



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών
Τομέας Θερμότητας
Εργαστήριο Εφαρμοσμένης Θερμοδυναμικής

**Τεχνο-Οικονομική Μελέτη Βελτιστοποίησης Ενεργειακής
Απόδοσης Κτηρίου Ξενοδοχειακής Εγκατάστασης Βάσει του
Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων**

*Διπλωματική Εργασία
Ανδρέας Χ. Γραμματίκας*

*Επίβλεψη:
Καθηγήτρια Ε. Κορωνάκη*

**Αθήνα
Φεβρουάριος 2022**



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πλαίσιο της διπλωματικής εργασίας αξιολογείται η ενεργειακή απόδοση κτηρίου ξενοδοχειακής μονάδας και εξετάζεται η αύξηση αυτής, μέσω κατάλληλων επεμβάσεων στα συστήματα του κτηρίου, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψιν την βέλτιστη σχέση κόστους επένδυσης – εξοικονόμησης ενέργειας. Η ενεργειακή μελέτη διενεργείται σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ - 2010) και η προσομοίωση της λειτουργίας του κτηρίου πραγματοποιείται σε εξειδικευμένο λογισμικό ενεργειακών επιθεωρήσεων (ΤΕΕ-KENAK). Το υπό μελέτη κτήριο προέρχεται από σχετική βιβλιογραφία, με πλήρη αρχιτεκτονικά σχέδια και εγκαταστάσεις. Τα διαφορετικά συστήματα και δομικά στοιχεία προς εγκατάσταση που εξετάζονται στην εργασία προέρχονται από την ελληνική αγορά, (έτος 2022).

Το πρώτο σκέλος της εργασίας έχει βιβλιογραφικό χαρακτήρα. Επικεντρώνεται στην έκθεση της σχετικής νομοθεσίας περί ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, στον Κ.Εν.Α.Κ και περιλαμβάνει μία επισκόπηση των στοιχείων και της λειτουργίας μίας κτηριακής εγκατάστασης, προκειμένου να καταλήξει στην μοντελοποίηση και στην μέθοδο υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης που προκύπτει. Συμπληρωματικά γίνεται παρουσίαση του λογισμικού ΤΕΕ-KENAK. Στο δεύτερο σκέλος ακολουθεί η ενεργειακή μελέτη της εργασίας. Στην πρώτη φάση, παρουσιάζεται και εξετάζεται το υπό μελέτη κτήριο, με την δομή και τις αρχικές εγκαταστάσεις του (Κτηριακό Κέλυφος & Ηλεκτρομηχανικά Συστήματα), μέσω του λογισμικού ΤΕΕ-KENAK.

Το τελευταίο τμήμα της εργασίας αφορά στην μελέτη βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Σε πρώτο στάδιο παραθέτονται μεμονωμένες, ορισμένες τυπικά προτεινόμενες επεμβάσεις στα συστήματα του κτηρίου (Κτηριακό Κέλυφος, Ηλεκτρομηχανικά Συστήματα), ακολουθούμενες από την τεchnοοικονομική αξιολόγηση τους. Σκοπός της εργασίας είναι, με κατάλληλο συνδυασμό των παραπάνω συστημάτων, η διαμόρφωση τριών σεναρίων τελικών εγκαταστάσεων, βελτιωμένης ενεργειακής απόδοσης, καθένα από τα οποία είναι προσαρμοσμένο σε διαφορετικές τεchnο-οικονομικές απαιτήσεις. Κοινός παρονομαστής για κάθε σενάριο θεωρείται η αναζήτηση της μέγιστης δυνατής εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας ανά κόστος επένδυσης. Τα σενάρια προσομοιώνονται μέσω του λογισμικού ΤΕΕ-KENAK, και αξιολογούνται τεchnοοικονομικά. Με το πέρασ, αλλά και κατά τη διάρκεια της μελέτης, συγκεντρώνονται παρατηρήσεις και συμπεράσματα που προκύπτουν σχετικά με τις επεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και το συνοδευόμενο κόστος.



National Technical University of Athens
School of Mechanical Engineering
Thermal Engineering Section
Laboratory of Applied Thermodynamics

DIPLOMA THESIS

Techno-economic study on the optimization of energy efficiency of a hotel-facility building, in accordance with the Greek regulations on the energy performance of buildings

Andreas Grammatikas

ABSTRACT

The objective of this diploma thesis is to evaluate the energy efficiency of a given hotel facility and examine its possible increase, through the installation of new building components, while taking into account the optimal relationship between investment costs and energy savings. The energy audit is carried out in accordance with the Greek regulations on the energy performance of buildings (K.Ev.A.K – 2010) and the simulation of the building's operation is conducted through the specialized software (TEE-KENAK), certified for energy audits in Greece. The building under investigation is sourced from relevant literature, complete with blueprints and installed electromechanical systems. The new systems intended for evaluation and installation are sourced from the Greek market (year 2022).

The first part of this diploma thesis, is of bibliographic nature. It presents the relevant legislation and regulations related to the energy efficiency of buildings in Greece and includes an overview of the components (Building Shell, Electromechanical Systems) and operation of a building facility, from the scope of an energy analysis, in order to provide the foundation for the resulting mathematical model used in the simulation software TEE-KENAK. The second part contains the study of the energy performance. In the first phase, the building under investigation is presented, examining its structural and initial electromechanical components, with the use of the TEE-KENAK.

The final section aims for the increase of the energy efficiency of the building facility. In the first stage, new individual components, (concerning the Building Shell, Electromechanical Systems) typically used in the Greek building sector, are listed, followed by their techno-economic evaluation. The purpose of this thesis is the formation of three final building-scenarios, each of which is adapted to different techno-economic requirements through the proper combination of the above components. Common objective among all the scenarios is the achievement of the greatest possible energy savings per investment cost. The scenarios are simulated through the TEE-KENAK software, and the results are evaluated techno-economically. On conclusion and throughout the study, a number of observations and remarks are made, regarding the energy savings achieved and the accompanying cost of new component installation.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Από τη θέση αυτή θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα της διπλωματικής μου εργασίας Καθηγήτρια κα. Ειρήνη Κορωνάκη, για την ευκαιρία που μου εξασφάλισε να ασχοληθώ με ένα θέμα της αρεσκείας μου και να κλείσω τον κύκλο σπουδών μου στην σχολή των Μηχανολόγων Μηχανικών, με νέο ενδιαφέρον για το αντικείμενο. Προσέφερε πολύτιμη καθοδήγηση και συμβουλές που συνέβαλαν ουσιαστικά στην επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας, πάντα με χαρακτηριστική προθυμία και κατανόηση προς το μέρος μου.

Στην οικογένειά μου,
τους φίλους μου,
και τους ανθρώπους που πορεύτηκαν μαζί μου αυτά τα χρόνια.

Υπεύθυνη δήλωση για λογοκλοπή και για κλοπή πνευματικής ιδιοκτησίας:

Έχω διαβάσει και κατανοήσει τους κανόνες για τη λογοκλοπή και τον τρόπο σωστής αναφοράς των πηγών που περιέχονται στον οδηγό συγγραφής Διπλωματικών Εργασιών. Δηλώνω ότι, από όσα γνωρίζω, το περιεχόμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι προϊόν δικής μου εργασίας και υπάρχουν αναφορές σε όλες τις πηγές που χρησιμοποίησα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτή τη Διπλωματική εργασία είναι του συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Ανδρέας Γραμματίκας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	14
1.1	ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	15
1.2	ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	15
2	ΣΧΕΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ & Κ.ΕΝ.Α.Κ.....	17
2.1	ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	17
2.1.1	Ευρωπαϊκή & Ελληνική Νομοθεσία.....	17
2.1.2	Ευρωπαϊκές Οδηγίες 91/2002 και 31/2010.....	17
2.1.3	Νόμος 3661/2008.....	18
2.1.4	Νόμος 3851/2010.....	18
2.2	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ (Κ.ΕΝ.Α.Κ).....	20
2.2.1	Γενικά Στοιχεία.....	20
2.2.2	Ελάχιστες Προδιαγραφές Κτηρίων.....	21
2.2.3	Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε).....	22
2.2.4	Κτήριο Αναφοράς.....	23
2.2.5	Διαδικασία Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτηρίων.....	24
2.1.4	Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α).....	25
3	ΚΤΗΡΙΑΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.....	28
3.1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ.....	28
3.2.1	Κτηριακό Κέλυφος.....	30
3.2.1.1	Αδιαφανείς Επιφάνειες (Σε επαφή με εξωτερικό αέρα/ έδαφος).....	31
3.2.1.1	Διαφανείς Επιφάνειες.....	45
3.2.2	Η/Μ Συστήματα & Εγκαταστάσεις.....	50
3.2.2.1	Σύστημα Θέρμανσης.....	51
3.2.2.2	Σύστημα Ψύξης.....	60
3.2.2.3	Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX).....	63
3.2.2.4	Σύστημα Μηχανικού Αερισμού.....	65
3.2.2.5	Φωτισμός.....	67
3.2.2.6	Διατάξεις Ελέγχου και Αυτοματισμοί.....	69
3.3.1	Μοντελοποίηση Κτηριακής Εγκατάστασης.....	70
3.3.2	Μεθοδολογία Υπολογισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίου (Κ.Εν.Α.Κ).....	73
3.2	Υπολογισμός Ενεργειακών Απαιτήσεων Ανά Τελική Χρήση.....	74
3.3.3	Υπολογισμός Ενεργειακής Κατανάλωσης Ανά Τελική Χρήση.....	84
4	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.....	87
4.1	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ.....	87
4.2	ΚΑΡΤΕΛΑ ΤΕΕ-ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ.....	87
4.3	ΚΑΡΤΕΛΑ ΚΤΗΡΙΟ.....	88
4.4	ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	89
4.4.1	Γενικά.....	90
4.4.2	Κέλυφος.....	91
4.4.3	Συστήματα.....	92
5	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	100
5.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	100
5.2	ΑΡΧΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΑΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	107
5.2.1	Θερμικές Ζώνες.....	107
5.2.2	Κτηριακό Κέλυφος.....	108

5.2.2.1	Αδιαφανείς Επιφάνειες.....	108
5.2.2.2	Διαφανείς Επιφάνειες.....	113
5.2.3	Η/Μ Εγκαταστάσεις.....	115
5.3	ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ ΚΑΙ ΝΕΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ	127
5.3.1	Ηλιακός Συλλέκτης για ZNX.....	127
5.3.2	Σύστημα Θέρμανσης.....	128
5.3.3	Σύστημα Ψύξης.....	130
5.3.4	Θερμομόνωση.....	132
5.3.5	Σύστημα Κορυφωμάτων.....	138
5.3.6	Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε).....	141
5.3.7	Διατάξεις Ελέγχου & Αυτοματισμοί.....	143
5.4	ΤΕΛΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	145
5.4.1	Διευκρινήσεις.....	145
5.4.2	Σενάριο Α – Ριζικώς Ανακαινιζόμενο Κτήριο.....	148
5.4.3	Σενάριο Β – Βέλτιστη Ενεργειακή Απόδοση.....	150
5.4.4	Σενάριο Γ – Στοχευμένες Επεμβάσεις.....	152
6	ΣΥΝΟΨΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	156
6.1	ΣΥΝΟΨΗ.....	156
6.2	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	157
6.3	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	158
7	ΚΑΤΑΛΟΓΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ/ΕΙΚΟΝΕΣ/ΣΧΗΜΑΤΑ.....	160
8	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	163
9	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	165

1

Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες, η υψηλή κατανάλωση ενέργειας που έχει διαμορφωθεί σε παγκόσμιο επίπεδο, καλύπτεται σε σημαντικό ποσοστό από την χρήση ορυκτών καυσίμων. Η εκτεταμένη κατανάλωση τους επιβαρύνει σε πολλαπλά επίπεδα το περιβάλλον και όπως προβλέπεται θα εξακολουθεί να αποτελεί σημαντική περιβαλλοντική απειλή για τις επόμενες δεκαετίες. Προς αποφυγή περαιτέρω επιδείνωσης, έχει αναδειχθεί από την διεθνή κοινότητα το ζήτημα της μέγιστης δυνατής ανεξάρτησης από τους ορυκτούς πόρους και της ευρύτερης εξοικονόμησης ενέργειας.

Στο ευρωπαϊκό ενεργειακό ισοζύγιο σημαντικό μερίδιο κατανάλωσης (40%) αποδίδεται στον κτηριακό τομέα. Επομένως στο πλαίσιο της πολιτικής εξοικονόμησης ενέργειας στην Ευρώπη, ο κτηριακός τομέας αποτελεί ένα από τους βασικότερους στόχους, για τον περιορισμό των καταναλώσεων ενέργειας. Σε αυτή την κατεύθυνση, με αφετηρία ένα σύνολο σχετικών οδηγιών ευρωπαϊκής πρωτοβουλίας, έχει πλέον τεθεί σε ισχύ ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ), σε εθνικό επίπεδο. Μέσω του συνόλου ρυθμίσεων και προδιαγραφών που επιτάσσει, στοχεύει στην ελεγχόμενη απομείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηριακού τομέα σε αποδεκτά επίπεδα. Από την εφαρμογή του κανονισμού τον Απρίλιο του 2010, τα υπάρχοντα και νεοσύστατα κτήρια επιθεωρούνται, ως προς τα συστήματα και τις εγκαταστάσεις τους, αξιολογώντας την ενεργειακή τους απόδοση, η οποία πλέον οφείλει να βρίσκεται εντός ορισμένων ορίων. Η εξέταση των συστημάτων και ενεργειακής απόδοσής ενός κτηρίου, συνιστούν την τυποποιημένη διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης, που ανατίθεται σε πιστοποιημένους μηχανικούς.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκθέτει και προσομοιώνει αυτή την διαδικασία, σύμφωνα με τα πρότυπα του Κ.Εν.Α.Κ, εξετάζοντας την ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου ξενοδοχειακής εγκατάστασης, με χρήση κατάλληλου πιστοποιημένου λογισμικού του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ε.Ε). Εκπονείται μελέτη, κατά την οποία, εξετάζεται κτήριο ξενοδοχειακής μονάδας. Με σκοπό την βελτίωση της απόδοσης του, συγκροτείται ένα σύνολο προτάσεων, για επεμβάσεις με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας στις εγκαταστάσεις του κτηρίου. Οι προτάσεις που διατυπώθηκαν, προσομοιώνονται μέσω του λογισμικού και αντιπαραβάλλονται μεταξύ τους, με γνώμονα την εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας που επιτυγχάνεται και το κόστος τους, ώστε να προκύψουν οι πλέον οικονομικά συμφέρουσες λύσεις. Τέλος, με την εκτέλεση ενός συνδυασμού επεμβάσεων, διαμορφώνονται διαφορετικά σενάρια τελικών εγκαταστάσεων, καθένα από τα οποία ανταποκρίνεται σε διαφορετικές απαιτήσεις εξοικονόμησης και κόστους επένδυσης. Όλα τα σενάρια εξετάζονται βάση τεχνοοικονομικών παραμέτρων, προκειμένου να κριθεί η επενδυτική τους αξία, και να διαμορφωθεί μία εικόνα κόστους επένδυσης-εξοικονόμησης ενέργειας για τα δεδομένα της ελληνικής αγοράς.

1.1 Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία έχει ως στόχο:

1. Την παρουσίαση των τυπικών στοιχείων μίας κτηριακής εγκατάστασης και την ανάλυση της λειτουργίας του συνόλου της εγκατάστασης για τους σκοπούς της ενεργειακής μελέτης.
2. Την παρουσίαση της διαδικασίας και την διενέργεια μίας πλήρους ενεργειακής επιθεώρησης, σύμφωνα με τον Κ.Ε.ν.Α.Κ, σε ένα υποθετικό κτήριο ξενοδοχειακής εγκατάστασης, μέσω του λογισμικού TEE-KENAK, με σκοπό την αξιολόγηση της απόδοσής του και την εύρεση των επιμέρους καταναλώσεων.
3. Την πρόταση κατάλληλων επεμβάσεων προς βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του εν λόγω κτηρίου. Την εξέταση της εξοικονόμησης που προσφέρουν μέσω του λογισμικού TEE-KENAK και την τεχνοοικονομική αξιολόγηση τους ως επενδυτικά σενάρια.

1.2 Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Το πρώτο κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή της εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται πληροφορίες σχετικά με την νομοθεσία που διέπει το εγχείρημα εξοικονόμησης ενέργειας στον κτηριακό τομέα (Ευρώπη και Ελλάδα) και γίνεται αναφορά στα βασικά στοιχεία του Κ.Ε.ν.Α.Κ.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται η μέθοδος υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου. Επεξηγείται η επίσημη διαδικασία που ακολουθείται σε μία ενεργειακή επιθεώρηση και τα νομοθετικά πλαίσια που θέτουν τα όρια και τα κριτήρια ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου. Βασικό κομμάτι αυτής της διαδικασίας είναι και η γνωριμία με τα βασικά συστήματα και εγκαταστάσεις ενός σύγχρονου κτηρίου, όπου και περιγράφονται στο τέλος του κεφαλαίου.

Στο τρίτο κεφάλαιο εξετάζεται η κτηριακή εγκατάσταση ως προς τα μέρη και στοιχεία που την αποτελούν, υπό το πρίσμα της ενεργειακής μελέτης και η λειτουργία και μοντελοποίηση της σύμφωνα με τον Κ.Ε.ν.Α.Κ. Τα τμήματα του κεφαλαίου είναι απαραίτητα προκειμένου να γίνει κατανοητή η μέθοδος αξιολόγησης της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτηρίου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εξετάζεται το περιβάλλον και η δομή του λογισμικού TEE-KENAK, που χρησιμοποιείται στην ενεργειακή μελέτη της εργασίας. Αποτελεί το ενδεδειγμένο υπολογιστικό εργαλείο για την διεκπεραίωση μίας ενεργειακής επιθεώρησης και την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης στην ελληνική αγορά. Επεξηγούνται τα οι καρτέλες καταχώρησης δεδομένων, η υπολογιστική διαδικασία και τα παραγόμενα αποτελέσματα.

Με το πέμπτο κεφάλαιο μπαίνουμε στην μελέτη της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου της ξενοδοχειακής μονάδας. Εξετάζεται η απόδοση του με τα αρχικά εγκατεστημένα συστήματα.

Εντοπίζονται τα σημεία που χρήζουν επέμβασης. Παρατίθενται τα εναλλακτικά συστήματα, με τα τεχνικά χαρακτηριστικά και το κόστος τους, (προερχόμενα από την ελληνική αγορά) και προσομοιώνεται η συνεισφορά τους στη μείωση της κατανάλωσης με χρήση του λογισμικού T.E.E – K.Εν.Α.Κ. Συγκροτούνται τρία διαφορετικά σενάρια επεμβάσεων στο κτήριο τα οποία αξιολογούνται τεχνοοικονομικά.

Στο έκτο κεφάλαιο δίνεται η ανακεφαλαίωση, τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της εργασίας και προτάσεις σχετικά με την περαιτέρω μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτηρίου.-

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά η βιβλιογραφία από την οποία αντλήθηκαν πληροφορίες για την παρούσα διπλωματική εργασία.

Στο έβδομο κεφάλαιο βρίσκεται το παράρτημα με πληροφορίες συστημάτων, πίνακες και αποσπάσματα της σχετικής νομοθεσίας που θα χρειασθεί να ανατρέξει ο αναγνώστης.

2

Σχετική Νομοθεσία & Κ.Εν.Α.Κ

2.1 Νομοθεσία

2.1.1 Ευρωπαϊκή & Ελληνική Νομοθεσία

Στο πλαίσιο της ευρύτερης πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και τον περιορισμό των εκπεμπόμενων ρύπων έχουν εκδοθεί ανά περιόδους πολλές κοινοτικές οδηγίες και κανονισμοί. Ειδικότερα για την περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας στον κτηριακό τομέα η κύρια κοινοτική οδηγία είναι η 91/2002 «Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων» η οποία αναθεωρήθηκε με την οδηγία 31/2010. Σε αυτήν την κατεύθυνση έχει εκδοθεί και η οδηγία 32/2006 «Ενεργειακή Απόδοση κατά την τελική χρήση» σύμφωνα με την οποία στόχος είναι η μείωση της τελικής χρήσης ενέργειας στο 9%.

Προς εναρμόνιση στις οδηγίες της ευρωπαϊκής ένωσης, θεσπίστηκαν αντίστοιχα νομοθετικά πλαίσια που ενσωματώνουν τις άνωθεν οδηγίες στο ελληνικό δίκαιο. Βασικότερος εξ' αυτών ο νόμος 3668/2010, όπου μεταξύ άλλων οδήγησε στην έκδοση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ) και την υποχρεωτική πλέον έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α) κτηρίων.

