0,40	0,95
2ος	37	0,49	0,98
3ος	24	0,76	1,00
4ος	9	0,96	1,00
5ος	0	1,00	1,00

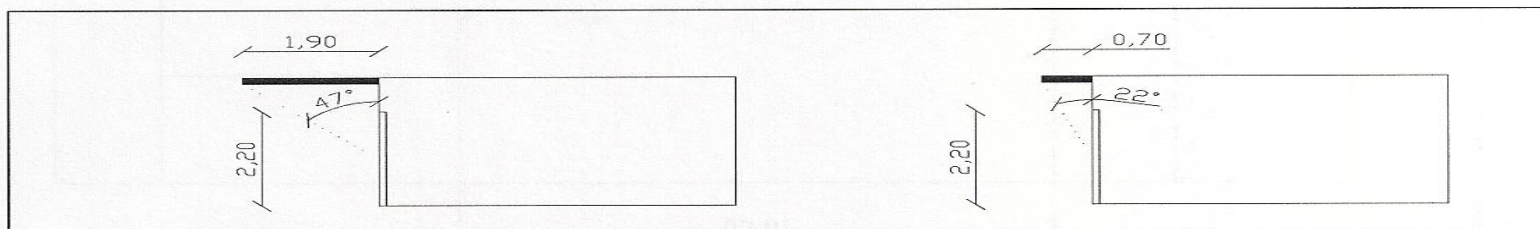
# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 3.3.2 Συντελεστές σκίασης οριζόντιων σκιάστρων

Οι νότιες και οι βόρειες όψεις του κτιρίου σκιάζονται από πρόβολου. Στο σχήμα 8 δίνονται οι γωνίες σκίασης από πρόβολου των κουφωμάτων του κτιρίου για τον νότιο προσανατολισμό και στο σχήμα 9 για το βόρειο προσανατολισμό.



Σχήμα 8: Γωνίες σκίασης νότιας όψης από πρόβολο



Σχήμα 9: Γωνίες σκίασης βόρειας όψης από πρόβολο

Στον πίνακα 9 δίνονται οι γωνίες σκιασμού για τα κουφώματα του κτιρίου ανά πρόβολο και οι συντελεστές σκιασμού από πρόβολο.

Πίνακας 9. Γωνίες και συντελεστές σκίασης προβόλου για τη νότια και τη βόρεια πρόσοψη

### Νότιες προσόψεις

πρ.	γωνία β	$F_{ov\_heating}$	$F_{ov\_cooling}$
1	54	0,58	0,43
	62	0,47	0,38
2	36	0,76	0,60
	44	0,69	0,52

### Βόρειες προσόψεις

πρ.	γωνία β	$F_{ov\_heating}$	$F_{ov\_cooling}$
1	47	0,65	0,69
2	22	0,83	0,86

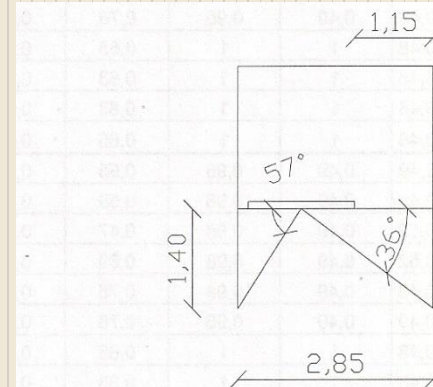
# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 3.3.3 Συντελεστές σκίασης πλευρικών σκιάστρων

Δύο βορεινά ανοίγματα σε κάθε όροφο σκιάζονται από πλευρικές προεξοχές. Οι γωνίες σκίασης από πλευρικά δίνονται στο σχήμα 10. Στον πίνακα 10 δίνονται οι γωνίες σκίασης και οι συντελεστές σκίασμού από πλευρικά.

**Πίνακας 10.** Γωνίες και συντελεστές σκίασης πλαϊνού, βόρεια πρόσοψη

	γ αριστερά	γ δεξιά	F <sub>fin left</sub>	F <sub>fin right</sub>	F <sub>fin</sub>
Χειμερινή περίοδο	57	36	1	1	1
Θερινή περίοδο			0,92	0,92	0,85



**Σχήμα 10:** Γωνίες σκίασης βόρειου ανοίγματος από πλαϊνά

## 3.4 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ - ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

Στον πίνακα 11 δίνονται συγκεντρωτικά στοιχεία για τα κουφώματα τυπικού ορόφου και στον πίνακα 12 δίνονται όλα τα δεδομένα για τα κουφώματα του κτιρίου.

**Πίνακας 11:** Κουφώματα τυπικού ορόφου

κούφωμα	γ	A	U	g <sub>w</sub>	F <sub>ov heating</sub>	F <sub>ov cooling</sub>	F <sub>fin heating</sub>	F <sub>fin cooling</sub>
N1	180	3,30	4,4	0,49	0,58	0,43	1	1
N2	180	3,30	4,4	0,49	0,58	0,43	1	1
N3	180	0,78	4,2	0,52	0,47	0,38	1	1
N4	180	0,78	4,2	0,52	0,69	0,52	1	1
N5	180	3,30	4,4	0,49	0,76	0,60	1	1
N6	180	3,30	4,4	0,49	0,76	0,60	1	1
B1	0	2,85	4,4	0,48	0,65	0,69	1	0,85
B2	0	2,85	4,4	0,48	0,83	0,86	1	1,00
B3	0	2,85	4,4	0,48	0,83	0,86	1	1,00
B4	0	2,85	4,4	0,48	0,65	0,69	1	0,85

**Πίνακας 12:** Κουφώματα κτιρίου

	κούφωμα	γ	A	U	g <sub>w</sub>	F <sub>ov heating</sub>	F <sub>ov cooling</sub>	F <sub>ov heating</sub>	F <sub>ov cooling</sub>	F <sub>fin heating</sub>	F <sub>fin cooling</sub>	
1ος όροφος	N1 1ος	180	3,30	4,4	0,49	0,40	0,95	0,58	0,43	1	1	
	N2 1ος	180	3,30	4,4	0,49	0,40	0,95	0,58	0,43	1	1	
	N3 1ος	180	0,78	4,2	0,52	0,76	0,95	0,47	0,38	1	1	
	N4 1ος	180	0,78	4,2	0,52	0,40	0,95	0,69	0,52	1	1	
	N5 1ος	180	3,30	4,4	0,49	0,40	0,95	0,76	0,60	1	1	
	N6 1ος	180	3,30	4,4	0,49	0,40	0,95	0,76	0,60	1	1	
	B1 1ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
	B2 1ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1	
	B3 1ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1	
	B4 1ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
	2ος όροφος	N1 2ος	180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,58	0,43	1	1
		N2 2ος	180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,58	0,43	1	1
N3 2ος		180	0,78	4,2	0,52	0,49	0,98	0,47	0,38	1	1	
N4 2ος		180	0,78	4,2	0,52	0,49	0,98	0,69	0,52	1	1	
N5 2ος		180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,76	0,60	1	1	
N6 2ος		180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,76	0,60	1	1	
B1 2ος		0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
B2 2ος		0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1	
B3 2ος		0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1	
B4 2ος		0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
3ος όροφος		N1 3ος	180	3,30	4,4	0,49	0,76	1	0,58	0,43	1	1
		N2 3ος	180	3,30	4,4	0,49	0,76	1	0,58	0,43	1	1
	N3 3ος	180	0,78	4,2	0,52	0,76	1	0,47	0,38	1	1	
	N4 3ος	180	0,78	4,2	0,52	0,76	1	0,69	0,52	1	1	
	N5 3ος	180	3,30	4,4	0,49	0,76	1	0,76	0,60	1	1	
	N6 3ος	180	3,30	4,4	0,49	0,76	1	0,76	0,60	1	1	
	B1 3ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
	B2 3ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1,0	
	B3 3ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1,0	
	B4 3ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
	4ος όροφος	N1 4ος	180	3,30	4,4	0,49	0,96	1	0,58	0,43	1	1
		N2 4ος	180	3,30	4,4	0,49	0,96	1	0,58	0,43	1	1
N3 4ος		180	0,78	4,2	0,52	0,96	1	0,47	0,38	1	1	
N4 4ος		180	0,78	4,2	0,52	0,96	1	0,69	0,52	1	1	
N5 4ος		180	3,30	4,4	0,49	0,96	1	0,76	0,60	1	1	
N6 4ος		180	3,30	4,4	0,49	0,96	1	0,76	0,60	1	1	
B1 4ος		0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
B2 4ος		0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1	
B3 4ος		0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1	
B4 4ος		0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
5ος όροφος		N1 5ος	180	3,30	4,4	0,49	1,0	1	0,58	0,43	1	1
		N2 5ος	180	3,30	4,4	0,49	1	1	0,58	0,43	1	1
	N3 5ος	180	0,78	4,2	0,52	1	1	0,47	0,38	1	1	
	N4 5ος	180	0,78	4,2	0,52	1	1	0,69	0,52	1	1	
	N5 5ος	180	3,30	4,4	0,49	1	1	0,76	0,60	1	1	
	N6 5ος	180	3,30	4,4	0,49	1	1	0,76	0,60	1	1	
	B1 5ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
	B2 5ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1	
	B3 5ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1	
	B4 5ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 4. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

### 4.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΧΩΡΩΝ

#### 4.1.1. Περιγραφή

#### ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ

Στο κτήριο υπάρχει κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση χώρων. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει μονάδα λέβητα-καυστήρα πετρελαίου (υψηλής θερμοκρασίας 85/70 °C), με κεντρικό δισωλήνιο δίκτυο διανομής, με μόνωση πάχους 6mm, μικρότερη δηλαδή από την ελάχιστη απαιτούμενη (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 πίνακας 4.7).

