

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ

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

ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ



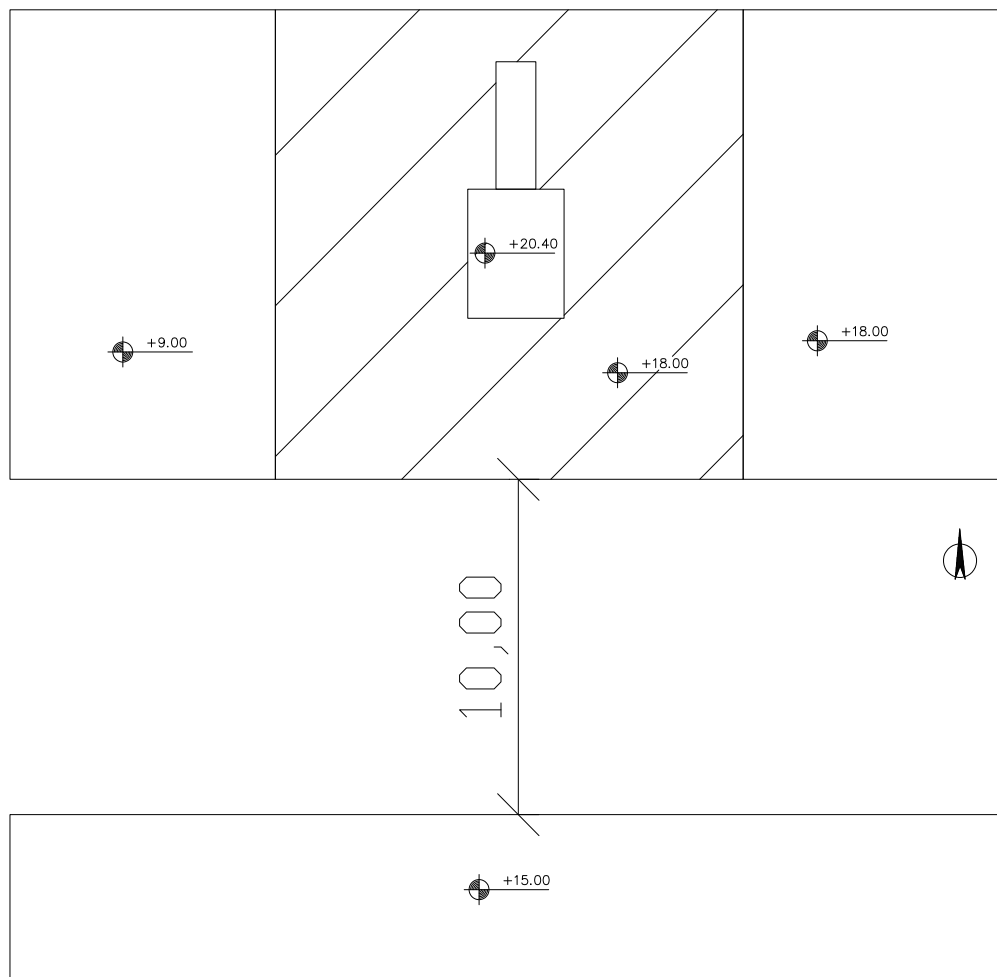
**ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ
ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (έκδοση 1.29)**

**Κωνσταντίνος Λάσκος, Πολιτικός Μηχανικός
Αθηνά Γαγλία, Μηχανολόγος Μηχανικός
Δημήτριος Μαντάς, Μηχανολόγος Μηχανικός**

Αθήνα, Μάιος 2012

1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Το κτίριο κατασκευάστηκε το 1982 και βρίσκεται στην Θεσσαλονίκη. Διαθέτει δύο ελεύθερες πλευρές, την βόρεινη 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.



Σχήμα 1: Τοπογραφικό σκαρίφημα κτιρίου

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.

Όλοι οι όροφοι του κτιρίου είναι ίδιοι και αποτελούνται από δύο διαμερίσματα έκαστος. Στο ισόγειο λειτουργεί μικρό κατάστημα φιλικών. Το κτίριο διαθέτει πυλωτή η οποία χρησιμοποιείται ως χώρος στάθμευσης, ενώ στο υπόγειο υπάρχει ο χώρος του λεβητοστασίου και αποθήκης. Όλοι οι χώροι των διαμερισμάτων είναι θερμαινόμενοι καθώς επίσης και το μικρό κατάστημα του ισογείου. 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**.

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 (m²) κτιρίου : 988 | Συνολικός όγκος κτιρίου (m³) : 2965 |
| Θερμαινόμενη επιφάνεια (m²) : 831 | Θερμαινόμενος όγκος (m³) : 2493 |
| Ψυχόμενη επιφάνεια (m²) : 415,5 | Ψυχόμενος όγκος (m³) : 1246,5 |
| Μέσο ύψος τυπικού ορόφου (m) : 3 | Ύψος ισογείου (m) : 3 |

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.

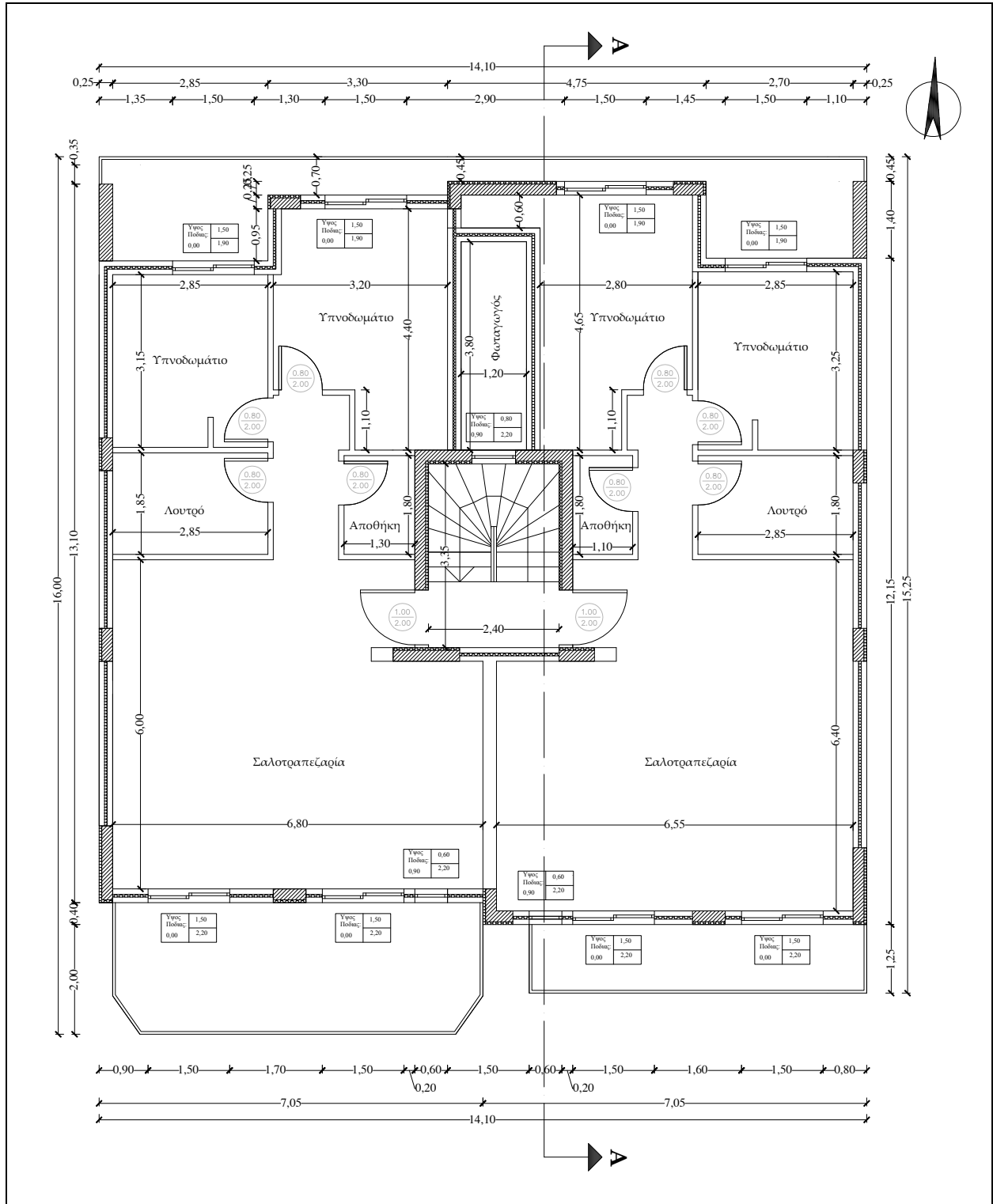
Στον πίνακα 2 δίνονται τα δεδομένα για τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας όπως οι εσωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές. Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας της θερμικής ζώνης, είναι σύμφωνα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

