



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης
Τμήμα Μηχανικών Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ενεργειακή Επιθεώρηση και Ενεργειακή Αναβάθμιση
Υφιστάμενου Κτιρίου του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ**



ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΑΚΕΣΤΟΡΙΑΔΗΣ
ΑΜ: 1589

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Εμμανουήλ Καραπιδάκης

ΑΘΗΝΑ 2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με στήριξαν στην εκπόνησή της και όλους του καθηγητές μου κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

Κατ' αρχήν, ευχαριστώ θερμά τον καθηγητή κ. Ιωάννη Κατσίγιαννη στο ΤΕΙ Χανίων για την βοήθεια του στην επιλογή του θέματος της εργασίας μου, καθώς και τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Εμμανουήλ Καραπιδάκη του ΤΕΙ Ηρακλείου για τις πολύτιμες συμβουλές του.

Επίσης, οφείλω ιδιαίτερα πολλές ευχαριστίες στον Δρ. Βασίλειο Μπελεσιώτη, Δ/ντή Ερευνών του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ, προϊστάμενο του Εργαστηρίου Ηλιακών και άλλων Ενεργειακών Συστημάτων για την αποδοχή μου ως εκπαιδευόμενου κατά την εξάμηνη πρακτική μου στο ερευνητικό κέντρο, τον κ. Χρήστο Κώνστα, Μηχανολόγο μηχανικό του εργαστηρίου για την συνδρομή του στην κατανόηση του λογισμικού και την εφαρμογή των ενεργειακών τεχνολογιών και τον κ. Τάκη Μπάμπαλη για την επίβλεψη του και τις συμβουλές του.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την βοήθεια και συμπαράσταση μέχρι τη ολοκλήρωση των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στις μέρες μας μείζον θέμα αποτελεί η εξοικονόμηση ενέργειας. Τόσο η Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και η παγκόσμια κοινότητα έχουν αντιληφθεί πόσο σημαντική είναι η ορθολογική και αποδοτική χρήση της ενέργειας, καθότι το περιβάλλον έχει υποστεί σοβαρές βλάβες οφειλόμενες στον ανθρώπινο παράγοντα. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, η ανησυχία για την μείωση των αποθεμάτων του πλανήτη σε πρωτογενείς πηγές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και οι μελλοντικές συνέπειες, τόσο οικονομικές όσο και οικολογικές από την διαχείριση της ενέργειας, έχουν ευαισθητοποιήσει τα ευρωπαϊκά κράτη για την λήψη μέτρων και θεσμοθέτηση ενός κανονιστικού πλαισίου για την εξοικονόμηση πλουτοπαραγωγικών πόρων.

Στην Ελλάδα ο τομέας που καταναλώνει το 40% της παραγόμενης ενέργειας είναι ο κτιριακός, διότι τα περισσότερα κτίρια είναι παλαιά, άνω των 30 ετών, οπότε κρίνεται απαραίτητη η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης τους με χρήση νέων τεχνολογιών. Σημαντική δράση με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας είναι η ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων, όπου εκτιμώνται οι παράγοντες που την επηρεάζουν και οι δυνατότητες βελτίωσης και εξοικονόμησης τους.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ενεργειακή επιθεώρηση ενός δημοσίου κτιρίου και συγκεκριμένα του κτιρίου της Φυσικοχημείας του “Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ” με κύριο στόχο τον προσδιορισμό των ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου, τη σύγκριση σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας και την εύρεση των βέλτιστων παρεμβάσεων υπό το πνεύμα της βιώσιμης ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου.

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια αρχική εκτίμηση του κτιριακού τομέα του εξεταζόμενου κτιρίου και στην συνέχεια πραγματοποιείται η ανάλυση του με βάση τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), όπου καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές και απαιτήσεις για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου, το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και οι προδιαγραφές των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Τέλος, παρουσιάζουμε δύο πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ένα για το υπάρχον κτίριο και ένα μετά την ενεργειακή αναβάθμισή του, σύμφωνα με τα οποία η ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου από μη αποδοτική κρίνεται βιώσιμη.

ABSTRACT

A major issue nowadays is the energy management planning and implementation. The European Union, as well as the Global Community have realized the importance of rational and efficient use of energy, since the environment has suffered serious damages due to human interference. The greenhouse phenomenon, the concern of planet resources reduction of primary electrical energy sources together with future effects of energy management, both ecological and financial, have awakened European countries to take measures and legislate a frame of rules to that effect.

In Greece the building sector consumes 40% of energy production attributed to the age of buildings, which is often more than 30 years old, thus requiring the implementation of new technologies in order to increase energy efficiency. A major task aiming to improve energy performance is the Home Energy Assessment, where we can seek the factors that determine energy efficiency.

The aim of this thesis is to conduct a home energy assessment of a public building at the National Centre for Scientific Research “DEMOKRITOS”, namely the Physics and Chemistry Building. Our goal is to define the building’s energy demands, to compare solutions for saving energy and suggest the best ways to cut energy costs and minimize energy losses.

In this thesis, we will estimate the measures of the existing and under inspection building and perform the analysis based on the Regulation of Building’s Energy Efficiency (K.Ev.A.K). This tool will indicate the demands on the energy classification of the building, the study of energy efficiency, the thermal characteristics of structure elements of the building and features of electromechanical installations. Finally, we present two energy assessment certificates, one for the existing building and a second after the completion of the audit, according to which the energy status of the building, from inefficient, is deemed sustainable.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1. Ενεργειακή Επιθεώρηση.....	8
1.1 Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου.....	8
1.2 Ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίου.....	8
1.2.1 Ενεργειακή ταυτότητα κτιρίου.....	9
1.3 Νομικό πλαίσιο ενεργειακής απόδοσης κτιρίων στην Ελλάδα.....	9
1.4 Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ).....	10
1.5 Λογισμικό ΤΕΕ – ΚΕΝΑΚ.....	11
2. Τεχνική έκθεση κτιρίου και οικοπέδου.....	12
2.1 Γενικά στοιχεία.....	12
2.2 Τοπογραφία οικοπέδου.....	12
2.3 Κλιματική ζώνη.....	14
2.4 Χρήση κτιρίου.....	15
2.5 Χωροθέτηση κτιρίου.....	15
2.6 Χωροθέτηση λειτουργιών.....	18
2.7 Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων.....	18
2.8 Φυσικός φωτισμός.....	18
2.9 Διαχωρισμός θερμικών ζωνών.....	18
2.10 Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας.....	20
3. Γεωμετρικά στοιχεία κτιρίου.....	21
3.1 Γενικά στοιχεία κτιριακού κελύφους.....	21
3.2 Περιγραφή γεωμετρίας κτιρίου.....	22
3.3 Στοιχεία θερμικής ζώνης.....	22
3.4 Γεωμετρικά δεδομένα δομικών στοιχείων κελύφους.....	25
4. Κέλυφος κτιρίου.....	26
4.1 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας.....	26
4.2 Αδιαφανή δομικά στοιχεία.....	26
4.2.1 Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων.....	26
4.2.2 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος.....	31
4.2.3 Αδιαφανή δομικά στοιχεία πάνω από μη θερμαινόμενους χώρους.....	32
4.2.4 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους.....	32
4.2.5 Αδιαφανή στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.....	32
4.3 Διαφανή δομικά στοιχεία.....	33
4.3.1 Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων.....	33
4.3.2 Συντελεστής ηλιακού κέρδους διαφανών δομικών στοιχείων.....	35
4.3.3 Διαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.....	36
4.4 Δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων.....	36
4.4.1 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.....	37
4.4.2 Διαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.....	37

4.5	Συντελεστές σκίασης κτιρίου ανά όροφο.....	37
4.5.1	Σκιάσεις αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων.....	47
4.6	Αερισμός κουφωμάτων (πόρτες, παράθυρα).....	48
4.6.1	Διείσδυση αέρα θερμαινόμενου χώρου.....	49
4.6.2	Διείσδυση αέρα μη θερμαινόμενων χώρων.....	49
4.7	Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου.....	49
4.7.1	Σύστημα θέρμανσης.....	49
4.7.2	Σύστημα ψύξης.....	53
4.7.3	Σύστημα φωτισμού.....	55
4.7.4	Σύστημα μηχανικού αερισμού.....	58
5.	Ενεργειακή κατάταξη υφιστάμενου κτιρίου.....	59
6.	Ενεργειακές παρεμβάσεις στο υφιστάμενο κτίριο.....	62
6.1	Σενάριο 1 ^ο	62
6.1.1	Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων και οροφής.....	62
6.1.2	Αποτελέσματα παρέμβασης σεναρίου 1 ^ο	65
6.1.3	Κόστος επένδυσης και απόσβεση.....	65
6.2	Σενάριο 2 ^ο	66
6.2.1	Τοποθέτηση νέων κουφωμάτων εξοικονόμησης ενέργειας.....	66
6.2.2	Αποτελέσματα παρέμβασης σεναρίου 2 ^ο	67
6.2.3	Κόστος επένδυσης και απόσβεση.....	68
6.3	Σενάριο 3 ^ο	69
6.3.1	Αντικατάσταση φωτιστικών με LED πάνελς οροφής.....	69
6.3.2	Αποτελέσματα παρέμβασης σεναρίου 3 ^ο	70
6.3.3	Κόστος επένδυσης και απόσβεση.....	71
6.4	Αποτελέσματα σεναρίων.....	72
7.	Συμπεράσματα.....	75
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	76
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	77

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Ελληνικός ενεργειακός τομέας χαρακτηρίζεται από μία ολοένα και λιγότερο αποδοτική κατανάλωση, κυρίως στους τομείς των μεταφορών και του τριτογενούς-οικιακού τομέα και από μία ανεπάρκεια της εσωτερικής παραγωγής να ικανοποιήσει τις ενεργειακές ανάγκες και κατά συνέπεια από μία εξωτερική εξάρτηση αυξημένη και δαπανηρή για την οικονομία της χώρας.

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΚΑΠΕ ,τα Ελληνικά κτίρια καταναλώνουν το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας στην Ευρώπη. Με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας η Ευρωπαϊκή Επιτροπή το έτος 2006 θέσπισε το Σχέδιο Δράσης για την εξοικονόμηση Ενέργειας(2007-2012) με στόχο την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 20% μέχρι το έτος 2020. Με το πέρας της περιόδου αυτής θεσμοθετούνται υψηλότερα ευρωπαϊκά πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για τα νέα κτήρια ,τα οποία θα πρέπει να χαρακτηρίζονται ως Μηδενικής σχεδόν ενεργειακής κατανάλωσης.

Τα κτίρια αποτελούν ένα μεγάλο ενεργειακό καταναλωτή που, ταυτοχρόνως, διαθέτει υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών και οικονομικά αποτελεσματικών τεχνολογιών είναι δυνατή η επίτευξη σημαντικής βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων με αντίστοιχα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη. Αποτέλεσμα αυτού είναι η στροφή προς τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ένα κτίριο θεωρείται βιοκλιματικό όταν εκμεταλλεύεται το μικροκλίμα γύρω από αυτό και εξασφαλίζει επαρκή θερμική και οπτική άνεση στους χρήστες του. Ως μικρόκλιμα μπορεί να θεωρηθούν πηγές όπως ο ήλιος, ο αέρας το νερό και το έδαφος. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός μειώνει τις ανάγκες για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό μέσα από διάφορες παθητικές τεχνικές. Μερικές τέτοιες τεχνικές είναι η προστασία του κελύφους, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, οι τεχνικές φυσικού δροσισμού και φωτισμού καθώς και οι θερμικές ζώνες και αποθήκευση θερμότητας στα δομικά στοιχεία του κτιρίου.

Εντός του πλαισίου αυτού κινήθηκε η παρούσα πτυχιακή εργασία με σκοπό την ενεργειακή μελέτη και ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενου κτιρίου του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ με βιοκλιματικά κριτήρια με βάση τον (Κ.Εν.Α.Κ).

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) αποτελεί υποχρέωση της χώρας τόσο προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κοινωνική Οδηγία), αλλά περισσότερο προς τους πολίτες της. Ο κτιριακός πλούτος της χώρας πρέπει, σύμφωνα με τις σύγχρονες απαιτήσεις διαβίωσης, να αποκτήσει καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, εκτός από την ασφάλεια και την αισθητική που μέχρι σήμερα ήταν τα κυριότερα στοιχεία ενός κτιρίου, προστίθεται και η μέριμνα, έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας να είναι κατά το δυνατόν χαμηλότερη, με ταυτόχρονη εξασφάλιση άριστων συνθηκών για τους χρήστες.

Μέσω του ειδικού λογισμικού TEE-KENAK εισάγονται όλα τα συλλεχθέντα και υπολογισμένα μεγέθη και εκτιμάται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, φωτισμός, ζεστό νερό χρήσης) και συνολικά, ώστε να προκύψει η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου και να εκδοθεί το Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης.

Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας βελτιώνουν τις συνθήκες άνεσης του ελεγχόμενου κτιρίου και αποδίδουν οικονομικά οφέλη, οπότε μπορούμε να επιτύχουμε:

- 1.άμεσο οικονομικό όφελος με μειωμένους λογαριασμούς
- 2.κοινωνικό όφελος
- 3.άμεσο περιβαλλοντικό όφελος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 Ενεργειακή επιθεώρηση

Η ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων είναι μία τυποποιημένη διαδικασία που σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχει θεσμοθετηθεί στο πλαίσιο της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης και εντάσσεται σε δέσμη μέτρων που στοχεύουν στον περιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης στον τομέα των κτιρίων. Στοχεύει στην απόκτηση επαρκούς γνώσης γύρω από το προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ή μιας βιομηχανικής μονάδας. Αυτή έχει, επίσης, στόχο τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των οικονομικά αποδοτικών δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας και την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές και τις τοπικές συνθήκες, καθώς και τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων και τη σχέση κόστους / οφέλους.

Σε μια ενεργειακή επιθεώρηση κύριος στόχος είναι η εξοικονόμηση ενέργειας. Το σημείο ενδιαφέροντος είναι η κατανάλωση της ενέργειας και οι αντίστοιχες δυνατότητες εξοικονόμησης. Μπορεί να υπάρχουν και άλλες πτυχές προς θεώρηση (κατάσταση εξοπλισμού, περιβάλλον) αλλά το ενδιαφέρον εστιάζεται κυρίως στα ενεργειακά κέρδη, παράγονται αναφορές σχετικά με τα δυνατά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, το έργο που εκτελείται μπορεί να καλύψει όλες τις ενεργειακές χρήσεις μιας εγκατάστασης ή συγκεκριμένα περιορισμένα τμήματα (συστήματα, εξοπλισμός) πολλών εγκαταστάσεων (οριζόντια επιθεώρηση).

Η ενεργειακή κατανάλωση που υπολογίζεται ή εκτιμάται αναφέρεται στην ικανοποίηση των αναγκών του κτιρίου για θέρμανση, ψύξη, αερισμό, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX) και φωτισμό.

Η ενεργειακή επιθεώρηση αποσκοπεί:

- στην εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, ZNX) και συνολικά,
- στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου,
- στην έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ), το οποίο αποτυπώνει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου,
- στη σύνταξη συστάσεων προς τον ιδιοκτήτη / χρήστη για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου του.

1.2 Ενεργειακή Αναβάθμιση κτιρίου

Το σύνολο των επεμβάσεων που γίνονται με σκοπό την μείωση των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου για θέρμανση και ψύξη αποτελούν την ενεργειακή αναβάθμιση του.

1.2.1 Ενεργειακή ταυτότητα

Η θερμομόνωση των κτιρίων αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση βάσει της οδηγίας 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Βάσει νομοθεσίας, η ενεργειακή ταυτότητα που θα αποκτήσει κάθε κτίριο, καθορίζει την αντικειμενική του αξία. Η οδηγία αυτή επιβάλλει την έκδοση ενεργειακού πιστοποιητικού για όλα τα κτίρια. Η χρήση του πιστοποιητικού θα είναι απαραίτητη σε κάθε περίπτωση σύναψης συμβολαίων αγοραπωλησίας ή ενοικίασης ή παραχώρησης χρήσεως

1.3 Νομικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων στην Ελλάδα

Οι σημαντικότερες διατάξεις σε ισχύ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων είναι οι κάτωθι:

1. Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) που εγκρίθηκε με την Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 Κοινή Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και ΠΕΚΑ(φεκ β 407)
2. Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ που εγκρίθηκαν για την υποστήριξη της εφαρμογής ΚΕΝΑΚ με την οικ.2618/23.10.2014 Απόφαση Αναπληρωτή Υπουργού ΠΕΚΑ(ΦΕΚ Β 2945)
 - α) ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010*Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης*
 - β) ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010*Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων*.
 - γ) ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010*Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών*
 - δ) ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010*Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού*
 - ε) ΤΟΤΕΕ 20701-5/2012*Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης Εγκαταστάσεις σε Κτίρια.
3. Ο Νόμος 4122/2013(ΦΕΚ 42)*Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων-Εναρμόνιση με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις, στον οποίο προβλέπονται :
 - α. Οι απαιτήσεις της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στη χώρα μας.
 - β. Η έκδοση των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης, των Εκθέσεων Συστημάτων Θέρμανσης και Κλιματισμού.
 - γ. Η κατάρτιση του Μητρώου Ενεργειακών Επιθεωρητών και η διαδικασία επιβολής κυρώσεων στις περιπτώσεις παραβίασης σχετικών διατάξεων.
4. Το άρθρο 58 του Νόμου 4342/09.11.2015(ΦΕΚ 143 Α)*Συνταξιοδοτικές ρυθμίσεις, ενσωμάτωση στο Ελληνικό Δίκαιο της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ...και άλλες διατάξεις*

1.4 Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ)

Με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) που εγκρίθηκε με την Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010 Κοινή Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΦΕΚ ΒΙ 407) δημιουργείται το πλαίσιο των αναγκαίων κανονιστικών ρυθμίσεων για την πλήρη εφαρμογή του Ν. 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89) , όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 10 του Ν. 3851/2010 (ΦΕΚ Α' 85) ,για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Η απόφαση αυτή διαμορφώνει το πλαίσιο αρχών και καθορίζει τους όρους και τις προϋποθέσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Ειδικότερα, σκοπό της παρούσας αποτελεί η μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό (ΘΨΚ), φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται μέσω του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού του κελύφους, της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) εγκαταστάσεων, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).

Για τον Κ.Εν.Α.Κ :

- Ορίζεται η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων για την εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων των κτιρίων για ΘΨΚ ,φωτισμό και ΖΝΧ
- Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.
- Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτιρίων , τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων, των υπό μελέτη νέων κτιρίων καθώς και των ριζικά ανακαινιζόμενων.
- Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου.
- Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων , καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων προσδιορίζεται με βάση την συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Η μεθοδολογία υπολογισμού πρέπει να περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον :

- τη χρήση του κτιρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία και σχετική υγρασία αέρα, αερισμό), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).

- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη διαφανείς επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.) σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων(χωρίσματα κ.ά.). Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων και υλικών του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας κ.ά.)
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπο συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.ά.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενούς τομέα.

Επίσης στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται κατά περίπτωση η θετική επίδραση της αξιοποίησης φυσικού φωτισμού.

1.5 Λογισμικό TEE-K.Εν.Α.Κ

Για τους υπολογισμούς θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό TEE-K.Εν.Α.Κ., το οποίο ενσωματώνει τη μεθοδολογία που αναπτύσσεται στον Κ.Εν.Α.Κ. και διατίθεται από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (ΤΕΕ). Οι παράμετροι υπολογισμού καθορίζονται από τα στοιχεία της αρχιτεκτονικής και ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης του κτιρίου και σύμφωνα με τις Τεχνικές οδηγίες τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε).

Το τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας (Τ.Ε.Ε) ανέπτυξε ένα ειδικό λογισμικό για την καταχώρηση των απαραίτητων στοιχείων για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις και τον αντίστοιχο υπολογισμό για την ενεργειακή κατάταξη των κτηρίων.

Συγκεκριμένα το ειδικό λογισμικό TEE-K.Εν.Α.Κ. χρησιμοποιείται:

- Στην εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης για τον υπολογισμό της ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου.
- Στην Ενεργειακή Επιθεώρηση για την καταχώρηση των απαραίτητων στοιχείων και τον αντίστοιχο υπολογισμό για την ενεργειακή κατάταξη.

Το συγκεκριμένο λογισμικό αναπτύχθηκε με σκοπό να διαμορφωθεί μία κοινή μεθοδολογία και η μέγιστη αντικειμενικότητα, σε ότι αφορά τον υπολογισμό για την ενεργειακή κατάταξη των κτηρίων στις επιθεωρήσεις και στην έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίου (Π.Ε.Α). Το ειδικό λογισμικό δέχεται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κελύφους του κτιρίου, την χωροθέτηση του στο περιβάλλον και τα στοιχεία των απαραίτητων Η/Μ για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και της κατάταξης του κτιρίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μία αναλυτική περιγραφή του εξεταζόμενου κτιρίου ως προς την θέση του και τον περιβάλλοντα χώρο, την χρήση και το προφίλ λειτουργίας των επιμέρους τμημάτων του.

2.1 Γενικά στοιχεία κτιρίου

Το εξεταζόμενο κτίριο βρίσκεται στο συγκρότημα κτιρίων του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ, στην περιοχή της Αγίας Παρασκευής Αττικής . Πρόκειται για ένα κτίριο 6600 τ.μ , διώροφο με έναν ισόγειο όροφο. Οι δύο όροφοι και το ισόγειο είναι χώροι γραφείων και εργαστηρίων και στο ισόγειο βρίσκεται το λεβητοστάσιο και το μηχανοστάσιο κτιρίου. Οι χώροι με χρήση γραφείων, εργαστηρίων και τουαλέτες θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι ενώ στο ισόγειο οι χώροι κίνησης , του λεβητοστασίου και μηχανοστασίου θεωρούνται μη θερμαινόμενοι χώροι. Το ωράριο λειτουργίας και χρήσης του κτιρίου ορίζεται ως γραφεία και λαμβάνεται με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Στον παρακάτω πίνακα δίνεται αναλυτικά η χρήση των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων του προς μελέτη κτιρίου.

Πίνακας 1:

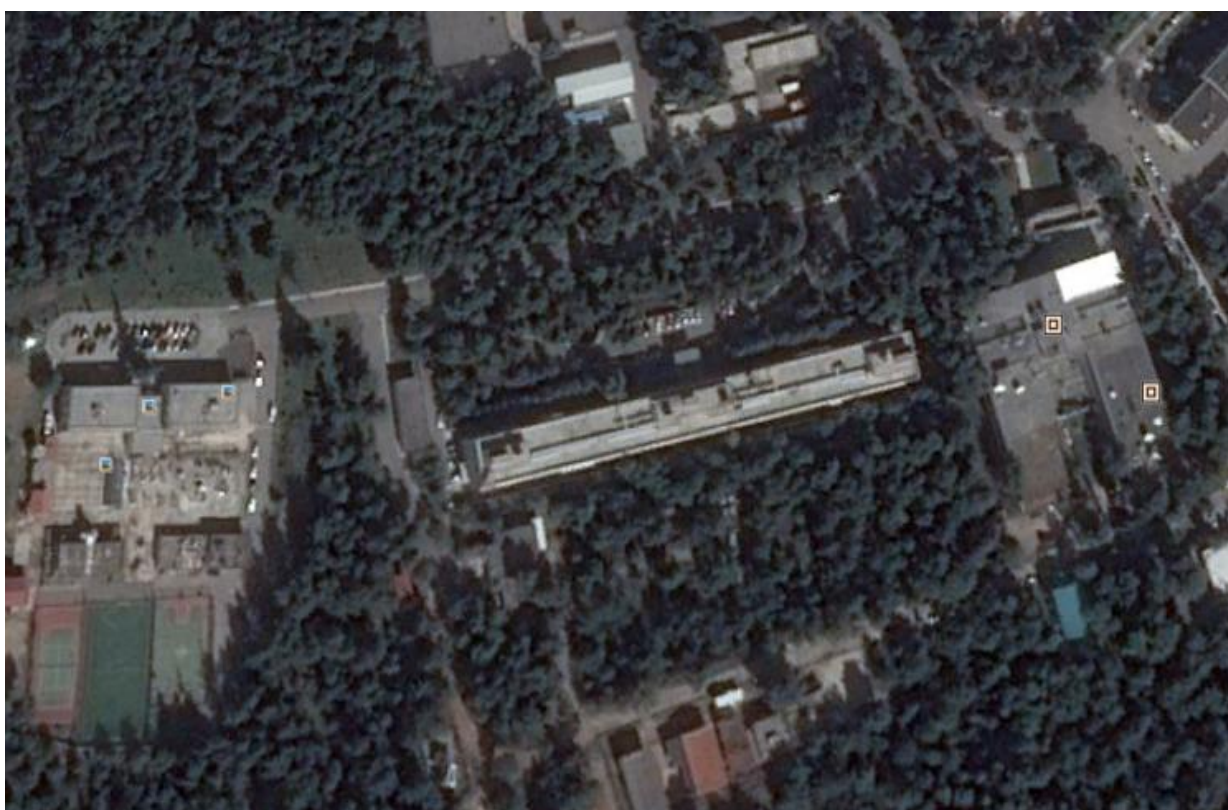
Επιφάνεια χώρων κτιρίου m²		
	Θερμαινόμενοι χώροι	Μη θερμαινόμενοι χώροι
Ισόγειο	1377	823
1ος Όροφος	1998	212
2ος Όροφος	1992,5	207,5

2.2 Τοπογραφία οικοπέδου κτιρίου

Το εξεταζόμενο κτίριο έχει ορθογώνιο σχήμα και το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται έχει απόκλιση 0^ο από τον άξονα Ανατολής-Δύσης. Στον χώρο του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ έχει κεντρική θέση μέσω της δορυφορικής λήψης και στο χώρο υπάρχει πυκνή βλάστηση από δέντρα.

Αναλυτικότερα:

- Η βόρεια πλευρά του οικοπέδου βλέπει τον κεντρικό δρόμο και στο χώρο στάθμευσης, και τους χωρίζει μία τάφος πλάτους 2,5 m και ένας τοίχος ύψους 3,9m.
- Η νότια πλευρά του οικοπέδου συνορεύει με τοίχο σε απόσταση 8,5m και ύψους 4,5m.
- Η ανατολική πλευρά του οικοπέδου συνορεύει με οικόπεδο γειτονικού κτιρίου σε απόσταση 20m και ύψος κτιρίου 12,5m.
- Η δυτική πλευρά του οικοπέδου δεν συνορεύει με κανένα κτίριο ή τοίχο.



Εικόνα 1: Δορυφορική λήψη του κτιρίου και των γειτονικών του.

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. το κτίριο πρέπει να σχεδιαστεί λαμβάνοντας υπόψη του :

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

(5)

Το κτίριο είναι παλιάς κατασκευής και για αυτό το λόγο δεν υπάρχει δυνατότητα να τεκμηριωθούν τα παραπάνω, επομένως θα γίνει μια πλήρης περιγραφή των ήδη υπαρχόντων συστημάτων.

2.3 Κλιματική ζώνη

Ο ΚΕΝΑΚ χωρίζει την ελληνική επικράτεια σε τέσσερις κλιματικές ζώνες ανάλογα με τις βαθμομέρες θέρμανσης. Επιπλέον σε κάθε νομό οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη.

Στον επόμενο πίνακα ,φαίνεται η ταξινόμηση των νομών σε κλιματικές ζώνες. Το κτίριο του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ κατατάσσεται στην <> κλιματική ζώνη.