2.1.2 Ευρωπαϊκές Οδηγίες 91/2002 και 31/2010

Οι δυο οδηγίες αποτελούν το σημείο εκκίνησης στην πρωτοβουλία ενεργειακής εξοικονόμησης στον κτηριακό τομέα στην Ευρώπη. Έθεσαν τις βάσεις για τη διαμόρφωση συστήματος αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων όπως το γνωρίζουμε σήμερα και κατά συνέπεια στην μείωση κατανάλωσης ενέργειας και περιορισμό των εκπεμπόμενων ρύπων στην Ευρώπη

Η οδηγία 91/2002 «Ενεργειακή Απόδοση Κτηρίων», εκδόθηκε το 2002 και έδινε τις πρώτες κατευθύνσεις και απαραίτητα εργαλεία στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας στα κτήρια. Τα κράτη μέλη όφειλαν να εναρμονιστούν με την οδηγία μέχρι και τον Ιανουάριο του 2006, με μία δοκιμαστική περίοδο τριών ετών (έως και το 2009) για την πλήρη ισχύ και εφαρμογή του αντίστοιχου νομοθετικού πλαισίου για την κάθε χώρα. Η οδηγία 91/2002 προέβλεπε:

- την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α) κτηρίων
- τον καθορισμό για ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις σε νέα κτήρια
- συστάσεις για οικονομικά αποδεκτές βελτιώσεις ενεργειακής απόδοσης

- την υποχρεωτική τακτική επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης
- την τακτική επιθεώρηση εγκαταστάσεων ψύξης και κλιματισμού

Η ευρωπαϊκή οδηγία 91/2002 αναθεωρήθηκε τον Μάιο του 2010, με τη νέα κοινοτική οδηγία 31/2010, με την οποία τα κράτη μέλη της ευρωπαϊκής ένωσης θα έπρεπε να εναρμονιστούν μέχρι τον Ιούλιο του 2012. Βασικότερες συστάσεις και αλλαγές που εμπεριείχονταν στην νέα οδηγία ήταν:

- ο περιορισμός ορίων επιφανείας (m^2) απαραίτητων για την υποχρεωτική σύνταξη ενεργειακής μελέτης και έκδοσης πιστοποιητικού, για ιδιωτικά και δημόσια κτήρια
- Η απαίτηση όλα τα νέα κτήρια που κατασκευάζονται από το 2010 και μετά να είναι σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης.
- οι μεθοδολογίες υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης να ακολουθούν τα αντίστοιχα ευρωπαϊκά πρότυπα

2.1.3 Νόμος 3661/2008

Ο νόμος 3668/2010 «Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κτηρίων και άλλες διατάξεις» (Φ.Ε.Κ. Α' 89) θεσπίστηκε προς συμμόρφωση της χώρας στην ευρωπαϊκή οδηγία 91/2002. Ενσωματώνει στο ελληνικό δίκαιο τις συστάσεις και υποχρεώσεις της 91/2002 και διαμόρφωσε τους κανονισμούς και μεθόδους για τον έλεγχο της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων. Βασικότερες ρυθμίσεις του 3668/2010 αποτελούν:

- Έκδοση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων Κ.Εν.Α.Κ (Φ.Ε.Κ 407/9.4.2010)
- Η θέσπιση ελαχίστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτήρια κα υφιστάμενα ανακαίνισης άνω των $1000m^2$.
- Η σύνταξη ενεργειακής μελέτης για όλα τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτηρία άνω των $1000m^2$.
- Η έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτηρία άνω των $1000m^2$.
- Η τακτική επιθεώρηση εγκαταστάσεων θέρμανσης.
- Η τακτική επιθεώρηση εγκαταστάσεων ψύξης και κλιματισμού
- Η έκδοση του σχετικού προεδρικού διατάγματος για τους ενεργειακούς επιθεωρητές.

2.1.4 Νόμος 3851/2010

Με την εφαρμογή του 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις», πέρασαν ορισμένες αναθεωρήσεις που επηρέασαν μέτρα και υποχρεώσεις που υποδείκνυε ο 3668/2010. Τα βασικότερα σημεία μεταξύ άλλων:

- Η κατάργηση του ορίου των $1000m^2$ για την υποχρέωση σύνταξης και υποβολής της ενεργειακής μελέτης.

- Η υποχρέωση κάλυψης του 60% των ενεργειακών αναγκών για Ζ.Ν.Χ από ηλιοθερμικά συστήματα ή συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ή αντλία θερμότητας υψηλής απόδοσης.
- Η υποχρέωση το αργότερο έως τις 31.12.2019 όλα τα νέα κτήρια να καλύπουν το σύνολο της κατανάλωσής τους σε πρωτογενή ενέργεια με συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου καθώς και σε αντλίες θερμότητας με εποχιακό συντελεστή SPF μεγαλύτερο του 3,3. Για τα νέα κτήρια που στεγάζουν υπηρεσίες του δημοσίου αυτή η υποχρέωση θα πρέπει να τεθεί σε ισχύ το αργότερο μέχρι τις 31.12.2014.
- Η δυνατότητα χρηματοδότησης εφαρμογής συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε κτήρια κατοικιών, μέσω ειδικών προγραμμάτων σημοσίων επενδύσεων (Π.Δ.Ε).

2.2 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ)

2.2.1 Γενικά Στοιχεία

Τον Απρίλιο του 2010 εκδόθηκε Ο Κ.Εν.Α.Κ με την κοινή υπουργική απόφαση αριθ. Δ6/Β/οικ.5825/2010 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων» (Φ.Ε.Κ Β' 407). Ο Κ.Εν.Α.Κ αποτελεί το επίσημα καθιερωμένο πλαίσιο σύμφωνα με το οποίο διεξάγονται οι ενεργειακές επιθεωρήσεις και αξιολογείται η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων στην χώρα. Τα βασικά σημεία του κανονισμού είναι :

- Ορίζεται η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων (άρθρο 4 &5). Η μεθοδολογία βασίζεται στα σχετικά ευρωπαϊκά πρότυπα που με την αναθεώρηση της κοινοτικής οδηγίας 31/2010 είναι πλέον υποχρεωτικά.
- Καθορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις (kWh/m²) για την ενεργειακή απόδοση και ενεργειακή κατάταξη των νέων και ριζικώς ανακαινιζόμενων κτηρίων μέσω της μεθοδολογίας του κτηρίου αναφοράς (άρθρα 7 & 13). Με την ίδια μεθοδολογία αξιολογούνται και κατατάσσονται ενεργειακά τα υφιστάμενα προς πιστοποίηση κτήρια.
- Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους και οι τεχνικές προδιαγραφές των Η/Μ συστημάτων και εγκαταστάσεων των υπό μελέτη νέων κτηρίων καθώς και των ριζικώς ανακαινιζόμενων.
- Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτηρίων (Μ.Ε.Α) που πλέον πρέπει να συνυποβάλλεται μαζί με άλλες σχετικές μελέτες για την έκδοση οδομικής άδειας.
- Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α) καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.
- Καθορίζεται η διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων καθώς και η διαδικασία επιθεωρήσεων λεβήτων, εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Ο Κ.Εν..Α.Κ στην διατυπώθηκε αρχικώς το 2010 και ανθεωρήθηκε στη συνέχεια το 2017. Ο τρέχων Κ.Εν..Α.Κ παραθέτεται στο σύνολό του, στο Φύλλο της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως Φ.Ε.Κ με αριθμός 2367, έτους 2017. Δεν επισημαίνονται ουσιώδεις διαφορές στην νέα έκδοση του Κ.Εν.Α.Κ, ο οποίος παρουσιάζει ελαφρώς αυστηρότερα όρια θερμοπερατότητας, τάξεως του 10%, ένα σύνολο διευκρινήσεων και συμπερλίψη επιπλέον στοιχείων που καλύπτουν πληρέστερα τις διάφορες περιπτώσεις ενεργειακών μελετών.

Ωστόσο τονίζουμε

Η ενεργειακή μελέτη της εργασίας βασίσθηκε στην αρχική έκδοση του Κ.Εν.Α.Κ-2010, στοιχεία του οποίου θα παρουσιασθούν παρακάτω στην εργασία.

2.2.2 Ελάχιστες Προδιαγραφές Κτηρίων

Με τα άρθρα 7 & 8 του Κ.Εν.Α.Κ ορίζονται όλες οι ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές για όλα τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν

A. Το κτήριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. Ελάχιστες προδιαγραφές που αφορούν:

- Στον αρχικό σχεδιασμό του κτηρίου, την κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμό του κτηρίου στο οικόπεδο. (Άρθρο 8, παρ. 1)
- Στα θερμικά χαρακτηριστικά του κτηριακού κελύφους με σκοπό την θερμική θωράκιση του. Εγκατάσταση επαρκούς θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία και ενεργειακά αποδοτικών κουφωμάτων, ούτως ώστε οι επιμέρους τιμές θερμοπερατότητας των επιφανειών, όσο και ο μέσος όρος θερμοπερατότητας του κτηρίου να μην υπερβαίνουν τις ελάχιστες τιμές. (Άρθρο 8, παρ. 2 - Πίνακες Γ.1 & Γ.2)
- Στην ενεργειακή απόδοση και λειτουργία των Η/Μ εγκαταστάσεων. Οι επιμέρους βαθμοί απόδοσης των Η/Μ εγκαταστάσεων (βαθμοί απόδοσης μονάδων θέρμανσης, συντελεστές συμπεριφοράς αντλιών θερμότητας) να μην υπερβαίνουν τις ελάχιστες τιμές που έχουν οριστεί. (Άρθρο 8, παρ. 3, όπου και αναφέρονται αναλυτικά οι ελάχιστες προδιαγραφές συστημάτων)

B.

- Η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας να είναι μικρότερη ή ίση της κατανάλωσης που δίνεται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. Δηλαδή το κτήριο κατατάσσεται σε ενεργειακή κατηγορία Β ή καλύτερη.
- Ή εναλλακτικά, το κτήριο μπορεί να πληροί όλες τις τεχνικές προδιαγραφές κτηριακού κελύφους και Η/Μ εγκαταστάσεων του κτηρίου αναφοράς στον ίδιο ή καλύτερο βαθμό.

Πίνακας Γ1 Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας κατά κλιματική ζώνη

Δομικό Στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής Θερμοπερατότητας (W/m^2K)			
		Κλιματική Ζώνη			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U_D	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_W	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U_{DL}	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U_G	1,20	0,90	0,75	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους ή το έδαφος	U_{WE}	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες)	U_F	3,20	3,00	2,80	2,60

μπαλοκοκιών κ.α)					
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων ανοιγόμενες και μη ανοιγόμενες	U_{GF}	2,20	2,00	1,80	1,80

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

F/V (m^{-1})	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής U_m (W/m^2K)			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,30	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥1,00	0,81	0,73	0,66	0,60

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

***όπου F/V (m^{-1}) ο λόγος εξωτερικής επιφάνειας κτηριακού κελύφους προς τον όγκο του κτηρίου.*

2.2.3 Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε)

Οι Τ.Ο.Τ.Ε.Ε έχουν διαμορφωθεί για να εξυπηρετήσουν στην εφαρμογή του Κ.Εν..Α.Κ. Περιέχουν τις τυποποιημένες μεθοδολογίες, παραδοχές και δεδομένα που χρησιμοποιούνται για την διενέργεια της ενεργειακής μελέτης του κτηρίου. Η κάθε μία εξειδικεύεται σε ένα τομέα της ενεργειακής μελέτης όπως αναγράφεται παρακάτω:

- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017 Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017 Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010 Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-4/2017 Οδηγίες και έντυπα εκθέσεων ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, συστημάτων θέρμανσης και συστημάτων κλιματισμού
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-5/2017 Συμπαράγωγή ηλεκτρισμού θερμότητας & ψύξης: εγκαταστάσεις σε κτήρια

Η εκπόνηση της εργασίας έχει βασιστεί εξ' ολοκλήρου στις μεθόδους υπολογισμών που δίνονται από τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, και θα επισημανθεί όπου γίνεται αναφορά.

2.2.4 Κτήριο Αναφοράς

Ο υπολογισμός της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου μας δίνει μία εικόνα για την κατανάλωσή του. Το μέγεθος αυτό μεμονωμένα όμως, δεν μπορεί να δώσει μία εικόνα για το αν το κτήριο είναι επαρκώς ενεργειακά αποδοτικό ή όχι. Προκειμένου να διαμορφώσουμε ένα τέτοιο κριτήριο, για την ουσιαστική αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, ορίζεται από τον Κ.Εν.Α.Κ η μέθοδος του κτηρίου αναφοράς και η μέθοδος των τιμών αναφοράς.

Τιμές Αναφοράς

Με τη μέθοδο των τιμών αναφοράς, όπως απεικονίζεται στην εικόνα (..) το κτήριο κατατάσσεται σύμφωνα με ένα εύρος τιμών τελικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για κάθε χρήση κτηρίου και κλιματική ζώνη. Αν και αξιόπιστη μέθοδος δεν εφαρμόζεται προς το παρόν, καθώς προαπαιτεί την συλλογή δεδομένων ενεργειακής απόδοσης για κτήρια διαφόρων χρήσεων. Ως εκ τούτου η χρησιμοποιούμενη μέθοδος αξιολόγησης ενεργειακής απόδοσης απόδοσης στις τρέχουσες ενεργειακές μελέτες και στην παρούσα εργασία είναι το κτήριο αναφοράς.

Κτήριο Αναφοράς

Το κτήριο αναφοράς είναι όμοιο του υπό εξέταση κτηρίου (ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, προσανατολισμός, τοποθεσία, ίδια χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας και πληρώντας όλες τις ελάχιστες προβλεπόμενες προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ

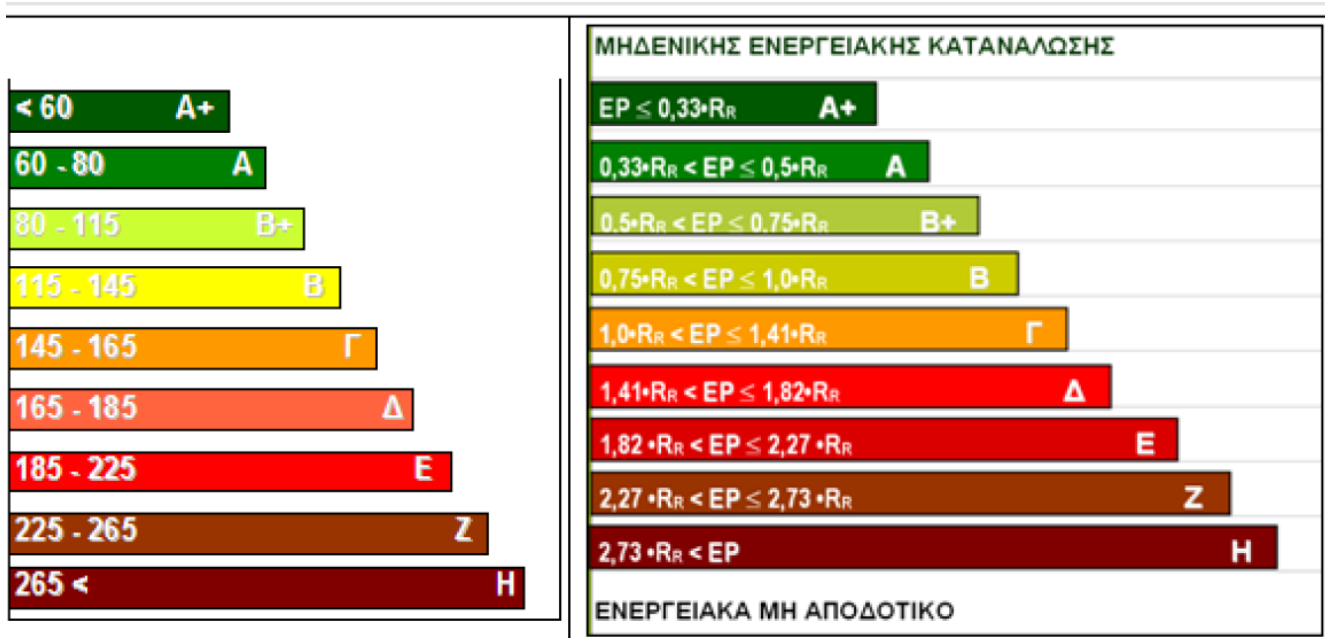
α) Σχεδιασμού

β) θερμοφυσικών χαρακτηριστικών κτηριακού κελύφους

γ) βαθμών απόδοσης H/M συστημάτων και εγκαταστάσεων

όπως αυτές αναφέρονται στα Άρθρα 8 & 9 του Κ.Εν.Α.Κ.

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω χαρακτηριστικών διαμορφώνεται η τελική κατανάλωση σε πρωτογενή ενέργεια του κτηρίου αναφοράς. Η κατανάλωση του κτηρίου αναφοράς αποτελεί το μέτρο σύγκρισης για την ενεργειακή απόδοση του υπό εξέταση κτηρίου. Όπως απεικονίζεται στην κλίμακα ενεργειακών κατηγοριών, το κτήριο αναφοράς κατατάσσεται στην κατηγορία Β, ενώ οι υπόλοιπες κατηγορίες διαβαθμίζονται ως ποσοστό της κατανάλωσης του κτηρίου αναφοράς. Όλα τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια υποχρεούνται να εμφανίζουν ενεργειακή απόδοσης κατηγορίας Β ή καλύτερη. Μικρότερες ενεργειακές καταναλώσεις, του κτηρίου αναφοράς κατατάσσουν το κτήριο σε ανώτερη ενεργειακή κατηγορία. Με αυτόν τον τρόπο διαμορφώνεται το κριτήριο αξιολόγησης ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.



ΕΙΚΟΝΑ 1 ΚΛΙΜΑΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ

**Αριστερά - κλίμακα η κλίμακα ενεργειακών κατηγοριών με τιμές αναφοράς

**Δεξιά - κλίμακα ενεργειακών κατηγοριών ως προς το κτήριο αναφοράς

2.2.5 Διαδικασία Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτηρίων

Χάριν πληρότητας της εργασίας, θα περιγραφούν τα βασικά στάδια στη διενέργεια μίας ενεργειακής επιθεώρησης, καθώς τα στοιχεία και δεδομένα στα οποία καταλήγει ή αναλύει η εργασία είναι προϊόν αυτής της διαδικασίας.

Στάδιο 1^ο Η ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης στον πιστοποιημένο ενεργειακό επιθεωρητή από τον ιδιοκτήτη/δαιχειριστή του κτηρίου.

Στάδιο 2^ο Η ηλεκτρονικά ανάθεση Αριθμού Πρωτοκόλλου ενεργειακής μελέτης (Α.Π.) μέσω της ειδικής πλατφόρμας www.buildingcert.gr της ειδικής υπηρεσίας επιθεωρητών ενέργειας, κατόπιν καταχώρησης των στοιχείων του κτηρίου στα αρχεία της επιθεώρησης κτηρίων.

Στάδιο 3^ο Ο επιτόπιος έλεγχος του επιθεωρητή στο υπό εξέταση κτήριο και η καταγραφή ή και επαλήθευση στοιχείων που έχουν δοθεί από τον ιδιοκτήτη. Τα στοιχεία που συλλέγονται περιλαμβάνουν:

- Αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου (κατόψεις, γεωμετρικά χαρακτηριστικά)
- Σχέδια των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτηρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, μηχανικού αερισμού, φωτισμού, Ζ.Ν.Χ) συνοδευόμενα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων. Σε περίπτωση έλλειψης των απαραίτητων

στοιχείων των εγκαταστάσεων, ο επιθεωρητής δύναται να καταφύγει σε μέτρηση παραμέτρων με ειδικό εξοπλισμό για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων ή να καταφύγει σε παραδοχές γύρω από τις αποδόσεις των εγκαταστάσεων που αναγράφονται στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

- Προϋπάρχουσα μελέτη θερμομόνωσης ή ενεργειακή μελέτη του κτηρίου.

Στάδιο 4^ο Η επεξεργασία των στοιχείων του κτηρίου και η ολοκλήρωση των υπολογισμών με την εφαρμογή της τυποποιημένης μεθοδολογίας υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και τη χρήση του λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ (ή οποιουδήποτε άλλου διαπιστευμένου από την Ε.Υ.Επ.Εν). Κατόπιν ολοκλήρωσης της επεξεργασίας προκύπτει κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου, και η κατάταξη στην ανάλογη ενεργειακή κατηγορία του Π.Ε.Α.

Στάδιο 5^ο Σύνταξη των απαιτούμενων συστάσεων με σκοπό την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Στάδιο 6^ο Η έκδοση του Π.Ε.Α.

Η εκπόνηση της εργασίας, ακολουθεί μόνο τα Στάδια 3, 4, 5 και 6.

***Τα στοιχεία του κτηρίου, για το Στάδιο 3 της επιθεώρησης, προέρχονται από τη βιβλιογραφία.*

2.1.4 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α)

Το προϊόν της ενεργειακής επιθεώρησης είναι το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης. Αποτελεί το επίσημο έγγραφο στο οποίο αναγράφεται η ενεργειακή κατηγορία του κτηρίου, οι καταναλώσεις του κτηρίου ετήσιες, πραγματικές και ανηγμένες σε πρωτογενή και επιμερισμένες σε ανά τελική χρήση. Είναι υποχρεωτικό για την έκδοση οικοδομικής άδειας. Μεταξύ άλλων στοιχείων συμπεριλαμβάνονται συστάσεις για την περαιτέρω βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, συνοδευόμενες με την αναμενόμενη εξοικονόμηση. Παράδειγμα κενού εγγράφου του Π.Ε.Α δίνεται παρακάτω:

Α.Π.: Α.Α.:

ΧΡΗΣΗ: Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας: Κλιματική Ζώνη: Διεύθυνση: Τ.Κ. Πόλη: Έτος κατασκευής: Συνολική επιφάνεια [m ²]: Θερμαινόμενη επιφάνεια [m ²]: Όνομα ιδιοκτήτη:	(Φωτογραφία κτιρίου)																								
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;"></th> <th style="width: 20%; text-align: center;">ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">EP ≤ 0,33·R_n A+</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,33·R_n < EP ≤ 0,5·R_n A</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,5·R_n < EP ≤ 0,75·R_n B+</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0,75·R_n < EP ≤ 1,0·R_n B</td> <td style="text-align: center;">B</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1,0·R_n < EP ≤ 1,41·R_n Γ</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1,41·R_n < EP ≤ 1,82·R_n Δ</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1,82·R_n < EP ≤ 2,27·R_n E</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2,27·R_n < EP ≤ 2,73·R_n Ζ</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2,73·R_n < EP Η</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ		EP ≤ 0,33·R_n A+		0,33·R_n < EP ≤ 0,5·R_n A		0,5·R_n < EP ≤ 0,75·R_n B+		0,75·R_n < EP ≤ 1,0·R_n B	B	1,0·R_n < EP ≤ 1,41·R_n Γ		1,41·R_n < EP ≤ 1,82·R_n Δ		1,82·R_n < EP ≤ 2,27·R_n E		2,27·R_n < EP ≤ 2,73·R_n Ζ		2,73·R_n < EP Η		ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ		
	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ																								
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ																									
EP ≤ 0,33·R_n A+																									
0,33·R_n < EP ≤ 0,5·R_n A																									
0,5·R_n < EP ≤ 0,75·R_n B+																									
0,75·R_n < EP ≤ 1,0·R_n B	B																								
1,0·R_n < EP ≤ 1,41·R_n Γ																									
1,41·R_n < EP ≤ 1,82·R_n Δ																									
1,82·R_n < EP ≤ 2,27·R_n E																									
2,27·R_n < EP ≤ 2,73·R_n Ζ																									
2,73·R_n < EP Η																									
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ																									
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²):																								
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²):																								
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kgCO ₂ /m ²):																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO₂</td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m²): Καύσιμα [kWh/m²):</td> <td style="text-align: right;">Θερμική άνεση <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m²):</td> <td style="text-align: right;">Οπτική άνεση <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO₂ [kg/m²):</td> <td style="text-align: right;">Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO ₂		Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m ²): Καύσιμα [kWh/m ²):	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>	Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²):	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>	Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²):	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>		Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>															
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO ₂																									
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m ²): Καύσιμα [kWh/m ²):	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>																								
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²):	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>																								
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²):	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>																								
	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>																								

ΕΙΚΟΝΑ 2 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης, 1η Σελίδα

Α.Π.: Α.Α.:

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση			Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική		Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
		Φωτισμός <input type="checkbox"/>			
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Άλλο:	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
			Φωτισμός <input type="checkbox"/>		
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Άλλο:	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
Φωτισμός <input type="checkbox"/>					
Σύνολο					

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m²]

Θέρμανση: Ψύξη:

Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX) : Φωτισμός :

ΑΠΕ & ΣΗΘ : (-)

ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

1.