Πίνακας 2: Επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας κτιρίου

| Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης (κατοικίες) | | |
|--|----------------|---|
| Ωράριο λειτουργίας | 18 ώρες | Καθορισμένες τιμές από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 |
| Ημέρες λειτουργίας | 7 | |
| Μήνες λειτουργίας | 12 | |
| Περίοδος θέρμανσης | 15/10 έως 30/4 | |
| Περίοδος ψύξης | 1/6 έως 31/8 | |
| Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C) | 20 | |
| Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C) | 26 | |
| Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%) | 40 | |
| Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%) | 45 | |
| Απαιτούμενος νωπός αέρας (m ³ /h/m ²) | 0,75 | |
| Στάθμη γενικού φωτισμού (lux) | 200 | |
| Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφανείας για κτήριο αναφοράς (W/m ²) | 3,6 | |
| Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m ³ /(κλίνη.έτος)). Αριθμός κλινών πολυκατοικίας 20. | 27,38 | |
| Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C) | 50 | |
| Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C) | 16,4 | |
| Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m ²) | 4 | |
| Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών | 0,75 | |
| Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφανείας της θερμικής ζώνης (W/m ²) | 2 | |
| Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών | 0,75 | |

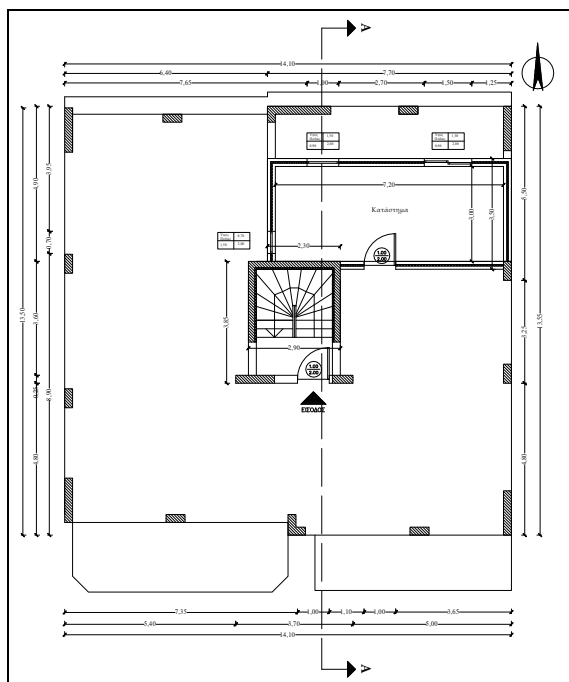
3. ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Και οι πέντε όροφοι του κτιρίου έχουν την ίδια κάτοψη όπως φαίνεται στο σχήμα 2.

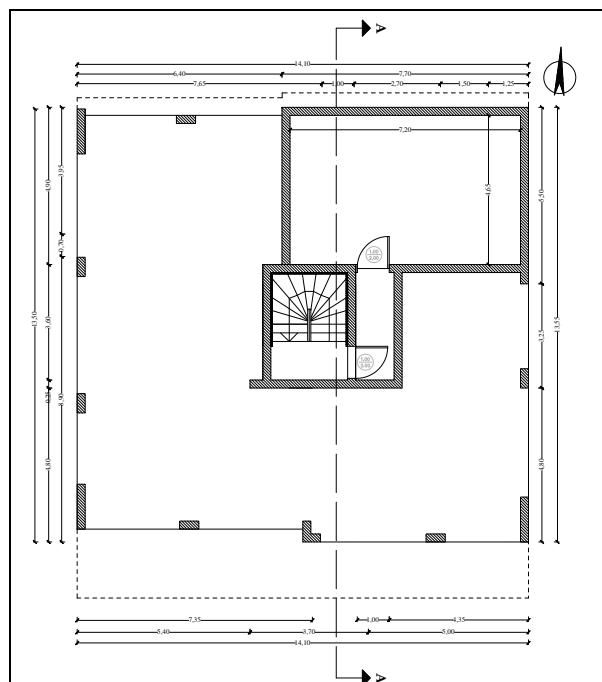


Σχήμα 2: Τυπική κάτοψη ορόφων

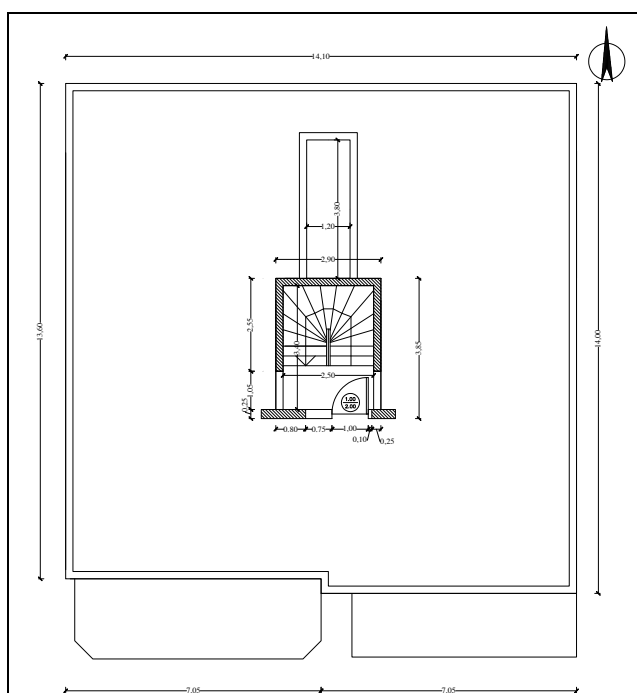
Η κάτοψη του ισογείου υπογείου και δώματος δίνονται αντίστοιχα στα σχήματα 3, 4 και 5.



