

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής & Διοίκησης



Διπλωματική εργασία

«Τεχνικές παρεμβάσεις για τη μείωση της ενεργειακής
κατανάλωσης κτιρίου δημοσίου τομέα: Η περίπτωση του
Δημαρχείου Καλαμάτας»

Ηλιοπούλου Σταυρούλα

Επιβλέπων: Παπαευθυμίου Σπυρίδων

Χανιά, 2020

Στη μητέρα μου, Καλλιόπη
και στο σύντροφό μου, Βασίλη

Abstract

The environmental crisis has made critical the need for greener housing solutions. In Greece, the construction department has yet to provide environmentally friendly houses and is far behind compared to other countries that have made serious advancements in low-cost energy living. Since construction is scarce in Greece because of the economic crisis that prevails in the last 10 years, the trend now is to renovate existing buildings, thus promoting investments in renewable energy and reducing their environmental footprint. The European Union, in order to promote greener housing, funds these kinds of renovations up to 70%. In this case study, we get a public building, a city hall, under the scope of its energy requirements. According to the Energy Performance of Buildings Directive, we conduct the energy certificate of the building and provide guidelines that will reduce its energy footprint, alongside with cost evaluations and investment depreciations.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό την ενεργειακή επιθεώρηση ενός ήδη υφιστάμενου κτιρίου τριτογενούς τομέα, του Δημαρχείου Καλαμάτας, καθώς και την πρόταση τεσσάρων επενδυτικών σεναρίων που αποσκοπούν στην ελάττωση των ενεργειακών του αναγκών.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη εισαγωγή στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, που αποτελεί την ισχύουσα νομοθεσία η οποία αφορά τις ενεργειακές καταναλώσεις τόσο των ήδη υφιστάμενων κτιρίων, όσο και των νέων προς κατασκευή κτιρίων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μία σύντομη περιγραφή και ιστορική αναδρομή του κτιρίου υπό μελέτη, καθώς και μία εισαγωγή στα δύο βασικά μέρη του προγράμματος 4M, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για να γίνει η ενεργειακή επιθεώρηση.

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στο σχεδιαστικό κομμάτι του 4M, το GCAD, στο οποίο ο ενεργειακός επιθεωρητής σχεδιάζει το κτίριο και ορίζει τόσο τα βασικά δομικά του στοιχεία, όσο και τυχόν εξωτερικά στοιχεία τα οποία μπορούν με κάποιο τρόπο να επηρεάσουν την ενεργειακή του κατανάλωση.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, γίνεται ανάλυση του υπολογιστικού τμήματος του 4M, το ENKA (Ενεργειακά – Κτίριο Αναφοράς), όπου αντλούνται όλα τα εισαχθέντα στοιχεία του σχεδιαστικού και ορίζονται τα συστήματα του κτιρίου υπό μελέτη, με τελικό αποτέλεσμα την εξαγωγή της ενεργειακής του κλάσης.

Το πέμπτο κεφάλαιο αποτελεί την παράθεση τεσσάρων σεναρίων, τα οποία αποσκοπούν στη μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου υπό μελέτη, συνοδευόμενα από την εκτίμηση του κόστους και της αποπληρωμής του εκάστοτε σεναρίου, σύμφωνα με το πρόγραμμα «Εξοικονομώ κατ' οίκον».

Στο έκτο κεφάλαιο εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με τα σενάρια βελτίωσης των ενεργειακών καταναλώσεων και βγαίνει η καινούρια ενεργειακή κλάση του κτιρίου υπό μελέτη, μετά την εφαρμογή των σεναρίων.

Περιεχόμενα

Abstract	3
Περίληψη	4
Περιεχόμενα	5
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	7
1.1 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)	8
Κεφάλαιο 2: Περιγραφή κτιρίου	9
Κεφάλαιο 3: Σχεδιαστικό τμήμα 4Μ Κ.Εν.Α.Κ.	10
3.1 Ορισμός Κτιρίου	10
3.2 Σχεδιασμός κολώνων	15
3.3 Σχεδιασμός τοίχων	17
3.4 Σχεδιασμός δοκαριών	19
3.5 Ομαδοποίηση τύπων τοίχων, δοκαριών και κολώνων	19
3.6 Ορισμός ανοιγμάτων	19
3.6.1. Παράθυρα	19
3.6.2. Πόρτες	22
3.7 Ορισμός θερμικών ζωνών Κ.Εν.Α.Κ.	25
3.7.1. Ορισμός Θερμαινόμενων χώρων (κτιριακά κελύφη)	27
3.7.2. Ορισμός Μη Θερμαινόμενων Χώρων (ΜΘΧ)	29
3.8 Ορισμός δαπέδων	31
3.9 Ορισμός οροφών	32
3.10 Ορισμός διεύθυνσης Βορρά	34
3.11 Γειτονικά κτίρια	35
3.11.1. Ορισμός γειτονικών κτιρίων	35
3.11.2. Σκιάσεις γειτονικών κτιρίων	38
3.12 Σκιάσεις οριζοντίων προβόλων	38
3.13 Σκιάσεις καθέτων προβόλων	40
Κεφάλαιο 4: Υπολογιστικό τμήμα 4Μ	42
4.1 Μετάβαση από το σχεδιαστικό στο υπολογιστικό τμήμα του 4Μ Κ.Εν.Α.Κ.	42
4.2 Στοιχεία κτιρίου	43
4.3 Τυπικά στοιχεία	45
4.3.1. Εξωτερικοί τοίχοι, κολώνες και δοκάρια	45
4.3.2. Εσωτερικοί τοίχοι, κολώνες και δοκάρια	46
4.3.3. Οροφές	46

4.3.4. Δάπεδα	47
4.3.5. Ανοίγματα	47
4.4 Θερμικές ζώνες	52
4.5 Φωτισμός	53
4.6 Συστήματα	55
4.6.1. Θέρμανσης.....	55
4.6.2. Κλιματισμού – Ψύξης.....	59
4.6.3. Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)	61
4.7 Εξαγωγή ενεργειακής κλάσης κτιρίου	63
4.7.1. Γενικά	63
4.7.2. Για το κτίριο υπό μελέτη	63
Κεφάλαιο 5: Σενάρια βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης & εκτίμηση κόστους.....	66
5.1 Εισαγωγή	66
5.2 Σενάριο 1: Θερμομόνωση τοίχων και οροφής προς εξωτερικό περιβάλλον ..	66
5.2.1. Ορισμός τιμών U	66
5.2.2. Ορισμός της προβαλλόμενης αντίστασης στη ροή θερμότητας	67
5.2.3. Εύρεση θερμικής αντίστασης και εκτίμηση κόστους	69
5.2.4. Εξοικονόμηση ενέργειας σεναρίου	73
5.3 Σενάριο 2: Αντικατάσταση κουφωμάτων.....	75
5.3.1. Ορισμός τιμών U	75
5.3.2. Εκτίμηση κόστους	75
5.3.3. Εξοικονόμηση ενέργειας σεναρίου	77
5.4 Σενάριο 3: Αντικατάσταση συστήματος φωτισμού	79
5.5 Σενάριο 4: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ στο δώμα οροφής	82
5.5.1. Επιλογή φωτοβολταϊκών πάνελ & εισαγωγή τους στο σχεδιαστικό του 4M	82
5.5.2. Εισαγωγή χαρακτηριστικών των πάνελ στο υπολογιστικό τμήμα του 4M	84
5.5.3. Εξοικονόμηση ενέργειας σεναρίου	85
Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα	87
Βιβλιογραφία	90

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Στο γενικότερο κλίμα αστικοποίησης που επικρατεί στην Ελλάδα, οι περιβαλλοντικές επεμβάσεις όλο και πληθαίνουν, συνδράμοντας με αυτόν τον τρόπο στη μόλυνση του αέρα και του υδροφόρου ορίζοντα. Ανάμεσα στους πολλούς τομείς όπου η Ελλάδα υστερεί περιβαλλοντικής συνείδησης σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη, είναι και ο κτιριακός, ο οποίος ίσως να είναι και το μεγαλύτερό της σφάλμα. Εάν αναλογιστεί κάποιος το πόσο πλεονεκτεί η Ελλάδα κλιματικά σε σχέση με την πλειοψηφία των χωρών της Ευρώπης, μπορεί να διαπιστώσει εύκολα ότι σφάλλει, καθώς δεν εκμεταλλεύεται τα τεράστια ηλιακά της κέρδη, ούτε τους ισχυρούς της ανέμους για την παραγωγή και αποθήκευση ενέργειας. Προκειμένου λοιπόν να επιτευχθεί ανάπτυξη η οποία θα επικεντρώνεται στη μείωση του περιβαλλοντικού της αποτυπώματος, η Ελλάδα θέτει με τη βοήθεια της Ευρωπαϊκής Ένωσης τους ακόλουθους στόχους:

- Ισορροπημένη κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη, μείωση των διαφορών μεταξύ των αποκαλούμενων «αναπτυγμένων» και «προβληματικών» περιοχών ή μεταξύ κεντρικών και περιφερειών.
- Αποκέντρωση πληθυσμού.
- Βελτίωση των αναπτυξιακών δυνατοτήτων των περιφερειακών περιοχών και επιβίωση μικρών πόλεων και αγροτικών κέντρων.
- Μείωση και αντιστροφή των τάσεων της μετανάστευσης και της αστικοποίησης.
- Προετοιμασία του εθνικού κτηματολογίου.
- Ενίσχυση της οικονομικής, κοινωνικής και πολιτιστικής ανάπτυξης των απομακρυσμένων περιοχών.
- Ενεργειακός προγραμματισμός προς ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Ενίσχυση της κοινωνικής συνοχής και της περιβαλλοντικής και πολιτιστικής ταυτότητας των αστικών κέντρων και των μικρών οικισμών.
- Διατήρηση της αρμονικής ισορροπίας και της ποικιλομορφίας της ελληνικής φύσης και οικοσυστημάτων.
- Βελτίωση του αστικού περιβάλλοντος και των συνθηκών διαβίωσης (ατμοσφαιρική και ηχορύπανση σε μεγάλα αστικά κέντρα, ολοκληρωμένη εθνική διαχείριση αποβλήτων).
- Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση για βιώσιμα πρότυπα διαβίωσης.
- Προώθηση της διεθνούς συνεργασίας και εφαρμογή διεθνών συμβάσεων.

“Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή απεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της κοινοτικής οδηγίας 2002/91/EK περί ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Η χώρα μας, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους πολίτες της, εναρμόνισε την εθνική μας νομοθεσία με την κοινοτική οδηγία, σύμφωνα με τον νόμο 3661/2008.”

TOTEE 2017, TEE (1^η Έκδοση)

1.1 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)

Πριν από τον Κ.Εν.Α.Κ., ο οποίος αφορά τις οικοδομικές άδειες κτιρίων από το 2010 και μετά, εφαρμόζονταν ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.), που αφορούσε τις οικοδομικές άδειες από το 1981 έως το 2009. Πριν από αυτόν δεν υπήρχε καμία νομοθεσία που να προβλέπει τη μόνωση των κτιρίων ή να μετράει με κάποιον τρόπο την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων.

Οι βασικοί τομείς που εξετάζει ο Κ.Εν.Α.Κ. και ορίζονται οι προδιαγραφές του είναι οι εξής:

- Οι συνθήκες λειτουργίας του κτιρίου.
- Οι προδιαγραφές του κτιριακού κελύφους.
- Οι προδιαγραφές τεχνικών συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και ζεστού νερού χρήσης.
- Οι προδιαγραφές για φωτισμό, διατάξεις αυτομάτου ελέγχου, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συμπαραγωγή.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του εκάστοτε κτιρίου.
- Τα χαρακτηριστικά καυσίμων.

Το **κτίριο αναφοράς** καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτίριο. Συγκεκριμένα, θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές όπως περιγράφονται στον Κ.Εν.Α.Κ και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στα ηλεκτρομηχανολογικά τεχνικά συστήματα που αφορούν στον κλιματισμό (θέρμανση & ψύξη) των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή ζεστών νερών χρήσης και στο φωτισμό.

TOTEE 2017, ΤΕΕ (1^η Έκδοση)

Ο υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης ενός ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου είναι στην ουσία η σύγκρισή του με το κτίριο αναφοράς.

Η ανέγερση ενός κτιρίου σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., μπορεί μακροχρόνια να έχει τεράστια οικονομικά οφέλη, όμως απαιτεί ένα μεγάλο αρχικό κόστος, γεγονός που την καθιστά εξαιρετικά δύσκολη στην Ελλάδα της κρίσης. Γι' αυτό το λόγο είναι πιο σύνθηδες το φαινόμενο της ριζικής ανακαίνισης των ήδη υπαρχόντων κτιρίων.

Ορμώμενη από αυτό το φαινόμενο, η Ευρωπαϊκή Ένωση προχώρησε σε χρηματοδότηση των προγραμμάτων “Εξοικονομώ κατ’ οίκον”, τα οποία προβλέπουν στη ριζική ανακαίνιση κατοικιών με σκοπό τη μείωση των ενεργειακών τους καταναλώσεων.

Στην παρούσα εργασία λοιπόν, θα εξεταστεί ένα κτίριο τριτογενούς τομέα ως προς την ενεργειακή του κατανάλωση. Θα διεξαχθεί δηλαδή ένα Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) με τη χρήση του υπολογιστικού εργαλείου 4M Κ.Εν.Α.Κ., όπου θα του αποδοθεί η ενεργειακή του κλάση και μετά θα προταθούν βελτιωτικές λύσεις στις οποίες θα συμπεριληφθεί μία εκτίμηση του κόστους (βάσει του “Εξοικονομώ κατ’ οίκον”), καθώς και ο χρόνος απόσβεσης της κάθε επένδυσης.

Κεφάλαιο 2: Περιγραφή κτιρίου

Το κτίριο προς μελέτη είναι το πρώην Γενικό Νοσοκομείο Καλαμάτας. Κατασκευάστηκε το 1959, ενώ μετά το σεισμό του 1986 έγιναν κάποιες εργασίες υποστυλώσεως για να αποκατασταθεί η στατική του επάρκεια. Μετά από 41 χρόνια λειτουργίας, οι υπηρεσίες του Γενικού Νοσοκομείου Καλαμάτας μεταφέρθηκαν σε νεόδμητο κτίριο. Τα εγκαίνια του νέου Δημαρχείου Καλαμάτας έγιναν το Σεπτέμβριο του 2017, με τις υπηρεσίες του Δήμου να έχουν ήδη ξεκινήσει να μεταφέρονται στο κτίριο ένα χρόνο πριν. Το κτίριο αποτελείται από συνολικά 5 επίπεδα:

- Υπόγειο
- Ισόγειο
- Α' όροφος
- Β' όροφος
- Δώμα



Εικόνα 1 Το Δημαρχείο Καλαμάτας

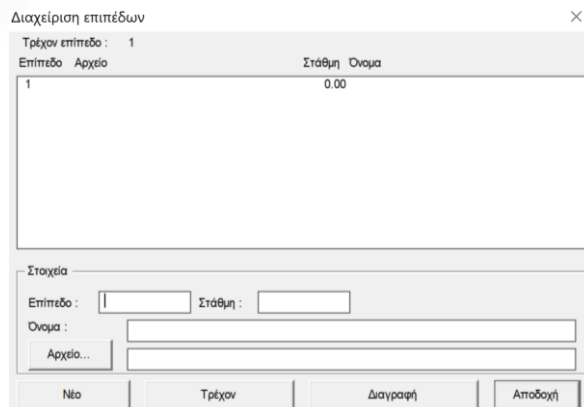
Μετά από επίσκεψη στο τμήμα των μηχανολόγων, διατέθηκαν οι μελέτες κλιματισμού, ύδρευσης, αποχέτευσης, πυρασφάλειας, καθώς και οι ηλεκτρολογικές. Από τα σχέδια αυτά μπορούμε να αντλήσουμε πληροφορίες για το κτίριο που θα μας χρειαστούν για να οριστεί σωστά το κτίριο στο πρόγραμμα **4M KENAK (S/N 1469032240)**. Αυτό το πρόγραμμα αποτελείται από δύο τμήματα:

- **Σχεδιαστικό:** Με βάση τις κατόψεις που υπάρχουν ήδη από το Δήμο, θα οριστούν τα τυπικά στοιχεία του κτιρίου (τοιχοί, δοκάρια, κολώνες, ανοίγματα κλπ.)
- **Υπολογιστικό:** Αντλούνται όλες οι πληροφορίες από το σχεδιαστικό τμήμα και εμφανίζονται σε κελιά (μορφή excel). Είναι σημαντικός ο προσδιορισμός της θερμοπερατότητας όλων των στοιχείων, καθώς και των συστημάτων (φωτισμός, ΖΝΧ, αντλίες θερμότητας).

Κεφάλαιο 3: Σχεδιαστικό τμήμα 4M Κ.Εν.Α.Κ.

3.1 Ορισμός Κτιρίου

Ανοίγοντας το σχεδιαστικό πρόγραμμα της 4M KENAK, θα δημιουργηθεί μια καινούρια μελέτη, όπου θα οριστεί το όνομά της και το directory όπου θα αποθηκευτεί. Πηγαίνοντας στην καρτέλα AutoBld – Καθορισμός κτιρίου, θα εμφανιστεί ένα παράθυρο με την εξής μορφή:

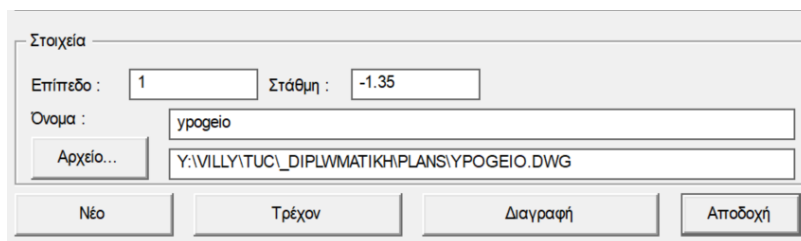


Εικόνα 2 Παράθυρο καθορισμού επιπέδων κτιρίου

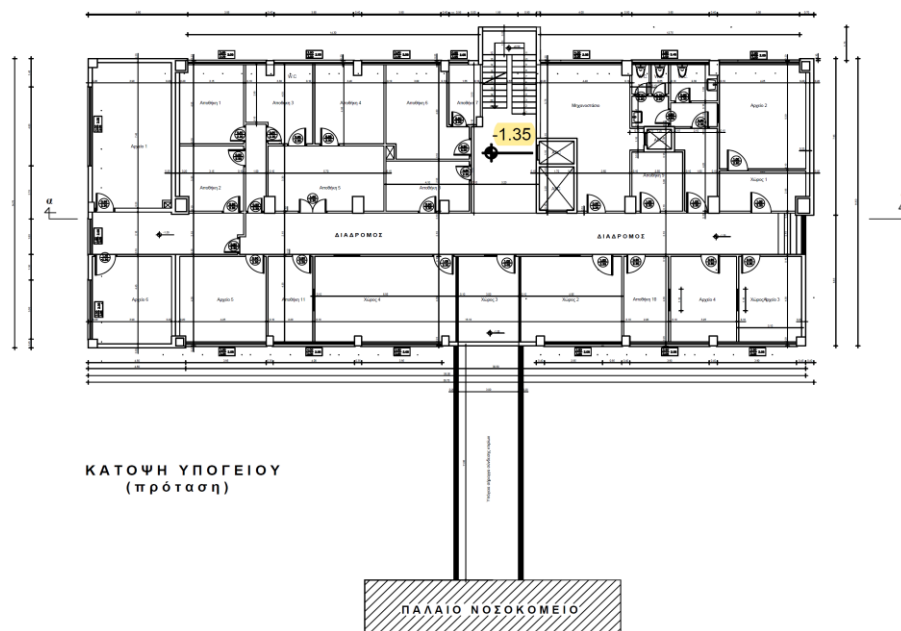
Σε αυτήν τη φάση θα καθοριστούν τα επίπεδα του κτιρίου, τα οποία είναι πέντε. Θα χρησιμοποιηθεί ως εξωτερική αναφορά το σχέδιο των κατόψεων που μας δόθηκε από το Δήμο. Το αρχείο αυτό είναι σε μορφή .dwg (CAD drawing) και περιέχει σε ένα σχέδιο τις κατόψεις και των πέντε επιπέδων του κτιρίου. Πρέπει να δημιουργηθούν από την αρχή πέντε διαφορετικά σχέδια .dwg, τα οποία θα περιέχουν το κάθε επίπεδο ξεχωριστά.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως σε κάθε σχέδιο πρέπει η κλίμακα να είναι 1:1, ώστε να γίνουν σωστά οι υπολογισμοί. Επιπλέον, το σημείο εισαγωγής για κάθε επιμέρους κάτοψη πρέπει να είναι κοινό, πράγμα απαραίτητο για να δημιουργηθεί σωστά το τρισδιάστατο μοντέλο του κτιρίου.

Οι στάθμες του κάθε επιπέδου φαίνονται από τις επιμέρους κατόψεις. Ως στάθμη 0 ορίζεται το έδαφος, το οποίο θα είναι και το σημείο αναφοράς για όλα τα επίπεδα του κτιρίου. Το επίπεδο 1 είναι το υπόγειο. Βλέπουμε από το σχέδιο ότι η στάθμη του είναι 1,35m κάτω από το έδαφος. Στο πεδίο «Αρχείο» επιλέγουμε το .dwg αρχείο με την κάτοψη του υπογείου και πατάμε το κουμπί «Νέο». Συνεπώς οι τιμές συμπληρώνονται ως εξής:



Εικόνα 3 Καθορισμός επιπέδου 1 (υπόγειο)

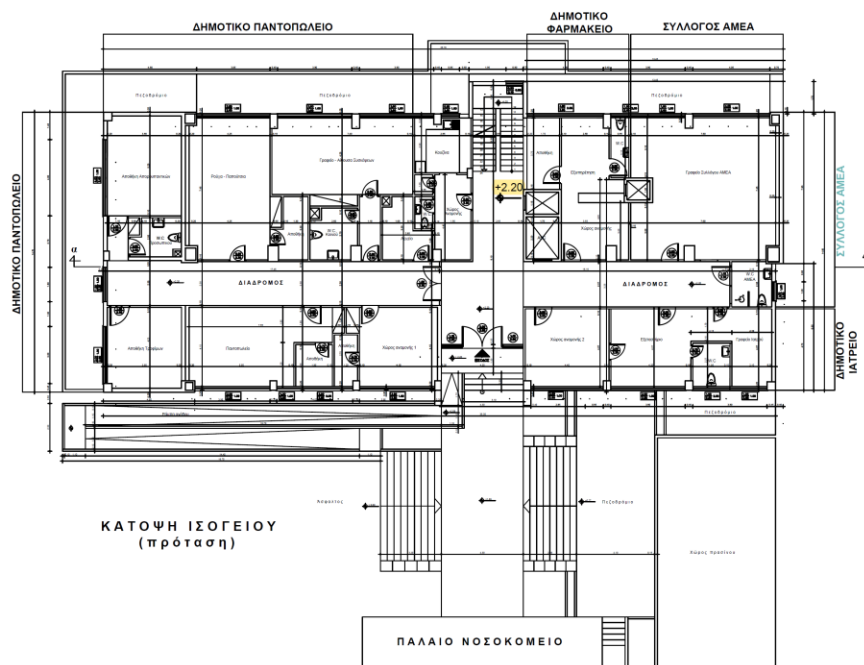


Εικόνα 4 Κάτοψη υπογείου

Το επίπεδο 2 είναι το ισόγειο, του οποίου η στάθμη είναι 2,20m πάνω από το έδαφος. Συνεπώς οι τιμές συμπληρώνονται ως εξής:

Στοιχεία	
Επίπεδο :	2
Στάθμη :	2.20
Όνομα :	isogeio
Αρχείο...	Y:\WILLYTUCI_DIPΛΩΜΑΤΙΚΗ\PLANS\ISOGEOI.DWG
Νέο	Τρέχον
Διαγραφή	Αποδοχή

Εικόνα 5 Καθορισμός επιπέδου 2 (ισόγειο)

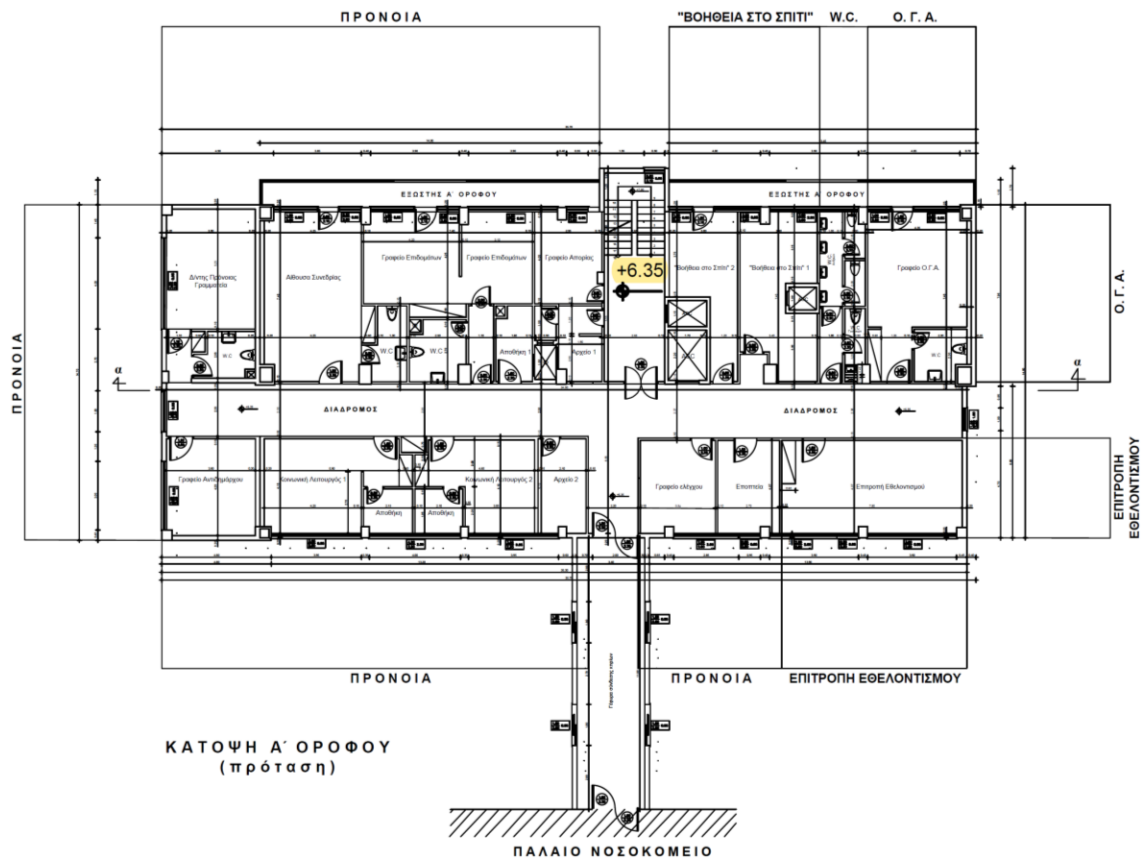


Εικόνα 6 Κάτοψη ισόγειου

Το επίπεδο 3 είναι ο α' όροφος, του οποίου η στάθμη είναι 6,35m πάνω από το έδαφος. Συνεπώς οι τιμές συμπληρώνονται ως εξής:

Στοιχεία	
Επίπεδο :	3
Στάθμη :	6.35
Όνομα :	aorofos
Αρχείο...	Y:\WILLY\TUC\DIPLWMATIKH\PLANS\AOROFOS.DWG
Νέο	Τρέχον
Διαγραφή	Αποδοχή

Εικόνα 7 Καθορισμός επιπέδου 3 (α' όροφος)

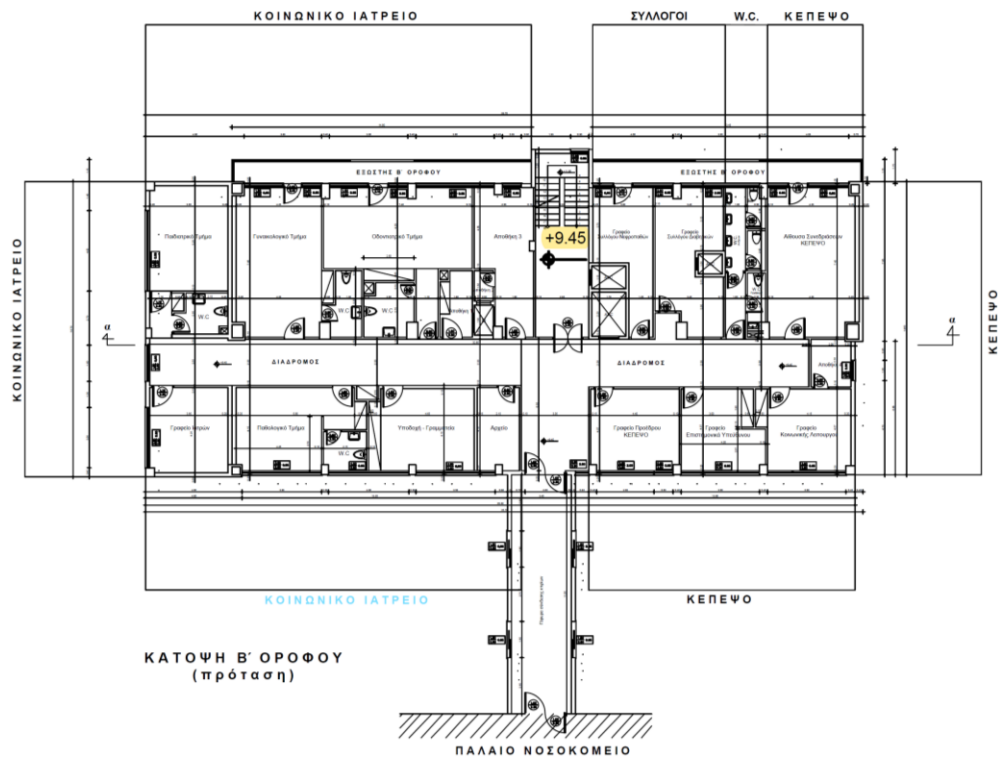


Εικόνα 8 Κάτοψη α' ορόφου

Το επίπεδο 4 είναι ο β' όροφος, του οποίου η στάθμη είναι 9,45m πάνω από το έδαφος. Συνεπώς οι τιμές συμπληρώνονται ως εξής:

Στοιχεία	
Επίπεδο :	4
Στάθμη :	9.45
Όνομα :	borofos
Αρχείο...	Y:\WILLY\TUC\DIPLWMATIKH\PLANS\BOROFOS.DWG
Νέο	Τρέχον
Διαγραφή	Αποδοχή

Εικόνα 9 Καθορισμός επιπέδου 4 (β' όροφος)

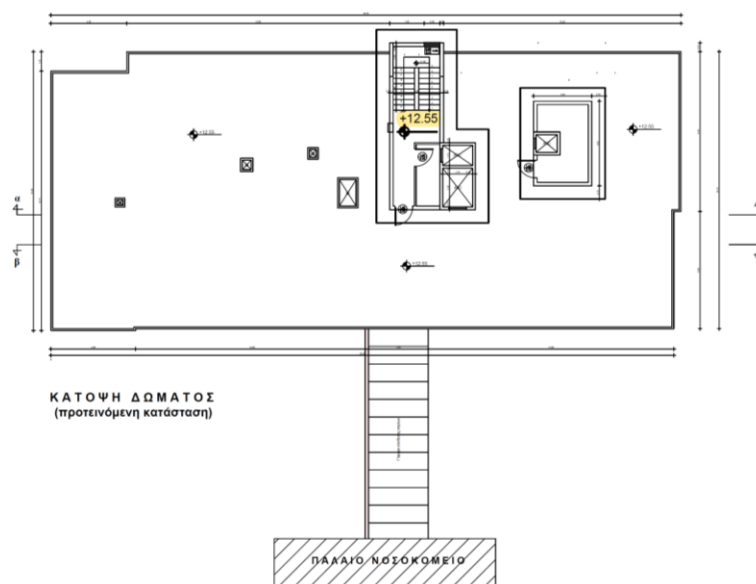


Εικόνα 10 Κάτοψη β' ορόφου

Το επίπεδο 5 είναι το δώμα, του οποίου η στάθμη είναι 12,55m πάνω από το έδαφος. Συνεπώς οι τιμές συμπληρώνονται ως εξής:

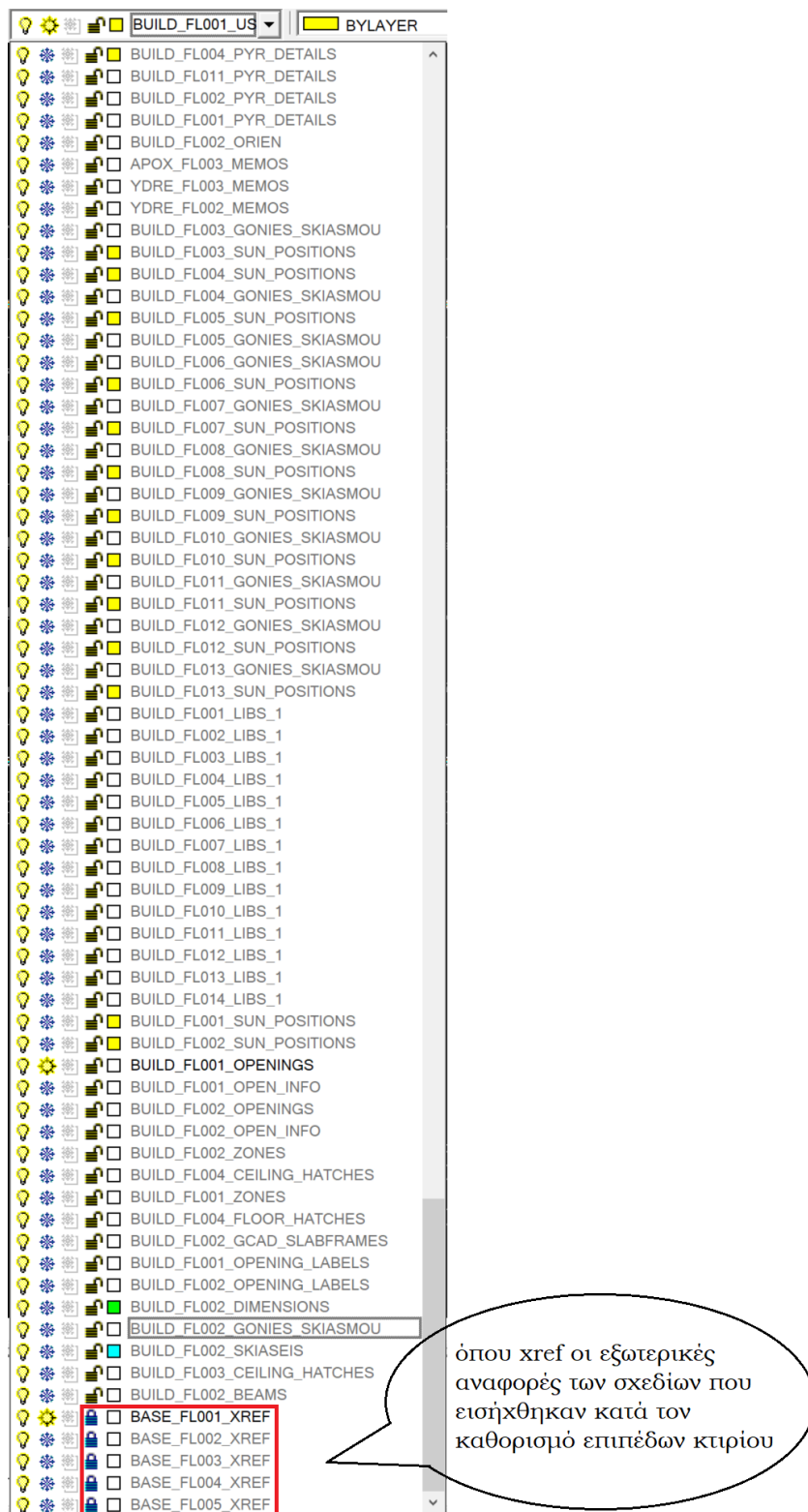
Στοιχεία	
Επίπεδο :	5
Στάθμη :	12.55
Όνομα :	dwma
Αρχείο...	Y:\VILLYTUC\DIPLWMATIKH\PLANS\DWMA.DWG
Νέο	Τρέχον
Διαγραφή	Αποδοχή

Εικόνα 11 Καθορισμός επιπέδου 5 (δώμα)



Εικόνα 12 Κάτοψη δώματος

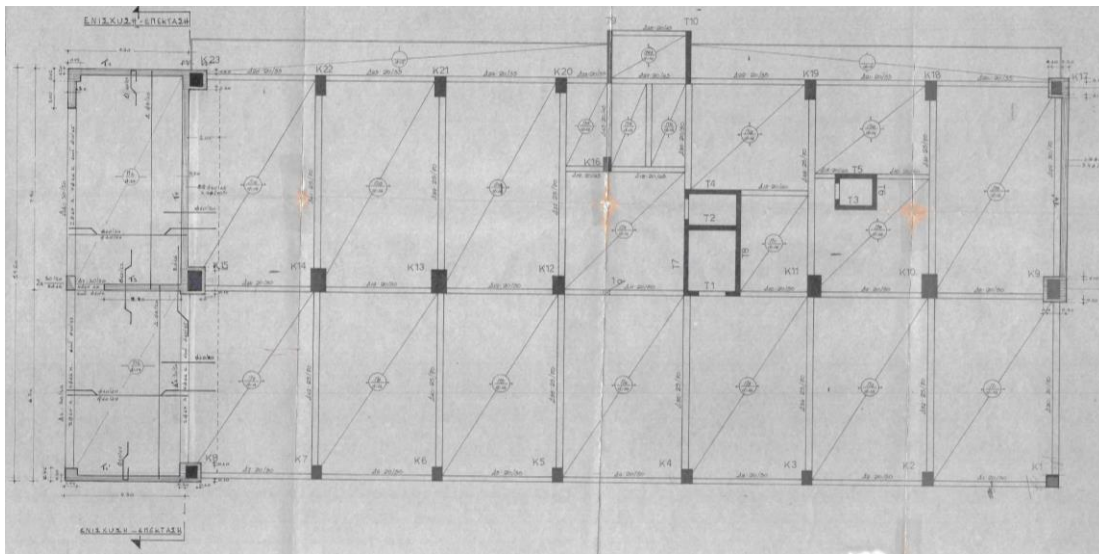
Με τη συμπλήρωση όλων των επιπέδων, έχει δημιουργηθεί η βάση επάνω στην οποία θα σχεδιαστεί το κτίριο, δηλαδή το πρώτο layer (σιρώση) του σχεδίου. Είναι σημαντικό λοιπόν να κλειδωθεί αυτό το layer, έτσι ώστε να μην πραγματοποιηθεί καμία αλλαγή επάνω του. Ανοίγοντας το πεδίο με τα layers του σχεδίου, κλειδώνουμε τη βάση, δηλαδή τα base_layers.