(Πίνακας 4.7. Πάχη θερμομόνωσης σωληνώσεων για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης.)

Πάχος θερμομόνωσης με ισοδύναμο $\lambda = 0,040$ (W/(m·K)) στους 20°C			
Με διέλευση σε εσωτερικούς χώρους		Με διέλευση σε εξωτερικούς χώρους	
Διάμετρος σωλήνα	Πάχος μόνωσης	Διάμετρος σωλήνα	Πάχος μόνωσης
Για σωληνώσεις εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού			
από ½" έως ¾"	9 mm	από ½" έως 2"	19 mm
από 1" έως 1½"	11 mm	από 2" έως 4"	21 mm
από 2" έως 3"	13 mm	μεγαλύτερη από 4"	25 mm
μεγαλύτερη από 3"	19 mm		
Για σωληνώσεις εγκαταστάσεων ζεστού νερού χρήσης			
ανεξαρτήτου διαμέτρου	9 mm	ανεξαρτήτου διαμέτρου	13 mm

#### 4.1.2. Μονάδα Παραγωγής Θέρμανσης

Η ισχύς του λέβητα-καυστήρα, σύμφωνα με την ανάλυση καυσαερίων εκτιμήθηκε και είναι σχεδόν ίδια με αυτή του κατασκευαστή και ίση με 95.000 kcal/h ή 110 kW. Στο φύλλο ελέγχου ανάλυσης καυσαερίων η θερμική απόδοση του λέβητα-καυστήρα μετρήθηκε σε  $\eta_{gm} = 88\%$ . Για τον έλεγχο υπερδιαστασιολόγησης (χρειάζεται για τον καθορισμό του συντελεστή  $\eta_{g1}$ ) εφαρμόζουμε την σχέση 4.1 της ΤΟΤΕΕ. 20701-1.

$$P_{gen} = A \cdot U_m \cdot \Delta T \cdot 2,5$$

- όπου:
- $P_{gen}$  σε [W] είναι η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτηρίου,
  - $A$  σε [m<sup>2</sup>], είναι η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους (τοίχοι + ανοίγματα, οροφές, πυλωτή), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα. Για το υπό μελέτη κτήριο  $A=1516$  m<sup>2</sup>•
  - $U_m$  σε [W/(m<sup>2</sup>·K)] είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας  $A$ , για την περιοχή της Θεσσαλονίκης και είναι 0,95 W/(m<sup>2</sup>·K) βάσει του παλαιού ΚΘΚ που ίσχυε κατά την περίοδο έκδοσης της οικ. Άδειας.
  - $\Delta T$  σε [°C] η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος, για τη Θεσσαλονίκη 23°C (Γ κλιματική ζώνη) και
  - 2,5 συνολικός συντελεστής προσαύξησης που περιλαμβάνει τα φορτία λόγω αερισμού και τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής, επιτάχυνση της απόδοσης του συστήματος κ.τ.λ.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

Η θερμική ισχύς του λέβητα  $P_{gen}$  έπρεπε να είναι 60 kW. Συνεπώς η πραγματική εγκατεστημένη ισχύς του λέβητα είναι υπερδιπλάσια της μέγιστης υπολογιζόμενης  $P_{gen}$ . Για το λόγο αυτό λαμβάνουμε συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης  $n_{g1}=0,75$  (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 πίνακας 4.3).

Αντίστοιχα ο συντελεστής  $n_{g2}$  (κατάσταση λέβητα), λαμβάνεται  $n_{g2}=1$  (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 πίνακας 4.4), δεδομένου πως ο λέβητας βρίσκεται σε σχετικά καλή κατάσταση.

**Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (Πίνακας 4.3. Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης  $n_{g1}$  μονάδας λέβητα - καυστήρα.)**

Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης ( $P_m / P_{gen}$ )	Συντελεστής βαρύτητας $n_{g1}$
Λέβητας με διπλάσια ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	<b>0,75</b>
Λέβητας με 50% μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,85
Λέβητας με 25% μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,95
Λέβητας με ίση ή μικρότερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	1,00

**Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (Πίνακας 4.4. Συντελεστής μόνωσης  $n_{g2}$  μονάδας λέβητα - καυστήρα.)**

Ονομαστική ισχύς (kW)	20 - 100	100 - 200	200 - 300	300 - 400	≥ 400
Λέβητας με μόνωση Σε καλή κατάσταση μόνωσης	<b>1,0</b>				
Λέβητας γυμνός ή με κατεστραμμένη μόνωση	0,936	0,949	0,948	0,951	0,952

Έτσι, ο συνολικός θερμικός βαθμός απόδοσης της μονάδας λέβητα-καυστήρα, υπολογίζεται:

$$\eta_{ge} = \eta_{gm} \chi n_{g1} \chi n_{g2} = 0,88 \chi 0,75 \chi 1 = 0,66 \text{ (66,0\%)}$$

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-KENAK (έκδοση 1.29)

## 4.1.3. Δίκτυο Διανομής

Η τελική πραγματική συνολική θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής του κτηρίου, θα είναι ίση με την πραγματική (εκτιμώμενη από την ανάλυση καυσαερίων) θερμική ισχύ του λέβητα 110 kW μειωμένη κατά το γινόμενο των μειωτικών συντελεστών,  $n_g = n_{g1} \chi n_{g2} = 0,75$ , οπότε η θερμική ισχύς του δικτύου διανομής θα είναι  $110 \text{ kW} \chi 0,75 = 82,5 \text{ kW}$ , τόσο για το υπό εξέταση κτήριο όσο και για το κτήριο αναφοράς.

Το δίκτυο διανομής αποτελείται από 12 ζεύγη (παροχή / επιστροφή) κατακόρυφων στηλών που ξεκινούν ή καταλήγουν στους δύο κεντρικούς συλλέκτες (κολεκτέρ) παροχής και επιστροφής του θερμού νερού και μετά το ισόγειο διέρχονται μέσα από τους εσωτερικούς θερμαινόμενους (διαμερίσματα) του κτηρίου. Επιμερίζοντας, η συνολική πραγματική θερμική ισχύ που μεταφέρει κάθε κατακόρυφη στήλη παροχής είναι σχεδόν ομοιόμορφη και περίπου ίση με 7 kW. Η θερμομόνωση των κατακόρυφων σωλήνων, καθώς και το οριζόντιων είναι 6mm.

**T.O.T.E.E. 20701-1 (Πίνακας 4.11. Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς την συνολική θερμική / ψυκτική ενέργεια που μεταφέρει το δίκτυο.)**

Ισχύς συστήματος	Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς χώρους				Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους	
	Μόνωση <sup>1</sup> κτηρίου αναφοράς	Μόνωση <sup>2</sup> ίση με την ακτίνα σωλ.	Ανεπαρκής μόνωση <sup>3</sup>	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Με μόνωση ίση με την ακτίνα σωλ.
[kW]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]	[ % ]
Θέρμανση με <b>υψηλές</b> θερμοκρασίες θερμικού μέσου (90 - 70°C)						
20 - 100	5,5	4,5	<b>11,0</b>	14,0	8,0	6,5
100 - 200	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7
200 - 300	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2
300 - 400	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7
> 400	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0

<sup>1</sup> Για μόνωση σωλήνων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7.

<sup>2</sup> Για μόνωση σωλήνων με πάχος ίσο με την ακτίνα του σωλήνα.

<sup>3</sup> Ανεπαρκής μόνωση του δικτύου ή κλάδου (τμήματος) αυτού λόγω φθορών. Συνδέσεις και βάνες χωρίς μόνωση.