Πίνακας 2:

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, Αρτας
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

2.4 Χρήση κτιρίου

Πρόκειται για ένα διώροφο κτίριο το οποίο έχει την χρήση <<γραφείων>> και το ωράριο λειτουργίας ως προς την χρήση του ορίζεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Πίνακας 3:

Βασικές κατηγορίες κτιρίων	Χρήσεις κτιρίων που περιλαμβάνονται στις βασικές κατηγορίες κτιρίων
Κατοικία	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτίρια περισσότερων του ενός διαμερισμάτων)
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, Ξενώνες, Οικοτροφεία και Κοιτώνες
Συνάθροισης κοινού	Χώροι συνεδρίων, Χώροι εκθέσεων, Μουσεία, Χώροι συναυλιών, Θέατρα, Κινηματογράφοι, Αίθουσες δικαστηρίων, Κλειστό γυμναστήριο, Κλειστό κολυμβητήριο, Εσπατόρια, Ζαχαροπλαστεία, Καφενεία, Τράπεζες, Αίθουσες πολλαπλών χρήσεων
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγεία, Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, Τριτοβάθμια εκπαίδευση, Αίθουσες διδασκαλίας, Φροντιστήρια
Υγείας και Κοινωνικής Πρόνοιας	Νοσοκομεία, Κλινικές, Αγροτικά ιατρεία, Υγειονομικοί σταθμοί, Κέντρα υγείας, Ιατρεία, Ψυχιατρεία, Ιδρύματα ατόμων με ειδικές ανάγκες, Ιδρύματα χρονίως πασχόντων, Οίκοι ευγηρίας, Βρεφοκομεία, Βρεφικοί σταθμοί, Παιδικοί σταθμοί
Σωφρονισμού	Κρατητήρια, Αναμορφωτήρια, Φυλακές
Εμπορίου	Καταστήματα, Εμπορικά κέντρα, Αγορές και υπεραγορές, Φαρμακεία, Κουρεία και κομμωτήρια, Ινστιτούτα γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφεία, Βιβλιοθήκες

2.5 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο

Το κτίριο είναι τοποθετημένο με τέτοιο προσανατολισμό όπου, μόνο στην ανατολική του πλευρά σκιάζεται από γειτονικό κτίριο ενώ στις υπόλοιπες πλευρές του σκιάζεται μόνο από τα δέντρα. Με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ., τα δέντρα δεν αποτελούν μέτρο σκίασης γιατί αποτελούν κινούμενη εσωτερική σκίαση και οι χώροι του ισογείου στην βόρεια και την νότια, όπως αναφέρθηκε αρχικά σκιάζονται από τοίχους ύψους 3,9m και 4,5m αντιστοίχως. Στις παρακάτω εικόνες ,φαίνονται αναλυτικότερα και πιο κατανοητά όλες οι όψεις του κτιρίου, η θέση όλων των ανοιγμάτων, της εισόδου άλλα και των προβόλων σκίασης και στους δύο ορόφους, όπου υπάρχουν ανοίγματα.



Εικόνα 2. Ανατολική όψη κτιρίου



Εικόνα 3. Δυτική όψη κτιρίου



Εικόνα 4. Βόρεια όψη κτιρίου



Εικόνα 5. Βόρεια όψη κτιρίου (συνορεύων τοίχος ύψους 3,9m)



Εικόνα 6. Βόρεια όψη κτιρίου (Ανοίγματα και πρόβολοι σκίασης)



Εικόνα 7. Νότια όψη κτιρίου (Ανοίγματα και πρόβολοι σκίασης)



Εικόνα 8.
Νότια όψη κτιρίου
(συνορεύων τοίχος ύψους 4,5m)

2.6 Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτίριο

Ο εσωτερικός σχεδιασμός και οι διαμόρφωση των χώρων στο κτίριο έγιναν με γνώμονα την μέγιστη εκμετάλλευση ή αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι χώροι των γραφείων και των εργαστηρίων τοποθετήθηκαν στο βόρειο και νότιο προσανατολισμό γιατί εκεί βρίσκονται τα μεγάλα ανοίγματα όπου επωφελούνται από τον φυσικό φωτισμό. Οι τουαλέτες όπου υπάρχει λιγότερη χρήση, χωροθετούνται σε ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό. Όλοι οι υπόλοιποι χώροι ισογείου του μηχανοστασίου και λεβητοστασίου χωροθετούνται στο βόρειο προσανατολισμό, έτσι που να λειτουργούν ως ζώνη θερμικής ανάσχεσης ανάμεσα στους θερμαινόμενους χώρους και το εξωτερικό περιβάλλον, όπου δεν υπάρχουν πολλά ανοίγματα ή μέχρι ελάχιστα.

2.7 Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων του κτιρίου είναι η βασικότερη τεχνική για τη μείωση των θερμικών φορτίων ενός κτιρίου τη θερινή περίοδο, καθώς η ηλιακή ακτινοβολία η οποία εισέρχεται μέσα από τα ανοίγματα αποτελεί τη μεγαλύτερη πηγή θερμότητας. Στο προς μελέτη κτίριο ως μέσο για την ηλιοπροστασία επιλέχθηκαν οι οριζόντιοι και πλευρικοί πρόβολοι στην περιοχή των ανοιγμάτων με βόρειο και νότιο προσανατολισμό που κυρίως προστατεύουν τους χώρους τις μεσημβρινές ώρες του καλοκαιριού, ενώ στο ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό δεν υπάρχουν πρόβολοι διότι δεν χρειάζεται η σκίαση των χώρων υγιεινής και των χώρων κίνησης (κατακόρυφων και οριζόντιων διαδρόμων).

2.8 Φυσικός φωτισμός κτιρίου

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια αλλά και γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Στο προς μελέτη κτίριο υπάρχουν πολλά ανοίγματα σε βόρειο και νότιο προσανατολισμό, αλλά άπλετο φυσικό φωτισμό θα παρέχει στον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό διότι δεν υπάρχουν πρόβολοι σκίασης. Ο φυσικός φωτισμός θα αναλυθεί στην ενότητα 4.5.3 με την εγκατάσταση φωτισμού.

2.9 Διαχωρισμός θερμικών ζωνών

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, αυτό χωρίζεται σε <<θερμικές ζώνες>>, σε χώρους με παρόμοια χρήση, ίδιες λειτουργίες και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Με βάση τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ), στο άρθρο 3 καθορίζονται οι θερμικές ζώνες ενός κτιρίου με τα παρακάτω κριτήρια:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 K για τη χειμερινή ή/και την θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση /λειτουργία
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών.

- Υπάρχουν χώροι όπου το σύστημα του μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου

Ακόμη βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για τον 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 την 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 τα 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 θεώρηση τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

Αναλύοντας τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου με βάση το προφίλ του, την λειτουργία και τα κοινά συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού των χώρων μας επέτρεψε με πιο σαφή τρόπο να προσδιοριστεί ο αριθμός των θερμικών ζωνών του κτιρίου. Το προς μελέτη κτίριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των τμημάτων του, διότι το μεγαλύτερο μέρος του κτιρίου αποτελείται από γραφεία ενώ οι υπόλοιποι μη θερμαινόμενοι χώροι αντιστοιχούν σε μικρότερο ποσοστό από το 10% της συνολικής κάτοψης του κτιρίου. Έτσι η βέλτιστη προσέγγιση είναι να δηλωθεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη.

Πίνακας 4: Θερμική ζώνη κτιρίου

Δεδομένα ενιαίας θερμικής ζώνης προς μελέτη κτιρίου		
Χρήση θερμικής ζώνης	Γραφεία	
Συνολική επιφάνεια ζώνης (m ²)	5357,5	
Ανοιγόμενη ειδική θερμοχωρητικότητα (kJ/(m ² *K))	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Τύπος Δ	Από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 Πίνακας 5.5
Αερισμός		
Διείσδυση αέρα(m ³ /h)	11622	(ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α)
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο	-	
Αριθμός καμινάδων	-	
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	-	
Χώροι κάλυψης ανεμιστήρων οροφής	-	

2.10 Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα δεδομένα για τις επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας όπως οι εσωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές. Τα δεδομένα για τις συνθήκες λειτουργίας της θερμικής ζώνης, είναι σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 όσο αναφορά την Β' κλιματική ζώνη που βρίσκεται το προς μελέτη κτίριο.

Πίνακας 5: Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης	
Ωράριο λειτουργίας	10
Ημέρες λειτουργίας	5
Μήνες λειτουργίας	12
Περίοδος θέρμανσης	1/11 έως 15/4
Περίοδος Ψύξης	15/5 έως 15/9
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20
Μέση εσωτερική θερμοκρασία Ψύξης (°C)	26
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	35
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους(%)	45
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m ³ /h/m ²)	3,00
Στάθμη γενικού φωτισμού (lux)	500
Ισχύς φωτισμού ανα μονάδα επιφάνεια κτιρίου αναφοράς (W/m ²)	9,1
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m ³ /(m ² /ετος)	0,13
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	50
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	18,1
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανα μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	8
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	30
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανα μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m ²)	4,5
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,3

Προκαθορισμένη
παράμετρος από
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.
20701-1/2010
και
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε
20701-3/2010

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.Γεωμετρικά στοιχεία κτιρίου

3.1 Γενικά στοιχεία κτιριακού κελύφους

Η τοποθεσία του κτιρίου που μελετάται βρίσκεται στην Αγία Παρασκευή στην Αθήνα όπου με βάση τον Κ.Εν.Α.Κ. ανήκει στην Β' κλιματική ζώνη. Το κάθε δομικό στοιχείο του κτιρίου μετά την ανακαίνιση του πρέπει να έχει συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από τις επιτρεπτές τιμές του παρακάτω πίνακα για την κλιματική ζώνη που ανήκει βάση την Τ.Ο.Τ.Τ.Ε. 20701-1/2010. Στο κτίριο όπως αναφέρθηκε αρχικά οι χώροι των γραφείων, εργαστηρίων και των τουαλετών είναι θερμαινόμενοι χώροι, ενώ οι χώροι κίνησης, το λεβητοστάσιο και μηχανοστάσιο και η οροφή είναι μη θερμαινόμενοι χώροι.

Πίνακας 6: Επιτρεπόμενες τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας για κάθε κλιματική ζώνη

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U _R	0.50	0.45	0.40	0.35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U _T	0.60	0.50	0.45	0.40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πλοτές)	U _{FA}	0.50	0.45	0.40	0.35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U _{TU}	1.50	1.00	0.80	0.70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U _{TB}	1.50	1.00	0.80	0.70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U _{FU}	1.20	0.90	0.75	0.70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U _{FB}	1.20	0.90	0.75	0.70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U _W	3.20	3.00	2.80	2.60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U _{GF}	2.20	2.00	1.80	1.80

3.2 Περιγραφή γεωμετρίας κτιρίου

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου είναι απαραίτητα τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου, καθώς επάνω σε αυτά απεικονίζονται οι θερμικές ζώνες του κτιρίου, τις οποίες ορίσαμε στην ενότητα 2.1 παραπάνω και κατόπιν θα εκτιμηθούν τα γεωμετρικά δεδομένα των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων, που ορίζουν τις επιφάνειες κάθε θερμικής ζώνης. Τα γεωμετρικά στοιχεία που είναι απαραίτητα για τους υπολογισμούς τόσο της ενεργειακής μελέτης, όσο και της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου είναι οι επιφάνειες όλων των αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων ανά θερμική ζώνη και προσανατολισμό καθώς και τον όγκο του κτιρίου. Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζονται τα στοιχεία της φόρμας εισαγωγής του λογισμικού ως προς τις επιφάνειες του κτιρίου.

Εικόνα 9: Φόρμα καταχώρησης επιφανειών του υπάρχοντος κτιρίου

Γενικά	*Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση	Ανεγκυκλιότητες			
Περιγραφή:	Υπάρχον κτίριο				
Χρήση κτιρίου:	Γραφεία				
Συνολική επιφάνεια (m ²):	6602	Συνολικός όγκος (m ³):	25412		
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m ²):	5357.5	Θερμαινόμενος όγκος (m ³):	20578.6		
Ψυχόμενη επιφάνεια (m ²):	1244.8	Ψυχόμενος όγκος (m ³):	4833.8		
Αριθμός οράφων:	3	Ύψος τυπικού οράφου (m):	4	Ύψος ισογείου (m):	4
Έκθεση κτιρίου:	Εκτεθειμένο				
Αριθμός θερμικών ζωνών:	1	Αριθμός ηλιακών χώρων:	0		
Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων:	2				

3.3 Στοιχεία θερμοκλής ζώνης

Στην παρακάτω εικόνα εισάγουμε τα στοιχεία της θερμοκλής ζώνης του υπάρχοντος κτιρίου

Εικόνα 10: Φόρμα θερμοκλής ζώνης λογισμικού

Συνολική επιφάνεια (m²)

Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου της θερμοκλής ζώνης (δηλαδή η συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια της συγκεκριμένης ζώνης), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής

Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m² K)

Εισάγεται η μέση ειδική θερμοχωρητικότητα της κατασκευής. Η ανηγμένη θερμοχωρητικότητα ισούται με το λόγο της εσωτερικής θερμοχωρητικότητας της ζώνης προς τη μεικτή επιφάνεια της ζώνης. Πρέπει να επιλέξουμε ανάλογα με την κατηγορία 1-5, σύμφωνα με την λεπτομερή περιγραφή και τις τυπικές τιμές που περιλαμβάνονται στον πίνακα που ακολουθεί βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Πίνακας 11: Κατηγορία κτιρίου

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανηγγεμένη θερμοχωρητικότητα [kJ/(m ² ·K)]
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	260
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από βαριά υλικά, όπως πέτρα, συμπαγείς οπτόπλινθους, ωμόπλινθους ή σκυρόδεμα.	370

Με βάση τον παραπάνω πίνακα και τον τύπο κατασκευής του κτιρίου του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε 'ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ' η τιμή της ανηγμένης θερμοχωρητικότητας είναι 260 (kJ/m² K).

Μέση κατανάλωση ZNX (m³/έτος)

Η χρήση του κτιρίου ως <<γραφεία>> δεν απαιτεί την ύπαρξη κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης. Γι' αυτό το λόγο το κελί παραμένει ίσο με μηδέν (0).

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών

Η κατηγορία διατάξεων αυτόματου ελέγχου αφορά στις μονάδες παραγωγής θέρμανσης και ψύξης ,στις μονάδες αερισμού, στο δίκτυο διανομής και τερματικών μονάδων της συγκεκριμένης ζώνης. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν τέτοιες διατάξεις η κατηγορία είναι <<Δ>>. Για το κτίριο του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ ,η κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμού με βάση τον πίνακα που ακολουθεί εντάσσεται στην κατηγορία <<Δ>>.

Πίνακας 12: Διατάξεις ελέγχου και αυτοματισμού ανά κατηγορία

Περιγραφή διατάξεων ελέγχου ανά κατηγορία	Κατηγορία
<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none">Ολοκληρωμένος διάταξη ελέγχου (με έλεγχο παρουσίας και ποιότητα ελέγχου) της λειτουργίας των τερματικών μονάδων.Ρύθμιση λειτουργίας δικτύου διανομής ανάλογα με τη θερμοκρασία εσωτερικού χώρου. Έλεγχος διακοπόμενης λειτουργίας των τερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής με βέλτιστη εκκίνηση / παύση, π.χ. έξυπνοι ελεγκτές, που προσαρμόζονται στην λειτουργία της εγκατάστασης.Αντλίες διανομής με μεταβλητή ταχύτητα, με σταθερό ΔΡ (υδραυλική ισορροπία δικτύου π.χ. ρυθμιστές στροφών -inverters) ή αναλογικό ΔΡ (υδραυλική ισορροπία, π.χ. με στραγγαλιστικές διατάξεις).Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με αυτόματο έλεγχο, με βέλτιστη εκκίνηση / παύση, π.χ. έξυπνοι ελεγκτές, που προσαρμόζονται ανάλογα στη λειτουργία της εγκατάστασης και στις απαιτήσεις των φορτίων.Σε περίπτωση αλληλολογίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό φορτίο).Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας υπάρχει σύστημα απόψυξης. <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none">Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και ύπαρξης κεντρικής κλιματιστικής μονάδας υπάρχει αυτόματος έλεγχος της ροής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της ζήτησης φορτίου (έλεγχος εσωτερικής θερμοκρασίας και παρουσία χρηστών).Αυτόματος έλεγχος ροής αέρα ή πίεσης σε επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας (με ή χωρίς επαναφορά πίεσης). Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) και νυκτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με τη μεταβολή του απαιτούμενου φορτίου).Εφορμίζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή απόψυξης.	A
<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none">Μεμονωμένος αυτόματος έλεγχος (σε επίπεδο θερμικής ζώνης) της λειτουργίας των τερματικών μονάδων με θερμοστατικές βαλβίδες ή ηλεκτρονικό ελεγκτή.Κεντρικός έλεγχος δικτύου διανομής π.χ. αντιστάθμιση ή χρονοδιακόπτης σε σχέση με τη μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης.Έλεγχος αντλιών διανομής με αφή / σβέση.Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσω προς το δίκτυο και το χώρο.Σε περίπτωση αλληλολογίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στα φορτία και στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό φορτίο).Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας δεν υπάρχει σύστημα απόψυξης. <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none">Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφορμίζεται έλεγχος της ροής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της παρουσίας χρηστών.Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυκτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με την επιθυμητή και την εξωτερική θερμοκρασία).Δεν υπάρχει έλεγχος της υγρασίας του αέρα.	B
<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none">Κεντρικός αυτόματος έλεγχος (σε επίπεδο κτηρίου) της λειτουργίας των τερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής π.χ. αντιστάθμιση ή χρονοδιακόπτης σε σχέση με την μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης.Έλεγχος αντλιών διανομής με αφή / σβέση.Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσω προς το δίκτυο και το χώρο.Σε περίπτωση αλληλολογίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται μόνο στα φορτία.Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας δεν υπάρχει σύστημα απόψυξης. <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none">Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας υπάρχει έλεγχος της ροής αέρα μέσα στον χώρο με χρονοδιακόπτη ή χειροκίνητος έλεγχος της ροής αέρα στο επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας.Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυκτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα (σταθερή θερμοκρασία ίση με την επιθυμητή). Δεν υπάρχει έλεγχος της υγρασίας του αέρα.	Γ
<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none">Κανένας αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων, του δικτύου διανομής, των αντλιών διανομής.Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσω προς το δίκτυο και το χώρο.Σε περίπτωση αλληλολογίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα.Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας δεν υπάρχει σύστημα απόψυξης. <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none">Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας δεν υπάρχει κανένας έλεγχος ή είναι χειροκίνητος ο έλεγχος της ροής αέρα μέσα στον χώρο ή στο επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας.Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυκτερινού αερισμού (night ventilation - cooling).Κανένας θερμοστατικός έλεγχος του αέρα προσαγωγής και της υγρασίας του αέρα.	Δ

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m^3/h)

Εισάγεται η υπολογιζόμενη συνολική διείσδυση του εξωτερικού (νωπού) αέρα από τις χαραμάδες κουφωμάτων, σύμφωνα τον τύπο των κουφωμάτων και με τις τιμές που ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Επιπρόσθετα, πρέπει να ληφθεί υπόψη η διείσδυση αέρα μέσω των εξωτερικών θυρών.

Πίνακας 13: Διείσδυση αέρα από τα κουφώματα

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	Διείσδυση του αέρα	
	Πόρτα	Παράθυρο
	$[m^3/h/m^2]$	$[m^3/h/m^2]$
Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	11,8	15,1
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	9,8	12,5
Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	7,9	10,0
Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	7,4	8,7
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	5,3	6,8
Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	4,8	6,2
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.		

Η διείσδυση αέρα από τα κουφώματα και τις εξωτερικές θύρες μετρήθηκε $11622 m^3/h$ (Παράρτημα Α) με βάση τον παραπάνω πίνακα. Επίσης σημειώνεται ότι δεν υπάρχουν καμινάδες στο κτίριο και θυρίδες εξαερισμού και η τιμή τους θεωρείται μηδενική. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, συμπληρώνεται η φόρμα της θερμικής ζώνης.

Εικόνα 14:

Γενικά

Χρήση:

Συνολική επιφάνεια (m²): Μέση κατανάλωση ΖΝΧ (m³/έτος): Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖΝΧ

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/m³K):

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών:

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): Αριθμός καμινάδων: Αριθμός θυρίδων εξαερισμού:

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής:

3.4 Γεωμετρικά δεδομένα δομικών στοιχείων κελύφους

Στο λογισμικό TEE-KENAK πρέπει να υπολογιστούν ο προσανατολισμός, η κλίση και το εμβαδόν του κάθε δομικού στοιχείου που καταχωρείται σε αυτό και αφορά τις αδιαφανείς και διαφανείς επιφάνειες του κελύφους για κάθε θερμική ζώνη.

Εικόνα 15:

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)
►* 1					

Αναλυτικότερα,

Τύπος δομικού στοιχείου :

- Τοίχος
- Οροφή
- Πυλωτή
- Πόρτα
- Μεσοτοιχία

Προσανατολισμός γ (°):

Εισάγεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Σύμφωνα με την σύμβαση, για επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°.

Κλίση β (°):

Εισάγεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ) περιοχής. Ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση 90°, μια επίπεδη οροφή 0°, ενώ μια πυλωτή 180°.

Εμβαδόν (m²):

Για αδιαφανείς επιφάνειες :

Εισάγεται το συνολικό καθαρό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

Για διαφανείς επιφάνειες:

Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν της διαφανούς επιφάνειας συμπεριλαμβανομένου και του πλαισίου.

Επιπρόσθετα, θα αναλυθούν και θα υπολογιστούν οι παράμετροι ,συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχεία (U) και η σκίαση τους ξεχωριστά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

4.1 Κέλυφος τμήματος κτιρίου

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθούν όλα τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου που είναι σε επαφή με εξωτερικό αέρα, μη θερμαινόμενους χώρους, πάνω ή κάτω από μη θερμαινόμενο χώρο και όλα τα διαφανή δομικά στοιχεία που είναι σε επαφή αντίστοιχα με τον εξωτερικό αέρα.

4.2 Αδιαφανείς επιφάνειες

Για τις αδιαφανείς επιφάνειες αναλύουμε αρχικά τον τρόπο υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας που αφορά τις θερμοφυσικές ιδιότητες του κάθε στοιχείου.

4.2.1 Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών στοιχείων

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων για να υπολογιστεί έχει δύο δυνατότητες :

- Είτε να θεωρήσουμε τις τιμές των πινάκων της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010
- Είτε να υπολογίσουμε σύμφωνα με όσα προβλέπει ο Κ.Εν.Α.Κ για τον υπολογισμό της θερμομονωτικής επάρκειας κάθε δομικού στοιχείου και του συνόλου του κτιρίου, με την προϋπόθεση πάντα ότι έχουμε στη διάθεση μας όλα τα απαιτούμενα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών των δομικών στοιχείων (π.χ πάχος στρώσεων δομικού στοιχείου, ποιότητα υλικών κ.ά.) και εφόσον η ορθότητα τους είναι αναμφισβήτητη.

Υπολογίζεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας U κάθε δομικού στοιχείου και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα επιτρεπτά όρια των απαιτήσεων του πίνακα . Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του $U_{εξεταζ}$ να μην υπερβαίνει τον μέγιστο συντελεστή θερμοπερατότητας U_{max} που ορίζει ο κανονισμός ,ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων.

Πρέπει να ισχύει η σχέση: $U_{εξεταζ} \leq U_{max}$

- Υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου U_m και ελέγχεται η συμμόρφωση του στα όρια των απαιτήσεων του πίνακα 4.2. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου (U_m) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτίριο ($U_{m,max}$) αυτού εντασσόμενου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του Ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ($U_{m,max}$) υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου των

εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου (κατακόρυφων και οριζόντιων) προς τον όγκο του (A/V).

$$\text{Πρέπει να ισχύει η σχέση : } U_m \leq U_{m,\max} \quad (1.2)$$

Η ικανοποίηση αυτών των δύο ελέγχων αποτελεί προϋπόθεση για τα επόμενα βήματα της ενεργειακής μελέτης.

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας δομικού στοιχείου:

Ο βαθμός θερμομονωτικής προστασίας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου προσδιορίζεται από το συντελεστή θερμοπερατότητας (U), αυτού οριζόμενου από το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι διαδοχικές στρώσεις του δομικού στοιχείου στη θεωρούμενη κατά παραδοχή μονοδιάστατη και κάθετη στην επιφάνεια του ροή θερμότητας μέσω αυτού και των αντίστοιχων θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι εκατέρωθεν των όψεων του στρώσεις αέρα. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός αδιαφανούς δομικού στοιχείου ορίζεται από τον τύπο :

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Όπου: U [W/(m²*K)] ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,

n [-] το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,

d [m] το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,

λ [W/(m*K)] ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,

R_δ [m²*K/W] η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,

R_i [m²*K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,

R_a [m²*K/W] η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Αντίστοιχα

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

$$U \leq U_{\delta,\sigma,\max}$$

Όπου U ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου όπως θα υπολογιστεί με βάσει τις σχέσεις (1),(2),(3) και $U_{\delta,\sigma,\max}$ η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο του πίνακα 3.1 παραπάνω.

Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου:

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

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

- Όπου:
- A_j το εμβαδό δομικού στοιχείου j ,
 - U_j ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου j ,
 - Ψ_i ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας I ,
 - l_i το μήκος της θερμογέφυρας i ,
 - b μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m,\max}$$

Όπου $U_{m,\max}$ ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου και δίνεται στον πίνακα 3.2

Στην περίπτωση όπου το $U_m > U_{m,max}$ τότε ο μελετητής θα πρέπει να ακολουθήσει μια διαδικασία εκ των τριών επιλογών παρακάτω:

1. να βελτιώσει τη θερμική προστασία των αδιαφανών δομικών στοιχείων,
2. να βελτιώσει την θερμική προστασία των διαφανών δομικών στοιχείων,
3. να μειώσει την δημιουργία θερμογεφυρών στο κτιριακό κέλυφος, τροποποιώντας τον σχεδιασμό των δομικών στοιχείων στα οποία οφείλονται αυτές.

Με βάση τις παραπάνω δυνατότητες υπολογισμού, δεν είχαμε στην διάθεση μας στοιχεία οπότε θεωρήσαμε τιμές από τους πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Πίνακας 14: Τυπικές τιμές θερμοπερατότητας για κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν τον κανονισμό

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Στοιχείο φέροντος οργανισμού οπλισμένου σκυροδέματος (πάχους μικρότερου των 80 cm)						
Ανεπίχριστο από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,65	2,75	4,30	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο 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

Πίνακας 15: Τυπικές τιμές θερμοπερατότητας για κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν τον κανονισμό

Οπτοπλινθοδομή, φέρουσα ή πλήρωσης (με ή χωρίς κλειστό διάκενο αέρος)						
Μπαπική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	2,30	1,90	2,55	0,85	0,80	0,90
Επιχρισμένη 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						
Ανεπίχριστη από τη μία ή τις δύο όψεις.	3,25	2,50	3,75	0,95	0,90	1,00
Επιχρισμένη 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

Πίνακας 16: Τυπικές τιμές θερμοπερατότητας για κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν τον κανονισμό

Περιγραφή στοιχείου	Χωρίς θερμομονωτική προστασία			Με ανεπαρκή θερμομονωτική προστασία κατά Κ.Θ.Κ.		
	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαινόμεν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος	Σε επαφή με αέρα	Σε επαφή με μη θερμαιν. χώρο	Σε επαφή με έδαφος
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
Επιστεγάσεις (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	–	–
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	–

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε τοίχου υπολογίζεται ξεχωριστά γιατί αποτελείται από δύο μέρη :

- Οπλισμένου σκυροδέματος
- Οπτοπλινθοδομής

Επιπλέον πρέπει να γνωρίζουμε το πόσο ποσοστό καταλαμβάνει το κάθε μέρος του τοίχου. Σε περίπτωση που δεν δυνατό να υπολογίσουμε το ποσοστό αυτό του οπλισμένου σκυροδέματος ,με την βοήθεια του πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που ακολουθεί ,κάνουμε μια εκτίμηση ποσοστού εφόσον έχουμε υπόψη μας την χρόνο κατασκευής του κτιρίου,τον αριθμό ορόφων, το αν το κτίριο είναι γωνιακό ή όχι.

Πίνακας 17: Συμβατικός τρόπος υπολογισμού του εμβαδού που καταλαμβάνει ο φέρων οργανισμός του κτιρίου ως ποσοστό επί της επιφάνειας της όψης του σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αποτύπωση του φέροντος οργανισμού

Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας	Τύπος κτηρίου	Αριθμός ορόφων	
		έως 5	>5
Προ του 1981	Γωνιακό κτήριο	15%	22%
	Μη γωνιακό κτήριο	25%	30%
1981 έως 1999	Γωνιακό κτήριο	18%	25%
	Μη γωνιακό κτήριο	30%	35%

Το προς μελέτη κτίριο είναι διώροφο γωνιακό και το έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας του είναι προ του 1981. Με βάση τον οπλισμό του και την πρόσοψη του, η τιμή που παίρνουμε από τον πίνακα αντιστοιχεί σε 15%. Τα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία του προς μελέτη κτιρίου αποτελούνται από 15% οπλισμένο σκυρόδεμα και 85% οπτοπλινθοδομής.

Υπολογίζονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κατακόρυφων και οριζόντιων αδιαφανών δομικών στοιχείων ως εξής:

- Όλα τα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, για το οπλισμένο σκυρόδεμα παίρνουν την τιμή $3,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ και για την οπτοπλινθοδομή $2,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, ο υπολογισμός γίνεται ως εξής : $U = 0,15 \cdot 3,40 + 0,85 \cdot 2,20 = 2,38 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- Όλα τα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους, για το οπλισμένο σκυρόδεμα παίρνουν την τιμή $2,60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ και για την οπτοπλινθοδομή $1,85 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, ο υπολογισμός γίνεται ως εξής : $U = 0,15 \cdot 2,60 + 0,85 \cdot 1,85 = 1,96 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- Για όλα τα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου που είναι κάτω από μη θερμαινόμενη οροφή η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας από τον πίνακα είναι $2,90 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- Για όλα τα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου που είναι επάνω από μη θερμαινόμενη οροφή, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας από τον πίνακα είναι $2,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- Για όλα τα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου που είναι σε επαφή με το έδαφος, ο συντελεστής θερμοπερατότητας από τον πίνακα είναι $3,10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

4.2.2 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Το προς μελέτη κτίριο έχει διαστάσεις μήκους 151,2 m και πλάτος 14,55 m, η συνολική επιφάνεια της κάτοψης του είναι 2200 m^2 . Η επιφάνεια αυτή είναι σε επαφή με το έδαφος και η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του δαπέδου από τον πίνακα 16 παραπάνω είναι $3,10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Η περίμετρος του υπολογίστηκε σε 330m και το μέσο βάθος έδρασης του ισούται με το μηδέν.

Πίνακας 18: Δάπεδο ισογείου

Δομικό στοιχείο	U (W/m ² *K)	Εμβαδόν A (m ²)	Εκτεθειμένη περίμετρος Π (m)	B'=2A/Π (m)	Μέσο βάθος έδρασης ζ (m)
Δάπεδο ισογείου	3,10	2200	330	13,33	0

Στο κτίριο του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ η μόνη επιφάνεια που είναι σε επαφή με το έδαφος είναι το δάπεδο των 2200 τμ.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου που είναι σε επαφή με το έδαφος είναι ο ονομαστικός συντελεστής. Η ροή θερμότητας από ένα δομικό στοιχείο που έρχεται

σε επαφή με το έδαφος είναι ένα σύνθετο τρισδιάστατο φαινόμενο που εξαρτάται από πολλές παραμέτρους ,βασικότερες των οποίων είναι :

- η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους
- το πάχος του στρώματος εδάφους που το διαχωρίζει από τον εξωτερικό αέρα
- η γεωμετρία του κτιρίου
- η ίδια η θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου.

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται αυτόματα από το λογισμικό TEE-KENAK.

Σε επαφή με το έδαφος							
	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶* 1	▼						

- **Κ. Βάθος (m)**. Εισάγεται το βάθος έδρασης (απόλυτη τιμή) μέσα στο έδαφος του κάτω τμήματος του δομικού στοιχείου. Για δάπεδα σε επαφή με το έδαφος, το βάθος λαμβάνεται 0, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.
- **Α. Βάθος (m)**. Εισάγεται το βάθος έδρασης (απόλυτη τιμή) μέσα στο έδαφος από το οποίο ξεκινάει το κατακόρυφο δομικό στοιχείο (τοίχος), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1). Για δάπεδα το πεδίο είναι ανενεργό.
- **Περίμετρος (m)**. Εισάγεται η εκτεθειμένη περίμετρος του δαπέδου. Σε περίπτωση τοίχου το πεδίο είναι ανενεργό.

4.2.3 Αδιαφανή δομικά στοιχεία πάνω από μη θερμαινόμενους χώρους

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών οριζόντιων δομικών στοιχείων που είναι πάνω από μη θερμαινόμενους χώρους υπολογίστηκε με βάση τον παραπάνω πίνακα 16 και δηλώθηκε η τιμή 2,00(W/m²*K).

Αναλύσαμε τα εσωτερικά αδιαφανή οριζόντια δομικά στοιχεία τα οποία βρίσκονται πάνω από έναν μη θερμαινόμενο χώρο όπου δηλώνεται το εμβαδόν του κάθε οριζόντιου δομικού στοιχείου, ο συντελεστής θερμοπερατότητας, ο προσανατολισμός του και η κλίση του στον πίνακα υπολογισμών 1 (Παράρτημα Α)

4.2.4 Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών οριζόντιων δομικών στοιχείων που είναι πάνω από μη θερμαινόμενους χώρους υπολογίστηκε με βάση τους παραπάνω πίνακες 14 και 15 και δηλώθηκε η τιμή 1,96(W/m²*K).

Αναλύσαμε τα εσωτερικά αδιαφανή κατακόρυφα δομικά στοιχεία τα οποία βρίσκονται σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους όπου μετρήθηκε το εμβαδόν του κάθε κάθετου εσωτερικού τοίχου και εσωτερικής πόρτας των θερμαινόμενων χώρων και δηλώθηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας στον πίνακα υπολογισμών 2 και 3 (Παράρτημα Α)

4.2.5 Αδιαφανή κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών κατακόρυφων δομικών στοιχείων που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα υπολογίστηκε με βάση τον παραπάνω πίνακα 14 και 15 και δηλώθηκε η τιμή 2,38(W/m²*K).

Αναλύσαμε τα αδιαφανή κατακόρυφα δομικά στοιχεία τα οποία βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα όπου μετρήθηκε το εμβαδόν του κάθε κάθετου εξωτερικού τοίχου και εξωτερικής πόρτας και δηλώθηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας στον πίνακα υπολογισμών 4 (Παράρτημα Α)

4.3 Διαφανείς επιφάνειες

Περιλαμβάνονται τα διαφανή δομικά στοιχεία(ανοίγματα) του κτιρίου της θερμικής ζώνης που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Καθορίζεται ο τύπος του ανοίγματος ,ανάλογα με τον τύπο πλαισίου, το ποσοστό του πλαισίου του κουφώματος και το υλικό του υαλοπίνακα. Στο λογισμικό TEE-KENAK υπάρχει κατάλογος όπου επιλέγουμε ,τον τύπο του πλαισίου, το ποσοστό του πλαισίου και τον τύπο του υαλοπίνακα. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση διαπιστώσαμε ότι πρόκειται για μεταλλικά κουφώματα χωρίς θερμοδιακοπή με μονό υαλοπίνακα και το ποσοστό πλαισίου 20% υπολογίστηκε στον πίνακα υπολογισμών 5 στο (Παράρτημα Α).

4.3.1 Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών δομικών στοιχείων

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός κουφώματος εξαρτάται από το υλικό του πλαισίου, τον υαλοπίνακα, το ποσοστό του πλαισίου και το μήκος της θερμογέφυρας που σχηματίζεται στα σημεία ένωσης της υάλωσης με το πλαίσιο του κουφώματος.

Με βάση τον πίνακα 19 από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. που ακολουθεί ,υπάρχουν τυπικές τιμές ώστε να απλοποιηθεί η διαδικασία της επιθεώρησης.

Πίνακας 19: Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων U (W/m²*K)

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F _t [%]	Υαλοπίνακας μονός [W/(m ² .K)]	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm [W/(m ² .K)]	με διάκενο αέρα 12 mm [W/(m ² .K)]	με διάκενο αέρα 6 mm [W/(m ² .K)]	με διάκενο Αέρα12 mm [W/(m ² .K)]
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	–	–	–	–
Εξωτερικές Πόρτες						
Υλικό	Χωρίς υαλοπίνακες [W/(m².K)]					
Μέταλλο	6,0					
Συνθετικό	3,5					
Ξύλο	3,5					

* 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.

Όλες οι εξωτερικές πόρτες έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας 6,00 W/m²*K και οι εσωτερικές πόρτες είναι η μισή τιμή της εξωτερικής δηλαδή ίση με 3,00 W/m²*K βάση της TOTEE 20701-1/2010

Έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για κάθε κούφωμα ξεχωριστά τα οποία υπολογίστηκαν στον πίνακα υπολογισμών 5 (Παράρτημα Α) χρησιμοποιώντας τον τύπο της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. για διαφανή δομικά στοιχεία.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανούς δομικού στοιχείου υπολογίζεται από τον τύπο

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

Όπου : U_f [W/(m ² *K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
U_g [W/(m ² *K)]	ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
A_f (m ²)	το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
A_g (m ²)	το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
L_g (m)	το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
Ψ_g [W/(m*K)]	ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος.
A_w (m ²)	το εμβαδόν της επιφάνειας του κουφώματος

Επιπρόσθετα για τους υπολογισμούς μας χρησιμοποιήσαμε τους πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 που ακολουθούν ώστε να λάβουμε τυπικές τιμές ανάλογα με τον τύπο του πλαισίου, τον τύπο του υαλοπίνακα και τη γραμμική θερμοπερατότητα του υαλοπίνακα του κουφώματος.

Πίνακας 20:

Τύπος πλαισίου	U_f [W/(m ² .K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	7,00
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	3,50
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24 mm	2,80
Συνθετικό πλαίσιο	2,80
Ξύλινο πλαίσιο	2,20

Πίνακας 21:

Τύπος υαλοπίνακα	U _g
	[W/(m ² .K)]
Μονός υαλοπίνακας	5,70
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 6 mm	3,30
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο αέρα 12 mm	2,80
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 6mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε = 0,10)	2,60
Δίδυμος υαλοπίνακας με διάκενο 12mm αέρα και με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας (ε = 0,10)	1,80
Υαλότουβλα	3,50

Πίνακας 22:

Τύπος πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διάφορους τύπους υαλοπινάκων Ψ _g [W/(m.K)]	
	Χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής	Με επίστρωση χαμηλής εκπομπής
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	0,02	0,05
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή	0,08	0,11
Συνθετικό πλαίσιο	0,06	0,08
Ξύλινο πλαίσιο	0,06	0,08

4.3.2 Συντελεστής ηλιακού κέρδους διαφανών δομικών στοιχείων

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του κουφώματος g_w εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του κουφώματος προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό. Η τιμή εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και το ποσοστό πλαισίου επί του κουφώματος. Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους g_w υπολογίζεται με βάση τον τύπο :

$$g_w = g_{gl} * (1 - F_f)$$

όπου: F_f το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα

g_{gl} ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα (g_{gl}), εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του υαλοπίνακα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σ' αυτό και λαμβάνεται ίση με 90% του συντελεστή ηλιακού κέρδους g σε κάθετη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Όταν η τιμή g δε πιστοποιείται από τον κατασκευαστή του υαλοπίνακα μπορεί να ληφθεί με βάση τον ακόλουθο πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 .

Πίνακας 23:

Τύπος υαλοπίνακα	g	g_{gl}	g_{em}
Μονός υαλοπίνακας	0,85	0,77	0,78
Διπλός υαλοπίνακας	0,75	0,68	0,66
Διπλός υαλοπίνακας, με επιλεκτική, χαμηλής ικανότητας εκπομπής επίστρωση	0,67	0,60	0,56
Διπλό παράθυρο	0,75	0,68	0,66
Υαλότουβλα	0,30	0,27	0,25

Για το προς μελέτη κτίριο όπως αναφέρθηκε παραπάνω, πρόκειται για μονό υαλοπίνακα, οπότε θεωρούμε για τιμή του g_{gl} ίση με 0,77 από τον παραπάνω πίνακα. Ο συντελεστής g_w υπολογίστηκε ξεχωριστά για κάθε κουφώμα. Τα κουφώματα του κτιρίου είναι όλα ίδια με μονούς υαλοπίνακες και με ποσοστό πλαισίου 20%. Ο συντελεστής g_w υπολογίστηκε και παραμένει ίδιος για όλα τα κουφώματα στον πίνακα υπολογισμών 5 (Παράρτημα Α).

4.3.3 Διαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των διαφανών κατακόρυφων δομικών στοιχείων που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα υπολογίστηκε με βάση τον παραπάνω πίνακα 19 και δηλώθηκε η τιμή 6,00(W/m²*K).

Αναλύσαμε τα διαφανή κατακόρυφα δομικά στοιχεία τα οποία βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, όπου μετρήθηκε το εμβαδόν του κάθε κάθετου εξωτερικού κουφώματος και ο προσανατολισμός του και δηλώθηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας και ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους στον πίνακα υπολογισμών (Παράρτημα Α)

4.4 Δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενων χώρων κτιρίου

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 2.1 στα γενικά στοιχεία του κτιρίου, οι μη θερμαινόμενοι χώροι του κτιρίου αποτελούνται από το λεβητοστάσιο, τις μηχανολογικές εγκαταστάσεις, τους χώρους κίνησης και την ταράτσα του κτιρίου. Αυτοί οι χώροι χωρίστηκαν σε 2 ενιαίους μη θερμαινόμενους χώρους και περάστηκαν στο λογισμικό TEE-KENAK. Στον πρώτο μη θερμαινόμενο χώρο καταχωρούνται οι μη θερμαινόμενοι χώροι που είναι χώροι κίνησης που βρίσκονται στο ισόγειο, στο 1^ο και 2^ο όροφο και το λεβητοστάσιο με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις που βρίσκονται στο ισόγειο. Ο δεύτερος μη θερμαινόμενος χώρος αποτελείται από τους χώρους της ταράτσας του κτιρίου.

Παρακάτω θα αναλυθούν τα αδιαφανή και διαφανή δομικά στοιχεία του πρώτου μη θερμαινόμενου χώρου.

4.4.1 Αδιαφανή δομικά στοιχεία μη θερμαινόμενου σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των αδιαφανών κατακόρυφων δομικών στοιχείων του μη θερμαινόμενου χώρου που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα υπολογίστηκε με βάση τον πίνακα 14 και 15 παραπάνω και δηλώθηκε η τιμή 2,38 (W/m²*K).

Αναλύσαμε τα αδιαφανή κατακόρυφα δομικά στοιχεία τα οποία βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα όπου μετρήθηκε το εμβαδόν του κάθε κάθετου εξωτερικού τοίχου, εξωτερικής πόρτας και ο προσανατολισμός του και δηλώθηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας του στον πίνακα υπολογισμών 6 και 7 (Παράρτημα Α)

4.4.2 Διαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των διαφανών κατακόρυφων δομικών στοιχείων του μη θερμαινόμενου χώρου που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα υπολογίστηκε με βάση τον πίνακα 19 και δηλώθηκε η τιμή 6,00 (W/m²*K).

Αναλύσαμε τα διαφανή κατακόρυφα δομικά στοιχεία τα οποία βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα όπου μετρήθηκε το εμβαδόν του κάθε κάθετου εξωτερικού κουφώματος, ο προσανατολισμός του και δηλώθηκε ο συντελεστής θερμοπερατότητας του στον πίνακα υπολογισμών 5 (Παράρτημα Α)

4.5 Συντελεστές σκίασης κτιρίου ανά όροφο

Συντελεστές σκίασης κτιρίου

Στο προς μελέτη κτίριο ,υπολογίστηκαν οι συντελεστές σκίασης του κάθε ορόφου με προσανατολισμό βορρά ,νότο, δύση και ανατολή.

Τα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου μπορεί να σκιάζονται εξωτερικά λόγω ύπαρξης εξωτερικών εμποδίων αλλά και στοιχείων του ίδιου του κτιρίου,όπως προστεγάσματα ,πλευρικά στοιχεία ή ακόμη και τμήματα της κατασκευής. Η κινητή εσωτερική σκίαση δεν λαμβάνεται υπόψη, όπως στην περίπτωση μας αποτελούν τα δέντρα. Οι συντελεστές σκίασης στο προς μελέτη κτίριο καθορίζονται ανάλογα με το είδος των σκιάστρων τα οποία χωρίζονται σε οριζόντια, πλευρικά εξωτερικά εμπόδια και σκιάστρα αλλά και ανάλογα την γεωμετρία τους.

Υπάρχουν τρία είδη συντελεστών σκίασης οι οποίοι είναι:

- συντελεστής σκίασης οριζόντια F_{hor}
- συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}
- συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές (αριστερά ή δεξιά) F_{fin}

Στο κτίριο το οποίο εξετάζουμε ,υπολογίστηκαν και οι τρεις συντελεστές σκίασης.

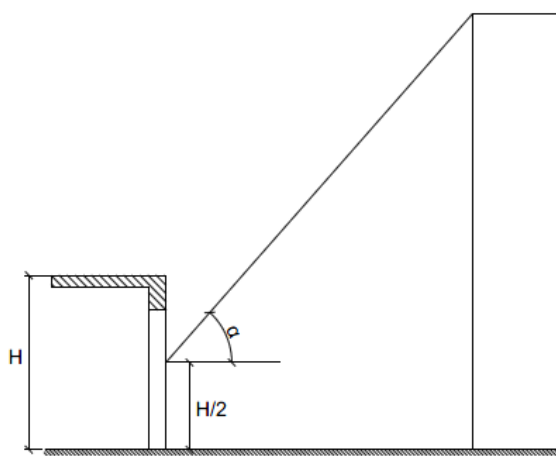
Οι γωνίες α , β , και γ υπολογίστηκαν στο excel σύμφωνα με τους παρακάτω τύπους:

- Γωνία $\alpha = \text{ATAN}(\text{μέσο ύψος στοιχείου}/\text{μήκος απόστασης από το εμπόδιο}) * 180/\text{PI}()$
- Γωνία $\beta = \text{ATAN}(\text{μέσο ύψος στοιχείου}/\text{μήκος οριζόντιου προβόλου}) * 180/\text{PI}()$
- Γωνία $\gamma = \text{ATAN}(\text{μέσο ύψος στοιχείου}/\text{πλευρικής προεξοχή}) * 180/\text{PI}()$

Συντελεστής σκίασης ορίζοντα F_{hor}

Ο συντελεστής σκίασης ορίζοντα F_{hor} είναι ο συντελεστής που προσδιορίζει τη σκίαση της περιόδου θέρμανσης ή ψύξης που προκύπτει στις επιφάνειες του κτιρίου από την ύπαρξη φυσικών εμποδίων (π.χ λόφων, υψηλών τοίχων ή κτιρίων). Στην περίπτωση που ο ορίζοντας είναι ελεύθερος ισούται με την μονάδα ($F_{\text{hor}}=1$) ,ενώ με πλήρη σκίαση παίρνει την τιμή μηδέν ($F_{\text{hor}}=0$). Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σκίασης ορίζοντα μιας επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας θέασης α του εμποδίου. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Στο κτίριο το οποίο εξετάζουμε ο συντελεστής σκίασης ορίζοντα υπολογίστηκε με βάση το παρακάτω σχήμα και πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και για τις τέσσερις πλευρές ισογείου και ορόφων του κτιρίου.

Μεθοδολογία υπολογισμού γωνίας θέασης α :



Σχήμα 1 από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010

Γραφική απεικόνιση της γωνίας θέασης α που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές και διαφανές δομικό στοιχείο.

Γνωρίζοντας σε πόση απόσταση είναι το εμπόδιο από το δομικό στοιχείο που εξετάζουμε ,το μέσο του ύψους του δομικού στοιχείου και τέλος το πόσο ύψος έχει η κορυφή του εμποδίου από το ύψος της μέσης του δομικού στοιχείου μπορούμε να βρούμε την γωνία θέασης α και αντιστοίχως τους συντελεστές σκίασης θέρμανσης και ψύξης που απεικονίζονται στον παρακάτω πίνακα 24.

Με βάση το σχήμα έγιναν όλες οι μετρήσεις και οι υπολογισμοί με σκοπό να βρεθεί η γωνία θέασης α και ύστερα μέσα από τον πίνακα παρακάτω της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για βρεθούν οι συντελεστές σκίασης ορίζοντα θέρμανσης και ψύξης με βάση την υπολογιζόμενη γωνία α .

Πίνακας 24: Συντελεστής σκίασης F_{hor}

Γωνία α	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	BA και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,98	0,97	0,96	0,98	1,00
	ψύξης	1,00	0,98	0,97	0,96	0,96
10°	θέρμανσης	0,96	0,95	0,93	0,95	1,00
	ψύξης	1,00	0,97	0,94	0,92	0,92
15°	θέρμανσης	0,91	0,89	0,86	0,92	1,00
	ψύξης	1,00	0,94	0,90	0,88	0,90
20°	θέρμανσης	0,86	0,84	0,80	0,89	1,00
	ψύξης	1,00	0,92	0,86	0,84	0,87
25°	θέρμανσης	0,73	0,73	0,72	0,87	1,00
	ψύξης	1,00	0,90	0,83	0,82	0,87
30°	θέρμανσης	0,61	0,62	0,65	0,85	1,00
	ψύξης	1,00	0,89	0,81	0,81	0,86
35°	θέρμανσης	0,53	0,54	0,61	0,84	1,00
	ψύξης	0,99	0,85	0,77	0,77	0,86
40°	θέρμανσης	0,44	0,47	0,57	0,83	1,00
	ψύξης	0,98	0,82	0,72	0,73	0,85
45°	θέρμανσης	0,40	0,44	0,55	0,82	1,00
	ψύξης	0,95	0,78	0,68	0,70	0,85
50°	θέρμανσης	0,36	0,40	0,53	0,81	1,00
	ψύξης	0,93	0,74	0,63	0,67	0,85
55°	θέρμανσης	0,34	0,38	0,52	0,81	1,00
	ψύξης	0,89	0,70	0,60	0,65	0,85
60°	θέρμανσης	0,32	0,37	0,51	0,81	1,00
	ψύξης	0,86	0,67	0,57	0,63	0,85
65°	θέρμανσης	0,32	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,79	0,63	0,55	0,63	0,85
≥70°	θέρμανσης	0,31	0,36	0,50	0,81	1,00
	ψύξης	0,73	0,58	0,52	0,62	0,85

Για τους τοίχους των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων,

Ισόγειο :

- Για την βόρεια πλευρά του κτιρίου υπάρχει τοίχος σε απόσταση 3,9m και ύψος 2,5m ενώ το ύψος του τοίχου του ισογείου είναι ίσο με 4m, ενώ για παράθυρα μετριέται από κέντρο του παραθύρου που είναι σε ύψος 2,4 από το έδαφος. Στην συγκεκριμένη περίπτωση υπάρχει μερική σκίαση για τους τοίχους και περισσότερη για τα παράθυρα όπου υπολογίστηκε με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. (Από υπολογισμό γωνία $\alpha = 7^\circ$)
- Για την νότια πλευρά του κτιρίου υπάρχει τοίχος σε απόσταση 8,5m και ύψος 4,5m ενώ το ύψος αντιστοίχως του ισογείου είναι ίσο με 4m, ενώ για παράθυρα μετριέται από κέντρο του παραθύρου που είναι σε ύψος 2,4 από το έδαφος. Στην περίπτωση αυτή έχουμε και εδώ μερική σκίαση που υπολογίστηκε με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\alpha = 38^\circ$)
- Για την ανατολική πλευρά του κτιρίου υπάρχει γειτονικό κτίριο σε απόσταση 20m και ύψος κτιρίου 12,5m ενώ το ύψος του ισογείου είναι ίσο με 4m. Στην περίπτωση αυτή έχουμε μερική σκίαση που υπολογίστηκε με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\alpha = 29^\circ$)
- Για την δυτική πλευρά του κτιρίου ο ορίζοντας είναι ελεύθερος ,δεν υπάρχει γειτονικό κτίριο, ούτε τοίχος σε απόσταση και ο συντελεστής παίρνει αυτόματα την τιμή $F_{hor}=1$. (από υπολογισμό γωνία $\alpha = 0^\circ$)

1^{ος} Όροφος :

- Για την βόρεια και νότια αντίστοιχα πλευρά του κτιρίου ο ορίζοντας είναι ελεύθερος και παίρνει αυτόματα την τιμή $F_{hor}=1$.(από υπολογισμό γωνία $\alpha = 0^\circ$)
- Για την ανατολική πλευρά του κτιρίου όπου υπάρχει το γειτονικό κτίριο 12,5m και υπολογίζεται η σκίαση του με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\alpha = 21^\circ$)
- Για την δυτική πλευρά του κτιρίου όπου ο ορίζοντας είναι ελεύθερος και παίρνει αυτόματα την τιμή $F_{hor}=1$.(από υπολογισμό γωνία $\alpha = 0^\circ$)

2^{ος} Όροφος:

- Για την βόρεια και νότια αντίστοιχα πλευρά του κτιρίου ο ορίζοντας είναι ελεύθερος όπως και στον 1^ο όροφο και η τιμή του συντελεστή είναι $F_{hor}=1$.(από υπολογισμό γωνία $\alpha = 0^\circ$)
- Για την ανατολική πλευρά του κτιρίου υπάρχει το γειτονικό κτίριο και υπολογίζεται η σκίαση του.(από υπολογισμό γωνία $\alpha = 21^\circ$)
- Για την δυτική πλευρά του κτιρίου ο ορίζοντας είναι ελεύθερος και η τιμή του συντελεστή είναι ίση με $F_{hor}=1$. .(από υπολογισμό γωνία $\alpha = 0^\circ$)

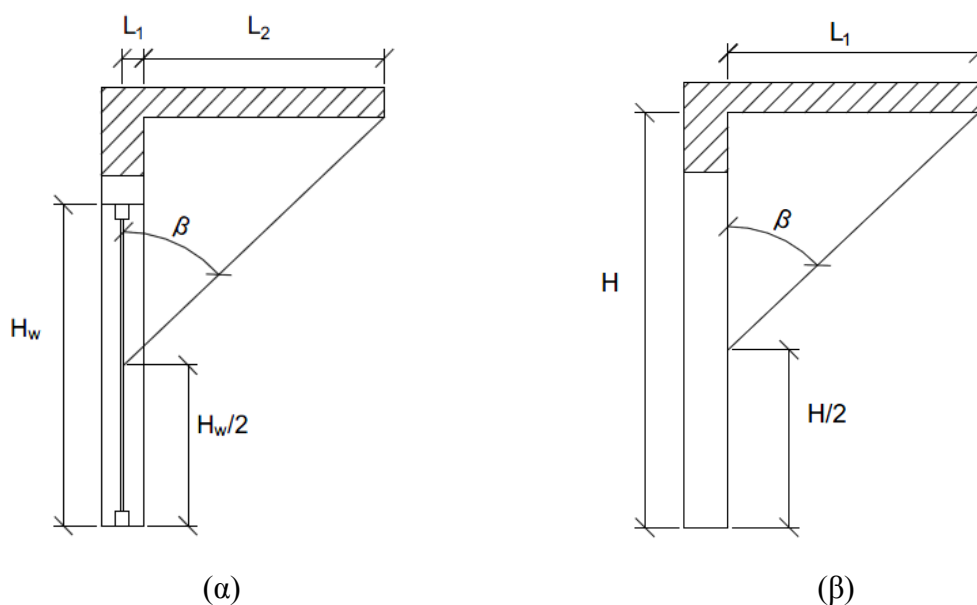
Για τους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου υπολογίστηκε ο μέσος συντελεστής σκίασης ορίζοντα για τους θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου ισογείου και ορόφων αναλυτικά στον πίνακα (Παράρτημα Α)

Για τα ανοίγματα-παράθυρα του κτιρίου υπολογίστηκε επίσης ο μέσος συντελεστής σκίασης ορίζοντα για τους θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου ισογείου και ορόφων αναλυτικά στον πίνακα (Παράρτημα Α)

Συντελεστής σκίασης από προβόλους F_{ov}

Ο συντελεστής σκίασης οριζόντιων προστεγασμάτων (F_{ov}) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λόγω ύπαρξης οριζόντιων προεξοχών (εξωστών, προστεγασμάτων, υπέρθυρων ανοιγμάτων. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα ($F_{ov}=1$), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής ισούται με το μηδέν ($F_{ov}=0$). Για τον προσδιορισμό του συντελεστή σκίασης από οριζόντιους προβόλους μιας επιφάνειας είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας β του εμποδίου. Ο υπολογισμός της γωνίας β γίνεται για κάθε αδιαφανές ή διαφανές δομικό υλικό ξεχωριστά ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης Στο κτίριο το οποίο εξετάζουμε ο συντελεστής σκίασης από προβόλους υπολογίστηκε με βάση το παρακάτω σχήμα και πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και για τις τέσσερις πλευρές ισογείου και ορόφων του κτιρίου.