2.

3.

Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας*			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ * [kg/m ²]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]
		[kWh/m ²]	[%]	[€/kWh]		
1						
2						
3						

* Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.

Ημερομηνία έκδοσης ΠΣΑ: Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: Α.Μ. Επιθεωρητή:	Σφραγίδα: Υπογραφή:
---	----------------------------

ΕΙΚΟΝΑ 3 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ, 2Η ΣΕΛΙΔΑ

3

Κτηριακή Εγκατάσταση

Στο 3^ο Κεφάλαιο αναλύονται τα στοιχεία και η λειτουργία μίας κτηριακής εγκατάστασης, σε φυσικό επίπεδο και επίπεδο μοντελοποίησης. Το κεφάλαιο αρχικά διαχωρίζεται σε δύο σκέλη, τη μελέτη *Κτηριακού Κελύφους* και των *Ηλεκτρομηχανικών (H/M) Συστημάτων* του κτηρίου, που αποτελούν τα δύο βασικά στοιχεία. Κατόπιν περιγράφει το σκοπό και τη λειτουργία μίας κτηριακής εγκατάστασης ως σύστημα διαχείρισης ενέργειας και θερμότητας, στα πλαίσια της ενεργειακής μελέτης. Παρουσιάζει την απλοποιημένη μοντελοποίηση που εφαρμόζεται για την ενεργειακή μελέτη και τα στοιχεία της.

3.1 Εισαγωγικά

Προκειμένου να γίνει κατανοητή η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης αναλύονται σε πρώτη βάση η δομή και η λειτουργία μίας κτηριακής εγκατάστασης, υπό το πρίσμα της ενεργειακής μελέτης.

Δομή

Την κτηριακή εγκατάσταση, για τον μηχανικό συνιστά ένα σύνολο συνεργαζόμενων στοιχείων και συστημάτων με σκοπό την στέγαση και κάλυψη των αναγκών των χρηστών και ταυτόχρονα την εξυπηρέτηση των λειτουργιών της εκάστοτε χρήσης του κτηρίου. Ωστόσο υπό το πρίσμα της ενεργειακής μελέτης, την κτηριακή εγκατάσταση συνιστά το σύστημα *Κτηριακού Κελύφους* και εγκατεστημένων *Ηλεκτρομηχανικών (H/M) Συστημάτων*.

Το *Κτηριακό Κέλυφος* απαρτίζεται από το σύνολο οριζόντιων και κατακόρυφων δομικών στοιχείων και κουφωμάτων του κτηρίου, όπως αυτά αποτυπώνονται στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου. Αποτελεί την εξωτερική επιφάνεια του όγκου του κτηρίου, διαχωρίζοντας τον *Εσωτερικό Χώρο* από το *Εξωτερικό Περιβάλλον*. Τα στοιχεία του είναι κατάλληλων θερμοφυσικών χαρακτηριστικών, με βασικό σκοπό θωράκιση και απομόνωση του εσωτερικού χώρου από το εξωτερικό περιβάλλον.

Τα *Ηλεκτρο-Μηχανικά (H/M) Συστήματα* και *Εγκαταστάσεις* συνιστούν τα στοιχεία θέρμανσης/ψύξης/φωτισμού/μηχανικού αερισμού που είναι εγκατεστημένα στο κτήριο, και αποτελούν μέσα διαμόρφωσης και ελέγχου των εσωτερικών συνθηκών. Αποτελούνται από τις μονάδες παραγωγής, το δίκτυο διανομής και τις τερματικές μονάδες.

** Το κτηριακό κελύφος και οι H/M εγκαταστάσεις αναλύονται περαιτέρω στην ενότητα/συνέχεια της εργασίας.

Σκοπός Λειτουργίας

Η κτηριακή εγκατάσταση, ανεξαρτήτως της προβλεπόμενης χρήσης και λειτουργίας της, έχει ως βασικό σκοπό τη διαμόρφωση κατάλληλων συνθηκών περιβάλλοντος εσωτερικού χώρου για τους χρήστες και τη θωράκισή τους έναντι των εσυνθηκών του εξωτερικού περιβάλλοντος. Ως κατάλληλες εσωτερικές συνθήκες εννοείται η εξασφάλιση θερμικής άνεσης και αποδεκτής ποιότητας περιβάλλοντος του εσωτερικού χώρου. Οι συνθήκες αυτές τυποποιούνται και ποικίλουν ανάλογα της χρήσης της εκάστοτε κτηριακής εγκατάστασης και παραμετροποιούνται μέσω των μεγεθών: θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου (°C), σχετικής υγρασίας, στάθμης φωτισμού, απαιτούμενου νωπού αέρα.

Έλεγχος Εσωτερικών Συνθηκών

Η ενέργεια διαμόρφωσης των επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών της κτηριακής εγκατάστασης, συνιστά την διατήρηση των παραμέτρων του εσωτερικού χώρου, έναντι της επίδρασης του εξωτερικού περιβάλλοντος και στοιχείων του εσωτερικού χώρου, σε σταθερές τιμές. Πιο συγκεκριμένα η επίδραση των δύο στο κτήριο έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία θερμικών & ψυκτικών φορτίων που διαταράσσουν τις εσωτερικές συνθήκες. Οι βασικοί παράγοντες απόκλισης των εσωτερικών συνθηκών από τις επιθυμητές τιμές είναι φαινόμενα μετάδοσης θερμότητας μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος, και παραγόμενη θερμότητα από χρήστες και εξοπλισμό.

Ο έλεγχος των εσωτερικών συνθηκών και η διατήρηση των παραμέτρων στις επιθυμητές τιμές, μπορεί να συνοψισθεί στις ενέργειες:

1. Περιορισμό/Έλεγχο επίδρασης του εξωτερικού περιβάλλοντος στις εσωτερικές συνθήκες. Με τον κατάλληλο σχεδιασμό του Κτηριακού Κελύφους με σκοπό την πρόληψη και μείωση των αναμενόμενων θερμικών/ψυκτικών φορτίων.
2. Ενεργό έλεγχο και διαμόρφωση των εσωτερικών συνθηκών, (μέσω των H/M συστημάτων και εγκαταστάσεων του κτηρίου) για την κάλυψη των φορτίων του χώρου.

Βελτιστοποίηση Ενεργειακής Συμπεριφοράς Κτηρίου

Ένα άρτια σχεδιασμένο και λειτουργικό σύστημα κτηριακής εγκατάστασης, επιτρέπει τον έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών, παρά τις όποιες διαταραχές, με το ελάχιστο δυνατό κόστος ενέργειας. Συνεπώς βελτιστοποίηση σημειώνεται με την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, μέσω:

- Ελαχιστοποίησης των ανεπιθύμητων φαινομένων μεταφοράς θερμότητας (των αναμενόμενων φορτίων θέρμανσης/ψύξης) μεταξύ *Εσωτερικού Χώρου* και *Εξωτερικού Περιβάλλοντος*. Συνεπώς τον βέλτιστο σχεδιασμό Κελύφους του κτηρίου.
- Αύξησης του βαθμού απόδοσης των H/M συστημάτων για ελαχιστοποίηση της απαιτούμενης κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των φορτίων.

3.2 Στοιχεία Κτηριακής Εγκατάστασης

3.2.1 Κτηριακό Κέλυφος

Ως *Κτηριακό Κέλυφος* εννοείται το σύνολο των κατακόρυφων και οριζόντιων δομικών στοιχείων (φέρων οργανισμός, τοιχοποιία) και κουφωμάτων του κτηρίου, που παρεμβάλλονται μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος. Τα δομικά στοιχεία, συνεισφέρουν πρωτίστως στην στατική επάρκεια του κτηρίου και την οριοθέτηση/θωράκιση του εσωτερικού χώρου. Τα κουφώματα αποτελούν ελεγχόμενα ανοίγματα του του κτηρίου, προς νωπού αέρα και φυσικού φωτός. Στην κτηριακή εγκατάσταση το κέλυφος του κτηρίου, εξυπηρετεί την εγκατάσταση, λειτουργώντας ως σύνολο από:

- Αεροστεγείς επιφάνειες για τον περιορισμό της διείσδυσης νωπού αέρα στον εσωτερικό χώρο και διαρροής του εσωτερικού προς το περιβάλλον
- Υδατοστεγείς επιφάνειες για τον περιορισμό διείσδυσης νερού/υδρατμού (εντός δομικών στοιχείων και εσωτερικού χώρου)
- Αδιαφανείς (και Διαφανείς με κατάλληλο συντελεστή διαπερατότητας) επιφάνειες για την αποτροπή διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας στον εσωτερικό χώρο
- Ηχομονωτικές επιφάνειες για την απομόνωση του εσωτερικού χώρου από την εξωτερικές πηγές ήχου και αντίστροφα.
- Δομικά στοιχεία φέροντα τα στατικά φορτία του κτηρίου.
- Θερμομονωτικές επιφάνειες για έλεγχο θερμικών/ψυκτικών φορτίων

Ωστόσο στα πλαίσια της ενεργειακής μελέτης, δομικά στοιχεία και κουφώματα ως Κτηριακό Κέλυφος αποτελούν κυρίως την Θερμομονωτική προστασία του κτηρίου. Βάση Κ.Εν.Α.Κ, τα στοιχεία αυτά, θεωρούνται ενιαίες επιφάνειες χαρακτηριστικών:

- Θερμοπερατότητα U , ($Kj/m^2 \cdot K$)
- Εμβαδόν (m^2)
- Προσανατολισμό γ °
- Κλίση β °
- Θερμοχωρητικότητα (KJ/m^2K).
- Απορροφητική ικανότητα ηλιακής ακτινοβολίας (ποσοστό επί της προσπίπτουσας ακτινοβολίας)
- Ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας

Βάση Κ.Εν.Α.Κ. οι επιφάνειες του Κτηριακού Κελύφους κατηγοριοποιούνται σε:

- Αδιαφανείς Επιφάνειες (Σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα)

Σε αυτές συγκαταλέγονται οι επιφάνειες στοιχείων που δεν επιτρέπουν την διέλευση ηλιακής ακτινοβολίας και παρεμβάλλονται μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού αέρα. Αυτές είναι τα δομικά στοιχεία του κτηριακού κελύφους (πόρτες, εξωτερικοί τοίχοι, οροφές, δάπεδα και εν γένει κεκλιμένες επιφάνειες, μεσοτοιχίες) που διαχωρίζουν τον εσωτερικό χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον (ή κάποιο Μ.Θ.Χ). Κάθε αδιαφανής επιφάνεια αποτελεί στην πληθώρα των περιπτώσεων ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, αποτελούμενο από διάφορα δομικά υλικά.

- Αδιαφανείς Επιφάνειες σε Επαφή με το Έδαφος

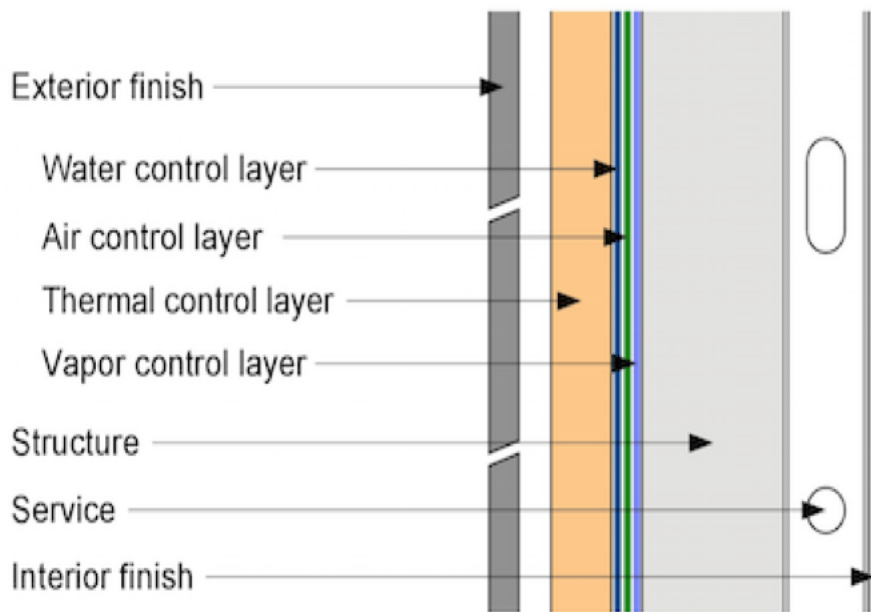
Σε αυτές επιφάνειες στοιχείων που δεν επιτρέπουν την διέλευση ηλιακής ακτινοβολίας και παρεμβάλλονται μεταξύ εσωτερικού χώρου και εδάφους. Είναι και αυτές δομικά στοιχεία, με συνήθως πολυστρωματική σύνθεση, όπως και η προηγούμενη κατηγορία. Στο κτήριο τα συναντάμε ως δάπεδα ισόγειων ή/και ως δάπεδα και τοίχους σε υπόγειες εγκαταστάσεις

- Διαφανείς Επιφάνειες

Στις Διαφανείς Επιφάνειες συγκαταλέγονται τα κουφώματα του κτηρίου, που αποτελούνται από το πλαίσιο και τον κάθε υαλοπίνακα που φέρει.

3.2.1.1 Αδιαφανείς Επιφάνειες (Σε επαφή με εξωτερικό αέρα/ έδαφος)

Στις Αδιαφανείς Επιφάνειες συγκαταλέγεται κάθε δομικό στοιχείο που δεν επιτρέπει την διέλευση ηλιακής ακτινοβολίας και βρίσκεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή το έδαφος. Στην κτηριακή εγκατάσταση τέτοιες επιφάνειες είναι οι εξωτερικοί τοίχοι. Κάθε εξωτερικός τοίχος που συναντάται σε ένα σύγχρονο κτήριο, παρουσιάζει σύνθεση στρώσεων διαφορετικών υλικών. Κάθε στρώση θεωρείται ως διδιάστατη επιφάνεια σταθερού πάχους, και διαφορετικού υλικού, που επιτελεί συγκεκριμένη λειτουργία για τις ανάγκες του κτηρίου. Στην Εικόνα 4 Τυπική Σύνθεση Στρώσεων Δομικού Στοιχείου, φαίνεται μία τυπική σύνθεση και αλληλουχία στρώσεων εξωτερικού τοίχου που παρουσιάζει:



ΕΙΚΟΝΑ 4 ΤΥΠΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΤΡΩΣΕΩΝ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ

- Δομική στρώση (Τοιχοποιία, με ή χωρίς ποσοστό φέροντος οργανισμού) (Structure)
 - *Φέρων Οργανισμός:* Στοιχείο οπλισμένου σκυροδέματος, (δομικές κολώνες, δάπεδο) Φέρει τα στατικά φορτία του κτηρίου. Συνιστά ένα μικρό ποσοστό του δομικού στοιχείου επί της επιφάνειας του εξωτερικού τοίχου.
 - *Τοιχοποιία:* Μπατική ή δικέλυφη οπτοπλινθοδομή, δρομική οπτοπλινθοδομή, αργολιθοδομή κ.λ.π. Δομικό στοιχείο του τοίχου. Αποτελεί το μεγαλύτερο ποσοστό του δομικού στοιχείου επί της επιφάνειας του εξωτερικού τοίχου,
- Στρώση θερμομονωτικής προστασίας (Thermal control layer)
 - Στρώση κατάλληλου πάχους, υλικού χαμηλού συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ ($W/m \cdot K$), για την περιορισμό της ροής θερμότητας. Μορφές πολυστερίνης, ορυκτοβάμβακας, πετροβάμβακας, φελλός κ.λ.π
- Αδιαβροχοποιητική στρώση για τον έλεγχο της υγρασίας (Water control layer)
- Στρώση προστασίας υδρατμών (Vapor control layer)
- Στρώση αεροστεγανότητας (Air control layer)
- Εσωτερικό (αεριζόμενο ή) μη διάκενο άερος
- Συνδετικές ουσίες στερέωσης και σύνδεσης των επιμέρους στρώσεων
- Εσωτερικό επίχρισμα (Interior finish)
- Εξωτερικό επίχρισμα (Exterior finish)

Μοντελοποίηση Αδιαφανούς Επιφάνειας

Κάθε στρώση προέρχεται από διαφορετικό υλικό, και παρουσιάζει δικά της χαρακτηριστικά. Για τους σκοπούς της ενεργειακής μελέτης, το πολυστρωματικό επιφάνεια μοντελοποιείται, ως ισοδύναμη εννιαία ομογενής επιφάνεια, ισότροπου υλικού χαρακτηριστικών:

- Προσανατολισμός γ°
- Κλίση β°
- Εμβαδόν (m^2)
- Θεμοπερατότητα U (W/m^2K)
- Θεμοχωρητικότητα (Kj/K)
- Απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας a (αδιάστατο)
- Εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας ε (αδιάστατο)
- Συντελεστές Σκίασης

Οι παραπάνω συντελεστές υπολογίζονται βάση μεθοδολογίας που περιγράφεται στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε (20701-2/2017).

Προσανατολισμός γ°

Προσανατολισμός της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Κατά σύμβαση, για επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά (0°), προς Ανατολή (90°), Νότο (180°), και Δύση (270°), με όλες τις ενδιάμεσες τιμές με βήμα (1°).

Κλίση β°

Η κλίση του δομικού στοιχείου, η γωνία που σχηματίζει η κάθετος στην επιφάνεια με την κατακόρυφο (ζενίθ) της περιοχής. Κατακόρυφος τόιχος έχει κλίση (90°), μία οροφή (0°) ενώ μία επιφάνεια πυλωτής (180°).

Εμβαδόν (m^2)

Το καθαρό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της, με εξαίρεση του εμβαδού ανοιγμάτων.

Θεμοπερατότητα U (W/m^2K)

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας της επιφάνειας, που εκφράζει την δυνατότητα ροής θερμότητας δια μέσου της. Αναλύεται εκτενέστερα παρακάτω.

Απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας a (αδιάστατο)

Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία επί της επιφάνειας μπορεί να ορισθεί :

$$\rho + a = 1$$

Όπου ρ ο συντελεστής ανακλαστικότητας και a ο συντελεστής απορροφητικότητας, το άθροισμα των οποίων είναι η μονάδα. Ο συντελεστής απορροφητικότητας της επιφάνειας του δομικού στοιχείου, ο οποίος εκφράζει το ποσοστό απορρόφησης επί της της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, από την επιφάνεια εξαρτάται από το χρώμα και το

υλικό της εξωτερικής στρώσης του δομικού στοιχείου (Επίχρισμα) . Επίχρισμα λευκό παρουσιάζει χαμηλό συντελεστή απορροφητικότητας (0,30), ενώ σκουρόχρωμο υψηλό (0,80). Στιλπνές επιφάνειες παρουσιάζουν υψηλό συντελεστή ανακλαστικότητα με χαμηλό απορροφητικότητας, ενώ τραχιές χαμηλής ανακλαστικότητας και υψηλής απορροφητικότητας.

Συντελεστής εκπομπής ηλιακής ακτινοβολίας ϵ

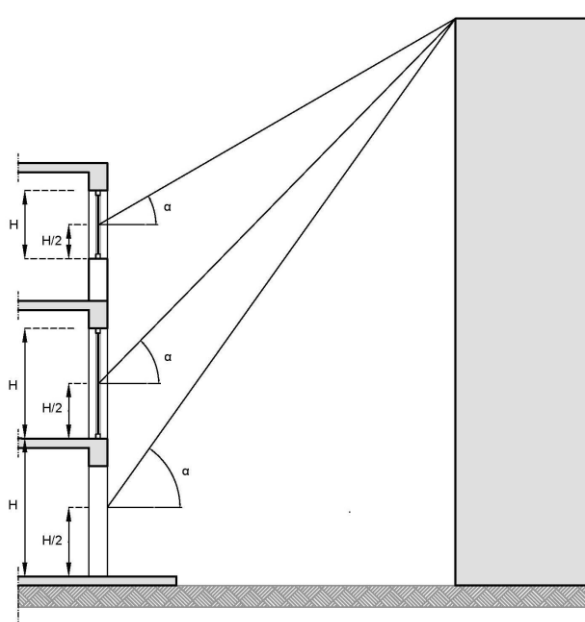
Ο συντελεστής εκπεμπικότητας του δομικού στοιχείου, που εκφράζει το ποσοστό της ακτινοβολίας που επανεκπέμπεται στο περιβάλλον (με τη μορφή θερμικής ακτινοβολίας) επί της ακτινοβολίας που έχει ήδη απορροφήσει το δομικό στοιχείο. Τιμές για τον συντελεστή κυμαίνονται μεταξύ 0,80 και 0,90 για τα περισσότερα υλικά. Για στιλπνές επιφάνειες (αλουμίνιο, γυαλί ο συντελεστής παίρνει χαμηλότερες τιμές 0,20 – 0,30.