Από τον πίνακα 4.11 της TOTEE 20701-1, για θερμική ισχύ περίπου 7 kW και υψηλή θερμοκρασία λειτουργίας του συστήματος, λαμβάνουμε ποσοστό θερμικών απωλειών δικτύου διανομής 11,0% ή αλλιώς θερμική απόδοση 0,89.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

### 4.1.4. Τερματικές Μονάδες

Από το σχετικό 4.1.2 της Τ.Ο. Τ.Ε.Ε. 20701-1, λαμβάνουμε απόδοση εκπομπής  $\eta_{em}$  σωμάτων καλοριφέρ, τοποθετημένα σε εξωτερικό τοίχο ίση με 0,89. Εφαρμόζοντας στην σχέση 4,7 της ίδιας τεχνικής οδηγίας:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{im} \cdot f_{hydr}}$$

για  $f_{rad} = 1$  (εγκατάσταση σε ύψος μικρότερο από 4m),  
 $f_{im} = 1,0$  (για συνεχή λειτουργία) και  
 $f_{hydr} = 1,03$  (σύστημα εκτός υδραυλικής ισορροπίας - ανομοιομορφία θερμοκρασιών στις τερματικές μονάδες),

υπολογίστηκε η βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων  $n_{em.t} = 0,89$ .

**Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (Πίνακας 4.12. Απόδοση εκπομπής  $\eta_{em}$  τερματικών μονάδων θέρμανσης.)**

Απόδοση εκπομπής $\eta_{em}$ τερματικών μονάδων θέρμανσης			
Τύπος τερματικής μονάδας	Θερμοκρασία μέσου T [°C]		
	90 - 70	70 - 50	50 - 35
Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο	0,85	0,89	0,91
Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο	<b>0,89</b>	0,93	0,95
Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης	—	—	0,90
Ενδοτοίχιο σύστημα θέρμανσης	—	—	0,87
Σύστημα θέρμανσης οροφής	—	—	0,85

### 4.1.5. Βοηθητικά Συστήματα Θέρμανσης

Ως βοηθητικά συστήματα της κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης, λαμβάνεται ο κυκλοφορητής που χρησιμοποιείται για την κυκλοφορία του θερμού νερού στα διαμερίσματα με ηλεκτρική ισχύ 0,5 kW, καθώς και ο καυστήρας με ηλεκτρική ισχύ 0,02kW. Οι υπόλοιπες διατάξεις αυτοματισμών και θερμοστατικού ελέγχου θεωρείτε ότι καταναλώνουν αμελητέα ηλεκτρική ενέργεια, οπότε και δεν λαμβάνονται υπόψη.

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 4.1.6. Δεδομένα υπολογισμών

Στον πίνακα 13 δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

**Πίνακας 13.** Σύστημα θέρμανσης

Σύστημα Θέρμανσης κατοικιών											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής θερμότητας: <b>Λέβητας-Καυστήρας</b>											
Πραγματική θερμική ισχύς μονάδας: <b>110 kW</b>											
Θερμική απόδοση μονάδας : <b>0,66</b> (66,0%)											
Είδος καυσίμου: <b>πετρέλαιο</b>											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%):											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠΤ	0	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (Ευρώ/m <sup>2</sup> ):											
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Θερμική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 82,5 /12 κλάδοι ≈ <b>7 kW</b>											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 85											
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (°C): 70											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής : <b>0,89</b> (100% - 11,0% απώλειες =89%)											
Υπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς : ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> (δεν υπάρχουν αεραγωγοί)											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων : σώματα καλοριφέρ											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων : <b>0,864</b> (άμεση απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο)											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων		Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)					
Κυκλοφορητής		1				0,5					
Καυστήρας		1				0,02					
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων : 75 (%) του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 4.2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ ΧΩΡΩΝ

### 4.2.1. Περιγραφή

Στις κατοικίες του κτηρίου υπάρχουν αυτόνομετ; τοπικές αντλίες θερμότητας, δύο σε κάθε διαμέρισμα με ψυκτική ισχύ 12.000 btu/h έκαστη (3,52 kW), οι οποίες καλύπτουν περίπου το 50% των συνολικών ψυκτικών φορτίων της θερμική; ζώνης.

Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής ψύξης οπότε δεν υπάρχουν και απώλειες διανομής.

### 4.2.2. Μονάδες Παραγωγής Ψύξης

Το σύνολο της εγκατεστημένης ψυκτικής ισχύος είναι:  $2 \times 3,52 \times 10 = 70,4 \text{ kWth}$ .

Δεδομένου πως δεν υπάρχουν τεχνικά χαρακτηριστικά και προδιαγραφές για τις μονάδες, ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας των αντλιών θερμότητας λαμβάνεται  $EER=1,5$ , όπως καθορίζεται στην παρ. 4.2.2.1 της Τ.ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 .

... από την παρ. 4.2.2.1 :

Για τις τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας (διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου),  
για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο δείκτης αποδοτικότητας EER θα λαμβάνεται:

1,5 για συστήματα 20-ετίας και  
2,0 για συστήματα 10-ετίας.

### 4.2.3. Δίκτυο Διανομής

Δεν υπάρχει, αφού γίνεται τοπική παραγωγή και απόδοση ψύξης.

### 4.2.4. Τερματικές Μονάδες

Από τον πίνακα 4.1.4 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, λαμβάνουμε βαθμό απόδοσης 0,93.

Εφαρμόζοντας στην σχέση 4,8 της ίδιας τεχνικής οδηγίας

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{im} * f_{hydr}} \quad \text{για } f_{im} = 0,97 \text{ (για διακοπτόμενη λειτουργία ) και } f_{hydr} = 1 \text{ (σύστημα με υδραυλική ισορροπία),}$$
$$f_{hydr} = 1,0 \text{ (σύστημα με υδραυλική ισορροπία),}$$

( Πίνακας 4.14. Απόδοση  $\eta_{em}$  τερματικών μονάδων ψύξης)

Τύπος τερματικής μονάδας	Απόδοση εκπομπής $\eta_{em}$ μονάδων ψύξης
Άμεσα συστήματα: π.χ. μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου (fan-coils), δαπέδου ή οροφής, εσωτερικές μονάδες τοπικών συστημάτων άμεσης εξάτμισης, τερματικά στοιχεία διανομής αέρα κ.ά.	0,93
Ενσωματωμένες τερματικές μονάδες: π.χ. ενδοτοιχίο, ενδοδαπέδιο, ψυχόμενες οροφές	0,90
Τοπικές αντλίες θερμότητας	<b>0,93</b>

υπολογίστηκε η βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων  $n_{em,t} = 0,93$ .

### 4.2.5. Βοηθητικά Συστήματα

Δεν υπάρχουν.

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-KENAK (έκδοση 1.29)

## 4.2.6. Δεδομένα υπολογισμών

Στον πίνακα 14 δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης των κατοικιών.

Πίνακας 14. Σύστημα ψύξης

Σύστημα Ψύξης Κατοικιών											
Μονάδα παραγωγής ψύξης											
Είδος μονάδας παραγωγής ψύξης : τοπικές αντλίες θερμότητας συνολικής ισχύος <b>70,4 kW</b>											
Συντελεστής συμπεριφοράς μονάδας EER: <b>1,5</b>											
Είδος καυσίμου: <b>Ηλεκτρικό ρεύμα</b>											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%):											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0,5
ΙΟΥΛ	0,5	ΑΥΓ	0,5	ΣΕΠΤ	0,5	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής ψύξης											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW) : <b>Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής</b>											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής : <b>1,0</b> (100%)											
Υπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς : ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> (δεν υπάρχουν αεραγωγοί)											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων : τοπικές αντλίες θερμότητας											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων : <b>0,959</b> (95,9%)											
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			
-				-				-			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων : 15 (%) του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 4.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

### 4.3.1. Περιγραφή

Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, χρησιμοποιούνται τοπικοί ηλεκτρικοί θερμαντήρες, 80 lt, ένας σε κάθε διαμέρισμα του κτηρίου. Η θερμική ισχύς των θερμαντήρων είναι 4 kWε έκαστος.

Η ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης για την πολυκατοικία που έχει συνολικά 20 υπνοδωμάτια είναι:

$$27,38 \text{ m}^3/\text{υπνοδωμάτιο}/\text{έτος} \times 20 \text{ υπνοδωμάτια} = 547,6 \text{ m}^3/\text{έτος}$$

### 4.3.2. Δεδομένα υπολογισμών

Βάσει της παρ. 4.8.3 της ΤΟΤΕΕ. 20701-1 :

η θερμική απόδοση των μονάδων τιαραγωγής,  
ηλεκτρικοί θερμαντήρες είναι 100%,  
ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής 100%  
(δεν υπάρχει δίκτυο) και  
οι απώλειες του δοχείου αποθήκευσης είναι μόνο  
πλευρικές και λαμβάνονται 2%.