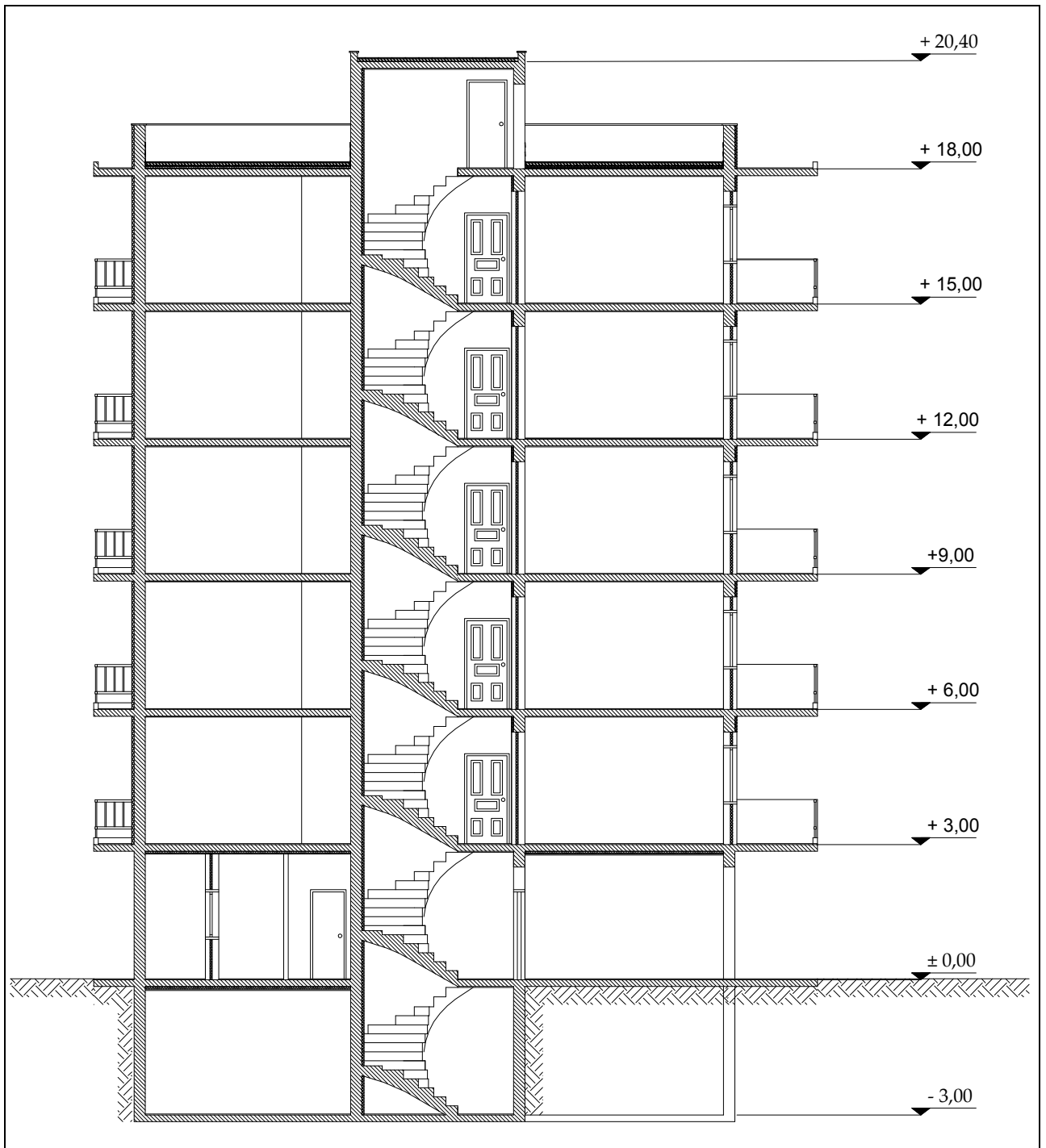
Σχήμα 3: Κάτοψη ισογείου



Σχήμα 4: Κάτοψη υπογείου



Σχήμα 5: Κάτοψη δώματος



Σχήμα 6: Τομή κτιρίου A-A'

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

Πίνακας 3: Επιμέρους χρήσεις χώρων του κτηρίου και επιφάνειες αυτών

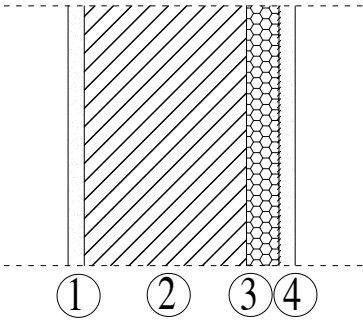
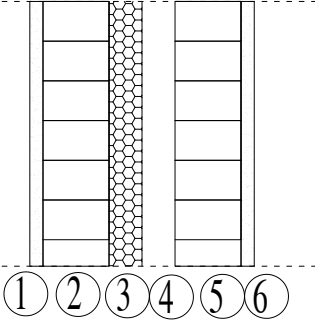
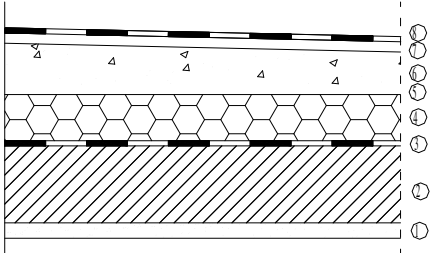
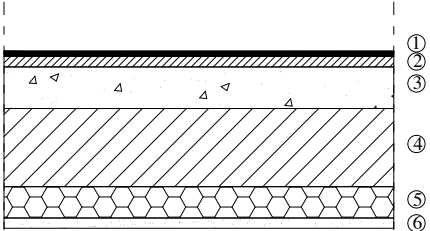
| Επιφάνειες επιμέρους χώρων κτηρίου σε m² | | | | |
|--|------------------------|--|------------------|----------------------------------|
| | Χώροι κατοικιών | Κοινόχρηστοι χώροι, κλιμακοστάσια | Κατάστημα | Λεβητοστάσιο και αποθήκες |
| Υπόγειο | - | 11,20 | | 60,3 |
| Ισόγειο | - | 11,20 | 27,0 | - |
| 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 κτηρίου, η βόρεια και η νότια είναι ελεύθερες και διαθέτουν ανοίγματα. Όλα τα δομικά στοιχεία του κτηρίου 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 δίνονται αναλυτικές περιγραφές κατασκευής για όλα τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτηρίου (φέρων οργανισμός, τοιχοποιίες, δώμα και δάπεδο). Οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων χώρων ελήφθησαν από τη μελέτη θερμομόνωσης του κτηρίου. 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 κτηρίου, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.6), θα ληφθούν υπόψη ως προσαύξηση κατά $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ του συντελεστή θερμοπερατότητα των επιμέρους αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Πίνακας 4: Αδιαφανή δομικά στοιχεία κτιρίου

| Σχηματική παράσταση | Περιγραφή | Συντελεστής θερμοπερατότητας |
|---|---|--|
|  | <p>Φέρον οργανισμός κτιρίου (δοκοί, υποστυλώματα, τοιχώματα)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Αβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm 2. Οπλισμένο σκυρόδεμα 25cm 3. Αφρώδης διογκωμένη πολυστερίνη 4cm 4. Αβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm | <p>Σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → $U=0,68 \text{ W/m}^2\text{K}$ μη θερμαινόμενο χώρο → $U=0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$ (από μελέτη θερμομόνωσης)</p> <p>Στοιχείο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → $U=3,40 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ με έδαφος → $U=4,30 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ (από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)</p> |
|  | <p>Τοιχοποιίες πλήρωσης (οπτοπλινθοδομή)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Αβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm 2. Οπτοπλινθοδομή 9cm 3. Αφρώδης διογκωμένη πολυστερίνη 3cm 4. Διάκενο 8cm 5. Οπτοπλινθοδομή 9cm 6. Αβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm | <p>Σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → $U=0,62 \text{ W/m}^2\text{K}$ μη θερμαινόμενο χώρο → $U=0,59 \text{ W/m}^2\text{K}$ (από μελέτη θερμομόνωσης)</p> <p>Στοιχείο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → $U=2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ (από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)</p> |
|  | <p>Δώμα</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Αβεστοκονίαμα 2cm 2. Οπλισμένο σκυρόδεμα 15cm 3. Φράγμα υδρατμών 4. Αφρώδης διογκωμένη πολυστερίνη 6cm 5. Φύλλο πολυαιθυλενίου 6. Κισσηρόδεμα κλίσεων 8cm 7. Τιμεντοκονίαμα 3cm 8. Στεγάνωση | <p>Σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → $U=0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$ (από μελέτη θερμομόνωσης)</p> <p>Στοιχείο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → $U=3,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ (από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)</p> |
|  | <p>Δάπεδο</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Πλακίδιο 0,5cm 2. Τιμεντοκονίαμα 2cm 3. Κισσηρόδεμα 8cm 4. Οπλισμένο σκυρόδεμα 15cm 5. Αφρώδης διογκωμένη πολυστερίνη 6cm 6. Αβεστοτσιμεντοκονίαμα 2cm | <p>Σε επαφή με: εξωτερικό αέρα → $U=0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$ (από μελέτη θερμομόνωσης)</p> <p>Στοιχείο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με: έδαφος → $U=3,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ (από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)</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 $U_f=7,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ και δίδυμο υαλοπίνακα (6mm διάκενο) με συντελεστή θερμοπερατότητας $U_g=3,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Για τον συγκεκριμένο συνδυασμό πλαισίου – υαλοπίνακα, ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας ισούται με $\Psi=0,02 \text{ W}/\text{mK}$. Ο συντελεστής ηλιακού κέρδους του υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση είναι $g=0,75$ και ο μέσος συντελεστής ηλιακού κέρδους του υαλοπίνακα είναι $g_{gl}=0,90 \times 0,75=0,675$. 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.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Πίνακας 5: Κουφώματα κτιρίου

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

Το συνολικό εμβαδό των παραθύρων είναι $7,80\text{m}^2$ και των μπαλκονόπορτων $123,0\text{m}^2$. 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 του ορόφους που δεν διαθέτουν κουφώματα. Ο συνολικός αερισμός του Μ.Θ.Χ. λαμβάνεται ίσος με:

$$11,2\text{m}^2 \text{ (επιφάνεια κλιμακοστασίου ανά όροφο) } \times 3\text{m (ύψος ορόφου) } \times 6\text{όροφοι} \times 1,0\text{m}^3/(\text{m}^3\text{h}) + \\ 11,2\text{m}^2 \times 2,4\text{m (ύψος δώματος) } \times 1\text{όροφος} \times 1,0\text{m}^3/(\text{m}^3\text{h}) + \\ 11,2\text{m}^2 \times 3\text{m (ύψος υπογείου) } \times 1\text{όροφος} \times 0,1\text{m}^3/(\text{m}^3\text{h}) = \mathbf{232 \text{ m}^3/\text{h}}$$