Συντελεστές Σκίασης

Τα δομικά στοιχεία του κτηρίου δύναται να σκιάζονται λόγω ύπαρξης εξωτερικών εμποδίων, στοιχείων του ίδιου του κτηρίου, όπως προστεγάσματα πλευρικά στοιχεία ή ακόμα και τμήματα κατασκευής. Εσωτερικά σκίαστρα δεν λαμβάνονται υπόψιν. Η σκίαση του κτηρίου εξυπηρετεί στην μείωση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας και την ανεπιθύμητη απορρόφησή της από τις επιφάνειες του κτηρίου.

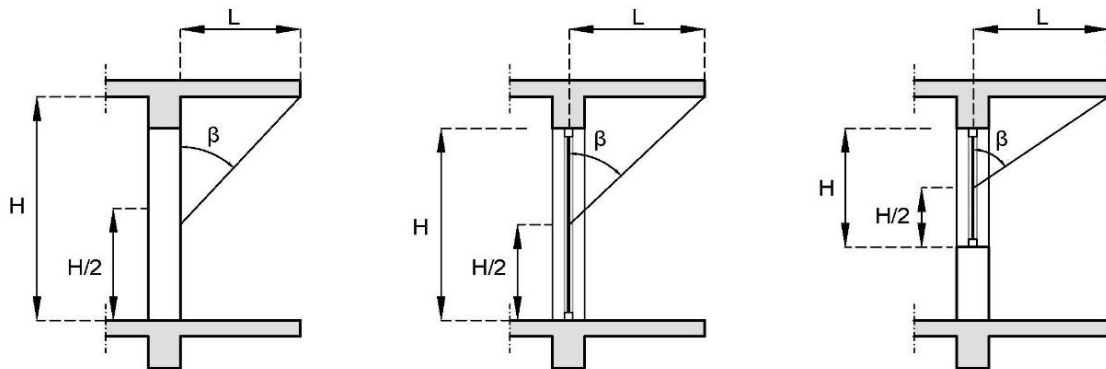
Οι συντελεστές σκίασης κατηγοριοποιούνται ανάλογα με το είδος των κτηρίων (όπως οριζόντια/πλευρικά εμπόδια και σκίαστρα).

- F_{hor} συντελεστής σκίασης εμποδίων του περιβάλλοντος χώρου (π.χ γειτνιάζοντα κτήρια). Ο συντελεστής λαμβάνει τιμές από τον Πίν.3.19 της *T.O.T.E.E 20701-1/2017* , ανάλογα με την τιμή της γωνίας α° που σχηματίζεται από το μέσο της δεδομένης επιφάνειας του κτιρίου και την κορυφή του εμποδίου.



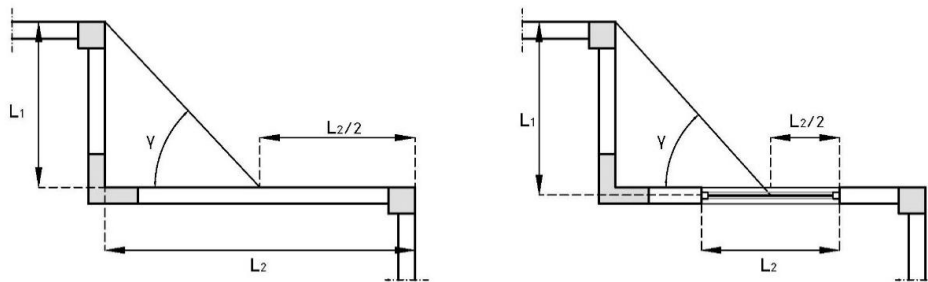
ΕΙΚΟΝΑ 5 ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΕΜΠΟΔΙΟ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ

- F_{ove} συντελεστής σκίασης από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικό σκίαστρο. Ο συντελεστής παίρνει τιμές από τον Πίνακα 3.20 της *T.O.T.E.E 20701-1/2017*, ανάλογα με την τιμή της γωνίας β° που σχηματίζεται από το κατακόρυφο επίπεδο της όψης και την ευθεία που διέρχεται από το μέσο της όψης και το πέρασ του προβόλου.



ΕΙΚΟΝΑ 6 ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΠΡΟΒΟΛΟ

- F_{fin} συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές. Ο συντελεστής λαμβάνει τιμές από τους Πίνακες 3.21α , 3.21β της *T.O.T.E.E 20701-1/2017*, ανάλογα με την τιμή της γωνίας γ° , που σχηματίζεται μεταξύ του κατακόρυφου επιπέδου της όψης/ανοίγματος και της ευθείας που διέρχεται από το μέσο της όψης/ανοίγματος και το πέρασ της πλευρικής προεξοχής.



ΕΙΚΟΝΑ 7 ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΠΛΕΥΡΙΚΕΣ ΠΡΟΕΞΟΧΕΣ

Ο κάθε ένας των παραπάνω συντελεστών παίρνει δύο τιμές που αφορούν την σκίαση σε περίοδο: Χειμώνα (Νοέμβριο – Απρίλιο) και Καλοκαίρι (Μάιο – Οκτώβριο)

- F_{hor_h} , F_{hor_c}
- F_{ove_h} , F_{ove_c}
- F_{fin_h} , F_{fin_c}

- Συνολικός συντελεστής σκίασης

$$F_s = F_{hor} \times F_{ove} \times F_{fin}$$

Όλοι οι συντελεστές είναι μειωτικοί, λαμβάνουν τιμές από (1) για καθόλου σκίαση και (0) για πλήρη σκίαση.

Θερμική Αντίσταση Αδιαφανούς Επιφάνειας

Η θερμική αντίσταση αποτελεί μέτρο που εκφράζει την αντίσταση που προβάλλει μία επιφάνεια στην ροή θερμότητας δια μέσου της.

Παραδοχές

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε (20701-2/2017) «Θερμοφυσικές Ιδιότητες Δομικών Υλικών και Έλεγχος της Θερμομονωτικής Επάρκειας Κτηρίων», για τον υπολογισμό θερμοπερατότητας σε κάθε επιφάνεια του κτηρίου γίνεται η παραδοχή μονοδιάστατη ροής θερμότητας, κάθετης στην επιφάνεια. Τα υλικά των δομικών στοιχείων θεωρούνται ομογενή και ισότροπα με σταθερά χαρακτηριστικά σε μεταβολές της θερμοκρασίας. Στις ροές θερμότητας δε εξετάζονται μεταβατικά φαινόμενα, αλλά θεωρούνται ανεξάρτητες του χρόνου (σταθερή κατάσταση).

Βάση των παραπάνω η θερμική αντίσταση ενός δομικού στοιχείου ορίζεται ως:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (m^2K/W)$$

Όπου

R (m^2K/W) Η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας επιμέρους στρώση της επιφάνειας

d (m) Το πάχος της στρώσης

λ (W/mK) Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης

Ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, n στρώσεων παρουσιάζει n διαφορετικές εν σειρά αντιστάσεις. Το σύνολο των θερμικών αντιστάσεων όλων των στρώσεων ενός πολυστρωματικού δομικού στοιχείου, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζει την αντίσταση θερμοδιαφυγής (R_A) και προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης σύμφωνα με τη σχέση:

$$R_A = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j=1}^n R_j$$

Για πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, n στρώσεων, η συνολική θερμική αντίσταση είναι το άθροισμα των επιμέρους αντιστάσεων των υλικών και των αντιστάσεων του στρώματος αέρα εκτέρωθεν των όψεων του στοιχείου, ανεξαρτήτως της σειράς και διαδοχής τους.

$$R_{Ολικό} = R_i + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_a$$

Όπου

$R_{ολικό}$ (m^2K/W) Η συνολική θερμική αντίσταση του δομικού στοιχείου

R_n Οι n στο πλήθος επιμέρους στρώσεις του δομικού στοιχείου

R_i Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,

R_a Η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον

Σε μία κτηριακή εγκατάσταση μία στρώση υλικού θερμοπραστασίας πρέπει να παρουσιάζει υψηλή τιμή θερμικής αντίστασης της τάξεως 1,20 – 1.60 ($m^2/K\cdot W$). Η υψηλή τιμή της θερμικής αντίστασης οφείλεται σε :

α) Χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ (W/mK) .

β) Επαρκές Πάχος (mm) στο εύρος τιμών των 50mm – 100mm.

Υλικά και οι συντελεστές τους που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές θερμομόνωσης είναι:

	ρ (kg/m^3)	λ (W/mK)	R ($m^2/K\cdot W$)
Πετροβαμβακας	115	0.036	1.389
Ορυκτοβαμβακας 032(138)	115	0.032	1.563
Ορυκτοβαμβακας 037(116)	115	0.037	1.351
Εξ. Πολυστερίνη	35	0.033	1.515
Γραφιτουχα Εξ. Πολυστερίνη	35	0.03	1.667
Διογκομένη Πολυστερίνη	19	0.036	1.389
Γραφιτουχα Δ. Πολυστερίνη	19	0.031	1.613
Φελός	125	0.04	1.250
Durosol	19	0.033	1.515

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ

* η θερμική αντίσταση R έχει υπολογιστεί για πάχος στρώσης υλικού 50mm.

Συντελεστής Θερμοπερατότητας Αδιαφανούς Επιφάνειας

Ο συντελεστής Θερμοπερατότητας αποτελεί μέτρο της ικανότητας επιφάνειας να διαρρέεται από θερμότητα. Ορίζει το ποσό θερμότητας που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου σε σταθερό θερμοκρασιακό πεδίο, μέσω της μοναδιαίας επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου για διαφορά θερμοκρασίας εκατέρωθεν των δύο όψεων ίση με τη μονάδα.

Παραδοχές

Ακολουθούνται οι παραδοχές της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε (20701-2/2017) που προαναφέρθηκαν στην παράγραφο Υπολογισμός Θερμική Αντίσταση Αδιαφανούς Επιφάνειας.

Ο συντελεστής Θερμοπερατότητας προκύπτει ως το αντίστροφο άθροισμα των θερμικών αντιστάσεων που προβάλλουν οι διαδοχικές στρώσεις του δομικού στοιχείου.

$$U = \frac{1}{R_{\text{ολικό}}} = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n R_n + R_a + R_\delta} \quad (W/m^2K)$$

Όπου:

R_δ 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).

Ο συντελεστής Θερμοπερατότητας αδιαφανών επιφανειών μπορεί:

- Να θεωρηθεί δεδομένος βάση της πιστοποιημένης τιμής που δίνεται την υφιστάμενη μελέτη θερμομόνωσης
- Να ληφθεί προσεγγιστική τιμή του βάση δεδομένων της τεχνικής οδηγίας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε (20701-2/2017)

Τυπικές τιμές θερμοπερατοτήτας δομικών στοιχείων

- Στοιχεία Φέροντος Οργανισμού

Οπλισμένο Σκυρόδεμα (πάχος < 80cm) (ανεπαρκούς θερμομονωτικής προστασίας) :

Περιγραφή στοιχείου	Σε επαφή με αέρα W/m^2K	Σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο W/m^2K	Σε επαφή με έδαφος W/m^2K
Ανεπίχρηστο από μία ή δύο όψεις	1,00	0,90	1,05
Επιχρισμένο και από τις δύο όψεις	1,00	0,90	
Επενδεδυμένο με απλή ή διακοσμητική οπτοπλινθοδομή	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με αργολιθοδομή	0,90	0,85	0,95
Επενδεδυμένο με μαρμάρινες πλάκες	1,00	0,90	1,05
Επενδεδυμένο με γυψοσανίδα, τσιμεντοσανίδα, ξυλοσανίδα ή άλλες πλάκες	0,80	0,75	0,85

ΠΙΝΑΚΑΣ 4 ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

- Τοιχοποιία
 - Μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή : $0,70 \div 0,80$
 - Δρομική οπτοπλινθοδομή : $0,80 \div 0,95$
 - Αργολιθοδομή : $0,90 \div 1,05$

- Θερμομονωτική στρώση

Η θερμομόνωση σε ένα κτήριο έχει τρεις εφαρμογές:

- Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας (ή εσωτερική σε λιγότερες ειδικές περιπτώσεις). Όπου εφαρμόζονται και στερεώνονται πλάκες του υλικού επί των κατακόρυφων επιφανειών του κτηριακού κελύφους (εξωτερικούς τοίχους).
- Θερμομόνωση Οροφών (εσωτερικά ή και εξωτερικά του κτηρίου).
- Θερμομόνωση Δαπέδων

Τυπικά Υλικά Θερμομόνωσης (Ελληνική Αγορά)

Στην ελληνικά αγορά έχει επικρατήσει η χρήση ορισμένων θερμομονωτικών υλικών, λόγω του κόστους, διαδικασίας εγκατάστασης και των ιδιοτήτων τους :

- **Ορυκτοβάμβακας:** Ως ορυκτοβάμβακες αποκαλούνται ινώδη ανόργανα μονωτικά υλικά τα οποία προκύπτουν από τήξη πετρωμάτων σε υψηλή θερμοκρασία (1550-1600°C) σε ειδικές διατάξεις ώστε να παράγονται οι ζητούμενες ίνες. Στην κατηγορία των ορυκτοβαμβάκων εντάσσονται ο πετροβάμβακας ο υαλοβάμβακας και άλλα υλικά. Σημαντικό κοινό χαρακτηριστικό τους είναι η ακαυστότητα και οι ηχομονωτικές ιδιότητες που διαθέτουν.
- **Πετροβάμβακας :** Αποτελείται από πεπλεγμένες ίνες (<5μm), οξειδίου πυριτίου, και εντάσσονται στην κατηγορία των ορυκτοβαμβάκων. Σημαντικό μειονέκτημα είναι πως παρατεταμένη έκθεση χωρίς προστατευτικό εξοπλισμό, μπορεί να προκαλέσει ερεθισμούς, ενώ ορισμένα είδη του θεωρείται πως έχουν καρκινογενή δράση.
- **Διογκωμένη Πολυστερίνη:** Ελαφρύ θερμομονωτικό υλικό γνωστό και ως φενίζολ. Παράγεται από κόκκους πολυστυρολίου που έχουν θερμοπλαστικές ιδιότητες. Με την διόγκωση τους δημιουργούν ενιαίο ομογενές υλικό όπου η τελική του σύσταση είναι 98% αέρας και 2% διογκωμένο πολυεσθηρείο που διαμορφώνει τα τοιχώματα των κυψελών αέρα. Με την προσθήκη γραφίτη ή άνθρακα σε διάφορα ποσοστά (ανακλαστήρες/απορροφητές με εμποδίζουν την διέλευση της υπέρυθρης ακτινοβολίας προς το εσωτερικό του κτηρίου) (γραφιτούχα δ. πολυστερίνη) παρουσιάζεται αύξηση της θερμομονωτικής ικανότητας τους υλικού έως και 20% .
- **Εξηλασμένη Πολυστερίνη :** Ελαφρύ θερμομονωτικό υλικό με βάση επίσης το πολυεσθηρείο. Παράγεται με τη μέθοδο της εξέλασης κατά τη διάρκεια της οποίας πολυμερίζεται η θερμοπλαστική πολυστερίνη. Σε μεγάλο ποσοστό περιέχει στον όγκο του προωθητικό αέριο (χλωροφθοράνθρακας) που λειτουργεί επιβραδυντικά στην καύση. Σημαντική ιδιότητα είναι οι κλειστοί πόροι του υλικού η μηδαμινή απορροφητικότητα του σε νερό, πράγμα που την καθιστά ιδανικά προς εγκατάσταση σε περιβάλλοντα υψηλής υγρασίας. Διατίθεται και σε γραφιτούχα μορφή.



ΕΙΚΟΝΑ 8 – ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ



ΕΙΚΟΝΑ 9 - ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ



ΕΙΚΟΝΑ 10 - ΓΡΑΦΙΤΟΥΧΑ ΔΙΟΓΚ. ΠΟΛ.

Μία στρώση επαρκούς Θερμομονωτικής προστασίας παρουσιάζει χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας, της τάξεως 0,30 – 0,80 (W/m^2K). Για τα ίδια υλικά ο συντελεστής Θερμοπερατότητας είναι:

	ρ (kg/m ³)	λ (W/mK)	R (m ² /K·W)	U (W/m ² K)
Πετροβαμβακάς	115	0.036	1.389	0.72
Ορυκτοβαμβακάς 032(138)	115	0.032	1.563	0.64
Ορυκτοβαμβακάς 037(116)	115	0.037	1.351	0.74
Εξηλασμένη. Πολυστερίνη	35	0.033	1.515	0.66
Γραφίτουχα Εξ. Πολυστερίνη	35	0.03	1.667	0.6
Διογκομένη Πολυστερίνη	19	0.036	1.389	0.72
Γραφίτουχα Δ. Πολυστερίνη	19	0.031	1.613	0.62
Φελός	125	0.04	1.250	0.8

ΠΙΝΑΚΑΣ 5 - ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΣΤΡΩΣΕΩΝ

** Η θερμική Αντίσταση έχει υπολογισθεί για πάχος μόνωσης 50mm.

Αύξηση του συντελεστή Θερμοπερατότητας, έχουμε για

- α) Χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του υλικού λ (W/mK).
- β) Αυξημένο Πάχος (mm) στο εύρος τιμών των 50mm – 100mm.

Υπολογισμός Θερμοπερατότητας Σύνθετης Επιφάνειας

Ως παράδειγμα λαμβάνουμε την ΟΨΗ II - ΝΑ του κτηρίου ξενοδοχειακής εγκατάστασης που θα εξετασθεί στην εργασία. Πρόκειται για σύνθεση επιφανειών τοιχοποιίας και οπλισμένου σκυροδέματος, με άνοιγμα κουφώματος και εξωτερικής πόρτας. Σύμφωνα με τις αναγραφόμενες διαστάσεις :

$$\text{Μικτή Επιφάνεια Όψης: } A_o = 4,40 \times 3,20 = 14,08m^2$$

$$\text{Φέρον Οργανισμός: } A_{\phi.o} = 0,25 \times 0,60 + 0,60 \times 0,40 = 3,29m^2$$

$$\text{Επιφάνειας Κουφώματος: } A_w = 1,00 \times (2,30 - 1,10) = 1,20m^2$$

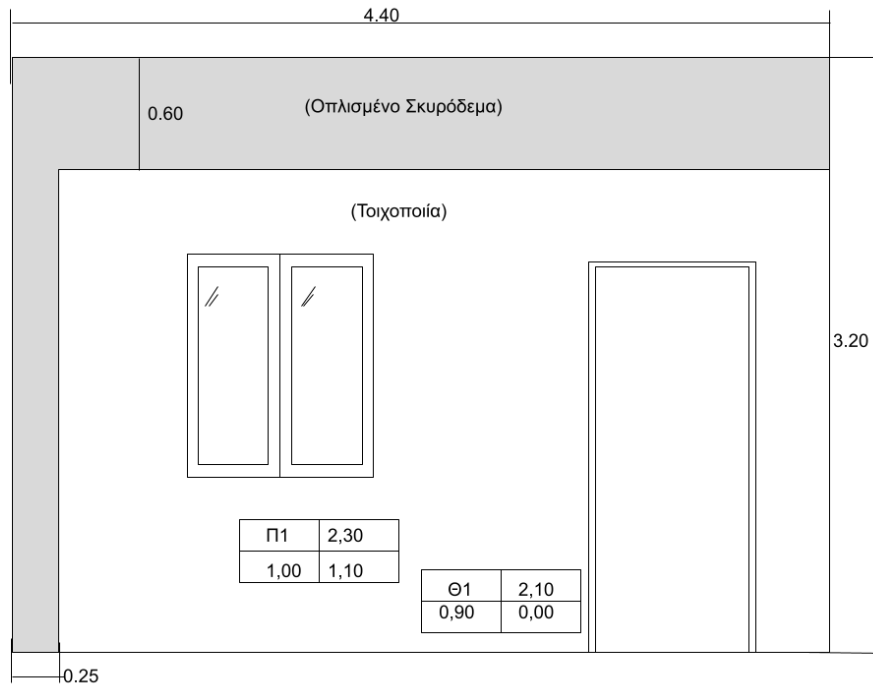
$$\text{Πόρτα: } A_{\Pi} = 0,90 \times 2,10 = 1,89m^2$$

Άρα η καθαρή επιφάνεια τοιχοποιίας είναι :

$$A_T = 14,08 - 3,29 - 1,20 - 1,89 = 7,70m^2$$

Η αδιαφανής επιφάνεια αποτελείται από τον φέρον οργανισμό και την τοιχοποιία. Επομένως για την μικτή επιφάνεια θεωρούμε ένα ισοδύναμο συντελεστή θερμοπερατότητας, τον μεσοσταθμικό μέσο όρο θερμοπερατότητας των δύο διαφορετικών επιφανειών.

$$U_o = \frac{U_T \cdot A_T + U_{\phi.o} \cdot A_{\phi.o}}{A_T + A_{\phi.o}}$$



ΕΙΚΟΝΑ 11 - Όψη Ι1 ΝΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΤΟΙΧΟΥ

Θερμογέφυρες Αδιαφανών Δομικών στοιχείων

Οι θερμογέφυρες εμφανίζονται στις περιοχές/θέσεις του κτηρίου στις οποίες υπάρχει μετάβαση από μία επιφάνεια (α) θερμικής αντίστασης σε μία (β) διαφορετικής θερμικής αντίστασης. Το σύνορο μεταξύ των επιφανειών που παρουσιάζουν διαφορετική θερμική αντίσταση ορίζεται ως θερμογέφυρα. Μία θερμογέφυρα μπορεί να παρουσιάζεται λόγω διαφοροποίησης του υλικού μεταξύ των διατομών, την έλλειψη μόνωσης σε τμήμα του δομικού στοιχείου ή την απότομη αλλαγή της γεωμετρίας της διατομής.