παρ. 4.8.3 της ΤΟΤΕΕ. 20701-1 :

Οι θερμικές απώλειες λόγω του εναλλάκτη θερμότητας τοπικών ή κεντρικών θερμαντήρων (boiler) λαμβάνονται κατά μέσο όρο 5% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ., ενώ για ηλεκτρικούς θερμαντήρες (θερμοσίφωνες) λαμβάνονται μηδενικές.

Οι πλευρικές θερμικές απώλειες των θερμαντήρων είναι 2% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ. για τοποθέτηση σε εσωτερικό θερμαινόμενο ή μη χώρο και αντίστοιχα 7% θερμικές απώλειες για τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο.

Τα συστήματα παραγωγής ΖΝΧ είναι τοπικά και δεν διαθέτουν άλλες βοηθητικές μονάδες για την παραγωγή ή διανομή του ΖΝΧ (κυκλοφορητές κ.ά.)

Τα δεδομένα για το σύστημα ζεστού νερού χρήσης των κατοικιών δίνονται στον πίνακα 15.

Πίνακας 15. Σύστημα ΖΝΧ

Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης – ΖΝΧ											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης: ηλεκτρικοί θερμαντήρες συνολικής ισχύος <b>40 kW</b>											
Θερμική απόδοση μονάδας : <b>1,0</b> (100 %)											
Είδος καυσίμου: <b>Ηλεκτρικό ρεύμα</b>											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου για ΖΝΧ από το σύστημα (%):											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠΤ	1	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Θερμική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο διανομής ΖΝΧ (kW): τοπική κατανάλωση											
Σύστημα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ :    ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>											
Χώρος διέλευσης δικτύου:    Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ΖΝΧ : <b>1,0</b> (100% λόγω τοπικής κατανάλωσης)											
Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας											
Είδος αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης :    Θερμαντήρες διπλής ενέργειας σε εσωτερικό χώρο											
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ΖΝΧ : <b>0,98</b> (100%-2% πλευρικές απώλειες=98%)											
Ισχύς βοηθητικών συστημάτων για ΖΝΧ: 0 kW											

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-KENAK (έκδοση 1.29)

## 4.4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η κατανάλωση από το σύστημα φωτισμού δεν λαμβάνεται υπόψη σε κτήρια κατοικιών.

## ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Το κτίριο δεν διαθέτει αυτονομία θέρμανσης, λόγω του δισωληνίου συστήματος, ούτε διατάξεις αντιστάθμισης μερικών φορτίων, αλλά ούτε και θερμοστάτες χώρων. Λόγω μη ύπαρξης των βασικών διατάξεων αυτοματισμού στο σύστημα θέρμανσης, κατατάσσεται στην κατηγορία διατάξεων αυτόματου ελέγχου Δ.

## Υπολογισμοί και αποτελέσματα – ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Με την χρήση του λογισμικού ΤΕΕ-KENAK έκδοση 1.28.1.70. έγιναν οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου της πολυκατοικίας, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

Στον πίνακα 3.3.1.8. δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για τη θέρμανση και την ψύξη των χώρων τόσο για το εξεταζόμενο κτήριο πολυκατοικίας, όσο και για το κτήριο αναφοράς. Συγκρίνοντας τα δεδομένα, παρατηρεί κανείς ότι :

Πίνακας 3.3.1.8. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης του πραγματικού κτηρίου της πολυκατοικίας και του αντίστοιχου κτηρίου αναφοράς.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Εξεταζόμενο κτήριο													
Θέρμανση	10,9	7,8	4,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,8	9,0	37,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	11,5	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	29,9
Ζεστό νερό χρήσης	3,0	2,7	3,0	2,9	3,0	2,9	3,0	3,0	2,9	3,0	2,9	3,0	35,5
Κτήριο αναφοράς													
Θέρμανση	7,6	5,3	3,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	6,2	24,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	12,7	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2
Ζεστό νερό χρήσης	3,0	2,7	3,0	2,9	3,0	2,9	3,0	3,0	2,9	3,0	2,9	3,0	35,5

Οι απαιτήσεις για θέρμανση είναι περίπου 52% περισσότερες από αυτές του κτηρίου αναφοράς και οφείλονται κυρίως στην ανεπαρκή θερμομόνωση του κτηρίου σε σχέση με αυτήν του κτηρίου αναφοράς.

Οι απαιτήσεις για ψύξη των χώρων του εξεταζόμενου κτηρίου είναι περίπου 12% λιγότερες από αυτές του κτηρίου αναφοράς και οφείλονται στη καλύτερη σκίαση του εξεταζόμενου κτηρίου.

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## Υπολογισμοί και αποτελέσματα – ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, I.N.X.), δίνονται στον πίνακα 3.3.1.9.

Στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων που καταναλώνει το κτήριο, δίνονται στον πίνακα 3.3.1.10. και στην περίπτωση του εξεταζόμενου κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο.

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτηρίου πολυκατοικίας δίνονται στον πίνακα 3.3.1.11.

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση των χώρων του κτηρίου είναι υπερδιπλάσια από αυτήν του κτηρίου αναφοράς και εκτός από το γεγονός ότι έχει μεγαλύτερη απαίτηση θερμικής ενέργειας οφείλεται και στο χαμηλό βαθμό θερμικής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης.

Όσον αφορά στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη του κτηρίου, αυτή είναι σχεδόν διπλάσια σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς και αυτό οφείλεται κυρίως στην πολύ χαμηλή απόδοση της τοπικής αντλίας θερμότητας. Η μεγάλη διαφορά της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για το Z.N.X. του κτηρίου σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς, οφείλεται στο γεγονός ότι το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει ηλιακούς συλλέκτες.

Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το Z.N.X. επιβαρύνει σημαντικά το κτήριο όσον αφορά στην τελική ενεργειακή του κατάταξη.

Πίνακας 3.3.1.9. Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση.

Μήνες	Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )												
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	20,7	14,9	9,3	1,8	0	0	0	0	0	0,3	7,3	17,2	71,5
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0	3,2	4,5	4,1	0	0	0	0	11,8
Z.N.X.	3,1	2,8	3,1	3	3,1	3	3,1	3,1	3	3,1	3	3,1	36,2
Ηλιακή ενέργεια για Z.N.X.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Σύνολο</b>	<b>23,7</b>	<b>17,7</b>	<b>12,4</b>	<b>4,8</b>	<b>3,1</b>	<b>6,1</b>	<b>7,6</b>	<b>7,2</b>	<b>3</b>	<b>3,4</b>	<b>10,3</b>	<b>20,2</b>	<b>119</b>

Πίνακας 3.3.1.10. Κατανάλωση ανά καύσιμο.

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	
Ηλεκτρισμός	50,6
Πετρέλαιο	68,9
<b>Σύνολο</b>	<b>119,5</b>

Πίνακας 3.3.1.11. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	34,3	82,2
Ψύξη	17,8	34,2
Z.N.X.	41,3	105,2
Φωτισμό	0	0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0	0
<b>Σύνολο</b>	<b>93,4</b>	<b>221,6</b>

Πίνακας 3.3.1.12. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	146,2	50,0
Πετρέλαιο	75,4	18,2
<b>Σύνολο</b>	<b>221,6</b>	<b>68,2</b>

## Υπολογισμοί και αποτελέσματα – ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (από τον πίνακα 3.3.1.11.), το κτήριο ανήκει στην κατηγορία Z (σχήμα 3.3.1.6.).

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κτήριο δεν πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., και κατά συνέπεια το κτηριακό του κέλυφος και οι Η/Μ εγκαταστάσεις μπορούν να βελτιωθούν συγκρινόμενες με του κτηρίου αναφοράς.



Σχήμα 3.3.1.6. Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου πολυκατοικίας.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-KENAK (έκδοση 1.29)

### 3.3.1.3. Συστάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης. Οικονομική αξιολόγηση

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των υπολογισμών, οι επεμβάσεις που θα πρέπει να γίνουν για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου είναι οι ακόλουθες, (σε σχέση πάντα με τη βαρύτητα της κάθε χρήσης στην τελική κατανάλωση ενέργειας )

- Αντικατάσταση των ηλεκτρικών θερμαντήρων με άλλο σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (αερίου, πετρελαίου κ.ά.) ή εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.
- Αντικατάσταση της μονάδας λέβητα - καυστήρα με άλλον χαμηλότερης θερμικής ισχύος ή πολυβάθμια μονάδα.
- Περαιτέρω μόνωση του κελύφους σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ. και αντικατάσταση των κουφωμάτων με άλλα ενεργειακά αποδοτικότερα.