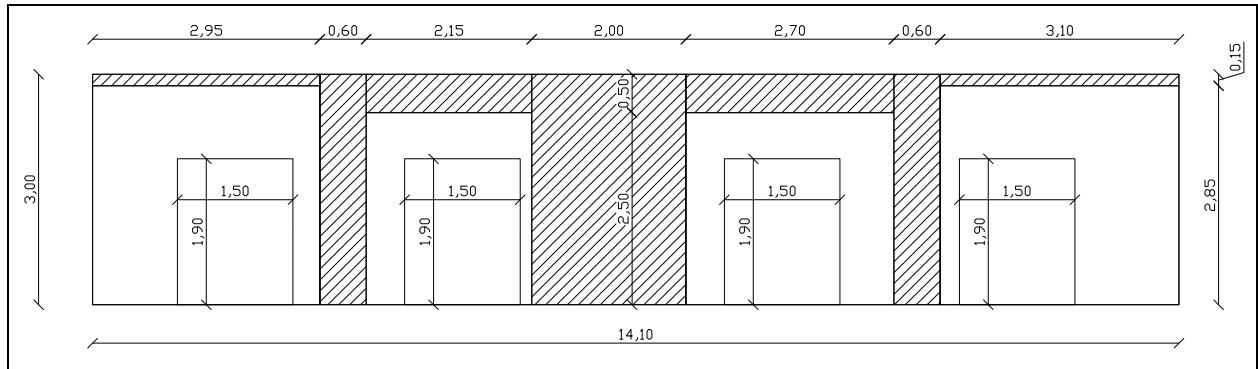
3.1 ΙΣΟΔΥΝΑΜΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

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

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

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



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

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

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

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

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

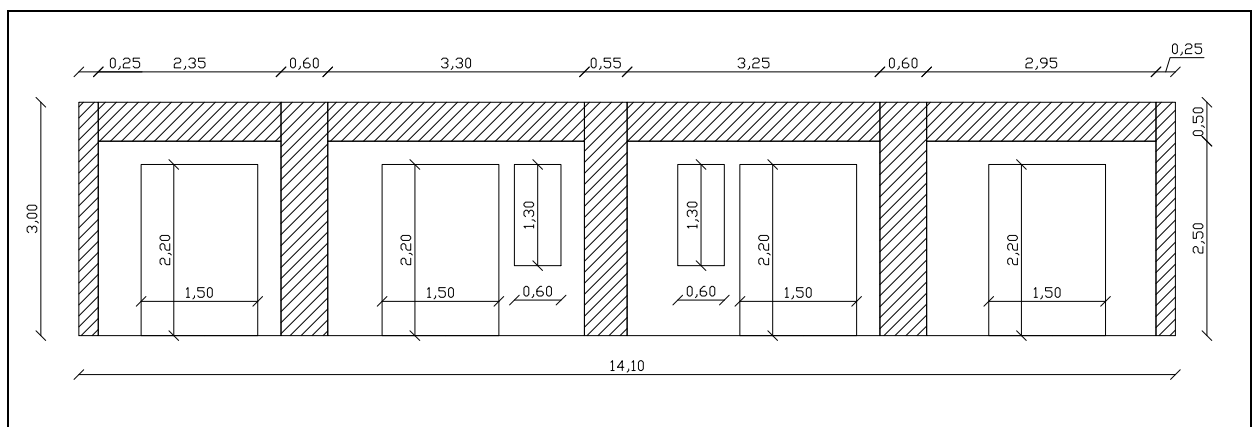
Εναλλακτικά από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.1) μπορεί να θεωρηθεί ότι ο φέρον οργανισμός καλύπτει το 35% της αδιαφανούς πρόσοψης.

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

$$A_{\text{τοιχ}} = 14,10 \times 3 - 11,40 - 14,81 = 16,09 \text{ m}^2$$

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

3.1.2 ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ



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

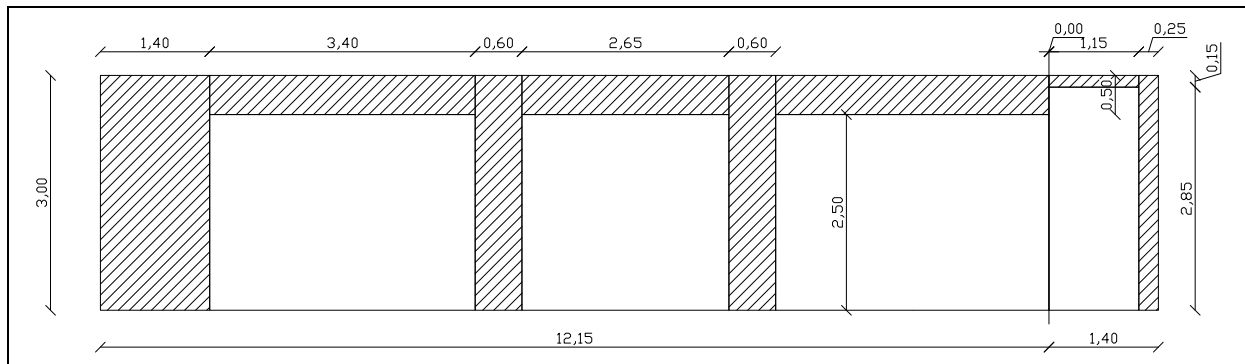
$$A_{\text{σκυροδέματος}} = 18,20 \text{ m}^2$$

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

$$A_{\text{επ}} = 27,54 \text{ m}^2$$

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

3.1.3 ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ



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

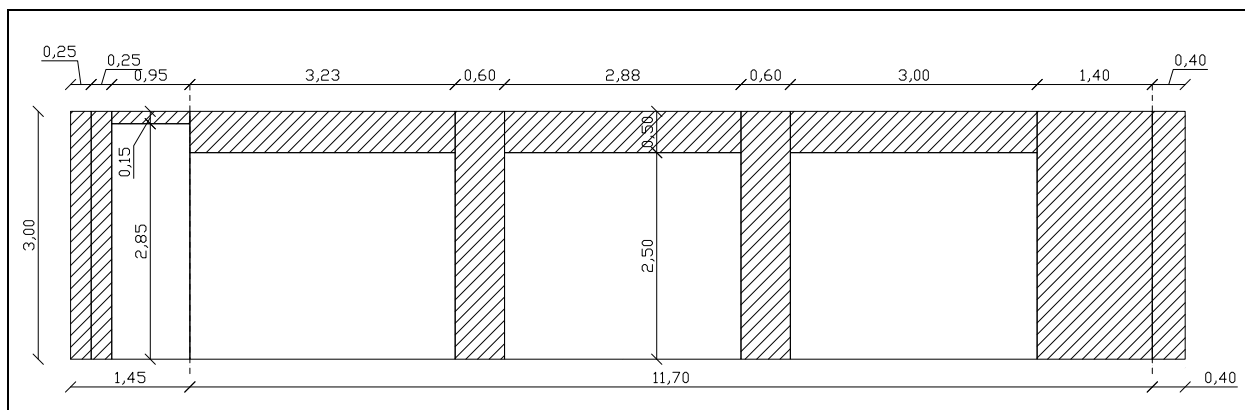
$$A_{\text{σκιεροδέματος}} = 1,15 \times 0,15 + 0,25 \times 3,00 = 0,92\text{ m}^2$$

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

$$A_{\text{επ}} = 4,20\text{m}^2$$

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

3.1.4 ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ



Δυτική 1^{ος}-3^{ος} όροφος

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

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

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

$$A_{\text{επ}} = 5,55\text{m}^2$$

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

Δυτική 4^{ος}-6^{ος} όροφος

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

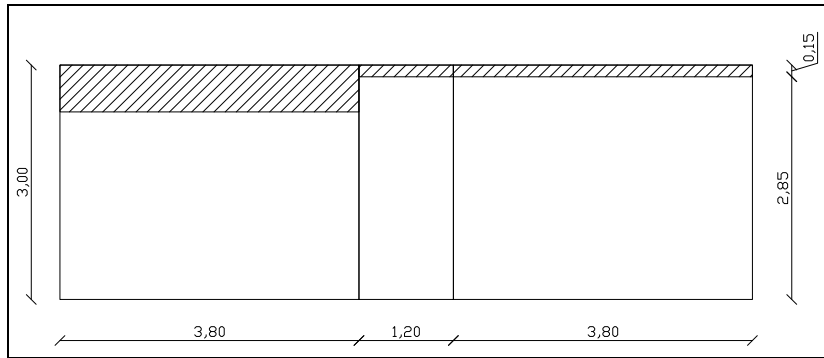
$$A_{\text{σκιεροδέματος}} = 15,19\text{m}^2$$