Οι θερμογέφυρες επιδρούν αρνητικά στην θερμική συμπεριφορά του κτηρίου, μεταβάλλοντας ανεπιθύμητα την θερμική ροή στο κτήριο και αυξάνοντας τις θερμικές απώλειες οδηγώντας σε αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης της τάξεως του 5% ~30%, ενώ στα σημεία που αυτές παρατηρούνται παρουσιάζεται μειωμένη θερμοκρασία της εσωτερικής συνήθως επιφάνειας.

Οι θερμογέφυρες διακρίνονται σε

- Σημειακές Θερμογέφυρες
- Γραμμικές Θερμογέφυρες

Οι γραμμικές θερμογέφυρες έχουν ομοιόμορφη διατομή κατά μία διάσταση εμφανίζονται σε θέσεις που περιεγράφηκαν παραπάνω, στις οποίες η ροή θερμότητας παρουσιάζει έντονα διδιάστατη φύση και η παραδοχή της μονοδιάστατης ροής θερμότητας παύει να ισχύει. Οι σημειακές θερμογέφυρες παρουσιάζονται στα σημεία τομής γραμμικών θερμογεφυρών, αλλά η επίδρασή τους στην θερμική συμπεριφορά του κτηρίου θεωρείται αμελητέα.

Οι γραμμικές θερμογέφυρες διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες ως αποτέλεσμα του τρόπου σχηματισμού τους

- Γεωμετρικές Θερμογέφυρες
- Κατασκευαστικές Θερμογέφυρες
- Συνδυασμό των δύο παραπάνω

Ως γεωμετρικές θερμογέφυρες ορίζονται αυτές που σχηματίζονται σε περιοχές όπου αλλάζει η διατομή των δομικών στοιχείων. Τέτοιες μπορεί να είναι σε θέσεις κάθετης τομής δύο δομικών στοιχείων (τομή εξωτερικού τοίχου με δάπεδο/οροφή, τομή δύο εξωτερικών τοίχων), στις γωνίες του κτηρίου δηλαδή.

Ως κατασκευαστικές θερμογέφυρες θεωρούνται αυτές που σχηματίζονται λόγω διαφοροποίησης θερμικής αντίστασης του δομικού υλικού, πιο σύνηθες θέσεις όπου διακόπτεται η μόνωση στις επιφάνειες του κτηρίου.

Και στις δύο περιπτώσεις καθώς και στον συνδυασμό των παραπάνω, υπάρχει έντονη διδιάστατη ροή θερμότητας, στα σημεία της ασυνέχειας, με αποτέλεσμα την μειωμένη θερμοκρασία εσωτερικής επιφάνειας αρχικά και εν συνέχεια την αύξηση θερμικών απωλειών στην περιοχή.

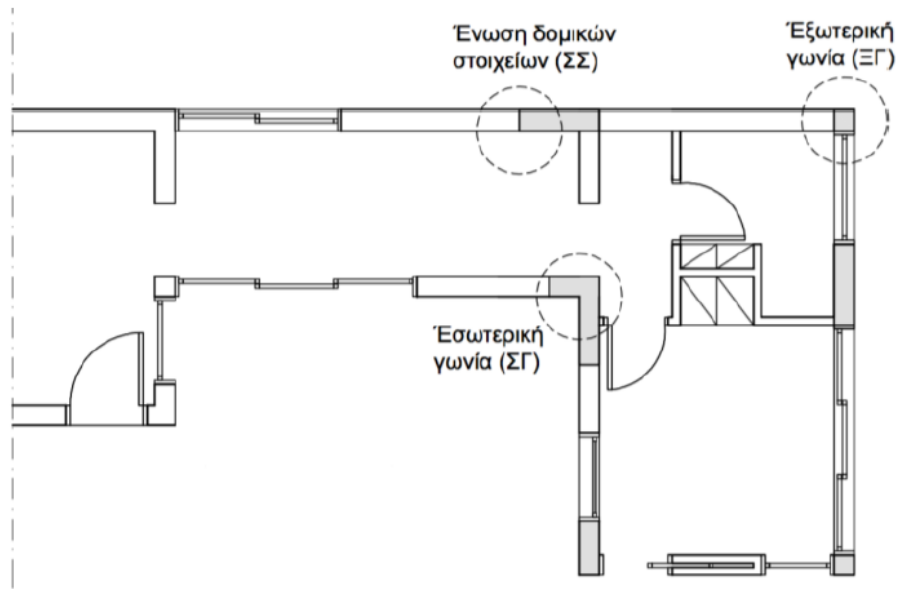
Ο υπολογισμός θερμικής απώλειας (W) των θερμογεφυρών δίνεται με την βοήθεια του γινομένου των:

- Συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ ($W/m \cdot K$) της θερμογέφυρας
- Μήκος της γραμμικής θερμογέφυρας l (m)

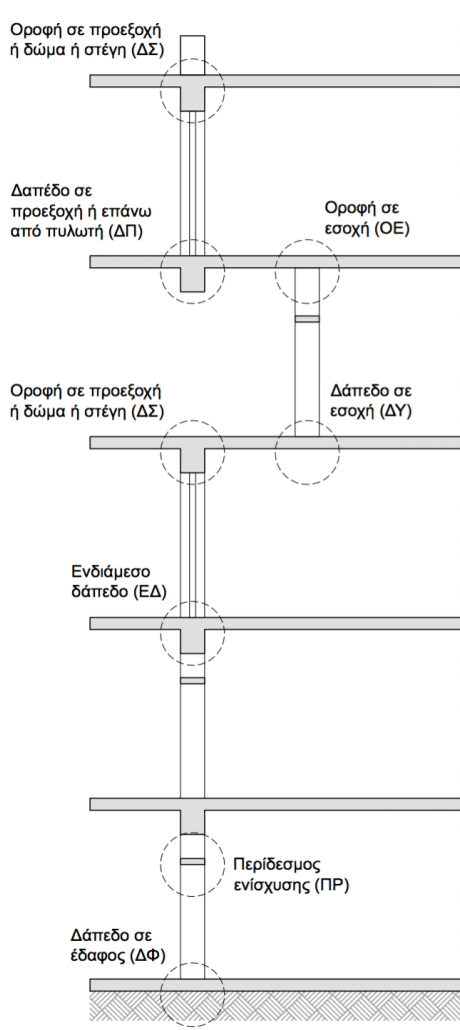
$$\Psi \cdot K$$

Τυπικές περιπτώσεις θερμογεφυρών σε κτήρια μπορεί να είναι:

- Συναρμογή κατακόρυφων δομικών στοιχείων (*κατακόρυφες θερμογέφυρες*)
- Συναρμογή κατακόρυφων με οριζόντιων δομικών στοιχείων (*οριζόντιες θερμογέφυρες*)
- Συναρμογή αδιαφανών δομικών στοιχείων με τα κουφώματα του κτηρίου (*θερμογέφυρες κουφωμάτων*)



ΕΙΚΟΝΑ 12 - ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ



Για τον υπολογισμό των θερμογεφυρών στην ενεργειακή μελέτη πρέπει να είναι γνωστός ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας ανά περίπτωση ή να λαμβάνεται από τις τιμές τυπικών θερμογεφυρών που αναφέρονται στους πίνακες της *T.O.T.E.E 20701-2/2017* *Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων.*

ΕΙΚΟΝΑ 13 - ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ

3.2.1.1 Διαφανείς Επιφάνειες

Στις Διαφανείς Επιφάνειες συγκαταλέγονται τα συστήματα κουφωμάτων του κτηρίου. Βασικός σκοπός του συστήματος είναι:

- η δυνατότητα ανοίγματος και σφραγίσματος μίας επιφάνειας του κτηρίου
- η διέλευση ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του υαλοπίνακα
- η εξασφάλιση αεροστεγανότητας/υδατοστεγανότητας και ηχομόνωσης
- η Θερμομονωτική προστασία του εσωτερικού χώρου

Στο διάγραμμα της εικ. φαίνονται τα δύο βασικά μέρη ενός κουφώματος:

- Πλαίσιο : Στηρίζει τον/τους υαλοπίνακα/κες και εδράζεται δομικά στον τοίχο. Σε διάφορα υλικά κατασκευής, βασικότερα εκ των οποίων είναι αλουμίνιο, ξύλο και συνθετικό πλαστικό (PVC - Polyvinyl Chloride). Στα πλαίσια της ενεργειακής μελέτης χαρακτηριστικό του πλαισίου είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας $U_f (W/m^2K)$
- Υαλοπίνακας : Διαφανής γυάλινη επιφάνεια, που επιτρέπει την διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Ένα κούφωμα μπορεί να έχει μονό, διπλό ή τριπλό υαλοπίνακα, ανάλογα τις θερμομονωτικές ανάγκες του κτηρίου. Στα πλαίσια της ενεργειακής μελέτης χαρακτηριστικό του είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας $U_g (W/m^2K)$ και ο συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία g_w (αδιάστατο).
- Εξωτερικά φύλλα : Αδιαφανή φύλλα κοινού συνήθως υλικού με του πλαισίου, για την θωράκιση του υαλοπίνακα και του ανοίγματος. Στην ενεργειακή μελέτη θεωρούνται ανοικτά κατά την διάρκεια λειτουργίας του κτηρίου και κλειστά την υπόλοιπη διάρκεια της ημέρας.

Μοντελοποίηση Διαφανούς Επιφάνειας

Για τους σκοπούς της ενεργειακής μελέτης, το σύστημα πλαισίου υαλοπίνακα, μοντελοποιείται, κατόπιν υπολογισμού, ως ισοδύναμη ενιαία ομογενής επιφάνεια, χαρακτηριστικών:

- Εμβαδού (m^2)
- Προσανατολισμού γ°
- Κλίσης β°
- Θερμοπερατότητας $U (W/m^2K)$
- Συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους g_w
- Συντελεστών Σκίασης $F_{hor}, F_{ove}, F_{fin}$ (εμποδίων περιβάλλοντος χώρου, προβόλου, πλευρικού εμποδίου αντίστοιχα)

Συντελεστής Θερμοπερατότητας Διαφανούς Επιφάνειας

Ο συντελεστής Θερμοπερατότητας κουφωμάτων μπορεί:

- Να θεωρηθεί δεδομένος βάση της πιστοποιημένης τιμής που δίνεται από τον κατασκευαστή, (ως συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου U_f και υαλοπίνακα U_g)
- Να υπολογισθεί αναλυτικά ανά περίπτωση

Στην περίπτωση του αναλυτικού υπολογισμού βάση της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017 προκύπτει από τους συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος και του υαλοπίνακα κατά την ποσοστιαία αναλογία των εμβαδών των δύο υλικών στην επιφάνεια του κουφώματος, λαμβάνοντας υπόψη και την γραμμική θερμοπερατότητα που αναπτύσσεται μεταξύ πλαισίου και υαλοπίνακα.

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

Όπου:

U_w (W/m^2K) ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος

U_f (W/m^2K) ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου

U_g (W/m^2K) ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα

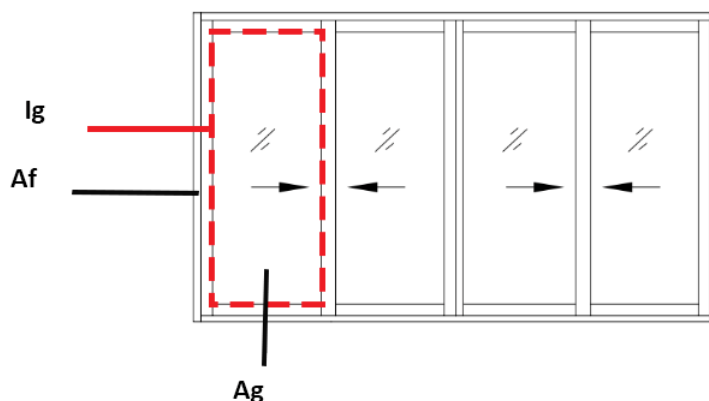
A_f (m^2) το εμβαδόν επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος

A_g (m^2) το εμβαδόν της επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος

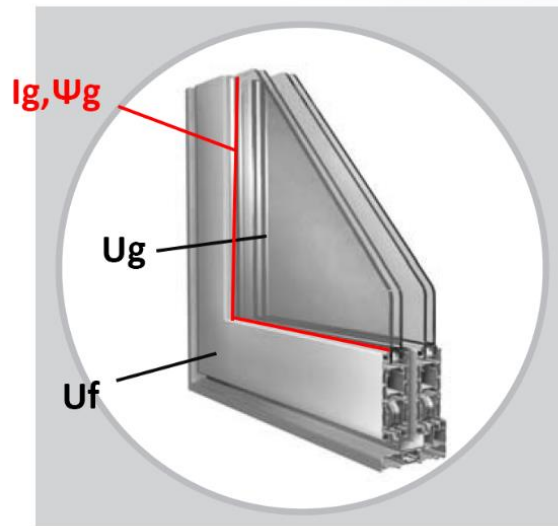
l_g (m) το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μήκος συναρμογής πλαισίου - υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα)

Ψ_g ($W/m \cdot K$) ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος

***Εάν δεν δίνονται οι πιστοποιημένες τιμές των παραπάνω μεγεθών από τον κατασκευαστή, προσεγγιστικές τιμές τους βρίσκονται σε σχετικούς πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017.*



ΕΙΚΟΝΑ 14 - ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ - ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ



ΕΙΚΟΝΑ 15 - ΤΟΜΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

Συντελεστής Θερμοπερατότητας Υαλοπίνακα U_g

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U_g του υαλοπίνακα, για τα δεδομένα της εγγραφίας λαμβάνεται από τον κατασκευαστή. Ωστόσο αναλυτικά υπολογίζεται:

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

Όπου

R_i, R_a (m^2K/W) η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα

R_{δ} (m^2K/W) η θερμική αντίσταση εγκλωβισμένου στρώματος αέρα ανάμεσα στα φύλλα υαλοπίνακα

d_j (mm) το πάχος κάθε φύλλου υαλοπίνακα

λ_j (W/mK) η θερμική αγωγιμότητα κάθε φύλλου υαλοπίνακα

Τυπικές τιμές του θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα U_g είναι:

Τύπος Υαλοπίνακα	$U_g (W/m^2K)$
Μονός Υαλοπίνακας	5,70
Δίδυμος με διάκενο άερος 6mm	3,30
Δίδυμος με διάκενο άερος 12mm	2,80
Δίδυμος με διάκενο άερος 6mm, με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon=0,10$)	2,60
Δίδυμος με διάκενο άερος 12mm, με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμπτικότητας ($\epsilon=0,10$)	1,80
Ενεργειακός (τριπλός) υαλοπίνακας	1,1
Υαλότουβλα	3,50

ΠΙΝΑΚΑΣ 6 - ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Συντελεστής Θερμοπερατότητας Πλαισίου U_f

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου U_f δεν υπολογίζεται αναλυτικά αλλά δίνεται από τον κατασκευαστή. Σε περιπτώσεις που δεν δίνεται η τιμή του λαμβάνονται προσεγγιστικές τιμές από την *T.O.T.E.E 20701-1/2017*.

Τυπικές τιμές θερμοπερατότητας του πλαισίου είναι U_f :

Τύπος Πλαισίου	$U_f (W/m^2K)$
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή	7,00
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12mm	3,50
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 24mm	2,80
Συνθετικό πλαίσιο	2,80
Ξύλινο πλαίσιο	2,80

ΠΙΝΑΚΑΣ 7 - ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Συντελεστής Γραμμικής Θερμοπερατότητας Πλαισίου Ψ_g

Ο Συντελεστής Γραμμικής Θερμοπερατότητας Πλαισίου Ψ_g , αφορά την μοντελοποίηση της γραμμικής θερμογέφυρας που εμφανίζεται κατά μήκος συναρμογής πλαισίου και υαλοπίνακα του κουφώματος. Η μετάβαση σε διαφορετικό υλικό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση θερμικών απωλειών στο σύνορο της συναρμογής. Ο συντελεστής λαμβάνεται από τον κατασκευαστή του κουφώματος είτε λαμβάνεται προσεγγιστικά από την *T.O.T.E.E 20701-1/2017*.

- Στην περίπτωση κουφωμάτων που φέρουν μονούς υαλοπίνακες ο συντελεστής $\Psi_g = 0$.
- Στην περίπτωση μεταλλικών κουφωμάτων με μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες, χωρίς θερμοδιακοπή και κάποια επίστρωση χαμηλής εκπομπής η επίδραση της θερμογέφυρας είναι μικρή.
- Για τις υπόλοιπες περιπτώσεις:

Τύπος Πλαισίου	Γραμμική θερμοπερατότητα για διαφόρους τύπους υαλοπινάκων	
	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	0,06	0,08
Ξύλινο	0,06	0,08

ΠΙΝΑΚΑΣ 8 – ΤΥΠΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΝΑ ΤΥΠΟ ΠΛΑΙΣΙΟΥ

Συντελεστής Ηλιακού Θερμικού Κέρδους

Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους προκύπτει από την μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνά το κούφωμα προς την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε αυτό. Η τιμή του εξαρτάται από το είδος του υαλοπίνακα και το ποσοστό της επιφάνειας του πλαισίου επί του συνόλου του κουφώματος.

$$g_w = g_{gl}(1 - F_f) = 0,9 \cdot g(1 - F_f)$$

F_f ποσοστό πλαισίου επί του κουφώματος

g_{gl} συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπίνακα

g συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπίνακα σε κάθετη πρόσπτωση ακτινοβολίας

Στο πλήθος των περιπτώσεων το σύστημα κουφωμάτων περιλαμβάνει εξωτερικά φύλλα ή επικαθήμενο ρολό, που οποίο επηρεάζουν την συνολική θερμοπερατότητα του κουφώματος, όταν το καλύπτουν πλήρως κατά τις νυχτερινές ώρες ή τις γενικά ώρες μη λειτουργίας του κτηρίου.

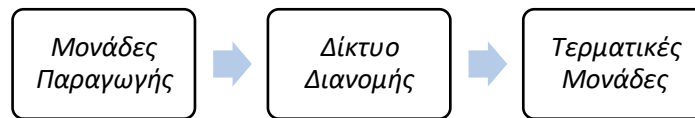
3.2.2 Η/Μ Συστήματα & Εγκαταστάσεις

Το σύγχρονο κτήριο, οποιασδήποτε χρήσης, διαθέτει Ηλεκτρομηχανικά Συστήματα που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των αναγκών του σε Ύδρευση, Αποχέτευση, Άρδευση, Θέρμανση, Ψύξη, Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX), Νωπό Αέρα και Φωτισμό.

Σε αυτό το τμήμα της εργασίας παρουσιάζονται τα βασικά διαφορετικά συστήματα εγκαταστάσεων, που απασχολούν τον μηχανικό σε μία ενεργειακή μελέτη. Όσα συμμετέχουν δηλαδή στην κατανάλωση μεριδίου προδιδόμενης ενέργειας του κτηρίου. Εξαιρούνται τα συστήματα Ύδρευσης, Αποχέτευσης, Άρδευσης διότι απορροφούν αμελητέο ποσοστό της προδιδόμενης ενέργειας στις περισσότερες περιπτώσεις και δεν συμπεριλαμβάνονται στην παρούσα εργασία.

3.2.2.1 Σύστημα Θέρμανσης

Το σύστημα θέρμανσης παρέχει την ζητούμενη θερμότητα στους χώρους του κτηρίου, για να την εξασφάλιση θερμικής άνεσης. Μπορεί να έχει διάφορες δομές και μορφές, ανάλογα με τον τύπο/είδος των μονάδων παραγωγής θερμότητας και δίκτυο και τις τερματικές μονάδες.



ΣΧΗΜΑ 1 - ΡΟΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Μονάδες Παραγωγής

Ως μονάδες παραγωγής ορίζουμε όλες τις μονάδες που μετατρέπουν μία αρχική μορφή ενέργειας σε θερμότητα και τη διοχετεύουν στο δίκτυο του συστήματος θέρμανσης. Μία μονάδα χαρακτηρίζεται ανάλογα με τα εξής:

- Τύπος : είδος μονάδας παραγωγής (Λέβητας, Αντλία Θερμότητας, Ηλ.Αντίσταση κ.λ.π)
- Καύσιμο : μορφή προδιδόμενης ενέργειας (Πετρέλαιο, Φυσικό Αέριο, Ηλεκτρισμός)
- Ισχύς : Ονομαστική ισχύς της μονάδας όπως αυτή δίνεται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κατασκευαστή.
- Βαθμός Απόδοσης – COP : ο βαθμός απόδοσης της μονάδας ή ο συντελεστής συμπεριφοράς εάν πρόκειται για αντλία θερμότητας

Λέβητας – Καυστήρας

Όταν αναφερόμαστε σε μία μονάδα λέβητα, πραγματικά εννοούμε το συγκρότημα Λέβητα – Καυστήρα. Ο λέβητας είναι το δοχείο που συγκρατεί το θερμαινόμενο μέσο (νερό), γύρω από το οποίο πραγματοποιείται η καύση, δημιουργούνται τα θερμά καυσαέρια, έρχονται σε επαφή με το δοχείο, αυξάνοντας τη θερμοκρασία του νερού εντός. Ο καυστήρας είναι ο μηχανισμός που επεξεργάζεται το καύσιμο, το αναμιγνύει με τον αέρα και συντηρεί την καύση.