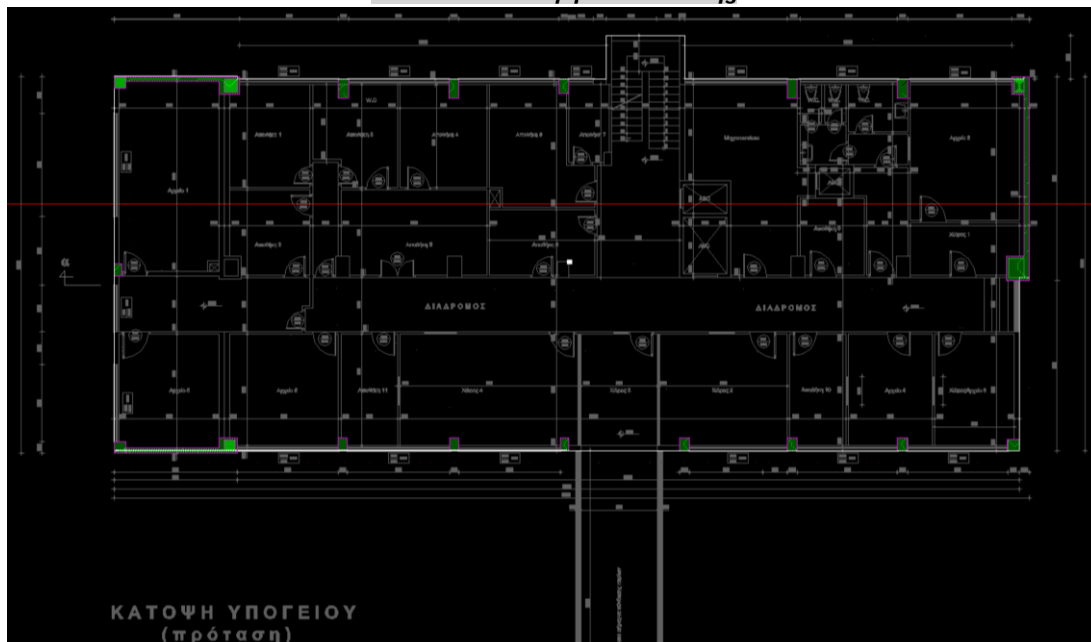
Εικόνα 13 Κλείδωμα layers xref

3.2 Σχεδιασμός κολώνων

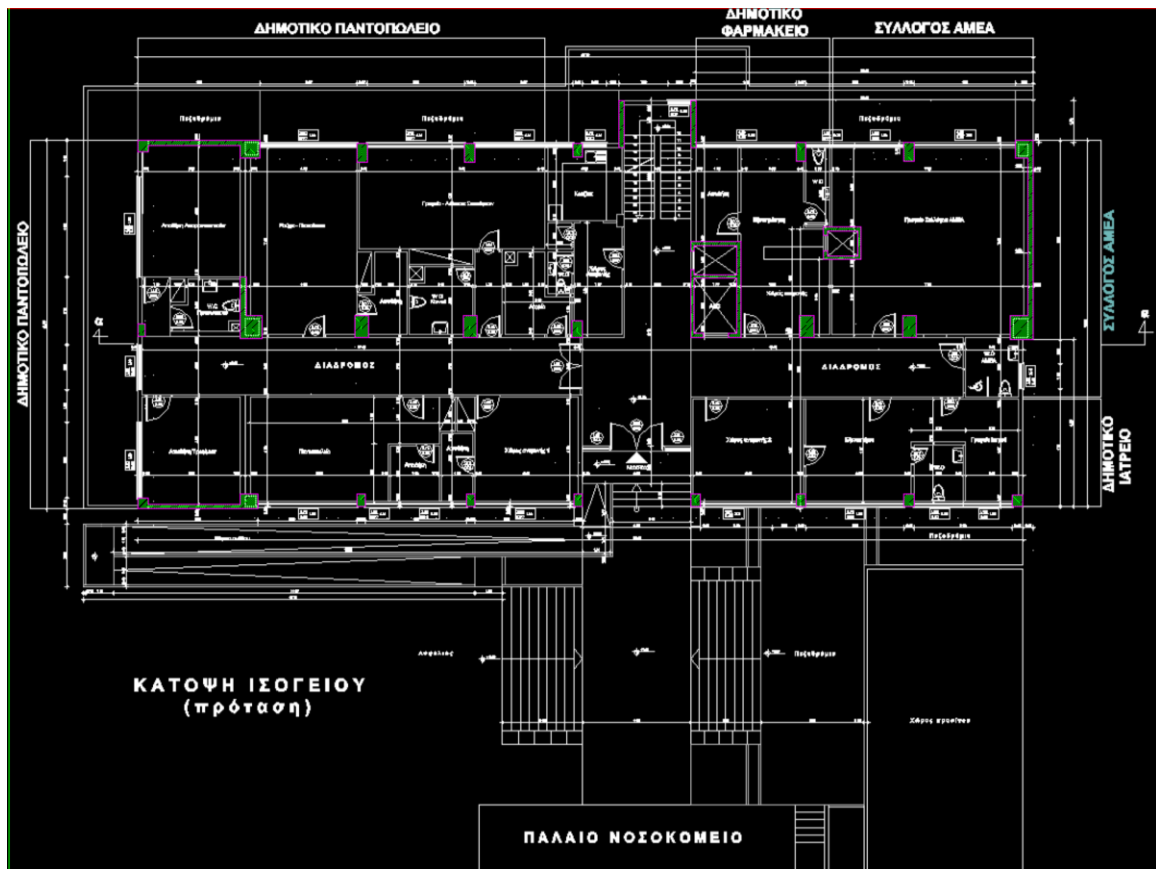
Ξεκινώντας από το υπόγειο, ορίζονται αρχικά οι κολώνες του κτιρίου. Είναι εμφανείς στις κατόψεις του κτιρίου, συνδυαστικά με τα σχέδια της υποστυλώσεως που έγινε μετά από το σεισμό του 1986. Επειδή το υπόγειο είναι ένας μη θερμαινόμενος χώρος, δεν μας απασχολούν οι κολώνες που είναι στο εσωτερικό του κτιρίου, αλλά μόνο αυτές που είναι σε επαφή με το έδαφος. Κάθε δομικό στοιχείο ανάλογα με το αν είναι σε επαφή με εξωτερικό περιβάλλον ή με το έδαφος έχει και διαφορετική θερμοπερατότητα, γι' αυτό και θα οριστεί διαφορετικός τύπος που θα αναλυθεί σε επόμενη παράγραφο. Γενικότερα, σε κάθε σχεδιασμό τυπικών στοιχείων μας απασχολούν τα σημεία στα οποία υπάρχει συναλλαγή θερμότητας. Ανεβαίνοντας και στους υπόλοιπους ορόφους, συνεχίζονται ανάλογα οι σχεδιασμοί των κολώνων, μόνο που ορίζονται όλες οι κολώνες, ακόμα και στους εσωτερικούς χώρους, καθώς θα είναι χρήσιμο για τον ορισμό των δοκαριών αργότερα.



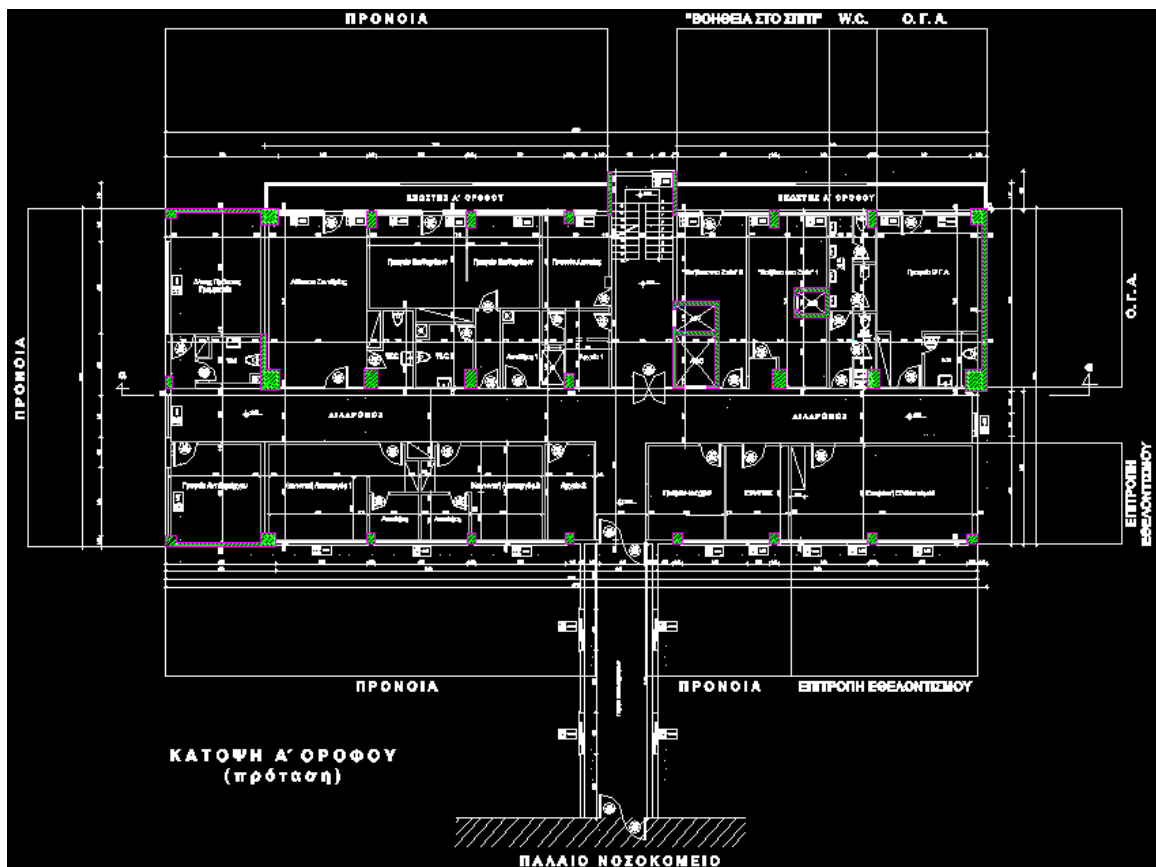
Εικόνα 14 Κάτοψη υποστυλώσεως



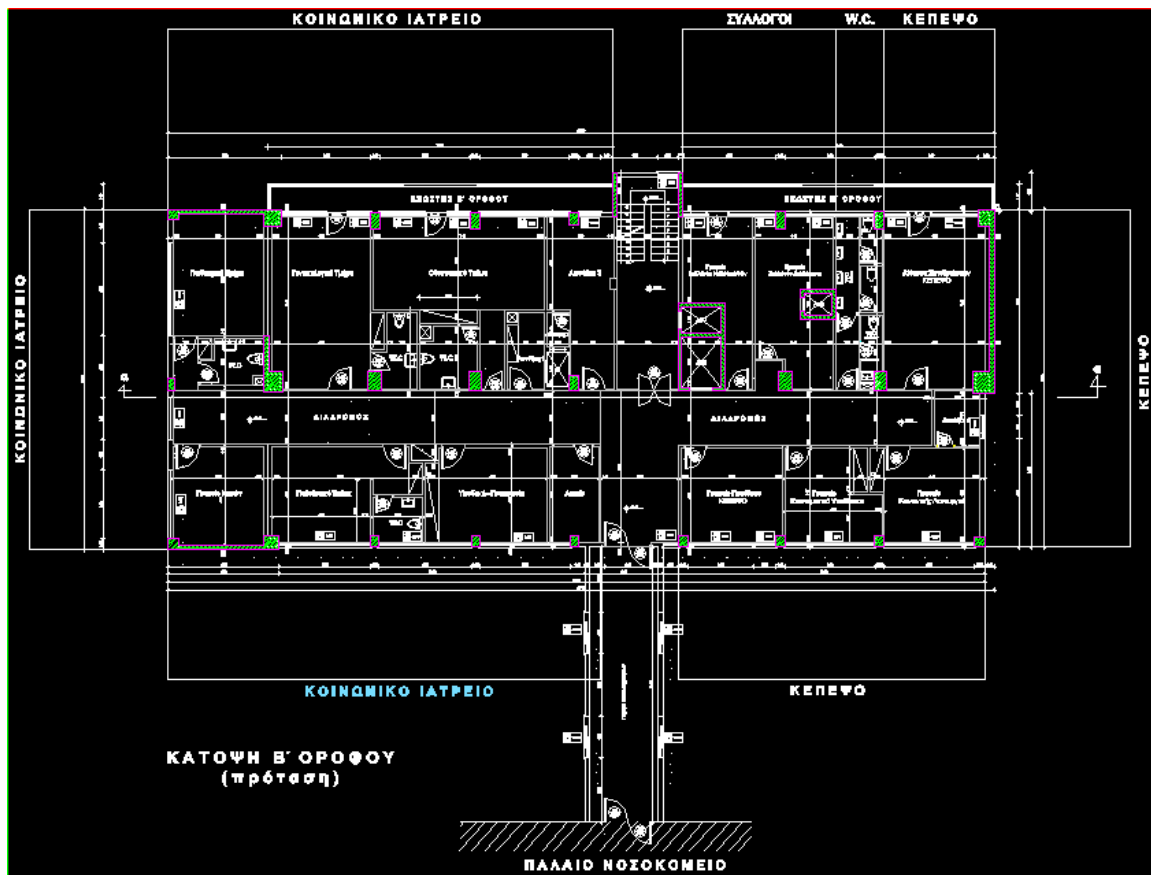
Εικόνα 15 Κάτοψη υπογείου μετά το σχεδιασμό κολώνων



Εικόνα 16 Κάτοψη ισογείου μετά το σχεδιασμό κολώνων



Εικόνα 17 Κάτοψη α' ορόφου μετά το σχεδιασμό κολώνων



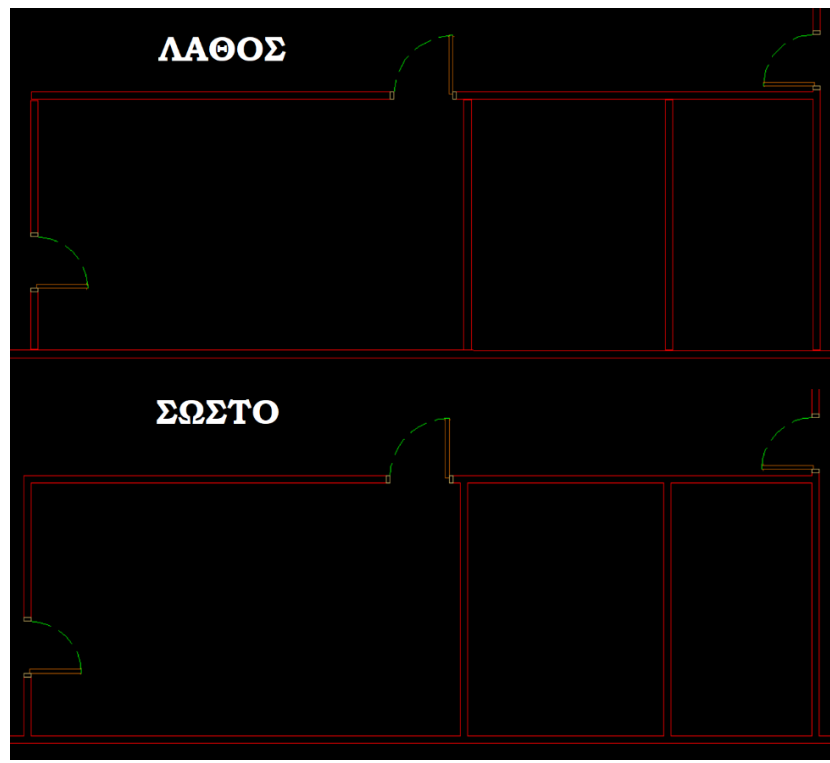
Εικόνα 18 Κάτοψη β' ορόφου μετά το σχεδιασμό κολώνων

Στο τελευταίο επίπεδο, το δώμα οι μόνες κολώνες που υπάρχουν είναι αυτές των ανελκυστήρων, αλλά δεν σχεδιάζονται, καθώς οι χώροι αυτοί είναι μη θερμαινόμενοι.

3.3 Σχεδιασμός τοίχων

Κατά το σχεδιασμό των τοίχων προσδιορίζονται το αρχικό και το τελικό σημείο του τοίχου, καθώς και το πάχος του. Με την ενεργοποίηση του εργαλείου e-snap διευκολύνεται η έλξη ανάλογα με το πού χρειάζεται κάθε φορά σε άκρα, τομές, μέσα γραμμών, κλπ. Οι τοίχοι χωρίζονται σε εσωτερικούς και εξωτερικούς. Τα ύψη των τοίχων σε κάθε όροφο είναι εύκολο να διαπιστωθούν από τις στάθμες επιπέδων που έχουν τεθεί κατά τον καθορισμό κτιρίου. Στο υπόγειο, οι τοίχοι είναι όλοι από τοιμέντο, για να επιτευχθεί η στατική επάρκεια του κτιρίου, άρα επιλέγεται τύπος τοίχου σε επαφή με το έδαφος. Όσον αφορά τους εσωτερικούς τοίχους, αυτοί που μας ενδιαφέρουν είναι αυτοί που διαχωρίζουν ένα θερμαινόμενο από έναν μη θερμαινόμενο χώρο.

Είναι σημαντικό οι ενώσεις των τοίχων να σχηματίζουν μεταξύ τους ένα κλειστό σχήμα, ώστε να είναι δυνατός αργότερα ο ορισμός των χώρων (κτιριακά κελύφη και ΜΘΧ), καθώς και των δομικών στοιχείων (στεγες, οροφές). Παρακάτω φαίνεται ένα παράδειγμα στην [Εικόνα 19](#).



Εικόνα 19 Παράδειγμα σωστού και λανθασμένου σχεδιασμού τοίχων

Τοίχος

Τύπος τοίχου

☒ Ευθύ

☐ Κυκλικό

☒ Καθάρισμα ενώσεων

Τύπος τοιχοποιίας

☒ Εξωτερική

☐ Εσωτερική

☐ Εσωτερική προς μη θερμαινόμενο χώρο

☐ Εξωτερική Προς Όμορο Κτίριο

Τύπος... T1

Χρώμα 3D... BYLAYER

Χρώμα 3D... BYLAYER

Χρώμα 2D... BYLAYER

Χαρακτηριστικά

Συντελεστής U:

Σύνδεση με στέγη

☐ Στέγη <

Υπερρύψωση : 0.00

Στάθμη : 0.00

Ύψος : 3.10

Πάχος : 0.20

Μήκος 1 : 18.01

Μήκος 2 : 18.21

Δοκάρι

☒ Δοκάρι...

Σταθερή πλευρά :

Σταθερή πλευρά τοίχου

Ποσοστό Πάνω στον Τοίχο (%) : 16.15

Θερμικές Γέφυρες

☐ Θερμικές Γέφυρες.

Πρόβολος

Δεν υπάρχει

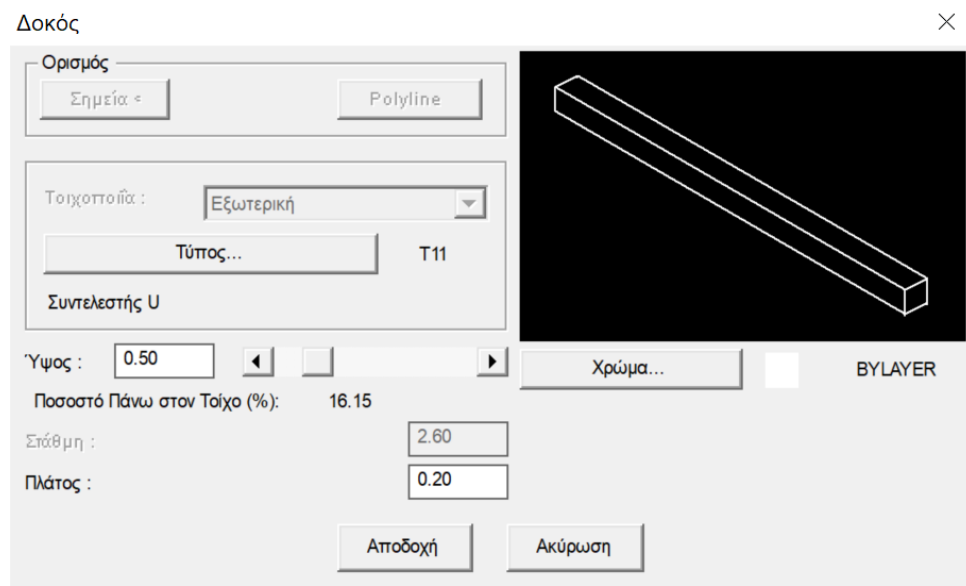
Αποδοχή

Ακύρωση

Εικόνα 20 Παράθυρο ορισμού τοίχου

3.4 Σχεδιασμός δοκαριών

Πληροφορίες για τα δοκάρια παίρνουμε από την κάτοψη της υποστυλώσης (εικόνα 14), όπου εκεί αναγράφονται τα πάχη και τα πλάτη τους. Είναι χρήσιμος ο προσδιορισμός των δοκαριών, καθώς η θερμοπερατότητά τους διαφέρει από αυτήν των τοίχων.



Εικόνα 21 Παράθυρο ορισμού δοκαριού

3.5 Ομαδοποίηση τύπων τοίχων, δοκαριών και κολώνων

Τα δομικά στοιχεία, ανάλογα με τον τύπο τους, τα ομαδοποιούμε ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους για να βοηθηθούμε αργότερα στο υπολογιστικό κομμάτι για την επιλογή της θερμοπερατότητάς τους.

Εξωτερικά	
T1	Τοίχος σε επαφή με εξωτερικό περιβάλλον
T11	Κολώνα ή δοκάρι σε επαφή με εξωτερικό περιβάλλον
T12	Κολώνα ή δοκάρι σε επαφή με το έδαφος
Εσωτερικά	
E1	Εσωτερικός τοίχος σε επαφή με Μη θερμαινόμενο Χώρο
E11	Κολώνα ή δοκάρι σε επαφή με Μη Θερμαινόμενο Χώρο

Εικόνα 22 Ομαδοποίηση τοίχων, κολώνων και δοκαριών ανάλογα με τον τύπο τους

3.6 Ορισμός ανοιγμάτων

3.6.1. Παράθυρα

Τα ανοίγματα είναι από τα πιο βασικά δομικά στοιχεία που παίζουν πολύ μεγάλο ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα εξαγωγής της ενεργειακής κλάσης του κτιρίου, διότι είναι οι βασικότερες επιφάνειες στις οποίες υπάρχει μεγάλη συναλλαγή θερμότητας. Όπως θα διαπιστωθεί και αργότερα, οι αλλαγές στα τεχνικά χαρακτηριστικά των κουφωμάτων των παραθύρων θα είναι από τα πρώτα και βασικότερα βήματα προς τη βελτίωση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου. Όσον αφορά εσωτερικά ανοίγματα (στη προκειμένη περίπτωση έχουμε μόνο πόρτες στο εσωτερικό του

κτιρίου), μας απασχολούν μόνο εκείνα που βρίσκονται ανάμεσα σε θερμαινόμενο και μη θερμαινόμενο χώρο. Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως οι πινακίδες των ανοιγμάτων διαφέρουν στα προγράμματα AutoCAD και GCAD. Η εξωτερική αναφορά που έχουμε είναι αρχείο .dxf και τα στοιχεία της πινακίδας ανοιγματος ορίζονται ως εξής:



Εικόνα 23 Άνοιγμα (παράθυρο) xref αρχείου

Στο GCAD όμως, ζητείται κατά τον ορισμό του παραθύρου το ύψος του. Αυτό θα προκύψει εάν αφαιρεθεί η αρχική στάθμη από την τελική, όπως φαίνεται στην [Εικόνα 24](#).

Εικόνα 24 Παράθυρο ορισμού παραθύρου

Το επόμενο βήμα είναι η επιλογή του τύπου του παραθύρου και των χαρακτηριστικών του, όπως φαίνεται στην [Εικόνα 25](#).

Εικόνα 25 Παράθυρα επιλογής τύπου παραθύρου

Το επόμενο βήμα είναι η επιλογή παραμετρικού παραθύρου, όπως φαίνεται στην [Εικόνα 26](#), όπου υπάρχει πληθώρα επιλογών.

Εικόνα 26 Παράθυρο επιλογής παραμετρικού παραθύρου

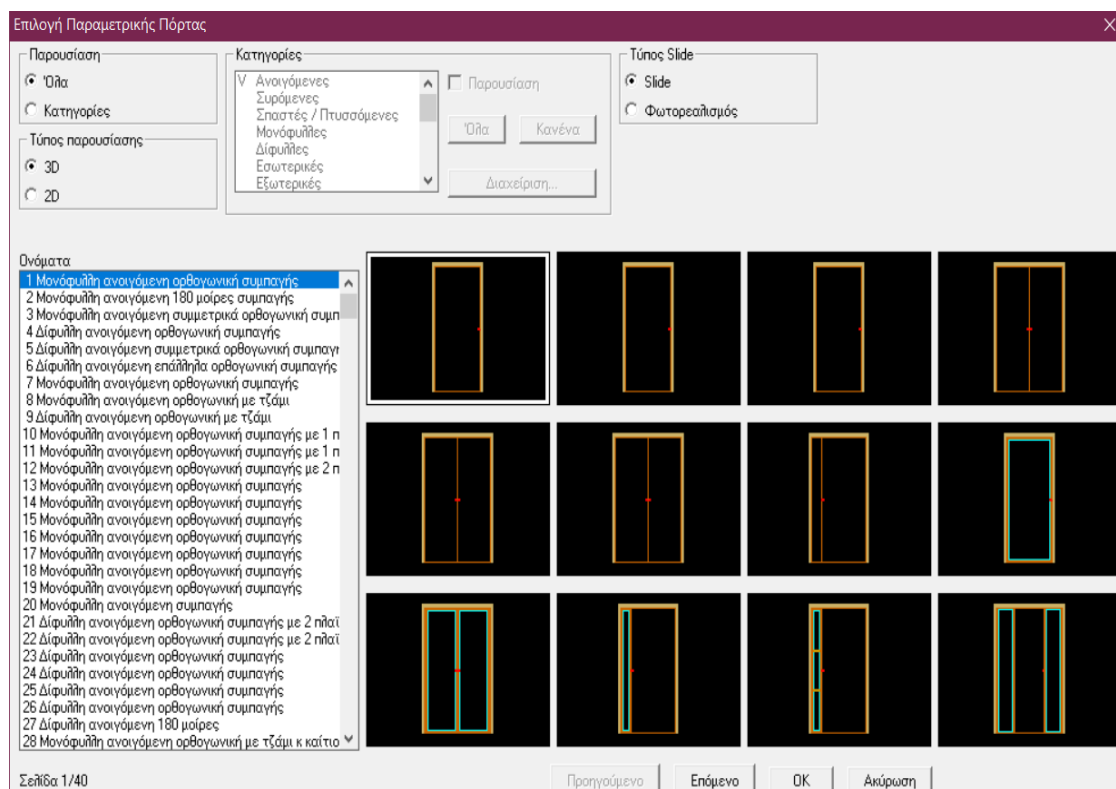
Μόλις λοιπόν οριστικοποιηθούν τα στοιχεία του παραθύρου, έπεται η σχεδίασή του, η οποία γίνεται σε 4 βήματα:

- Επιλογή τοίχου

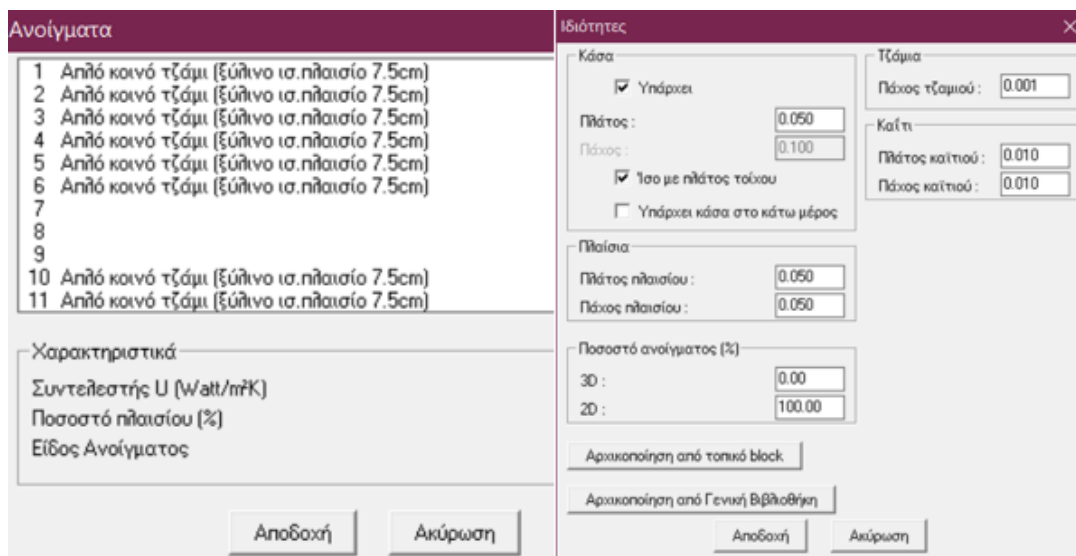
- Επιλογή αρχικού σημείου
- Επιλογή τελικού σημείου (προσοχή να μην υπερβαίνει το μήκος που έχει οριστεί)
- Τοποθέτηση πινακίδας

3.6.2. Πόρτες

Κατά το σχεδιασμό των πορτών, ο άξονας στον οποίο κινούμαστε είναι παρόμοιος με αυτόν του σχεδιασμού παραθύρων. Επιλέγεται ο τύπος της πόρτας, ορίζονται το ύψος, η ποδιά, το μήκος, καθώς και η πλευρά προς την οποία ανοίγει. Η σχεδίαση γίνεται στα ίδια βήματα με αυτά της σχεδίασης ενός παραθύρου.



Εικόνα 27 Παράθυρο επιλογής παραμετρικού πόρτας



Εικόνα 28 Παράθυρα επιλογής τύπου πόρτας

Πόρτα

Είδος : Πόρτα

Τύπος...
Απλό κοινό τζάμι (ξύλινο ισ.πλαισίο 7.5cm)

Χαρακτηριστικά
Συντελεστής U 5.00

Αύξων Αριθμός : 52

Ύψος : 2.20
☐ Ύψωμα : 0.50

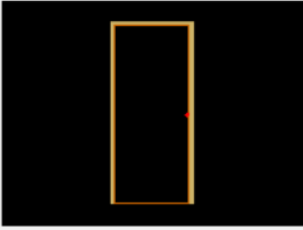
Ποδιά : 0.00
Μήκος : 1.00
Προτ./νο Μήκος : 1.29

☒ Στροφή Χ :
☐ Στροφή Υ :

☒ Σχεδίαση 2D
☒ Πινακίδα...

Επικαθήμενο ρολό/Εξωτερικό προστατευτικό φύλλο
Συντελεστής U_{rb} επικαθήμενου ρολού 0.00 ...
Ύψος κυτίου επικαθήμενου ρολού 0.00
Θερμική αντίσταση R_{rb} εξωφύλλου 0.00 ...

Αποδοχή Ακύρωση

Σχέδιο 3D

DOOR1
Μονόφυλλη ανοιγόμενη ορθογωνική συμπαγής
Επιλογή... Ιδιότητες...