Στο πίνακα 3.3.1.13. δίνονται συγκριτικά αποτελέσματα από την εφαρμογή των σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας όπως προέκυψαν από τους υπολογισμούς, προκειμένου να είναι οικονομικά βιώσιμα. Αυτά είναι:

Σενάριο 1ο: Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη των αναγκών Ζ.Ν.Χ. συνολικής επιφάνειας 30 m<sup>2</sup>, με κλίση 40° και νότιο προσανατολισμό και συντελεστή ηλιακής αξιοποίησης 0,3.

Σενάριο 2ο: Αντικατάσταση λέβητα - καυστήρα με καύσιμο φυσικού αερίου, πολυβάθμιο με θερμικό βαθμό απόδοσης (0,93) και με ταυτόχρονη κάλυψη της παραγωγής Ζ.Ν.Χ. μέσω κεντρικού δικτύου διανομής (με επαρκή θερμομόνωση). Επίπλέον η επέμβαση του 1<sup>ου</sup> σεναρίου δηλ. η εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη για την κάλυψη Ζ.ΝΧ, σύμφωνα με τα ως άνω τεχνικά χαρακτηριστικά.

Σενάριο 3ο: Τοποθέτηση επιπλέον θερμομόνωσης στο κτηριακό κέλυφος σύμφωνα με τον κ.Εν.Α.κ. Επίπλέον, όλες οι επεμβάσεις του 2<sup>ου</sup> σεναρίου, δηλαδή αντικατάσταση λέβητα- καυστήρα με καύσιμο φυσικού αερίου πολυβάθμιο με ταυτόχρονη κάλυψη του Ζ.Ν.χ. και εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη για την κάλυψη Ζ.Ν.Χ.

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 4.5. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Προκειμένου να δούμε την απόκριση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηρίου μέσα από βελτιώσεις των Η/Μ συστημάτων, δοκιμάζουμε 2 εναλλακτικά σενάρια, βασισμένα σε εφικτές τροποποιήσεις.

### Σενάριο 1 (Κτίριο 1 στο λογισμικό)

Θεωρούμε πως βελτιώνουμε τη θερμική απόδοση του λέβητα στο 92%, με καλύτερη ρύθμιση και καθαρισμό του καυστήρα και με βελτίωση-καθαρισμό της καπνοδόχου. Έτσι ο **βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης**, από 66% γίνεται:

$\eta_{ge} = \eta_{gm} \times \eta_{g,1} \times \eta_{g,2} = 0,92 \times 0,75 \times 1 = 0,69$  (69,0%) και

Αντίστοιχα η θερμική ισχύς του δικτύου διανομής παραμένει η ίδια για κάθε κλάδο και περίπου ίση με 7 kW. Επίσης μονώνουμε το δίκτυο διανομής (κεντρικές στήλες) σύμφωνα με την TOTEE (κτηριο αναφοράς) και ρίχνουμε τις απώλειες δικτύου από 11 % σε 5,5%, άρα **βαθμός απόδοσης δικτύου=94,5%**.

Επίσης, αντικαθιστούμε τις κλιματιστικές συσκευές των διαμερισμάτων, με νέες βαθμού απόδοσης **EER=3,0** δηλαδή όσο και του κτηρίου αναφοράς.

### Σενάριο 2 (Κτίριο 2 στο λογισμικό)

Θεωρούμε πως εγκαθιστούμε 20m<sup>2</sup> συλλέκτες στο δώμα, δηλαδή 2m<sup>2</sup> ανά κατοικία.

Το δώμα έχει αρκετό διαθέσιμο χώρο (155m<sup>2</sup>) για την τοποθέτηση συλλεκτών με τρόπο ώστε να μη σκιάζει ο ένας τον άλλον (μπορούν να τοποθετηθούν σε αποστάσεις τριπλάσιες της κάτοψής τους, δεσμεύοντας στο δώμα χώρο -80m<sup>2</sup>).

Στο λογισμικό δίνουμε τα στοιχεία:

Κτήριο 2 > Ζώνη 1 > Ηλιακός Συλλέκτης 0 > Ηλιακός Συλλέκτης:

Απλός - Επίπεδος > 20m<sup>2</sup> > Συν.α (ηλιακή αξιοποίηση για ZNX) = 0,30 > γ (προσανατολισμός) = 180° >

β (κλίση) = 40,5° δηλαδή η γωνία που για το γεωγραφικό πλάτος της Θεσσαλονίκης έχει την βέλτιστη ετήσια απόδοση >

F (συντ.σκίασης) = 1:

Ο συντελεστής Συν.β δεν συμπληρώνεται γιατί αφορά ηλιακή αξιοποίηση για θέρμανση.

Ο Συν.α λαμβάνεται με γραμμική παρεμβολή από τον πίνακα 5.8 της TOTEE 20701-1 :

Πίνακας 5.8. Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κατοικίες.

Πόλεις της Ελλάδας	Τύπος ηλιακού συλλέκτη								
	Απλός			Επιλεκτικός			Κενού		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (°)								
	15°	45°	65°	15°	45°	65°	15°	45°	65°
Αλεξαν/πολη	0,318	0,325	0,329	0,341	0,353	0,350	0,360	0,367	0,369
Αθήνα	0,338	0,344	0,351	0,359	0,369	0,369	0,374	0,381	0,383
Ηράκλειο	0,333	0,339	0,343	0,355	0,364	0,361	0,370	0,375	0,378
Καστοριά	0,307	0,314	0,316	0,333	0,344	0,340	0,356	0,363	0,363
Λάρισα	0,327	0,334	0,341	0,350	0,360	0,360	0,369	0,376	0,378
Λήμνος	0,319	0,327	0,331	0,343	0,354	0,352	0,360	0,368	0,370
Νάξος	0,332	0,340	0,344	0,355	0,365	0,363	0,372	0,378	0,381
Πάτρα	0,335	0,342	0,348	0,357	0,366	0,366	0,373	0,381	0,382
<b>Θεσσαλο-νίκη</b>	<b>0,325</b>	<b>0,332</b>	0,337	0,348	0,358	0,358	0,368	0,375	0,376
Τρίπολη	0,317	0,324	0,327	0,340	0,349	0,347	0,363	0,369	0,370
<b>Μέσος όρος</b>	<b>0,325</b>	<b>0,332</b>	<b>0,337</b>	<b>0,348</b>	<b>0,358</b>	<b>0,357</b>	<b>0,366</b>	<b>0,373</b>	<b>0,375</b>

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-KENAK (έκδοση 1.29)

Πίνακας 3.3.1.13. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε επεμβάσεις εξοικονόμησης.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )				
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Θέρμανση	34,3	82,2	82,2	57,4	49,7
Ψύξη	17,8	34,2	34,2	34,2	33,3
Z.N.X.	41,3	105,2	75,8	32,8	32,8
Φωτισμό	0	0	0	0	0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0	0	0	0	0
<b>Σύνολο</b>	93,4	221,6	192,2	124,4	115,7
		Z	E	Γ	Γ
	<b>Οικονομικά Δεδομένα</b>				
<b>Κόστος εγκατάστασης (ευρώ)</b>			6.000	21.000	65.410
<b>Περίοδος αποπληρωμής (έτη)</b>			6,3	5,5	14,8
<b>Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)</b>			13,2	43,8	47,8

Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών φαίνεται ότι όλες οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας είναι αποτελεσματικές, οικονομικά βιώσιμες και επιφέρουν σημαντικές βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

Με την εφαρμογή του πρώτου σεναρίου, δηλαδή εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου βελτιώνεται και ανέρχεται στην ενεργειακή κατηγορία E με κόστος επένδυσης 6.000 ευρώ (200 ευρώ/m<sup>2</sup> ηλιακού συλλέκτη) και περίοδο αποπληρωμής 6,3 έτη.

Με την εφαρμογή του δεύτερου σεναρίου, ενώ το αρχικό κόστος ανεβαίνει στα 21.000 ευρώ (200 ευρώ/m<sup>2</sup> ηλιακού συλλέκτη και 15.000 ευρώ για λέβητα φυσικού αερίου και σωλήνες Z.N.X.), η περίοδος αποπληρωμής μειώνεται στα 5,5 έτη, καθώς η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ανέρχεται σε 43,8%.

Τέλος, με την εφαρμογή του τρίτου σεναρίου, παρόλο που το αρχικό κόστος είναι πολύ υψηλό (65.410 ευρώ), η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας αυξάνεται λίγο σε σχέση με του δεύτερου σεναρίου σε 47,8% αλλά και πάλι επιτυγχάνεται απόσβεση περίπου σε 15 έτη.

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ  
ΑΛΛΑΓΗΣ - Υ.Π.Ε.Κ.Α.  
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

The logo for TEE KENAK features the letters 'TEE' in a large, bold, blue, sans-serif font. To the right of 'TEE', the text 'TEE KENAK' is written in a smaller, black, sans-serif font. The entire logo is contained within a white rectangular box with a thin black border, which is centered on a wide orange horizontal band.