Βασικά χαρακτηριστικά μεγέθη μίας μονάδας Λέβητα – Καυστήρα είναι η ονομαστική ισχύς και ο ονομαστικός βαθμός απόδοσης. Η ισχύς δηλώνει άμεσα το μέγεθος του Λέβητα. Ο βαθμός απόδοσης αφορά τη λειτουργία του λέβητα σε ονομαστικό φορτίο και εκφράζεται από το πηλίκο της ωφέλιμης ισχύος θερμότητας που δίνει στην έξοδό του ο λέβητας, προς την αρχικά προσδιδόμενη μέσω του καυσίμου, στις συνθήκες αυτές.

Εποχιακός Βαθμός Απόδοσης

Στο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της λειτουργίας του ωστόσο, ο λέβητας δεν λειτουργία σε ονομαστικό φορτίο. Οι διακυμάνσεις της εξωτερικής θερμοκρασίας αναγκάζουν το λέβητα σε λειτουργία εκτός του ονομαστικού φορτίου του, σε υπολειτουργία δηλαδή και με μειωμένο βαθμό απόδοσης, υπερδιαστασιολόγηση των λεβήτων, συνήθως πρακτική, σημαίνει λειτουργία του λέβητα εκτός του ονομαστικού σημείου λειτουργίας, για το μεγαλύτερο ποσοστό του χρόνου, ακόμα μεγαλύτερη πτώση της απόδοσης σε αυτή δηλαδή.

Για το λόγο αυτό ορίζεται ο εποχιακός βαθμός απόδοσης που χαρακτηρίζει την απόδοση του λέβητα σε ολόκληρη την περίοδο θέρμανσης. Εκφράζεται από τον λόγο της συνολικά αποδιδόμενης ενέργειας από τη μονάδα λέβητα σε μία περίοδο θέρμανσης προς την συνολική ετήσια κατανάλωση της. Σε μία ενεργειακή επιθεώρηση δεν χρησιμοποιείται ο βαθμός απόδοσης σε ονομαστική ισχύ, αλλά ο εποχιακός.

Ανωτέρα & Κατωτέρα Θερμογόνος Ικανότητα Καυσίμου

Κάθε καύσιμο σε οποιαδήποτε κατάσταση (στερεά, υγρή, αέρια) περιέχει στη χημική σύσταση του μεταξύ άλλων και υδρογόνο (H). Κατά την καύση του το H μετατρέπεται σε H₂O (νερό), ωστόσο δύναται σε ορισμένες περιπτώσεις νερό να προϋπάρχει και στην αρχική σύσταση του καυσίμου. Κατά την καύση το νερό περνάει σε αέρια φάση, απορροφώντας λανθάνουσα θερμότητα. Συνεπώς ένα μέρος της ωφέλιμης θερμότητας καύσης, πάντα χάνεται. Συνεπώς συνήθως αναφερόμαστε, στη θερμική ενέργεια του καυσίμου χωρίς τη λανθάνουσα θερμότητα.

Ως κατωτέρα θερμογόνο δύναμη ορίζουμε την θερμική ενέργεια του καυσίμου χωρίς την λανθάνουσα θερμότητα. Ως ανωτέρα την θερμική ικανότητα θεωρούμε την συνολική θερμική ενέργεια του καυσίμου συμπεριλαμβανομένης της λανθάνουσας θερμότητας.

Συνεπώς όταν αναφερόμαστε σε βαθμό απόδοσης λέβητα, διευκρινίζουμε εάν πρόκειται για ανωτέρα ή κατωτέρα θερμογόνο δύναμη.

Τύποι Λέβητα

- *Συμβατικός - Υψηλών Θερμοκρασιών*

Λέβητες Υψηλών Θερμοκρασιών θεωρούνται οι περισσότεροι λέβητες παλαιάς τεχνολογίας. Προκειμένου να αποφεύγεται η δημιουργία συμπυκνώματος (όξινο και διαβρωτικό για το λέβητα) κατά την απορρόφηση θερμότητας από τα καυσαέρια, αυτά εγκαταλείπουν τον λέβητα σε σχετικά υψηλή θερμοκρασία 180 – 200 °C. Ένα ποσοστό της αποδιδόμενης θερμότητας επομένως μένει ανεκμετάλλευτο και ο βαθμός απόδοσης μένει σε χαμηλά επίπεδα.

- *Χαμηλών Θερμοκρασιών – Συμπύκνωσης*

Οι λέβητες χαμηλών θερμοκρασιών – συμπύκνωσης, μπορούν να εκμεταλλευτούν μεγαλύτερο ποσοστό της διαθέσιμης θερμότητας των καυσαερίων, δίνοντας αυξημένο βαθμό απόδοσης. Έχουν τη δυνατότητα να αποτρέπουν τη δημιουργία συμπυκνώματος κατεβάζουν τη θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων μέχρι και στο όριο της τιμής του νερού του δικτύου θέρμανσης, αποτρέποντας παράλληλα την δημιουργία συμπυκνώματος. Πετυχαίνουν ονομαστικό βαθμό απόδοσης έως και 95% ως προς την κατωτέρα θερμογόνο ικανότητα και 89% ως προς την ανωτέρα.

Στους λέβητες συμπύκνωσης έχουμε ελεγχόμενη δημιουργία συμπυκνώματος εντός του λέβητα, λόγω της πολύ χαμηλής θερμοκρασίας καυσαερίων (έως και 50 °C), και της εκμετάλλευσης της λανθάνουσας θερμότητας. Πετυχαίνουν ονομαστικό βαθμό απόδοσης 105% ως προς την κατωτέρα και 98% ως προς την ανωτέρα θερμογόνο δύναμη. Προκειμένου να απορροφήσουν τη θερμότητα του συμπυκνώματος, επιστρατεύεται ειδικός εναλλάκτης καυσαερίων νερού (επιστροφής) στην έξοδο του λέβητα, όπου οι όποιες υγροποιήσεις οδηγούνται κατόπιν ανοξειδωτή λεκάνη και έπειτα στην αποχέτευση.

- *Επίτοιχοι λέβητες αερίου*

Οι επίτοιχοι λέβητες αερίου διαφέρουν στο σχεδιασμό από τους επιδαπέδιους. Οι επιδαπέδιοι χρησιμοποιούν ένα δοχείο αποθήκευσης και θέρμανσης του νερού, ενώ οι επίτοιχοι είναι εναλλάκτες νερού-καυσαερίου. Δεν αποτελούν μονάδα αποθήκευσης, αλλά μονάδα ροής, όπου θερμαίνεται μόνο η απαιτούμενη ποσότητα νερού. Ως αποτέλεσμα εκλείπουν οι απώλειες αναμονής-αποθήκευσης του νερού.

Επίσης, σε αντίθεση με τους επιδαπέδιους, οι επίτοιχες μονάδες είναι προσυγκροτημένες, με τον λέβητα, τον καυστήρα και τους υπόλοιπους αυτοματισμούς ενσωματωμένους στην μονάδα. Τέλος, ο καυστήρας στους επίτοιχους λέβητες αερίου είναι αναλογικός, ανάλογα με το φορτίο ρυθμίζεται και η παροχή αερίου για να αποδίδεται η ζητούμενη ισχύς. Συνήθως επίτοιχοι λέβητες απαντώνται σε μικρότερες εφαρμογές (οικιακές), καθώς δεν παράγουν ισχύ σε μεγέθη αντίστοιχα των επιδαπέδιων.

Βαθμός Απόδοσης Λεβήτων

- *Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης η_{gm}*

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης λέβητα αναγράφεται στο φυλλάδιο προϊόντος του και αφορά την λειτουργία του σε ονομαστικής ισχύ.

- *Ενεργειακή Απόδοση Εποχιακής Θέρμανσης Χώρου $\eta_{sA\theta}$*

Ο συμβατικός (εσωτερικός) βαθμός απόδοσης αναφέρεται στην λειτουργία της μονάδας παραγωγής στην ονομαστική ισχύ. Ωστόσο σε πραγματικές συνθήκες, στην διάρκεια μίας περιόδου θέρμανσης, μία μονάδα θέρμανσης, για σημαντικό ποσοστό του χρόνου

λειτουργίας της, δεν βρίσκεται σε ονομαστικό φορτίο, αλλά σε χαμηλότερο ή υψηλότερο με διαφοροποιημένο βαθμό απόδοσης. Επομένως ο βαθμός απόδοσης ονομαστικής ισχύος δεν αντιστοιχεί στην πραγματική λειτουργία της. Για τον λόγο αυτό ορίζεται η ενεργειακή απόδοση εποχιακής θέρμανσης χώρου.

Η ενεργειακή απόδοση εποχιακής θέρμανσης χώρου ($\eta_{sA\theta}$) (ως προς ανωτέρα θερμογόνο ικανότητα) ορίζεται ως το πηλίκο της συνολικής θερμικής ενέργειας που αποδίδει η μονάδα σε μία περίοδο θέρμανσης προς την συνολική κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για να αποδοθεί η θερμική ενέργεια αυτή. Σαν μέγεθος είναι πιο αντιπροσωπευτικό συγκριτικά με την ονομαστική απόδοση λειτουργίας της μονάδας.

- *Εποχιακός Βαθμός Απόδοσης $\eta_{sK\theta}$*

Στο φυλλάδιο προϊόντος ενός λέβητα-καυστήρα αναφέρεται η ($\eta_{sA\theta}$) ως προς την ανωτέρα θερμογόνο ικανότητα. Στις ενεργειακές μελέτες ο βαθμός απόδοσης αναφέρεται σε κατώτερα θερμογόνο ικανότητα, επομένως ο μετασχηματισμός σε αυτήν, ορίζει το νέο μέγεθος – εποχιακός βαθμό απόδοσης.

$$\eta_{sK\theta} = \Sigma M\theta\Delta \cdot (\eta_{sA\theta} + 3\%)$$

$\eta_{sK\theta}$ Εποχιακός Βαθμός Απόδοσης

$\Sigma M\theta\Delta$ συντελεστής μετατροπής Πίνακας 4.2^α T.O.T.E.E. 20701-1/2017.

Σε περίπτωση που δεν είναι γνωστή η $\eta_{sA\theta}$, δεν δίνεται από το φυλλάδιο κατασκευαστή, τότε ο εποχιακός βαθμός απόδοσης βρίσκεται από τη σχέση :

$$\eta_{sK\theta} = \eta_{gm} \cdot \eta_{g0}$$

η_{g0} συντελεστής μετατροπής που δίνεται από Πίνακα 4.2γ της T.O.T.E.E. 20701-1/2017.

- *Συνολικός Βαθμός Απόδοσης η_{gen}*

Με γνωστό τον εποχιακό βαθμό απόδοσης της μονάδας μπορεί να βρεθεί ο συνολικός βαθμός απόδοσης:

$$\eta_{gen} = \eta_{sK\theta} \cdot \eta_{g1} \cdot \eta_{g2}$$

όπου:

η_{g1} συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης της μονάδας. Δίνεται από τον Πίνακα 4.3 της T.O.T.E.E. 20701-1/2017. Ανάλογα με την τιμή του λόγου P_m/P_{gen} , όπου P_m η πραγματική

ισχύς του λέβητα και P_{gen} η θεωρητική ισχύς θέρμανσης που απαιτείται για την κτηριακή εγκατάσταση.

η_{g2} συντεστής κατάστασης μόνωσης της εγκατάστασης λέβητα-καυστήρα

Η P_{gen} δύναται να έχει υπολογισθεί από την μελέτη θέρμανσης της εγκατάστασης ή αλλιώς με καλή ακρίβεια από την σχέση (4.1) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 207101-1/2017

$$P_{gen} = \left(A \cdot U_m \cdot 1,5 + \frac{V}{3} \right) \cdot \Delta T \quad (kW)$$

όπου

A η εξωτερική παράπλευρη επιφάνεια ολόκληρου του κτηρίου (θερμαινόμενων χώρων του)

U_m Ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου

V η συνολική προσαγωγή νωπού αέρα στο θερμαινόμενο χώρο του κτηρίου Πίνακας 2.3 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 207101-1/2017

ΔT η μέση διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού-εξωτερικού χώρου ανάλογα με τη θερμική ζώνη.

Έτος κατασκευής	Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας $U_m (W/m^2K)$		
	Θερμική Ζώνη		
	A	B	Γ
Κτίρια πριν την εφαρμογή του Κ.Θ.Κ	3,50		
Κτίρια με Κ.Θ.Κ	1,55	1,20	0,95
Κτήρια με Κ.Εν.Α.Κ	Τιμή μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας σύμφωνα με μελέτη θερμομόνωσης		

ΠΙΝΑΚΑΣ 9 - ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΜΕΣΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1_2017

	Θερμική Ζώνη			
	A	B	Γ	Δ
ΔT °C	18	20	23	28

ΠΙΝΑΚΑΣ 10 - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΝΑ ΘΕΡΜΙΚΗ ΖΩΝΗ

Σε περίπτωση που ο λέβητας χρησιμοποιείται και για παραγωγή ΖΝΧ η P_{gen} προσαυξάνεται κατά την:

$$P_n = \frac{4.18 \cdot V_d \cdot \Delta T}{5 \cdot 3600}$$

V_d η ημερήσια ανάγκη σε ΖΝΧ (lt/ημέρα) Πίνακας 2.5

ΔT διαφορά θερμοκρασία ΖΝΧ (45°C) και δικτύου πόλης (°C).

- η_{g2} συντελεστής κατάστασης μόνωσης της εγκατάστασης λέβητα-καυστήρα, εκφράζει τις πρόσθετες απώλειες κατά τη λειτουργία αν η μόνωση έχει καταστραφεί ή δεν υπάρχει καθόλου.

$$\eta_{g2} = a \cdot Y + b$$

όπου

Y υπερδιαστασιολόγηση του λέβητα P_m/P_{gen} .

a, b λαμβάνουν τιμές ανάλογα με τον τύπο του λέβητα και την κατάσταση της μόνωσης

Αντλίες Θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας, διαφέρουν στη φιλοσοφία τους από τις υπόλοιπες μονάδες παραγωγής. Δεν εξάγουν την ζητούμενη θερμότητα από την καύση, αλλά την αντλούν από το περιβάλλον. Μπορούν να μεταφέρουν θερμότητα αντίθετα από τη φυσική ροή στο περιβάλλον (από ένα ψυχρό περιβάλλον σε ένα θερμό δλδ), καταναλώνοντας ηλεκτρική ενέργεια.

Λειτουργούν με ένα κλειστό θερμοδυναμικό κύκλο ρευστού με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά (ψυκτικό μέσο). Σε λειτουργία θέρμανσης αρχικά το ρευστό του κυκλώματος συμπιέζεται μηχανικά και αυξάνεται ως αποτέλεσμα η θερμοκρασία του (π.χ στους 70 °C). Εισέρχεται στην συνέχεια στον συμπυκνωτή, όπου έρχεται σε επαφή με τον αέρα του εσωτερικού, προς θέρμανση χώρου, που βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία (π.χ στους 20 °C) αποδίδοντας θερμότητα. Στο τέλος της διαδικασίας το ρευστό μεταβαίνει από την αέρια στην υγρή φάση, διατηρώντας όμως υψηλή ακόμα πίεση. Ακολουθεί η εκτονωτική βαλβίδα μετά την οποία το ρευστό αποκτά χαμηλή πίεση και χαμηλότερη θερμοκρασία. Στη συνέχεια εισέρχεται στον ατμοποιητή, όπου έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, υψηλότερης θερμοκρασίας απορροφώντας θερμότητα. Μεταβαίνει στην αέρια φάση και εισέρχεται εκ' νέου στον συμπιεστή για να ολοκληρωθεί ο κύκλος. Σε λειτουργία ψύξης ακολουθείται ο ίδιος κύκλος με αντίστροφη πορεία, ψύχοντας τον εσωτερικό χώρο.

Εξετάζοντας την αντλία θερμότητας ως μία θερμοδυναμική μηχανή ο βαθμός απόδοσης ορίζεται ως το πηλίκο της ωφέλιμης ενέργειας (έστω θερμότητα θέρμανσης εσωτερικού χώρου) προς την καταναλισκόμενη (ηλεκτρική ενέργεια κίνησης του συμπιεστή).

$$n = \frac{Q_{\omega\phi}}{Q_{κατ}} = \frac{Q_{\omega\phi}}{Q_{\psi} + W}$$

Όπου

- $Q_{\omega\phi}$ η προσδιδόμενη θερμότητα στο χώρο
- $Q_{κατ}$ η συνολικά καταναλισκόμενη θερμότητα
- Q_{ψ} η απορροφούμενη θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον
- W το έργο του συμπιεστή

Εφόσον το απορροφούμενο ποσό θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον Q_{ψ} , δεν αποτελεί ενέργεια που προσφέρουμε εμείς στο σύστημα, αλλά απορροφάται ως αποτέλεσμα ψύξης του θερμαινόμενου μέσου, δεν συνάδει να συμμετέχει στην μέτρηση της απόδοσης μίας αντλίας θερμότητας. Για το λόγο αυτό ορίζουμε ένα ανεπηρέαστο από το Q_{ψ} μέγεθος, τον συντελεστή συμπεριφοράς (COP) που δίνεται από τη σχέση :

$$COP = \frac{Q_{\Sigma}}{Q_w} = \frac{P_{th}}{P_{el}}$$

Όπου

- P_{th} η θερμική ισχύς που αποδίδει η αντλία θερμότητας
- P_{el} η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνεται από τον συμπιεστή (κατανάλωση της μονάδας
- *Εποχιακός συντελεστής απόδοσης SCOP*

Αντίστοιχα με τον εποχιακό βαθμό απόδοσης σε λέβητες καυστήρες ορίζεται και ο εποχιακός συντελεστής απόδοσης SCOP για αντλίες θερμότητας, σαν πιο ακριβές μέγεθος για την μέτρηση της απόδοσης της αντλίας σε μία περίοδο θέρμανσης.

- *Τελικός συντελεστής απόδοσης SCOP*

Ο τελικός συντελεστής απόδοσης SCOP υπολογίζεται ξεχωριστά για δύο κατηγορίες αντλιών θερμότητας.

Κατηγορία Α: τοπικές κλιματιστικές μονάδες και συστήματα VRV, VRF

Αν συνοδεύεται από ενεργειακή σήμανση λαμβάνεται ο εποχιακός συντελεστής απόδοσης της μονάδας $SCOP_{ES}$ στο μέσο κλίμα και ο τελικός συντελεστής υπολογίζεται από

$$SCOP = 0.93 \cdot SCOP_{ES}$$

Κατηγορία Β: αντλίες θερμότητας που θερμαίνουν νερό

Από το φυλλάδιο προϊόντος της αντλίας λαμβάνεται η ενεργειακή απόδοση εποχιακής θέρμανσης χώρου $\eta_{SK\theta}$ η οποία μετατρέπεται σε μέσο εποχιακό συντελεστή απόδοσης με τις σχέσεις 4.5^α, 4.5^β, 4.5^γ της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2017.

$$SCOP = 2.35(\eta_{s35^{\circ}C_{\theta K}} + 3\%)$$

Για ενδοδαπέδια, ενδοτοιχία ή θέρμανση οροφής με σωλήνες ζεστού νερού

$$SCOP = 2.55(\eta_{s55^{\circ}\text{C}_{\theta K}} + 3\%)$$

Για μονάδα στοιχείου νερού με ανεμιστήρα FCU

$$SCOP = 2.75(\eta_{s35^{\circ}\text{C}_{\theta K}} + 3\%)$$

Για κάθε άλλη περίπτωση

Αντίστοιχα όπως και στους λέβητες υπολογίζεται ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης προκειμένου να καταλήξουμε στον τελικό. Η υπερδιαστασιολόγηση P_m/P_{gen} υπολογίζεται όπως και στους λέβητες και σύμφωνα με αυτήν, ο συντελεστής λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 4.5β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017.

Τύποι Αντλιών Θερμότητας

Στα είδη των αντλιών θερμότητας γίνονται πέντε βασικές κατηγοριοποιήσεις.

Η πρώτη αφορά την δυνατότητα της αντλίας να λειτουργήσει σε ψύξη και θέρμανση (Reversible). Αντιστρέφοντας τη φορά του κύκλου (θέρμανσης) της αντλίας, αυτή απορροφά θερμότητα από τον δεδομένο χώρο. Στην αγορά υπάρχουν όλοι οι τύποι: αντλίες που λειτουργού μόνο σε θέρμανση, μόνο σε ψύξη ή και σε ψύξη-θέρμανση. έχει επικρατήσει αντλίες που λειτουργούν μόνο σε ψύξη να λέγονται ψύκτες και όσες συνδυάζουν ψύξη-θέρμανση αντλίες θερμότητας.

Η δεύτερη κατηγοριοποίηση αφορά το περιβάλλον που συναλλάσει θερμότητα η αντλία, το περιβάλλον του ατμοποιητή κατά τη θέρμανση και του συμπυκνωτή κατά την ψύξη. Διαχωρίζονται σε αερόψυκτες, όπου η συναλλαγή θερμότητας γίνεται με τον αέρα του περιβάλλοντος και σε υδρόψυκτες όπου η συναλλαγή γίνεται με νερό και σε γεωθερμικές όπου η συναλλαγή γίνεται με το έδαφος.

Η τρίτη αφορά το μέσο με το οποίο συναλλάσσεται το ωφέλιμο φορτίο, είτε απ' ευθείας στο χώρο, είτε σε ένα ενδιάμεσο μέσο αρχικά. Σε αυτή την περίπτωση ο συμπυκνωτής στην περίπτωση της θέρμανσης ή ο ατμοποιητή στην περίπτωση της ψύξης, είναι τοποθετημένοι απευθείας στο χώρο. Σε αυτήν την περίπτωση η μονάδα είναι χωρισμένη σε δύο μέρη, για συναλλαγή με το εξωτερικό περιβάλλον και τον εσωτερικό χώρο, μονάδες διαιρούμενου τύπου (split units). Στην δεύτερη, μέσω ενός εναλλάκτη θερμαίνουν ή ψύχουν ένα άλλο μέσο, νερό συνήθως, το οποίο στη συνέχεια οδηγείται μέσω δικτύου στις τερματικές μονάδες που βρίσκονται στον κάθε χώρο. Σε αυτή την περίπτωση ολόκληρη η μονάδα είναι ενιαία, τοποθετημένη σε χώρο εξωτερικό του χώρου θέρμανσης.