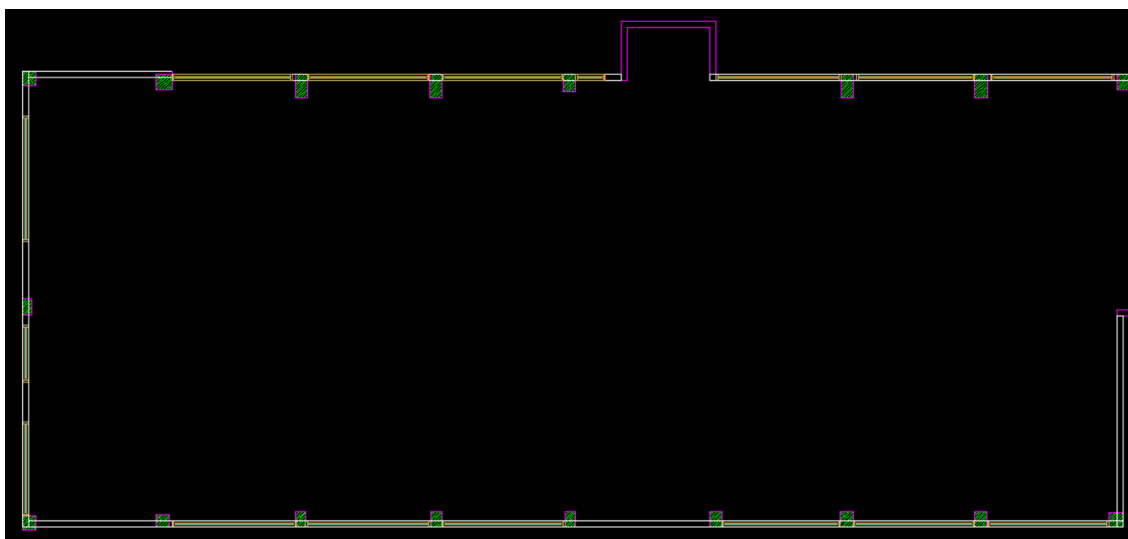
Στοιχισή
Στοιχισή Κάσας
☐ 1η Πλευρά ☒ Κέντρο ☐ 2η Πλευρά
Απόσταση Κάσας από Πλευρά τοίχου : 0.10
Στοιχισή πλαισίων
☐ 1η Πλευρά ☒ Κέντρο ☐ 2η Πλευρά
Απόσταση πλαισίων από Πλευρά Κάσας : 0.02

Θερμικές Γέφυρες
☐ Θερμικές Γέφυρες...

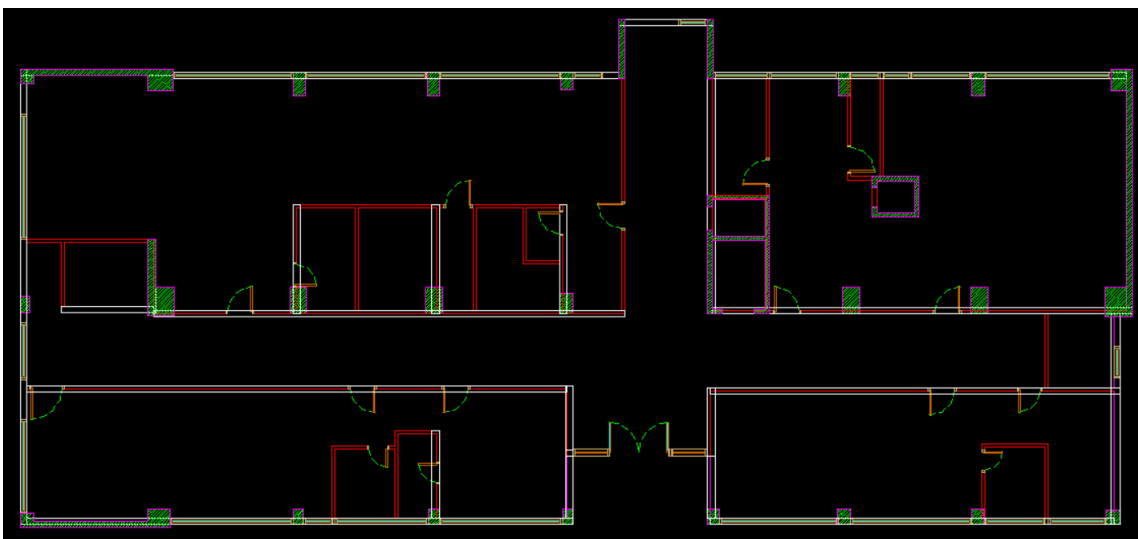
Πρόβολος
Δεν υπάρχει

Εικόνα 29 Παράθυρο σχεδιασμού πόρτας

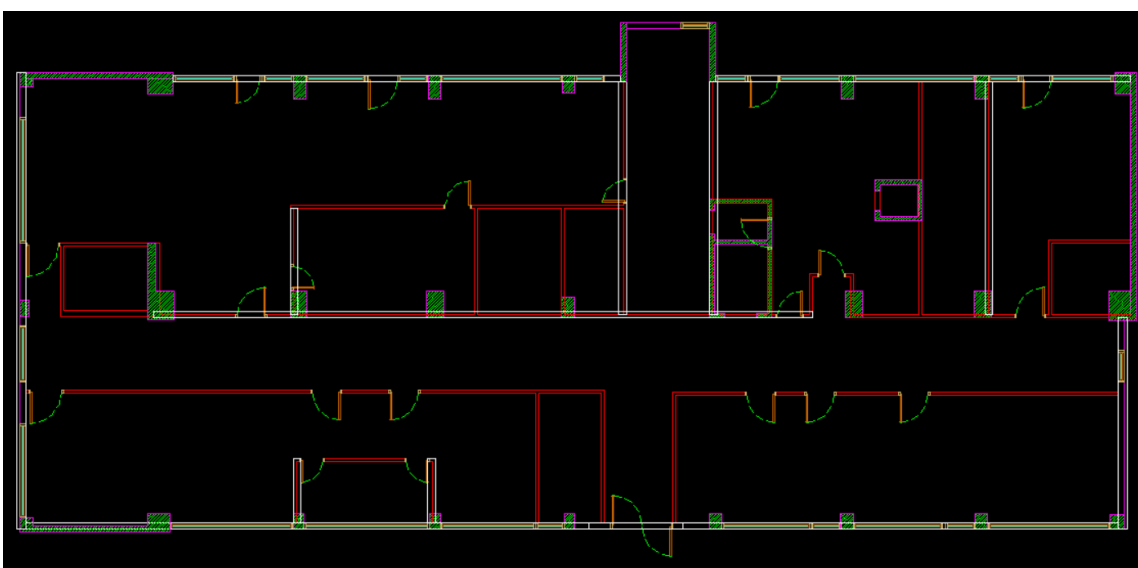
Συνεπώς, οι όψεις του κτιρίου μετά από τον σχεδιασμό τοίχων, δοκαριών και ανοιγμάτων διαμορφώνονται ως εξής:



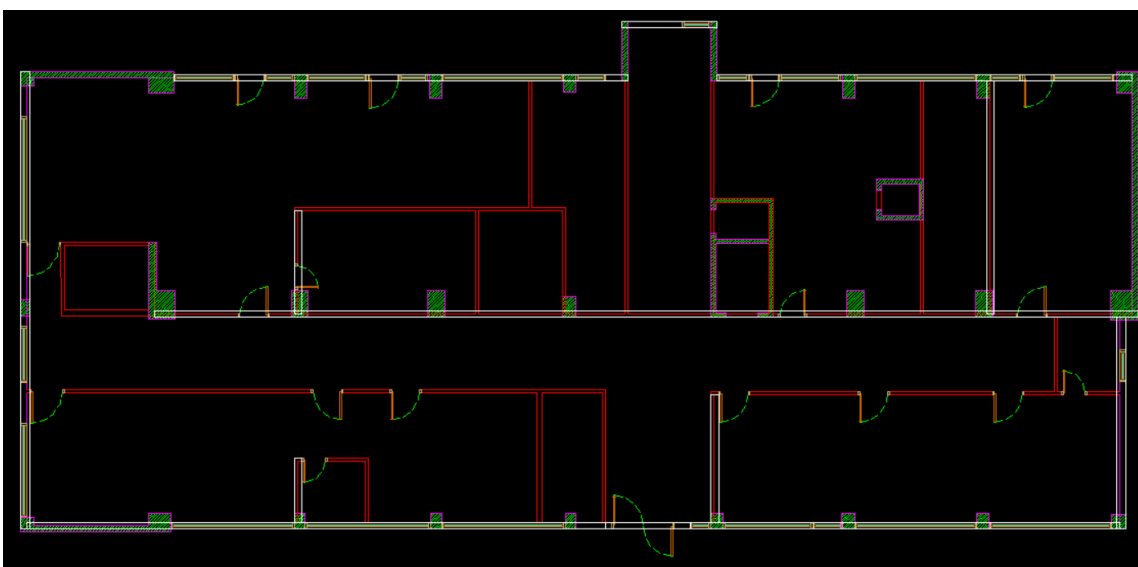
Εικόνα 30 Κάτοψη υπογείου μετά το σχεδιασμό τοίχων, δοκαριών και ανοιγμάτων



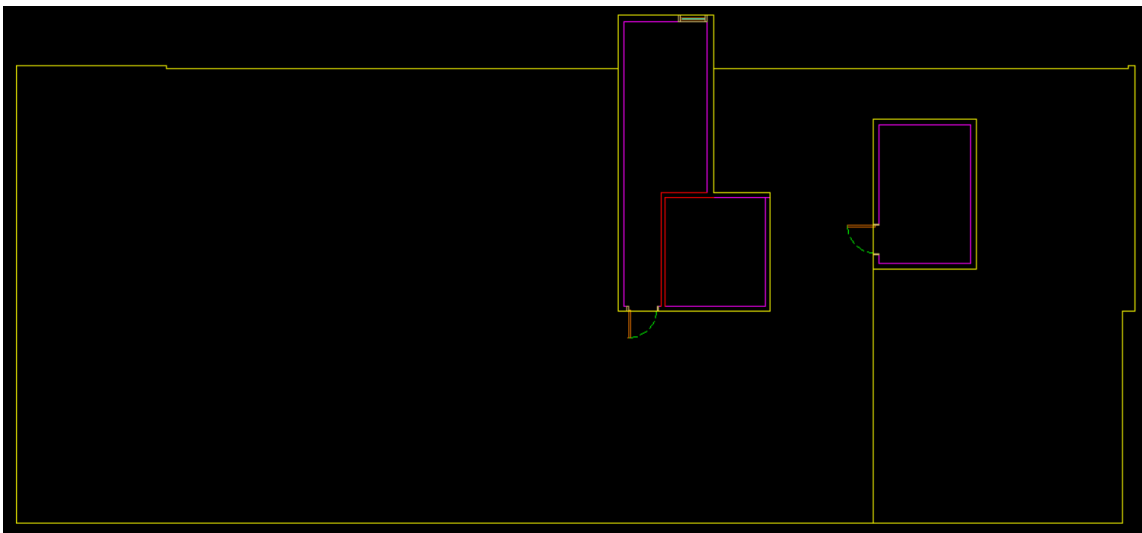
Εικόνα 31 Κάτοψη ισογείου μετά το σχεδιασμό τοίχων, δοκαριών και ανοιγμάτων



Εικόνα 32 Κάτοψη α' ορόφου ισογείου μετά το σχεδιασμό τοίχων, δοκαριών και ανοιγμάτων



Εικόνα 33 Κάτοψη β' ορόφου ισογείου μετά το σχεδιασμό τοίχων, δοκαριών και ανοιγμάτων



Εικόνα 34 Κάτοψη δώματος μετά το σχεδιασμό τοίχων, δοκαριών και ανοιγμάτων

3.7 Ορισμός θερμικών ζωνών Κ.Εν.Α.Κ.

(ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017), § 3.2

Για την εκτίμηση της ενεργειακής του απόδοσης το κτίριο χωρίζεται σε «θερμικές ζώνες», δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

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

Για τους υπολογισμούς των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης και ψύξης, το κτίριο θα πρέπει να μελετάται ως μια ενιαία θερμική ζώνη ή να διαχωρίζεται κατά περίπτωση σε περισσότερες θερμικές ζώνες. Εφόσον διαχωριστεί ένα κτίριο σε περισσότερες από μία θερμικές ζώνες, υπάρχει η δυνατότητα βάσει των ευρωπαϊκών προτύπων να εκπονηθεί η μελέτη ενεργειακής απόδοσης με ή χωρίς συνυπολογισμό της θερμικής σύζευξης μεταξύ των θερμικών ζωνών. Δεδομένου ότι η θερμική σύζευξη των ζωνών πολλαπλασιάζει σημαντικά τόσο την είσοδο των δεδομένων στο μοντέλο του κτιρίου, όσο και τον υπολογιστικό χρόνο, χωρίς ωστόσο αντίστοιχα να επιτυγχάνει σημαντική βελτίωση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων, για την μελέτη ενεργειακής απόδοσης είναι σκόπιμο να ακολουθείται ο υπολογισμός χωρίς σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών.

Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. 2009 επιβάλλεται στις περιπτώσεις κατά τις οποίες:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 K (4 °C) σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτιρίου κατά τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστήρια κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων έχουν συνήθως και διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, νωπό αέρα κ.ά.).
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο, που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτίριο) συναλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες. Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτίριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.
- Υπάρχουν χώροι, στους οποίους το σύστημα του μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού) καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

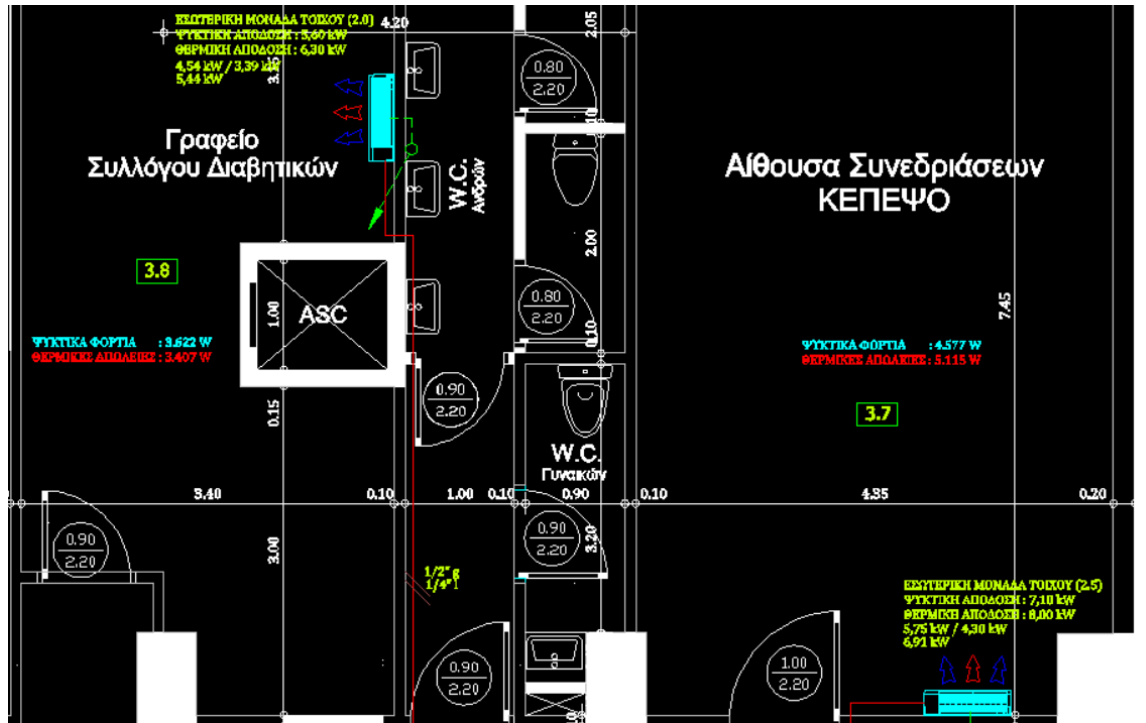
Χώροι που καταλαμβάνουν όγκο μικρότερο του 10% του συνολικού όγκου του κτιρίου ή/και έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση συγκριτικά με την κατανάλωση στο υπόλοιπο κτίριο, δεν μπορούν να χαρακτηριστούν ως αυτόνομες θερμικές ζώνες. Επίσης, δευτερεύοντες βοηθητικοί χώροι που δεν θερμαίνονται και που συνδέονται λειτουργικά με μια θερμική ζώνη (π.χ. αποθηκευτικός χώρος εντός διαμερίσματος, ψευδοροφή που διαχωρίζεται από το θερμαινόμενο χώρο με δομικό στοιχείο που δεν είναι θερμομονωμένο) λαμβάνονται ως τμήμα της θερμικής ζώνης.

Ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες εναπόκειται στην ευχέρεια του μελετητή ή του επιθεωρητή και μπορεί να βασιστεί στους εθνικούς κανονισμούς και τις σχετικές τεχνικές οδηγίες. Ωστόσο, για τις ανάγκες της ενεργειακής μελέτης και της ενεργειακής επιθεώρησης η ακρίβεια των υπολογισμών δεν επηρεάζεται σημαντικά από το διαχωρισμό του κτιρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που συστήνεται να επιλέγονται βάσει των παραπάνω κανόνων. Γι' αυτό το λόγο καλό είναι ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος. Αν το κτίριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των τμημάτων του, η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη.

Στο πλαίσιο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου καθορίζονται και οι θερμαινόμενοι χώροι (ή θερμικές ζώνες) και οι μη θερμαινόμενοι χώροι (Μ.Θ.Χ.) καθώς και οι ηλιακοί χώροι (π.χ. αίθρια), που γειτνιάζουν και έχουν θερμική σύζευξη με τους θερμαινόμενους χώρους. Οι μη θερμαινόμενοι και οι ηλιακοί χώροι του κτιρίου είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι, χωρίς απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη και αερισμό. Κατά τους υπολογισμούς, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη και ο φωτισμός των μη θερμαινόμενων και των ηλιακών και των χώρων θεωρούνται μηδενικά. Ωστόσο, συμμετέχουν δυναμικά στον υπολογισμό των απαιτούμενων φορτίων για θέρμανση και ψύξη των θερμαινόμενων χώρων (θερμικές ζώνες) και για το λόγο αυτό περιγράφονται και καθορίζονται με την ίδια ακρίβεια όπως και οι θερμικές ζώνες.

3.7.1. Ορισμός Θερμαινόμενων χώρων (κτιριακά κελύφη)

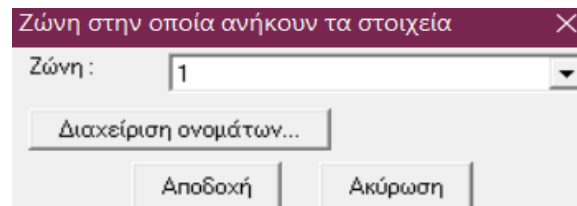
Στη συγκεκριμένη μελέτη, έχουμε μόνο μία ομάδα θερμαινόμενων χώρων, συνεπώς ορίζεται μία θερμική ζώνη, η οποία αφορά τους χώρους οι οποίοι έχουν κάποιο σύστημα θέρμανσης-ψύξης. Αυτά τα δεδομένα μπορούμε να τα αντλήσουμε από το Variable Refrigerant Volume (VRV) σχέδιο που μας δόθηκε από το Δήμο, στο οποίο φαίνονται οι μονάδες κλιματισμού.



Εικόνα 35 Τμήμα VRV διαγράμματος

Στην [Εικόνα 35](#) φαίνεται ότι ο χώρος «Γραφείο συλλόγου διαβητικών» είναι θερμαινόμενος, καθώς φαίνεται η κλιματιστική μονάδα και αναγράφονται τα χαρακτηριστικά της. Το ίδιο ισχύει και για το χώρο «Αίθουσα Συνεδριάσεων». Τα WC ανδρών και γυναικών όμως είναι Μη Θερμαινόμενος Χώρος (ΜΘΧ), καθώς δε φαίνεται να υπάρχουν φορτία από κάποια αντλία θερμότητας.

Βάσει αυτής της λογικής ορίζονται σε όλο το σχέδιο οι θερμαινόμενοι και μη θερμαινόμενοι χώροι του κτιρίου. Ο ορισμός τους μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: Με επιλογή τοίχων και με εσωτερικό σημείο.



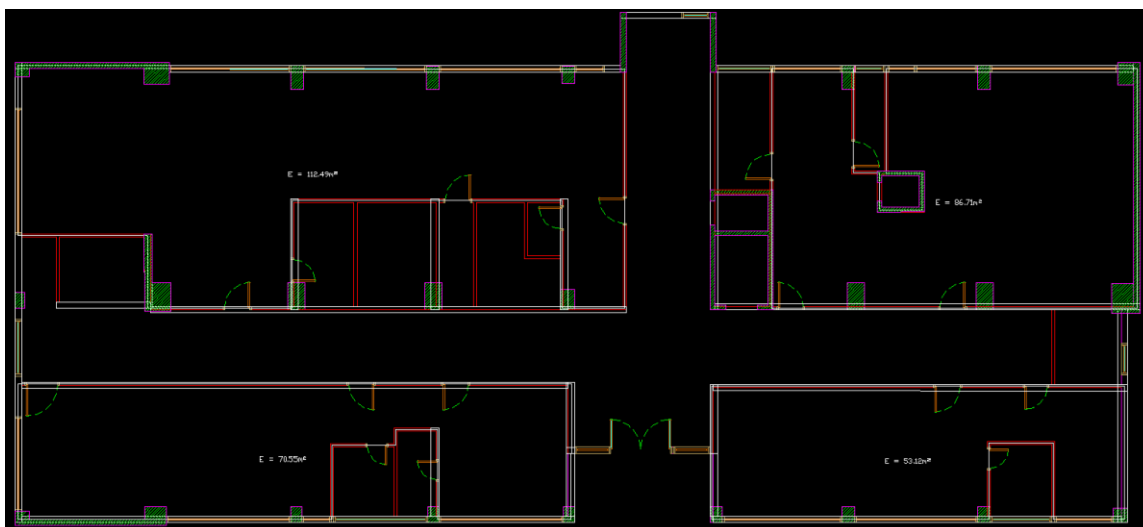
Εικόνα 36 Παράθυρο ορισμού κτιριακού κελύφους

Είναι σημαντικό οι τοίχοι μεταξύ τους να είναι κλειστά σχήματα ([Εικόνα 19](#)), αλλιώς θα εμφανιστεί μήνυμα σφάλματος. Συγκεκριμένα, στη γραμμή εντολών στο κάτω μέρος της οθόνης, θα εμφανιστεί το εξής μήνυμα:

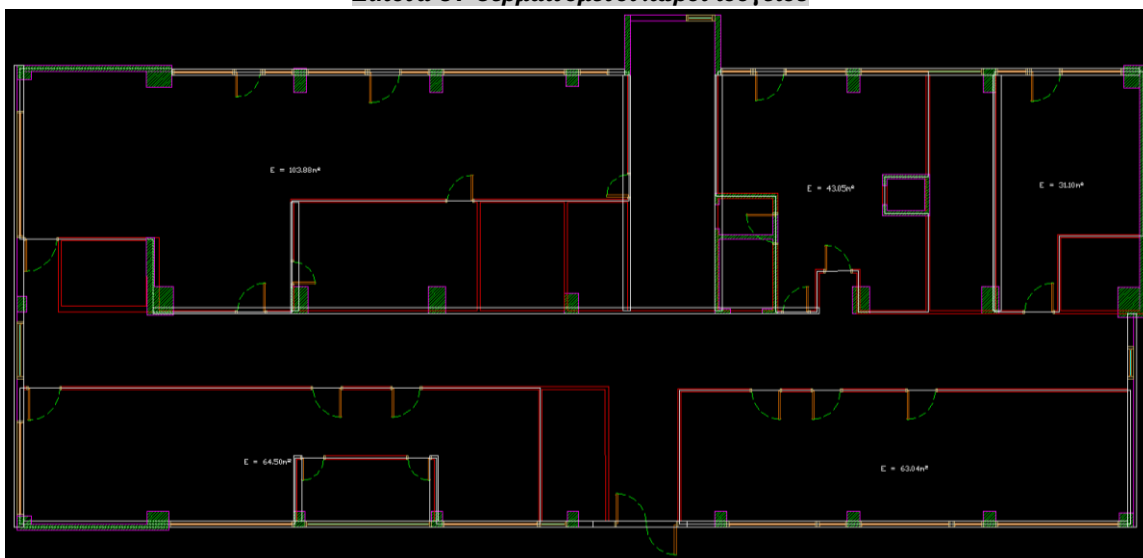
Δώστε Εσωτερικό σημείο του χώρου :
Διεύθυνση εύρεσης 1ου τοίχου <270.00> :
Παρακαλώ περιμένετε... |
Απέτυχε η εύρεση επόμενου τοίχου. Λάθος=0

Εικόνα 36 Μήνυμα σφάλματος σε περίπτωση μη σωστού ορισμού κτιριακού κελύφους

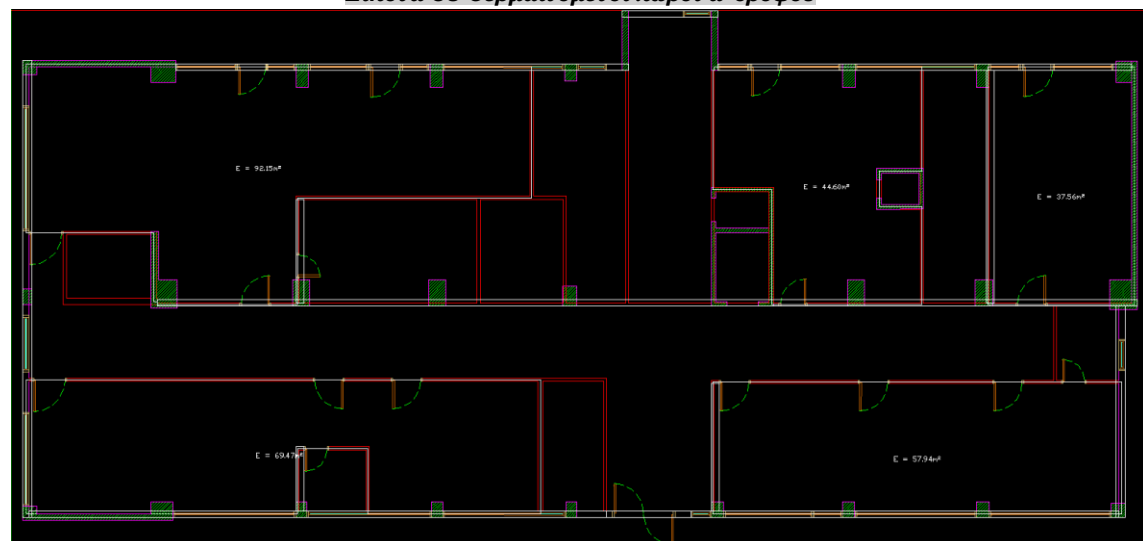
Στο υπόγειο και στο δώμα δεν έχουμε καθόλου θερμαινόμενους χώρους. Παρακάτω φαίνονται οι κατόψεις των ορόφων μετά τον ορισμό των θερμαινόμενων χώρων.



Εικόνα 37 Θερμαινόμενοι χώροι ισογείου



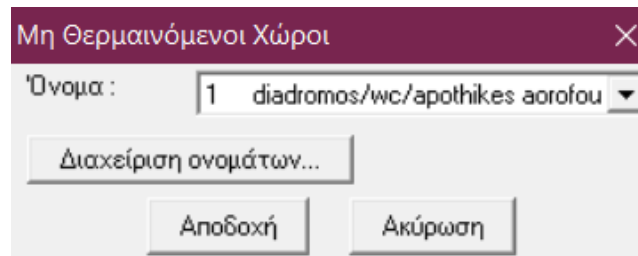
Εικόνα 38 Θερμαινόμενοι χώροι α' ορόφου



Εικόνα 39 Θερμαινόμενοι χώροι β' ορόφου

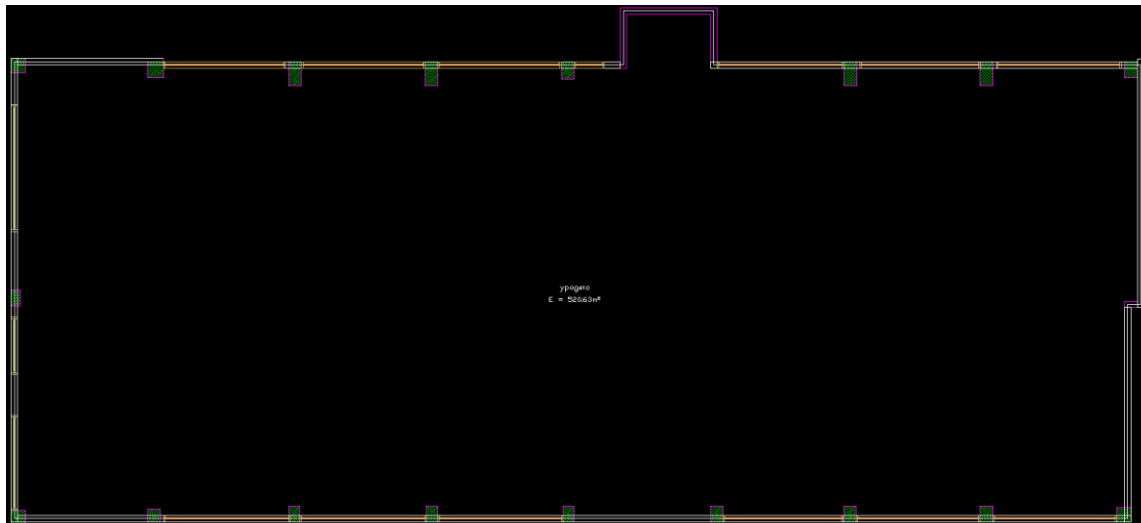
3.7.2. Ορισμός Μη Θερμαινόμενων Χώρων (ΜΘΧ)

Οι ΜΘΧ ορίζονται στη μελέτη με την ίδια λογική που ορίζονται και τα κτιριακά κελύφη.

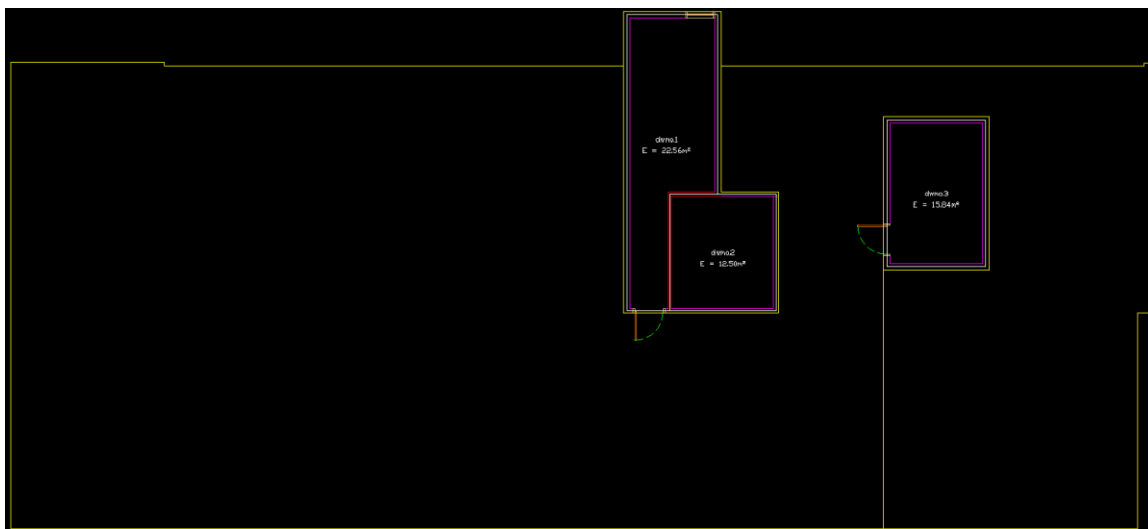


Εικόνα 40 Παράθυρο ορισμού ΜΘΧ

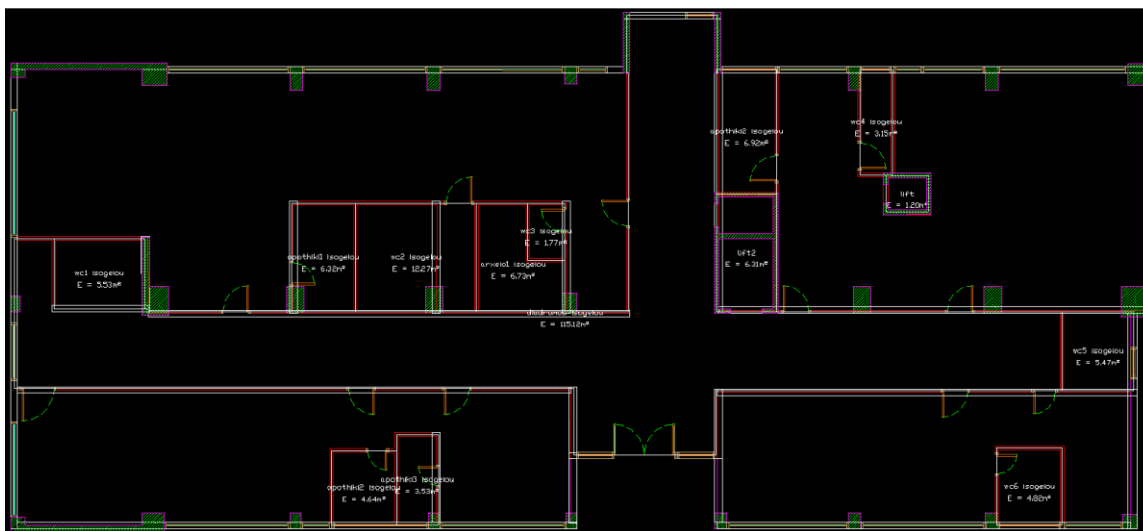
Με βάση πάλι το VRV διάγραμμα, εντοπίζονται οι χώροι που δεν έχουν ψυκτικά φορτία και ορίζονται με τους ίδιους τρόπους (είτε με τοίχους είτε με σημείο). Σε περίπτωση που δεν ακολουθείται ο κανόνας σχεδιασμού των τοίχων όπως στην [Εικόνα 19](#), πάλι θα εμφανιστεί το μήνυμα σφάλματος όπως στην [Εικόνα 36](#). Στο υπόγειο και στο δώμα έχουμε μόνο ΜΘΧ, οι οποίοι απεικονίζονται παρακάτω.