**TEE** TEE KENAK

ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ  
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

**ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ**

Κωνσταντίνος Λάσκος, Πολιτικός Μηχανικός  
Αθηνά Γαγλία, Μηχανολόγος Μηχανικός  
Δημήτριος Μαντάς, Μηχανολόγος Μηχανικός  
Αθήνα, Μάιος 2012

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

## 3.3.2. Ενεργειακή επιθεώρηση σε διαμέρισμα της πολυκατοικίας

Αυτό το παράδειγμα, αφορά στην ενεργειακή επιθεώρηση τμήματος κτηρίου της ως άνω πολυκατοικίας και συγκεκριμένα του διαμερίσματος του 2ου ορόφου, το οποίο βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του κτηρίου (σχήμα 3.3.1.1.).

Στην περιγραφή του διαμερίσματος στις επόμενες ενότητες δίνονται συνοπτικά όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς.

### 3.3.2.1. Περιγραφή κτηρίου και δεδομένα υπολογισμών.

Το διαμέρισμα έχει δύο όψεις ελεύθερες, βόρεια και νότια, ενώ η δυτική του όψη είναι ελεύθερη κατά ένα μικρό τμήμα της, καθώς το μεγαλύτερο τμήμα της εφάπτεται με παράπλευρο κτήριο.

Η ανατολική πλευρά του διαμερίσματος βρίσκεται στο μεγαλύτερο μέρος της σε επαφή με το ανατολικό διαμέρισμα του ίδιου ορόφου, το φωταγωγό, καθώς και με το μη θερμαινόμενο χώρο του κλιμακοστασίου (σχήμα 3.3.1.1.).

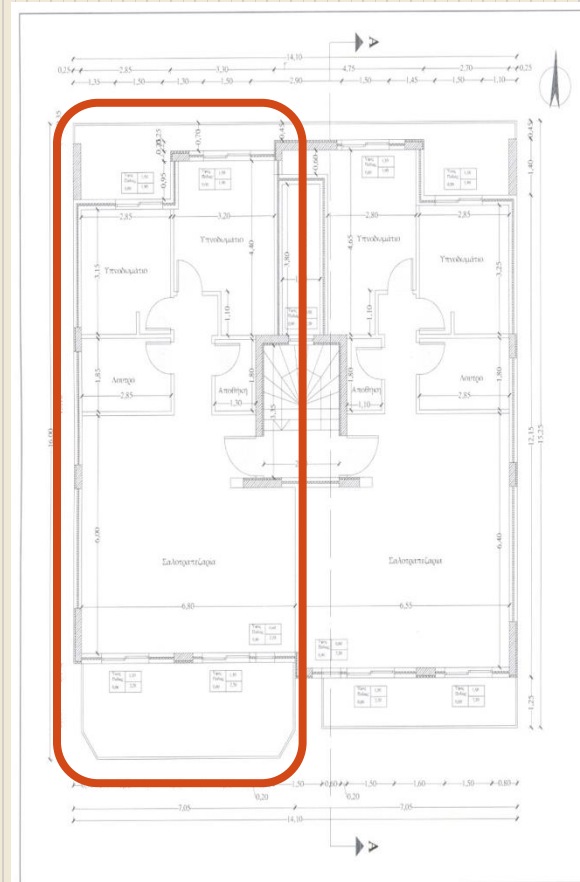
#### 3.3.2.1.1. Γενικά δεδομένα διαμερίσματος - Συνθήκες λειτουργίας

Όλοι οι χώροι του διαμερίσματος θεωρούνται θερμαινόμενοι και για τους υπολογισμούς καθορίζεται ως μία ενιαία θερμική ζώνη. Το κλιμακοστάσιο είναι ο μόνος μη θερμαινόμενος χώρος που εφάπτεται με το διαμέρισμα. Κατά απλοποιητική παραδοχή το κλιμακοστάσιο μπορεί να θεωρηθεί εξωτερικός χώρος και να μη οριστεί ως θερμαινόμενος χώρος, αλλά η διαχωριστική επιφάνειά του προς το διαμέρισμα να θεωρηθεί ως εξωτερικό δομικό στοιχείο του διαμερίσματος προς τον εξωτερικό αέρα, με συντελεστή θερμοπερατότητας μειωμένο κατά το ήμισυ και μηδενικούς συντελεστές σκίασης. Τα γενικά γεωμετρικά δεδομένα του διαμερίσματος είναι:

Αριθμός ορόφων:	ένας		
Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> ) κτηρίου	80.50	Συνολικός όγκος κτηρίου (m <sup>3</sup> )	242.00
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	80.50	Θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	242.00
Ψυχόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	40.25	Ψυχόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	121.00
Μέσο ύψος τυπικού ορόφου (m)	3.00	Ύψος ισογείου (m)	

Στον παράπλευρο πίνακα 2 δίνονται τα δεδομένα της πολυκατοικίας για το προφίλ λειτουργίας, τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, αερισμό, φωτισμό κ.ά.) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, τα οποία είναι ακριβώς τα ίδια και για το διαμέρισμα, εκτός από την κατανάλωση Ζ.ΝΧ που είναι 73,3 (m<sup>3</sup>/έτος).

Η συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια δαπέδου του διαμερίσματος είναι 80,5m<sup>2</sup>



Πίνακας 2: Επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας κτηρίου

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης (κατοικίες)		Καθορισμένες τιμές από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1
Οράριο λειτουργίας	18 ώρες	
Ημέρες λειτουργίας	7	
Μήνες λειτουργίας	12	
Περίοδος θέρμανσης	15/10 έως 30/4	
Περίοδος ψύξης	1/6 έως 31/8	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	40	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρος (%)	45	
Απαιτούμενος νιψτός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0.75	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	200	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς (W/m <sup>2</sup> )	3,6	
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m <sup>3</sup> /(κλίση,έτος)).	27,38	
Αριθμός κλινών πολυκατοικίας	20	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	50	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	16,4	
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	4	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.75	
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	2	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.75	

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-KENAK (έκδοση 1.29)

## 3.3.2.1.2. Δεδομένα κτηριακού κελύφους διαμερίσματος· Γεωμετρία

Όλα τα δομικά στοιχεία του διαμερίσματος που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, καθώς και τα δομικά στοιχεία που έρχονται σε εηαφή με το κλιμακοστάσιο διαθέτουν θερμομόνωση.

Στον πίνακα 3.3.1.3. δίνονται αναλυτικές περιγραφές για την κατασκευή των αδιαφανών δομικών στοιχείων του διαμερίσματος (φέροντος οργανισμού, τοιχοποιιών, δώματος και δαπέδου), καθώς και τα θερμοφυσικά τους χαρακτηριστικά.

Για τα δομικά στοιχεία για τα οποία δεν υπήρχαν στοιχεία οι συντελεστές θερμοπερατότητας ελήφθησαν από τους πίνακες 3.4α. και 3.4β. της Τ.ΟΤ.Ε.Ε. 20701-1.

Οι θερμογέφυρες του διαμερίσματος, σύμφωνα με την Τ.ΟΤ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακα 3.6.), θα ληφθούν υπόψη ως προσαύξηση κατά  $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  του συντελεστή θερμοπερατότητα των επί μέρους αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Τα κουφώματα (αδιαφανείς επιφάνειες) που διαθέτει το κτήριο είναι τρεις βασικοί τύποι, όπως περιγράφονται στον πίνακα 3.3.1.4.

Το συνολικό εμβαδό για τα παράθυρα είναι  $0,78 \text{ m}^2$  και για τις μπαλκονόπορτες  $12,3 \text{ m}^2$ . Η διείσδυση του αέρα από χαραμάδες λαμβάνεται από την Τ.ΟΤ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακα 3.26.) και είναι ίση με  $5,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  για τις ανοιγόμενες μπαλκονόπορτες και  $6,8 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  για τα ανοιγόμενα παράθυρα.

Συνολικά προκύπτει ότι η διείσδυση του αέρα από τις χαραμάδες ισούται με:  $0,780 \text{ m}^2 \times 6,8 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) + 12,3 \text{ m}^2 \times 5,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) = 70,5 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Λαμβάνοντας υπόψη τις επί μέρους επιφάνειες των αδιαφανών δομικών στοιχείων για κάθε όψη του διαμερίσματος και το ποσοστό του κάθε στοιχείου στην όψη, υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες ισοδύναμες επιφάνειες αδιαφανών στοιχείων και η μέση σταθμισμένη θερμοπερατότητα τους ανά όψη.

Επίσης υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες ισοδύναμες επιφάνειες αδιαφανών δομικών στοιχείων (τοιχοποιιών, σκυροδέματος και πορτών) και η μέση σταθμισμένη θερμοπερατότητα τους για την επιφάνεια του διαμερίσματος σε επαφή με το κλιμακοστάσιο που λαμβάνεται πλέον ως εξωτερικό περιβάλλον.