Η τέταρτη κατηγοριοποίηση αφορά τον τύπο του συμπιεστή που χρησιμοποιείται, όπου ανάλογα με αυτόν χαρακτηρίζεται και η αντλία ή ψύκτης.

- Παλινδρομικοί συμπιεστές
- Περιτροφικοί συμπιεστές σταθερού/κινούμενου πτερυγίου (Rotary Vane)
- Σπειροειδείς συμπιεστές (Scroll)
- Κοχλιωτοί ή ελικοειδείς συμπιεστές (Screw)
- Φυγοκεντρικοί συμπιεστές (Centrifugal)

Ειδική κατηγορία, που απαντάται σπάνια σε μικρές εγκαταστάσεις είναι οι αντλίες θερμότητας προσρόφησης απορρόφησης, οι οποίες διαφέρουν σημαντικά από τις υπόλοιπες αντλίες θέρμανσης αφού δεν χρησιμοποιούν μηχανικά μέρη (συμπιεστή) για την πρόσδοση έργου στο μέσο, αλλά θερμότητα.

Δίκτυο Διανομής

Σαν δίκτυο διανομής ορίζουμε το σύστημα νερού/αέρα που μεταφέρει την αποδιδόμενη θερμότητα από την μονάδα παραγωγής στους χώρους προς θέρμανση. Μπορούμε να έχουμε μονοσωλήνιο ή δισωλήνιο σύστημα, που να διακλαδίζεται ανάλογα με το πλήθος διαμερισμάτων και τερματικών μονάδων που εξυπηρετεί και το μέγεθος της κτηριακής μονάδας.

Βασικό χαρακτηριστικό του δικτύου είναι το μέγεθός του. Μεγαλύτερα σε μήκος δίκτυα έχουν περισσότερες απώλειες. Είτε πρόκειται για συνολικό μήκος, είτε μεμονωμένου κλαδου. Για τους υπολογισμούς του βαθμού απόδοσης του δικτύου διανομής λαμβάνουμε ως ισχύ του δικτύου

$$P_{\Delta\Delta} = \frac{P_m \cdot n_{g1} \cdot n_{g2}}{N}$$

Όπου

- P_m η ισχύς της μονάδας παραγωγής
- N ο αριθμός των στηλών που διακλαδίζεται το δίκτυο

Στην παραπάνω σχέση ο συντελεστής n_{g2} για αντλία θερμότητας είναι πάντα 1 ενώ για τις άλλες περιπτώσεις μονάδων παραγωγής (πλην λέβητα και αντλίας θερμότητας) και οι δύο συντελεστές είναι πάντα 1.

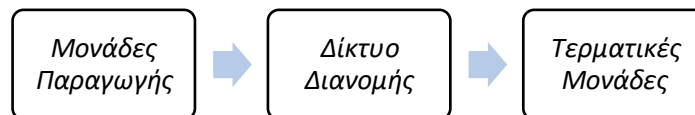
Σε πολλές περιπτώσεις, το δίκτυο ψύξης είναι κοινό με το δίκτυο θέρμανσης (π.χ με αντλίες θερμότητας θέρμανσης/ψύξης)

Τερματικές Μονάδες

Στις τερματικές μονάδες συγκαταλέγονται οι συσκευές που διοχετεύουν την παραγόμενη θερμότητα στον κάθε χώρο προς θέρμανση. Διαφέρουν κυρίως ανάλογα με το είδος της συνολικής εγκατάστασης, δίκτυο υψηλών θερμοκρασιών – θερμαντικά σώματα, δίκτυο χαμηλών θερμοκρασιών – fan coils, μονάδες VRV.

3.2.2.2 Σύστημα Ψύξης

Το σύστημα ψύξης παράγει την απαραίτητη θερμότητα από τους χώρους του κτηρίου, για να διατηρείται η θερμοκρασία στα επιθυμητά επίπεδα. Μπορεί να έχει διάφορες δομές, ανάλογα με τον τύπο/είδος της ψυκτικής μονάδα-ες και το μέγεθος της εγκατάστασης. Ένα τυπικό σύστημα, έχει αντίστοιχη δομή με τα σύστημα θέρμανσης. Αποτελείται από τη μονάδα παραγωγής, το δίκτυο διανομής, τις τερματικές μονάδες και τυχόν βοηθητικές.



ΣΧΗΜΑ 2 - ΡΟΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ

Μονάδες Παραγωγής

Οι μονάδες παραγωγής ψύξης (ψύκτες) αποτελούν αντλίες θερμότητας με αντίστροφο κύκλο λειτουργίας από αυτόν της θέρμανσης. Δηλαδή με απαγωγή θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο του κτηρίου και απόρριψή της στο εξωτερικό περιβάλλον. Οι ψύκτες στις μεθοδολογίες της ενεργειακής μελέτης διαχωρίζονται σε δύο ομάδες, Κατηγορία Α: τοπικές ή ημικεντρικές μονάδες με απ' ευθείας εκτόνωσης με θερμαινόμενο μέσο τον αέρα. Κατηγορία Β : Αντλίες θερμότητας με θερμαινόμενο μέσο το νερό.

- Συντελεστής συμπεριφοράς *ERR*

Όπως ορίζεται ο συντελεστής συμπεριφοράς (COP) στις αντλίες θερμότητας στις μονάδες παραγωγής ψύξης ορίζεται ο :

$$ERR = \frac{Q_{\psi}}{Q_w} = \frac{P_C}{P_{el}}$$

P_C η ψυκτική ισχύς (απαγόμενη θερμότητα από τον χώρο/χρόνο)

P_{el} η ηλεκτρική ισχύς που καταναλώνεται από τον συμπιεστή (κατανάλωση της μονάδας)

- Μέσος εποχιακός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας *SEER*

Ο μέσος εποχιακός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας SEER αποτελεί τον τελικό βαθμό απόδοσης μία μονάδας παραγωγής ψύξης. Υπολογίζεται για κατηγορίες μονάδων Α (Τοπικές ή ημικεντρικές μονάδες απευθείας εκτόνωσης με ψυχόμενο μέσο τον αέρα)

Κατηγορία Α - (Τοπικές ή ημικεντρικές μονάδες απευθείας εκτόνωσης με ψυχόμενο μέσο τον αέρα)

Από το φυλλάδιο προϊόντος της μονάδας λαμβάνεται ο εποχιακός βαθμός ενεργειακής απόδοσης $SEER_{ES}$:

$$SEER = 0,60 \cdot SEER_{ES}$$

Κατηγορία Β - (Αντλίες Θερμότητας – Ψύκτες με ψυχόμενο μέσο το νερό)

Για τις αντλίες με ψυκτική ισχύ πάνω από 100 (kW) πρέπει να ελεγχθεί και η υπερδιαστασιολόγηση της εγκατάστασης, ώστε ο δείκτης να προκύπτει :

$$SEER = EER \cdot a \cdot Y^b$$

Όπου

$$Y = P_m / P_{gen}$$

a, b συντελεστές ανάλογα με το τύπο του ψύκτη σύμφωνα με Πίνακα 4.5γ T.O.T.E.E 20701-1/2017.

Όπου

$$P_{gen} = \sum (U_A \cdot A_A \cdot CLTD_A) + \sum (A_\Delta \cdot GLF_\Delta) + P_{II} + P_{E\Phi} + \frac{V}{3} \Delta T$$

A_A η εξωτερική επιφάνεια αδιαφανούς δομικού στοιχείου

A_Δ η εξωτερική επιφάνεια διαφανούς δομικού στοιχείου

U_A ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A

$CLTD_A$ η μέση θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου μέσω αδιαφανών στοιχείων (τυποποιείται κατά ASHRAE)

GLF_Δ ο παράγοντας φορτίου του υαλοπίνακα (τυποποιείται κατά ASHRAE)

P_{II} εκλυόμενη θερμότητα ατόμων Πίνακας 2.7 T.O.T.E.E 20701-1/2017

$P_{E\Phi}$ εκλυόμενη θερμότητα εσωτερικών συσκευών και τεχνητού φωτισμού Πίνακες 2.4^α, 2.8 T.O.T.E.E 20701-1/2017

V η συνολική ποσότητα προσαγόμενου νωπού αέρα Πίνακας 2.3 T.O.T.E.E 20701-1/2017

ΔT η θερμοκρασιακή διαφορά η οποία λαμβάνεται ίση με 10 °C για όλες τις κλιματικές ζώνες

	Προσανατολισμός						
	B	BA,BΔ	A,Δ	N,NA,NΔ	Οροφές, Δώματα	Δάπεδα	Εσωτερικά Χωρίσματα
CLTD (°C)	9	14	17	15	13	7	7

ΠΙΝΑΚΑΣ 11 - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΗ ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΝΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ

	Προσανατολισμός						
	B	BA,BΔ	A,Δ	N,NA,NΔ	Οροφές, Δώματα	Δάπεδα	Εσωτερικά Χωρίσματα
GLF (°C)	82	140	200	148	250	199	378

ΠΙΝΑΚΑΣ 12 - ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ ΑΝΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ

Τύποι μονάδων παραγωγής ψύξης

- *Αντλίες Θερμότητας (Θέρμανσης & Ψύξης)*

Μεγάλο ποσοστό αντλιών θερμότητας έχουν τη δυνατότητα αναστροφής του κύκλου τους και απόδοσης έργου τόσο σε λειτουργία θέρμανσης όσο και ψύξης. εξυπηρετώντας όλες τις ανάγκες του κτηρίου. Τα χαρακτηριστικά τους πέραν της δυνατότητας αναστροφής περιεγράφηκαν στην ενότητα. Τέτοιες μονάδες είναι τα τοπικά συστήματα (κλιματιστικά διαιρούμενου τύπου) ή και μεγαλύτερες ενιαίου τύπου μονάδες (κεντρικές).

- *Ψύκτες*

Οι ψύκτες αποτελούν αντλίες θερμότητας, με κύκλο λειτουργίας αποκλειστικά για απαγωγή θερμότητας από τους εσωτερικούς χώρους και απόρριψή της στο περιβάλλον και όχι αντίστροφα. Ισχύουν οι κατηγοριοποιήσεις που αναφέρθηκαν στις αντλίες θερμότητας (υδρόψυκτοι/αερόψυκτοι ψύκτες κ.λ.π). Συνήθως εγκαθίστανται σε εγκαταστάσεις με αυξημένες ανάγκες ψύξης (π.χ τριτογενής τομέας) και δεν διατίθενται σε χαμηλές τιμές ισχύος, όπως μερική ψύξη για οικιακή χρήση, όπου προτιμώνται τοπικές κλιματιστικές μονάδες.

Δίκτυο Διανομής

Σαν δίκτυο Διανομής ορίζουμε το σύστημα νερού/αέρα που μεταφέρει την απαγόμενη θερμότητα από τους ψυχόμενους χώρους στο περιβάλλον. Μπορούμε να έχουμε μονοσωλήνιο ή δισωλήνιο σύστημα, που να διακλαδίζεται ανάλογα με το πλήθος διαμερισμάτων και τερματικών μονάδων που εξυπηρετεί και το μέγεθος της κτηριακής μονάδας.

Βασικό χαρακτηριστικό του δικτύου είναι το μέγεθός του. Μεγαλύτερα σε μήκος δίκτυα έχουν περισσότερες απώλειες. Είτε πρόκειται για συνολικό μήκος, είτε μεμονωμένου

κλάδου. Για τους υπολογισμούς του βαθμού απόδοσης του δικτύου διανομής λαμβάνουμε ως ισχύ του δικτύου

$$P_{\Delta\Delta} = \frac{P_m \cdot n_{g1} \cdot n_{g2}}{N}$$

Όπου

- P_m η ισχύς της μονάδας παραγωγής
- N ο αριθμός των στηλών που διακλαδίζεται το δίκτυο

Στην παραπάνω σχέση ο συντελεστής n_{g2} για αντλία θερμότητας είναι πάντα 1 ενώ για τις άλλες περιπτώσεις μονάδων παραγωγής (πλην λέβητα και αντλίας θερμότητας) και οι δύο συντελεστές είναι πάντα 1.

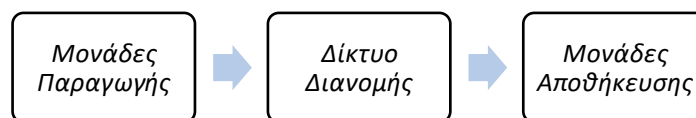
Στην ενεργειακή μελέτη μας απασχολεί εάν υπάρχει μόνωση και το πάχος αυτής, για τον υπολογισμό των αναμενόμενων απωλειών.

Τερματικές Μονάδες

Στις τερματικές μονάδες συγκαταλέγονται οι συσκευές που εξαναγκάζουν το ψυχόμενο μέσο σε επαφή με τον αέρα του εσωτερικού χώρου. Τυπικά χρησιμοποιούνται μονάδες fan coils, μονάδες VRV.

3.2.2.3 Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)

Το σύστημα ZNX καλύπτει την απαιτούμενη ζήτηση σε νερό μέσης θερμοκρασίας για διάφορες χρήσεις. Παρόμοια με το σύστημα θέρμανσης, το σύστημα ZNX αποτελείται από τις μονάδες παραγωγής, το δίκτυο διανομής, μονάδες αποθήκευσης και τυχόν βοηθητικές μονάδες.



ΣΧΗΜΑ 3 - ΡΟΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ZNX

- **Μονάδες Παραγωγής**

Στις μονάδες παραγωγής κατατάσσονται όλες οι μονάδες που θερμαίνουν νερό σε θερμοκρασία χρήσης (τάξεως 50 °C) και το διοχετεύουν στο δίκτυο διανομής. Υπάρχουν διάφοροι τύποι μονάδων παραγωγής και συνήθως συνδυάζονται για την πιο ευέλικτη και οικονομική κάλυψη των αναγκών σε ZNX. Αυτές είναι :

- Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας
- Λέβητας κοινός με τη θέρμανση
- Λέβητας ανεξάρτητος από τη θέρμανση
- Λέβητας που τροφοδοτεί boiler με αντίσταση
- Boiler διπλής ή τριπλής ενέργειας
(*Διπλής: συνδυάζει είτε λέβητας-ήλιος, αντίσταση-ήλιος, Τριπλής: συνδυάζει λέβητα-αντίσταση-ήλιο*)
- Ταχυθερμαντήρας

Ο βαθμός απόδοσης για κάθε μία από τις μονάδες δίνεται από τον κατασκευαστή. Σε ξεχωριστή κατηγορία θέτουμε τους ηλιακούς συλλέκτες, έχουν διττό ρόλο καθώς παράγουν ZNX και σε ορισμένες περιπτώσεις συνεισφέρουν στο σύστημα θέρμανσης.

- **Δίκτυο Διανομής ZNX**

Το δίκτυο διανομής ZNX, διανέμει το θερμό νερό που παράγεται στις μονάδες παραγωγής στις τελικές χρήσεις του κτηρίου. Όμοια με το δίκτυο διανομής θερμότητας, το δίκτυο διανομής ZNX μπορεί έχει μήκος ανάλογο του μεγέθους της κτηριακής εγκατάστασης, και διακλαδώσεις ανάλογες σε πλήθος με το πλήθος των διακριτών τελικών χρήσεων. Μεγαλύτερα σε μήκος και διακλαδώσεις δίκτυα έχουν περισσότερες απώλειες.

Για τους υπολογισμούς του βαθμού απόδοσης του δικτύου διανομής ZNX εκτελούμε ίδιους υπολογισμούς που αναφέρθηκαν στην ανάλυση του δικτύου διανομής θερμότητας, που βασίζονται στην ποιότητα της μόνωσης.

- **Μονάδες Αποθήκευσης**

Ως μονάδες αποθήκευσης ορίζουμε τις εγκαταστάσεις αποθήκευσης/αναμονής του ZNX, όπου και εάν αυτές υφίστανται. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων είναι προσυγκροτημένες ως μονάδες παραγωγής με δοχείο, (Boiler) όπου το θερμό νερό βρίσκεται σε αναμονή, πρωτού διανεμηθεί.

Οι μονάδες αποθήκευσης, ανάλογα με τον τύπο της μονάδας παραγωγής βρίσκονται είτε πλησίον των τελικών χρήσεων με μηδαμινές απώλειες μεταφοράς, είτε σε μεγαλύτερη

απόσταση (Boiler διπλής/τριπλής ενέργειας, σε εξωτερικό χώρο στην περίπτωση ηλιακού, ή σε εσωτερικό πλησίον του καυστήρα θέρμανσης). Στην κατάσταση αναμονής ειδικά σε εξωτερικά δοχεία αποθήκευσης, σημειώνονται σημαντικές απώλειες θερμότητας, οι οποίες αντιμετωπίζονται με την εγκατάσταση μόνωσης. Ειδική περίπτωση μηδενικών απωλειών αναμονής αποτελούν οι ταχυθερμαντήρες (π.χ επίτοιχοι λέβητες αερίου), όπου παράγεται κάθε φορά απευθείας η ζητούμενη ποσότητα ΖΝΧ, χωρίς αναμονή.

3.2.2.4 Σύστημα Μηχανικού Αερισμού

Σε όλα τα κτήρια, (κατοικίες και κτήρια του τριτογενή τομέα) είναι απαιτούμενη η ανανέωση του αέρα των εσωτερικών χώρων. Ως ανανέωση ορίζεται η απόρριψη ποσότητας αέρα από το εσωτερικό περιβάλλον και η αντικατάσταση αυτής με εισαγωγή νωπού αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον. Η απαιτούμενη ανανέωση είναι δυνατόν να γίνεται με φυσικό τρόπο (μέσω των ανοιγμάτων που διαθέτει το κτήριο – κουφώματα, ανοίγματα) και με εξαναγκασμένο-μηχανικό.

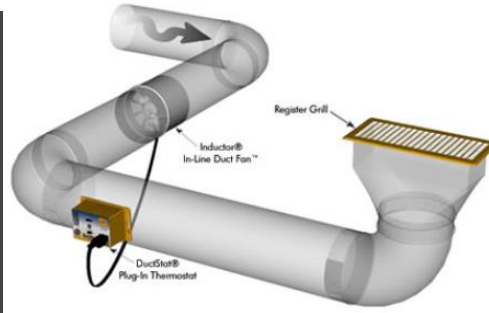
Ο φυσικός αερισμός αφορά κυρίως στα κτήρια κατοικιών, όπου δεν δαπανάται ενέργεια για την προσαγωγή και απαγωγή του απαιτούμενου αέρα. Στην περίπτωση αυτή δεν συμπεριλαμβάνονται ο μη ελεγχόμενος αερισμός λόγω αεροστεγανότητας του κτηρίου (διείσδυση αέρα από χαραμάδες και κουφώματα). Στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης, ο φυσικός αερισμός απασχολεί τον μηχανικό μόνο σε ό,τι αφορά την συνεισφορά του νωπού αέρα στην διαμόρφωση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων.

Ο μηχανικός αερισμός αφορά κυρίως τον τριτογενή τομέα, όπου και είναι υποχρεωτικός. Απαιτείται η εγκατάσταση και χρήση ειδικευμένων μονάδων για την ελεγχόμενη προσαγωγή νωπού και απόρριψη εσωτερικού αέρα. Ο μηχανικός αερισμός μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους, όπως προτείνονται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε:

- Μηχανικό Αερισμό, ένα σύνολο ανεξάρτητων ανεμιστήρων απαγωγής και προσαγωγής αέρα
- Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα (Κ.Κ.Μ), κεντρική μονάδα από την οποία διέρχεται και κυκλοφορείται ο αέρας με δυνατότητα ψύξης και θέρμανσης του. Ενδεχομένως καλύπτουν εξολοκλήρου τις ανάγκες κλιματισμού του κτηρίου.

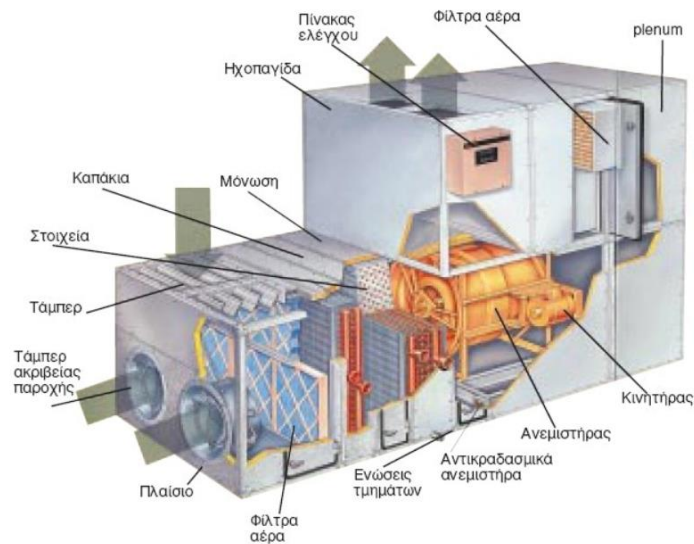
- **Μηχανικός Αερισμός**

Τα συστήματα Μηχανικού Αερισμού, περιλαμβάνουν τους ανεμιστήρες προσαγωγής και απαγωγής και σπανίως εναλλάκτες μεταξύ του ρεύματος προσαγωγής και απαγωγής.



- **Κ.Κ.Μ**

Οι κεντρικές κλιματιστικές μονάδες αποτελούνται από ένα σύνολο επιμέρους τμημάτων, διαφορετικών λειτουργιών για την πλήρη επεξεργασία και κυκλοφορία του αέρα και την κάλυψη φορτίων. Βασικότερα τμήματα μίας Κ.Κ.Μ μπορούν να είναι κιβώτια ανάμιξης, στοιχεία θέρμανσης/ψύξης, φίλτρα, μονάδες ύγρανσης, ηχοπαγίδες, ανεμιστήρες, κεντρικοί κινητήρες κ.α. Με το σύνολο των υποσυστημάτων μία Κ.Κ.Μ αναλαμβάνει τον πλήρη κλιματισμό ενός χώρου/κτηρίου, την κάλυψη δηλαδή των φορτίων θέρμανσης/ψύξης και την επεξεργασία του αέρα για επίτευξη ιδανικών εσωτερικών συνθηκών.