Μεθοδολογία υπολογισμού γωνίας β :



Σχήμα 2

Γραφική απεικόνιση της γωνίας β , που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια, για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).

Με βάση το σχήμα γίνανε όλες οι μετρήσεις και οι υπολογισμοί με σκοπό να βρεθεί η γωνία β και ύστερα μέσα από τον πίνακα παρακάτω της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 οι συντελεστές σκίασης ορίζοντα θέρμανσης και ψύξης με βάση την υπολογιζόμενη γωνία β.

Πίνακας 25: Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους F_{ov}

Γωνία β	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας				
		N	NA και ΝΔ	A και Δ	ΒΑ και ΒΔ	B
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
5°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,97	0,97	0,96
	ψύξης	0,95	0,96	0,96	0,97	0,97
10°	θέρμανσης	0,94	0,94	0,94	0,93	0,92
	ψύξης	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94
15°	θέρμανσης	0,91	0,91	0,91	0,90	0,89
	ψύξης	0,84	0,86	0,89	0,90	0,90
20°	θέρμανσης	0,87	0,88	0,88	0,86	0,85
	ψύξης	0,78	0,82	0,85	0,87	0,87
25°	θέρμανσης	0,84	0,84	0,85	0,83	0,81
	ψύξης	0,73	0,77	0,81	0,83	0,84
30°	θέρμανσης	0,80	0,81	0,82	0,80	0,77
	ψύξης	0,67	0,72	0,77	0,80	0,80
35°	θέρμανσης	0,76	0,77	0,78	0,76	0,74
	ψύξης	0,61	0,67	0,72	0,76	0,77
40°	θέρμανσης	0,72	0,73	0,75	0,73	0,70
	ψύξης	0,56	0,62	0,68	0,72	0,74
45°	θέρμανσης	0,68	0,69	0,70	0,69	0,66
	ψύξης	0,51	0,57	0,63	0,68	0,70
50°	θέρμανσης	0,63	0,64	0,66	0,65	0,62
	ψύξης	0,46	0,52	0,58	0,64	0,67
55°	θέρμανσης	0,57	0,58	0,62	0,61	0,59
	ψύξης	0,42	0,48	0,53	0,59	0,63
60°	θέρμανσης	0,50	0,52	0,57	0,57	0,55
	ψύξης	0,39	0,43	0,48	0,55	0,60
65°	θέρμανσης	0,42	0,45	0,50	0,53	0,51
	ψύξης	0,36	0,39	0,43	0,49	0,56
70°	θέρμανσης	0,34	0,37	0,44	0,48	0,47
	ψύξης	0,33	0,34	0,38	0,44	0,52
80°	θέρμανσης	0,17	0,21	0,29	0,38	0,40
	ψύξης	0,28	0,26	0,27	0,32	0,41
≥90°	θέρμανσης	0,10	0,12	0,17	0,27	0,33
	ψύξης	0,24	0,19	0,18	0,22	0,30

Για τους εξωτερικούς τοίχους και τα παράθυρα των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων

Ισόγειο :

- Για την βόρεια πλευρά του κτιρίου υπολογίστηκε ο συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους, όπου οι περισσότεροι έχουν προεξοχή μήκους 0,70m αλλά σε κάποια σημεία του κτιρίου έχουν προεξοχή 1,4m και έτσι αλλάζει ο συντελεστής σκίασης σε αυτά τα σημεία. Το ύψος των προβολών από την μέση του τοίχου και των παραθύρων είναι 1,6m, με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\beta=55^\circ$)

- Για την νότια πλευρά του κτιρίου υπολογίστηκε ο συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους, όπου οι περισσότεροι έχουν προεξοχή μήκους 0,70m αλλά σε κάποια σημεία του κτιρίου έχουν προεξοχή 1,4m και έτσι αλλάζει ο συντελεστής σκίασης σε αυτά τα σημεία. Το ύψος των προβολών από την μέση του τοίχου και των παραθύρων είναι 1,6m, με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. (από υπολογισμό γωνία $\beta=66^\circ$)
- Για την ανατολική πλευρά του κτιρίου υπάρχει ένας οριζόντιος πρόβολος που παρέχει σκίαση σε ένα μέρος του τοίχου ενώ στον υπόλοιπο τοίχο ο συντελεστής σκίασης παίρνει αυτομάτως την τιμή $F_{ov}=1$, με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. (από υπολογισμό γωνία $\beta=66^\circ$)
- Για την δυτική πλευρά του κτιρίου υπάρχει ένας οριζόντιος πρόβολος που παρέχει σκίαση σε ένα μέρος του τοίχου ενώ στον υπόλοιπο τοίχο ο συντελεστής σκίασης παίρνει αυτομάτως την τιμή $F_{ov}=1$, με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. (από υπολογισμό γωνία $\beta=0^\circ$)

1^{ος} Όροφος :

- Για την βόρεια και νότια αντίστοιχα πλευρά του κτιρίου υπολογίστηκε ο συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους όπου οι περισσότεροι έχουν προεξοχή μήκους 0,70m αλλά σε κάποια σημεία του κτιρίου έχουν προεξοχή 1,4m και έτσι αλλάζει ο συντελεστής σκίασης σε αυτά τα σημεία. Το ύψος των προβολών από την μέση του τοίχου και των παραθύρων είναι 1,65m, με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\beta=66^\circ$)
- Για την ανατολική πλευρά του κτιρίου δεν υπάρχουν οριζόντιοι πρόβολοι, ο συντελεστής σκίασης παίρνει αυτομάτως την τιμή $F_{ov}=1$.(από υπολογισμό γωνία $\beta=0^\circ$)
- Για την δυτική πλευρά του κτιρίου δεν υπάρχουν οριζόντιοι πρόβολοι, ο συντελεστής σκίασης παίρνει αυτομάτως την τιμή $F_{ov}=1$.(από υπολογισμό γωνία $\beta=0^\circ$)

2^{ος} Όροφος:

- Για την βόρεια και νότια αντίστοιχα πλευρά του κτιρίου υπολογίστηκε ο συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους, όπου οι περισσότεροι έχουν προεξοχή μήκους 0,70m αλλά σε κάποια σημεία του κτιρίου έχουν προεξοχή 1,4m και έτσι αλλάζει ο συντελεστής σκίασης σε αυτά τα σημεία. Το ύψος των προβολών από την μέση του τοίχου και των παραθύρων είναι 1,65m, με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\beta=66^\circ$)
- Για την ανατολική πλευρά του κτιρίου δεν υπάρχουν οριζόντιοι πρόβολοι, ο συντελεστής σκίασης παίρνει αυτομάτως την τιμή $F_{ov}=1$ με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\beta=0^\circ$)

- Για την δυτική πλευρά του κτιρίου δεν υπάρχουν οριζόντιοι πρόβολοι, ο συντελεστής σκίασης παίρνει αυτομάτως την τιμή $F_{ov}=1$ με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\beta=0^\circ$)

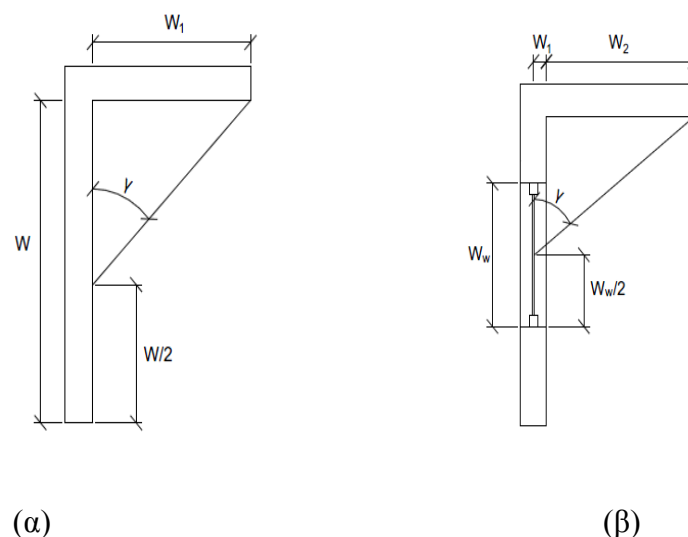
Για τους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου υπολογίστηκε ο μέσος συντελεστής σκίασης οριζόντιων προβόλων F_{ov} για τους θερμαινόμενους και μη θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου ισογείου και ορόφων αναλυτικά στους πίνακες μετρήσεων 10,11,12,13 (Παράρτημα Α)

Για τα ανοίγματα-παράθυρα του κτιρίου υπολογίστηκε επίσης ο μέσος συντελεστής σκίασης οριζόντιων προβόλων F_{ov} για τους θερμαινόμενους και μη θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου ισογείου και ορόφων αναλυτικά στους πίνακες μετρήσεων 14,15,16 (Παράρτημα Α).

Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές F_{fin}

Ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές (F_{fin}) προσδιορίζει τη σκίαση των επιφανειών του κτιρίου λόγω ύπαρξης κατακόρυφων προεξοχών (πλευρικών προεξοχών, τμημάτων του ίδιου του κτιρίου, διπλανών κτιρίων). Στην περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα ($F_{fin}=1$), ενώ όταν η σκίαση είναι πλήρης ο συντελεστής γίνεται ίσος με μηδέν ($F_{fin}=0$). Για την εκτίμηση του συντελεστή σκίασης από πλευρικές προεξοχές είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της γωνίας γ της πλευρικής προεξοχής. Ο υπολογισμός γίνεται ανά προσανατολισμό και ανά δομικό στοιχείο του κτιρίου ή της εξεταζόμενης ζώνης. Στο κτίριο το οποίο εξετάζουμε ο συντελεστής σκίασης από από πλευρικούς πρόβολους και από τις δύο μεριές υπολογίστηκε με βάση το σχήμα και τους παρακάτω πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και για τις τέσσερις πλευρές ισογείου και ορόφων του κτιρίου. Αναλυτικότερα,

Μεθοδολογία υπολογισμού γωνίας γ :



Σχήμα 3 από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010

Γραφική απεικόνιση της γωνίας γ που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή για τον υπολογισμό σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές δομικό στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β).

Γνωρίζοντας το μήκος της προεξοχής του πλευρικού προβόλου είτε από την αριστερή είτε από την δεξιά πλευρά, την απόσταση του προβόλου από το κέντρο του τοίχου ή του παραθύρου, μπορούμε να υπολογίσουμε την γωνία γ και τους συντελεστές σκίασης θέρμανσης και ψύξης.

Με βάση το σχήμα γίνανε όλες οι μετρήσεις και οι υπολογισμοί με σκοπό να βρεθεί η γωνία γ και ύστερα μέσα από τον πίνακα παρακάτω της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 οι συντελεστές σκίασης ορίζοντα θέρμανσης και ψύξης με βάση την υπολογιζόμενη γωνία γ .

Πίνακας 26: Συντελεστής σκίασης από πλευρικούς προβόλους F_{fin} (από αριστερή πλευρά)

Γωνία γ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	0,97
	ψύξης	0,97	0,97	1,00	1,00	0,97	0,96	0,99	0,99
20°	θέρμανσης	0,95	0,99	1,00	1,00	1,00	0,92	0,90	0,93
	ψύξης	0,95	0,94	0,99	1,00	0,95	0,93	0,98	0,99
30°	θέρμανσης	0,92	0,98	1,00	1,00	1,00	0,89	0,86	0,90
	ψύξης	0,93	0,90	0,99	1,00	0,93	0,89	0,96	0,98
40°	θέρμανσης	0,89	0,97	1,00	1,00	1,00	0,86	0,80	0,87
	ψύξης	0,91	0,86	0,98	1,00	0,92	0,84	0,95	0,97
50°	θέρμανσης	0,85	0,95	1,00	1,00	1,00	0,84	0,75	0,83
	ψύξης	0,89	0,81	0,97	1,00	0,92	0,79	0,93	0,96
60°	θέρμανσης	0,81	0,93	1,00	1,00	1,00	0,82	0,69	0,79
	ψύξης	0,88	0,76	0,96	1,00	0,92	0,73	0,91	0,96
≥70°	θέρμανσης	0,76	0,90	1,00	1,00	1,00	0,81	0,62	0,73
	ψύξης	0,86	0,71	0,94	1,00	0,92	0,66	0,88	0,95

Πίνακας 27 : Συντελεστής σκίασης από πλευρικούς προβόλους F_{fin} (από δεξιά πλευρά)

Γωνία γ	Περίοδος	Προσανατολισμός επιφάνειας							
		N	ΝΔ	Δ	ΒΔ	Β	ΒΑ	Α	ΝΑ
0°	θέρμανσης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	ψύξης	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10°	θέρμανσης	0,97	0,97	0,95	0,95	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,97	0,99	0,99	0,96	0,97	1,00	1,00	0,97
20°	θέρμανσης	0,95	0,93	0,90	0,92	1,00	1,00	1,00	0,99
	ψύξης	0,95	0,99	0,98	0,93	0,95	1,00	0,99	0,94
30°	θέρμανσης	0,92	0,90	0,86	0,89	1,00	1,00	1,00	0,98
	ψύξης	0,93	0,98	0,96	0,89	0,93	1,00	0,99	0,90
40°	θέρμανσης	0,89	0,87	0,80	0,86	1,00	1,00	1,00	0,97
	ψύξης	0,91	0,97	0,95	0,84	0,92	1,00	0,98	0,86
50°	θέρμανσης	0,85	0,83	0,75	0,84	1,00	1,00	1,00	0,95
	ψύξης	0,89	0,96	0,93	0,79	0,92	1,00	0,97	0,81
60°	θέρμανσης	0,81	0,79	0,69	0,82	1,00	1,00	1,00	0,93
	ψύξης	0,88	0,96	0,91	0,73	0,92	1,00	0,96	0,76
≥70°	θέρμανσης	0,76	0,73	0,62	0,81	1,00	1,00	1,00	0,90
	ψύξης	0,86	0,95	0,88	0,66	0,92	1,00	0,94	0,71

Η τιμή του συντελεστή σκίασης από πλευρικούς προβόλους τόσο για περίοδο θέρμανσης, όσο και για την περίοδο ψύξης προκύπτει από τον πίνακα 26 και πίνακα 27 για τον πλευρικό πρόβολο στην αριστερή μεριά της επιφάνειας όπως φαίνεται από έξω και από τον πίνακα για πλευρικό πρόβολο στην δεξιά μεριά της επιφάνειας, ανάλογα με την γωνία γ του πλευρικού προβόλου (κυμαίνεται από 10° έως 70°) και τον προσανατολισμό της επιφάνειας. Στην περίπτωση την δικιά μας που η επιφάνεια των τοίχων και τον ανοιγμάτων 1^{ου} και 2^{ου} ορόφου με βόρειο και νότιο προσανατολισμό του προς μελέτη κτιρίου σκιάζεται και από τις δύο μεριές, λαμβάνονται και οι δύο συντελεστές ανεξάρτητα και γίνεται χρήση συνολικού συντελεστή σκίασης από τους πλευρικούς προβόλους, ο οποίος ισούται με το γινόμενο των δύο.

Για τους εξωτερικούς τοίχους και τα παράθυρα των θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων

Ισόγειο :

- Για την βόρεια πλευρά του κτιρίου δεν υπάρχουν πλευρικές προεξοχές που να παρέχουν σκίαση στους τοίχους ή στα παράθυρα, επομένως ο συντελεστής σκίασης από πλευρικούς προβόλους παίρνει αυτομάτως την τιμή ($F_{fin}=1$) με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\gamma=0^\circ$)
- Για την νότια πλευρά του κτιρίου δεν υπάρχουν πλευρικές προεξοχές που να παρέχουν σκίαση στους τοίχους ή στα παράθυρα, επομένως ο συντελεστής σκίασης από πλευρικούς προβόλους παίρνει αυτομάτως την τιμή ($F_{fin}=1$) με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\gamma=0^\circ$)
- Για την ανατολική πλευρά του κτιρίου δεν υπάρχουν πλευρικές προεξοχές που να παρέχουν σκίαση στους τοίχους ή στα παράθυρα, επομένως ο συντελεστής σκίασης από πλευρικούς προβόλους παίρνει αυτομάτως την τιμή ($F_{fin}=1$) με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\gamma=0^\circ$)
- Για την δυτική πλευρά του κτιρίου δεν υπάρχουν πλευρικές προεξοχές που να παρέχουν σκίαση στους τοίχους ή στα παράθυρα, επομένως ο συντελεστής σκίασης από πλευρικούς προβόλους παίρνει αυτομάτως την τιμή ($F_{fin}=1$) με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\gamma=0^\circ$)
-

1^{ος} Όροφος :

- Για την βόρεια και νότια αντίστοιχα πλευρά του κτιρίου υπολογίστηκε ο συντελεστής σκίασης από πλευρικούς προβόλους όπου οι περισσότεροι έχουν προεξοχή μήκους 0,70m και από την αριστερή-δεξιά πλευρά αλλά σε κάποια σημεία του κτιρίου έχουν προεξοχή 1,4m και έτσι αλλάζει ο συντελεστής σκίασης σε αυτά τα σημεία. Η απόσταση από την μέση του τοίχου και των παραθύρων είναι 1,80m από τους πλευρικούς προβόλους και από την αριστερή-δεξιά πλευρά, με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\beta=24^\circ$)
- Για την ανατολική πλευρά του κτιρίου δεν υπάρχουν οριζόντιοι πρόβολοι, ο συντελεστής σκίασης παίρνει αυτομάτως την τιμή $F_{ov}=1$ με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\gamma=0^\circ$)
- Για την δυτική πλευρά του κτιρίου δεν υπάρχουν οριζόντιοι πρόβολοι, ο συντελεστής σκίασης παίρνει αυτομάτως την τιμή $F_{ov}=1$ με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\gamma=0^\circ$)

2^{ος} Όροφος:

- Για την βόρεια και νότια αντίστοιχα πλευρά του κτιρίου υπολογίστηκε ο συντελεστής σκίασης από πλευρικούς προβόλους όπου οι περισσότεροι έχουν προεξοχή μήκους 0,70m και από την αριστερή-δεξιά πλευρά αλλά σε κάποια σημεία του κτιρίου έχουν προεξοχή 1,4m και έτσι αλλάζει ο συντελεστής σκίασης σε αυτά

τα σημεία. Η απόσταση από την μέση του τοίχου και των παραθύρων είναι 1,80m από τους πλευρικούς προβόλους και από την αριστερή-δεξιά πλευρά, με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\gamma=24^\circ$)

- Για την ανατολική πλευρά του κτιρίου δεν υπάρχουν οριζόντιοι πρόβολοι, ο συντελεστής σκίασης παίρνει αυτομάτως την τιμή ($F_{ov}=1$) με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\gamma=0^\circ$)
- Για την δυτική πλευρά του κτιρίου δεν υπάρχουν οριζόντιοι πρόβολοι, ο συντελεστής σκίασης παίρνει αυτομάτως την τιμή ($F_{ov}=1$) με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.(από υπολογισμό γωνία $\gamma=0^\circ$)

Για τους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου υπολογίστηκε ο μέσος συντελεστής σκίασης πλευρικών προβόλων F_{fin} για τους θερμαινόμενους και μη θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου ισογείου και ορόφων αναλυτικά στους πίνακες 10,11,12,13 (Παράρτημα Α)

Για τα ανοίγματα-παράθυρα του κτιρίου υπολογίστηκε επίσης ο μέσος συντελεστής σκίασης οριζόντιων προβόλων F_{fin} για τους θερμαινόμενους και μη θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου ισογείου και ορόφων αναλυτικά στους πίνακες 14,15,16(Παράρτημα Α)

4.5.1 Σκιάσεις αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων

Συντελεστές σκίασης F_{hor} , F_{ov} , F_{fin}

Στους πίνακες του παραρτήματος Α αναλύονται οι συντελεστές σκίασης F_{hor} , F_{ov} , F_{fin} για τους εξωτερικούς τοίχους, εσωτερικούς τοίχους, εσωτερικές πόρτες, εξωτερικές πόρτες και παράθυρα θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων του ισογείου, 1^{ου} και 2^{ου} ορόφου, με προσανατολισμό βορρά 0° , νότο 180° , ανατολή 90° , δύση 270° .

Με βάση τα αποτελέσματα συνοπτικά:

- Όλοι οι εσωτερικοί, είτε κατακόρυφοι είτε οριζόντιοι τοίχοι και εσωτερικές πόρτες που μετρήθηκαν και αναλύθηκαν στις ενότητες 4.4.2 και 4.4.3 σκιάζονται πλήρως και όλοι οι συντελεστές σκίασης τους ισούνται με το μηδέν. (F_{hor} , F_{ov} , $F_{fin} = 0$)
- Όλες οι εξωτερικές πόρτες και οι εξωτερικοί τοίχοι της ταράτσας δεν σκιάζονται καθ'όλη την διάρκεια της ημέρας διότι δεν υπάρχουν οριζόντιοι ή πλευρικοί πρόβολοι, ούτε σκίαση που μπορεί να προκαλούσε γειτονικό κτίριο, για αυτό τον λόγο όλοι οι συντελεστές σκίασης τους ισούνται με μονάδα με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. (F_{hor} , F_{ov} , $F_{fin} = 1$)
- Όλα τα ανοίγματα της ταράτσας δεν σκιάζονται καθόλη την διάρκεια της ημέρας διότι δεν υπάρχουν οριζόντιοι ή πλευρικοί πρόβολοι, ούτε σκίαση που μπορεί να προκαλέσει γειτονικό κτίριο, για αυτό τον λόγο όλοι οι συντελεστές σκίασης τους ισούνται με μονάδα με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. (F_{hor} , F_{ov} , $F_{fin} = 1$)

4.6 Αερισμός κουφωμάτων (πόρτες, παράθυρα)

Για τον υπολογισμό του αερισμού του κτιρίου λαμβάνουμε υπόψη μας ξεχωριστά τον αερισμό από τις διαφυγές αέρα λόγω αεροστεγανότητας του κτιρίου (διείσδυση αέρα από χαραμάδες κουφωμάτων κ.ά.), από την χρήση φυσικού αερισμού για την επίτευξη άνετων και υγιεινών συνθηκών διαβίωσης και από τη χρήση μηχανικού αερισμού στην περίπτωση που υπάρχει ανάλογη διάταξη.

Οι διαφυγές αέρα λόγω αεροστεγανότητας υπολογίζονται με τη χρήση τιμών αεροστεγανότητας, που αναφέρονται συνολικά στο χώρο, προκειμένου να συμπεριληφθούν οι διαφυγές τόσο από τα κουφώματα (θέσεις συναρμογής με τα περιμετρικά δομικά στοιχεία και θέσεις επαφής των σταθερών πλαισίων με τα κινητά φύλλα), όσο και από άλλες διόδους του κελύφους (αρμούς). Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου λαμβάνεται υπόψη μόνο ο αερισμός λόγω της ύπαρξης χαραμιάδων στα κουφώματα και η διείσδυση αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτιριακού κελύφους θεωρείται αμελητέα και λαμβάνεται ίση με μηδέν.

Παρακάτω λαμβάνεται υπόψη ο πίνακας της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 ο οποίος μας δείχνει τις τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμιάδων στις εξωτερικές πόρτες που είναι σε επαφή με αέρα και στα ανοίγματα. Τα στοιχεία που συλλέγουμε από τον πίνακα είναι ότι τα ανοίγματα ανήκουν στην κατηγορία του μεταλλικού κουφώματος με μονό υαλοπίνακα ,μη αεροστεγή, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο ενώ οι εξωτερικές πόρτες ανήκουν στην κατηγορία μεταλλικού κουφώματος χωρίς υαλοπίνακα με πιστοποίηση. Η διείσδυση αέρα με βάση τον πίνακα και το είδος ανοίγματος είναι στην πόρτα 7,4 (m³/h/m²) και για το παράθυρο είναι 8,7 (m³/h/m²).

Πίνακας 28: Τυπικές τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμιάδων ανά μονάδα επιφάνειας κουφώματος

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	Διείσδυση του αέρα	
	Πόρτα	Παράθυρο
	[m ³ /h/m ²]	[m ³ /h/m ²]
Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	11,8	15,1
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	9,8	12,5
Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	7,9	10,0
Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό, επάλληλο, ανοιγόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα) και χωρίς αεροστεγανότητα.	7,4	8,7
Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	5,3	6,8
Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα (πόρτα), με πιστοποίηση	4,8	6,2
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.		

4.6.1 Διείσδυση αέρα από κουφώματα θερμαινόμενου χώρου

Στους πίνακες μετρήσεων 18 (Παράρτημα Α) μετρήθηκαν όλα τα εμβαδά των παραθύρων και των εξωτερικών θυρών του κτιρίου ανά όροφο και υπολογίστηκε το συνολικό εμβαδόν που καταλαμβάνουν μαζί σε κάθε όροφο.

4.6.2 Διείσδυση αέρα από κουφώματα μη θερμαινόμενου χώρου

Στους πίνακα μετρήσεων 19 (Παράρτημα Α) μετρήθηκαν όλα τα εμβαδά των παραθύρων και των εξωτερικών θυρών του 1^{ου} μη θερμαινόμενου χώρου κτιρίου ανά όροφο και υπολογίστηκε το συνολικό εμβαδόν που καταλαμβάνουν μαζί σε κάθε όροφο.

Στους πίνακες μετρήσεων 20 (Παράρτημα Α) μετρήθηκαν όλα τα εμβαδά των παραθύρων και των εξωτερικών θυρών του 2^{ου} μη θερμαινόμενου χώρου κτιρίου ανά όροφο και υπολογίστηκε το συνολικό εμβαδόν που καταλαμβάνουν μαζί σε κάθε όροφο.

4.5 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίου

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τις οποίες εξετάζουμε είναι οι εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων γραφείων
- Σύστημα ψύξης χώρων γραφείων
- Σύστημα μηχανικού αερισμού
- Σύστημα φωτισμού

Στις επόμενες ενότητες που ακολουθούν θα αναλυθούν τα δεδομένα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στο λογισμικό, ως προς τα συστήματα για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

4.5.1 Σύστημα θέρμανσης

Το κεντρικό αυτό σύστημα αποτελείται από ένα σύνολο αλληλοσυνδεδεμένων συσκευών και οργάνων, και συγκεκριμένα από το λέβητα, τον καυστήρα, τον κυκλοφορητή, τη δεξαμενή καυσίμων, τις διατάξεις ασφαλείας, τις σωληνώσεις, την καπνοδόχο και τα θερμαντικά σώματα. Η ενέργεια που παράγεται μεταφέρεται στους διάφορους χώρους μέσω ενός θερμαντικού μέσου (νερό, ατμός, αέρας) ενώ η διανομή επιτυγχάνεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων ή αεραγωγών, ή ακόμη και με συνδυασμό και των δύο.

Σε όλο το κτίριο υπάρχει κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση χώρων. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει μονάδα λέβητα-καυστήρα θερμικής ισχύος (2466kW), με θερμοκρασία λειτουργίας 70/90° C, κεντρικό δίκτυο διανομής-θερμαινόμενο και fancoils για τη μεταφορά της θέρμανσης στους χώρους.

Πίνακας 29: Δεδομένα συστήματος θέρμανσης

Σύστημα θέρμανσης											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής θερμότητας: Λέβητας-Καυστήρας 2466kW											
Βαθμός απόδοσης μονάδας (%) : 72%											
Είδος καυσίμου : Φυσικό αέριο											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) :											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙΟ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠ	0	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW) : 2466 (100% της ισχύς του λέβητα)											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι πάνω από το 20%											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (° C) : 90											
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής (° C) : 70											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής(%) : 100% - 7% (απώλειες) = 93%											
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς: Όχι											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων : Fancoils											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων : 0,85 (Πίνακας 32 από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010)											
Βοηθητικές μονάδες											
Τύπος βοηθητικών μονάδων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			
Κυκλοφορητής (Δν-Cp)				1				4			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 75% του χρόνου λειτουργίας του κτιρίου											

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών ενός κτιρίου, αποτελεί πάντοτε αντικείμενο της ενεργειακής μελέτης. Από τον θερμικό ισολογισμό της εγκατάστασης, προκύπτουν οι ανάγκες σε θερμότητα με τις οποίες προχωράμε στη διαστασιολόγηση του λέβητα.