Στον πίνακα 3.3.2.1. δίνονται όλα τα δεδομένα των υπολογισμών για τις ισοδύναμες επιφάνειες του διαμερίσματος, καθώς επίσης και δεδομένα για τον προσανατολισμό των επιφανειών ( $\gamma$ ), την κλίση ( $\beta$ ), την ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία ( $\alpha$ ) και την εκπομπή στη θερμική ακτινοβολία ( $\epsilon$ ). Λόγω της θερμομόνωσης των δομικών αδιαφανών στοιχείων λαμβάνεται ένας μέσος συντελεστής σκίασης ίσος με 0,9 για όλες τις περιόδους.

Πίνακας 3.3.2.1. Ισοδύναμες επιφάνειες αδιαφανών δομικών στοιχείων διαμερίσματος.

Επιφάνεια διαμερίσματος	A [m]	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	$\gamma$	$\beta$	$\alpha$	$\epsilon$
Νότια	27,5	0,66	180	90	0,40	0,80
Ανατολική	4,2	0,63	90	90	0,40	0,80
Βόρεια	30,9	0,65	0	90	0,40	0,80
Δυτική	5,6	0,65	270	90	0,40	0,80
Σε επαφή με φωταγωγό	13,2	0,63	0	90	0,40	0,80
Σε επαφή με κλιμακοστάσιο, που θεωρείται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	15,2	0,5 (1,01/2)	0	90	0	0

Η επιφάνεια του διαμερίσματος που εφάπτεται με το κλιμακοστάσιο λαμβάνεται ως επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και με συντελεστή θερμοπερατότητας μειωμένο κατά το ήμισυ. Γι' αυτό το λόγο δεν ορίζεται πουθενά το κλιμακοστάσιο ως Μ.Θ.Χ., καθώς και η επιφάνεια αυτή ως διαχωριστική.

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

Αντίστοιχα, για όλα τα δομικά διαφανή στοιχεία (κουφώματα) του διαμερίσματος εκτιμήθηκαν οι συντελεστές θερμοπερατότητας, οι συντελεστές διαπερατότητας και οι συντελεστές σκίασης.

Στον πίνακα 3.3.2.2. δίνονται όλα τα απαιτούμενα δεδομένα για τους υπολογισμούς που σχετίζονται με τα κουφώματα του διαμερίσματος, ανά προσανατολισμό, συμπεριλαμβανομένων και των συντελεστών σκίασης. Ιδιαίτερα για τον υπολογισμό των συντελεστών σκίασης υπολογίστηκαν οι γωνίες θέασης από τα παράπλευρα κτήρια, τους προβόλους και πλευρικά σκίαστρα.

Πίνακας 3.3.2.2: Επιφάνειες διαφανών δομικών στοιχείων (κουφωμάτων) του διαμερίσματος του 2<sup>ου</sup> ορόφου.

Κουφώματα	$\gamma$	A	U	$g_w$	$F_{hor\_heating}$	$F_{hor\_cooling}$	$F_{ov\_heating}$	$F_{ov\_cooling}$	$F_{fin\_heating}$	$F_{fin\_cooling}$
N1	180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,58	0,43	1	1
N2	180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,58	0,43	1	1
N3	180	0,78	4,2	0,52	0,49	0,98	0,47	0,38	1	1
N6	180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,76	0,60	1	1
B1	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1
B2	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85

### 3.3.2.1.3. Δεδομένα ηλεκτρορηχανολογικών εγκαταστάσεων.

**Σύστημα θέρμανσης.** Οι ενεργειακές απαιτήσεις για τη θέρμανση χώρων του διαμερίσματος, καλύπτονται από την ίδια κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης του κτηρίου. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης που εκτιμήθηκαν για την πολυκατοικία (στον πίνακα 3.3.1.6.) ηραμένουν τα ίδια (θερμική αηόδοση λέβητα, δικτύου διανομής και τερματικών μονάδων) και για την περίπτωση υπολογισμών του διαμερίσματος, με μοναδική εξαίρεση την ηλεκτρική ισχύ των βοηθητικών συστημάτων, η οποία επιμερίζεται με βάση τα χιλιοστά θέρμανσης ( $80,5/988 = 0,081$ ) και είναι ίση με 0,042 kW.

**Σύστημα ψύξης.** Στο διαμέρισμα υπάρχουν δύο τοπικές αντλίες θερμότητας με ψυκτική ισχύ 12.000 btu/h έκαστη (3,52 kW), οι οποίες καλύπτουν περίπου το 50% των συνολικών ψυκτικών φορτίων της θερμικής ζώνης (δηλαδή του διαμερίσματος στο σύνολό του). Το σύνολο της εγκατεστημένης ψυκτικής ισχύος είναι:  $2 \times 3,52 = 7,04 \text{ kW}_{th}$ . Όλα τα άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης του διαμερίσματος είναι ίδια με αυτά του κτηρίου (στον πίνακα 3.3.1.7.).

**Σύστημα παραγωγή Ζ.Ν.Χ.** Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, στο διαμέρισμα χρησιμοποιείται ένας τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας, 80 l. Η θερμική ισχύς των θερμαντήρων είναι 4 kW<sub>el</sub>. Βάσει της παρ. 4.8.3. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.χ. που χρησιμοποιούνται στους υπολογίσιμους είναι τα εξής  
Η θερμική ισχύς του θερμαντήρα είναι 4 kW.

Η θερμική απόδοση του θερμαντήρα είναι 100%.

Το ποσοστό κάλυψης φορτίου για Ζ.Ν.Χ. είναι 100% για όλους του μήνες

Ο βαθμός απόδοσης για μικρό τοπικό δίκτυο διανομής είναι 100%.

Οι απώλειες του δοχείου αποθήκευσης είναι μόνο πλευρικές και λαμβάνονται 2%, άρα ο θερμικός βαθμός απόδοσης (αποθήκευσης) είναι 0,98. Το διαμέρισμα δεν διαθέτει ηλιακούς συλλέκτες.

# ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-KENAK (έκδοση 1.29)

**Διατάξεις αυτόματου ελέγχου.** Το διαμέρισμα δεν διαθέτει αυτονομία θέρμανσης (δισωλήνιο σύστημα) και θερμοστάτη χώρου, καθώς η πολυκατοικία δεν διαθέτει διατάξεις αντιστάθμισης μερικών φορτίων. Λόγω μη ύπαρξης των βασικών διατάξεων αυτόματου ελέγχου στο σύστημα θέρμανσης, κατατάσσεται στην κατηγορία διατάξεων αυτόματου ελέγχου Δ και κατά συνέπεια (σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010) όλο το διαμέρισμα θα ανήκει στην κατηγορία Δ.

## 3.3.2.2. Υπολογισμοί και αποτελέσματα. - Ενεργειακή κατάταξη διαμερίσματος

Με τη χρήση του λογισμικού έγιναν και οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση του διαμερίσματος, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους

Στον πίνακα 3.3.2.3. δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για τη θέρμανση και την ψύξη των χώρων, τόσο για το εξεταζόμενο τμήμα κτηρίου (διαμέρισμα), όσο και για το κτήριο αναφοράς Συγκρίνοντας τα δεδομένα, παρατηρεί κανείς ότι οι απαιτήσεις για θέρμανση του διαμερίσματος είναι περίπου 45% περισσότερες από αυτές του κτηρίου αναφοράς και οφείλονται κυρίως στην ανεπαρκή θερμομόνωση του διαμερίσματος σε σχέση με αυτήν του κτηρίου αναφοράς. Αντίστοιχα, οι απαιτήσεις για ψύξη των χώρων του διαμερίσματος είναι περίπου 20% λιγότερες από αυτές του κτηρίου αναφοράς και οφείλονται στη καλύτερη σκίαση του εξεταζόμενου διαμερίσματος.

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, Ζ.Ν.Χ) δίνονται στον πίνακα 3.3.2.4.

Στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, ηεριλαμβάνεται: και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων που καταναλώνει το διαμέρισμα δίνονται στον πίνακα 3.3.2.5., και στην περίπτωση του εξεταζόμενου διαμερίσματος είναι ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο.

Πίνακας 3.3.2.5. Κατανάλωση ανά είδος καυσίμου.