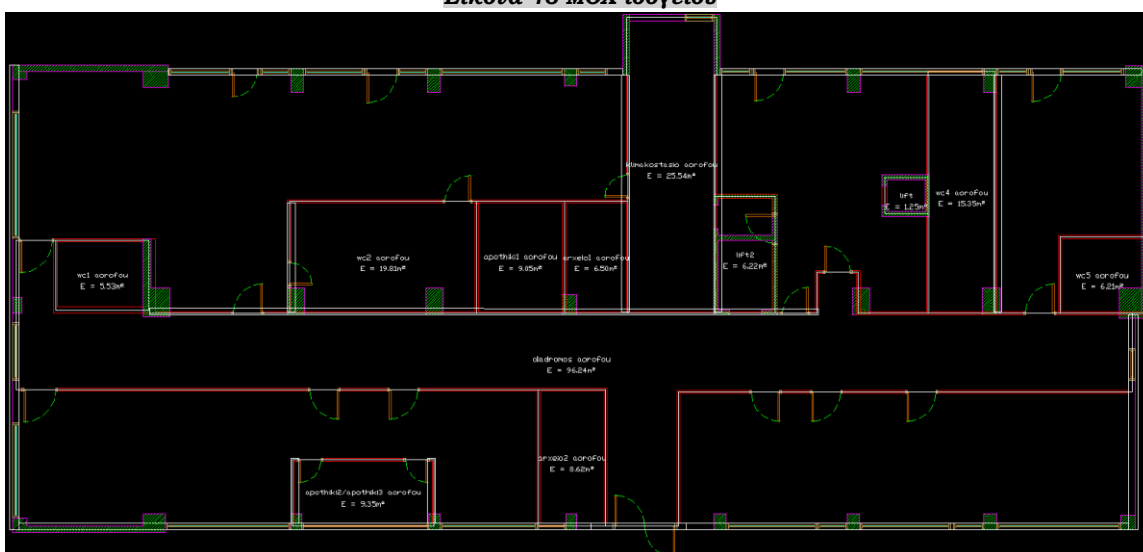
Εικόνα 41 ΜΘΧ υπογείου



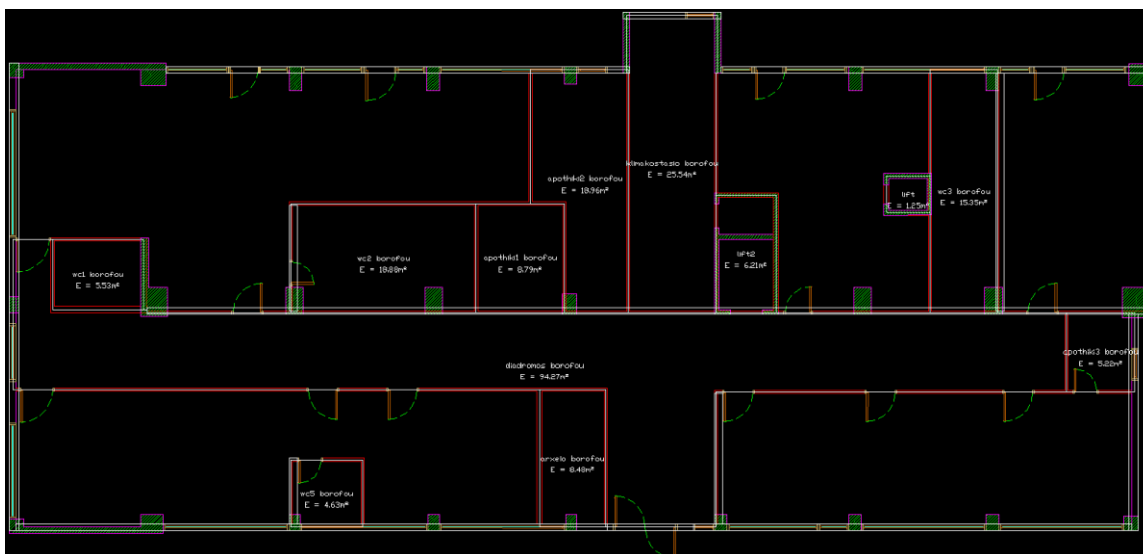
Εικόνα 42 ΜΘΧ δώματος



Εικόνα 43 ΜΟΧ ισογείου



Εικόνα 44 ΜΘΧ α' ορόφου

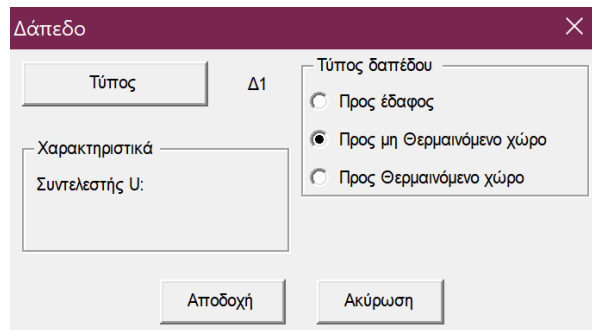


Εικόνα 45 ΜΘΧ β' ορόφου

3.8 Ορισμός δαπέδων

Όπως και στις υπόλοιπες οντότητες, έτσι και τα δάπεδα αποτελούν τα σημεία στα οποία υπάρχει εναλλαγή θερμότητας. Μόνο που στη συγκεκριμένη περίπτωση, η συναλλαγή θερμότητας που μας απασχολεί δεν είναι αυτή μεταξύ των θερμαινόμενων και μη χώρων του ίδιου επιπέδου, αλλά μεταξύ των επιπέδων 2 με 1, 3 με 2, 4 με 3, και 5 με 4. Για να οριστεί ένα δάπεδο ακολουθούνται τα εξής βήματα:

- Πηγαίνουμε στο προηγούμενο επίπεδο από το οποίο θέλουμε να ορίσουμε το δάπεδο (πχ για να οριστεί δάπεδο στο επίπεδο 2, πηγαίνουμε στο επίπεδο 1, κοκ.)
- Εντοπίζουμε τους ΜΘΧ σε αυτό το επίπεδο.
- Σχεδιάζουμε ένα πολύγραμμο το οποίο εσωκλείει ακριβώς το ΜΘΧ.
- Στην καρτέλα AutoBld, επιλέγουμε την εντολή «Αντιγραφή Επιπέδου Κτιρίου», όπου θα ζητηθεί να επιλέξουμε οντότητες (δηλαδή το πολύγραμμο), καθώς και το επίπεδο αντιγραφής. Το πολύγραμμο θα αντιγραφεί στο επόμενο επίπεδο ακριβώς στο ίδιο σημείο.
- Επιλέγεται η εντολή «Ορισμός Δαπέδου», όπου θα εμφανιστεί ένα παράθυρο με την παρακάτω μορφή ([Εικόνα 46](#)) και θα μας ζητηθεί να επιλέξουμε το πολύγραμμο.



Εικόνα 46 Παράθυρο ορισμού δαπέδου

Τα δάπεδα, ανάλογα με τον τύπο τους, ορίζονται ως εξής:

- Δ1: Δάπεδο προς ΜΘΧ
- Δ2: Δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο
- Δ3: Δάπεδο προς έδαφος
- Δ4: Δάπεδο προς εξωτερικό περιβάλλον

Στο υπόγειο ορίζεται ένα δάπεδο προς έδαφος, σε όλο του το εμβαδόν.

Στο ισόγειο ορίζεται ένα δάπεδο προς ΜΘΧ σε όλο του το εμβαδόν, καθώς το υπόγειο είναι ολόκληρο ένας ΜΘΧ.

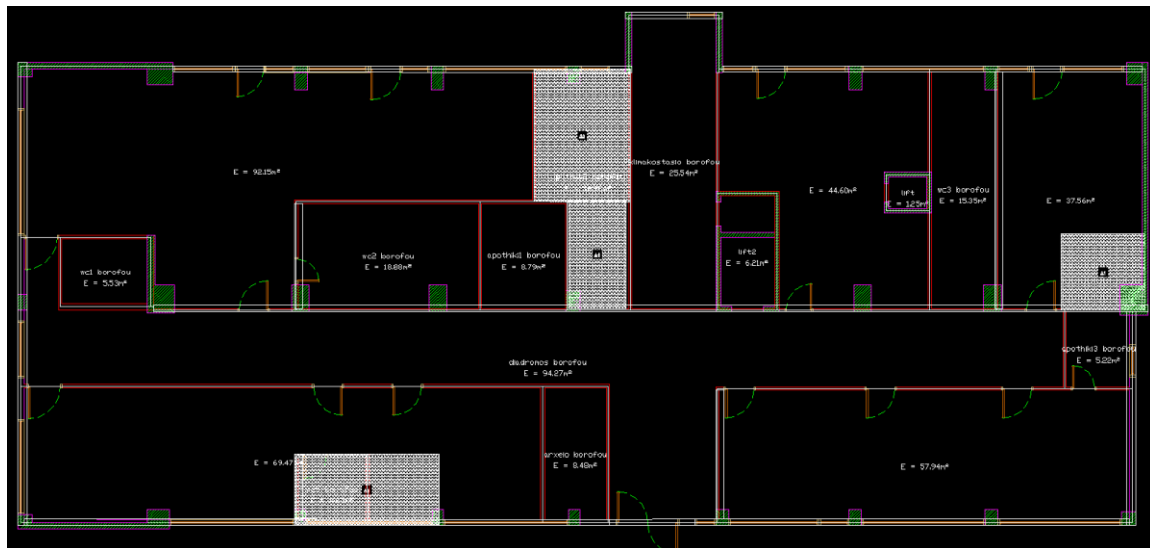
Στο δώμα υπάρχουν δάπεδα προς ΜΘΧ, αλλά επειδή και οι ίδιοι είναι ΜΘΧ δεν χρειάζεται ο ορισμός δαπέδων, καθώς δεν υπάρχει συναλλαγή θερμότητας. Εάν υπήρχαν ακριβώς από κάτω θερμαινόμενοι χώροι, θα ορίζαμε δάπεδο προς θερμαινόμενο χώρο. Δεν είναι λάθος το να οριστούν τα δάπεδα, αλλά ένα γίνεται κάτι τέτοιο σε όλες τις παρεμφερείς περιπτώσεις, αυξάνεται ο υπολογιστικός φόρτος.

Στις περιπτώσεις όπου το δάπεδο ενός ΜΘΧ συμπίπτει σε κάποιο κομμάτι του με ΜΘΧ στο επίπεδο που βρισκόμαστε, αυτό ορίζεται κανονικά. Από τη στιγμή που έχουν οριστεί οι θερμαινόμενοι και μη θερμαινόμενοι χώροι το κτιρίου, το πρόγραμμα θα υπολογίσει αυτόματα το εμβαδό στο οποίο γίνεται η συναλλαγή θερμότητας.

Οι κατόψεις στα υπόλοιπα επίπεδα μετά τον ορισμό δαπέδων, έχουν ως εξής:



Εικόνα 47 Δάπεδα α' ορόφου



Εικόνα 48 Δάπεδα β' ορόφου

3.9 Ορισμός οροφών

Ο ορισμός των οροφών είναι παρεμφερής με αυτόν των δαπέδων. Οι τύποι των οροφών που ορίζονται έχουν ως εξής:

- Ο1: Οροφή προς ΜΘΧ
- Ο2: Οροφή προς θερμαινόμενο χώρο
- Ο3: Οροφή προς εξωτερικό περιβάλλον

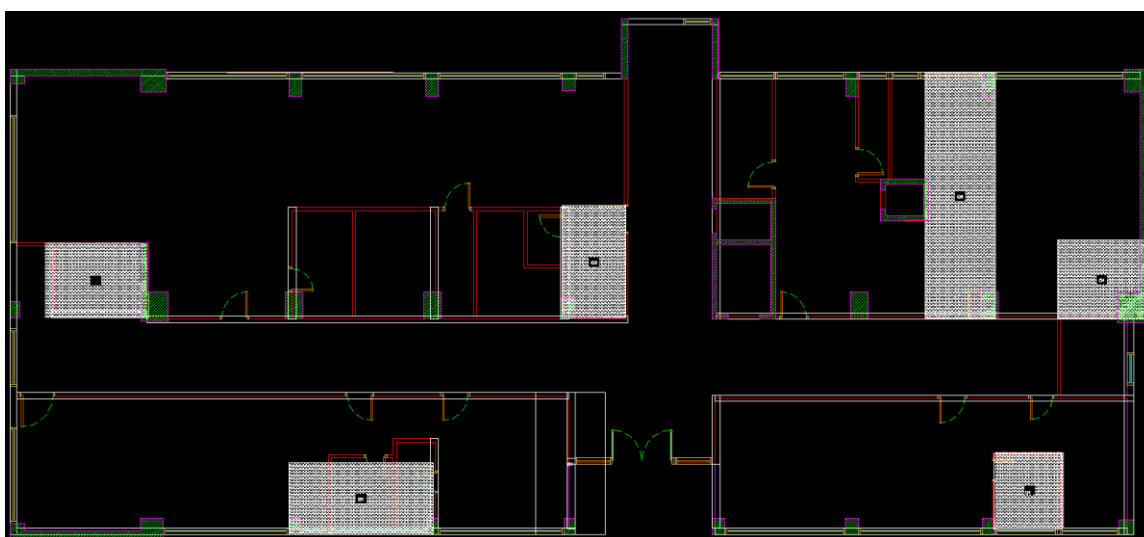
Ακολουθώντας τα ίδια βήματα με το σχεδιασμό των δαπέδων, εμφανίζεται το παράθυρο της παρακάτω μορφής **(Εικόνα 49)**:

Εικόνα 49 Παράθυρο ορισμού οροφής

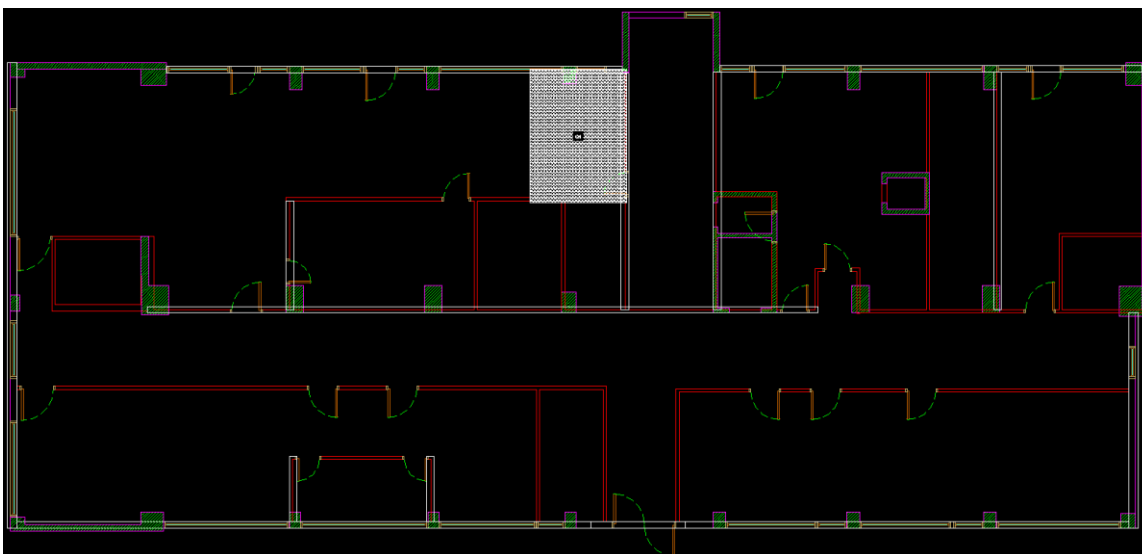
Συνεπώς, οι οροφές που προκύπτουν φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.



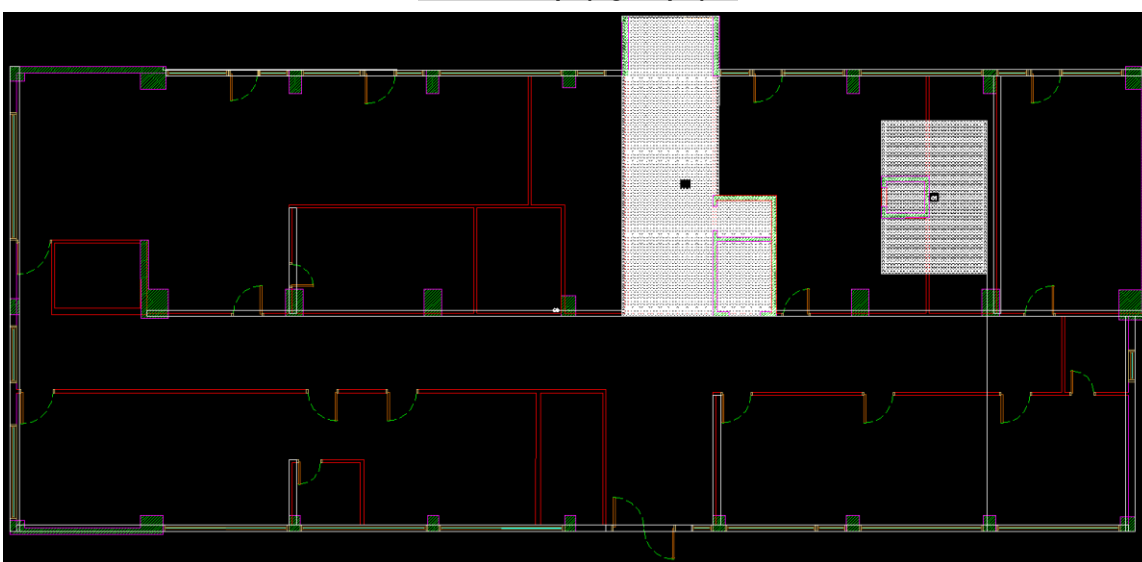
Εικόνα 50 Οροφές υπογείου



Εικόνα 51 Οροφές ισογείου



Εικόνα 52 Οροφές α' ορόφου



Εικόνα 53 Οροφές β' ορόφου

3.10 Ορισμός διεύθυνσης Βορρά

Για να οριστεί ο Βορράς, πηγαίνουμε στο Google Maps και εντοπίζουμε το κτίριο υπό μελέτη, περιστρέφοντας την όψη κατά τέτοιον τρόπο, ώστε ο προσανατολισμός του να είναι ο ίδιος με αυτόν που έχουμε στην κάτοψη. Με την πυξίδα βλέπουμε πού βρίσκεται ο Βορράς. Έπειτα, στην καρτέλα AutoBld επιλέγουμε την εντολή «Ορισμός διεύθυνσης Βορρά», όπου θα μας ζητηθεί να επιλέξουμε το σημείο στο οποίο θα σχεδιάσουμε την πυξίδα (κάπου εκτός του κελύφους του κτιρίου) και την φορά της βελόνας, η οποία φροντίζουμε να είναι ίδια με αυτή που απεικονίζεται στο Google Maps.

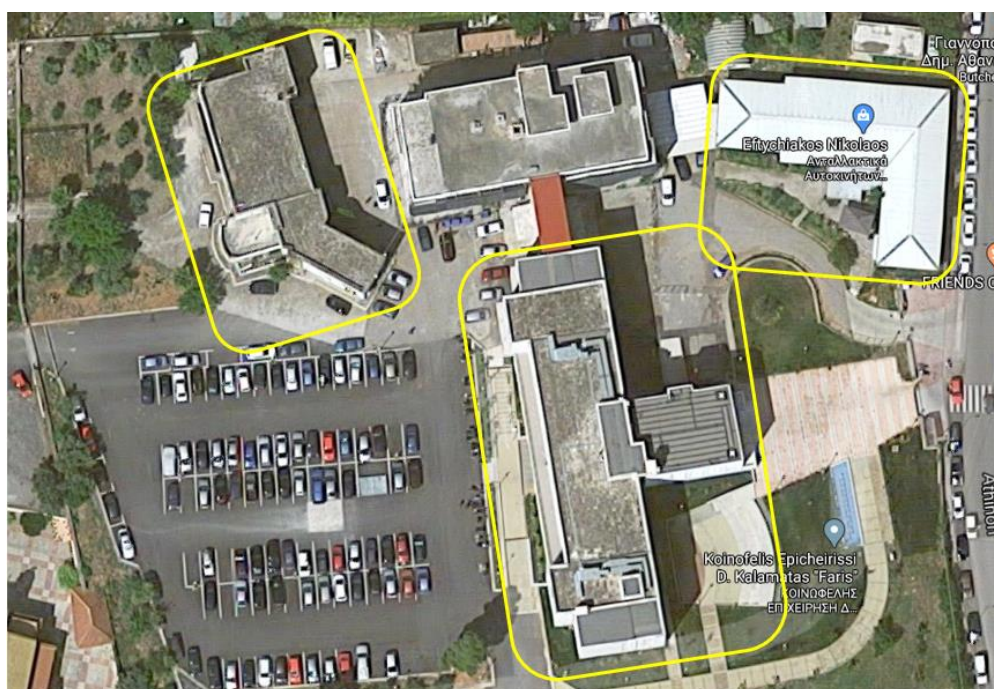


Εικόνα 54 Ορισμός διεύθυνσης Βορρά σύμφωνα με το Google Maps

3.11 Γειτονικά κτίρια

3.11.1. Ορισμός γειτονικών κτιρίων

Στο κτίριο είναι αναγκαίος ο ορισμός των σκιάσεων σε τοίχους και ανοίγματα από τα γειτονικά κτίρια. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να οριστεί ένα σκαρίφημα των γειτονικών κτιρίων, σε μία σχετικά ακριβή απόσταση από το κτίριο υπό μελέτη.



Εικόνα 55 Κάτοψη του Δημαρχείου και των γειτονικών του κτιρίων στο Google Maps

Για να βρεθεί αυτή η απόσταση μπαίνουμε στο Google Maps και βρίσκουμε το κτίριο υπό μελέτη. Έπειτα, εντοπίζουμε τα γειτονικά κτίρια που θεωρητικά θα επηρεάσουν την ενεργειακή κλάση του υπό μελέτη κτιρίου με το σκιασμό τους. Τέτοια κτίρια συνήθως έχουν μεγάλο ύψος και μικρή απόσταση από το υπό μελέτη κτίριο. Από την [Εικόνα 55](#) φαίνεται ότι τα γειτονικά κτίρια που περιβάλλουν τη Β' πτέρυγα του Δημαρχείου είναι τρία. Το δεξιό κτίριο φαίνεται πως έχει μικρό ύψος και μεγάλη απόσταση, άρα έχει περιορισμένη έως και μηδενική επίδραση σκιασμού στο υπό μελέτη κτίριο.



Εικόνα 56 Πλάγια όψη δεξιά κτιρίου

Το κάτω κτίριο είναι η πτέρυγα Α' του Δημαρχείου Καλαμάτας, το οποίο έχει το ίδιο ύψος με υπό μελέτη κτίριο και ενώνεται με κλειστή γέφυρα στους ορόφους α' και β'.



Εικόνα 57 Γέφυρα ένωσης πτερύγων Α' και Β' του Δημαρχείου Καλαμάτας

Το αριστερά κτίριο, διαπιστώνουμε με την περιστροφή του street view της Google ότι είναι τριώροφο. Υποθέτουμε 3 μέτρα ύψος σε κάθε όροφο για να υπολογίσουμε στο περίπου το συνολικό ύψος του κτιρίου. Χρησιμοποιούμε το εργαλείο «Μέτρηση Απόστασης» στο Google σε μερικά διάσπαρτα σημεία στις πλευρές του κτιρίου για να υπολογίσουμε την απόσταση που έχει το γειτονικό αυτό κτίριο από το κτίριο υπό μελέτη.



Εικόνα 58 Πλάγια όψη του αριστερά γειτονικού κτιρίου στο Google Maps

Επιλέγοντας την εντολή «Εισαγωγή διπλανού κτιρίου» στην καρτέλα AutoBld, μας ζητείται η επιλογή ή σχεδίαση ενός πολύγρामμου, το οποίο θα έχει μορφή σύμφωνα με την κάτοψη στο Google Maps. Η ακρίβεια είναι επιθυμητή, αλλά όχι απαραίτητη, καθώς η διαφορά μερικών πόντων δεν πρόκειται να αλλάξει σε διακριτό βαθμό την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου υπό μελέτη.

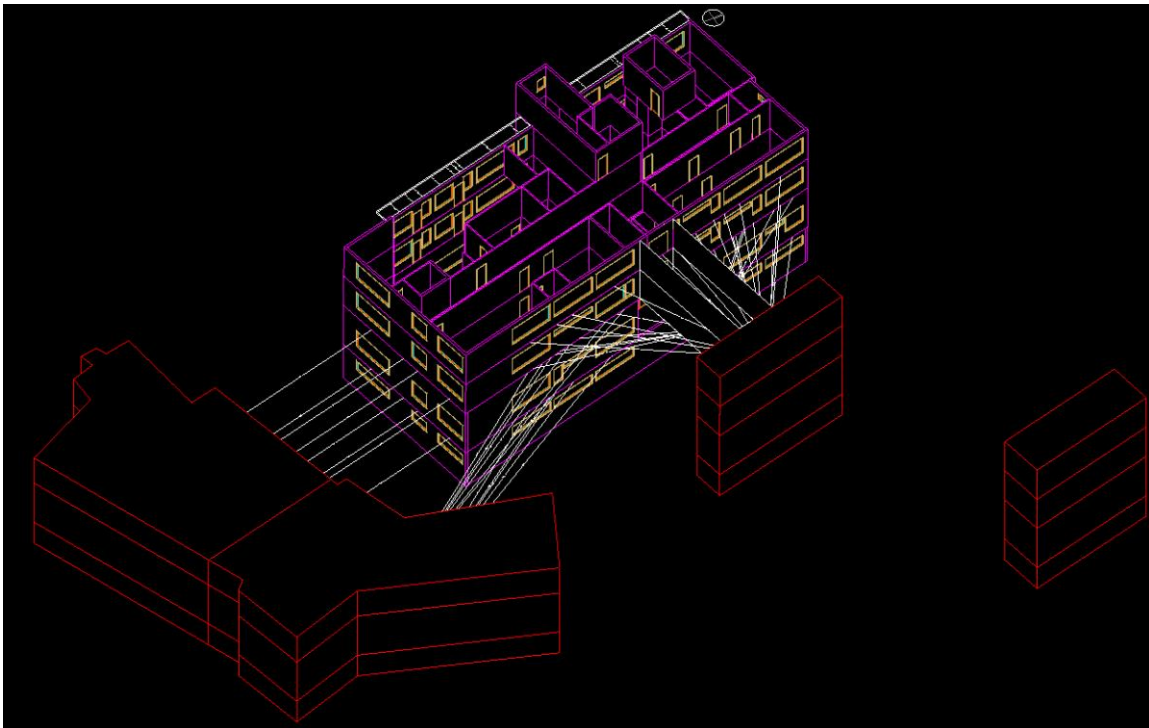
Όσον αφορά την Α' πτέρυγα αυτό που μας απασχολεί είναι στην ουσία το πλάτος του κτιρίου. Γι' αυτό το λόγο έχουν σχεδιαστεί δύο πρόβολοι οι οποίοι αποτελούν τις 2 πλευρές που συμβάλλουν τελικώς στο σκιασμό της Β' πτέρυγας.



Εικόνα 59 Κάτοψη γειτονικών κτιρίων

3.11.2. Σκιάσεις γειτονικών κτιρίων

Για να προσδιοριστούν οι σκιάσεις από τα γειτονικά κτίρια, πρέπει να συνδεθούν με τα ανοίγματα και τους τοίχους που επηρεάζουν. Στον ορισμό στοιχείων κάτοψης της καρτέλας AutoBld, επιλέγεται η εντολή «Σύνδεση ή αποσύνδεση τοίχων ή ανοιγμάτων σε γειτονικό κτίριο», όπου θα μας ζητηθεί να επιλέξουμε το σκαρίφημα του γειτονικού κτιρίου και τα τυπικά στοιχεία (ανοίγματα και τοίχους) με τα οποία θα συνδεθεί. Το αριστερά γειτονικό κτίριο χωρίστηκε σε 2 σκαρίφηματα, καθώς η γεωμετρία του είναι τέτοια που επηρεάζει και τη νότια και την ανατολική όψη του κτιρίου υπό μελέτη.

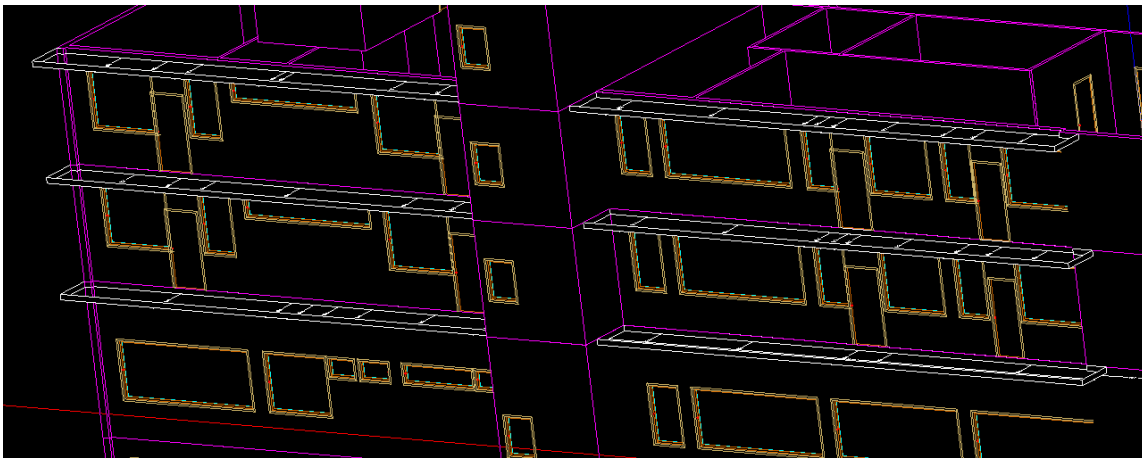


Εικόνα 60 Σύνδεση τοίχων και ανοιγμάτων του κτιρίου υπό μελέτη με τα γειτονικά κτίρια

3.12 Σκιάσεις οριζοντίων προβόλων

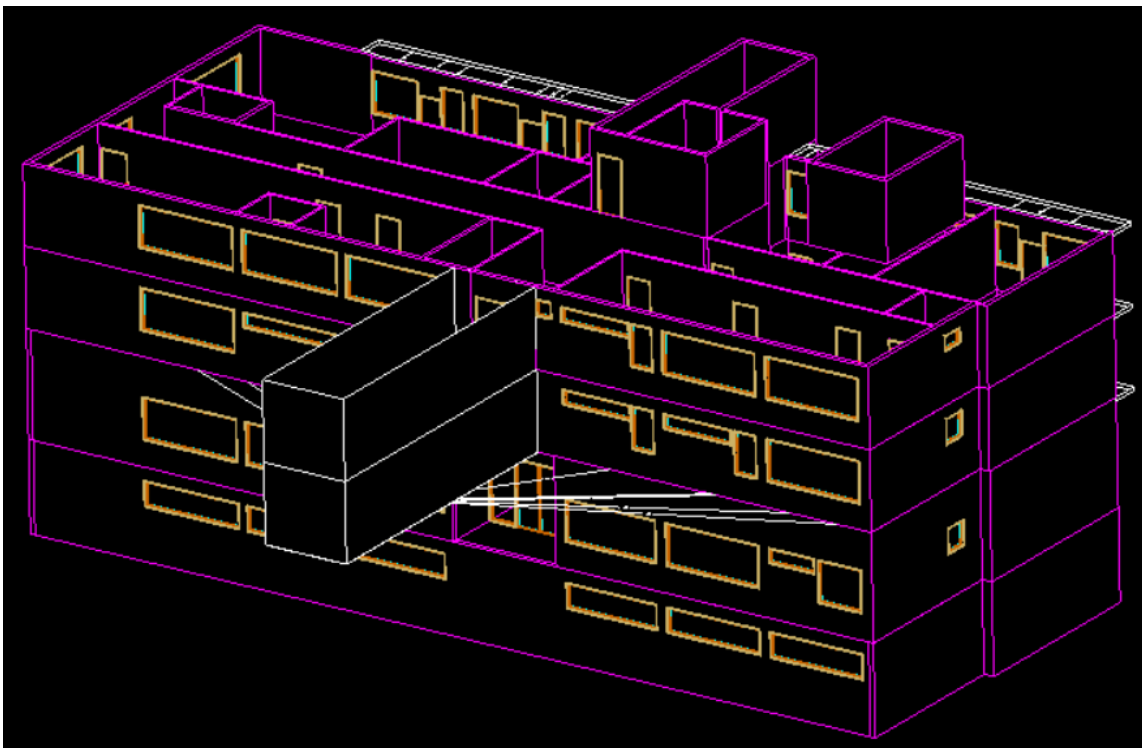
Οι οριζόντιες πρόβολοι αποτελούν οποιαδήποτε οριζόντια πλάκα που εξέρχεται από το περίγραμμα του κτιρίου, η οποία μπορεί να προκαλέσει σκιασμό στις οντότητες από κάτω. Για παράδειγμα ενός τέτοιου είδους πλάκα είναι το μπαλκόνι του 1^{ου} ορόφου, η οποία σκιάζει τους τοίχους και τα παράθυρα του ισογείου. Πηγαίνουμε λοιπόν στην κάτοψη του ισογείου και σχεδιάζουμε στην άνω στάθμη του ένα πολύγραμμο που περικλείει το μπαλκόνι του 1^{ου} ορόφου. Ο λόγος που πηγαίνουμε στο ισόγειο για να σχεδιάσουμε μία οντότητα του 1^{ου} ορόφου είναι για να μπορέσουμε να συνδέσουμε τα ανοίγματα και τους τοίχους που επηρεάζονται από το σκιασμό της προβόλου αυτής, πράγμα που δε γίνεται μεταξύ των επιπέδων του κτιρίου. Έπειτα, στην καρτέλα AutoBld, ορίζεται στα στοιχεία κάτοψης η πλάκα οριζοντίων προβόλων, επιλέγοντας το πολύγραμμο που έχουμε σχεδιάσει και διευκρινίζοντας το πάχος της πλάκας (0,15m).

Για να ορίσουμε τη σκίαση από μία οριζόντια πρόβολο, επιλέγουμε την αντίστοιχη εντολή στην καρτέλα AutoBld – Ορισμός στοιχείων κάτοψης. Θα μας ζητηθεί να επιλέξουμε το περίγραμμα της πλάκας και έπειτα να συνδέσουμε τις οντότητες που επηρεάζει η επιλεγμένη αυτή πλάκα. Συνεπώς θα προκύψουν οι σκιάσεις που φαίνονται στις παρακάτω εικόνες



Εικόνα 61 Οριζόντιοι πρόβολοι των ορόφων

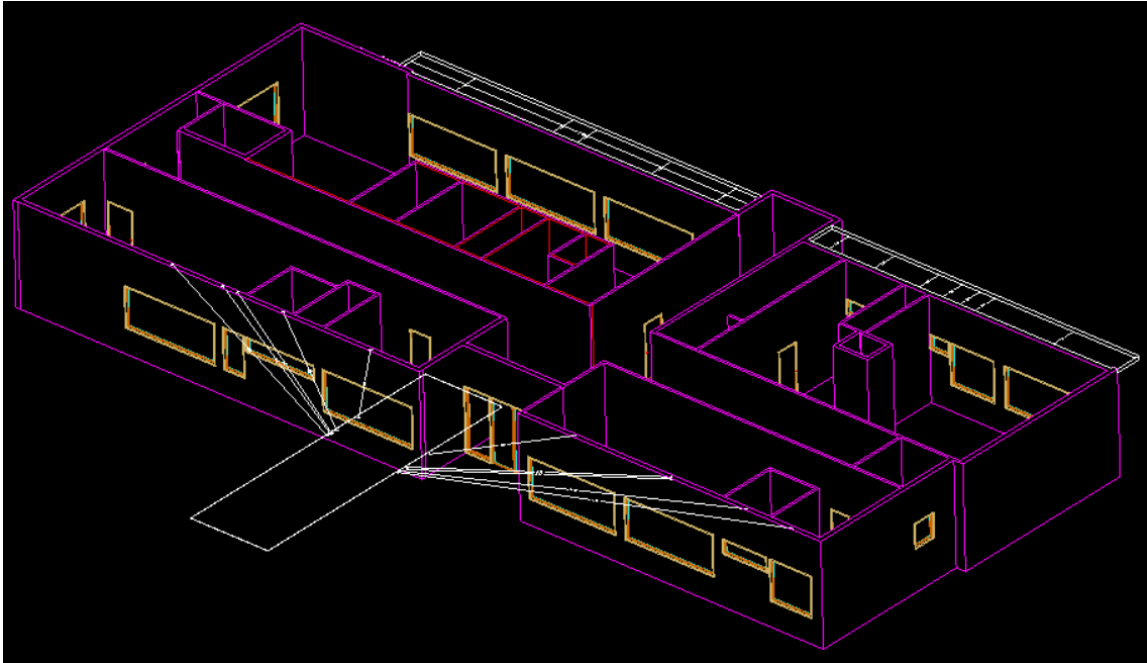
Λαμβάνουμε υπόψη ως οριζόντια πρόβολο και τη γέφυρα που ενώνει την πτέρυγα Β του Δημαρχείου με την Α, μόνο που στην προκειμένη περίπτωση το πάχος της είναι όσο και του ορόφου (3,10m).