Λαμβάνοντας υπόψη μας την πραγματική θερμική ισχύ του λέβητα P_m ελέγχουμε την περίπτωση υπερδιαστασιολόγησης της μονάδας λέβητα-καυστήρα, συγκρίνοντας την με την υπολογιζόμενη θερμική ισχύ P_{gen} στην μελέτη εφαρμογής του κτιρίου. Στην δικιά μας περίπτωση δεν υπάρχει τέτοια μελέτη εφαρμογής, οπότε συγκρίνουμε την πραγματική θερμική ισχύ P_m της μονάδας που από τον παραπάνω πίνακα είναι $P_m=2466kW$ με την υπολογιζόμενη P_{gen} με βάση τον τύπο :

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

Όπου:

P_{gen}	η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτιρίου
$A(m^2)$	η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, πυλωτή ανοίγματα), που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα ή/και σε επαφή με όμορα κτίρια ή/και σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή/και σε επαφή με το έδαφος, όπως λαμβάνεται υπόψη κατά τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου. Μετρήθηκε η εξωτερική περίμετρος του κτιρίου και είναι $8411 m^2$
U_m	ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A . Με βάση την ηλικία του κτιρίου το U_m παίρνει την τιμή $3,5 W/(m^2 \cdot K)$ όπως υπολογίζεται για κτίρια πριν την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης κτιρίου όπου καταλαμβάνει θέση και το προς μελέτη κτίριο.
$\Delta T(^{\circ}C)$	η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος είναι $20^{\circ}C$ διότι το κτίριο ανήκει στην Β' κλιματική ζώνη.
Και τέλος	$2,5$ συντελεστής που περιλαμβάνει τα φορτία λόγω αερισμού (διείσδυση από χαραμάδες) αλλά και τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής κ.τ.λ.

Οι τιμές πάρθηκαν με βάση την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010

Με την επίλυση του τύπου η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτιρίου είναι $1472 kW$, όπου είναι περίπου το 60% της ισχύος του λέβητα. Στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου κατά την μελέτη χρησιμοποιείται ο βαθμός απόδοσης n_{gen} που προκύπτει από τον πραγματικό βαθμό απόδοσης της μονάδας λέβητα καυστήρα n_{gm} που μετρήθηκε κατά την ανάλυση καυσαερίων στις εγκαταστάσεις του κτιρίου, μειώμενος κατά το συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} και το συντελεστή μόνωσης λέβητα n_{g2} που δίνονται στους πίνακες και από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης (n_{gen}) προκύπτει :

$$n_{gen} = n_{gm} * n_{g1} * n_{g2}$$

Πίνακας 30: Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} μονάδας λέβητα καυστήρα.

Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης (P_m / P_{gen})	Συντελεστής βαρύτητας n_{g1}
Λέβητας με υπερδιπλάσια ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,75
Λέβητας με ισχύ μεγαλύτερη από 50% μέχρι και 100% από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,85
Λέβητας με ισχύ μεγαλύτερη από 25% μέχρι και 50% από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,95
Λέβητας με ισχύ μέχρι και 25% μεγαλύτερη από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	1,00

Ο λόγος της πραγματικής θερμικής ισχύος και της υπολογιζόμενης θερμικής ισχύος του λέβητα $P_m/P_{gen} = 0,60$, οπότε από τον πίνακα 30 παραπάνω η τιμή του συντελεστή βαρύτητας $n_{g1} = 0,85$.

Πίνακας 31: Συντελεστής μόνωσης n_{g2} λέβητα-καυστήρα

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

Ο λέβητας είναι μονωμένος και σε καλή κατάσταση και με βάση τον πίνακα 4.4 η τιμή του $n_{g2} = 1,0$

Επομένως, ο συνολικός βαθμός απόδοσης που προκύπτει από την σχέση (7) είναι $n_{gen} = 0,72$.

Ως τερματικές μονάδες χρησιμοποιούνται τα θερμαντικά σώματα καλοριφέρ ή fancoils τα οποία μεταφέρουν την θερμότητα στους εσωτερικούς χώρους με απόδοση εκπομπής 85% με βάση τον παρακάτω πίνακα της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Πίνακας 32 : Απόδοση εκπομπής η_{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης

Τύπος τερματικής μονάδας	Απόδοση εκπομπής η_{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης		
	Θερμοκρασία μέσου T [°C]		
	90 - 70	70 - 50	50 - 35
Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο	0,85	0,89	0,91
Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο	0,89	0,93	0,95
Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,90
Ενδοτοιχίο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,87
Σύστημα θέρμανσης οροφής	–	–	0,85

Τέλος ως βοηθητικές μονάδες χρησιμοποιείται ένας κυκλοφορητής ($\Delta n-Cp$) ισχύος 4kW με βάση τον πίνακα 29 δεδομένα συστήματος θέρμανσης.

4.5.2 Σύστημα ψύξης

Ο σχεδιασμός του συστήματος ψύξης γίνεται με τρόπο ώστε να προβλέπεται η κάλυψη των μερικών φορτίων με τον κατά τον δυνατόν καλύτερο βαθμό απόδοσης, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου, το ωράριο λειτουργίας και την διακύμανση των ψυκτικών αναγκών του κτιρίου.

Οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν για το σύστημα ψύξης των χώρων είναι η απόδοση των συστημάτων παραγωγής ψύξης, των εγκαταστάσεων διανομής και των τερματικών μονάδων εκπομπής ψύξης.

Στα γραφεία του κτιρίου υπάρχει εγκατεστημένη κεντρική ψύξη. Υπάρχουν δύο αερόψυκτες αντλίες θερμότητας, η πρώτη έχει συνολική ισχύς 600kW για το κεντρικό σύστημα και η δεύτερη έχει ισχύς 100kW.

Πίνακας 33: Δεδομένα συστήματος ψύξης

Σύστημα ψύξης											
Μονάδα παραγωγής ψύξης											
Είδος μονάδας παραγωγής ψύξης: Αερόψυκτη Αντλία θερμότητας 600kW και Αερόψυκτη αντλία θερμότητας 100kW											
Βαθμός απόδοσης μονάδας (%) : 100% , Για τα 600kW το EER = 2,3 και για τα 100kW το EER = 2											
Είδος καυσίμου : Ηλεκτρικό ρεύμα											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) για Αερόψυκτη Α.Θ των 600kW :											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙΟ	0	ΙΟΥΝ	0,8
ΙΟΥΛ	0,8	ΑΥΓ	0,8	ΣΕΠ	0,8	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%) για Αερόψυκτη Α.Θ των 100kW :											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙΟ	0	ΙΟΥΝ	0,2
ΙΟΥΛ	0,2	ΑΥΓ	0,2	ΣΕΠ	0,2	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
Δίκτυο διανομής											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW) : 700 (100% της ισχύς της μονάδας)											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι πάνω από το 20%											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής(%) : 100% - 2% (απώλειες) = 98%											
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς: Όχι											
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων : Fancoils											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων : 0,96 (Από πίνακες 34,35,36 εργασίας παρακάτω από ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010)											
Βοηθητικές μονάδες											
Τύπος βοηθητικών μονάδων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			
--				--				--			
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων: 75% του χρόνου λειτουργίας του κτιρίου											

Στον πίνακα παρατηρούνται τα μηνιαία ποσοστά κάλυψης του θερμικού φορτίου από τον κάθε αερόψυκτη αντλία θερμότητας όπου ψύχουν μόνο τους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου. Βαθμός απόδοσης όπως μετρήθηκε είναι 98% διότι το ποσοστό των απωλειών είναι 2% από τον πίνακα 4.11 της TOTEE 20701-1/2010.

Ως τερματικές μονάδες είναι τα fancoils και ο βαθμός απόδοσης του υπολογίζεται με βάση τον τύπο:

$$N_{em,t} = n_{em} / f_{im} * f_{hydr}$$

Όπου

f_{im} ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης (ρύθμισης) της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτιρίου, που παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα.

Πίνακας 34:

Για τερματικές μονάδες θέρμανσης με:	f_{im}
συνεχή λειτουργία	1,00
διακοπτόμενη λειτουργία*	0,97

* με ρύθμιση λειτουργίας σε επίπεδο τερματικής μονάδας

Σε διακοπτόμενη λειτουργία ,τιμή =0,97

f_{hydr} ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων ,που παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα 35:

Πίνακας 35:

Για τερματικές μονάδες με:	f_{hydr}
υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα	1,00
συστήματα εκτός ισορροπίας	1,03

Υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα ,τιμή =1

Και τέλος το n_{em} για την απόδοση εκπομπής από τον πίνακα 36 από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010

Πίνακας 36:

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

Με βάση τους πίνακες παραπάνω ,λύνοντας τον τύπο $N_{em,t} = 0,93/0,97*1,0 = 0,96$

4.5.3 Σύστημα φωτισμού

Η κατανάλωση ενέργειας από τα συστήματα φωτισμού συνυπολογίζεται βάσει του Κ.Εν.Α.Κ. μόνο για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου λαμβάνονται υπόψη τα συστήματα φωτισμού, τόσο για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης, όσο και για τη συνεισφορά τους στα εσωτερικά θερμικά φορτία του κτιρίου. Για το σύστημα φωτισμού για κάθε ζώνη αλλά και στο σύνολο του κτιρίου καταγράφονται οι εξής παράμετροι :

- Η εγκατεστημένη ισχύς των λαμπτήρων και των φωτιστικών του χώρου(kW)
- Η φωτεινή δραστηριότητα (lm/W) των λαμπτήρων ,ανά τύπο λαμπτήρα, όπως αναγράφεται στις τεχνικές προδιαγραφές.
- Τα συστήματα ελέγχου λειτουργίας φωτισμού, όπως αισθητήρες στάθμης φωτισμού (lx),αισθητήρες παρουσίας, χρονοδιακόπτες (ανάλογα το ωράριο λειτουργίας του κτιρίου), σκίαση κ.α.
- Το ποσοστό του χώρου λαμβάνεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού. Εκτιμάται το ποσοστό του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης για το οποίο οι απαιτήσεις φωτισμού μπορούν να καλυφθούν με φυσικό φως από τα διαθέσιμα ανοίγματα.
- Η δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού σε ένα χώρο. Ανάλογα με τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου ή μιας ζώνης εκτιμώνται οι ώρες που υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμός T_D ,όπως ορίζεται στον πίνακα 5.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.
- Η απαίτηση για τεχνητό φωτισμό σε ένα χώρο ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου ή μιας ζώνης εκτιμώνται οι ώρες T_N που δεν υπάρχει διαθέσιμος φυσικός φωτισμός και είναι απαραίτητη η χρήση τεχνητού φωτισμού του χώρου, όπως ορίζεται στον πίνακα 5.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για φωτισμό (W) σε μια θερμική ζώνη υπολογίζεται από τον τύπο των συστημάτων φωτισμού που είναι εγκατεστημένα και την καταγραφή του αριθμού φωτιστικών ,των λαμπτήρων και των στραγγαλιστικών πηνίων. Ο αριθμός και η ισχύς των φωτιστικών σωμάτων που θα εγκατασταθούν σε ένα χώρο καθορίζονται από τον τύπο και τη φωτεινή δραστηριότητα (απόδοση) των λαμπτήρων (lm/W), τον τύπο φωτιστικών και την ελάχιστη απαιτούμενη στάθμη φωτισμού (lx) που πρέπει να εξασφαλιστούν στον εκάστοτε κτίριο.

Η χρήση του κτιρίου είναι <<γραφεία>> όπως έχει προαναφερθεί και μέσα από την TOTEE 20701-1/2010 λαμβάνουμε τα εξής στοιχεία:

- Από τον πίνακα 2.4 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 η στάθμη φωτισμού για τη χρήση των γραφείων είναι 500lx.
- Από τον πίνακα 5.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 η τιμή της φωτεινής δραστηριότητας των λαμπτήρων που είναι γραμμικού φθορισμού είναι 80(lm/W).
- Από τον πίνακα 5.1α της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 τα φωτιστικά των λαμπτήρων είναι γραμμικού φθορισμού T5 και η τιμή της πυκνότητας ισχύος ανά 100lx είναι 3,2 (W/m²/100lx).
- Από τον πίνακα 5.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνονται οι ώρες λειτουργίας της ημέρας T_D και οι ώρες λειτουργίας της νύχτας T_N που είναι 2080 και 520 αντιστοίχως.

Με βάση τους πίνακες υπολογίστηκε η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού του προς μελέτη κτιρίου και είναι ίση με 33,48kW.

Ο υπολογισμός γίνεται ως εξής :

- Απαιτούμενη στάθμη φωτισμού για χώρους γραφείων : 500lx

- Τετραγωνικά θερμαινόμενων χώρων που θα καλύψουν: 5357,5 m²

- Lumen = lux * m² , Lumen = 500 * 5357,5 = 2.678.750

- Φωτεινή δραστηριότητα του λαμπτήρα T5 φορισμού : 80 lm/W

Επομένως η εγκατεστημένη ισχύς θα είναι :

$$P=2678750 \text{ lumen} / 80 \text{ lumen/W}$$

$$P=33480 \text{ W ή } 33,48 \text{ kW}$$

Φυσικός φωτισμός:

Στο κτίριο όπως προαναφέρθηκε στην ενότητα 2.8 υπάρχουν πολλά ανοίγματα σε κάθε προσανατολισμό .Η χρήση του φυσικού φωτισμού εξαρτάται από τον προσανατολισμό του κτιρίου, τον ηλιασμό του ,τα πλευρικά ανοίγματα των χώρων του, τα ανοίγματα οροφής, τις ώρες λειτουργίας, τη χρήση και τις διαστάσεις των χώρων του.

Στην ενεργειακή επιθεώρηση εκτιμάται το ποσοστό του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης που καλύπτεται με φυσικό φωτισμό. Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 ορίζει ότι αν σε ένα χώρο υπάρχει πλευρικό άνοιγμα , το οποίο έχει πλάτος W_{π} και ύψος πρεκτιού h_{π} , τότε η ζώνη φυσικού φωτισμού που σχηματίζει καλύπτει μέρος του χώρου επάνω από την επιφάνεια εργασίας(με ύψος h_{EE}) και έχει βάθος $L_{Z\Phi\Phi}$, που εξαρτάται από το ύψος της δέσμης φυσικού φωτισμού $h_{Z\Phi\Phi}$ (ύψος μεταξύ πρεκτιού και επιφάνεια εργασίας) και υπολογίζονται από τις σχέσεις :

$$L_{Z\Phi\Phi}= 2,5 * h_{Z\Phi\Phi}$$

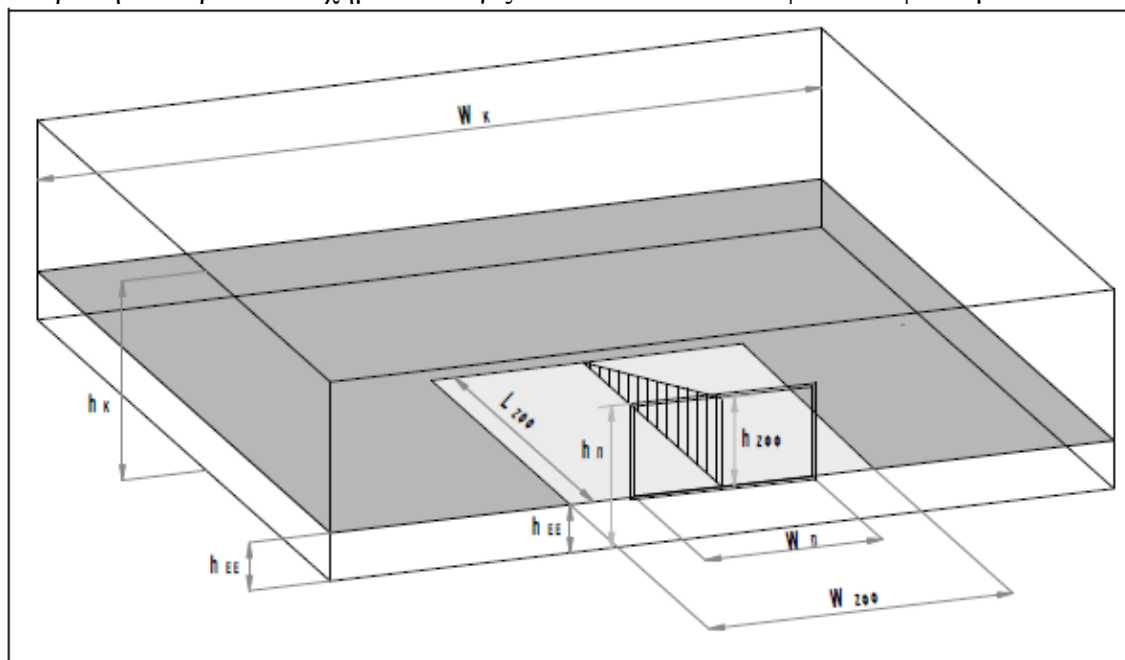
$$h_{Z\Phi\Phi}= h_{\pi} * h_{EE}$$

Αντίστοιχα , το πλάτος της ζώνης φυσικού φωτισμού W_{π} , υπολογίζεται ως το άθροισμα του πλάτους του παραθύρου W_{π} και το μισό του βάθους της ζώνης φωτισμού $L_{Z\Phi\Phi}$, όπως περιγράφεται στην ακόλουθη σχέση:

$$W_{Z\Phi\Phi}= W_{\pi} + 0,5 * L_{Z\Phi\Phi}$$

Οι παραπάνω σχέσεις υπολογίστηκαν με βάση τον πίνακα υπολογισμών 23, 24, 25 (ΠΑΡΑΤΗΜΑ)

Με βάση το παρακάτω σχήμα υπολογίζεται το ποσοστό του φυσικού φωτισμού:



Σχήμα 4: Ζώνη φωτισμού από πλευρικά ανοίγματα χώρων

Στον ακόλουθο πίνακα υπολογίστηκε ο φυσικός φωτισμός που περνάει στους θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου με ανοίγματα ανά όροφο για κάθε προσανατολισμό, καθώς και το ποσοστό στο σύνολο του.

Ισόγειο :

Συνολική επιφάνεια ισογείου m ²	1377
Συνολικό εμβαδόν φυσικού φωτισμού m ²	1281

1^{ος} Όροφος :

Συνολική επιφάνεια 1ο Ορόφου m ²	1988
Συνολικό εμβαδόν φυσικού φωτισμού m ²	1603

2^{ος} Όροφος :

Συνολική επιφάνεια 2ου Ορόφου m ²	1992
Συνολικό εμβαδόν φυσικού φωτισμού m ²	1607

Συνολικό :

Συνολική τελική επιφάνεια m ²	5357,5
Συνολική επιφάνεια φυσικού φωτισμού m ²	4491

Το ποσοστό της περιοχής φυσικού φωτισμού είναι $4491/5357,5 = 0,83$ ή 83%.

4.5.4 Σύστημα μηχανικού αερισμού

Το προς μελέτη κτίριο ανήκει στην κατηγορία που δεν υπάρχει σύστημα κλιματισμού ή μηχανικού αερισμού / εξαερισμού, γι αυτό το ορίσαμε ένα θεωρητικό σύστημα μηχανικού αερισμού (παροχή αέρα σύμφωνα με τα ελάχιστα απαιτούμενα όρια νωπού αέρα, χωρίς ανακυκλοφορία και χωρίς ανάκτηση θερμότητας / ψύξης), με ανεμιστήρες (ειδική ηλεκτρική ισχύς 1,0 kW/m³/s), σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Γι αυτό το λόγο ορίστηκε ένα θεωρητικό σύστημα μηχανικού αερισμού όπου μετρήθηκε μόνο στους χώρους που θερμαίνονται πόσος είναι ο απαιτούμενος νωπός αέρας που χρειάζεται στους χώρους με χρήση γραφείων από τον πίνακα 2.3 της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 όπου ο νωπός αέρας είναι 3,00 m³/h/m². Η συνολική επιφάνεια του κτιρίου θερμαινόμενων χώρων είναι 5357,5 m². Επομένως η μέση παροχή του αέρα, για την χειμερινή περίοδο λειτουργίας της μονάδας είναι 3,00*5357,5 = 16072,5 m³/h και αντίστοιχα και η μέση παροχή του αέρα, για την θερινή περίοδο λειτουργίας της μονάδας είναι 3,00*5357,5 = 16072,5 m³/h. Για τον συντελεστή ανακυκλοφορίας και συντελεστή ανάκτησης θερμότητας εμφανίζεται η προεπιλεγμένη τιμή 0, όπως ορίζεται από το θεωρητικό σύστημα. Τέλος, ορίζεται η συνολική ειδική ηλεκτρική ισχύς των ανεμιστήρων προσαγωγής και επιστροφής της μονάδας που ισούται με 1,0 (kW/s / m³). Η ειδική ηλεκτρική ισχύς είναι η ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα ανά μονάδα παρεχόμενου αέρα. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται το θεωρητικό σύστημα του μηχανικού αερισμού που δηλώσαμε στο λογισμικό TEE-KENAK.

Εικόνα 16: Φόρμα καταχώρησης του λογισμικού TEE-KENAK για μηχανικό αερισμό

		Μηχανικός αερισμός	ZNK	Φωτισμός										
		Τύπος	Τμ. Θερ.	F_h (m ³ /h)	R_h (-)	Q_r_h (-)	Τμ. Ψύξ.	F_c (m ³ /h)	R_c (-)	Q_r_c (-)	Τμ. Υγρ.	H_r (-)	Φίλτρα	E_vent (kW/m ² /s)
▶	1	Θεωρητικό σύστημα	<input type="checkbox"/>	16072.5	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	16072.5	0.0	0.0	<input type="checkbox"/>	0.0	<input type="checkbox"/>	1
*	2		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5.Ενεργειακή κατάταξη υφιστάμενου κτιρίου

Καταχωρούμε τα δεδομένα που συλλέξαμε για το υπάρχον κτίριο στο λογισμικό TEE-KENAK και πραγματοποιούμε την διαδικασία υπολογισμού της ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου. Μετά το τέλος της ανάλυσης των υπολογισμών του λογισμικού εμφανίζεται η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου καθώς και ένας πίνακας που μας δείχνει τις διαφορές και την δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων σε σχέση, είτε με το κτίριο αναφοράς, είτε με τα σενάρια για την ενεργειακή του αναβάθμιση.

Οι τελικές χρήσεις που εμφανίζονται αφορούν την θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ, φωτισμό, συνεισφορά παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ΑΠΕ και ΣΗΘ σε πρωτογενή ενέργεια.

Βάσει της τελικής ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης του κτιρίου, καθορίζεται και η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσης του. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτιρίων.

Πίνακας 37: Κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης κτιρίων

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

Όπου

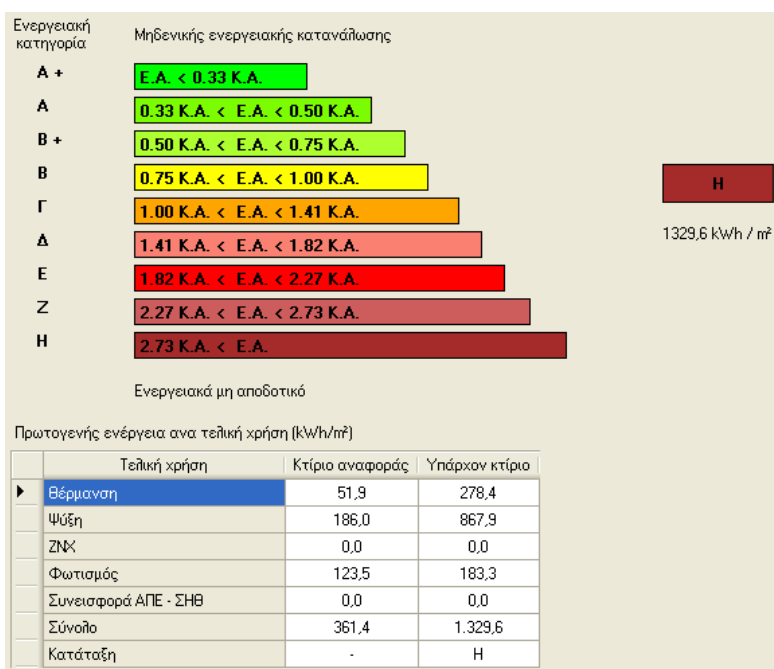
EP : Υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου

R_R : Υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς

T : το πηλίκο της υπολογιζόμενης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (R_R) . $T = EP/R_R$

Η τελική ενεργειακή κατάταξη του υπάρχοντος κτιρίου προκύπτει από την παρακάτω εικόνα.

Εικόνα 17: Ενεργειακή κατάταξη υπάρχοντος κτιρίου



Όπως παρατηρούμε η ενεργειακή κατάταξη του υφιστάμενου κτιρίου του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ ανήκει στην χαμηλότερη ενεργειακή κατάταξη <<H>> με σύνολο κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας 1329,6 kWh/m². Παρατηρούμε πολύ μεγάλες διαφορές στις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης του εξεταζόμενου κτιρίου από το κτίριο αναφοράς. Η πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση ZNX είναι μηδενική για το λόγο ότι σε κτίριο με χρήση <<γραφείων>> δεν απαιτείται σύστημα παραγωγής ZNX.

Ακόμη το λογισμικό μας εμφανίζει σε μορφή πίνακα τα αποτελέσματα του κτιρίου σε μηνιαία και ετήσια βάση για:

- **Ενεργειακές απαιτήσεις kWh/m².** Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, ύγρανση και ZNX.
- **Ενεργειακή κατανάλωση, kWh/m².** Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές τελικής ενεργειακής κατανάλωσης για: θέρμανση (συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση των βοηθητικών μονάδων καθώς επίσης του αερισμού και της ύγρανσης κατά τους χειμερινούς μήνες, αν υπάρχουν), συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση (η οποία έχει ήδη συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση), ψύξη (συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση των βοηθητικών μονάδων καθώς επίσης του αερισμού και της ύγρανσης κατά τους θερινούς μήνες, αν υπάρχουν), ζεστό νερό χρήσης (ZNX), συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για ZNX (η οποία έχει ήδη συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση ενέργειας για ZNX), φωτισμό, συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΦΒ (η οποία αφαιρείται από την συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση) και συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση.
- **Εκπομπές CO₂, kg/m².** Εμφανίζονται ετήσιες τιμές για τις εκπομπές CO₂, ανάλογα με το ποιά καύσιμα έχει εισάγει ο χρήστης στα διάφορα συστήματα του κτιρίου, για ηλεκτρική ενέργεια, φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης, άλλα ορυκτά

καύσιμα (υγραέριο, τηλεθέρμανση από ΔΕΗ), ηλιακή ενέργεια, βιομάζα, γεωθερμία, άλλες ΑΠΕ, καθώς επίσης και τις συνολικές εκπομπές.

- **Κατανάλωση καυσίμων, kWh/m².** Εμφανίζονται ετήσιες τιμές για κατανάλωση καυσίμων, ανάλογα με το ποιά καύσιμα έχει εισάγει ο χρήστης στα διάφορα συστήματα του κτιρίου, για ηλεκτρική ενέργεια, φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης, άλλα ορυκτά καύσιμα (υγραέριο, τηλεθέρμανση από ΔΕΗ), ηλιακή ενέργεια, βιομάζα, γεωθερμία, άλλες ΑΠΕ, καθώς επίσης και τη συνολική κατανάλωση.

Στην παρακάτω εικόνα υπολογίστηκαν οι ενεργειακές απαιτήσεις και ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) του εξεταζόμενου κτιρίου καθώς και τις καταναλώσεις καυσίμων και εκπομπών CO₂ (kg/m²).