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

$$A_{\text{επ}} = 40,65\text{m}^2$$

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

3.1.5 ΦΩΤΑΓΩΓΟΣ



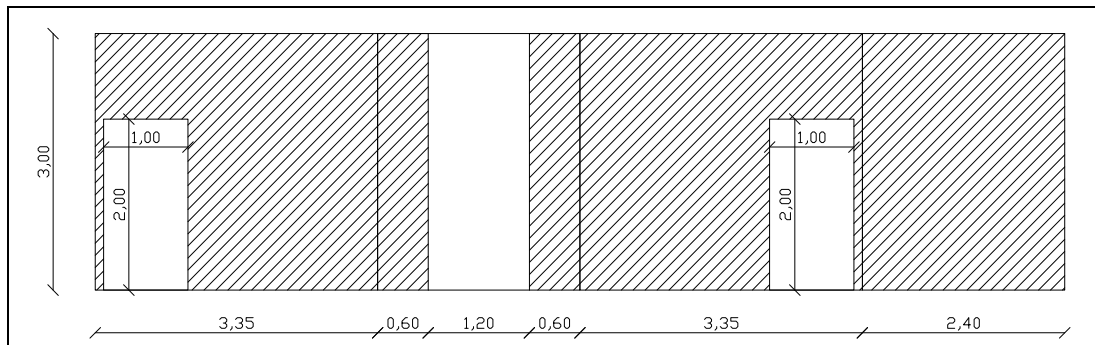
$$A_{\text{σκιεροδέματος}} = 2,65\text{m}^2$$

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

$$A_{\text{επ}} = 26,40\text{m}^2$$

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

3.1.6 ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ



Σε επαφή με θερμαινόμενο χώρο:

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

$$A_{\text{πορτάς}} = 4,0\text{m}^2$$

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

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

$$A_{\text{επ}} = 30,9\text{m}^2$$

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

Σε επαφή με εξωτερικό αέρα (φωταγωγό):

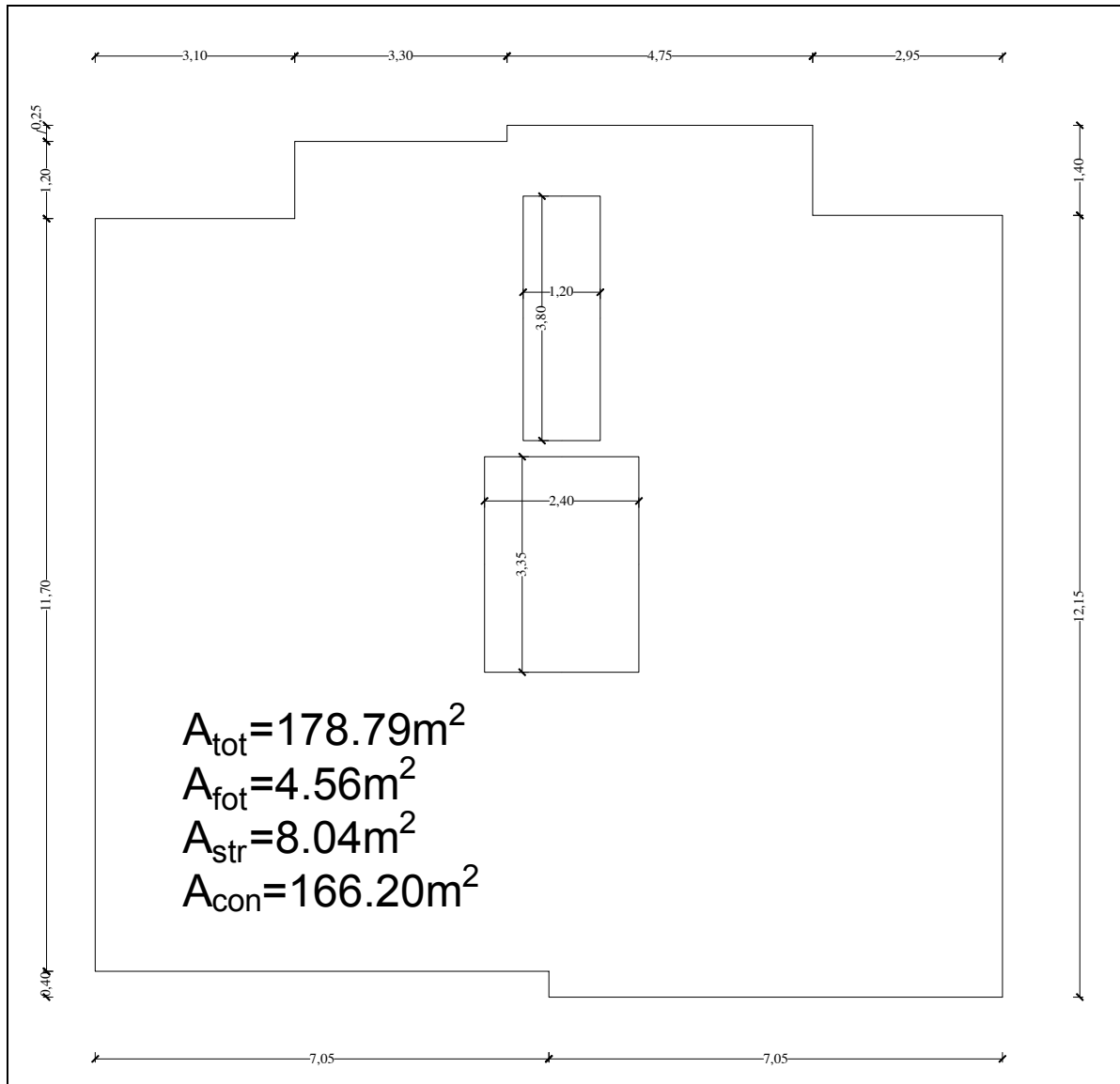
$$A_{\text{σκιεροδέματος}} = 3,60\text{m}^2$$