Εικόνα 62 Γέφυρα ένωσης πτερύγων Α και Β ορισμένη ως οριζόντια πρόβολος

Όπως προαναφέρθηκε, δε γίνεται να συνδεθούν πρόβολοι με ανοίγματα διαφορετικών επιπέδων. Επειδή όμως από τη γέφυρα σκιάζονται και τα ανοίγματα οι τοίχοι του ισογείου, θα σχεδιαστεί άλλη μία πρόβολος πολύ μικρού πάχους στο επίπεδο του ισογείου. Η συγκεκριμένη πρόβολος επηρεάζει και τις οντότητες του

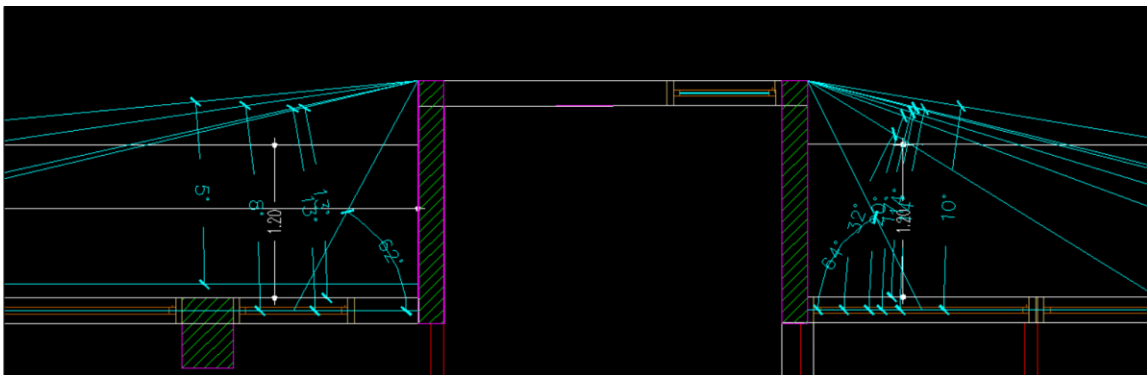
υπογείου που βρίσκονται πάνω από τη στάθμη 0, όμως δε θα γίνει η σύνδεσή τους, καθώς δεν ορίζονται σκιάσεις σε ΜΘΧ.



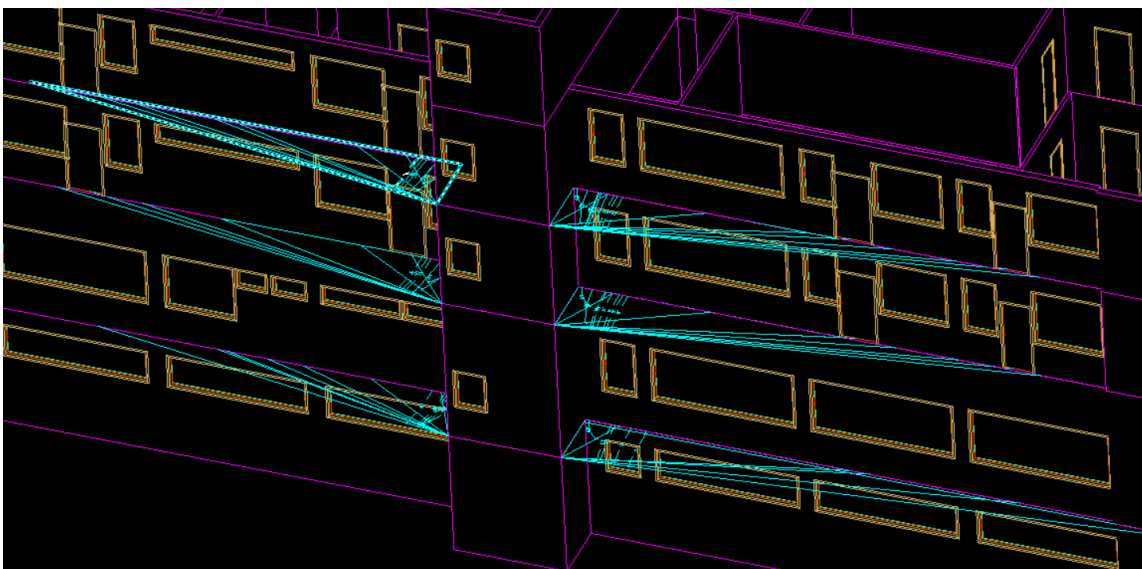
Εικόνα 63 Ορισμός γέφυρας ως προβόλου στο επίπεδο του ισογείου

3.13 Σκιάσεις καθέτων προβόλων

Οι σκιάσεις από κάθετους προβόλους ορίζονται και αυτές στα στοιχεία κάτοψης της καρτέλας AutoBld, με τη σύνδεση τοίχων και ανοιγμάτων σε κάποιο περίγραμμα πλάκας. Ως κάθετη πρόβολος μπορεί να θεωρηθεί οποιοδήποτε τμήμα του κτιρίου που μπορεί να εχέξει από το κυρίως κέλυφος του και δημιουργεί σκιάσεις στις οντότητες της επιφάνειας που τέμνεται από την πλάκα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το κλιμακοστάσιο του κτιρίου, το οποίο δημιουργεί σκιάσεις στα ανοίγματα και τους τοίχους της δυτικής πλευράς του κτιρίου.

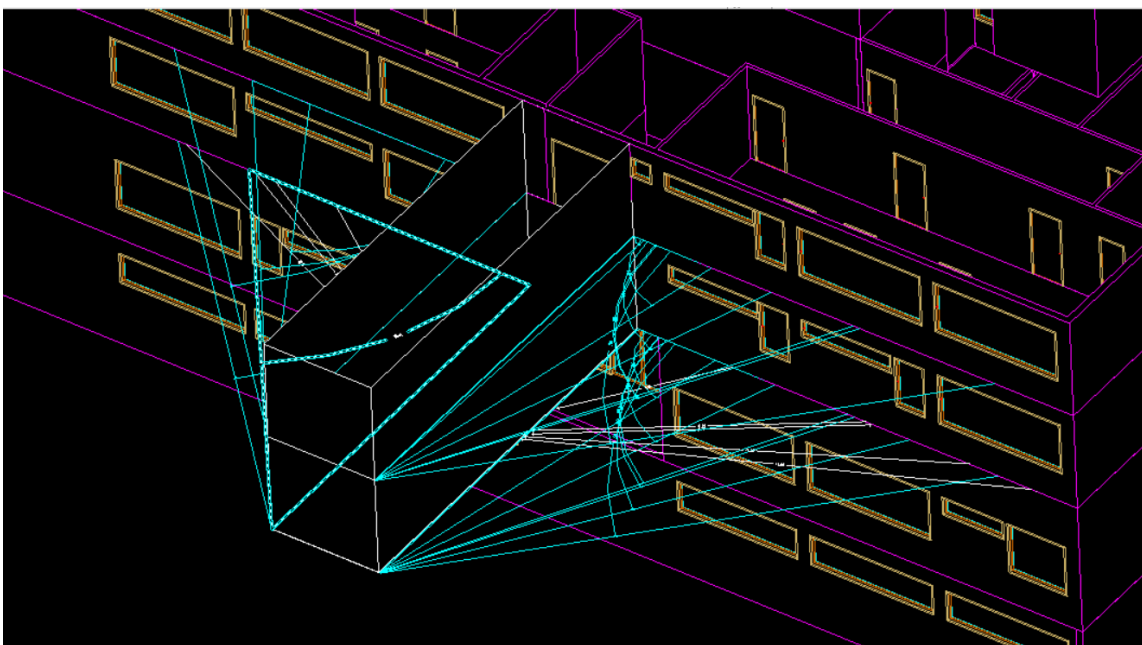


Εικόνα 64 Γωνίες σκιασμού καθέτων προβόλων κλιμακοστασίου στη κάτοψη του ισογείου



Εικόνα 65 Γωνίες σκιασμού κλιμακοστασίου σε όλους τους ορόφους

Η γέφυρα, εκτός από τις σκιάσεις που προκαλεί στο ισόγειο ως οριζόντια πρόβολος, προκαλεί σκιάσεις και ως κάθετη πρόβολος στους ορόφους α' και β'.



Εικόνα 66 Γωνίες σκιασμού γέφυρας στους ορόφους α' και β'

Κεφάλαιο 4: Υπολογιστικό τμήμα 4M

4.1 Μετάβαση από το σχεδιαστικό στο υπολογιστικό τμήμα του 4M Κ.Εν.Α.Κ.

Στο 3^ο κεφάλαιο αναλύθηκε βήμα-βήμα ο σχεδιασμός των απαιτούμενων οντοτήτων από τις οποίες αποτελείται το κτίριο υπό μελέτη. Υπάρχουν ακόμη κάποια στοιχεία που ορίζονται στις κατόψεις, όπως πχ τα σκαριφήματα ηλιασμού, ή ο ορισμός του οικοπέδου, αλλά δεν μας απασχολεί κάτι τέτοιο σε ένα ήδη υφιστάμενο κτίριο.

Στην καρτέλα AutoBld, επιλέγεται η εντολή Υπολογισμοί – Ενεργειακά (Κτίριο Αναφοράς), όπου το πρόγραμμα θα αρχίσει να «τραβάει» όλα τα στοιχεία που ορίστηκαν στο σχεδιαστικό πρόγραμμα του 4M Κ.Εν.Α.Κ. και τα εισάγει σε υπολογιστικά φύλλα τα οποία αναγράφουν τις ιδιότητες της κάθε οντότητας. Παρακάτω φαίνεται το φύλλο υπολογισμού, το οποίο είναι το πρώτο παράθυρο που εμφανίζεται στο υπολογιστικό τμήμα του 4M.

Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	Προσανατολισμός Γειωσών	Απορροή μόνι	Συντελεστής U (W/m²K)	Υπολογισμένη Μέγιστη Συντελεστής U (W/m²K)	Υψος η (Πάνος) (m)	Επιφ. (m²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m²)	Απορρ. Επιφ. (m²)	Επιφ. Υπολ. (m²)	Συντελ. ραδιασμός 0.9	Γεωμετρικός Μόνι ή Θερμολόγιο	Κλιματικός ορισμός	Βάθος αερισμού πτεράς 1 (m)	Βάθος αερισμού πτεράς 2 (m)	Διακρίματα
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	

Εικόνα 67 Φύλλο υπολογισμού

Οι δύο βασικές κατηγορίες στις οποίες το πρόγραμμα διαιρεί τα στοιχεία είναι οι Ζώνες και τα Συστήματα. Στις Ζώνες, συμπεριλαμβάνονται τα τυπικά στοιχεία του κτιρίου που έχουν εισαχθεί από το σχεδιαστικό κομμάτι, ενώ στα Συστήματα συμπεριλαμβάνονται τα εξής:

- Θέρμανση – ψύξη,
- Ζεστά νερά χρήσης (ZNX)
- Ηλιακοί συλλέκτες
- Φωτοβολταϊκά
- Φωτισμός

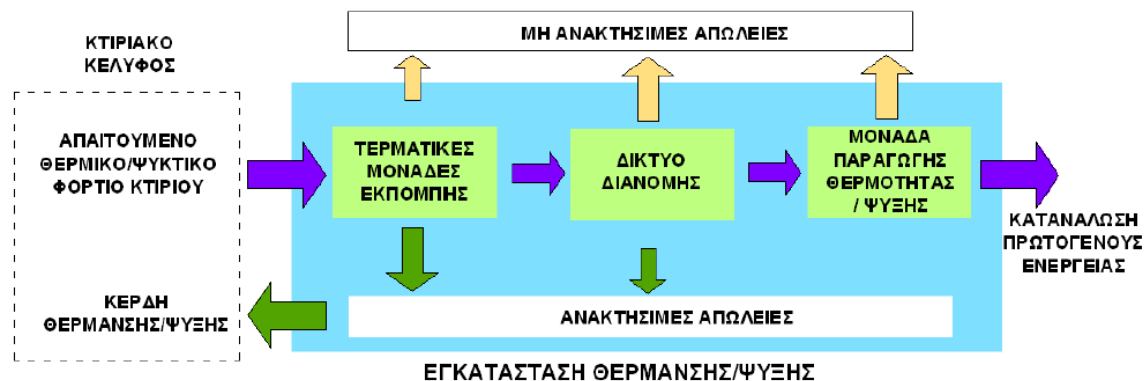
(ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017), § 5

Εκτός από τον κατάλληλο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και τις αντίστοιχες επιλογές για τα στοιχεία του κελύφους του κτιρίου, ώστε να περιοριστούν κατά το δυνατόν περισσότερο τα θερμικά / ψυκτικά φορτία, σημαντικό ρόλο παίζει και ο σωστός σχεδιασμός των τεχνικών συστημάτων θέρμανσης - ψύξης - κλιματισμού (Θ.Ψ.Κ.), ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.), φωτισμού, καθώς και όλων των υπόλοιπων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων. Ο επιθεωρητής οφείλει να σχεδιάζει αυτές τις

εγκαταστάσεις με βασικό στόχο τη βέλτιστη λειτουργία τους και τον περιορισμό των καταναλώσεων ενέργειας στο ελάχιστο, λαμβάνοντας υπόψη:

- Τη χρήση του κτιρίου: κατοικία, γραφείο, εμπορικό κατάστημα κ.ά.,
- Το προφίλ λειτουργίας: ωράριο, χρήστες, εσωτερικές συνθήκες κ.ά.,
- Τους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου που έχουν διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας και απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη και αερισμό (θερμικές ζώνες),
- Τη θέση του κτιρίου: κλιματικά δεδομένα, προσανατολισμός, ηλιασμός,
- Τη δυνατότητα αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: θερμικά ηλιακά, φωτοβολταϊκά, γεωθερμία κ.ά.,
- Τη δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού,
- Τα διαθέσιμα στην αγορά συστήματα παραγωγής - διανομής Θ.Ψ.Κ. & Ζ.Ν.Χ. με υψηλό βαθμό απόδοσης,
- Τα διαθέσιμα στην αγορά συστήματα αυτομάτου ελέγχου για τη σωστή διαχείριση και εξοικονόμηση ενέργειας,
- Την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κάθε συστήματος.

Στον Κ.Εν.Α.Κ. καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές (απαιτήσεις) για τα Η/Μ τεχνικά συστήματα των νέων και ριζικώς ανακαινιζόμενων κτιρίων, καθώς επίσης και οι προδιαγραφές του κτιρίου αναφοράς, το οποίο αποτελεί μέτρο σύγκρισης τού υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτιρίου. Ο επιθεωρητής έχει την δυνατότητα και ενθαρρύνεται στην εφαρμογή τεχνολογιών με ακόμη καλύτερες προδιαγραφές και απόδοση από τις ελάχιστες απαιτούμενες και αυτές του κτιρίου αναφοράς, ώστε η τελική ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου να είναι υψηλότερη της κατηγορίας που προβλέπεται στον Κ.Εν.Α.Κ.. Στα περισσότερα κτίρια, και ιδιαίτερα σε αυτά που βρίσκονται εκτός αστικού ιστού, σε αραιοκατοικημένες περιοχές, υπάρχει συχνά αυξημένη δυνατότητα για αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και περαιτέρω περιορισμό της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων.



Εικόνα 68 Διάγραμμα διαδικασίας λειτουργίας εγκατάστασης θέρμανσης / ψύξης.

4.2 Στοιχεία κτιρίου

Τα στοιχεία του κτιρίου συμπληρώνονται σύμφωνα με την [Εικόνα 70](#). Αφορούν στοιχεία μορφολογικά, γεωμετρικά, κατασκευαστικά, καθώς και πληροφορίες κλιματολογικές και χρηστικές, που θα αποτελέσουν για το πρόγραμμα παραμέτρους υπολογισμού της τελικής ενεργειακής κλάσης.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας , Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.

Εικόνα 69 Οι κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα σύμφωνα με την TOTEE 2017

Γενικά

Παράμετροι υπολογισμών

Πόλη

Αριθμός Θερμικών Ζωνών

Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1 - 15)

Τυπικό Ύψος Επιπέδου (m)

Κλιματική Ζώνη

Υψόμετρο μεγαλύτερο των 500m

Γωνία Περιστροφής

Χρήση κτιρίου

Τύπος κατασκευής

Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους

Βάθος δαπέδου στο έδαφος (m)

Περίμετρος κτιρίου (m)

Τύπος μελέτης/επιθεώρησης

Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας

Θερμομονωτική προστασία

Υπολογισμοί με χρήση μηχανής TEE

Αρχείο μηχανής υπολογισμών TEE

Τμήμα κτηρίου

Επιθυμητό συνολικό εμβαδό (m²)

Επιθυμητός συνολικός όγκος (m³)

Αυτόματη εκτέλεση υπολογισμών

Εμφάνιση σκαριφημάτων στην εκτύπωση θερμογεφυρών

Έκδοση κοινού πιστοποιητικού για διαφορετικές βασικές χρήσεις

Επιλογή κανονισμού

Καλαμάτα

1

5

3

ΖΩΝΗ Α

☐

0

Γραφεία

Φέρων οργ. από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης

1

1.35

102

Επιθεώρηση

Χωρίς κανονισμό θερμομόνωσης (έγκριση αδειάς πριν το 1979)

Χωρίς θερμομονωτική προστασία

☒

C:\Program Files (x86)\TEE\TEE_KENAK_1_31\Nomis.exe

☐

☒

☐

☐

TOTEE 2017

Γενικά

Παράμετροι υπολογισμών

Υπολογισμός επιφανειών σε επαφή με ΜΘΧ με συντελεστή b 0.5 (για έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου)

Υπολογισμός σκίασης με συντελεστή 0.9 για κατακόρυφα αδιαφανή στοιχεία με $U < 0.6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Υπολογισμός σκίασης με συντελεστή 0.9 για οριζόντια αδιαφανή στοιχεία με $U < 0.6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Ομαδοποίηση αδιαφανών δομικών στοιχείων κατά την έξοδο σε αρχείο xml κτιρίου

Ομαδοποίηση διάφανων δομικών στοιχείων κατά την έξοδο σε αρχείο xml κτιρίου

Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής U_{m} όπως προκύπτει από υπολογισμούς (για κτήρια πριν τον Κανονισμό Θερμομόνωσης)

Υπολογισμός ισχύος φωτιστικών με φωταεχνικούς υπολογισμούς

Ο υπολογισμός όγκου νωπού αέρα κτιρίου προκύπτει από άθροιση νωπού αέρα ζωνών

☐

☐

☐

☒

☒

☒

☒

☒

Εικόνα 70 Παράθυρο ορισμού στοιχείων κτιρίου

4.3 Τυπικά στοιχεία

4.3.1. Εξωτερικοί τοίχοι, κολώνες και δοκάρια

Στην καρτέλα Στοιχεία – Τυπικά θα καταγραφούν όλες οι τυπικές οντότητες του κτιρίου υπό μελέτη, και θα οριστεί για καθεμία από αυτές ο συντελεστής θερμοπερατότητας U . Η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U επιλέγεται από τις βιβλιοθήκες της TOTEE, οι οποίες είναι ενσωματωμένες στο πρόγραμμα. Πατώντας επάνω στο κελί της τιμής U θα εμφανιστεί ο παρακάτω πίνακας, από τον οποίο θα επιλεγεί η κατάλληλη τιμή ανάλογα με την περίπτωση.

Περιγραφή στοιχείου		Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.				
		Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με ΜΘΧ	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με ΜΘΧ	Σε επαφή με έδαφος		
Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πλάκας μικρότερου των 80 cm)	Ανεπίκριτο από τη μία ή τις δύο όψεις.		3.65	2.75	4.30	1.00	0.90	1.05	
	Επικριζόμενο και από τις δύο όψεις.		3.40	2.60	–	1.00	0.90	–	
	Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.		2.45	2.00	2.90	0.90	0.85	0.95	
	Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή		2.90	2.30	3.25	0.90	0.85	0.95	
	Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες		3.50	2.05	4.00	1.00	0.90	1.05	
	Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.		2.05	1.75	2.25	0.80	0.75	0.85	
Οπτοπλινθοδομή. φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)	Μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή	Ανεπίκριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.		2.30	1.90	2.55	0.85	0.80	0.90
		Επικριζόμενη και από τις δύο όψεις.		2.20	1.85	–	0.85	0.80	–
		Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.		1.90	1.60	2.05	0.80	0.75	0.85
		Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.		2.10	1.75	2.25	0.80	0.75	0.85
		Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.		2.25	1.85	2.45	0.85	0.80	0.85
		Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.		1.55	1.35	1.65	0.70	0.70	0.75
	Δρομική οπτοπλινθοδομή	Ανεπίκριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.		3.25	2.50	3.75	0.95	0.90	1.00
		Επικριζόμενη και από τις δύο όψεις.		3.05	2.40	–	0.95	0.85	–
		Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.		2.50	2.00	2.75	0.85	0.80	0.90
		Επενδεδυμένη με αργολιθοδομή.		2.80	2.25	3.20	0.90	0.85	0.95
		Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.		3.10	2.40	3.55	0.95	0.85	1.00
		Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.		1.90	1.65	2.05	0.80	0.75	0.85
	Αργολιθοδομή	Ανεπίκριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.		4.25	3.10	5.00	1.05	0.95	1.10
		Επικριζόμενη και από τις δύο όψεις.		3.85	2.85	–	1.00	0.95	–
		Επενδεδυμένη με διακοσμητική οπτοπλινθοδομή.		2.85	2.30	3.25	0.90	0.85	0.95
		Επενδεδυμένη με μαρμάρινες πλάκες.		4.10	3.00	4.95	1.00	0.95	1.05
		Επενδεδυμένη με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες.		2.30	1.95	2.60	0.85	0.80	0.90

Εικόνα 71 Τιμές TOTEE για τοίχους, κολώνες και δοκάρια

Η αρίθμηση που παίρνουν οι οντότητες πρέπει να είναι σύμφωνη με την κατηγοριοποίηση που τους έχει γίνει στο σχεδιαστικό κομμάτι ([Εικόνα 22](#)). Μόλις οριστεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας, θα συμπληρωθούν αυτόματα και τα πεδία απορροφητικότητας και ικανότητας εκπομπής.

	Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Υπολ. Συντ. U (W/m^2K)	Απορροφη-τικότητα as, c	Ικανότητα εκπομπής ϵ	Τύπος τοίχου	Κόστος (€/m^2)
1	T1	Τοίχος με εξωτερικό περιβάλλον	2.20	0.40	0.80		
2	T2						
3	T3						
4	T4						
5	T5						
6	T6						
7	T7						
8	T8						
9	T9						
10	T10						
11	T11	Κολώνα - δοκάρι με εξωτερικό περιβάλλον	3.40	0.40	0.80		
12	T12	Κολώνα - δοκάρι σε επαφή με φυσικό έδαφος	4.30	0.40	0.80		
13	T13						
14	T14						
15	T15						

Εικόνα 72 Παράθυρο ορισμού συντελεστή U σε εξωτερικούς τοίχους, κολώνες και δοκάρια

4.3.2. Εσωτερικοί τοίχοι, κολώνες και δοκάρια

Οι τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για τις εσωτερικές τοιχοποιίες προκύπτουν από τον ίδιο πίνακα με τις εξωτερικές (**Εικόνα 71**). Πρέπει η αρίθμηση εδώ πάλι να συμφωνεί με αυτή του σχεδιαστικού μέρους (**Εικόνα 22**).

	Εσ. Τοίχοι	Περιγραφή	Υπολ. Συντ. U (W/m²K)	Απορροφητικότητα as,c	Ικανότητα εκπομπής ε	Κόστος (€/m²)
1	E1	Τοίχος εσωτερικός με ΜΘΧ	2.40	0.40	0.80	
2	E2					
3	E3					
4	E4					
5	E5					
6	E6					
7	E7					
8	E8					
9	E9					
10	E10					
11	E11					
12	E12					
13	E13					
14	E14					
15	E15					
16	E16					
17	E17					
18	E18					
19	E19					
20	E20					
21	E21	Κολώνα - δοκάρι εσωτερικό με ΜΘΧ	2.60	0.40	0.80	

Εικόνα 73 Παράθυρο ορισμού συντελεστή U σε εσωτερικούς τοίχους, κολώνες και δοκάρια

4.3.3. Οροφές

Οι οροφές συμπληρώνονται με παρόμοιο τρόπο όπως οι οντότητες της ενότητας 4.3.1. Στην προκειμένη περίπτωση φαίνεται πως δεν υπάρχει τιμή U για οροφή προς θερμαινόμενο χώρο. Συμπληρώνεται η ίδια τιμή με το ΜΘΧ, καθώς η ροή της θερμότητας είναι ίδια από θερμαινόμενο σε μη χώρο με τη ροή από ΜΘΧ σε θερμαινόμενο χώρο.

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με ΜΘΧ	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με ΜΘΧ	Σε επαφή με έδαφος
Επιτεγασείς (με ή χωρίς ψευδοροφή)						
Συμβατικού τύπου δώμα.	3.05	–	–	0.95	–	–
Αντεστραμμένου τύπου δώμα.	–	–	–	0.95	–	–
Αεριζόμενο δώμα.	–	3.70	–	1.00	–	–
Φυτεμένο δώμα.	1.20	–	–	0.70	–	–
Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.	3.70	–	–	1.00	–	–
Οροφή κάτω από μη θερμαινόμενο χώρο.	–	2.90	–	–	0.90	–
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος.	4.70	–	–	1.05	–	–
Κεραμοσκεπή επί κεκλιμένης ξύλινης στέγης.	4.25	–	–	1.00	–	–

Εικόνα 74 Τιμές TOTEE για οροφές

	Οροφές	Περιγραφή	Υπολ. Συντ. U (W/m ² K)	Απορροφη- τικότητα as,c	Ικανότητα εκπομπής ε	Κόστος (€/m ²)
1	O1	ΜΘΧ	2.90	0.65	0.80	
2	O2	Θερμαινόμενος χώρος	2.90	0.65	0.80	
3	O3	Εξωτερικό περιβάλλον	3.05	0.65	0.80	

Εικόνα 75 Παράθυρο ορισμού συντελεστή U για οροφές

4.3.4. Δάπεδα

Ακολουθείται ακριβώς η ίδια λογική με τον ορισμό συντελεστή U για τις οροφές.

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
Οριζόντια δομικά στοιχεία	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με ΜΘΧ	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με ΜΘΧ	Σε επαφή με έδαφος
Δάπεδα με επικάλυψη παντός τύπου (ξύλο, μάρμαρο, πλακάκι, μωσαϊκό κ.τ.λ.)						
Επάνω από ανοικτό υπόστυλο χώρο (πυλωτή).	2.75	–	–	0.90	–	–
Επί εδάφους.	–	–	3.10	–	–	0.95
Επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.	–	2.00	–	–	0.80	–

Εικόνα 76 Τιμές TOTEE για δάπεδα

	Δάπεδα	Περιγραφή	Υπολ. Συντ. U (W/m ² K)	Κόστος (€/m ²)
1	Δ1	ΜΘΧ	2.00	
2	Δ2	Θερμαινόμενος χώρος	2.00	
3	Δ3	Έδαφος	3.10	
4	Δ4	Εξωτερικό περιβάλλον	2.75	

Εικόνα 77 Παράθυρο ορισμού συντελεστή U για τα δάπεδα

4.3.5. Ανοίγματα

(TOTEE 20701-1/2017), § 4.2.3

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος U_w εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου, το σύστημα υαλοπινάκων που φέρει, το ποσοστό επιφανείας πλαισίου και υαλοπινάκων επί του κουφώματος και το μήκος της θερμογέφυρας που σχηματίζεται στα σημεία ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο. Συνεπώς, κουφώματα που αποτελούνται από τον ίδιο τύπο υαλοπίνακα και πλαισίου, αλλά είναι διαφορετικού μεγέθους μπορεί να έχουν διαφορετικό συντελεστή θερμοπερατότητας. Γι' αυτό το λόγο συστήνεται να υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε κουφώματος διαφορετικού μεγέθους ξεχωριστά.

Για την ενεργειακή επιθεώρηση ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να προσδιορίσει το συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος με σχετική ακρίβεια, καθώς η επιρροή του στην τελική διαμόρφωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηρίου είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Στην περίπτωση χρήσης της μηχανής του TEE KENAK, ο επιθεωρητής πρέπει να υπολογίσει το U των κουφωμάτων σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + I_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

Συμβολισμός	Εξήγηση	Μέτρηση σε
U _w	ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος	W/(m ² ·K)
U _f	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος	W/(m ² ·K)
U _g	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού, διπλού ή περισσότερων φύλλων)	W/(m ² ·K)
A _f	η επιφάνεια του πλαισίου του κουφώματος	m ²
A _g	η επιφάνεια του υαλοπίνακα του κουφώματος	m ²
I _g	το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (περίμετρος του υαλοπίνακα)	m
Ψ _g	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος	W/(m·K)
A _w	το εμβαδό επιφανείας του κουφώματος (A _w = A _f + A _g)	m ²

Εικόνα 78 Σχέση υπολογισμού U μονού κουφώματος

Όπως θα διαπιστωθεί παρακάτω, στη συγκεκριμένη περίπτωση δε θα χρειαστεί η διαδικασία αυτή, καθώς το 4M εφαρμόζει τους υπολογισμούς αυτούς, αφότου βεβαίως έχουν εισαχθεί οι τιμές αυτές στο υπολογιστικό φύλλο από τον επιθεωρητή.

Στη συγκεκριμένη μελέτη έχουν προκύψει 60 ανοίγματα, τα οποία συνδέουν θερμαινόμενους με μη χώρους, καθώς και το εξωτερικό περιβάλλον με το εσωτερικό του κτιρίου.

Για να επιλεγεί η κατάλληλη τιμή, πρέπει να ανατρέχουμε για κάθε άνοιγμα ξεχωριστά στο σχεδιαστικό, ώστε να επιλεγεί αρχικά ο τύπος ανοίγματος (παράθυρο ή πόρτα).

Κρίνεται σκόπιμη η δημιουργία ενός υπολογιστικού φύλλου excel κατά τη διάρκεια της σχεδίασης, όπου θα σημειώνονται οι τύποι των ανοιγμάτων, καθώς το να ανατρέχουμε συνεχώς στο σχεδιαστικό είναι μία πολύ χρονοβόρα και με αυξημένη πιθανότητα λάθους διαδικασία.

Στα ανοίγματα συνεπάγονται οι πόρτες και τα παράθυρα των εξής κατηγοριών:

- Πόρτα με πλαίσιο αλουμινίου και μονό τζάμι σε επαφή με εξωτερικό αέρα.
- Πόρτα με πλαίσιο αλουμινίου και μονό τζάμι σε επαφή με ΜΘΧ.
- Πόρτα συμπαγής σε επαφή με ΜΘΧ.
- Παράθυρο ανοιγόμενο με πλαίσιο αλουμινίου και μονό τζάμι σε επαφή με εξωτερικό αέρα.

Πρέπει να επιλεγθούν από τους πίνακες της TOTEE ο συντελεστής θερμοπερατότητας U και οι τιμές αερισμού λόγω χαραμάδων.

Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων Uw [W/(m²K)] χωρίς εξωτερικά προστατευτικά φύλλα.	Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου Ff [%]	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επιστροφή μεμβράνης χαμηλής εκπεριψιμότητας	
				με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm
	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6.0	4.1	3.7	3.6	3.0
		30%	6.1	4.5	4.1	4.0	3.5
		40%	6.2	4.8	4.5	4.4	4.0
	Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	-	3.6	3.2	3.1	2.6
		30%	-	3.5	3.2	3.1	2.7
		40%	-	3.5	3.2	3.0	2.8
	Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	-	3.4	3.0	3.0	2.3
		30%	-	3.3	3.0	2.9	2.4
		40%	-	3.2	3.0	2.9	2.4
	Συνθετικό πλαίσιο	20%	-	3.4	3.0	2.9	2.2
		30%	-	3.3	2.9	2.9	2.3
40%		-	3.2	2.9	2.9	2.4	
Ξύλινο πλαίσιο	20%	5.0	3.2	2.9	2.7	2.1	
	30%	4.7	3.1	2.8	2.6	2.1	
	40%	4.3	3.0	2.7	2.6	2.1	
Διπλό παράθυρο (ξύλινο)*	20%	2.4	-	-	-	-	
	30%	2.3	-	-	-	-	
	40%	2.1	-	-	-	-	
*Οι τιμές για το διπλό ξύλινο παράθυρο ισχύουν, εφόσον και τα δύο φύλλα του παραθύρου δεν παρουσιάζουν προβλήματα αεροστεγανότητας. Σε αντίθετη περίπτωση ισχύουν οι τιμές του μονού παραθύρου.							
Εξωτερικές Πόρτες Χωρίς υαλοπίνακες [W/(m²K)]	Υλικό	Σε επαφή με εξωτερικό αέρα			Σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο		
	Μέταλλο	6.0			4.0		
	Συνθετικό	3.5			2.7		
	Ξύλο	3.5			2.7		
Τυπικές τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων Uw [W/(m²K)] με χρήση ρολών, ανεξαρτήτως της αεροστεγανότητας των ρολών.	Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου Ff [%]	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επιστροφή μεμβράνης χαμηλής εκπεριψιμότητας	
				με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm
	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	4.5	3.3	3.0	2.9	2.5
		30%	4.6	3.6	3.3	3.2	2.9
		40%	4.7	3.8	3.6	3.5	3.2
	Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	-	2.9	2.7	2.6	2.2
		30%	-	2.9	2.7	2.6	2.3
		40%	-	2.9	2.7	2.5	2.4
	Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	-	2.8	2.5	2.5	2.0
		30%	-	2.7	2.5	2.4	2.1
		40%	-	2.7	2.5	2.4	2.1
	Συνθετικό πλαίσιο	20%	-	2.8	2.5	2.4	1.9
		30%	-	2.7	2.4	2.4	2.0
		40%	-	2.7	2.4	2.4	2.1
	Ξύλινο πλαίσιο	20%	3.9	2.7	2.4	2.3	1.8
		30%	3.7	2.6	2.4	2.2	1.8
		40%	3.4	2.5	2.3	2.2	1.8
Τυπικές τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων Uw [W/(m²K)] με χρήση εξώφυλλων, αδιαφώρας της αεροστεγανότητάς τους.	Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου Ff [%]	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επιστροφή μεμβράνης χαμηλής εκπεριψιμότητας	
				με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm
	Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	4.9	3.5	3.2	3.2	2.7
		30%	5.0	3.9	3.5	3.5	3.1
		40%	5.1	4.1	3.9	3.8	3.5
	Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	-	3.2	2.8	2.8	2.4
		30%	-	3.1	2.8	2.8	2.4
		40%	-	3.1	2.8	2.7	2.5
	Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	-	3.0	2.7	2.7	2.1
		30%	-	2.9	2.7	2.6	2.2
		40%	-	2.8	2.7	2.6	2.2
	Συνθετικό πλαίσιο	20%	-	3.0	2.7	2.6	2.0
		30%	-	2.9	2.6	2.6	2.1
		40%	-	2.8	2.6	2.6	2.2
	Ξύλινο πλαίσιο	20%	4.2	2.8	2.6	2.4	1.9
		30%	4.0	2.8	2.5	2.4	1.9
		40%	3.7	2.7	2.4	2.4	1.9

Εικόνα 79 Τιμές TOTEE συντελεστή θερμοπερατότητας U για τα ανοίγματα

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)		Διείσδυση του αέρα	
		Πόρτα [m³/h/m²]	Παράθυρο [m³/h/m²]
Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, κωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο.	11.8	15.1
	Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.		
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες, κωνευτό.	9.8	12.5
	Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση.		
	Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.		
Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο χωρίς πιστοποίηση	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, κωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο.	7.4	8.7
	Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.		
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες, κωνευτό.	5.3	6.8
	Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση.		
	Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.		
Κουφώματα με μεταλλικό, συνθετικό ή ξύλινο πλαίσιο με πιστοποίηση κατά EN 12207(*)	Κλάση αεροπερατότητας με βάση τη συνολική επιφάνεια του κουφώματος	1	7.7
		2	4.1
		3	1.4
		4	0.5
Γυάλινες προσόψεις	Για τα μερικώς ανοιγόμενα κουφώματα των γυάλινων προσόψεων (π.χ. με προβαλλόμενα τμήματα) λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη σταθερό τμήμα, ανάλογα προς τις παραπάνω κατηγορίες αυτού του πίνακα.		