Εικόνα 18: Ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις υπάρχοντος κτιρίου

Υπάρχον κτίριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μα.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	29,9	25,5	21,3	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,2	23,6	114,3
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	28,0	76,5	74,0	9,3	0,0	0,0	0,0	192,8
	Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ZNκ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μα.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	64,2	54,8	46,1	17,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	22,8	51,0	257,0
	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	44,8	121,1	117,1	30,0	0,0	0,0	0,0	313,9
	ZNκ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστά νερά χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Φωτισμός	5,4	4,8	5,4	5,2	5,4	5,2	5,4	5,4	5,2	5,4	5,2	5,4	63,2
	Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	69,6	59,7	51,5	22,4	6,2	50,0	126,5	122,5	35,2	6,2	28,0	56,4	634,1
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)		Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)										
▶	Ηλεκτρισμός	386,7		382,4										
	Πετρέλαιο	0,0		0,0										
	Φυσικό αέριο	247,9		48,6										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλιακή	0,0		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	634,1		431,0										

Βάσει των αποτελεσμάτων οι ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις του κτιρίου πρέπει να μειωθούν ώστε να αυξηθεί η ενεργειακή του κατάταξη και να κριθεί βιώσιμο. Γι αυτό το λόγο πρέπει να ληφθούν κάποιες παρεμβάσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

6.Ενεργειακές παρεμβάσεις στο υφιστάμενο κτίριο

Σε αυτό το κεφάλαιο θα προτείνουμε λύσεις για την ανακαίνιση και ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου, με σκοπό να πληρεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. Μετά την ενεργειακή κατάταξη του προς μελέτη κτιρίου, προτείνονται κατά περίπτωση επεμβάσεις αναβάθμισης που χωρίζονται σε σενάρια. Στα σενάρια αυτά, αποσκοπούμε να εκτιμήσουμε κατ' αρχάς τις συνολικές δυνατότητες μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης και αναβάθμισης της ενεργειακής κατάταξης του υπάρχοντος κτιρίου, και κατά δεύτερον την οικονομική αξιολόγηση των επεμβάσεων με βάση το αρχικό κόστος επένδυσης και τη μείωση του λειτουργικού κόστους, υπολογίζοντας τελικά τον απλοποιημένο χρόνο απόσβεσης της επένδυσης.

6.1 Σενάριο 1

6.1.1 Θερμομόνωση εξωτερικών τοίγων και οροφής

Στο κτίριο θα γίνει εξωτερική θερμομόνωση προκειμένου να μειωθεί το κόστος θέρμανσης και ψύξης του χώρου και να επιτευχθεί η ενεργειακή αναβάθμιση. Από την ενεργειακή μελέτη και ενεργειακή κατάταξη του προς μελέτη κτιρίου καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση είναι 278,4 kWh/m² και για ψύξη είναι 394,9 kWh/m², ενώ στο κτίριο αναφοράς για θέρμανση είναι 51,9 kWh/m² και για ψύξη είναι 186 kWh/m².

Η πρώτη παρέμβαση που θα επιχειρήσουμε είναι η θερμομόνωση σε όλους τους εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου και της οροφής του. Το θερμομονωτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε είναι η <<Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες>> γνωστό και ως Dow.

Όλες οι στρώσεις των δομικών στοιχείων των εξωτερικών τοίγων και της οροφής αναλύθηκαν με βάση την πυκνότητα τους, το πάχος τους, το βάρος της επιφάνειάς τους (όπου είναι το γινόμενο της πυκνότητας και του πάχους τους), τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ (που μας δείχνει την ποσότητα θερμότητας που περνάει μέσα από το υλικό) και τέλος την συνολική θερμική αντίσταση R που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η διαμόρφωση των στρώσεων των δομικών στοιχείων των εξωτερικών τοίγων.

Πίνακας μετρήσεων 1: Στρώσεις εξωτερικών δομικών στοιχείων με μόνωση

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ					
ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΤΟΙΧΟΣ ΜΕ ΤΟΥΒΛΟΔΟΜΗ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ					
ΣΤΡΩΣΕΙΣ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΠΑΧΟΣ	ΒΑΡΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΣΥΝΤ.ΘΕΡΜ.ΑΓΩΓ λ	R=d/λ
Εσ.επίχρισμα	2000	0,01	20	1,4	0,007
Τουβλοδομή	800	0,06	48	0,47	0,128
Διάκενο		0,06			0,120
Τουβλοδομή	800	0,06	48	0,47	0,128
Μόνωση	15	0,05	0,75	0,03	1,667
Εξ.επίχρισμα	2000	0,01	20	0,87	0,011
Σύνολο R_{ολ}					2,061

Με βάση τον πίνακα της TOTEE 20701-2/2010 επιλέγονται για εξωτερικούς τοίχους οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης $R_i=0,130$ και $R_a=0,040$ και σε $(m^2 \cdot K)/W$ για να υπολογιστεί με ακρίβεια ο συντελεστής θερμοπερατότητας U .

Πίνακας 38: Τιμές συντελεστών θερμικής μετάβασης και αντιστάσεων θερμικής μετάβασης κατά το ISO 6946, εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο.

Α/Α	Δομικό στοιχείο	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		$1/R_i$	$1/R_a$	R_i	R_a
		$W/(m^2 \cdot K)$	$W/(m^2 \cdot K)$	$(m^2 \cdot K)/W$	$(m^2 \cdot K)/W$
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7,70	7,70	0,13	0,13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7,70	–	0,13	0,00
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	25,00	0,10	0,04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	10,00	0,10	0,10
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	25,00	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	0,00

Επομένως,

Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας U		
R_i	0,13	
R_a	0,04	
$R_{ολ}$	2,06	
$R_i+R_a+R_{ολ}$	2,23	
$U=1/R_i+R_a+R_{ολ}$	1/2,23	
U	0,45	$U=0,45 < 0,50$

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας των εξωτερικών τοίχων μετά την θερμομόνωση 5cm είναι $U=0,45 W/m^2 \cdot K$

Αντιστοίχως έγινε θερμομόνωση με το ίδιο θερμομονωτικό υλικό <<Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη σε πλάκες>> 5cm στην οροφή του κτιρίου.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η διαμόρφωση των στρώσεων των δομικών στοιχείων της οροφής.

Πίνακας μετρήσεων 2: Στρώσεις δομικών στοιχείων οροφής.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ					
ΟΡΟΦΗ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ					
ΣΤΡΩΣΕΙΣ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	ΠΑΧΟΣ	ΒΑΡΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	ΣΥΝΤ.ΘΕΡΜ.ΑΓΩΓ Λ	R=d/Λ
Πλάκες ταρατσας	2000	0,05	40	1,05	0,047
Τσιμεντοκονία	2000	0,02	40	1,4	0,014
Στεγάνωση	1200	0,004	4,8	0,17	0,023
Μπετόν κλίσεων	500	0,1	50	0,145	0,689
Μόνωση	900	0,05	45	0,03	1,667
Φράγμα υδρατμών	1200	0,003	45	0,17	0,017
Οπλ.Σκυρόδεμα	2200	0,2	440	1,65	0,121
Εξ.Επιχρισμα	2000	0,01	20	0,87	0,011
Σύνολο					2,589

Αντίστοιχα με βάση τον πίνακα 3.β της ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 επιλέγονται για στέγη (οροφή) οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης $R_i=0,100$ και $R_a=0,040$ και σε $(m^2 \cdot K)/W$ για να υπολογιστεί με ακρίβεια ο συντελεστής θερμοπερατότητας U .

Επομένως,

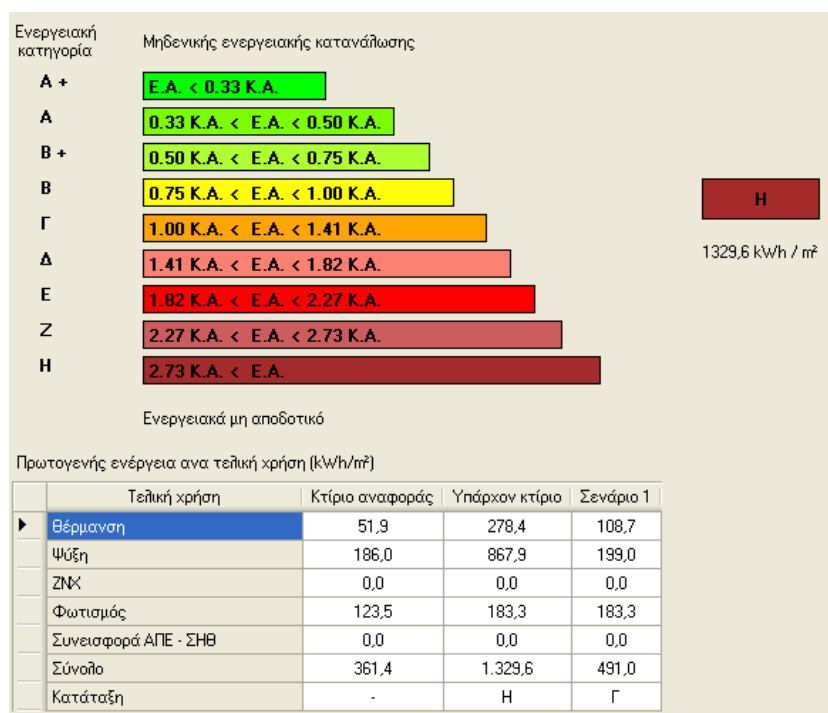
Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας U		
R_i	0,100	
R_a	0,040	
$R_{ολ}$	2,589	
$R_i+R_a+R_{ολ}$	2,729	
$U=1/R_i+R_a+R_{ολ}$	1/2,729	
U	0,37	$U=0,37 < 0,45$

Και με τις δύο θερμομονώσεις που γίνανε ,το προς αναβάθμιση κτίριο πληρεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του ΚΕΝΑΚ με βάση τον πίνακα 6 στην ενότητα 3.1 για τους εξωτερικούς τοίχους που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και για την οροφή.

6.1.2 Αποτελέσματα παρέμβασης σεναρίου 1^ο

Αφού εισάγαμε τα παραπάνω δεδομένα με $U=0,45$ για τους εξωτερικούς τοίχους και $U=0,37$ για την οροφή του κτιρίου στο λογισμικό TEE-KENAK και εκτελέσαμε του υπολογισμούς ,προκύπτει ότι το κτίριο αναβαθμίζεται ενεργειακά σε κατηγορία <<Γ>> στην παρακάτω εικόνα.

Εικόνα 19: Ενεργειακή κατάσταση κτιρίου με το σεναρίου 1^ο



Από την παραπάνω εικόνα παρατηρούμε ότι, έχουμε μείωση της κατανάλωσης σε θέρμανση από 278,4 kWh/m² σε 108,7 kWh/m² δηλ ποσοστό 61% και μείωση της κατανάλωσης σε ψύξη από 867,9 kWh/m² δηλ 199 kWh/m² σε ποσοστό 77%, ενώ ο φωτισμός παρέμεινε σταθερός. Αυτό οφείλεται στο ότι, στο κτίριο με την επέμβαση της θερμομόνωσης στους τοίχους και την οροφή μειώθηκαν σημαντικά οι απώλειες ενέργειας για θέρμανση και ψύξη. Με την επέμβαση του σεναρίου 1^ο η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας είναι 491,0 kWh/m² ,έχουμε μείωση 63% σε σχέση με το υπάρχον κτίριο.

6.1.3 Κόστος επένδυσης και απόσβεση σεναρίου 1^ο

Το κόστος επένδυσης για την παραπάνω παρέμβαση είναι :

- Θερμομόνωση με κόστος υλικού 2€/m² κόστος εργασίας 30€
- Κόστος θερμομόνωσης με 5cm : 40€/m² , δηλαδή (5*2€/m² + 30€)
- Εμβαδόν εξωτερικών τοίχων : 2932 m²
- Εμβαδόν οροφής : 1992,5 m²
- Συνολικό εμβαδόν : 4924,5 m²
- Κόστος επένδυσης = 4924,5 m² * 40€/m² = 196.978,4 €

Στον παρακάτω εικόνα παρατηρούμε την τεχνοοικονομική ανάλυση του σεναρίου 1 ,την περίοδο απόσβεσης της επένδυσης που είναι 3,6 έτη.

Εικόνα 20: Τεχνοοικονομική φόρμα λογισμικού για το σενάριο 1^ο

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής				
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	22.521,1	84.976,6	30.856,6
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			196.978,4
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			838,5
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			63,1
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,2
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			272,3
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			3,6

Η επέμβαση αυτή αποτελεί σημαντική και συμφέρουσα επένδυση για την θωράκιση θερμομόνωσης στο κτίριο και στις ανάγκες του.

6.2 Σενάριο 2^ο

6.2.1 Αντικατάσταση φωτιστικών T5 φθορισμού με LED panels

Όπως παρατηρούμε από την ενεργειακή επιθεώρηση για το υπάρχον κτίριο βλέπουμε ότι η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για φωτισμό είναι 183,3 kWh/m² και για το κτίριο αναφοράς είναι 123,5 kWh/m² ,δηλ έχουμε αύξηση 48% της κατανάλωσης φωτισμού. Η κατανάλωση φωτισμού παρέμεινε σταθερή στα 183,3 kWh/m² παρόλη την παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε στο σενάριο 1^ο. Γι αυτό το λόγο η παρέμβαση που θα πραγματοποιήσουμε στο σενάριο 2^ο είναι η αντικατάσταση των φωτιστικών οροφής T5 φθορισμού με την νέα τεχνολογία στον τομέα του φωτισμού με led panels χωνευτά οροφής. Μετά από έρευνα αγοράς επιλέχτηκαν led panels με φωτεινή δραστηριότητα 125 lm/W που θα λειτουργήσει ως μια πολύ καλή λύση στους χώρους των γραφείων του κτιρίου. Το led panel φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

Εικόνα 21:



Με βάση την TOTEE 20701-1/2010 η απαιτούμενη στάθμη φωτισμού για χώρους γραφείων παραμένει σταθερή και είναι 500lx. Συνεπώς θα υπολογιστεί η εγκατεστημένη ισχύς του φωτισμού μετά την τοποθέτηση των νέων Led panels.

Ο υπολογισμός γίνεται ως εξής :

- Απαιτούμενη στάθμη φωτισμού για χώρους γραφείων : 500lx
- Τετραγωνικά θερμαινόμενων χώρων που θα καλύψουν: 5357,5 m²
- Lumen = lux * m² , Lumen = 500 * 5357,5 = 2.678.750
- Φωτεινή δραστηριότητα του Led panel : 125 lm/W

Επομένως η εγκατεστημένη ισχύς θα είναι :

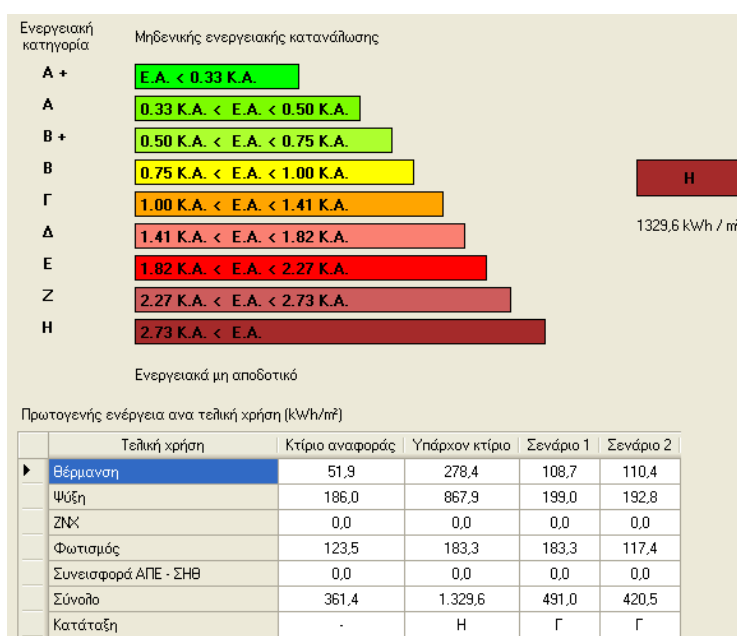
$$P=2678750 \text{ lumen} / 125 \text{ lumen/W}$$

$$P=21430 \text{ W ή } 21,43 \text{ kW}$$

6.2.2 Αποτελέσματα παρέμβασης σεναρίου 2^ο

Αφού εισάγαμε τα παραπάνω δεδομένα με εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού 21,43kW του κτιρίου στο λογισμικό TEE-KENAK και εκτελέσαμε του υπολογισμούς ,προκύπτει ότι, το κτίριο αναβαθμίζεται ενεργειακά σε κατηγορία <<Γ>> στην παρακάτω εικόνα:

Εικόνα 22: Ενεργειακή κατάσταση κτιρίου με το σεναρίου 2^ο



Από την παραπάνω εικόνα παρατηρούμε ότι μετά την εγκατάσταση των led panels η κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε κατά (68%) σε σχέση με το υπάρχον κτίριο και (14%) σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας του σεναρίου 1^ο. Παράλληλα η κατανάλωση ενέργειας του φωτισμού από 183,3 kWh/m² μειώθηκε σε 117,4 kWh/m², επομένως έχουμε μια

μείωση (35%) από το υπάρχον κτίριο και από το σενάριο 1^ο όπου δεν επηρεάστηκε ο φωτισμός. Παρατηρούμε επίσης μια ελάχιστη μείωση (3%) της κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη και μια ελάχιστη αύξηση στην κατανάλωση για θέρμανση (1%) λόγω της αντικατάστασης των led panels.

Η απαίτηση για ψύξη μειώθηκε, ενώ η απαίτηση για θέρμανση αυξήθηκε μετά την παρέμβαση του σεναρίου 2^ο.

6.2.3 Κόστος επένδυσης και απόσβεση

Το κόστος επένδυσης για την παραπάνω παρέμβαση είναι :

-Led panels :1460 τμχ * 9,65 €/τμχ = 14089€

-Έξοδα τοποθέτησης : 300 €

-Κόστος επένδυσης για τον φωτισμό : 14389 €

-Συνολικό κόστος επένδυσης σε συνδυασμό με το σενάριο 1^ο = 14389€ + 196.978,4€= 211.367,4 €

Στον παρακάτω εικόνα παρατηρούμε την τεχνοοικονομική ανάλυση του σεναρίου 2^ο ,την περίοδο απόσβεσης της επένδυσης που είναι 3,7 έτη.

Εικόνα 23: Τεχνοοικονομική φόρμα λογισμικού για το σενάριο 2^ο

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής					
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	22.521,1	84.976,6	30.856,6	27.117,2
	Άρχικό κόστος επένδυσης (€)			196.978,4	211.367,4
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			838,5	909,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			63,1	68,4
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,2	0,2
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			272,3	296,9
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			3,6	3,7

Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε ότι η περίοδος απόσβεσης του σεναρίου 1^ο έχει μια ελάχιστη διαφορά με αυτήν του σεναρίου 2^ο. Το σενάριο 2^ο πέρα από την αντικατάσταση των led panels ,έχει και την θερμομόνωση (5cm) του κτιρίου που πραγματοποιήθηκε στο σενάριο 1^ο . Επομένως, αποτελεί μια επίσης συμφέρουσα επένδυση διότι τα έτη απόσβεσης τους είναι σχετικά κοντά και το σενάριο 2^ο είναι πιο αποδοτικό παρά το παραπάνω κόστος επιβάρυνσης της επένδυσης.

6.3 Σενάριο 3°

6.3.1 Τοποθέτηση νέων κουφωμάτων εξοικονόμησης ενέργειας

Η δεύτερη παρέμβαση που θα πραγματοποιηθεί στο κτίριο είναι η αντικατάσταση όλων των παλιών κουφωμάτων με νέα κουφώματα αλουμινίου εξοικονόμησης ενέργειας με σκοπό να δημιουργηθεί πλήρης θερμομόνωση στο κτίριο και να μειωθούν οι καταναλώσεις ενέργειας για θέρμανση και ψύξη που παραμένουν υψηλές σε σχέση με το κτίριο αναφοράς έπειτα και από την πρώτη μας παρέμβαση του σεναρίου 1°. Μετά από αναζήτηση και έρευνα αγοράς επιλέχθηκαν μεταλλικά ανοιγόμενα κουφώματα με θερμοδιακοπή 12mm, με ποσοστό πλαισίου 20%, διπλός υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπομπής 12mm. Από τον πίνακα της TOTTE 20701-1/2010 ο συντελεστής θερμοπερατότητας των νέων κουφωμάτων είναι $U=2,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ πληρώντας τις ελάχιστες απαιτήσεις του κανονισμού. $U=2,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} < 3,0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ για τα ανακαινισμένα κτίρια ενότητα 3 πίνακας 4.2.

Εικόνα 24: Νέα κουφώματα αντικατάστασης



Με βάση τους πίνακες 20,21,22,23 της TOTTE που αναφέραμε στην ενότητα 4.3.1 και 4.3.2 συλλέξαμε τα στοιχεία του νέου κουφώματος και υπολογίσαμε τον συντελεστή θερμοπερατότητας του ($U=2,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$)

- $U_f = 3,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- $U_g = 1,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- $A_f = 0,72 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- $A_g = 6,08 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- $L_g = 43,2 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$
- $\Psi_g = 0,11 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

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

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η καταχώρηση του νέου κουφώματος

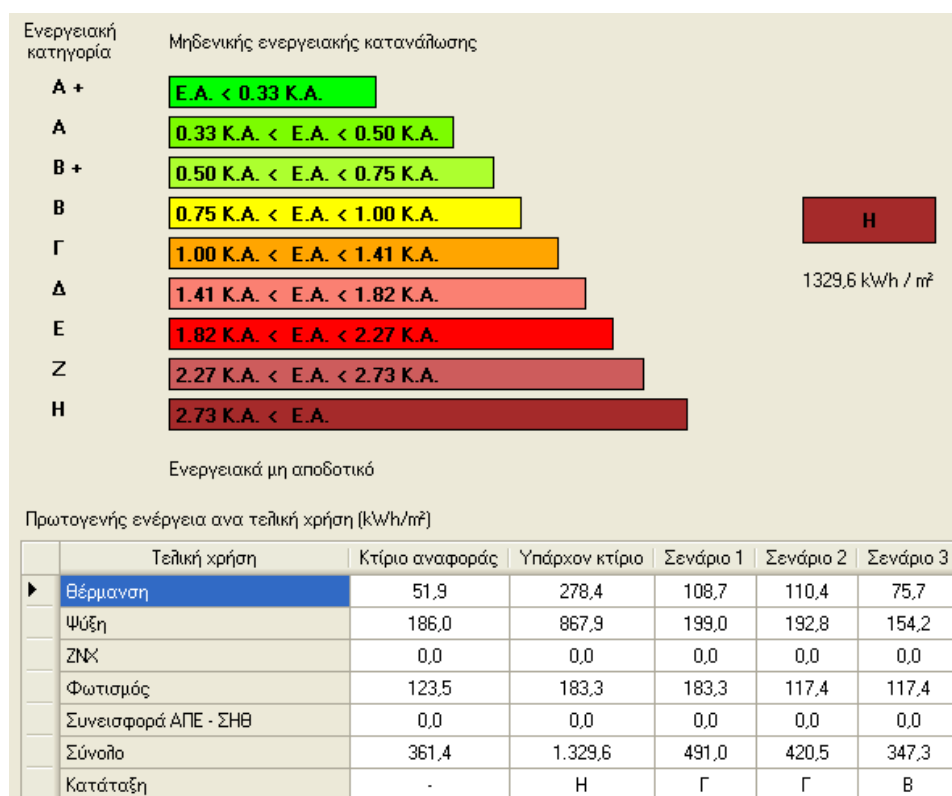
Εικόνα 25: Φόρμα καταχώρησης κουφωμάτων στο λογισμικό TEE-KENAK

Τύπος ανοίγματος*	U (W/m²K)	g_w (-)
Μεταλλικό με θ.δ. 12mm 20% Δίδυμος με μεμβράνη χαμ. εκπ. με διάκενο αέρα 12mm	2.6	0.48

6.3.2 Αποτελέσματα παρέμβασης σεναρίου 3^ο

Αφού εισάγαμε τα παραπάνω δεδομένα σε όλα τα καινούργια κουφώματα που θα τοποθετηθούν με $U=2,6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ στο κτίριο στο λογισμικό TEE-KENAK και εκτελέσαμε του υπολογισμούς ,προκύπτει ότι το κτίριο παραμένει ενεργειακά σε κατηγορία <> στην παρακάτω εικόνα.

Εικόνα 26: Ενεργειακή κατάσταση κτιρίου με το σεναρίου 3^ο



Από την παραπάνω εικόνα παρατηρούμε ότι το κτίριο παρέμεινε σε σταθερή ενεργειακή κατάταξη <> αλλά υπήρχε μια μείωση της κατανάλωσης σε θέρμανση από 108,7 kWh/m² σε 72,5 kWh/m² σε ποσοστό 33% και μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη από 199,0 kWh/m² σε 159,0 kWh/m² σε ποσοστό 20% ,ενώ ο φωτισμός παραμένει σταθερός. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το κτίριο με αυτή την παρέμβαση να μειωθεί κατά 68% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας του από 1329,6 kWh/m² σε 414,8 kWh/m² σε σχέση με το υπάρχον κτίριο και μείωση 15% σε σχέση με την επέμβαση του σεναρίου 1^ο. Η αντικατάσταση των νέων κουφωμάτων σε συνδυασμό με την παρέμβαση του σεναρίου 1^ο βοήθησε ώστε να ολοκληρωθεί πλήρης θερμομόνωση του κτιρίου και να μειωθούν οι απώλειες του.

6.3.3 Κόστος επένδυσης και απόσβεση

Μετά από έρευνα στο διαδίκτυο και έρευνα αγοράς μέσω του προγράμματος <<Εξοικονόμηση κατ'οίκον>> βρήκαμε το κόστος των ανοιγόμενων κουφωμάτων που θα τοποθετηθούν στην παρακάτω εικόνα :

Εικόνα 27: Κοστολόγηση Εξοικονομώ κατ'οίκον

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ	ΑΝΩΤΑΤΑ ΟΡΙΑ ΕΠΙΛΕΞΙΜΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΔΑΠΑΝΗΣ
1. Αντικατάσταση κουφωμάτων και συστημάτων σκίασης	1.Α. Συρόμενα ή επάλληλα 1.Β. Ανοιγόμενα 1.Γ. Μόνο υαλοπίνακες 1.Δ. Εξωτερικά σταθερά συστήματα σκίασης και εξώφυλλα	1.Α. Για συρόμενα ή επάλληλα με υαλοπίνακα (χωρίς παντζούρια / ρολά): i) για $2,8 < U < 3,2$: 210 €/m ² ii) για $U \leq 2,8$: 250 €/m ² 1.Β. Για ανοιγόμενα με υαλοπίνακα (χωρίς παντζούρια / ρολά): i) για $2,8 < U < 3,2$: 250 €/m ² ii) για $U \leq 2,8$: 280 €/m ² 1.Γ. Μόνο Υαλοπίνακες: i) για $1,4 < U \leq 1,9$: 60 €/m ² ii) για $U \leq 1,4$: 75 €/m ² 1.Δ. Εξωτερικά σταθερά συστήματα σκίασης και εξώφυλλα: Έως 2.500 € ανά ιδιοκτησία

Με βάση την παραπάνω εικόνα, για ανοιγόμενα κουφώματα με υαλοπίνακα και συντελεστή $U < 2,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ η τιμή είναι 280 €/m².

Το κόστος επένδυσης για την παραπάνω παρέμβαση είναι:

- Κόστος ανοιγόμενων κουφωμάτων : 280 €/m²
- Συνολικό εμβαδόν των παραθύρων που θα αντικατασταθούν: 1483,13 m²
- Κόστος επένδυσης : 415.276,4 €
- Κόστος επένδυσης σεναρίου 2^ο και 3^ο: 211367,4 € + 415.276,4 € = 626.643,8 €

Στην παρακάτω εικόνα παρατηρούμε την τεchnοοικονομική ανάλυση του σεναρίου 2^ο, σε συνδυασμό με το σενάριο 1^ο και την περίοδο απόσβεσης τους που είναι 9,9 έτη.