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

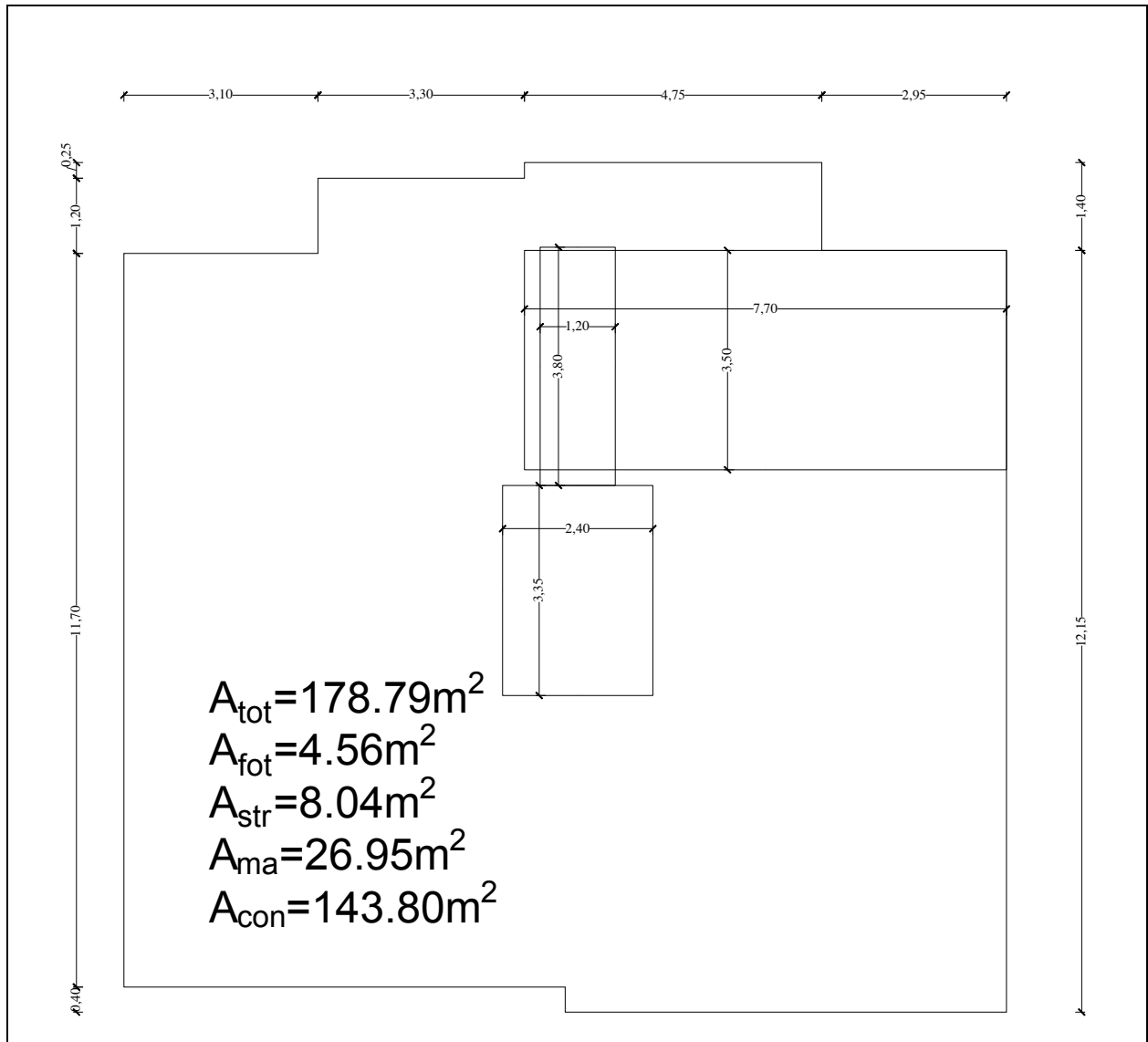
$$A_{\text{επ}} = 3,60\text{m}^2$$

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

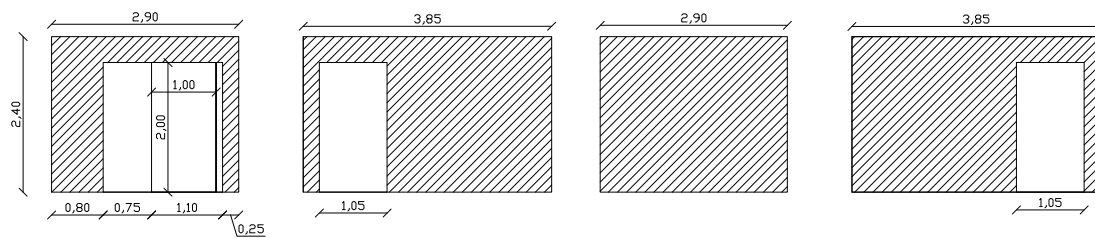
3.1.7 ΔΩΜΑ



3.1.8 ΔΑΠΕΔΟ 1^{ΟΥ} ΟΡΟΦΟΥ



3.1.9 ΑΠΟΛΗΞΗ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟΥ



Νότια όψη

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

$$A_{\text{τοιχοποιίας}} = 1,70\text{m}^2$$

$$U_{\text{πορτάς}} = 6,0 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (από πίνακα 3.12 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)}$$

$$A_{\text{πορτάς}} = 2,0\text{m}^2$$

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

$$A_{\text{σκιεροδέματος}} = 3,26\text{m}^2$$

$$A_{\text{επ}} = 6,96\text{m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = 3,85 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Ανατολική όψη

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

$$A_{\text{τοιχοποιίας}} = 2,10\text{m}^2$$

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

$$A_{\text{σκιεροδέματος}} = 7,14\text{m}^2$$

$$A_{\text{επ}} = 9,24\text{m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = 3,13 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Βόρεια όψη

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

$$A_{\text{σκιεροδέματος}} = 6,96\text{m}^2$$

$$A_{\text{επ}} = 6,96\text{m}^2$$

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

Δυτική όψη

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

$$A_{\text{τοιχοποιίας}} = 2,10\text{m}^2$$

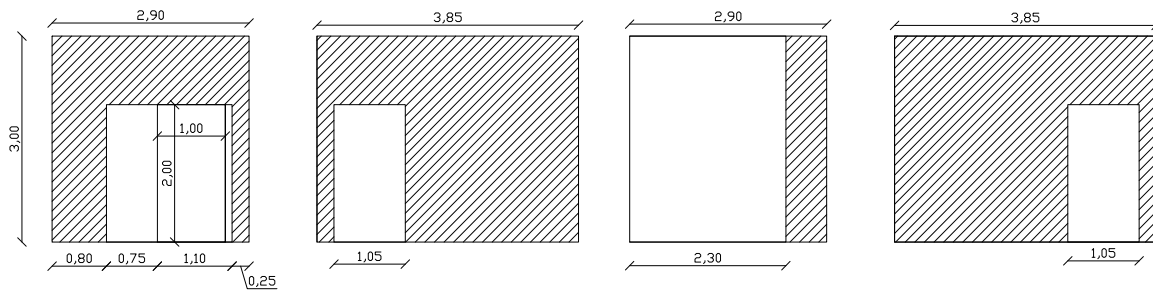
$$U_{\text{σκ}} = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A_{\text{σκιεροδέματος}} = 7,14\text{m}^2$$

$$A_{\text{επ}} = 9,24\text{m}^2$$

$$U_{\text{επ}} = 3,13 \text{ W/m}^2\text{K}$$

3.1.10 ΕΙΣΟΔΟΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ



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

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

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

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

$$A_{\text{πορτάς}} = 2,0\text{m}^2$$

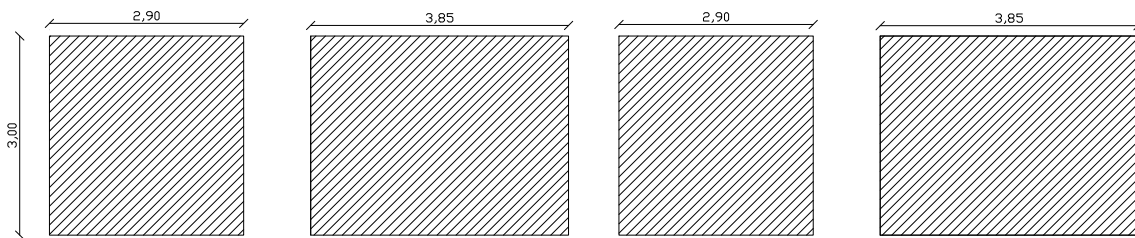
$$U_{\text{σκ}} = 3,40 \text{ W/m}^2\text{K}$$

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

$$A_{\text{επ}} = 33,60\text{m}^2$$

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

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).

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

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

$$A_{\text{επ}} = 40,50\text{m}^2$$

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

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 ² K)] |
|---|--|---------------------------|-------|--------------------------|
| Θερμαινόμενος Χώρος | 1 ^{ος} -2 ^{ος} | 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 ^{ος} -5 ^{ος} | Νότια | 27,5 | 0,66 |
| | | 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 ^{ος} | Δάπεδο | 143,8 | 0,44 |
| | 6 ^{ος} | Δώμα | 166,2 | 0,44 |
| Μη θερμαινόμενος Χώρος (κλιμακοστάσιο) | 1 ^{ος} - 5 ^{ος} | 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

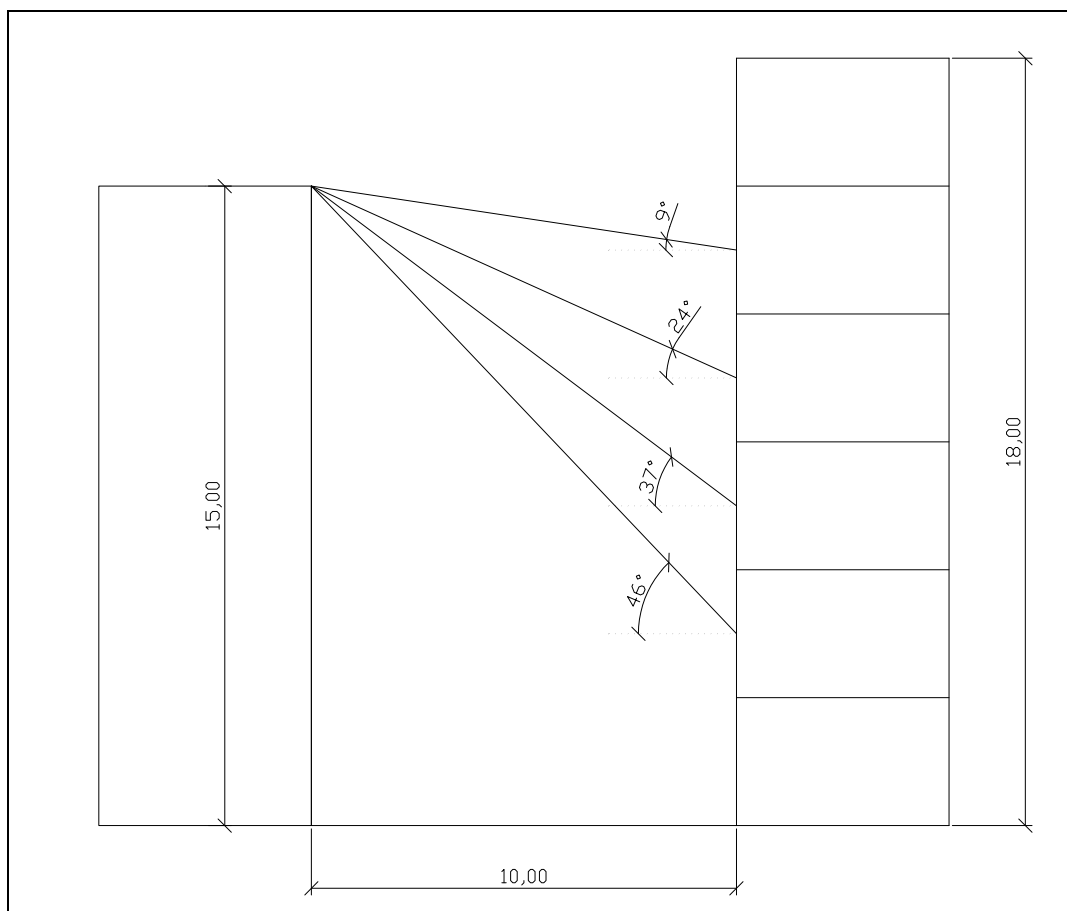
| | Επιφάνεια | A [m] | U [W/(m²K)] | γ | β | α | ε |
|--|------------------------------------|--------------|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Θερμαινόμενος Χώρος | Νότια | 137,5 | 0,66 | 180 | 90 | 0,40 | 0,80 |
| | Ανατολική | 21,0 | 0,63 | 90 | 90 | 0,40 | 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 | 0,80 |
| 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 περίμετρος της 13,50m .