Εικόνα 80 Τιμές TOTEE αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμάδων ανά μονάδα επιφάνειας κουφώματος

Τύπος υαλοπίνακα	ξ _{gl}
Μονός υαλοπίνακας	0.77
Διπλός υαλοπίνακας	0.68
Διπλός υαλοπίνακας, με επιλεκτική, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0.60
Διπλό παράθυρο	0.68
Υαλότουβλα	0.27

Εικόνα 81 Τιμές TOTEE συντελεστή θερμοπερατότητας υαλοπινάκων

Ανοίγματα	Είδος ανοίγματος	Συντελεστής θερμικών ηλιακών απολαβών	Επιθυμητός Συντελεστής U (W/m ² K)	Τιμή αερισμού λόγω χαραμάδων (m ³ /h/m ²)	Κόστος (€/m ²)
A1	Πόρτα	0.77	2.7	11.8	
A2	Πόρτα	0.77	2.7	11.8	
A3	Πόρτα	0.77	2.7	11.8	
A4	Πόρτα	0.77	6.2	7.4	
A5	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A6	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A7	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A8	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A9	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A10	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A11	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A12	Πόρτα	0.77	2.7	11.8	
A13	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A14	Πόρτα	0.77	2.7	11.8	
A15	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A16	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A17	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A18	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A19	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A20	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A21	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A22	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A23	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A24	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A25	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A26	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A27	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A28	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A29	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A30	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A31	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A32	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A33	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A34	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A35	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A36	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A37	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A38	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A39	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A40	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A41	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A42	Πόρτα	0.77	2.7	11.8	
A43	Πόρτα	0.77	3.5	11.8	
A44	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A45	Πόρτα	0.77	3.5	11.8	
A46	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A47	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A48	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A49	Πόρτα	0.77	3.5	11.8	
A50	Πόρτα	0.77	3.5	11.8	
A51	Πόρτα	0.77	3.5	11.8	
A52	Πόρτα	0.77	3.5	11.8	
A53	Πόρτα	0.77	6.2	7.4	
A54	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A55	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A56	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A57	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A58	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A59	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	
A60	Πόρτα	0.77	2.7	11.8	
A61	Παράθυρο	0.77	6.0	8.7	

Εικόνα 82 Παράθυρο ορισμού συντελεστή U και αερισμού λόγω χαραμάδων για τα ανοίγματα

4.4 Θερμικές ζώνες

Στην περίπτωση του κτιρίου υπό μελέτη όλα τα στοιχεία που δεν εντάσσονται σε ΜΘΧ ανήκουν στην ίδια θερμική ζώνη. Τα στοιχεία θερμικής ζώνης που είναι με κόκκινο χρώμα συμπληρώνονται αυτόματα από το πρόγραμμα, βάσει των πληροφοριών που έχει αντλήσει από το σχεδιαστικό τμήμα. Η θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση και ψύξη συμπληρώνεται αυτόματα από το πρόγραμμα βάσει του Πίνακα 2.2 της TOTEE. Τα πεδία που ορίστηκαν από το χρήστη είναι αυτά του τύπου κατασκευής, του αερισμού, καθώς και της κατηγορίας διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών. Η διάταξη των αυτοματισμών ανήκει στην κατηγορία Δ, της οποίας τα χαρακτηριστικά φαίνονται στην **Εικόνα 84**.

Στοιχεία Θερμικής Ζώνης	
Θερμοκρασία αέρα ζώνης για θέρμανση (°C)	20
Θερμοκρασία αέρα ζώνης για ψύξη (°C)	26
Εμβαδόν ζώνης (m²)	930.181
Λόγος μήκους/πλάτους ζώνης	1
Ύψος επιπέδου ζώνης (m)	3.46
Επιθυμητός όγκος (m³)	0.000
Υπολογιζόμενος όγκος (m³)	3218.425
Επιθυμητή συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (m²)	0.00
Υπολογιζόμενη συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (m²)	2571
Συνολική επιφάνεια κτιρίου (m²)	0.00
Επιθυμητός όγκος νωπού αέρα κτιρίου (m³/h)	0.00
Υπολογιζόμενος όγκος νωπού αέρα κτιρίου (m³/h)	2790
Κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS) συστ. θέρμανσης/αερισμού κτλ	Δ
Υπολογιζόμενη κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS) συστ. θέρμανσης	Δ
Κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS) συστ. ψύξης	Δ
Υπολογιζόμενη κατηγορία διάταξης ελέγχου & αυτοματισμών (BEMS) συστ. ψύξης	Δ
Αερισμός	Δεν υπάρχουν στοιχεία
Τύπος κατασκευής	Φέρων οργ. από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους
Επιθυμητή ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/(m²K))	0
Υπολογιζόμενη ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/(m²K))	280

Εικόνα 83 Καρτέλα στοιχείων θερμικής ζώνης

Κατηγορία	Περιγραφή διατάξεων ελέγχου ανά κατηγορία
Δ	Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης με θερμική αδράνεια (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια – ενδοτοιχεία θέρμανση, ψυχόμενες οροφές) Ο έλεγχος της λειτουργίας των θερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος χωρίς θερμοστάτες χώρου. Ο έλεγχος των κυκλοφορητών του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος ή χωρίς χρονοπρόγραμμα, χωρίς καμία ανάδραση από τη ζήτηση θερμικού/ψυκτικού φορτίου. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο διανομής. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα.
	Λοιπά συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης (fancoils, συστήματα αέρα) Ο έλεγχος της λειτουργίας των θερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος χωρίς θερμοστάτες χώρου. Ο έλεγχος των κυκλοφορητών του δικτύου διανομής είναι χειροκίνητος ή χωρίς χρονοπρόγραμμα, χωρίς καμία ανάδραση από τη ζήτηση θερμικού/ψυκτικού φορτίου. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο διανομής. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα.
	Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής ο έλεγχος της προσαγωγής αέρα είναι χειροκίνητος. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (freecooling) ή νυκτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). Κανένας θερμοστατικός έλεγχος του αέρα προσαγωγής και της υγρασίας του αέρα

Εικόνα 84 Κατηγορία Δ του πίνακα της TOTEE για τις διατάξεις αυτοματισμών

Αφότου λοιπόν έχει εισαχθεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας σε όλα τα τυπικά στοιχεία, είναι απαραίτητο να επανελεγχθούν όλα τα στοιχεία σε κάθε επίπεδο, ότι έχουν ορισμένο το σωστό U. Είναι πολύ πιθανόν να βρεθούν οντότητες οι οποίες δεν έχουν ορισμένο συντελεστή θερμοπερατότητας, οι οποίες πρέπει να βρεθούν αντιστοίχως στο σχεδιαστικό κομμάτι. Για παράδειγμα, μπορεί να υπάρχει κάποιος τοίχος ο οποίος δεν υπάγεται σε καμία από τις κατηγορίες που έχουν οριστεί στα τυπικά στοιχεία. Αυτός ο τοίχος πρέπει να βρεθεί στο σχεδιαστικό, να διορθωθεί ή να σβηστεί τελείως (εάν ήταν λανθασμένη η σχεδίασή του) και να γίνουν οι υπολογισμοί από την αρχή. Τα τυπικά στοιχεία θα πρέπει να οριστούν πάλι από την αρχή, καθώς όταν γίνεται ενημέρωση από το ανανεωμένο σχέδιο, δεν έχουν σωθεί οι αλλαγές. Γι' αυτό το λόγο, όπως προαναφέρθηκε, κρίνεται σκόπιμη η δημιουργία ενός υπολογιστικού φύλλου excel, όπου αναγράφονται όλα τα στοιχεία (αν είναι δυνατόν ακόμα και από τη σχεδίαση).

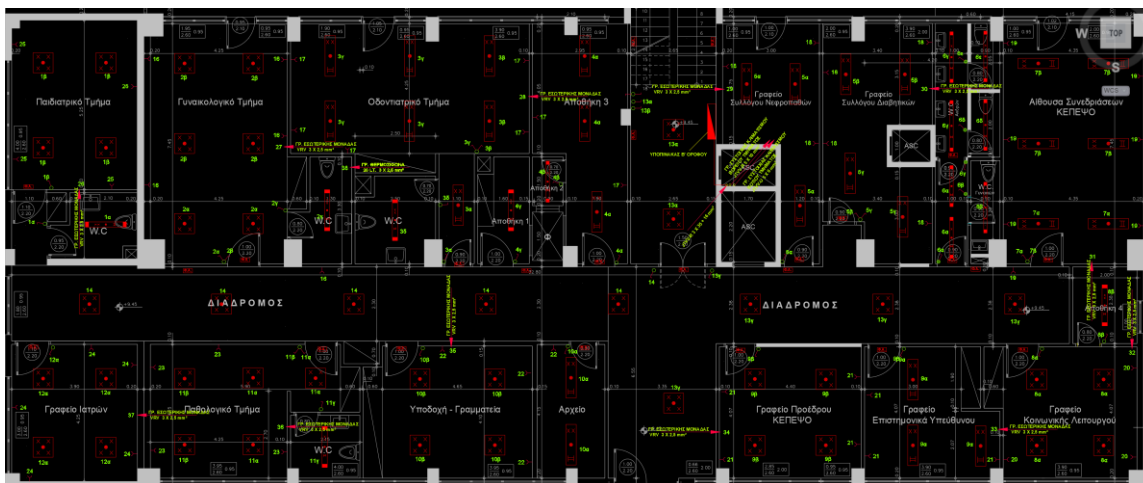
	Είδ. Επιφ.	Προσανατολισμός	Προσανατολισμός	Γειτνιάζων χώρος	Αφαιρούμενη	Συντελεστής U (W/m²K)	Υπολογιζόμενος Συντελεστής U (W/m²K)	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m²)	Αριθ. Επιφ. (m²)	Συν. Επιφ. (m²)	Αφαιρ. Επιφ. (m²)	Επιφ. Υπολ. b, tr	Συντελ. ρύθμισης	Γειτονικός ΜΟΧ ή Θερμοκλίση	Κωδικός ανοίγματος
1	T1	257	Δ	ΕΠ		2.20	2.200	4.90	4.15	20.34	1	20.34	2.70	17.64			
2	T11	257	Δ	ΕΠ	A	3.40	3.400	4.90	0.00		1						
3	T11	257	Δ	ΕΠ	A	3.40	3.400	4.90	0.55	2.70	1	2.70		2.70			
4	T1	167	N	ΕΠ		2.20	2.200	5.55	4.15	23.03	1	23.03	9.67	13.36			
5	A20	167	N	ΕΠ	A	6.0	6.000	4.01	1.65	6.62	1	6.62		6.62			N1
6	T11	167	N	ΕΠ	A	3.40	3.400	0.45	0.00		1						
7	T11	167	N	ΕΠ	A	3.40	3.400	5.55	0.55	3.05	1	3.05		3.05			
8	E1	E	E	ΜΟΧ		2.40	2.400	2.69	4.15	11.16	1	11.16		11.16	0.199	wc1 isogeiou	
9	E1	E	E	ΜΟΧ		2.40	2.400	1.30	4.15	5.39	1	5.39		5.39	0.450	diadromos isogeiou	
10	E1	E	E	ΜΟΧ		2.40	2.400	2.05	4.15	8.51	1	8.51	1.43	7.08	0.199	wc1 isogeiou	
11	E21	E	E	ΜΟΧ	A	2.60	2.600	2.05	0.70	1.43	1	1.43		1.43	0.199	wc1 isogeiou	
12	E21	E	E	ΜΟΧ	A	2.60	2.600	2.30	0.00		1			0.199	wc1 isogeiou		
13	E1	E	E	ΜΟΧ		2.40	2.400	4.54	4.15	18.84	1	18.84	4.25	14.59	0.450	diadromos isogeiou	
14	E21	E	E	ΜΟΧ	A	2.60	2.600	4.54	0.50	2.27	1	2.27		2.27	0.450	diadromos isogeiou	
15	E21	E	E	ΜΟΧ	A	2.60	2.600	0.85	0.00		1			0.450	diadromos isogeiou		
16	E21	E	E	ΜΟΧ	A	2.60	2.600	0.20	0.00		1			0.450	diadromos isogeiou		
17	A1	E	E	ΜΟΧ	A	2.7	2.700	0.90	2.20	1.98	1	1.98		1.98	0.450	diadromos isogeiou	
18	E1	E	E	ΜΟΧ		2.40	2.400	3.32	4.15	13.78	1	13.78	4.08	9.70	0.203	apothiki1 isogeiou	
19	E21	E	E	ΜΟΧ	A	2.60	2.600	3.32	0.70	2.32	1	2.32		2.32	0.203	apothiki1 isogeiou	
20	E21	E	E	ΜΟΧ	A	2.60	2.600	0.85	0.00		1			0.203	apothiki1 isogeiou		
21	A2	E	E	ΜΟΧ	A	2.7	2.700	0.80	2.20	1.76	1	1.76		1.76	0.203	apothiki1 isogeiou	
22	E1	E	E	ΜΟΧ		2.40	2.400	1.50	4.15	6.23	1	6.23		6.23	0.322	arxeio1 isogeiou	
23	E1	E	E	ΜΟΧ		2.40	2.400	1.05	4.15	4.36	1	4.36		4.36	0.119	wc3 isogeiou	
24	E1	E	E	ΜΟΧ		2.40	2.400	1.91	4.15	7.93	1	7.93		7.93	0.203	apothiki1 isogeiou	
25	E1	E	E	ΜΟΧ		2.40	2.400	3.70	4.15	15.36	1	15.36	1.98	13.38	0.412	wc2 isogeiou	
26	A1	E	E	ΜΟΧ	A	2.7	2.700	0.90	2.20	1.98	1	1.98		1.98	0.412	wc2 isogeiou	

Εικόνα 85 Τμήμα υπολογιστικού φύλλου που περιέχει όλα τα στοιχεία του επιπέδου 1

4.5 Φωτισμός

Ο φωτισμός του κτιρίου είναι ένας σημαντικός παράγοντας στον προσδιορισμό της ενεργειακής κλάσης του κτιρίου, ειδικά εάν πρόκειται για γραφεία, όπως έχουμε στην περίπτωση του κτιρίου υπό μελέτη. Οι απαιτούμενες πληροφορίες σχετικά με τον τύπο των φωτιστικών ([Εικόνα 87](#)), καθώς και με τον αριθμό τους, αντλούνται από τις μελέτες των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων που μας δόθηκαν από το Δήμο. Έπειτα καταγράφονται αναλυτικά ο αριθμός και η ισχύς των φωτιστικών όπως φαίνονται στην [Εικόνα 88](#) και συμπληρώνεται το πεδίο της ισχύος στην καρτέλα του φωτισμού.

Το πεδίο «Ζώνες Τεχνητού Φωτισμού» συμπληρώνεται βάσει του Πίνακα 2.4 της ΤΟΤΕΕ, όπου ορίζεται η στάθμη φωτισμού για γραφεία είναι 500 lx, με επίπεδο αναφοράς μέτρησης τα 0,8 m. Στην [Εικόνα 89](#) καταγράφεται ότι το 100% των φωτιστικών του κτιρίου υπό μελέτη έχει την ίδια στάθμη φωτισμού (500 lx).



Εικόνα 86 Φωτιστικά β' ορόφου

	Φωτιστικό τύπου απλικά με 2 λαμπτήρες φθορισμού 26 W
	Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, με λαμπτήρες 4x18 W
	Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, με λαμπτήρες 2x36 W
	Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, στεγανό IP 65, με λαμπτήρα 1x36 W
	Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, στεγανό IP 65, με λαμπτήρες 2x36 W
	Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, στεγανό IP 65, με λαμπτήρα 1x58 W
	Φωτιστικό σώμα φθορισμού ψευδοροφής, με λαμπτήρες 4x18 W

Εικόνα 87 Υπόμνημα φωτιστικών

Είδος Φωτιστικού	Ισχύς	Αριθμός	Σύνολο
Φωτιστικό τύπου απλικά με 2 λαμπτήρες φθορισμού 26 W	26	3	78
Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, με λαμπτήρες 4x18 W	72	93	6696
Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, με λαμπτήρες 2x36 W	72	52	3744
Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, στεγανό IP 65, με λαμπτήρα 1x36 W	36	34	1224
Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, στεγανό IP 65, με λαμπτήρες 2x36 W	72	44	3168
Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, στεγανό IP 65, με λαμπτήρα 1x58 W	58	38	2204
Φωτιστικό σώμα φθορισμού ψευδοροφής, με λαμπτήρες 4x18 W	72	90	6480
			23594

Εικόνα 88 Υπολογισμός συνολικής ισχύος φωτιστικών

Στάθμη φωτισμού (lx)	Ποσοστό (%)
1000	0.00
500	100.00
400	0.00
300	0.00
250	0.00
200	0.00
100	0.00

Εικόνα 89 Παράθυρο ορισμού στάθμης φωτισμού

Φωτισμός	
Χρήση	Γραφεία
Πυκνότητα ισχύος φωτισμού ανά 100 lx για επιθεώρηση (W/m ² /100lx)	0.00
Ζώνες τεχνητού φωτισμού	500.0
Επιθυμητή ισχύς φωτισμού (W)	23594.00
Υπολογιζόμενη ισχύς φωτισμού (W/m ²)	25.36
Αυτοματισμοί ελέγχου φυσικού φωτισμού	Χειροκίνητος έλεγχος φωτισμού
Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης	Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης)
Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας φωτιστικών	ΟΧΙ
Φωτισμός ασφαλείας	
Εφεδρικό σύστημα	
Εγκατεστημένη ισχύς (kW)	23.5940
Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW)	0.00
Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW)	0.00
Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW)	0.00
Επιθυμητή περιοχή Φυσικού Φωτισμού (%)	60
Περιοχή Φυσικού Φωτισμού (%)	60
Κόστος (€)	0.00

Εικόνα 90 Παράθυρο ορισμού χαρακτηριστικών φωτισμού

4.6 Συστήματα

4.6.1. Θέρμανσης

(ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017), § 5.1.2.2

Για τις αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση χώρων, η απόδοση καθορίζεται είτε από το εποχιακό συντελεστή απόδοσης (SCOP) είτε από τον συντελεστή απόδοσης (COP) σε συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας ή αλλιώς συντελεστή συμπεριφοράς των αντλιών θερμότητας στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για θέρμανση), όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή. Διευκρινίζεται πως ο όρος SCOP αντιστοιχεί στην εποχιακή απόδοση των αντλιών θερμότητας (A/Θ) μόνο σε λειτουργία θέρμανσης. Η τιμή του SCOP προσδιορίζεται σε συγκεκριμένες συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος και θερμοκρασίας παροχής και επιστροφής θερμικού μέσου. Η απόδοση των αντλιών θερμότητας εξαρτάται επίσης και από την πηγή θερμότητας που αξιοποιούν για τη λειτουργία τους και η οποία μπορεί να είναι ο αέρας, το έδαφος, τα υπόγεια & επιφανειακά νερά, το θαλασσινό νερό, τα καυσαέρια κινητήρων (π.χ. Σ.Η.Θ.), η ηλιακή ενέργεια κ.ά.

Από τη μεταβολή του συντελεστή απόδοσης SCOP σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας και ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες εκτιμάται ο ολικός εποχιακός συντελεστής απόδοσης κάθε συστήματος. Ο μέσος (ανηγμένος) εποχιακός συντελεστής απόδοσης SCOP για τις περισσότερες περιοχές της χώρας είναι μεγαλύτερος από τον ονομαστικό SCOP, επειδή η μέση θερμοκρασία κατά τη χειμερινή περίοδο είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία αέρα ονομαστικής λειτουργίας που είναι 7°C.

Οι αντλίες θερμότητας διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Τοπικές ή ημικεντρικές μονάδες απευθείας εκτόνωσης με θερμαινόμενο μέσο τον αέρα, οι οποίες θα μας απασχολήσουν στην παρούσα μελέτη.
- Αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο το νερό.

Πηγή θερμότητας	Κτήρια τριτογενούς τομέα			Κτήρια κατοικιών	
	T < 35°C	35°C ≤ T < 45°C	45°C ≤ T < 55°C	T < 35°C	35°C ≤ T < 45°C
Εξωτερικός αέρας	3,4	3,1	2,8	3,7	3,3
Έδαφος	5,5	5,1	4,7	3,8	3,4
Θερμότητα από καυσάεργια (π.χ. Σ.Η.Θ.)	6,1	5,1	4,4	--	--
Υπόγειο ή θαλασσινό νερό	4,7	4,2	3,6	4,5	4,1
Επιφανειακά νερά	4,1	3,7	3,3	--	--

Εικόνα 91 Μέσος ολικός εποχιακός συντελεστής απόδοσης SCOP για μονάδες αντλιών θερμότητας για διάφορες θερμοκρασίες θερμικού μέσου

Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο τον αέρα οι οποίες είναι σύμφωνες με τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού και συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση, λαμβάνεται υπόψη ο Εποχιακός Συντελεστής Απόδοσης της μονάδας SCOPEΣ στο μέσο κλίμα. Το SCOP της αντλίας θερμότητας με Ενεργειακή Σήμανση είναι ίσο με: $SCOP = 0,93 \cdot SCOP_{ES}$

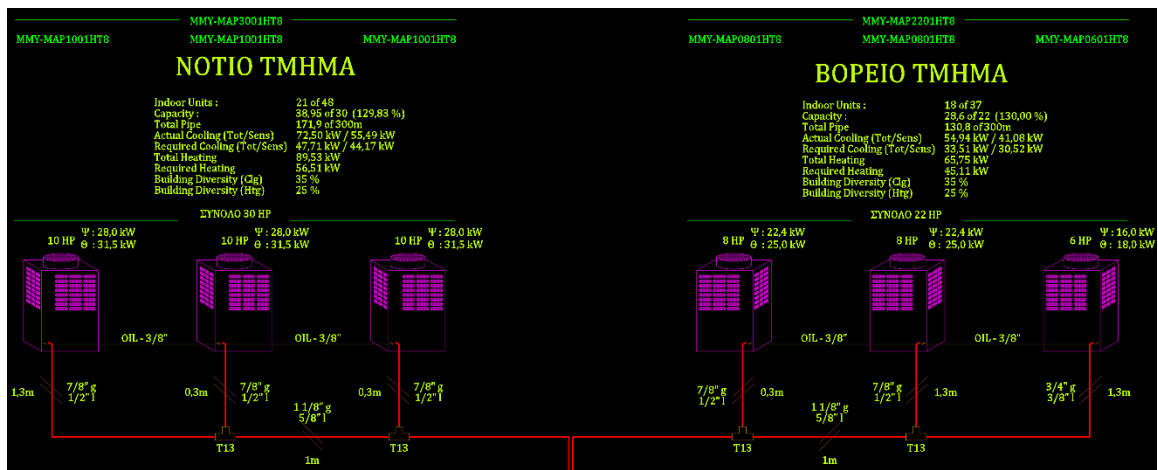
Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο τον αέρα οι οποίες δεν συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση λαμβάνεται υπόψη ο Συντελεστής Απόδοσης Θέρμανσης της μονάδας COP για εξωτερική θερμοκρασία 7°C και εσωτερική θερμοκρασία 20°C.

Για τις αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο τον αέρα για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο μέσος εποχιακός συντελεστής απόδοσης SCOP για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται:

- 1,7 για συστήματα εγκατεστημένα πριν το 1990
- 2,2 για συστήματα εγκατεστημένα μεταξύ του 1990 και του 2000 και
- 2,5 για συστήματα εγκατεστημένα μετά το 2001.

Στην περίπτωση που ο ενεργειακός επιθεωρητής δεν διαθέτει κανένα στοιχείο για τη μονάδα θέρμανσης και επιπρόσθετα δεν δύναται να τεκμηριώσει το έτος εγκατάστασής της, τότε θα λαμβάνει ως βαθμό απόδοσης αυτόν για τα εγκατεστημένα συστήματα προ του 1990.

Το σύστημα θέρμανσης εντοπίζεται στο VRV διάγραμμα που μας έχει δοθεί από το Δήμο, στο οποίο φαίνεται όλο το σύστημα κλιματισμού, καθώς και τα χαρακτηριστικά του. Στην [Εικόνα 92](#) φαίνονται οι βασικές κλιματιστικές μονάδες που τροφοδοτούν όλα τα εσωτερικά κλιματιστικά του κτιρίου υπό μελέτη. Οι μονάδες αυτές βρίσκονται ανά τρεις σε σειρά (λειτουργούν δηλαδή ως μία). Η μία τροφοδοτεί τις εσωτερικές κλιματιστικές μονάδες του βόρειου τμήματος του κτιρίου και η άλλη του νοτίου.



Εικόνα 92 Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες του κτιρίου

Στην παραπάνω εικόνα φαίνονται και μοντέλα των αντλιών θερμότητας, τα οποία χρησιμεύουν στην αναζήτηση του εγχειριδίου χρήσης, από το οποίο με τη σειρά του θα αντληθούν οι απαραίτητες πληροφορίες σχετικές με το βαθμό απόδοσης και την πραγματική ισχύ τους. [\(TOSHIBA DESIGN MANUAL 71,73\)](#)

Σύστημα Θέρμανσης	Σύστημα Κλιματισμού	Κεντρικές Κλιματιστικές μονάδες	Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης	Ηλιακός Συλλέκτης	Φωτοβολταϊκά
Στοιχεία συστήματος θέρμανσης ζώνης					
Επιθυμητή θερμαινόμενη επιφάνεια (m²)					
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m²)			930.181		
Επιθυμητός θερμαινόμενος όγκος (m3)					
Θερμαινόμενος όγκος (m3)			3218.4249		
Παρουσία συστήματος θέρμανσης			ΝΑΙ		
Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης			Είναι συμπληρωμένο		
Κάλυψη αναγκών για ZNX από υφιστάμενη μονάδα λέβητα-καυστήρα			ΟΧΙ		
Σύστημα διανομής					
Αριθμός ζευγών κατακόρυφων στηλών			1		
Διέλευση δικτύου διανομής θερμού μέσου			Σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς		
Μόνωση δικτύου διανομής θερμού μέσου			μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα		
Επιθυμητή ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου (kW)			164		
Ισχύς δικτύου διανομής θερμού μέσου (kW)			164.00		
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμικού μέσου (°C)			90.00		
Στοιχεία αεραγωγών			Δεν υπάρχουν στοιχεία		
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης			0.000		
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης			0.970		
Κόστος (€)			0.00		
Σύστημα εκπομπής					
Παράγοντας αποτελεσματικότητας ακτινοβολίας θερματικών μονάδων f_rad			1.00		
Παράγοντας διακοπόμενης λειτουργίας f_im			0.97		
Παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας θερματικών μονάδων (f_hydr)			1.00		
Βλάβες και κακοσυντήρηση θερματικών μονάδων (σε παλιά κτίρια)			ΟΧΙ		
Τύπος θερματικής μονάδας			Τοπική αντλία θερμότητας		
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης			0.000		
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης			0.959		
Κόστος (€)			0.00		
Βοηθητικά συστήματα					
Εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			0.000		

Εικόνα 93 Καρτέλα συστήματος θέρμανσης

Πατώντας στο πεδίο «Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης», θα εμφανιστεί ένας πίνακας, του οποίου τα στοιχεία φαίνονται συμπληρωμένα στην [Εικόνα 94](#).

Είδος	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ	Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ
Πραγματική ισχύς (KW)	95	69
Τύπος λέβητα (Μόνο για λέβητες)	Χωρίς λέβητα	Χωρίς λέβητα
Τύπος Α.Θ. (Μόνο για Α.Θ.)	Απ. Εκτόνωσης - Θερμαινόμενο μέσο αέρας	Απ. Εκτόνωσης - Θερμαινόμενο μέσο αέρας
Κατάσταση μόνωσης για λέβητα (Μόνο για λέβητες)	Χωρίς λέβητα	Χωρίς λέβητα
Ενεργειακή Σήμανση (ΕΣ) λέβητα / Α.Θ.	Όχι	Όχι
Καύσιμο	Ηλεκτρισμός	Ηλεκτρισμός
Ισχύς μελέτης (KW)		
Υπολογιζόμενη ισχύς (KW)	86,27	62,66
Βαθμός απόδοσης nsAΘ-Λεβ. Με ΕΣ ngm-Λεβ.χωρ.ΕΣ ns35CΘK-A.Θ. με ΕΣ νερό 35°C ns55CΘK-A.Θ. με ΕΣ νερό 55°C SCOPEΣ-A.Θ. με ΕΣ αέρας COP-A.Θ.χωρ.ΕΣ	3,83	3,98
Επιθυμητός εποχιακός βαθμός απόδοσης nsKΘ (για λέβητες) - SCOP		
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης nsKΘ=ngm x ng0 ή ΣΜΔΘ x (nsAΘ+3%) (για λέβητες) - SCOP	3,83	3,98
Υπολογιζόμενος βαθμός υπερδιαστασιολόγησης ng1 (για λέβητες και Α.Θ.)	1	1
Συντελεστής μόνωσης ng2 (μόνο για λέβητες)		
Επιθυμητός συνολικός βαθμός απόδοσης ngen/SCOP (για Α.Θ.)		
Υπολογιζόμενος συνολικός βαθμός απόδοσης ngen/SCOP (για Α.Θ.)	3,83	3,98
Κόστος (€)		
Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί κάλυψης φορτίου		

Εικόνα 94 Στοιχεία συστημάτων παραγωγής θέρμανσης

4.6.2. Κλιματισμού – Ψύξης

(ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017), § 5.2.2

Κάθε μονάδα παραγωγής ψύξης έχει μια ονομαστική ψυκτική απόδοση (EER: λόγος ή δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας) σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά που δίνει ο κατασκευαστής από την πιστοποίηση της μονάδας. Η πραγματική όμως απόδοση λειτουργίας μιας μονάδας ψύξης διαφοροποιείται και εξαρτάται από τη διάρκεια της περιόδου ψύξης (ανάλογα με την κλιματική ζώνη), το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου και κατ' επέκταση του συστήματος ψύξης, τις εσωτερικές συνθήκες θερινής λειτουργίας των χώρων, τις διατάξεις αυτοματισμών (θερμοστάτες αντιστάθμισης), τη σωστή διαστασιολόγηση της μονάδας κ.ά. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου απαιτείται να προσδιοριστεί ο μέσος (εποχιακός) δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας (SEER) της μονάδας ψύξης.

Εκτός από το μέσο εποχιακό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (SEER) των μονάδων ψύξης σημαντικό ρόλο παίζει και το σύστημα ελέγχου λειτουργίας της εγκατάστασης ψύξης. Έτσι, η ύπαρξη κεντρικού συστήματος διαχείρισης ενέργειας (BEMS) θεωρείται πως οδηγεί σε κάποια μείωση των ενεργειακών καταναλώσεων. Γι' αυτό το λόγο καθορίζεται ένας συντελεστής μείωσης κατανάλωσης ψυκτικής ενέργειας. Αντίστοιχα, το ίδιο ισχύει και για κάθε άλλη διάταξη αυτόματου ελέγχου του εξοπλισμού που συμμετέχουν στο σύστημα παραγωγής - διανομής ψύξης και καθορίζονται οι αντίστοιχοι συντελεστές μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας.

Για τους ψύκτες και τις αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για την ψύξη χώρων η απόδοση καθορίζεται από τον μέσο (εποχιακό) δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (SEER) στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για ψύξη), όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή ή υπολογίζεται από τον ονομαστικό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (EER). Διευκρινίζεται πως οι αποδόσεις των συστημάτων για τη λειτουργία ψύξης κρίνονται κατά σύμβαση βάσει των δεικτών SEER.

Η τιμή του SEER προσδιορίζεται σε συγκεκριμένες συνθήκες εξωτερικού περιβάλλοντος και θερμοκρασίας προσαγωγής και επιστροφής ψυκτικού μέσου. Η απόδοση των ψυκτών και αντλιών θερμότητας εξαρτάται επίσης και από την πηγή θερμότητας που αξιοποιούν για τη λειτουργία τους και μπορεί να είναι ο αέρας, το έδαφος, τα υπόγεια & επιφανειακά νερά, το θαλασσινό νερό, τα καυσαέρια κινητήρων (π.χ. Σ.Η.Θ.), η ηλιακή ενέργεια κ.ά.

Από την μεταβολή του δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας EER σε διάφορες συνθήκες λειτουργίας και ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες εκτιμάται ο μέσος εποχιακός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας SEER κάθε συστήματος. Ο μέσος εποχιακός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας SEER είναι χαμηλότερος από τον ονομαστικό EER, όταν η μέση θερμοκρασία στη διάρκεια της ημέρας κατά τη θερινή περίοδο είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία αέρα ονομαστικής λειτουργίας που είναι 35°C. Για μεγαλύτερη ακρίβεια στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου συνιστάται η χρήση του εποχιακού δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας των ψυκτών ή/και των αντλιών θερμότητας.

Οι αντλίες θερμότητας - ψύκτες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- Τοπικές ή ημικεντρικές μονάδες απευθείας εκτόνωσης με ψυχόμενο μέσο τον αέρα, που θα μας απασχολήσουν στο συγκεκριμένο κτίριο υπό μελέτη.
- Αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο το νερό.