Εικόνα 28: Τεchnοοικονομική φόρμα λογισμικού σεναρίου 3^ο

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής						
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	22.521,1	84.976,6	30.856,6	27.117,2	21.534,6
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			196.978,4	211.367,4	626.643,8
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			838,5	909,0	982,3
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			63,1	68,4	73,9
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,2	0,2	0,5
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			272,3	296,9	317,3
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			3,6	3,7	9,9

Από την τεchnοοικονομική ανάλυση του σεναρίου 3^ο παρατηρούμε ότι η περίοδος απόσβεσης είναι 9,9 έτη (περίπου ≈ 10 έτη), αυξημένη κατά (63%) σε σχέση με το σενάριο 1^ο και (62%) από το σενάριο 2^ο ενεργειακής αναβάθμισης. Με βάση την έκταση του κτιρίου και την θερμομόνωση, την αντικατάσταση των φωτιστικών και την τοποθέτηση νέων κουφωμάτων σε ένα αρκετά μεγάλο μέρος του κτιρίου, το σενάριο 3^ο αποτελεί μια συμφέρουσα επένδυση. Το αποτέλεσμα των τριών παρεμβάσεων κατατάσσει το κτίριο σε κατηγορία <> διότι επιτυγχάνει :

- Μείωση στις εκπομπές CO₂ κατά (6%) από το σενάριο 2^ο και (14%) από το σενάριο 1^ο
- Αυξάνει την εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας στο κτίριο κατά (7,5%) από το σενάριο 2^ο και κατά (14%) από το σενάριο 1

Με βάση όλα τα παραπάνω σενάρια στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το κάθε σενάριο ξεχωριστά :

Πίνακας 39: Σενάρια παρέμβασης στο κτίριο

Σενάριο παρέμβασης 1 ^ο	Θερμομόνωση 5cm σε εξωτερικούς τοίχους και οροφή με αφρώδη εξηλασμένη πολυστερίνη
Σενάριο παρέμβασης 2 ^ο	Θερμομόνωση 5cm σε εξωτερικούς τοίχους και οροφή με αφρώδη εξηλασμένη πολυστερίνη και τοποθέτηση νέων φωτιστικών led panels
Σενάριο παρέμβασης 3 ^ο	Θερμομόνωση 5cm σε εξωτερικούς τοίχους και οροφή με αφρώδη εξηλασμένη πολυστερίνη και τοποθέτηση νέων φωτιστικών led panels και τοποθέτηση νέων κουφωμάτων αλουμινίου

6.4 Αποτελέσματα σεναρίων

Στο παρακάτω διάγραμμα παρατηρούμε την συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για κάθε σενάριο ξεχωριστά μέσω της εικόνας 26 ώστε να καταλάβουμε με ακρίβεια πόσο επηρεάζεται :

Πίνακας 39: Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση σεναρίων

Καταναλωση πρωτογενους ενεργειας ανα τελικη χρηση (kWh/m ²)	
Υπάρχον κτίριο	1329,6
Σενάριο 1 ^ο	491
Σενάριο 2 ^ο	420,5
Σενάριο 3 ^ο	347,3



Διάγραμμα 1

Τα αποτελέσματα της τεχνοοικονομικής ανάλυσης των σεναρίων θα αναλυθούν σε διαγράμματα ώστε να παρατηρήσουμε τους παράγοντες της εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας ,το κόστος επένδυσης, την περίοδο απόσβεσης σε κάθε σενάριο.

Το κόστος επένδυσης κάθε σεναρίου:

Πίνακας 40: Κόστος επένδυσης σεναρίων

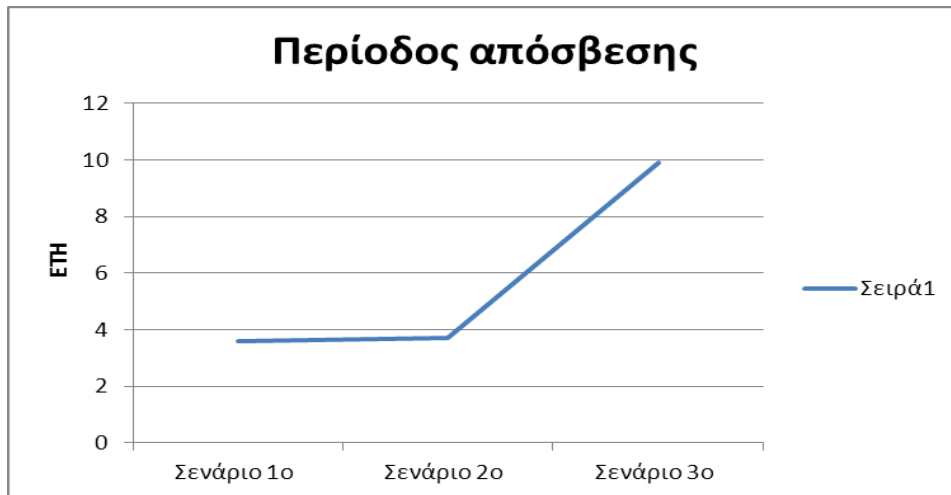
Κόστος επένδυσης (€)	
Σενάριο 1 ^ο	196.978,40
Σενάριο 2 ^ο	211.367,40
Σενάριο 3 ^ο	626.643,80



Διάγραμμα 2

Πίνακας 41: Περίοδος απόσβεσης σεναρίων

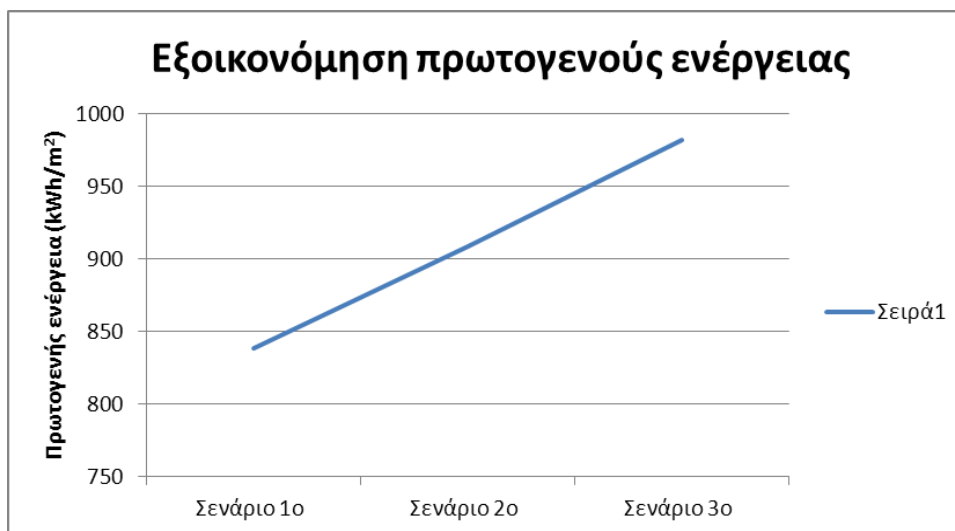
Περίοδος απόσβεσης σε έτη	
Σενάριο 1 ^ο	3,6
Σενάριο 2 ^ο	3,7
Σενάριο 3 ^ο	9,9



Διάγραμμα 3

Πίνακας 42: Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας

Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)	
Σενάριο 1 ^ο	838,5
Σενάριο 2 ^ο	909
Σενάριο 3 ^ο	982,3



Διάγραμμα 4

Με βάση τα παραπάνω διαγράμματα, ως προς την τεχνοοικονομική ανάλυση των τριών σεναρίων παρατηρούμε ότι, το κόστος επένδυσης αυξάνεται με την προσθήκη παρεμβάσεων. Κάθε παρέμβαση που έγινε στο κτίριο με βάση τα σενάρια θα φέρει κέρδος σε ενέργεια με την πάροδο του χρόνου, αλλά θα αυξάνεται το κόστος μέχρι το σενάριο 3^ο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

7. Συμπεράσματα

Το προς μελέτη κτίριο μετά την ενεργειακή επιθεώρηση του κατετάγη σε κατηγορία <<H>> η οποία είναι η τελευταία στην λίστα στις κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης κτιρίων και δεν κρίνεται βιώσιμο αλλά 'μη αποδοτικό'. Για την αναβάθμιση του κτιρίου του Ε.Κ.Ε.Φ.Ε 'ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΥ' εφαρμόσαμε τρία σενάρια, ώστε να καλυτερεύσουμε την ενεργειακή κατάταξη του βάσει της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας.

Στο σενάριο 1^ο πραγματοποιήθηκε θερμομόνωση σε όλους τους εξωτερικούς τοίχους και της οροφής του κτιρίου και η ενεργειακή κατάταξη ανέβηκε από <<H>> σε <<Γ>>.

Στο σενάριο 2^ο η παρέμβαση που εφαρμόσαμε αφορούσε την καλύτερη κάλυψη και οικονομία στον φωτισμό. Η ενεργειακή του κατάταξη παρέμεινε <<Γ>> όμως σε ένα ποσοστό η πρωτογενής ενέργεια του μειώθηκε κάνοντας το κτίριο πιο αποδοτικό από αυτό του σεναρίου 1^ο.

Στο σενάριο 3^ο που είναι η τελευταία μας παρέμβαση, τοποθετήσαμε νέα κουφώματα αλουμινίου και η ενεργειακή κατάταξη του από <<Γ>> αναβαθμίστηκε σε <>. Επίσης τα νέα κουφώματα που τοποθετήθηκαν παρέχουν ένα μεγαλύτερο ποσοστό θερμομόνωσης και σε συνδυασμό με την εξωτερική θερμομόνωση του κτιρίου στο σενάριο 1^ο δημιουργεί ένα ολοκληρωμένο θερμομονωμένο κτίριο με μειωμένες απώλειες, αποδοτικό και βιώσιμο.

Το σενάριο που κρίνεται βιώσιμο και αποδοτικό παρά το αυξανόμενο κόστος επένδυσης του και την περίοδο απόσβεσης του είναι το σενάριο 3^ο στο οποίο το κτίριο αναβαθμίστηκε κατά 5 κατηγορίες πιο πάνω από την αρχική του κατάσταση.

Εικόνα 29:

Πιστοποιητικό πριν την ανακαίνιση

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ		ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ		
EP ≤ 0,33·R _e	A+	
0,33·R _e < EP ≤ 0,5·R _e	A	
0,5·R _e < EP ≤ 0,75·R _e	B+	
0,75·R _e < EP ≤ 1,0·R _e	B	
1,0·R _e < EP ≤ 1,41·R _e	Γ	
1,41·R _e < EP ≤ 1,82·R _e	Δ	
1,82·R _e < EP ≤ 2,27·R _e	Ε	
2,27·R _e < EP ≤ 2,73·R _e	Ζ	
2,73·R _e < EP	Η	← H
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ		
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]:	361,4	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]:	1329,6	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kgCO ₂ /m ²]:	431	
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO ₂		Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m ²]: 0,0	Καύσιμα [kWh/m ²]: 0,0	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]: 0,0		Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]: 0,0		Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

Εικόνα 30:

Πιστοποιητικό μετά την ανακαίνιση

ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ		ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΜΗΔΕΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ		
EP ≤ 0,33·R _e	A+	
0,33·R _e < EP ≤ 0,5·R _e	A	
0,5·R _e < EP ≤ 0,75·R _e	B+	
0,75·R _e < EP ≤ 1,0·R _e	B	← B
1,0·R _e < EP ≤ 1,41·R _e	Γ	
1,41·R _e < EP ≤ 1,82·R _e	Δ	
1,82·R _e < EP ≤ 2,27·R _e	Ε	
2,27·R _e < EP ≤ 2,73·R _e	Ζ	
2,73·R _e < EP	Η	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ		
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²]:	361,4	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]:	347,2	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kgCO ₂ /m ²]:	114	
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO ₂		Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m ²]:	Καύσιμα [kWh/m ²]:	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²]:		Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²]:		Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] www.energyinspection.com.au
- [2] www.civiltech.gr
- [3] www.cres.gr
- [4] www.ypeka.gr
- [5] Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής – Υ.Π.Ε.Κ.Α.
Ειδική γραμματεία επιθεώρησης περιβάλλοντος και ενέργειας ειδική υπηρεσία επιθεωρητών ενέργειας, Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική οδηγία τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 , Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, Β Έκδοση, Αθήνα , Απρίλιος 2012.
- [6] Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής – Υ.Π.Ε.Κ.Α.
Ειδική γραμματεία επιθεώρησης περιβάλλοντος και ενέργειας ειδική υπηρεσία επιθεωρητών ενέργειας , Τεχνικό επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική οδηγία τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας , Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 , Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων, Β Έκδοση , Αθήνα , Ιούλιος 2010.
- [7] Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής – Υ.Π.Ε.Κ.Α.
Ειδική γραμματεία επιθεώρησης περιβάλλοντος και ενέργειας ειδική υπηρεσία επιθεωρητών ενέργειας , Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική οδηγία τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας , Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 , Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών, Α Έκδοση , Αθήνα , Ιούλιος 2010.
- [8] Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής – Υ.Π.Ε.Κ.Α.
Ειδική γραμματεία επιθεώρησης περιβάλλοντος και ενέργειας ειδική υπηρεσία επιθεωρητών ενέργειας , Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική οδηγία τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας , Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 , Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων , λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού, Α Έκδοση , Αθήνα , Ιούλιος 2010.
- [9] Ελληνική Δημοκρατία Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, Γενική γραμματεία ενέργειας και κλιματικής αλλαγής, Γενική Δ/ση ενέργειας, Δ/ση ανανεώσιμων πηγών και εξοικονόμησης ενέργειας, Τμήμα Β'/ Αθήνα ,30 Μαρτίου 2010, Αριθ. Πρωτ. Δ6/Β/οικ. 5825
- [10] Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό, Α. Επιθεώρηση κτιρίων , Θεματική ενότητα ΔΚ1, Θεσμικό πλαίσιο – Μεθοδολογία ενεργειακής απόδοσης κτιρίων/ Α Έκδοση , Αθήνα , Ιούνιος 2011.

- [11] Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό, Α. Επιθεώρηση κτιρίων, Θεματική ενότητα ΔΚ2/Θερμομονωτική επάρκεια κτιριακού κελύφους/Α' Έκδοση/Αθήνα , Ιούνιος 2011.
- [12] Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό, Α. Επιθεώρηση κτιρίων , Θεματική ενότητα ΔΚ3, Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων, Α' Έκδοση, Αθήνα , Ιούνιος 2011.
- [13] ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής Ειδική Υπηρεσία Συντονισμού και Εφαρμογής δράσεων στους τομείς της ενέργειας, του φυσικού πλούτου και της κλιματικής αλλαγής (ΕΥΣΕΔ ΕΝ/ΚΑ), Οδηγός εφαρμογής προγράμματος <<εξοικονόμηση κατ' οίκον>>, Αθήνα, Ιανουάριος 2011, σελ.15. (τιμές ανοίγομενων κουφωμάτων)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας υπολογισμών 1 : Αδιαφανή οριζόντια δομικά στοιχεία πάνω από μη θερμαινόμενους χώρους

A/A	ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)	U (W/m ² *K)
ΤΟΙΧΟΣ 1	15,12	2,00
ΤΟΙΧΟΣ 2	15,12	2,00
ΤΟΙΧΟΣ 3	60,48	2,00
ΤΟΙΧΟΣ 4	15,12	2,00
ΤΟΙΧΟΣ 5	60,48	2,00
ΤΟΙΧΟΣ 6	15,12	2,00
ΣΥΝΟΛΟ	181,44	

Πίνακας υπολογισμών 2 : Αδιαφανή κατακόρυφα δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους

	A/A	ΣΑ (m ²)	U(W/m ² *K)	ΣΑ*U
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 1	19,32	1,96	37,9
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 2	30,64	1,96	60,1
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 3	53,64	1,96	105,1
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 4	46,92	1,96	92
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 5	212,52	1,96	416,5
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 6	85,28	1,96	167,1
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 7	83,23	1,96	163,1
1ος ΟΡΟΦΟΣ	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 8	19,23	1,96	37,7
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 9	19,32	1,96	37,9
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 10	30,64	1,96	60,1
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 11	46,92	1,96	92
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 12	46,92	1,96	92
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 13	53,64	1,96	105,1
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 14	53,64	1,96	105,1
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 15	30,64	1,96	60,1
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 16	19,32	1,96	37,9
2ος ΟΡΟΦΟΣ	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 17	19,32	1,96	37,9
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 18	30,64	1,96	60,1
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 19	46,92	1,96	92
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 20	46,92	1,96	92
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 21	53,64	1,96	105,1
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 22	53,64	1,96	105,1
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 23	30,64	1,96	60,1
	ΤΟΙΧΟΣ ΚΑΘ.ΕΣΩΤ 24	19,32	1,96	37,9
ΣΥΝΟΛΟ	1152,86			

Πίνακας υπολογισμών 3 : Αδιαφανή κατακόρυφα δομικά στοιχεία (πόρτες) σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους.

	A/A	ΣΑ(m ²)	U (W/m ² *K)	ΣΑ*U
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΠΟΡΤΑ 1	2,28	3	6,84
	ΠΟΡΤΑ 2	4,8	3	14,4
	ΠΟΡΤΑ 3	4,8	3	14,4
	ΠΟΡΤΑ 4	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 5	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 6	4,8	3	14,4
	ΠΟΡΤΑ 7	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 8	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 9	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 10	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 11	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 12	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 13	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 14	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 15	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 16	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 17	3,72	3	11,16
	ΠΟΡΤΑ 18	4,6	3	13,8
	ΠΟΡΤΑ 19	3,7	3	11,1
	ΠΟΡΤΑ 20	3,7	3	11,1
	ΠΟΡΤΑ 21	3,7	3	11,1
	ΠΟΡΤΑ 22	4,6	3	13,8
	ΠΟΡΤΑ 23	4,6	3	13,8
	ΠΟΡΤΑ 24	2,28	3	6,84
1ος Όροφος	ΠΟΡΤΑ 25	2,28	3	6,84
	ΠΟΡΤΑ 26	4,8	3	14,4
	ΠΟΡΤΑ 27	4,8	3	14,4
	ΠΟΡΤΑ 28	4,8	3	14,4
	ΠΟΡΤΑ 29	4,8	3	14,4
	ΠΟΡΤΑ 30	2,28	3	6,84
2ος Όροφος	ΠΟΡΤΑ 31	2,28	3	6,84
	ΠΟΡΤΑ 32	4,8	3	14,4
	ΠΟΡΤΑ 33	4,8	3	14,4
	ΠΟΡΤΑ 34	4,8	3	14,4
	ΠΟΡΤΑ 35	4,8	3	14,4
	ΠΟΡΤΑ 36	2,28	3	6,84
	ΣΥΝΟΛΟ	139,74		

Πίνακας υπολογισμών 4 : Κατακόρυφα εξωτερικά αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με εξωτερικό αέρα.

	A/A	γ^0	$\Sigma A (m^2)$	$U(W/m^2 \cdot K)$	$\Sigma A \cdot U$
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΤΟΙΧΟΣ 1	0	18,6	2,38	44,3
	ΤΟΙΧΟΣ 2	0	32,0	2,38	76,2
	ΤΟΙΧΟΣ 3	0	32,0	2,38	76,2
	ΤΟΙΧΟΣ 4	0	9,0	2,38	21,4
	ΤΟΙΧΟΣ 5	0	112,6	2,38	268,0
	ΤΟΙΧΟΣ 6	0	18,6	2,38	44,3
	ΤΟΙΧΟΣ 7	270	18,6	2,38	44,2
	ΤΟΙΧΟΣ 8	180	123,1	2,38	293,0
	ΤΟΙΧΟΣ 9	180	7,0	2,38	16,8
	ΤΟΙΧΟΣ 10	180	131,1	2,38	312,0
	ΤΟΙΧΟΣ 11	180	32,0	2,38	76,2
	ΤΟΙΧΟΣ 12	90	18,6	2,38	44,3
1ος Όροφος	ΤΟΙΧΟΣ 13	0	28,7	2,38	68,3
	ΤΟΙΧΟΣ 14	0	20,8	2,38	49,5
	ΤΟΙΧΟΣ 15	0	64,3	2,38	153,0
	ΤΟΙΧΟΣ 16	0	70,8	2,38	168,5
	ΤΟΙΧΟΣ 17	0	7,0	2,38	16,7
	ΤΟΙΧΟΣ 18	0	7,0	2,38	16,7
	ΤΟΙΧΟΣ 19	0	24,2	2,38	57,6
	ΤΟΙΧΟΣ 20	0	20,0	2,38	47,6
	ΤΟΙΧΟΣ 21	180	36,4	2,38	86,6
	ΤΟΙΧΟΣ 22	180	21,2	2,38	50,5
	ΤΟΙΧΟΣ 23	180	69,2	2,38	164,7
	ΤΟΙΧΟΣ 24	180	82,5	2,38	196,4
	ΤΟΙΧΟΣ 25	180	6,7	2,38	15,9
	ΤΟΙΧΟΣ 26	180	6,7	2,38	15,9
	ΤΟΙΧΟΣ 27	180	35,7	2,38	85,0
2ος Όροφος	ΤΟΙΧΟΣ 28	0	35,7	2,38	85,0
	ΤΟΙΧΟΣ 29	0	6,7	2,38	15,9
	ΤΟΙΧΟΣ 30	0	20,8	2,38	49,5
	ΤΟΙΧΟΣ 31	0	6,7	2,38	15,9
	ΤΟΙΧΟΣ 32	0	58,4	2,38	139,0
	ΤΟΙΧΟΣ 33	0	71,4	2,38	169,9
	ΤΟΙΧΟΣ 34	0	6,7	2,38	15,9
	ΤΟΙΧΟΣ 35	0	6,7	2,38	15,9
	ΤΟΙΧΟΣ 36	0	35,7	2,38	85,0
	ΤΟΙΧΟΣ 37	180	32,1	2,38	76,4
	ΤΟΙΧΟΣ 38	180	6,7	2,38	15,9
	ΤΟΙΧΟΣ 39	180	21,2	2,38	50,5
	ΤΟΙΧΟΣ 40	180	69,2	2,38	164,7
	ΤΟΙΧΟΣ 41	180	82,5	2,38	196,4
	ΤΟΙΧΟΣ 42	180	6,7	2,38	15,9
	ΤΟΙΧΟΣ 43	180	6,7	2,38	15,9
	ΤΟΙΧΟΣ 44	180	35,7	2,38	85,0
1ος & 2ος Όροφος	ΤΟΙΧΟΣ 45	270	61,3	2,38	145,9
	ΤΟΙΧΟΣ 46	90	61,3	2,38	145,9
	ΤΟΙΧΟΣ 47	0	36,9	2,38	87,8
	ΤΟΙΧΟΣ 48	0	36,9	2,38	87,8
	ΤΟΙΧΟΣ 49	180	13	2,38	30,9
	ΣΥΝΟΛΟ		1773,4	ΣΥΝΟΛΟ	4220,7

Πίνακας υπολογισμών 5: Κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	A/A	ΤΥΠΟΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ(m ²)	γ0	U(W/m ² *K)	gw
ΙΣΟΓΕΙΟ	Ανοιγματα 1	Ανοιγόμενο κούφωμα	28	0	6	0,61
	Ανοιγματα 2	Ανοιγόμενο κούφωμα	28	0	6	0,61
	Ανοιγματα 3	Ανοιγόμενο κούφωμα	49	0	6	0,61
	Ανοιγματα 4	Ανοιγόμενο κούφωμα	4,8	0	6	0,61
	Ανοιγματα 5	Ανοιγόμενο κούφωμα	42	0	6	0,61
	Ανοιγματα 6	Ανοιγόμενο κούφωμα	3,2	270	6	0,61
	Ανοιγματα 7	Ανοιγόμενο κούφωμα	77	180	6	0,61
	Ανοιγματα 8	Ανοιγόμενο κούφωμα	5,2	180	6	0,61
	Ανοιγματα 9	Ανοιγόμενο κούφωμα	3,15	180	6	0,61
	Ανοιγματα 10	Ανοιγόμενο κούφωμα	3,15	180	6	0,61
	Ανοιγματα 11	Ανοιγόμενο κούφωμα	28	180	6	0,61
	Ανοιγματα 12	Ανοιγόμενο κούφωμα	7	180	6	0,61
	Ανοιγματα 13	Ανοιγόμενο κούφωμα	3,15	180	6	0,61
	Ανοιγματα 14	Ανοιγόμενο κούφωμα	3,15	180	6	0,61
	Ανοιγματα 15	Ανοιγόμενο κούφωμα	70,88	180	6	0,61
	Ανοιγματα 16	Ανοιγόμενο κούφωμα	0,8	0	6	0,61
	Ανοιγματα 17	Ανοιγόμενο κούφωμα	3,2	90	6	0,61
1ος Όροφος	Ανοιγματα 18	Ανοιγόμενο κούφωμα	119	0	6	0,61
	Ανοιγματα 19	Ανοιγόμενο κούφωμα	126	0	6	0,61
	Ανοιγματα 20	Ανοιγόμενο κούφωμα	3,2	270	6	0,61
	Ανοιγματα 21	Ανοιγόμενο κούφωμα	14	180	6	0,61
	Ανοιγματα 22	Ανοιγόμενο κούφωμα	35	180	6	0,61
	Ανοιγματα 23	Ανοιγόμενο κούφωμα	56	180	6	0,61
	Ανοιγματα 24	Ανοιγόμενο κούφωμα	119	180	6	0,61
	Ανοιγματα 25	Ανοιγόμενο κούφωμα	3,2	90	6	0,61
2ος Όροφος	Ανοιγματα 26	Ανοιγόμενο κούφωμα	266	0	6	0,61
	Ανοιγματα 27	Ανοιγόμενο κούφωμα	3,2	270	6	0,61
	Ανοιγματα 28	Ανοιγόμενο κούφωμα	21	180	6	0,61
	Ανοιγματα 29	Ανοιγόμενο κούφωμα	35	180	6	0,61
	Ανοιγματα 30	Ανοιγόμενο κούφωμα	35	180	6	0,61
	Ανοιγματα 31	Ανοιγόμενο κούφωμα	9,45	180	6	0,61
	Ανοιγματα 32	Ανοιγόμενο κούφωμα	7	180	6	0,61
	Ανοιγματα 33	Ανοιγόμενο κούφωμα	7	180	6	0,61
	Ανοιγματα 34	Ανοιγόμενο κούφωμα	945	180	6	0,61
	Ανοιγματα 35	Ανοιγόμενο κούφωμα	105	180	6	0,61
	Ανοιγματα 36	Ανοιγόμενο κούφωμα	7	180	6	0,61
ΣΥΝΟΛΙΚΟ			2275,73			

Πίνακας υπολογισμών 6: Εξωτερικές πόρτες ισογείου θερμαινόμενων χώρων

A/A	γ^0	$\Sigma A(m^2)$	U (W/m ² *K)	$\Sigma A*U$
ΠΟΡΤΑ 1	0	3,84	6	23,04
ΠΟΡΤΑ 2	0	3,84	6	23,04
	ΣΥΝΟΛΟ	7,68		

Πίνακας υπολογισμών 7: Εξωτερικοί τοίχοι μη θερμαινόμενων χώρων

	A/A	γ^0	$\Sigma A(m^2)$	U (W/m ² *K)	$\Sigma A*U$
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΤΟΙΧΟΣ 1	180	18,6	2,38	44,3
	ΤΟΙΧΟΣ 2	270	24,2	2,38	57,6
	ΤΟΙΧΟΣ 3	180	40,16	2,38	95,6
	ΤΟΙΧΟΣ 4	0	47,4	2,38	112,8
	ΤΟΙΧΟΣ 5	180	15,5	2,38	36,9
	ΤΟΙΧΟΣ 6	0	21,7	2,38	51,6
	ΤΟΙΧΟΣ 7	0	157,7	2,38	375,3
	ΤΟΙΧΟΣ 8	0	73,6	2,38	175,2
	ΤΟΙΧΟΣ 9	180	11,76	2,38	28
	ΤΟΙΧΟΣ 10	180	18,6	2,38	44,3
	ΤΟΙΧΟΣ 11	90	24,2	2,38	57,6
1ος Όροφος	ΤΟΙΧΟΣ 12	270	24,3	2,38	57,8
	ΤΟΙΧΟΣ 13	180	7,6	2,38	18,1
	ΤΟΙΧΟΣ 14	180	14,6	2,38	34,7
	ΤΟΙΧΟΣ 15	180	17,2	2,38	40,9
	ΤΟΙΧΟΣ 16	0	17,5	2,38	41,7
	ΤΟΙΧΟΣ 17	90	24,3	2,38	57,8
2ος Όροφος	ΤΟΙΧΟΣ 18	270	24,3	2,38	57,8
	ΤΟΙΧΟΣ 19	180	7,6	2,38	18,1
	ΤΟΙΧΟΣ 20	180	14,6	2,38	34,7
	ΤΟΙΧΟΣ 21	180	17,2	2,38	40,9
	ΤΟΙΧΟΣ 22	0	15,3	2,38	36,4
	ΤΟΙΧΟΣ 23	180	17,4	2,38	41,4
	ΤΟΙΧΟΣ 24	90	24,3	2,38	57,8
		ΣΥΝΟΛΟ	679,62		