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

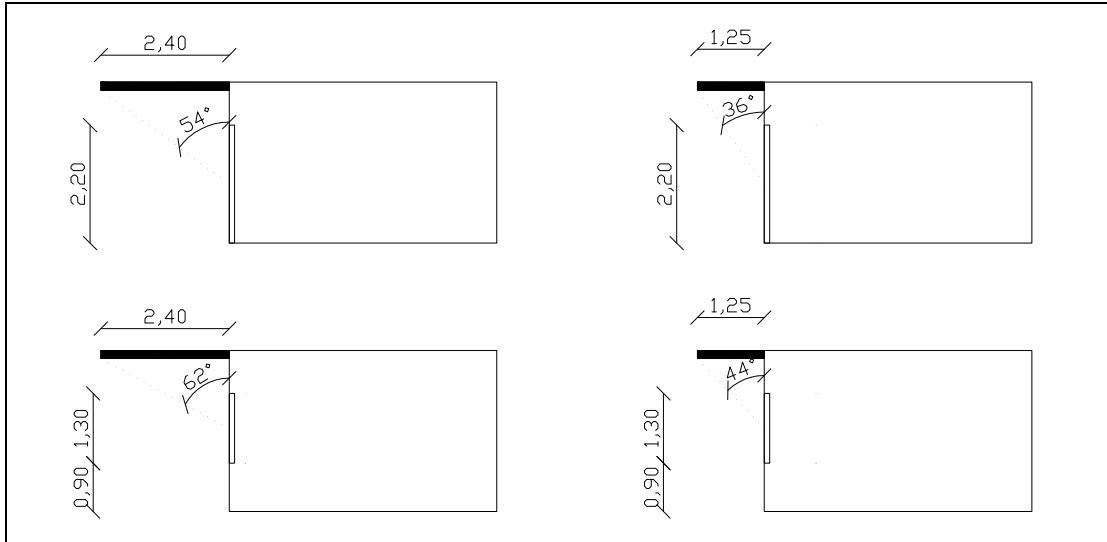
Στον πίνακα 8 δίνονται οι γωνίες σκίασης από ορίζοντα και οι αντίστοιχες τιμές των συντελεστών σκιασμού από ορίζοντα για την περίοδο θέρμανσης και την περίοδο ψύξης.

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

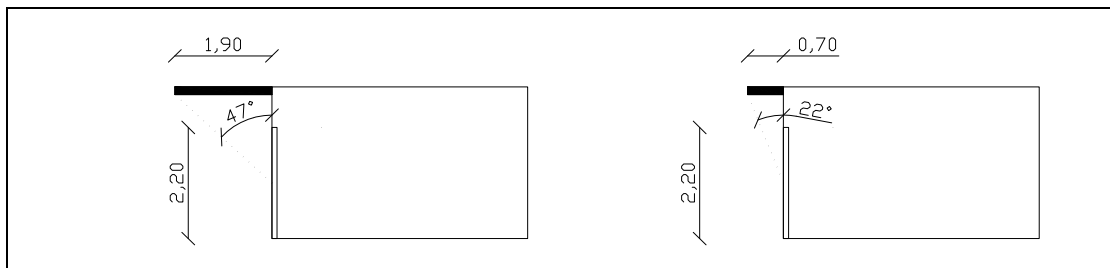
| όροφος | γωνία α | $F_{hor \text{ heating}}$ | $F_{hor \text{ cooling}}$ |
|--------|---------|---------------------------|---------------------------|
| 1ος | 46 | 0,40 | 0,95 |
| 2ος | 37 | 0,49 | 0,98 |
| 3ος | 24 | 0,76 | 1,00 |
| 4ος | 9 | 0,96 | 1,00 |
| 5ος | 0 | 1,00 | 1,00 |

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

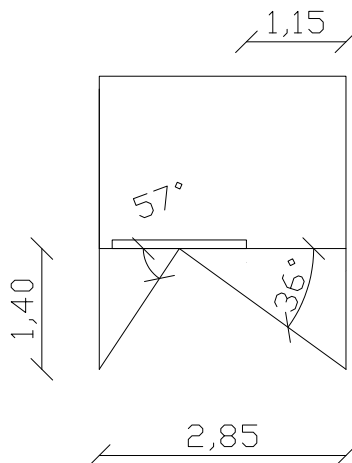
Στον πίνακα 9 δίνονται οι γωνίες σκιασμού για τα κουφώματα του κτιρίου ανά πρόβολο και οι συντελεστές σκίασμού από πρόβολο.

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

| Νότιες προσόψεις | | | | Βόρειες προσόψεις | | | |
|------------------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|-------------------|-------------------|
| πρ. | γωνία β | $F_{ov_heating}$ | $F_{ov_cooling}$ | πρ. | γωνία β | $F_{ov_heating}$ | $F_{ov_cooling}$ |
| 1 | 54 | 0,58 | 0,43 | 1 | 47 | 0,65 | 0,69 |
| | 62 | 0,47 | 0,38 | 2 | 22 | 0,83 | 0,86 |
| 2 | 36 | 0,76 | 0,60 | | | | |
| | 44 | 0,69 | 0,52 | | | | |

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.



Σχήμα 10: Γωνίες σκίασης βόρειου ανοίγματος από πλαϊνά

Πίνακας 10. Γωνίες και συντελεστές σκίασης πλαϊνού, βόρεια πρόσοψη

| | γ αριστερά | γ δεξιά | $F_{fin\ left}$ | $F_{fin\ right}$ | F_{fin} |
|-------------------|------------|---------|-----------------|------------------|-----------|
| Χειμερινή περίοδο | 57 | 36 | 1 | 1 | 1 |
| Θερινή περίοδο | | | 0,92 | 0,92 | 0,85 |

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_w | $F_{ov\ heating}$ | $F_{ov\ cooling}$ | $F_{fin\ heating}$ | $F_{fin\ cooling}$ |
|---------|-----|------|-----|-------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 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_w | $F_{hor_heating}$ | $F_{hor_cooling}$ | $F_{ov_heating}$ | $F_{ov_cooling}$ | $F_{fin_heating}$ | $F_{fin_cooling}$ |
|------------|---------|----------|------|-----|-------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 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 | 0,40 | 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 |

4. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

4.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΧΩΡΩΝ

4.1.1. Περιγραφή

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 |

Οι θερματικές μονάδες θέρμανσης για την απόδοση θέρμανσης στους χώρους, είναι κλασικά σώματα καλοριφέρ (ακτινοβολίας).

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 η_{g1}) εφαρμόζουμε την σχέση 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

$$P_{gen} = A \cdot U_m \cdot \Delta T \cdot 1,8$$

όπου:

- P_{gen} σε [W] είναι η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτηρίου,
- A σε [m^2], είναι η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους (τοίχοι + ανοίγματα, οροφές, πυλωτή), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα. Για το υπό μελέτη κτήριο $A=1516 m^2$.
- U_m σε [$W/(m^2 \cdot K)$] είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A, για την περιοχή της Θεσσαλονίκης και είναι 0,95 $W/(m^2 \cdot K)$ βάσει του παλαιού ΚΘΚ που ίσχυε κατά την περίοδο έκδοσης της οικοδομικής άδειας του κτηρίου.