Για τις αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα οι οποίες είναι σύμφωνες με τον κανονισμό Οικολογικού σχεδιασμού και συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση, σύμφωνα με τον κανονισμό Ενεργειακής Επισημάνσεως της ΕΕ 626/2011, λαμβάνεται υπόψη ο Εποχιακός Βαθμός Ενεργειακής Απόδοσης της μονάδας $SEER_{ES}$ στο μέσο κλίμα. Ο Μέσος Εποχιακός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας $SEER$ της αντλίας θερμότητας με Ενεργειακή Σήμανση είναι ίσο με: $SEER = 0,60 \cdot SEER_{ES}$

Για τις αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα οι οποίες δεν συνοδεύονται από Ενεργειακή Σήμανση λαμβάνεται υπόψη ο Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας της μονάδας EER για εξωτερική θερμοκρασία 35°C και εσωτερική θερμοκρασία 26°C.

Για τις αντλίες θερμότητας – ψύκτες με ψυχόμενο μέσο τον αέρα για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο Μέσος Εποχιακός Δείκτης Ενεργειακής Αποδοτικότητας $SEER$ για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται:

- 1,7 για συστήματα εγκατεστημένα πριν το 1990
- 2,2 για συστήματα εγκατεστημένα μεταξύ του 1990 και του 2000 και
- 2,5 για συστήματα εγκατεστημένα μετά το 2001.

Στην περίπτωση που ο ενεργειακός επιθεωρητής δεν διαθέτει κανένα στοιχείο για τη μονάδα ψύξης και επιπρόσθετα δεν δύναται να τεκμηριώσει το έτος εγκατάστασής της, τότε θα λαμβάνει ως βαθμό απόδοσης αυτόν για τα εγκατεστημένα συστήματα προ του 1990.

Ακριβώς με τον ίδιο τρόπο όπως και στα συστήματα θέρμανσης, με βάση τα μοντέλα των αντλιών θερμότητας που υπάρχουν στο VRV σχέδιο, ανατρέχουμε στο εγχειρίδιο χρήσης **(TOSHIBA DESIGN MANUAL 71,73)**, αντλούνται οι απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με την ισχύ και το βαθμό απόδοσης και συμπληρώνεται ο πίνακας που φαίνεται στην **Εικόνα 95**.

Είδος	Αερόψυκτη Α.Θ.	Αερόψυκτη Α.Θ.
Ψυχόμενο Μέσο	Απ. Εκτόνωσης - Αέρας	Απ. Εκτόνωσης - Αέρας
Ενεργειακή Σήμανση	Όχι	Όχι
Βαθμός Ενεργειακής Απόδοσης EER	3,46	3,54
Ονομαστική Ψυκτική Ισχύς	84	61,5
Τεχνολογία Ψύκτη ή Α.Θ.		
Ισχύς μελέτης	84	84
Υπολογιζόμενη Ισχύς	84	84
Υπολογιζόμενος Βαθμός Απόδοσης $SEER$	3,46	3,54
Κόστος (€)		
Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί κάλυψης φορτίου		

Εικόνα 95 Στοιχεία συστημάτων παραγωγής ψύξης

Σύστημα Θέρμανσης	Σύστημα Κλιματισμού	Κεντρικές Κλιματιστικές μονάδες	Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης	Ηλιακός Συλλέκτης	Φωτοβολταϊκά
Στοιχεία συστήματος κλιματισμού ζώνης					
Επιθυμητή ψυχόμενη επιφάνεια (m²)					
Ψυχόμενη επιφάνεια (m²)			930.181		
Επιθυμητός ψυχόμενος όγκος (m3)			3218.424		
Ψυχόμενος όγκος (m3)			3218.424		
Ύπαρξη συστήματος κλιματισμού			ΝΑΙ		
Στοιχεία συστημάτων παραγωγής ψύξης			Είναι συμπληρωμένο		
Σύστημα διανομής					
Αριθμός ζευγών κατακόρυφων στηλών			1		
Διέλευση δικτύου διανομής ψυχρού μέσου			Σε εσωτερικούς χώρους ή/και 20% σε εξωτερικούς		
Μόνωση δικτύου διανομής ψυχρού μέσου			μόνωση ίση με την ακτίνα σωλήνα		
Επιθυμητή ισχύς δικτύου διανομής ψυχρού μέσου (kW)					
Ισχύς δικτύου διανομής ψυχρού μέσου (kW)			145.50		
Στοιχεία αεραγωγών			Δεν υπάρχουν στοιχεία		
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης			0.000		
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης			0.986		
Κόστος (€)			0.00		
Σύστημα εκπομπής					
Παράγοντας διακοπτόμενης λειτουργίας (f_im)			1.00		
Παράγοντας υδραυλικής ισορροπίας θερματικών μονάδων (f_hydr)			1.00		
Βλάβες και κακοσυντήρηση θερματικών μονάδων (σε παλιά κτίρια)			ΟΧΙ		
Τύπος θερματικής μονάδας			Τοπικές αντλίες θερμότητας		
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης			0.000		
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης			0.930		
Κόστος (€)			0.00		
Βοηθητικά συστήματα					
Εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			0.000		
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής			0		
Ποσοστό θερμικής ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής (%)					
Κόστος συστήματος ανεμιστήρων (€)			0.00		

Εικόνα 96 Καρτέλα συστήματος κλιματισμού

4.6.3. Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)

Σύμφωνα με τον Πίνακα 2.5 της TOTEE, αμελείται η κατανάλωση συστήματος Ζεστού Νερού Χρήσης για τις θερμικές ζώνες με χρήση «Γραφεία». Ανατρέχοντας όμως στις κατόψεις της ύδρευσης που μας δόθηκαν από το Δήμο, διαπιστώνουμε ότι υπάρχουν δύο ηλεκτρικοί θερμαντήρες σε όλο το κτίριο, ένας σε ένα WC του β' ορόφου και ένας στην κουζίνα του ισογείου.

Συνεπώς, στο πεδίο «Στοιχεία θερμαντικών μονάδων» της καρτέλας «Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης», θα συμπληρωθούν τα στοιχεία τους όπως φαίνονται στην [Εικόνα 97](#).

Τύπος μονάδας	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας
Πραγματική Ισχύς (KW)	4	4
Τύπος λέβητα (Μόνο για λέβητα)	Χωρίς λέβητα	Χωρίς λέβητα
Τύπος Α.Θ. (Μόνο για Α.Θ.)	Χωρίς Α.Θ.	Χωρίς Α.Θ.
Κατάσταση μόνωσης για λέβητα (Μόνο για λέβητες)	Χωρίς λέβητα	Χωρίς λέβητα
Ενεργειακή Σήμανση (ΕΣ) λέβητα / Α.Θ.		
Ισχύς μελέτης (KW)		
Υπολογιζόμενη ισχύς (KW)	2	2
Βαθμός απόδοσης nsΑΘ-Λεβ. με ΕΣ ngm-Λεβ.χωρ.ΕΣ		
Επιθυμητός εποχιακός βαθμός απόδοσης		
Υπολογιζόμενος βαθμός απόδοσης nsKΘ = ngm x ng0		
Υπολογιζόμενος βαθμός υπερδιαστασιολόγησης ng1		
Συντελεστής μόνωσης ng2 (μόνο για λέβητες)		
Επιθυμητός συνολικός βαθμός απόδοσης		
Υπολογιζόμενος συνολικός βαθμός απόδοσης	Ηλεκτρισμός	Ηλεκτρισμός
Καύσιμο		
Συντελεστής απόδοσης ή COP	1	1
Τοποθέτηση		
Κόστος (€)		
Μέσοι μηνιαίοι βαθμοί κάλυψης φορτίου		
Κακοσυντήρηση εναλλάκτη (Παλιά κτίρια)		

Εικόνα 97 Πίνακας στοιχείων συστήματος Ζεστού Νερού Χρήσης

Σύστημα Θέρμανσης	Σύστημα Κλιματισμού	Κεντρικές Κλιματιστικές μονάδες	Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης	Ηλιακός Συλλέκτης	Φωτοβολταϊκά
Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης Ζώνης					
Υπολογιζόμενη χωρητικότητα θερμαντήρα (lt)			0.00		
Χωρητικότητα θερμαντήρα (lt)			160.00		
Επιθυμητή ισχύς θερμαντήρων (KW)			4.00		
Υπολογιζόμενη ισχύς θερμαντήρων (KW)			4.00		
Επιθυμητή κατανάλωση ZNX (m3/έτος)			0.00		
Μέση κατανάλωση ZNX (m3/έτος)			0.00		
Ύπαρξη συστήματος ZNX			ΝΑΙ		
Στοιχεία θερμαντικών μονάδων			Είναι συμπληρωμένο		
Μήκος δικτύου διανομής			Μικρό		
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης συστήματος διανομής			0.00		
Βαθμός απόδοσης συστήματος διανομής			1.00		
Επιθυμητός βαθμός απόδοσης συστήματος αποθήκευσης			0.00		
Βαθμός απόδοσης συστήματος αποθήκευσης			0.93		
Κόστος συστήματος διανομής (€)			0.00		
Κόστος συστήματος αποθήκευσης (€)			0.00		
Ύπαρξη διατάξεων αυτομάτου ελέγχου κεντρικού συστήματος ZNX			ΟΧΙ		
Βοηθητικά Συστήματα					
Εγκατεστημένη ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			0.000		

Εικόνα 98 Καρτέλα συστήματος Ζεστού Νερού Χρήσης

4.7 Εξαγωγή ενεργειακής κλάσης κτιρίου

4.7.1. Γενικά

(ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017), § 2.1

Βάσει της τελικής ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης του κτιρίου, καθορίζεται και η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσής του και εκδίδεται το «πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτηρίου - Π.Ε.Α.».

Ο δείκτης R_R είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (R_R) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης.

Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης Β. Κτίρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33 R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33 R_R < EP \leq 0,50 R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50 R_R < EP \leq 0,75 R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75 R_R < EP \leq 1,00 R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00 R_R < EP \leq 1,41 R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41 R_R < EP \leq 1,82 R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82 R_R < EP \leq 2,27 R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27 R_R < EP \leq 2,73 R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73 R_R < EP$	$2,73 < T$

Εικόνα 99 Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

4.7.2. Για το κτίριο υπό μελέτη

Έχοντας συμπληρώσει λοιπόν όλα τα απαραίτητα στοιχεία, επιλέγεται στην καρτέλα «Παράθυρα» η εντολή «Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.)», όπου θα εξαχθεί η κλάση του κτιρίου και η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, όπως φαίνεται παρακάτω.

Το κτίριο υπό μελέτη ανήκει στην ενεργειακή κλάση Δ, με ετήσια υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 361,80 kWh/m² και υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO₂ 123 kg/m².

Η κατάταξη αυτή είναι αναμενόμενη, διότι παρόλο που το κτίριο ανακαινίσθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 2000, δεν έγιναν παρεμβάσεις οι οποίες αλλάζουν πάνω από το 25% της επιφάνειας του κτιρίου. Συνεπώς δεν ήταν απαραίτητη η έκδοση Π.Ε.Α., και κατ' επέκταση η πλημμελής εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ. Γι' αυτό το λόγο η ανακαίνιση επικεντρώθηκε στη χρηματική εξοικονόμηση.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)
Αθηνών 101

Αρ. Πρωτοκόλλου:	22816/2020	Αρ. ασφαλείας:	
Ημερομηνία έκδοσης:		Ημερομηνία Ισχύος:	

Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:	
Χρήση:	Γραφεία
Κλιματική Ζώνη:	A
Συνολική επιφάνεια:	930.702
Ωφέλιμη επιφάνεια:	930.702

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

*Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με την (1η) σύσταση

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας	
Κτηρίου Αναφοράς [Kwh/m ²]	203.00
Επιθεωρούμενου κτηρίου [Kwh/m ²]	361.80

Πραγματική Ετήσια κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτιρίου	
Ηλεκτρικής ενέργειας [Kwh/m ²]:	
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [Kwh/m ²]:	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [Kwh/m ²]:	

Ετήσιες εκπομπές CO2 Επιθεωρούμενου Κτιρίου			
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO2 [Kg/m²]			123.00
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO2 [Kg/m²]			
Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα αέρα <input checked="" type="checkbox"/>

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου	22816/2020	Αρ. Ασφαλείας	
-----------------	------------	---------------	--

Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m ²]				
	Θέρμανση	Ψύξη	ZNΧ	Φωτισμός
Κτήριο αναφοράς	8.8	59.1	0.0	
Επιθεωρούμενο κτήριο	37.3	90.0	0.0	

Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ενέργειας ανά Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²]						
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNΧ	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική	16.3	45.1	0.0	63.4	124.8	100.00
Πετρέλαιο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Ηλιακή	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Βιομάζα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Γεωθερμία	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλη ΑΠΕ	0	0	0	0	0.0	0.00
Σύνολο	16.3	45.1	0.0	63.4	124.8	100.00

Χρησιμοποιείται το ΠΕΑ για να:

*συγκρίνεται την ενεργειακή απόδοση κτιρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής του σε ενεργειακή κατηγορία

*πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ							
1.							
2.							
3.							
Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂	Ενεργειακή κατηγορία
		[Kwh/m ²]	[%]	[€/Kwh]			
1.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
2.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Ονοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή	Σφραγίδα
A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Υπογραφή

Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος – ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ και την περίοδο αποπληρωμής.

• Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

Εικόνα 100 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) του κτιρίου υπό μελέτη

Κεφάλαιο 5: Σενάρια βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης & εκτίμηση κόστους

5.1 Εισαγωγή

Μετά την εξαγωγή της ενεργειακής κλάσης του κτιρίου, ο ενεργειακός επιθεωρητής για την ολοκλήρωση του Ενεργειακού Πιστοποιητικού Απόδοσης, οφείλει να προτείνει τρία σενάρια τα οποία θα ανεβάσουν την ενεργειακή κλάση του κτιρίου υπό μελέτη σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. (τουλάχιστον Β).

Στην καρτέλα «Αρχεία» του προγράμματος, η εντολή «Δημιουργία Σεναρίου» θα αντιγράψει ουσιαστικά το ήδη υπάρχον αρχείο της μελέτης, ώστε να τροποποιηθούν τα στοιχεία που εντάσσονται στο εκάστοτε σενάριο βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση θα προταθούν τέσσερα σενάρια, τα οποία θα περιλαμβάνουν τροποποιήσεις σε κέλυφος και συστήματα:

- Σενάριο 1: Θερμομόνωση τοίχων προς εξωτερικό περιβάλλον και οροφής
- Σενάριο 2: Αντικατάσταση κουφωμάτων
- Σενάριο 3: Αντικατάσταση συστήματος φωτισμού
- Σενάριο 4: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών

Επιπλέον σε κάθε περίπτωση, θα υπολογιστεί το συνολικό κόστος, καθώς και ο χρόνος απόσβεσης του κάθε σεναρίου εξοικονόμησης ενέργειας.

5.2 Σενάριο 1: Θερμομόνωση τοίχων και οροφής προς εξωτερικό περιβάλλον

5.2.1. Ορισμός τιμών U

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.4α της TOTEE, ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας ανά κλιματική ζώνη σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτιρίου φαίνεται στην [Εικόνα 101](#).

Αυτό που απασχολεί τον επιθεωρητή στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι η οροφή προς εξωτερικό περιβάλλον και οι τοίχοι προς εξωτερικό περιβάλλον, συνεπώς για την κλιματική ζώνη Α' επιλέγονται οι τιμές 0,5 και 0,6 αντίστοιχως.

Στο παράθυρο των τυπικών στοιχείων για τους εξωτερικούς τοίχους ([Εικόνα 72](#)), καθώς και των οροφών ([Εικόνα 75](#)), θα αλλάξει το U που αφορά το εκάστοτε στοιχείο προς εξωτερικό περιβάλλον σε 0,5 και 0,6 αντίστοιχα.

Δομικό στοιχείο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας $U [W/(m^2 \cdot K)]$			
	Ζώνη Α'	Ζώνη Β'	Ζώνη Γ'	Ζώνη Δ'
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)	0,5	0,45	0,4	0,35
Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,6	0,5	0,45	0,4
Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτή)	0,5	0,45	0,4	0,35
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,2	0,9	0,75	0,7
Τοίχος σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,5	1	0,8	0,7
Δάπεδο σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο	1,2	0,9	0,75	0,7
Οριζόντια ή κεκλιμένη οροφή σε επαφή με το έδαφος	1,2	0,9	0,75	0,7
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	1,5	1	0,8	0,7
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	1,2	0,9	0,75	0,7
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,2	3	2,8	2,6
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	3,2	3	2,8	2,6
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	2,2	2	1,8	1,8
Κούφωμα ανοίγματος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,7	5,2	4,8	4,4
Κούφωμα ανοίγματος χωρίς υαλοπίνακα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	5,7	5,2	4,8	4,4
Γυάλινη πρόσοψη κτιρίου μη ανοιγόμενη ή μερικώς ανοιγόμενη σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	4	3,6	3,1	2,9

Εικόνα 101 Μέγιστο επιτρεπόμενο U ανά κλιματική ζώνη, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ.

5.2.2. Ορισμός της προβαλλόμενης αντίστασης στη ροή θερμότητας

(ΤΟΤΕΕ 20701-2/2017), § 1.2

Κατά απλοποιητική παραδοχή η ροή θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου αντιμετωπίζεται ως μονοδιάστατο μέγεθος και με διεύθυνση κάθετη προς την επιφάνεια του εξεταζόμενου δομικού στοιχείου. Οι ανταλλαγές θερμότητας θεωρούνται επίσης ανεξάρτητες από το χρόνο (στάσιμη κατάσταση) και ανεπηρέαστες από εξωγενείς παράγοντες. Ομοίως, όλα τα δομικά υλικά θεωρούνται κατά παραδοχή ομογενή και ισότροπα, με σταθερά θερμοφυσικά χαρακτηριστικά και ανεπηρέαστα από τις μεταβολές της θερμοκρασίας.

Με βάση τα παραπάνω, η αντίσταση που προβάλλει μία ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από το γενικό τύπο που απεικονίζεται παρακάτω:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}]$$

Συμβολισμός	Εξήγηση	Μέτρηση σε
R	αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση	$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$
d	πάχος της στρώσης	m
λ	ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης	$\text{W} / (\text{m} \cdot \text{K})$

Εικόνα 102 Τύπος αντίστασης στη ροή θερμότητας μίας στρώσης δομικού στοιχείου

Το σύνολο των θερμικών αντιστάσεων όλων των στρώσεων ενός πολυστρωματικού δομικού στοιχείου, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζει την αντίσταση θερμοδιαφυγής (R_{Λ}) και προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης κατά τη γενικευμένη σχέση:

$$R_{\Lambda} = \sum_{j=1}^n \frac{d_i}{\lambda_i} = \sum_j R_j \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}]$$

Η σειρά των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου υπολογιστικά δεν επηρεάζει τη ροή θερμότητας μέσω αυτού, επηρεάζει όμως την αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητάς τους.

- Η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εσωτερική επιφάνεια περιορίζει τη θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου, δηλαδή την ικανότητά του να αποθηκεύει θερμότητα στη μάζα του.
- Αντιθέτως, η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εξωτερική επιφάνεια επαυξάνει τη θερμοχωρητικότητά του.

Ωστόσο, η θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου επηρεάζεται καθοριστικά από τη μάζα του. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ικανότητα αποθήκευσης θερμότητας. Στόχος είναι η αποθηκευμένη ποσότητα θερμότητας να μπορεί να επαναποδοθεί στο εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου, όταν η θερμοκρασία του χώρου πέφτει σε χαμηλότερα επίπεδα από τη θερμοκρασία της μάζας του. Η συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζεται από το άθροισμα των αντιστάσεων των επί μέρους στρώσεων και των αντιστάσεων του στρώματος αέρα εκατέρωθεν των όψεων του κατά την εξίσωση:

$$R_{o\Lambda} = R_i + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_a \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}]$$

Συμβολισμός	Εξήγηση	Μέτρηση σε
$R_{o\Lambda}$	συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο	$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$
n	πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου	-
R_i	αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο	$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$
R_a	αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον	$\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$

Εικόνα 103 Τύπος συνολικής θερμικής αντίστασης που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο

Οι θερμικές απώλειες μέσω ενός δομικού στοιχείου ορίζονται από το συντελεστή θερμοπερατότητας U , που δίνει την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου σε σταθερό θερμοκρασιακό πεδίο μέσω της μοναδιαίας επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στις δύο όψεις του δομικού στοιχείου ισούται με τη μονάδα.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου ορίζεται από τη σχέση:

$$U = \frac{1}{R_{ολ}} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Σύμφωνα με την προηγούμενη σχέση που αφορά τη συνολική θερμική αντίσταση, η σχέση που εκφράζει το συντελεστή θερμοπερατότητας θα γίνει:

$$\frac{1}{U} = R_i + \sum_{j=1}^n R_j + R_a \quad [m^2 \cdot K/W]$$

Συμβολισμός	Εξήγηση	Μέτρηση σε
U	συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου	$W/(m^2 \cdot K)$
n	πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου	-
R_i	αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο	$m^2 \cdot K/W$
R_a	αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον	$m^2 \cdot K/W$

Εικόνα 104 Σχέση μεταξύ συντελεστή θερμοπερατότητας και συνολικής θερμικής αντίστασης που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο

Καθώς ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξαρτάται από τα πάχη των στρώσεων του δομικού στοιχείου και από τη συναγωγή που παρουσιάζει με τα στρώματα αέρα εκατέρωθεν των όψεών του, αύξηση ή μείωση του πάχους μιας στρώσης του υλικού επηρεάζει το συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

5.2.3. Εύρεση θερμικής αντίστασης και εκτίμηση κόστους

Στην περίπτωση του κτιρίου υπό μελέτη, αφού η άδειά του έχει εκδοθεί πριν τον Κανονισμό Θερμομόνωσης, δεν έχει καμία στρώση θερμομονωτικής προστασίας και η συνολική του αντίσταση είναι: $R_{ολ} = R_i + R_1 + R_a$

Εσωτερικό κτιρίου	Τοίχος	Εξωτερικός αέρας
R_i	$R_1 + R_2 + \dots + R_n$ όσες στρώσεις έχει ο τοίχος	R_a

Εικόνα 105 Απεικόνιση αντιστάσεων ενός τοίχου

Τα R_i , R_a βρίσκονται από τον πίνακα 2β της 2^{ης} ΤΟΤΕΕ, όπως απεικονίζεται παρακάτω:

Α/Α	Δομικό στοιχείο	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		1/Ri	1/Ra	Ri	Ra
		W/(m²·K)	W/(m²·K)	(m²·K)/W	(m²·K)/W
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	7,7	25	0,13	0,04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7,7	7,7	0,13	0,13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7,7	–	0,13	0
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10	25	0,1	0,04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10	10	0,1	0,1
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	25	0,17	0,04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	5,88	0,17	0,17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5,88	–	0,17	0

Εικόνα 106 Τιμές TOTEE για συντελεστές & αντιστάσεις θερμικής μετάβασης

Δομικό στοιχείο	U _{αρχ}	Θερμική αντίσταση τοίχου	U _{τελ}	Θερμική αντίσταση μονωτικού υλικού
Τοίχος	2,20	$\frac{1}{U} = R_i + R_1 + R_a$ $\frac{1}{2,20} = 0,13 + R_1 + 0,04$ R₁=0,285 m²K/W	0,6	$\frac{1}{U} = R_i + R_1 + R_2 + R_a$ $\frac{1}{0,6} = 0,13 + 0,285 + R_2 + 0,04$ R₂=1,211 m²K/W
Κολώνα, δοκάρι	3,40	$\frac{1}{U} = R_i + R_1 + R_a$ $\frac{1}{3,40} = 0,13 + R_1 + 0,04$ R₁=0,124 m²K/W	0,6	$\frac{1}{U} = R_i + R_1 + R_2 + R_a$ $\frac{1}{0,6} = 0,13 + 0,124 + R_2 + 0,04$ R₂=1,373 m²K/W
Οροφή	3,05	$\frac{1}{U} = R_i + R_1 + R_a$ $\frac{1}{3,05} = 0,1 + R_1 + 0,04$ R₁=0,188 m²K/W	0,5	$\frac{1}{U} = R_i + R_1 + R_2 + R_a$ $\frac{1}{0,5} = 0,1 + 0,188 + R_2 + 0,04$ R₂= 1,672 m²K/W

Εικόνα 107 Πίνακας εύρεσης των θερμικών αντιστάσεων του τοίχου και του μονωτικού υλικού

Συνεπώς, τα R_2 που προκύπτουν, είναι αυτά που περιγράφονται στον πίνακα του προγράμματος «Εξοικονομώ κατ' οίκον II» και βάσει αυτών των τιμών θα οριστεί το κόστος της θερμομόνωσης. Πατώντας λοιπόν στο κελί του κόστους στα τυπικά στοιχεία ([Εικόνα 108](#)), βλέπουμε ότι και οι τρεις περιπτώσεις υπόκεινται στην κατηγορία I. Οι τιμές που θα εισαχθούν στο φύλλο υπολογισμού θα είναι μειωμένες κατά τον Φ.Π.Α. = 24%, για να είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα η απόσβεση της επένδυσης σε έτη.

ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ Θερμική Αντίσταση $R[(m^2K)/W]$	I $0,9 < R \leq 1,8$	II $R > 1,8$
Εξωτερική θερμομόνωση δώματος	44	48
Θερμομόνωση κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη	17	25
Θερμομόνωση κελύφους, εξωτ. Τοικοποιίας, δαπέδου επί πιλοτής ή μη θερμαινόμενου χώρου με επικάλυψη με συνθετικό επίχρισμα	45	55
Θερμομόνωση κελύφους, εξωτ. Τοικοποιίας, δαπέδου επί πιλοτής ή μη θερμαινόμενου χώρου με επικάλυψη με ελαφρά πετάσματα	29	35

Εικόνα 108 Εκτίμηση κόστους θερμομόνωσης (€/m²), σύμφωνα με το "Εξοικονομώ κατ' οίκον"

	Εξ. Τοίχοι	Περιγραφή	Υπολ. Συντ. U (W/m ² K)	Απορροφη-τικότητα as,c	Ικανότητα εκπομπής ε	Τύπος τοίχου	Κόστος (€/m ²)
1	T1	Τοίχος με εξωτερικό περιβάλλον	0.6	0.40	0.80		36.29
2	T2			0.40	0.80		
3	T3			0.40	0.80		
4	T4			0.40	0.80		
5	T5			0.40	0.80		
6	T6			0.40	0.80		
7	T7			0.40	0.80		
8	T8			0.40	0.80		
9	T9			0.40	0.80		
10	T10			0.40	0.80		
11	T11	Κολώνα - δοκάρι με εξωτερικό περιβάλλον	0.6	0.40	0.80		36.29
12	T12	Κολώνα - δοκάρι σε επαφή με φυσικό έδαφος	4.30	0.40	0.80		

Εικόνα 109 Καρτέλα εξωτερικών τοίχων με την εφαρμογή θερμομόνωσης

	Οροφές	Περιγραφή	Υπολ. Συντ. U (W/m ² K)	Απορροφη-τικότητα as,c	Ικανότητα εκπομπής ε	Κόστος (€/m ²)
1	O1	ΜΘΧ	2.90	0.65	0.80	
2	O2	Θερμαινόμενο	2.90	0.65	0.80	
3	O3	Εξωτερικό πε	0.5	0.65	0.80	35.48

Εικόνα 110 Καρτέλα οροφών με την εφαρμογή θερμομόνωσης

Τα πιο ευρέως διαδεδομένα δομικά θερμομονωτικά υλικά που κυκλοφορούν στην αγορά είναι συνθετικά και συγκεκριμένα, διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες. Ανάλογα με την εταιρεία παραγωγής, μπορεί κανείς να συναντήσει διάφορες κατηγορίες πολυστερίνης, οι οποίες ομαδοποιούνται βάσει της αντοχής των πλακών τους σε θλίψη. Η EPS 100 είναι η πιο διαδεδομένη στην αγορά, συνεπώς είναι και αυτή που θα χρησιμοποιηθεί για τη μόνωση του κτιρίου υπό μελέτη. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ βρίσκεται από τον πίνακα 1 του παραρτήματος της 2^{ης} ΤΟΤΕΕ ([Εικόνα 111](#)) και ισούται με 0,035.

Δομικά υλικά	Πυκνότητα	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας Τιμές σχεδιασμού	Ειδική θερμοχω- ρητικότητα	Συντελεστής αντίστασης σε διάχυση υδρατμών		
				μ		
				ρ	λ	c _p
		kg/m³	W/(m·K)	J/(kg·K)		
7. Θερμομονωτικά υλικά						
7.1. Ινώδη ανόργανα υλικά						
7.1.1. Υαλοβάμβακας						
7.1.1.1. Υαλοβάμβακας σε μορφή παπλώματος	13 - 50	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5		
7.1.1.2. Υαλοβάμβακας σε μορφή πλακών	20 - 110	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5		
7.1.2. Πετροβάμβακας						
7.1.2.1. Πετροβάμβακας σε μορφή παπλώματος	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5		
7.1.2.2. Πετροβάμβακας σε μορφή πλακών	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5		
7.1.2.3. Πετροβάμβακας σε χύμα μορφή		0,036 - 0,040				
7.1.3. Άλλα είδη ορυκτοβάμβακα						
7.1.3.1. Πετροβάμβακας σε μορφή παπλώματος	40 - 100	0,035 - 0,041	840	1,0 - 1,5		
7.1.3.2. Πετροβάμβακας σε μορφή πλακών	50 - 180	0,033 - 0,041	840	1,0 - 1,5		
7.2. Ανόργανα υλικά κυψελωτής δομής						
7.2.1. Αφρώδες γυαλί	125 - 140	0,040 - 0,052	1 000	100 000	100 000	
7.2.2. Τρίμματα θηραϊκής γης	150 - 230	0,060 - 0,080	1 000			
7.3. Συνθετικά οργανικά υλικά κυψελωτής δομής						
7.3.1. Πλάκες ξυλόμαλου με ανόργανο συνδετικό κοιλία d < 25 mm	570	0,150	1 470	2 - 5		
	d ≥ 25 mm	360 - 480	0,090 - 0,100	1 470	2 - 5	
7.3.2. Φελλός						
7.3.2.1. Σκληρά πλακίδια από φελλό	> 400	0,065	1 500	40	20	
7.3.2.2. Φύλλα και πλάκες από φελλό	100 - 150	0,042 - 0,046	1 560	10 - 30		
7.3.3. Διογκωμένη πολυστερίνη						
7.3.3.1. Διογκωμένη πολυστερίνη σε κόκκους	15 - 30	0,045	1 450			
7.3.3.2. Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκες		0,032 - 0,041	1 450	25 - 70		
Κατηγοριοποίηση βάσει αντοχής σε θλίψη σ ₁₀ (kPa)						
EPS 50	> 12	0,038 - 0,041	1 450	20 - 40		
EPS 60	> 14	0,037 - 0,041	1 450	20 - 40		
EPS 80	> 16	0,036	1 450	20 - 40		
EPS 100	> 19	0,035	1 450	30 - 70		
EPS 150	> 25	0,034	1 450	40 - 70		
EPS 200	> 30	0,033	1 450	60 - 100		
7.3.3.3. Διογκωμένη πολυστερίνη με γραφίτη, σε πλάκες		0,031 - 0,034	1 550	30 - 80		
7.3.4. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη						
7.3.4.1. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες	30 - 40	0,031 - 0,038	1 450	80 - 250		
7.3.4.2. Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη με άνθρακα, σε πλάκες		0,030 - 0,032	1 451	80 - 250		
7.3.5. Πολυουρεθάνη με κλειστές κυψελίδες (σε αφρό ή πλάκες)	30 - 80	0,023 - 0,030 ¹³	1400 - 1500	50 - 100		
7.3.6. Φαινολικός αφρός	40 - 50	0,026 - 0,038	1 400	50	50	
7.4. Υλικά φυτικής και ζωικής προέλευσης						
7.4.1. Πλάκες ή μπάλες πεπιεσμένου άχυρου	200	0,040 - 0,070		2		
7.4.2. Φύκια θαλάσσης	75 - 80	0,045 - 0,050		2		
7.4.3. Πλάκες από καλάμια	120 - 230	0,065 - 0,090	1 200			
7.4.4. Κυτταρίνη (κολλώδης)	120 - 220	0,040 - 0,060	800 - 1100			
	(ινώδης)	30 - 80	0,040 - 0,045	1700 - 2100		
7.4.5. Λινάρι	20 - 80	0,038 - 0,045	1300 - 1600			
7.4.6. Βαμβάκι	20 - 60	0,040	840 - 1300			
7.4.7. Μαλλί προβάτου	25 - 30	0,040 - 0,050	960 - 1300			

Εικόνα 111 Τιμές συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (τιμές σχεδιασμού), ειδικής θερμοχωρητικότητας και συντελεστών αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών.

Έχοντας βρει λοιπόν το R της στρώσης της θερμομόνωσης και το λ, θα είναι εφικτός ο υπολογισμός του πάχους της θερμομόνωσης, εφαρμόζοντας την παρακάτω σχέση:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad \text{ή} \quad d = R \cdot \lambda \quad \text{ή}$$

$$d = 1,211 \cdot 0,035 = 0,042 \text{ m} \quad \text{άρα} \quad 0,05 \text{ m για τον τοίχο}$$

$$d = 1,373 \cdot 0,035 = 0,048 \text{ m} \quad \text{άρα} \quad 0,05 \text{ m για τις κολώνες & δοκάρια}$$

$$d = 1,672 \cdot 0,035 = 0,059 \text{ m} \quad \text{άρα} \quad 0,06 \text{ m για την οροφή}$$

5.2.4. Εξοικονόμηση ενέργειας σεναρίου

Ανοίγοντας το αρχείο .bld του δημαρχείου χωρίς σενάρια, επιλέγεται στην καρτέλα «Στοιχεία» η εντολή «Συνδεδεμένα σενάρια», όπου εκεί θα επιλεχθεί το αρχείο .bld του δημαρχείου με την εφαρμογή της θερμομόνωσης. Συνδέοντας το σενάριο στο κύριο αρχείο, το πρόγραμμα με την εξαγωγή του ΠΕΑ θα συγκρίνει την ενεργειακή κατανάλωση με και χωρίς το σενάριο και θα υπολογίσει σε έτη την απόσβεση του σεναρίου.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ) Αθηνών 101

Αρ. Πρωτοκόλλου:	22816/2020	Αρ. ασφαλείας:	
Ημερομηνία έκδοσης:		Ημερομηνία Ισχύος:	

Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:	
Χρήση:	Γραφεία
Κλιματική Ζώνη:	A
Συνολική επιφάνεια:	930.702
Ωφέλιμη επιφάνεια:	930.702

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

*Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με την (1η) σύσταση

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας	
Κτηρίου Αναφοράς [Kwh/m ²]	203.00
Επιθεωρούμενου κτηρίου [Kwh/m ²]	361.80

Πραγματική Ετήσια κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτιρίου	
Ηλεκτρικής ενέργειας [Kwh/m ²]:	
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [Kwh/m ²]:	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [Kwh/m ²]:	

Ετήσιες εκπομπές CO2 Επιθεωρούμενου Κτιρίου			
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO2 [Kg/m²]			123.00
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO2 [Kg/m²]			
Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα αέρα <input checked="" type="checkbox"/>

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου	22816/2020	Αρ. Ασφαλείας	
-----------------	------------	---------------	--

Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m ²]				
	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός
Κτήριο αναφοράς	8.8	59.1	0.0	
Επιθεωρούμενο κτήριο	37.3	90.0	0.0	

Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ενέργειας ανά Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²]						
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική	16.3	45.1	0.0	63.4	124.8	100.00
Πετρέλαιο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Ηλιακή	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Βιομάζα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Γεωθερμία	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλη ΑΠΕ	0	0	0	0	0.0	0.00
Σύνολο	16.3	45.1	0.0	63.4	124.8	100.00

Χρησιμοποιείται το ΠΕΑ για να:

- *συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτιρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής του σε ενεργειακή κατηγορία
- *πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ							
1. Εγκατάσταση θερμομόνωσης σε εξωτερικούς τοίχους και οροφές							
2.							
3.							
Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής [έτη]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ [kg/m ²]	Ενεργειακή κατηγορία
		[Kwh/m ²]	[%]	[€/Kwh]			
1.	50172.5	41.7	11.5	1.3	22.0	14.3	Δ
2.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Ονοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή	Σφραγίδα
A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Υπογραφή

Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος – ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ και την περίοδο αποπληρωμής.

* Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

Εικόνα 112 Π.Ε.Α. κτιρίου με συνδεδεμένο το Σενάριο 1

5.3 Σενάριο 2: Αντικατάσταση κουφωμάτων

5.3.1. Ορισμός τιμών U

Ανατρέχοντας στον Πίνακα της TOTEE που ορίζει το μέγιστο επιτρεπόμενο U ανά κλιματική ζώνη ([Εικόνα 101](#)), το μέγιστο επιτρεπόμενο U για τα κουφώματα είναι 3,2 W/(m²·K). Τα κουφώματα που κινούνται όμως πιο πολύ στην αγορά, έχουν χαρακτηριστικά τα οποία συνήθως πετυχαίνουν ένα U=2.5 W/(m²·K), γι' αυτό το λόγο αυτά είναι που θα επιλεγθούν στο συγκεκριμένο σενάριο.

Οι τιμές αερισμού λόγω χαραμάδων θα συμπληρωθούν από την [Εικόνα 80](#), μόνο που αυτή τη φορά θα επιλεγθούν οι τιμές για πόρτες και παράθυρα με διπλό υαλοπίννακα.

5.3.2. Εκτίμηση κόστους

Ο υπολογισμός του κόστους είναι πολύ πιο εύκολος σε αυτήν την περίπτωση, καθώς οι τιμές που ορίζει το «Εξοικονομώ κατ' οίκον» εξαρτώνται από το συντελεστή θερμοπερατότητας U και όχι από τη θερμική αντίσταση. Συνεπώς με το U=2.5 W/(m²·K), φαίνεται από την [Εικόνα 113](#) πως το κόστος υπόκειται στην 1^η κατηγορία, όπου επιλέγονται οι τιμές 370 για τα παράθυρα και 300 για τις πόρτες.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ / ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ	ΑΝΩΤΑΤΑ ΟΡΙΑ ΕΠΙΛΕΞΙΜΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΑΠΑΝΗΣ - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ (€/m ²)	
	I 2 ≤ U < 3,2	II U < 2,0
ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ Συντελεστής Θερμοπερατότητας U [W/(m ² · K)]		
Πλαίσιο αλουμινίου με υαλοπίννακα - Παράθυρο	370	440
Πλαίσιο αλουμινίου με υαλοπίννακα - Εξωστόθυρα	300	350
Πλαίσιο ξύλου με υαλοπίννακα - Παράθυρο	470	540
Πλαίσιο ξύλου με υαλοπίννακα - Εξωστόθυρα	390	440
Πλαίσιο PVC με υαλοπίννακα - Παράθυρο	250	270
Πλαίσιο PVC με υαλοπίννακα - Εξωστόθυρα	180	240
Μόνο υαλοπίννακες (Χωρίς αντικατάσταση πλαισίου)*	135	155
Εξωτερικό προστατευτικό φύλλο (σύστημα Κουτί-Ρολό, ή Εξώφυλλο)	140	
Λοιπά σταθερά ή κινητά συστήματα σκίασης	25	

Εικόνα 113 Εκτίμηση κόστους κουφωμάτων (€/m²), σύμφωνα με το "Εξοικονομώ κατ' οίκον"

Αφού λοιπόν έχει επιλεγθεί ο συντελεστής θερμοπερατότητας, οι τιμές αερισμού λόγω χαραμάδων, ο συντελεστής θερμικών ηλιακών απολαβών και το κόστος, θα συμπληρωθούν οι τιμές αυτές στην καρτέλα των τυπικών στοιχείων του υπολογιστικού, όπως φαίνεται παρακάτω. Από τις τιμές έχει αφαιρεθεί πάλι ο Φ.Π.Α.= 24% για να είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα ο χρόνος απόσβεσης του σεναρίου.

Ανοίγματα	Είδος ανοίγματος	Συντελεστής θερμικών ηλιακών απολαβών	Επιθυμητός Συντελεστής U (W/m ² K)	Τιμή αερισμού λόγω χαραμάδων (m ³ /h/m ²)	Κόστος (€/m ²)
A1	Πόρτα	0.77	0	5.3	
A2	Πόρτα	0.77	0	5.3	
A3	Πόρτα	0.77	0	5.3	
A4	Πόρτα	0.68	2.5	5.3	241.94
A5	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A6	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A7	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A8	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A9	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A10	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A11	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A12	Πόρτα	0.77	0	5.3	
A13	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A14	Πόρτα	0.77	0	5.3	
A15	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A16	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A17	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A18	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A19	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A20	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A21	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A22	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A23	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A24	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A25	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A26	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A27	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A28	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A29	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A30	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A31	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A32	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A33	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A34	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A35	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A36	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A37	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A38	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A39	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A40	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A41	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A42	Πόρτα	0.77	0	5.3	
A43	Πόρτα	0.68	2.5	5.3	241.94
A44	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A45	Πόρτα	0.68	2.5	5.3	241.94
A46	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A47	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A48	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A49	Πόρτα	0.68	2.5	5.3	241.94
A50	Πόρτα	0.68	2.5	5.3	241.94
A51	Πόρτα	0.68	2.5	5.3	241.94
A52	Πόρτα	0.68	2.5	5.3	241.94
A53	Πόρτα	0.68	2.5	5.3	241.94
A54	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A55	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A56	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A57	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A58	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A59	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39
A60	Πόρτα	0.77	0	5.3	
A61	Παράθυρο	0.68	2.5	6.8	298.39

Εικόνα 114 Πίνακας τιμών ανοιγμάτων, μετά την αντικατάσταση κουφωμάτων του κτιρίου υπό μελέτη

5.3.3. Εξοικονόμηση ενέργειας σεναρίου

Στο αρχείο .bld του δημαρχείου θα συνδεθεί αυτήν τη φορά το σενάριο αντικατάστασης κουφωμάτων σε όλο το κτίριο υπό μελέτη.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ) Αθηνών 101

Αρ. Πρωτοκόλλου:	22816/2020	Αρ. ασφαλείας:	
Ημερομηνία έκδοσης:		Ημερομηνία Ισχύος:	

Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:			
Χρήση:	Γραφεία		
Κλιματική Ζώνη:	A		
Συνολική επιφάνεια:	930.702		
Ωφέλιμη επιφάνεια:	930.702		

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

*Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με την (1η) σύσταση

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας	
Κτηρίου Αναφοράς [Kwh/m²]	203.00
Επιθεωρούμενου κτηρίου [Kwh/m²]	361.80

Πραγματική Ετήσια κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτιρίου	
Ηλεκτρικής ενέργειας [Kwh/m²]:	
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [Kwh/m²]:	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [Kwh/m²]:	

Ετήσιες εκπομπές CO2 Επιθεωρούμενου Κτιρίου	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO2 [Kg/m²]	123.00
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO2 [Kg/m²]	
Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>
Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα αέρα <input checked="" type="checkbox"/>

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου	22816/2020	Αρ. Ασφαλείας	
-----------------	------------	---------------	--

Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m ²]				
	Θέρμανση	Ψύξη	ZNΧ	Φωτισμός
Κτήριο αναφοράς	8.8	59.1	0.0	
Επιθεωρούμενο κτήριο	37.3	90.0	0.0	

Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ενέργειας ανά Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²]						
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNΧ	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική	16.3	45.1	0.0	63.4	124.8	100.00
Πετρέλαιο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Ηλιακή	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Βιομάζα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Γεωθερμία	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλη ΑΠΕ	0	0	0	0	0.0	0.00
Σύνολο	16.3	45.1	0.0	63.4	124.8	100.00

Χρησιμοποιείται το ΠΕΑ για να:

*συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτιρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής του σε ενεργειακή κατηγορία

*πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ							
1. Αντικατάσταση κουφωμάτων σε όλο το κτίριο							
2.							
3.							
Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂	Ενεργειακή κατηγορία
		[Kwh/m ²]	[%]	[€/Kwh]			
1.	82458.5	6.7	1.8	13.2	224.6	2.3	Δ
2.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Ονοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή	Σφραγίδα
A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Υπογραφή

Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος – ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ και την περίοδο αποπληρωμής.

• Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

Εικόνα 115 Π.Ε.Α. κτιρίου υπό μελέτη, με συνδεδεμένο το Σενάριο 2

5.4 Σενάριο 3: Αντικατάσταση συστήματος φωτισμού

Από την [Εικόνα 87](#) και την [Εικόνα 88](#) έχουμε ήδη αντλήσει τις πληροφορίες σχετικά με τον τύπο και την ισχύ των φωτιστικών του κτιρίου υπό μελέτη. Στο σενάριο αυτό θα αντικατασταθούν οι λάμπες των φωτιστικών με λάμπες τύπου LED, οι οποίες έχουν πολύ χαμηλότερες καταναλώσεις, καθώς και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Ο 1^{ος} τύπος φωτιστικού (απλικά με 2 λαμπτήρες φθορισμού 26 W) αντιστοιχεί στα 3 φωτιστικά που υπάρχουν στο δώμα οροφής και δεν χρήζουν αντικατάστασης, καθώς ούτε ο αριθμός τους είναι μεγάλος, ούτε η χρήση τους εκτενής.

Είδος υφιστάμενου φωτιστικού	Είδος φωτιστικού σεναρίου	Ισχύς (W)	Αριθμός φωτιστικών	Επιμέρους σύνολο ισχύος (W)	Κόστος ανά φωτιστικό (€)	Κόστος ανά κατηγορία φωτιστικού (€)
Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, με λαμπτήρες 4x18 W	Φωτιστικό σώμα LED οροφής, με λαμπτήρες 4x8 W	32	93	2976	4x3=12	1116
Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, με λαμπτήρες 2x36 W	Φωτιστικό σώμα LED οροφής, με λαμπτήρες 2x16 W	32	52	1664	2x4=8	416
Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, στεγανό IP65, με λαμπτήρα 1x36 W	Φωτιστικό σώμα LED οροφής, στεγανό IP65, με λαμπτήρα 1x16 W	16	34	544	1x4=4	136
Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, στεγανό IP65, με λαμπτήρες 2x36 W	Φωτιστικό σώμα LED οροφής, στεγανό IP65, με λαμπτήρες 2x16 W	32	44	1408	2x4=8	352
Φωτιστικό σώμα φθορισμού οροφής, στεγανό IP65, με λαμπτήρα 1x58 W	Φωτιστικό σώμα LED οροφής, στεγανό IP65, με λαμπτήρα 1x20 W	20	38	760	1x6=6	228
Φωτιστικό σώμα φθορισμού ψευδοροφής, με λαμπτήρες 4x18 W	Φωτιστικό σώμα φθορισμού ψευδοροφής, με λαμπτήρες 4x8 W	32	90	2880	4x3=12	1080

Εικόνα 116 Πίνακας υπολογισμού καινούριας ισχύος και κόστους φωτιστικών

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού του σεναρίου προκύπτει 10310 W και το συνολικό κόστος των νέων λαμπιέρων προκύπτει 3328 €. Στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι συνυπολογισμένος ο Φ.Π.Α.= 24%, ώστε η τιμή να είναι πιο κοντά στην πραγματικότητα, καθώς λαμβάνεται υπόψη και το κόστος εργασίας. Τα δεδομένα αυτά εισάγονται στο ανάλογο πεδίο του υπολογιστικού τμήματος του 4M [\(Εικόνα 90\)](#).

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ) Αθηνών 101

Αρ. Πρωτοκόλλου:	22816/2020	Αρ. ασφαλείας:	
Ημερομηνία έκδοσης:		Ημερομηνία Ισχύος:	

Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:			
Χρήση:	Γραφεία		
Κλιματική Ζώνη:	A		
Συνολική επιφάνεια:	930.702		
Ωφέλιμη επιφάνεια:	930.702		

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

*Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με την (1η) σύσταση

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας	
Κτηρίου Αναφοράς [Kwh/m ²]	203.00
Επιθεωρούμενου κτηρίου [Kwh/m ²]	361.80

Πραγματική Ετήσια κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτιρίου	
Ηλεκτρικής ενέργειας [Kwh/m ²]:	
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [Kwh/m ²]:	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [Kwh/m ²]:	

Ετήσιες εκπομπές CO2 Επιθεωρούμενου Κτιρίου			
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO2 [Kg/m²]			123.00
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO2 [Kg/m²]			
Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα αέρα <input checked="" type="checkbox"/>

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου	22816/2020	Αρ. Ασφαλείας	
-----------------	------------	---------------	--

Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m ²]				
	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός
Κτήριο αναφοράς	8.8	59.1	0.0	
Επιθεωρούμενο κτήριο	37.3	90.0	0.0	

Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ενέργειας ανά Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²]						
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική	16.3	45.1	0.0	63.4	124.8	100.00
Πετρέλαιο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Ηλιακή	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Βιομάζα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Γεωθερμία	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλη ΑΠΕ	0	0	0	0	0.0	0.00
Σύνολο	16.3	45.1	0.0	63.4	124.8	100.00

Χρησιμοποιείται το ΠΕΑ για να:

- *συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτιρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής του σε ενεργειακή κατηγορία
- *πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ							
1. Αντικατάσταση λαμπτήρων στο σύστημα φωτισμού							
2.							
3.							
Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂	Ενεργειακή κατηγορία
		[Kwh/m ²]	[%]	[€/Kwh]			
1.	3328.0	113.7	31.4	0.0	0.5	38.8	Γ
2.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Ονοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή	Σφραγίδα
A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Υπογραφή

Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος – ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ και την περίοδο αποπληρωμής.

* Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

* Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

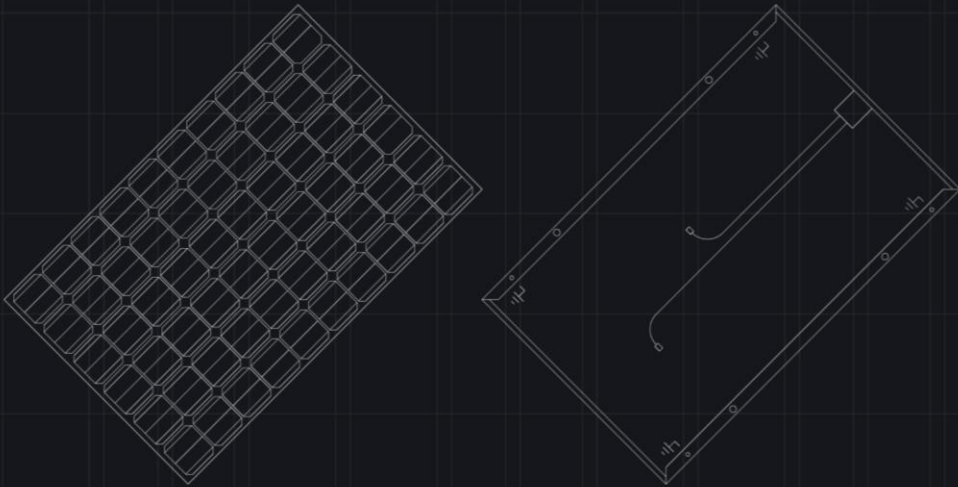
Εικόνα 117 Π.Ε.Α. κτιρίου υπό μελέτη, με συνδεδεμένο το Σενάριο 3

5.5 Σενάριο 4: Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ στο δώμα οροφής

5.5.1. Επιλογή φωτοβολταϊκών πάνελ & εισαγωγή τους στο σχεδιαστικό του 4M

Τα πάνελ που θα επιλεγθούν προς εγκατάσταση θα είναι μονοκρυσταλλικά, για τους κάτωθι λόγους:

- Μεγαλύτερος βαθμός απόδοσης. Η μέγιστη ηλεκτρική ισχύς, ως ποσοστό της απορροφούμενης ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας, που μπορεί να αποδώσει ένα μονοκρυσταλλικό πλαίσιο είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από αυτή ενός πολυκρυσταλλικού πλαισίου (της τάξεως του 0,5%).
- Μεγαλύτερη απόδοση στις υψηλές θερμοκρασίες. Στα μονοκρυσταλλικά πλαίσια η μείωση της απόδοσης με την αύξηση της θερμοκρασίας είναι ελαφρώς μικρότερη από ότι στα πολυκρυσταλλικά πλαίσια. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για ζεστές χώρες όπως η Ελλάδα και ειδικά για τους καλοκαιρινούς μήνες, που η ζήτηση ισχύος είναι μεγαλύτερη λόγω κλιματιστικών, καταψυκτών, τουριστικής κίνησης, κλπ.
- Μεγαλύτερη απόδοση κατά τη συννεφιά. Σε συννεφιασμένο καιρό το μονοκρυσταλλικό πλαίσιο αποδίδει σχετικά καλύτερα από ένα πολυκρυσταλλικό πλαίσιο ίδιων διαστάσεων, καθώς μπορεί να προσεγγίσει το μέγιστο βαθμό απόδοσής του σε συνθήκες χαμηλότερης ηλιακής ακτινοβολίας.
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια τείνουν να έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, μιλώντας πάντα για ένα βάθος χρόνου 30 ετών και άνω.



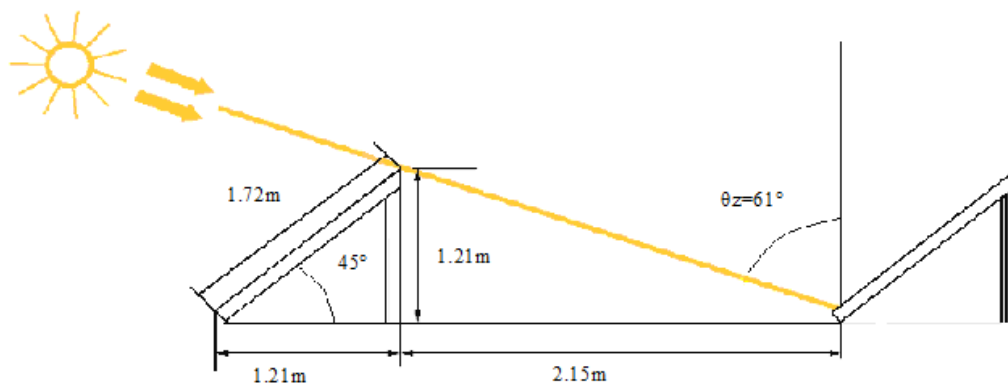
ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ [MM] 1716 x 1023 x 35	ΒΑΡΟΣ [KG] 19,3	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΥΨΕΛΩΝ 60	ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ MC4
ΠΙΣΩ ΚΑΛΥΜΜΑ Πολυμερής μεμβράνη	ΜΠΡΟΣΤΙΝΟ ΚΑΛΥΜΜΑ Ηλιακό γυαλί (TSG)	ΤΥΠΟΣ ΚΥΨΕΛΩΝ Μονοκρυσταλλικό Si	ΦΑΣΜΑ ΙΣΧΥΟΣ 320W-330W

Εικόνα 118 Χαρακτηριστικά των φωτοβολταϊκών πάνελ προς εγκατάσταση

Ο ενεργειακός επιθεωρητής για να υπολογίσει τον αριθμό των πάνελ που μπορούν να χωρέσουν στη νότια πλευρά του κτιρίου (δεν εγκαθίστανται πάνελ στη βορειοανατολική πλευρά, καθώς θα προκύψει σκιασμός από τα δώματα και δε θα είναι δυνατή η εκμετάλλευση όλης της απόδοσης του πάνελ), θα πρέπει να λάβει υπόψη του εκτός από το εμβαδό του κάθε πάνελ, και το γεγονός ότι το πάνελ εγκαθίσταται με κλίση 45° . Συνεπώς στο ίδιο εμβαδό μπορεί να χωρέσει μεγαλύτερος αριθμός πάνελ.

Προκειμένου να γίνει σωστή τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών στοιχείων και να αποφευχθεί η αλληλοσκίαση, υπολογίστηκε η κατάλληλη μεταξύ τους απόσταση τοποθέτησης ως προς τον άξονα βορρά-νότου. Η απόσταση αυτή υπολογίστηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο).

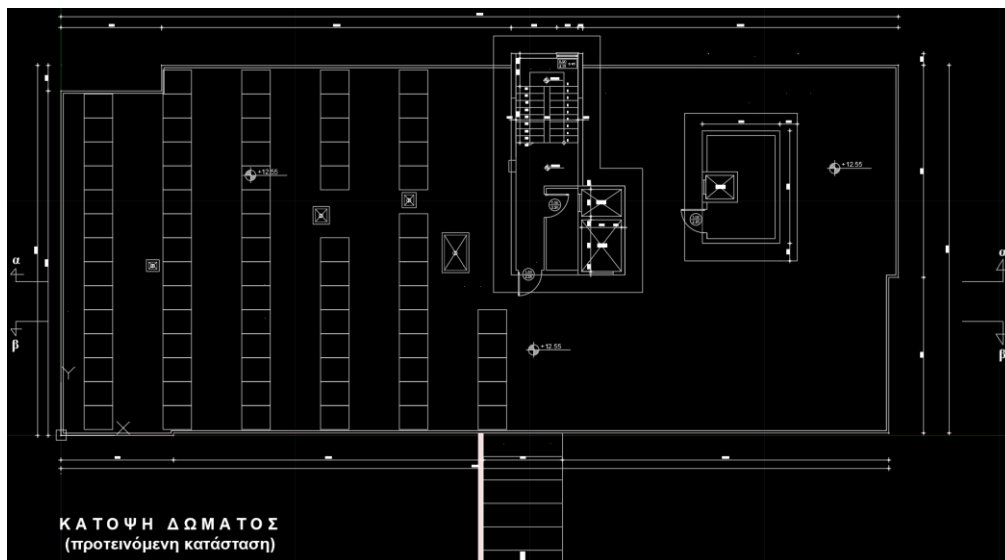
Για την περιοχή της Καλαμάτας, η οποία έχει γεωγραφικό πλάτος $\varphi = 37.07^\circ$, η ηλιακή απόκλιση στις 21 Δεκεμβρίου είναι $\delta = -23.45^\circ$. Για την ηλιακή απόκλιση αυτή η ζενιθιακή γωνία (θ_z) κατά το ηλιακό μεσημέρι, είναι περίπου 61° . Με βάση αυτή τη γωνία και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του φωτοβολταϊκού στοιχείου, υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μεταξύ τους, όταν τοποθετηθούν υπό γωνία, για να μην αλληλοσκοιάζονται.



Εικόνα 119 Υπολογισμός απόστασης μεταξύ των φωτοβολταϊκών πάνελ

Στο συγκεκριμένο εμβαδό λοιπόν μπορούν να χωρέσουν 83 πάνελ, τα οποία θα έχουν μεταξύ τους απόσταση $1,21+2,15=3,36\text{m}$. Η απόσταση αυτή θα συμπληρωθεί αυτόματα στην καρτέλα του ηλιακού συλλέκτη, στο πεδίο «Απόσταση μεταξύ συλλεκτών» όταν εισαχθεί το μήκος του συλλέκτη.

Η συνολική ισχύς θα είναι: $83 \cdot 320\text{W} = 26560\text{W}$



Εικόνα 120 Κάτοψη επιπέδου 5 (Δώμα) μετά το σχεδιασμό των φωτοβολταϊκών πάνελ

5.5.2. Εισαγωγή χαρακτηριστικών των πάνελ στο υπολογιστικό τμήμα του 4M

Στα «Συστήματα» πρέπει να εισαχθούν τα ζητούμενα χαρακτηριστικά των πάνελ, τα οποία είναι:

- Επιφάνεια συλλέκτη: $(1,716 \times 1,023) \times 83 = 145,7 \text{ m}^2$
- Ισχύς: 26,56 kW
- Βαθμός απόδοσης: 0,19
- Προσανατολισμός: Νότιος (180)
- Κλίση: 45°
- Συντελεστής διόρθωσης σκίασης: 1 (Δεν σκιάζονται)
- Κόστος: 184,6
- Σύνδεση: Με συμψηφισμό

(ΤΟΤΕΕ 20701-1/2017), § 6.3.2.2

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και την έκδοση Ενεργειακού πιστοποιητικού, στους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη τα φωτοβολταϊκά που διαθέτει το κτίριο για κάλυψη του συνόλου ή μέρους των αναγκών του σε ηλεκτρική ενέργεια (με ή χωρίς συμψηφισμό της παραγόμενης ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά με την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια - NET METERING) και αλλά όχι για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο (πωλείται στον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας) η οποία δεν συμψηφίζεται με την ιδιοκατανάλωση.

Στην περίπτωση της ιδιοκατανάλωσης χωρίς συμψηφισμό, το ενεργειακό ισοζύγιο της παραγόμενης ενέργειας με την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια του κτιρίου γίνεται σε μηνιαία βάση και η επιπλέον πλεονάζουσα παραγόμενη ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά αγνοείται.

Στην περίπτωση της ιδιοκατανάλωσης με συμψηφισμό, το ενεργειακό ισοζύγιο της παραγόμενης ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά με την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια του κτιρίου γίνεται σε ετήσια βάση και πάλι η επιπλέον πλεονάζουσα παραγόμενη ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά αγνοείται.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα επιλεγεί ο συμψηφισμός, καθώς ακόμα και να υπάρξει κάποιος μήνας όπου η παραγόμενη ενέργεια των πάνελ ξεπεράσει τις καταναλώσεις του κτιρίου υπό μελέτη, η απώλεια αυτή θα θεωρηθεί αμελητέα μπροστά στα κόστη κτήσης και συντήρησης των μπαταριών.



5.5.3. Εξοικονόμηση ενέργειας σεναρίου

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αθηνών 101

Αρ. Πρωτοκόλλου:	22816/2020	Αρ. ασφαλείας:	
Ημερομηνία έκδοσης:		Ημερομηνία Ισχύος:	

Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:			
Χρήση:	Γραφεία		
Κλιματική Ζώνη:	A		
Συνολική επιφάνεια:	930.702		
Ωφέλιμη επιφάνεια:	930.702		

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

*Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με την (1η) σύσταση

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας	
Κτηρίου Αναφοράς [Kwh/m²]	203.00
Επιθεωρούμενου κτηρίου [Kwh/m²]	361.80

Πραγματική Ετήσια κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτιρίου	
Ηλεκτρικής ενέργειας [Kwh/m²]:	
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [Kwh/m²]:	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [Kwh/m²]:	

Ετήσιες εκπομπές CO2 Επιθεωρούμενου Κτιρίου			
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO2 [Kg/m²]			123.00
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO2 [Kg/m²]			
Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα αέρα <input checked="" type="checkbox"/>

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου	22816/2020	Αρ. Ασφαλείας	
-----------------	------------	---------------	--

Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m ²]				
	Θέρμανση	Ψύξη	ZNΧ	Φωτισμός
Κτήριο αναφοράς	8.8	59.1	0.0	
Επιθεωρούμενο κτήριο	37.3	90.0	0.0	

Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ενέργειας ανά Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²]						
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNΧ	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική	16.3	45.1	0.0	63.4	124.8	100.00
Πετρέλαιο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Ηλιακή	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Βιομάζα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Γεωθερμία	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλη ΑΠΕ	0	0	0	0	0.0	0.00
Σύνολο	16.3	45.1	0.0	63.4	124.8	100.00

Χρησιμοποιείται το ΠΕΑ για να:

- *συγκρίνετε την ενεργειακή απόδοση κτιρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής του σε ενεργειακή κατηγορία
- *πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ							
1. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ στο δώμα οροφής							
2.							
3.							
Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής [έτη]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ [kg/m ²]	Ενεργειακή κατηγορία
		[Kwh/m ²]	[%]	[€/Kwh]			
1.	26896.2	153.8	42.5	0.2	3.2	52.5	Γ
2.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Ονοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή	Σφραγίδα
A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Υπογραφή

Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος – ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ και την περίοδο αποπληρωμής.

• Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

Εικόνα 121 Π.Ε.Α. κτιρίου υπό μελέτη, με συνδεδεμένο το Σενάριο 4

Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

Συγκεντρώνοντας τα αποτελέσματα εξοικονόμησης των σεναρίων, προκύπτει ο παρακάτω συγκεντρωτικός πίνακας:

Σενάριο	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης σε €	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής σε έτη	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ σε kg/m ²	Ενεργειακή κατηγορία
		$\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$	%	$\frac{\text{€}}{\text{kWh}}$			
Σενάριο 1: Μόνωση	50172,5	41,7	11,5	1,3	22	14,3	Δ
Σενάριο 2: Κουφώματα	82458,5	6,7	1,8	13,2	224,6	2,3	Δ
Σενάριο 3: Φωτισμός	3328	113,7	31,4	0	0,5	38,8	Γ
Σενάριο 4: Φωτοβολταϊκά	26896,2	153,8	42,5	0,2	3,2	52,5	Γ

Εικόνα 122 Συγκεντρωτική απεικόνιση του κόστους, της εξοικονόμησης και της αποπληρωμής των σεναρίων

Είναι ξεκάθαρο λοιπόν πως η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ, σε συνδυασμό με την αντικατάσταση λαμπτήρων στο σύστημα φωτισμού είναι οι 2 καλύτερες επενδύσεις, με το μικρότερο κόστος και τη μικρότερη περίοδο αποπληρωμής. Με την εφαρμογή των δύο αυτών σεναρίων, το κτίριο υπό μελέτη θα ανέβει σε ενεργειακή κλάση Β και θα είναι σύμφωνο με τον Κ.Εν.Α.Κ.

Για να φανεί η συνολική εξοικονόμηση που θα επιτευχθεί με το συνδυασμό και των τεσσάρων σεναρίων, δημιουργείται ένα αρχείο .bld το οποίο περιέχει όλες τις αλλαγές. Μετά τη σύνδεση αυτού του καινούριου συνδυαστικού σεναρίου με το βασικό αρχείο, διαπιστώνεται πως το κτίριο υπό μελέτη φτάνει σε ενεργειακή κλάση Α⁺ , με ένα συνολικό εκτιμώμενο κόστος περίπου στα 163000 € και χρόνο απόσβεσης περίπου στα 10 έτη.

Σαν επιπλέον λύση εξοικονόμησης ενέργειας θα μπορούσε να επιλεγεί η τοποθέτηση αυτοματισμών για τον έλεγχο των συστημάτων κλιματισμού και φωτισμού. Τέτοιοι αυτοματισμοί θα μπορούσαν να είναι αισθητήρες παρουσίας και κίνησης, η τοποθέτηση των οποίων απαιτεί ξεχωριστή μελέτη που ξεφεύγει από τα όρια της παρούσας εργασίας.

**ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)
Αθηνών 101**

Αρ. Πρωτοκόλλου:	22816/2020	Αρ. ασφαλείας:	
Ημερομηνία έκδοσης:		Ημερομηνία Ισχύος:	

Τίτλος Κτηριακής Μονάδας:			
Χρήση:	Γραφεία		
Κλιματική Ζώνη:	A		
Συνολική επιφάνεια:	930.702		
Ωφέλιμη επιφάνεια:	930.702		

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

*Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με την (1η) σύσταση

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας	
Κτηρίου Αναφοράς [Kwh/m ²]	203.00
Επιθεωρούμενου κτηρίου [Kwh/m ²]	361.80

Πραγματική Ετήσια κατανάλωση Επιθεωρούμενου Κτιρίου	
Ηλεκτρικής ενέργειας [Kwh/m ²]:	
Θερμικής ενέργειας (καύσιμα) [Kwh/m ²]:	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [Kwh/m ²]:	

Ετήσιες εκπομπές CO2 Επιθεωρούμενου Κτιρίου	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO2 [Kg/m ²]	123.00
Πραγματικές ετήσιες εκπομπές CO2 [Kg/m ²]	
Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>
Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα αέρα <input checked="" type="checkbox"/>

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου	22816/2020	Αρ. Ασφαλείας	
-----------------	------------	---------------	--

Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m ²]				
	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός
Κτήριο αναφοράς	8.8	59.1	0.0	
Επιθεωρούμενο κτήριο	37.3	90.0	0.0	

Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ενέργειας ανά Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m ²]						
Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική	16.3	45.1	0.0	63.4	124.8	100.00
Πετρέλαιο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Ηλιακή	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Βιομάζα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Γεωθερμία	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
Άλλη ΑΠΕ	0	0	0	0	0.0	0.00
Σύνολο	16.3	45.1	0.0	63.4	124.8	100.00

Χρησιμοποιείται το ΠΕΑ για να:

- *συγκρίνεται την ενεργειακή απόδοση κτιρίων ίδιας χρήσης βάσει της κατάταξής του σε ενεργειακή κατηγορία
- *πληροφορηθείτε για εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων μέσω παρεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ							
1. Συνδυασμός όλων των σεναρίων							
2.							
3.							
Σύσταση	Εκτιμώμενο Αρχικό Κόστος Επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας & τιμή μονάδας			Εκτιμώμενη απλή περίοδος αποπληρωμής [έτη]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ [kg/m ²]	Ενεργειακή κατηγορία
		[Kwh/m ²]	[%]	[€/Kwh]			
1.	162855.2	299.1	82.7	0.6	10.1	101.2	A+
2.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
3.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

Ονοματεπώνυμο Ενεργειακού Επιθεωρητή	Σφραγίδα
A.M. Ενεργειακού Επιθεωρητή:	Υπογραφή

Οι συστάσεις είναι ιεραρχημένες σε σχέση με το κόστος – ενεργειακό όφελος που προκύπτει. Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών CO₂ και την περίοδο αποπληρωμής.

• Η απλή περίοδος αποπληρωμής υπολογίζεται με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

*Η ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου προσδιορίζεται βάσει της υπολογιζόμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών που συνδέονται με τη χρήση του ώστε να επιτυγχάνονται συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

Εικόνα 123 Π.Ε.Α. κτηρίου υπό μελέτη, με συνδεδεμένο το συνδυασμό όλων των σεναρίων

Βιβλιογραφία

- "TOSHIBA DESIGN MANUAL." 2004.
- Ανδρουτσόπουλος, Ανδρέας, και συν. «TOTEE 20701-1/2017.» Σεπτέμβριος 2017. *Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος*.
<http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak>.
- Ανδρουτσόπουλος, Ανδρέας, και συν. «TOTEE 20701-2/2017.» Σεπτέμβριος 2017. *Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος*.
<http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak>.