Πίνακας υπολογισμών 8: Εξωτερικές πόρτες μη θερμαινόμενων χώρων

A/A	γ°	$\Sigma A(m^2)$	U (W/m ² *K)	$\Sigma A*U$
ΠΟΡΤΑ 1	270	6	6	36
ΠΟΡΤΑ 2	0	6,3	6	37,8
ΠΟΡΤΑ 3	0	6,3	6	37,8
ΠΟΡΤΑ 4	0	6,3	6	37,8
ΠΟΡΤΑ 5	180	6,3	6	37,8
ΠΟΡΤΑ 6	180	6,3	6	37,8
ΠΟΡΤΑ 7	0	6,3	6	37,8
ΠΟΡΤΑ 8	180	3,84	6	23,04
ΠΟΡΤΑ 9	90	6	6	36
	ΣΥΝΟΛΟ	53,64		

Πίνακας υπολογισμών 9: Ανοίγματα μη θερμαινόμενου χώρου σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	A/A	ΤΥΠΟΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ(m ²)	γ°	U(W/m ² *K)
ΙΣΟΓΕΙΟ	Ανοίγματα 1	Ανοιγόμενο κούφωμα	28	0	6
	Ανοίγματα 2	Ανοιγόμενο κούφωμα	14	0	6
	Ανοίγματα 3	Ανοιγόμενο κούφωμα	7	0	6
	Ανοίγματα 4	Ανοιγόμενο κούφωμα	14	180	6
	Ανοίγματα 5	Ανοιγόμενο κούφωμα	3,15	0	6
	Ανοίγματα 6	Ανοιγόμενο κούφωμα	4,8	0	6
1ος Όροφος	Ανοίγματα 7	Ανοιγόμενο κούφωμα	4	270	6
	Ανοίγματα 8	Ανοιγόμενο κούφωμα	7	180	6
	Ανοίγματα 9	Ανοιγόμενο κούφωμα	14	180	6
	Ανοίγματα 10	Ανοιγόμενο κούφωμα	7	0	6
	Ανοίγματα 11	Ανοιγόμενο κούφωμα	4	90	6
2ος Όροφος	Ανοίγματα 12	Ανοιγόμενο κούφωμα	4	270	6
	Ανοίγματα 13	Ανοιγόμενο κούφωμα	7	180	6
	Ανοίγματα 14	Ανοιγόμενο κούφωμα	14	180	6
	Ανοίγματα 15	Ανοιγόμενο κούφωμα	7	0	6
	Ανοίγματα 16	Ανοιγόμενο κούφωμα	4	90	6
		ΣΥΝΟΛΟ	142,95		

Πίνακας υπολογισμών 10: Θερμαινόμενοι εξωτερικοί τοίχοι και πόρτες

	A/A	γ^0	F_{hor_h}	F_{hor_c}	F_{ov_h}	F_{ov_c}	F_{fin_h}	F_{fin_c}	F_{fin}
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΠΟΡΤΑ 1	180	0,9	1	0,85	0,75	1	1	1
	ΠΟΡΤΑ 2	180	0,9	1	0,85	0,75	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 1	0	1	0,94	1	1	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 2	0	1	0,94	0,47	0,51	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 3	0	1	0,94	0,47	0,51	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 4	0	1	0,94	0,47	0,51	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 5	0	1	1	1	1	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 6	0	1	1	1	1	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 7	270	0,48	0,98	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 8	180	0,48	0,98	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
ΤΟΙΧΟΣ 9	180	0,48	0,98	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77	
ΤΟΙΧΟΣ 10	180	0,66	0,81	1	1	1	1	1	
1ος ΟΡΟΦΟΣ	ΤΟΙΧΟΣ 11	180	1	1	0,5	0,55	1	0,9	0,9
	ΤΟΙΧΟΣ 12	90	1	1	0,63	0,68	1	0,9	0,9
	ΤΟΙΧΟΣ 13	0	1	1	0,5	0,55	1	0,9	0,9
	ΤΟΙΧΟΣ 14	0	1	1	0,5	0,55	1	0,9	0,9
	ΤΟΙΧΟΣ 15	0	1	1	0,5	0,55	1	0,87	0,87
	ΤΟΙΧΟΣ 16	0	1	1	0,5	0,55	1	0,9	0,9
	ΤΟΙΧΟΣ 17	0	1	1	0,44	0,46	1	0,85	0,85
	ΤΟΙΧΟΣ 18	0	1	1	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 19	0	1	1	0,64	0,47	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 20	0	1	1	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 21	180	1	1	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 22	180	1	1	0,41	0,55	0,84	0,86	0,72
	ΤΟΙΧΟΣ 23	180	1	1	0,41	0,55	0,84	0,86	0,72
ΤΟΙΧΟΣ 24	180	1	1	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77	
ΤΟΙΧΟΣ 25	180	1	1	0,5	0,55	1	0,9	0,9	
2ος ΟΡΟΦΟΣ	ΤΟΙΧΟΣ 26	180	1	1	0,5	0,55	1	0,87	0,87
	ΤΟΙΧΟΣ 27	180	1	1	0,63	0,68	1	0,85	0,85
	ΤΟΙΧΟΣ 28	0	1	1	0,5	0,55	1	0,87	0,87
	ΤΟΙΧΟΣ 29	0	1	1	0,5	0,55	1	0,9	0,9
	ΤΟΙΧΟΣ 30	0	1	1	0,5	0,55	1	0,9	0,9
	ΤΟΙΧΟΣ 31	0	1	1	0,5	0,55	1	0,87	0,87
	ΤΟΙΧΟΣ 32	0	1	1	0,5	0,55	1	0,87	0,87
	ΤΟΙΧΟΣ 33	0	1	1	0,5	0,55	1	0,9	0,9
	ΤΟΙΧΟΣ 34	0	1	1	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 35	0	1	1	0,41	0,55	0,84	0,86	0,72
	ΤΟΙΧΟΣ 36	0	1	1	0,64	0,47	0,79	0,83	0,66
	ΤΟΙΧΟΣ 37	180	1	1	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 38	180	1	1	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 39	180	1	1	0,41	0,55	0,84	0,86	0,72
	ΤΟΙΧΟΣ 40	180	1	1	0,41	0,55	0,84	0,86	0,72
	ΤΟΙΧΟΣ 41	180	1	1	0,41	0,55	0,88	0,86	0,76
	ΤΟΙΧΟΣ 42	180	1	1	1	1	1	1	1
1ος & 2ος ΟΡΟΦΟΣ	ΤΟΙΧΟΣ 43	180	0,79	0,85	1	1	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 44	180	1	1	1	1	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 45	270	1	1	1	1	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 46	90	1	1	0,35	0,34	0,79	0,83	0,66
	ΤΟΙΧΟΣ 47	0	1	0,94	0,59	0,63	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 48	0	0,48	0,98	0,64	0,47	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 49	180	1	1	0,5	0,55	1	0,87	0,87

Πίνακας υπολογισμών 11: Εξωτερικοί τοίχοι και εξωτερικές πόρτες 1^{ου} μη θερμαινόμενου χώρου (χώροι κίνησης, λεβητοστάσιου, ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων).

	A/A	γ^0	F_hor h	F_hor c	F_ov h	F_ov c	F_fin h	F_fin c	F_fin
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΠΟΡΤΑ 1	180	1	0,9	0,86	0,88	1	1	1
	ΠΟΡΤΑ 2	180	1	0,9	0,86	0,88	1	1	1
	ΠΟΡΤΑ 3	0	1	0,9	0,86	0,88	1	1	1
	ΠΟΡΤΑ 4	0	1	0,9	0,86	0,88	1	1	1
	ΠΟΡΤΑ 5	270	1	1	0,53	0,45	1	1	1
	ΠΟΡΤΑ 6	180	0,87	0,9	0,89	0,82	1	1	1
	ΠΟΡΤΑ 7	180	0,87	1	0,88	0,81	1	1	1
	ΠΟΡΤΑ 8	180	0,87	0,9	0,89	0,82	1	1	1
	ΠΟΡΤΑ 9	90	1	1	0,58	0,49	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 1	180	1	1	1	1	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 2	270	1	1	1	1	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 3	180	0,48	0,98	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 4	0	1	0,94	0,47	0,51	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 5	0	0,48	0,98	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 6	180	0	0	0	0	0	0	0
	ΤΟΙΧΟΣ 7	0	1	0,94	0,47	0,51	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 8	0	1	0,94	0,47	0,51	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 9	180	0,48	0,98	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
ΤΟΙΧΟΣ 10	180	1	1	1	1	1	1	1	
ΤΟΙΧΟΣ 11	90	1	1	1	1	1	1	1	
1ος Όροφος	ΤΟΙΧΟΣ 12	180	1	1	1	1	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 13	180	1	1	1	1	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 14	180	0,48	0,98	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 15	180	1	1	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 16	180	1	1	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 17	0	0	0	0	0	0	0	0
	ΤΟΙΧΟΣ 18	180	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ 19	90	1	1	1	1	1	1	1	
2ος Όροφος	ΤΟΙΧΟΣ 20	270	1	1	1	1	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 21	180	1	1	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 22	180	1	1	0,41	0,55	0,84	0,86	0,72
	ΤΟΙΧΟΣ 23	180	1	1	0,41	0,55	0,88	0,88	0,77
	ΤΟΙΧΟΣ 24	0	1	1	0,5	0,55	1	0,87	0,87
	ΤΟΙΧΟΣ 25	180	1	1	1	1	1	1	1
	ΤΟΙΧΟΣ 26	90	1	1	1	1	1	1	1

Πίνακας υπολογισμών 12: Εξωτερικοί τοίχοι και εξωτερικές πόρτες 2^{ου} μη θερμαινόμενου χώρου (ταράτσα κτιρίου)

A/A	γ^0	Fhor_h	Fhor_c	Fov_h	Fov_c	Ffin_h	Ffin_c	Ffin
ΠΟΡΤΑ	270	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	90	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	180	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	90	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	180	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	270	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	90	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	90	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	270	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	270	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	270	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	180	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	180	1	1	1	1	1	1	1
ΠΟΡΤΑ	90	1	1	1	1	1	1	1

Πίνακας υπολογισμών 13: Εξωτερικοί τοίχοι κτιρίων οροφής

A/A	γ^0	Fhor_h	Fhor_c	Fov_h	Fov_c	Ffin_h	Ffin_c	Ffin
ΤΟΙΧΟΣ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	270	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	180	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	90	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	180	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	270	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	90	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	180	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	270	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	90	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	180	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	270	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	90	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	180	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	270	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	90	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	180	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	270	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	90	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	270	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	90	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	0	1	1	1	1	1	1	1
ΤΟΙΧΟΣ	180	1	1	1	1	1	1	1

Πίνακας υπολογισμών 14: Ανοίγματα θερμαινόμενων χώρων κτιρίου

	A/A	γ_0	F_{hor_h}	F_{hor_c}	F_{ov_h}	F_{ov_c}	F_{fin_h}	F_{fin_c}	F_{fin}
ΙΣΟΓΕΙΟ	Ανοίγματα 1	0	1	0,99	0,82	0,85	1	1	1
	Ανοίγματα 2	0	1	0,99	0,82	0,85	1	1	1
	Ανοίγματα 3	0	1	0,99	0,82	0,85	1	1	1
	Ανοίγματα 4	0	1	0,99	0,69	0,73	1	1	1
	Ανοίγματα 5	0	1	0,99	0,82	0,85	1	1	1
	Ανοίγματα 6	270	1	1	1	1	1	1	1
	Ανοίγματα 7	180	0,9	1	0,85	0,75	1	1	1
	Ανοίγματα 8	180	0,9	1	0,85	0,75	1	1	1
	Ανοίγματα 9	180	0,55	0,99	0,77	0,62	1,00	1	1
	Ανοίγματα 10	180	0,55	0,99	0,77	0,62	1	1	1
	Ανοίγματα 11	180	0,9	1	0,85	0,75	1	1	1
	Ανοίγματα 12	180	0,9	1	0,85	0,75	1	1	1
	Ανοίγματα 13	180	0,55	0,99	0,77	0,62	1	1	1
	Ανοίγματα 14	180	0,55	0,99	0,77	0,62	1	1	1
	Ανοίγματα 15	180	0,9	1	0,85	0,75	1	1	1
	Ανοίγματα 16	0	0,88	1	0,88	0,79	1	0,9	0,9
	Ανοίγματα 17	90	0,68	0,82	1	1	1	0,9	0,9
1ος Όροφος	Ανοίγματα 18	0	1	1	0,82	0,85	1	1	1
	Ανοίγματα 19	0	1	1	0,82	0,85	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 20	270	1	1	1	1	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 21	180	1	1	0,86	0,76	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 22	180	1	1	0,86	0,76	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 23	180	1	1	0,86	0,76	1	1	1
	Ανοίγματα 24	180	1	1	0,76	0,62	1	0,9	0,9
	Ανοίγματα 25	90	0,83	0,88	1	1	1	1	1
2ος Όροφος	Ανοίγματα 26	0	1	1	0,82	0,85	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 27	270	1	1	1	1	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 28	180	1	1	0,86	0,76	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 29	180	1	1	0,86	0,76	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 30	180	1	1	0,86	0,76	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 31	180	1	1	0,76	0,62	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 32	180	1	1	0,86	0,76	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 33	180	1	1	0,86	0,76	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 34	180	1	1	0,76	0,62	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 35	180	1	1	0,86	0,76	0,9	0,9	0,81
	Ανοίγματα 36	180	0,9	1	0,71	0,55	1	1	1

Πίνακας υπολογισμών 15: Ανοίγματα 1^{ου} μη θερμαινόμενου χώρου (χώροι κίνησης, λεβητοστάσιου, ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων)

	A/A	γ^0	F_hor h	F_hor c	F_ov h	F_ov c	F_fin h	F_fin c	Ffin
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 1	0	1	0,99	0,82	0,85	1	1	1
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 2	0	1	0,99	0,82	0,85	1	1	1
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 3	0	1	1	1	1	1	1	1
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 4	180	1	1	1	1	1	1	1
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 5	180	1	0,94	0,75	0,78	1	1	1
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 6	0	1	0,99	0,82	0,85	1	1	1
1ος Όροφος	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 7	270	1	1	1	1	1	1	1
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 8	180	1	1	0,86	0,76	0,95	0,95	0,9
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 9	180	1	1	0,86	0,76	0,95	0,95	0,9
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 10	0	1	1	0,82	0,85	1	0,95	0,95
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 11	90	1	1	1	1	1	1	1
2ος Όροφος	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 12	270	1	1	1	1	1	1	1
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 13	180	1	1	0,86	0,76	0,95	0,95	0,9
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 14	180	1	1	0,86	0,76	0,95	0,95	0,9
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 15	0	1	1	0,82	0,85	1	0,95	0,95
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 16	90	1	1	1	1	1	1	1

Πίνακας υπολογισμών 16: Ανοίγματα 2^{ου} μη θερμαινόμενου χώρου

A/A	γ^0	Fhor_h	Fhor_c	Fov_h	Fov_c	Ffin_h	Ffin_c	Ffin
Ανοίγματα 1	0	1	1	1	1	1	1	1
Ανοίγματα 2	0	1	1	1	1	1	1	1
Ανοίγματα 3	0	1	1	1	1	1	1	1
Ανοίγματα 4	180	1	1	1	1	1	1	1
Ανοίγματα 5	90	1	1	1	1	1	1	1
Ανοίγματα 6	0	1	1	1	1	1	1	1
Ανοίγματα 7	90	1	1	1	1	1	1	1
Ανοίγματα 8	0	1	1	1	1	1	1	1
Ανοίγματα 9	0	1	1	1	1	1	1	1
Ανοίγματα 10	270	1	1	1	1	1	1	1

Πίνακας υπολογισμών 17: Καταχώρηση παραθύρων και πορτών θερμαινόμενου χώρου ανά όροφο για διείσδυση αέρα

ΟΡΟΦΟΣ	ΤΥΠΟΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΠΛΑΤΟΣ(m)	ΥΨΟΣ(m)	ΕΜΒΑΔΟΝ(m ²)	ΣΑ(m ²)	ΣΥΝ.ΕΜΔΑΔΟΝ(m ²)
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4	3,5	2	7	28	356,425
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4	3,5	2	7	28	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	6	3,5	2	7	42	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	2,4	2	4,8	4,8	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	5	3,5	2	7	35	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	3,2	1	7	7	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	10	3,5	2	7	70	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	2,6	2	5,2	5,2	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	3,5	0,9	3,15	3,15	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	3,5	0,9	3,15	3,15	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	4	3,5	2	7	28	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	3,5	2	7	7	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	3,5	0,9	3,15	3,15	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	3,5	0,9	3,15	3,15	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	0,9	1,05	0,945	0,945	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	10	3,5	2	7	70	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	3,2	1	3,2	3,2	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	3,5	2	7	7	
	ΠΟΡΤΑ	1	1,2	3,2	3,84	3,84	
	ΠΟΡΤΑ	1	1,2	3,2	3,84	3,84	
1ος Όροφος	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	17	3,5	2	7	119	487,49
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	18	3,5	2	7	126	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	3,2	1	3,2	3,2	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2	3,5	2	7	14	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	5	3,5	2	7	35	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	8	3,5	2	7	56	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	17	3,5	2	7	119	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	3,2	1	3,2	3,2	
	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΠΟΡΤΑ	1	3,9	3,1	12,09	12,09	
2ος Όροφος	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	38	3,5	2	7	266	494,9
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	3	3,5	2	7	21	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	5	3,5	2	7	35	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	5	3,5	2	7	35	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	3	3,5	0,9	3,15	9,45	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	3,5	2	7	7	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	1	3,5	2	7	7	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	3	3,5	0,9	3,15	9,45	
	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	15	3,5	2	7	105	

Πίνακας υπολογισμών 18: Συνολική διείσδυση αέρα παραθύρων και πορτών θερμαινόμενου χώρου

ΟΡΟΦΟΣ	ΤΥΠΟΣ	ΕΜΒΑΔΟΝ(m ²)	ΣΑ(m ²)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ(m ³ /h/m ²)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ (m ³ /h)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ	28	348,745	8,7	3034,1	
		28				
		42				
		4,8				
		35				
		7				
		70				
		5,2				
		3,15				
		3,15				
		28				
		7				
		3,15				
		3,15				
		0,945				
		70				
		3,2				
7						
	ΠΟΡΤΑ	3,84	7,68	7,4	56,8	11622
		3,84				
1ος ΟΡΟΦΟΣ	ΠΑΡΑΘΥΡΟ	119	475,4	8,7	4136	
		126				
		3,2				
		14				
		35				
		56				
		119				
		3,2				
	ΠΟΡΤΑ	12,09	12,09	7,4	89,5	
2ος ΟΡΟΦΟΣ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ	266	494,9	8,7	4305,6	
		21				
		35				
		35				
		9,45				
		7				
		7				
		9,45				
105						

Πίνακας υπολογισμών 19: Διείσδυση αέρα από παράθυρα και πόρτες 1^{ου} μη θερμαινόμενου χώρου

	ΤΥΠΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)	ΣΑ(m ²)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ(m ³ /h/m ²)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ (m ³ /h)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΠΟΡΤΑ 1	6,3	53,34	7,4	394,716	1638
	ΠΟΡΤΑ 2	6,3				
	ΠΟΡΤΑ 3	6,3				
	ΠΟΡΤΑ 4	6,3				
	ΠΟΡΤΑ 5	6				
	ΠΟΡΤΑ 6	6				
	ΠΟΡΤΑ 7	6,3				
	ΠΟΡΤΑ 8	3,84				
	ΠΟΡΤΑ 9	6				
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 1	28	70,95	8,7	617,265	
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 2	14				
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 3	7				
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 4	14				
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 5	3,15				
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 6	4,8				
	1ος Όροφος	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 7	4	36	8,7	
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 8		7				
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 9		14				
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 10		7				
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 11		4				
2ος Όροφος	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 12	4	36	8,7	313,2	
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 13	7				
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 14	14				
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 15	7				
	ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 16	4				

Πίνακας υπολογισμών 20: Διείσδυση αέρα από παράθυρα και πόρτες 2^{ου} μη θερμαινόμενου χώρου

ΤΥΠΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ	ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)	ΣΑ(m ²)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ(m ³ /h/m ²)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ (m ³ /h)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ
ΠΟΡΤΑ 1	3,5	65,7	7,4	486	705
ΠΟΡΤΑ 2	3,5				
ΠΟΡΤΑ 3	2,5				
ΠΟΡΤΑ 4	1,9				
ΠΟΡΤΑ 5	1,9				
ΠΟΡΤΑ 6	2,5				
ΠΟΡΤΑ 7	2,5				
ΠΟΡΤΑ 8	5,3				
ΠΟΡΤΑ 9	1,2				
ΠΟΡΤΑ 10	2,5				
ΠΟΡΤΑ 11	3,7				
ΠΟΡΤΑ 12	2,5				
ΠΟΡΤΑ 13	3,7				
ΠΟΡΤΑ 14	1,8				
ΠΟΡΤΑ 15	3,7				
ΠΟΡΤΑ 16	1,8				
ΠΟΡΤΑ 17	3,7				
ΠΟΡΤΑ 18	3,7				
ΠΟΡΤΑ 19	3,7				
ΠΟΡΤΑ 20	2,6				
ΠΟΡΤΑ 21	1,8				
ΠΟΡΤΑ 22	3,7				
ΠΟΡΤΑ 23	1,8				
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 1	7,9	25,2	8,7	219	
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 2	1,6				
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 3	1,6				
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 4	3,6				
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 5	1,8				
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 6	1,8				
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 7	1,8				
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 8	1,6				
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 9	1,8				
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ 10	1,7				

Πίνακας μετρήσεων 21: Διείσδυση αέρα από παράθυρα μετά την αντικατάσταση νέων κουφωμάτων εξοικονόμησης ενέργειας

ΚΟΥΦΩΜΑ	ΕΜΒΑΔΟΝ	ΣΑ	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ(m ³ /m ² /h)	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ (m ³ /h)	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΕΡΑ	ΠΙΝΑΚΑΣ 13 ΤΙΜΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	28	348,745	6,2	2162,2	8273	ΤΟΤΕΕ 2010/1 ΠΙΝΑΚΑΣ 13
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	28					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	42					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	4,8					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	35					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	7					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	70					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	5,2					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	3,15					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	3,15					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	28					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	7					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	3,15					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	3,15					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	0,945					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	70					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	3,2					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	7					
ΠΟΡΤΑ	3,84	7,68	4,8	36,9	8273	ΤΟΤΕΕ 2010/1 ΠΙΝΑΚΑΣ 13
ΠΟΡΤΑ	3,84					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	119	475,4	6,2	2947,5		
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	126					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	3,2					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	14					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	35					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	56					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	119					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	3,2					
ΠΟΡΤΑ	12,09	12,09	4,8	58		
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	266	494,9	6,2	3068,4		
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	21					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	35					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	35					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	9,45					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	7					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	7					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	9,45					
ΠΑΡΑΘΥΡΑ	105					

Πίνακας υπολογισμών 22: Ανάλυση παραθύρων και υπολογισμός ποσοστού κουφώματος

Α/Α	Προσανατολισμός	Ολικές διαστάσεις		Ολικό Εμβαδόν	Διαστάσεις τζαμού			Εμβαδόν τζαμού	Ποσοστό κουφώματος (%)
		Ύψος	Πλάτος		Ύψος	Πλάτος	Αρ. Τζαμ		
A1	B	2,00	3,50	7,00	1,90	0,80	4,00	6,08	20

Πίνακας υπολογισμών 23: Περιοχές φυσικού φωτισμού Ισογείου

ΙΣΟΓΕΙΟΥ							
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	H _{ZΦΦ} ΥΨΟΣ	L _{ZΦΦ}	W _π	W _{ZΦΦ}	ΠΟΣΟΣΤΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)
0	Χώρος 1	1,90	4,75	3,40	5,78	4	110
0	Χώρος 2	1,90	4,75	3,40	5,78	4	110
0	Χώρος 3	1,90	3,00	3,40	4,90	1	15
0	Χώρος 4	1,90	4,75	3,40	5,78	1	27
0	Χώρος 5	1,90	5,50	3,40	6,15	1	34
0	Χώρος 6	1,90	4,00	3,40	5,40	1	22
0	Χώρος 7	1,90	2,50	3,40	4,65	1	12
0	Χώρος 8	1,90	4,75	3,40	5,78	1	27
0	Χώρος 9	1,90	2,70	3,40	4,75	1	13
0	Χώρος 10	1,90	4,75	3,40	5,78	1	27
0	Χώρος 11	1,90	4,00	3,40	5,40	1	22
0	Χώρος 12	1,90	4,75	3,40	5,78	6	165
270	Χώρος 13	1,00	0,50	3,20	3,45	1	2
180	Χώρος 14	1,90	4,00	3,40	5,40	4	86
180	Χώρος 15	1,90	4,00	3,40	5,40	7	151
180	Χώρος 16	0,90	2,25	3,40	4,53	1	10
180	Χώρος 17	1,90	4,00	3,40	5,40	1	22
180	Χώρος 18	1,90	4,00	3,40	5,40	3	65
180	Χώρος 19	0,90	4,00	3,40	5,40	1	22
180	Χώρος 20	0,90	4,00	3,40	5,40	1	22
180	Χώρος 21	1,00	4,00	0,90	2,90	1	12
180	Χώρος 22	1,90	4,00	3,40	5,40	2	43
180	Χώρος 23	1,90	4,00	3,40	5,40	1	22
180	Χώρος 24	1,00	4,00	0,90	2,90	1	12
180	Χώρος 25	1,90	4,00	3,40	5,40	8	173
90	Χώρος 26	1,00	0,50	3,20	3,45	1	2

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΙΣΟΓΕΙΟΥ	1377 m ²
Συνολικο εμβαδον φυσ.φωτισμου	1088 m ²

Πίνακας υπολογισμών 24: Περιοχές φυσικού φωτισμού 1^{ου} Ορόφου

1ος ΟΡΟΦΟΣ							
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	H _{ZΦΦ} ΥΨΟΣ	L _{ZΦΦ}	W _π	W _{ZΦΦ}	ΠΟΣΟΣΤΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)
0	Χώρος 27	1,90	4,75	3,40	5,78	4	110
0	Χώρος 28	1,90	4,00	3,40	5,40	1	22
0	Χώρος 29	1,90	4,75	3,40	5,78	1	27
0	Χώρος 30	1,90	4,00	3,40	5,40	1	22
0	Χώρος 31	1,90	2,00	3,40	4,40	1	9
0	Χώρος 32	1,90	4,75	3,40	5,78	9	247
0	Χώρος 33	1,90	2,00	3,40	4,40	1	9
0	Χώρος 34	1,90	4,75	3,40	5,78	12	329
0	Χώρος 35	1,90	2,00	3,40	4,40	1	9
0	Χώρος 36	1,90	3,00	3,40	4,90	1	15
0	Χώρος 37	1,90	4,75	3,40	5,78	1	27
0	Χώρος 38	1,90	3,00	3,40	4,90	1	15
0	Χώρος 39	1,90	4,75	3,40	5,78	1	27
270	Χώρος 40	1,00	0,50	3,20	3,45	1	2
180	Χώρος 41	1,90	4,00	3,40	5,40	8	173
180	Χώρος 42	1,90	4,75	3,40	5,78	5	137
180	Χώρος 43	0,90	0,50	3,40	3,65	3	5
180	Χώρος 44	0,90	0,50	3,40	3,65	3	5
180	Χώρος 45	1,90	4,75	3,40	5,78	15	411
90	Χώρος 46	1,00	0,50	3,20	3,45	1	2

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ 1ου ΟΡΟΦΟΥ	1988 m ²
Συνολικο εμψαδον φυσ. φωτισμου	2410 m ²

Πίνακας υπολογισμών 25: Περιοχές φυσικού φωτισμού 2^{ου} Ορόφου

2ος ΟΡΟΦΟΣ							
ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	H _{ZΦΦ} ΥΨΟΣ	L _{ZΦΦ}	W _π	W _{ZΦΦ}	ΠΟΣΟΣΤΟ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ (m ²)
0	Χώρος 47	1,90	4,75	3,40	5,78	18	494
0	Χώρος 48	1,90	4,75	3,40	5,78	18	494
270	Χώρος 49	0,90	0,5	3,40	3,65	1	2
180	Χώρος 50	1,90	4	3,40	5,40	13	281
180	Χώρος 51	0,90	0,5	3,40	3,65	3	5
180	Χώρος 52	0,90	0,5	3,40	3,65	3	5
180	Χώρος 53	1,90	4	3,40	5,40	15	324
90	Χώρος 54	1,00	0,5	3,20	3,45	1	2

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ 2ου ΟΡΟΦΟΥ	1992,5 m ²
Συνολικο εμφιαδον φυσ.φωτισμου	1607 m ²