- ΔT σε [°C] η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος, για τη Θεσσαλονίκη 23°C (Γ κλιματική ζώνη) και
- 1,8 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.

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 $\eta_{g1}=0,75$ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 πίνακας 4.3). Αντίστοιχα ο συντελεστής η_{g2} (κατάσταση λέβητα), λαμβάνεται $\eta_{g2}=1$ (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 η_{g1} μονάδας λέβητα - καυστήρα.)

| Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης (P_m / P_{gen}) | Συντελεστής βαρύτητας η_{g1} |
|---|-----------------------------------|
| Λέβητας με διπλάσια ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη | 0,75 |
| 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 η_{g2} μονάδας λέβητα - καυστήρα.)

| Όνομαστική ισχύς (kW) | 20 - 100 | 100 - 200 | 200 - 300 | 300 - 400 | ≥ 400 |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Λέβητας με μόνωση Σε καλή κατάσταση μόνωσης | 1,0 | | | | |
| 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 :

$$\eta_{ge} = \eta_{gm} \times \eta_{g1} \times \eta_{g2} = 0,88 \times 0,75 \times 1 = \mathbf{0,66 (66,0\%)}$$

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,

$$\eta_g = \eta_{g1} \times \eta_{g2} = 0,75,$$

οπότε η θερμική ισχύς του δικτύου διανομής θα είναι $110 \text{ kW} \times 0,75 = 82,5 \text{ kW}$, 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 ομοίμορφη και περίπου ίση με 7 kW. Η θερμομόνωση των κατακόρυφων σωλήνων, καθώς και το οριζόντιων είναι 6mm.

Από τον πίνακα 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 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.

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 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 ¹ κτηρίου αναφοράς | Μόνωση ² ίση με την ακτίνα σωλ. | Ανεπαρκής μόνωση ³ | Χωρίς μόνωση | Μόνωση κτηρίου αναφοράς | Με μόνωση ίση με την ακτίνα σωλ. |
| [kW] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] |
| Θέρμανση με υψηλές θερμοκρασίες θερμικού μέσου (90 - 70°C) | | | | | | |
| 20 - 100 | 5,5 | 4,5 | 11,0 | 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 |

¹ Για μόνωση σωλήνων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7.
² Για μόνωση σωλήνων με πάχος ίσο με την ακτίνα του σωλήνα.
³ Ανεπαρκής μόνωση του δικτύου ή κλάδου (τμήματος) αυτού λόγω φθορών. Συνδέσεις και βάνες χωρίς μόνωση.

4.1.4. Τερματικές Μονάδες

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

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

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 $\eta_{em,t} = 0,89$.

Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (Πίνακας 4.12. Απόδοση εκπομπής η_{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης.)

| Τύπος τερματικής μονάδας | Απόδοση εκπομπής η_{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης | | |
|------------------------------------|---|---------|---------|
| | 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 | 0,89 | 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.

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: Λέβητας-Καυστήρας | | | | | | | | | | | |
| Πραγματική θερμική ισχύς μονάδας: 110 kW | | | | | | | | | | | |
| Θερμική απόδοση μονάδας : 0,66 (66,0%) | | | | | | | | | | | |
| Είδος καυσίμου: πετρέλαιο | | | | | | | | | | | |
| Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%): | | | | | | | | | | | |
| ΙΑΝ | 1 | ΦΕΒ | 1 | ΜΑΡ | 1 | ΑΠΡ | 1 | ΜΑΙ | 0 | ΙΟΥΝ | 0 |
| ΙΟΥΛ | 0 | ΑΥΓ | 0 | ΣΕΠΤ | 0 | ΟΚΤ | 1 | ΝΟΕ | 1 | ΔΕΚ | 1 |
| Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (Ευρώ/μ ²): | | | | | | | | | | | |
| Δίκτυο διανομής θερμότητας | | | | | | | | | | | |
| Θερμική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 82,5 /12 κλάδοι ≈ 7 kW | | | | | | | | | | | |
| 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 : 0,89 (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 : 0,864 (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 | | | | | | | | | | | |

4.2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ ΧΩΡΩΝ

4.2.1. Περιγραφή

Στις κατοικίες του κτηρίου υπάρχουν αυτόνομες 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 θερμικής 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 (δισαιρούμενου 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:

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

για $f_{im}=0,97$ (για διακοπτόμενη λειτουργία) και $f_{hydr} = 1$ (σύστημα με υδραυλική ισορροπία), υπολογίστηκε η βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων $\eta_{em,t} = 0,93$.

(Πίνακας 4.14. Απόδοση η_{em} τερματικών μονάδων ψύξης)

| Τύπος τερματικής μονάδας | Απόδοση εκπομπής η_{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 | 0,93 |

4.2.5. Βοηθητικά Συστήματα

Δεν υπάρχουν.

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 70,4 kW | | | | | | | | | | | |
| Συντελεστής συμπεριφοράς μονάδας EER: 1,5 | | | | | | | | | | | |
| Είδος καυσίμου: Ηλεκτρικό ρεύμα | | | | | | | | | | | |
| Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) : | | | | | | | | | | | |
| ΙΑΝ | 0 | ΦΕΒ | 0 | ΜΑΡ | 0 | ΑΠΡ | 0 | ΜΑΙ | 0 | ΙΟΥΝ | 0,5 |
| ΙΟΥΛ | 0,5 | ΑΥΓ | 0,5 | ΣΕΠΤ | 0,5 | ΟΚΤ | 0 | ΝΟΕ | 0 | ΔΕΚ | 0 |
| Δίκτυο διανομής ψύξης | | | | | | | | | | | |
| Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW) : Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής | | | | | | | | | | | |
| Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | |
| Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής : 1,0 (100%) | | | | | | | | | | | |
| Ύπαρξη 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 : 0,959 (95,9%) | | | | | | | | | | | |
| Βοηθητική ενέργεια | | | | | | | | | | | |
| Τύπος βοηθητικών συστημάτων | | | | Αριθμός συστημάτων | | | | Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW) | | | |
| - | | | | - | | | | - | | | |
| Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων : 15 (%) του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου | | | | | | | | | | | |

4.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

4.3.1. Περιγραφή

Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, χρησιμοποιούνται τοπικοί ηλεκτρικοί θερμαντήρες, 80lt, 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 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 :

- η θερμική απόδοση των μονάδων παραγωγής, 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%.

παράγραφος 4.8.3. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 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 40 kW | | | | | | | | | | | |
| Θερμική απόδοση μονάδας : 1,0 (100 %) | | | | | | | | | | | |
| Είδος καυσίμου: Ηλεκτρικό ρεύμα | | | | | | | | | | | |
| 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 : 1,0 (100% λόγω τοπικής κατανάλωσης) | | | | | | | | | | | |
| Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας | | | | | | | | | | | |
| Είδος αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης : Θερμαντήρες διπλής ενέργειας σε εσωτερικό χώρο | | | | | | | | | | | |
| Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ΖΝΧ : 0,98 (100%-2% πλευρικές απώλειες=98%) | | | | | | | | | | | |
| Ισχύς βοηθητικών συστημάτων για ΖΝΧ: 0 kW | | | | | | | | | | | |

4.4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

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

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 :

$$\eta_{ge} = \eta_{gm} \times \eta_{g1} \times \eta_{g2} = 0,92 \times 0,75 \times 1 = \mathbf{0,69 \text{ (69,0\%)}}$$
 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 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. (κτήριο 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 20m² συλλέκτες στο δώμα, δηλαδή 2m² ανά κατοικία.

Το δώμα έχει αρκετό διαθέσιμο χώρο (155m²) 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 ~80m²).

Στο λογισμικό δίνουμε τα στοιχεία :

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

Απλός – Επίπεδος > 20m² >

Συν.α (ηλιακή αξιοποίηση για ΖΝΧ) = 0,30 >

γ (προσανατολισμός) = 180° >

β (κλίση) = 40,5° δηλαδή = γεωγραφικό πλάτος Θεσσαλονίκης για 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 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 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 |
| Θεσσαλο- νίκη | 0,325 | 0,332 | 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 |
| Μέσος όρος | 0,325 | 0,332 | 0,337 | 0,348 | 0,358 | 0,357 | 0,366 | 0,373 | 0,375 |