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	
Ηλεκτρισμός	49,1
Πετρέλαιο	86,1
<b>Σύνολο</b>	<b>135,2</b>

Πίνακας 3.3.2.3. Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης του εξεταζόμενου διαμερίσματος και του κτηρίου αναφοράς

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
<b>Εξεταζόμενο κτήριο</b>													
Θέρμανση	12,9	9,6	6,4	1,4	0	0	0	0	0	0,2	5	10,9	46,4
Ψύξη	0	0	0	0	0	7	10,6	9,5	0	0	0	0	27,1
Ζεστό νερό χρήσης	3	2,7	3	2,9	3	2,9	3	3	2,9	3	2,9	3	35,5
<b>Κτήριο αναφοράς</b>													
Θέρμανση	9,4	6,8	4,2	0,7	0	0	0	0	0	0,1	3,2	7,8	32
Ψύξη	0	0	0	0	0	9,6	12,8	11,8	0	0	0	0	34,2
Ζεστό νερό χρήσης	3	2,7	3	2,9	3	2,9	3	3	2,9	3	2,9	3	35,5

Πίνακας 3.3.2.4. Τελική κατανάλωση ενέργειας του διαμερίσματος ανά τελική χρήση.

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	24,5	18,2	12,2	2,8	0	0	0	0	0	0,5	9,6	20,5	88,2
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0	2,8	4,2	3,7	0	0	0	0	10,7
Ζ.Ν.Χ.	3,1	2,8	3,1	3	3,1	3	3,1	3,1	3	3,1	3	3,1	36,2
Ηλιακή ενέργεια για Ζ.Ν.Χ.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Φωτισμός	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Σύνολο</b>	<b>27,5</b>	<b>21</b>	<b>15,3</b>	<b>5,8</b>	<b>3,1</b>	<b>5,7</b>	<b>7,3</b>	<b>6,8</b>	<b>3</b>	<b>3,6</b>	<b>12,5</b>	<b>23,6</b>	<b>135</b>

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του διαμερίσματος, δίνονται στον πίνακα 3.3.2.6.

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση των χώρων του διαμερίσματος είναι υπερδιπλάσια από αυτήν του κτηρίου αναφοράς και εκτός από το γεγονός ότι έχει μεγαλύτερη απαίτηση θερμικής ενέργειας οφείλεται και στο χαμηλότερο βαθμό θερμικής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης της πολυκατοικίας που καλύπτει και το εξεταζόμενο διαμέρισμα.

Όσον αφορά στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη του διαμερίσματος, αυτή είναι κατά 74% μεγαλύτερη του κτηρίου αναφοράς, παρ' όλο που τα ψυκτικά φορτία είναι χαμηλότερα και αυτό οφείλεται κυρίως στην πολύ χαμηλή απόδοση της τοπικής αντλίας θερμότητας.

Η διαφορά της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για το Ζ.Ν.Χ., οφείλεται στη μη ύπαρξη ηλιακών συλλεκτών.

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και οι εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα 3.3.2.7.,  
Στο εξεταζόμενο διαμέρισμα είναι ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο.

Πίνακας 3.3.2.6. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	43,3	100
Ψύξη	17,8	31
Ζ.Ν.Χ.	41,3	105
Φωτισμό	0	0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0	0
Σύνολο	102,4	236,5

Πίνακας 3.3.2.7. Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	142,1	48,6
Πετρέλαιο	94,4	22,7
Σύνολο	236,5	71,3

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (από τον πίνακα 3.3.2.6.), το διαμέρισμα ανήκει στην κατηγορία Z (σχήμα 3.3.2.1.). Είναι δηλαδή στην ίδια κατηγορία ενεργειακής απόδοσης με της πολυκατοικίας.

### 3.3.2.3. Συστάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης διαμερίσματος

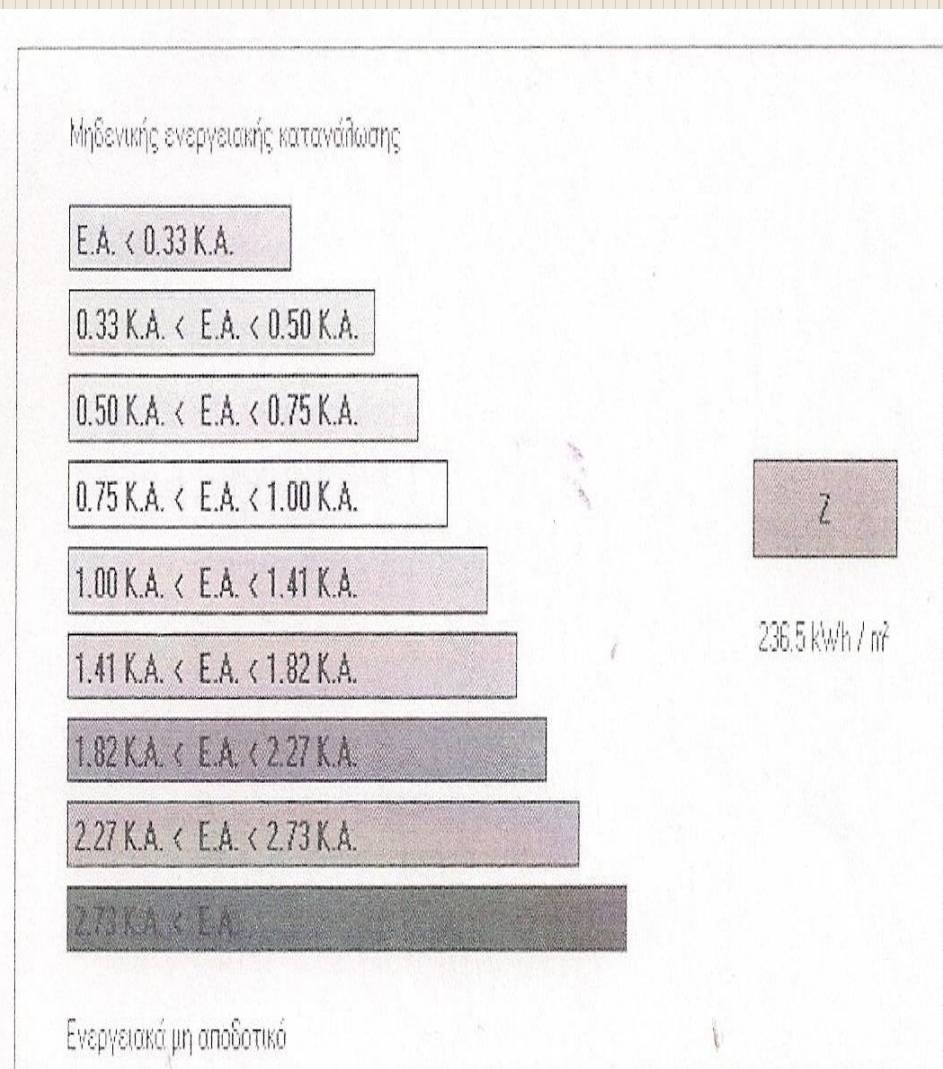
Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των υπολογισμών, οι επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν για την ενεργειακή αναβάθμιση του διαμερίσματος είναι σχεδόν οι ίδιες με αυτές του κτηρίου πολυκατοικίας του προηγούμενου παραδείγματος. Ειδικότερα:

Αντικατάσταση του ηλεκτρικού θερμαντήρα με τοπικό λέβητα φυσικού αερίου για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. ή εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Αντικατάσταση της μονάδας λέβητα - καυστήρα με άλλον χαμηλότερης θερμικής ισχύος ή πολυβάθμια μονάδα. Αυτή η εγκατάσταση θα πρέπει να γίνει σε επίπεδο πολυκατοικίας επειδή το κόστος είναι πολύ μεγάλο για να επιβαρύνει μόνο το διαμέρισμα.

Περαιτέρω μόνωση του κελύφους του διαμερίσματος σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.κ. και αντικατάσταση των κουφωμάτων με άλλα ενεργειακά αποδοτικότερα.

Εκτός από την αντικατάσταση του κεντρικού λέβητα θέρμανσης, οι υπόλοιπες επεμβάσεις μπορούν να γίνουν σε επίπεδο διαμερίσματος, οπότε μπορούν να προταθούν από τον επιθεωρητή.



Σχήμα 3.3.2.1. Ενεργειακή κατάταξη διαμερίσματος.

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ  
ΑΛΛΑΓΗΣ - Υ.Π.Ε.Κ.Α.  
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

The logo for TEE KENAK features the letters 'TEE' in a large, bold, blue, sans-serif font. To the right of 'TEE', the text 'TEE KENAK' is written in a smaller, black, sans-serif font. The entire logo is contained within a white rectangular box with a thin black border, which is centered on a wide orange horizontal band.

**TEE** TEE KENAK

ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ  
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)

**ΤΕΛΟΣ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΤΕΕ**

Κωνσταντίνος Λάσκος, Πολιτικός Μηχανικός  
Αθηνά Γαγλία, Μηχανολόγος Μηχανικός  
Δημήτριος Μαντάς, Μηχανολόγος Μηχανικός  
Αθήνα, Μάιος 2012