Μεσαίου μεγέθους Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα

3.2.2.5 Φωτισμός

Στα κτήρια του τριτογενή τομέα είναι υποχρεωτική η χρήση φωτισμού. Προβλέπεται από τις οδηγίες του Κ.Εν.Α.Κ η κατάλληλη στάθμη φωτισμού ανάλογα με το χρήση του κάθε χώρου και ανάλογα με αυτήν και τον τύπο λαμπτήρων υπολογίζεται η απαιτούμενη ισχύς φωτισμού. Επιπλέον, αν και εκτός της ενεργειακής μελέτης, υποχρεωτική είναι και η εγκατάσταση φωτισμού ασφαλείας και εφεδρείας ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου. Όσον αφορά στην ενεργειακή μελέτη, εξετάζεται η εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού για τον κάθε χώρο/θερμική ζώνη του κτηρίου, ο βαθμός απόδοσης των λαμπτήρων και οι αντίστοιχοι αυτοματισμοί έναυσης/σβέσης.

➤ Τύποι Λαμπτήρων

- *Λαμπήρες Πυράκτωσης*

Οι λαμπήρες πυράκτωσης είναι οι κλασσικοί λαμπήρες τύπου κώδωνα, με νήμα βολφραμίου, που πυρακτώνεται και αδρανές αέριο εντός προς αποφυγή οξειδωσης. Έχουν καταργηθεί, δεν παράγονται πλέον και σπάνια απαντώνται σε εγκαταστάσεις.

- *Λαμπήρες Αλογόνου*

Ανήκουν και αυτοί στην κατηγορία λαμπήρων πυράκτωσης, όμως εντός περιέχουν αέριο αλογόνο που αυξάνει την φωτεινή απόδοση του λαμπήρα.

- *Λαμπήρες Υδραργύρου*

Παράγουν την φωτεινή ισχύς τους μέσω μικρού σωλήνα, που περιέχει ατμούς υδραργύρου σε υψηλή πίεση και εν συνεχεία την δημιουργία τόξου μεταξύ δύο ηλεκτροδίων του. Παρουσιάζουν μεγαλύτερη απόδοση από τους λαμπήρες αλογόνου αλλά υστερούν στην ποιότητα φωτισμού (δεν έχουν καλή χρωματική απόδοση, λευκοκυανό χρώμα με πολλές ραβδώσεις στην περιοχή του υπεριώδους που στερείται φυσικότητας) και συνήθως εγκαθίστανται σε βιομηχανικούς χώρους.

- *Λαμπήρες Υψηλής Πίεσης Νατρίου*

Οι λαμπήρες υψηλής πίεσης νατρίου παρουσιάζουν ακόμα μεγαλύτερη απόδοση από αυτούς του υδραργύρου. Έχουν όμως κακή χρωματική απόδοση (το φάσμα τους βρίσκεται κυρίως στο κίτρινο). Λόγω της «κίτρινης» ακτινοβολίας τους που διαπερνά περιβάλλον αέρα με υγρασία (ομίχλη) χρησιμοποιούνται κυρίως σε οδοφωτισμό και φωτισμό σηράγγων.

- *Λαμπήρες Φθορισμού*

Οι λαμπήρες φθορισμού είναι λαμπήρες ατμών υδραργύρου πολύ χαμηλής πίεσης οι οποίοι φέρουν επικάλυψη με φώσφορο. Η εφαρμογή τάσης διεγείρει τον υδράργυρο ο οποίος με τη

σειρά του παράγει μία χαμηλού μήκους κύματος υπεριώδη ακτινοβολία, που προκαλεί τον φωσφορισμό της επίστρωσης φωσφόρου παράγοντας ορατό φως. Έχουν υψηλή χρωματική απόδοση και απόδοση ισχύος και χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλές εφαρμογές. Υπάρχουν διάφοροι τύποι λαμπτήρων φθορισμού με πλέον διαδεδομένους τους λαμπτήρες τους λαμπτήρες γραμμικού φθορισμού και τους λαμπτήρες συμπαγούς φθορισμού.

- *Λαμπτήρες Αλογονιδίων μετάλλου*

Οι λαμπτήρες αλογονιδίων μετάλλου είναι βελτιωμένη μορφή των λαμπτήρων υδραργύρου. Περιέχουν εντός του κώδωνα αέρα αλογονιδίων μετάλλου (ενώσεις μετάλλου με βρώμιο ή ιώδιο) με σκοπό την αύξηση της απόδοσης ισχύος και της χρωματικής απόδοσης. Παρά την πολύ υψηλή τους απόδοση έχουν σημαντικά αυξημένο χρόνο έναυσης (5 λεπτών) και επανέναυσης (10 λεπτών).

- *Φωτοдиодοι (LED)*

Οι φωτοдиодοι LED είναι διόδοι (ηλεκτρονικά τρανζίστορ που επιτρέπουν τη φορά ρεύματος μόνο προς τη μία κατεύθυνση) που όταν διαρρέονται από ρεύμα εκπέμπουν φως σε συγκεκριμένο μήκος κύματος. Παρουσιάζουν αυξημένες αποδόσεις, ισχύος και χρωματικές, σε σχέση με τις προηγούμενες κατηγορίες λαμπτήρων και αυξημένο χρόνο ζωής. Με την επένδυση στην ανάπτυξη της τεχνολογίας τους τα τελευταία χρόνια, έχει μειωθεί σημαντικά το κόστος παραγωγής τους και αντικαθιστούν τις προηγούμενες κατηγορίες λαμπτήρων σε πολλές εφαρμογές. Για τη λειτουργία τους απαιτούν συνεχές ρεύμα και διάταξη drive που είναι συνήθως ενσωματωμένη στη συσκευή.

- **Αυτοματισμοί Ελέγχου Φωτισμού**

Για την καλύτερη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας για τεχνητό φωτισμό, σε εγκαταστάσεις του τριτογενή τομέα συχνά εγκαθίστανται συστήματα για την αυτόματη έναυση και σβέση των λαμπτήρων. Οι αυτοματισμοί αυτοί είναι διαφόρων τύπων, όπως χρονοδιακόπτες, ανιχνευτές κίνησης και φωτεινότητας, χαμηλού κόστους που χρησιμοποιούνται ευρέως σε διάφορες χρήσεις κτηρίων

- **Φυσικός Φωτισμός**

Κατά την μελέτη φωτισμού σε κτήρια, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας για τεχνητό φωτισμό, εξετάζεται η δυνατότητα φυσικού φωτισμού χώρων τις πρωινές ώρες. Το κτήριο χωρίζεται σε χώρους φυσικού και τεχνητού φωτισμού, εγκαθιστώντας όμως προληπτικά λαμπτήρες.

- **Φωτισμός Ασφαλείας**

Σε κάθε χρήση κτηρίου στην ενεργειακή μελέτη λαμβάνονται υπόψιν τα συστήματα φωτισμού ασφαλείας, που λειτουργούν σε περίπτωση διακοπής ρεύματος. Στα κτήρια του τριτογενή τομέα η εγκατάσταση του φωτισμού ασφαλείας είναι υποχρεωτική.

3.2.2.6 Διατάξεις Ελέγχου και Αυτοματισμοί

Οι διατάξεις ελέγχου σε ενός κτηρίου αποτελούν μονάδες αυτοματισμών με σκοπό τον κατάλληλο έλεγχο των Η/Μ μονάδων ενός κτηρίου για την εξοικονόμηση ενέργειας. Διατάξεις ελέγχου μπορούν να εγκαθίστανται μεταξύ στο σύστημα θέρμανσης & ψύξης (αντιστάθμιση, θερμοστάτες κ.λ.π) τεχνητό φωτισμό (ανιχνευτές παρουσίας για έναυση/σβέση) και τον μηχανικό αερισμό στον τριτογενή τομέα. Ελέγχοντας την έναρξη και παύση λειτουργίας ενός ή προσαρμόζοντας την αποδιδόμενη ισχύ του επακριβώς στο φορτίο ελαχιστοποιούνται οι περιττές καταναλώσεις ενέργειας.

- **Κατηγορία Διατάξεων Ελέγχου και αυτοματισμού**

Σύμφωνα με την *T.O.T.E.E 20701-1/2017* οι κατηγορίες των διατάξεων ελέγχου διακρίνονται ανάλογα με την εξοικονόμηση που προσφέρουν, από Κατηγορίας Α (μεγαλύτερη εξοικονόμηση) σε Κατηγορία Δ (ελάχιστη εξοικονόμηση).

Οι διατάξεις ελέγχου εγκαθίστανται σε διάφορα συστήματα της κτηριακής εγκατάστασης για έλεγχο της

- μονάδας παραγωγής,
- δικτύου διανομής
- αντλιών διανομής
- αλληλουχίας των μονάδων παραγωγής
- συστήματος αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα.

Καθένα των παραπάνω συστημάτων ελέγχου χαρακτηρίζεται από την δική του κατηγορία (Α Έως Δ). Ως παράδειγμα, προκειμένου η κατηγορία του συνόλου της διάταξης να χαρακτηριστεί κατηγορίας Γ προαπαιτεί όλες οι επιμέρους διατάξεις να είναι τουλάχιστον κατηγορία Γ και άνω.

Για κάθε επιμέρους τμήμα της εγκατάστασης οι έλεγχοι είναι :

- Επίπεδο Ελέγχου ως προς την λειτουργία της μονάδας παραγωγής
- Ελέγχου σε επίπεδο λειτουργικού χώρου
- Επίπεδο ελέγχου προσαρμογής σε θερμικά/ψυκτικά φορτία
- Αλληλουχία μονάδων παραγωγής θέρμανσης/ψύξης
- Επίπεδο Ελέγχου αερισμού

Τα κριτήρια χαρακτηρισμού των διατάξεων ελέγχου, για κάθε περίπτωση εγκαταστάσεων και χρήση κτηρίου, αναγράφονται στον πίνακα 5.5 της *T.O.T.E.E 20701-1/2017*.

3.3 Λειτουργία & Μοντελοποίηση Κτηριακής Εγκατάστασης

Η κτηριακή εγκατάσταση στα πλαίσια της ενεργειακής μελέτης αποτελεί ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας. Ως τέτοιο μοντελοποιείται σε κάθε ενεργειακή μελέτη και στην παρούσα διπλωματική εργασία. Σε ένα εισαγωγικό επίπεδο, θα παρουσιασθούν συνοπτικά, οι αρχές της μοντελοποίησης και οι απλοποιητικές παραδοχές που γίνονται για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου και συστημάτων.

3.3.1 Μοντελοποίηση Κτηριακής Εγκατάστασης

Για τους σκοπούς μίας ενεργειακής μελέτης, που συνοψίζονται στην μελέτη ροών ενέργειας ενός κτηρίου, η κτηριακή εγκατάσταση απλοποιείται και ανάγεται στα βασικά της δύο στοιχεία: *Κτηριακό Κέλυφος* και *Η/Μ Συστήματα*. Η ανάλυση που ακολουθεί εστιάζει στην λειτουργία της εγκατάστασης, ως σύστημα ροής θερμότητας, με σκοπό την διαμόρφωση επιθυμητών συνθηκών εσωτερικού χώρου.

- **Κτηριακό Κέλυφος** ανάγεται σε κλειστό όγκο αέρος, σύμφωνα με τα σχέδια του κτηρίου. Εξωτερικά όρια του όγκου αποτελούν οι επιφάνειες του Κτηριακού Κελύφους (εξωτερικές διαστάσεις) , όπου διαχωρίζουν εσωτερικό χώρο από τον εξωτερικό αέρα.
Θερμοφυσικών χαρακτηριστικών, όπως περιεγράφηκαν **3.2.1 Κτηριακό Κέλυφος**
 - Προσανατολισμού (deg)
 - Κλίσης β (deg)
 - Θεμοπερατότητας U (W/m^2K)
 - Θεμοχωρητικότητα (Kj/K)
 - Απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας (*αδιάστατο*)
 - Εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (*αδιάστατο*)
- **Η/Μ Συστήματα & Εγκαταστάσεις**: Θεωρούνται τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, ΖΝΧ, μηχανικού αερισμού και τεχνητού φωτισμού. Όσον αφορά όμως την διαμόρφωση των κατάλληλων συνθηκών εσωτερικού χώρου μας απασχολούν τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, που καλύπτουν τα απαραίτητα φορτία. Βασικά χαρακτηριστικά των οποίων δόθηκαν στην παράγραφο **3.2.2 Η/Μ Συστήματα & Εγκαταστάσεις**
 - Πηγή ενέργειας
 - Ονομαστική Ισχύς (kW)
 - Βαθμός Απόδοσης (ή συντελεστές συμπεριφοράς για αντλίες θερμότητας) μονάδων παραγωγής
 - Βαθμός Απόδοσης δικτύων διανομής
 - Βαθμός Απόδοσης τερματικών μονάδων
 - Βαθμός Απόδοσης βοηθητικών μονάδων

Λειτουργία Συστήματος

- **Σταθερές Εσωτερικές Συνθήκες:** Βασικός σκοπός της εγκατάστασης, είναι η διαμόρφωση επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών, που χαρακτηρίζονται από τις τιμές:
 - θερμοκρασίας ξηρού θερμομέτρου (°C)
 - σχετικής υγρασίας
 - στάθμης φωτισμού
 - απαιτούμενου νωπού αέρα

κατά τη διάρκεια λειτουργίας του κτηρίου, τυποποιημένες ανάλογα με την εποχή και την χρήση του κτηρίου Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017, παράγραφος 3.4)

Φορτία Θέρμανσης & Ψύξης: Στον όγκο του κτηρίου λαμβάνουν χώρα φαινόμενα μετάδοσης θερμότητας, που επηρεάζουν τις τιμές των εσωτερικών συνθηκών, όπως:

- Ροή θερμότητας μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού αέρα, διαμέσω του κτηριακού κελύφους, προς αμφότερες κατευθύνσεις.
- Ροή θερμότητας μεταξύ εσωτερικού χώρου και εδάφους διαμέσω του κτηριακού κελύφους προς αμφότερες κατευθύνσεις
- Θερμικά φορτία αερισμού
- Θερμικά κέρδη/φορτία από απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας
- Θερμικά κέρδη/φορτία από χρήστες και εξοπλισμό.

Τα παραπάνω διαμορφώνουν τα συνολικά θερμικά και ψυκτικά φορτία του κτηρίου, τα οποία διαταράσσουν τις τιμές των επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών.

- **Φορτία Ζεστού Νερού Χρήσης:** Στην χρήση του κτηρίου αντιστοιχούν απαιτήσεις σε ΖΝΧ, θέρμανση ποσότητας νερού (δικτύου) σε θερμοκρασία χρήσης (45°C).
- **Κάλυψη φορτίων:** Τα θερμικά και ψυκτικά φορτία του χώρου απαιτείται να καλύπτονται από τα Η/Μ συστήματα του κτηρίου, προκειμένου να διατηρούνται οι εσωτερικές συνθήκες σε σταθερές τιμές. Ως αποτέλεσμα διαμορφώνονται οι καταναλώσεις σε ενέργεια του κτηρίου.
Η κάλυψη των φορτίων ζεστού νερού αφορά την παροχή του ζητούμενου νερού χρήσης ανά δεδομένη στιγμή.

Ως αποτέλεσμα της μοντελοποίησης μπορούν να μελετηθούν ξεχωριστά:

- *Ενεργειακές Απαιτήσεις* του κτηρίου (φορτία προς κάλυψη), για την διαμόρφωση των εσωτερικών συνθηκών
- *Ενεργειακές Καταναλώσεις* των Η/Μ συστημάτων και εγκαταστάσεων προς κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων

- Αξιολόγηση Ενεργειακής Απόδοσης του κτηρίου ως πηλίκο των ενεργειακών απαιτήσεων προς τις αντίστοιχες ενεργειακές καταναλώσεις



ΕΙΚΟΝΑ 16 - ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΡΟΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΚΤΗΡΙΑΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

3.3.2 Μεθοδολογία Υπολογισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίου (Κ.Εν.Α.Κ)

Βάση της παραπάνω μοντελοποίησης μπορεί να υπολογισθεί η ενεργειακή απόδοση της κτηριακής εγκατάστασης, με μέθοδο η οποία τυποποιείται στον Κ.Εν.Α.Κ, με τα εξής βήματα:

Βήμα 1^ο Υπολογισμός ενεργειακών απαιτήσεων ανά τελική χρήση

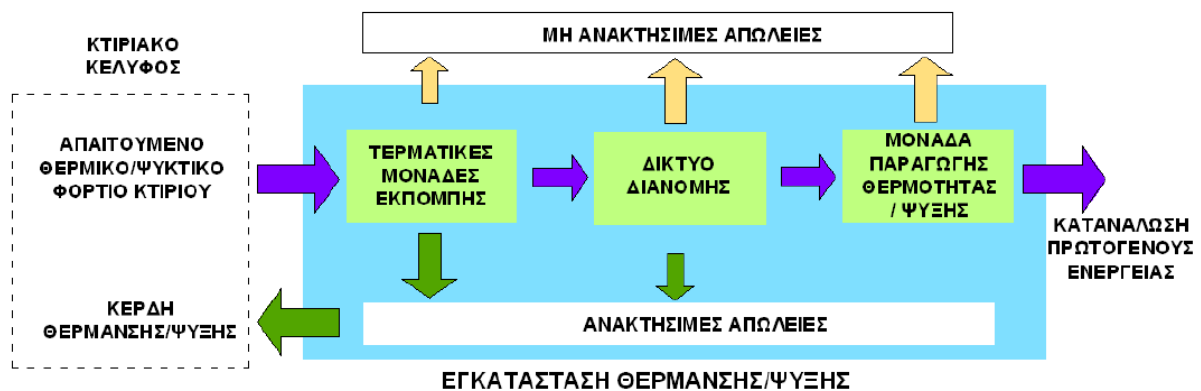
Αφού καθορισθούν οι τιμές των επιθυμητών εσωτερικών συνθηκών του κτηρίου, μπορούν να υπολογισθούν οι αντίστοιχες ενεργειακές απαιτήσεις ανά τελική χρήση (θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης και μηχανικού αερισμού)

Βήμα 2^ο Υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης ανά τελική χρήση

Με δεδομένη την ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση, υπολογίζεται αντίστροφα η απαιτούμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας από τα Η/Μ συστήματα του κτηρίου.

Βήμα 3^ο Εξαγωγή ενεργειακής απόδοσης

Αφού υπολογισθούν οι απαιτήσεις και οι καταναλώσεις του κτηρίου, αξιολογείται η ενεργειακή απόδοση του, και ακολουθεί η κατάταξη στην κλίμακα ενεργειακών κατηγοριών, του Κ.Εν.Α.Κ.



ΕΙΚΟΝΑ 17 - ΡΟΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ & ΨΥΞΗΣ

3.2 Υπολογισμός Ενεργειακών Απαιτήσεων Ανά Τελική Χρήση

Οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου, για διευκόλυνση υπολογισμών, διαχωρίζονται σε τέσσερις (4) κατηγορίες τελικών χρήσεων, που αντιστοιχούν στις διαφορετικές ανάγκες του κτηρίου:



ΣΧΗΜΑ 4 - ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Για τον υπολογισμό ενεργειακών απαιτήσεων σε πρώτο επίπεδο ορίζονται οι ζητούμενες εσωτερικές συνθήκες, ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση του κτηρίου (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017, παράγραφος 3.4).

Έπειτα ακολουθεί ο υπολογισμός των ενεργειακών απαιτήσεων για κάθε τελική χρήση, που ακολουθεί την τυποποιημένη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος, (ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ – ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΔΚ1, παράγραφος 2.5, Πιν. 2.5.1α, β, και γ)

Ενεργειακές Απαιτήσεις Θέρμανσης & Ψύξης

Οι βασικές σχέσεις που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των ενεργειακών αναγκών, παρουσιάζονται (συνοπτικά παράγραφος 2.5, της θεματικής ενότητας ΔΚ1, Θεσμικό Πλαίσιο – Μεθοδολογία Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) όπως αυτές ορίζονται στα σχετικά ευρωπαϊκά πρότυπα .ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009), μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος.

****Υπενθυμίζουμε πως πρόκειται για ενδεικτική περιγραφή, καθώς οι υπολογισμοί για την έρευνα της εργασίας εκτελούνται εσωτερικά του λογισμικού ΤΕΕ-KENAK και δεν είναι στη διάθεση της εργασίας. Ωστόσο οι μεθοδολογίες που ακολουθούνται από το λογισμικό βασίζονται εξ' ολοκλήρου στην μέθοδο που περιγράφεται.*

Συνθήκες Συνεχούς Λειτουργίας

Η μηνιαία ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση χώρου $Q_{H,i}$, προκύπτει από το ισοζύγιο κερδών απωλειών για συνθήκες συνεχούς λειτουργίας:

$$Q_{H,i} = Q_{H,ht} - n_H \cdot Q_{H,gn}$$

Όπου : $Q_{H,ht}$ οι ολικές θερμικές απώλειες (kWh)

$Q_{H,gn}$ τα ολικά θερμικά κέρδη (kWh)

n_H συντελεστής χρήσης για θέρμανση

Αντίστοιχα η μηνιαία ενεργειακή ζήτηση για ψύξη χώρου $Q_{C,i}$, δίνεται από τη σχέση

$$Q_{C,i} = Q_{C,ht} - n_C \cdot Q_{C,gn}$$

Όπου : $Q_{C,ht}$ οι ολικές θερμικές απώλειες (kWh)

$Q_{C,gn}$ τα ολικά θερμικά κέρδη (kWh)

n_C n_H συντελεστής χρήσης για ψύξη

Οι συντελεστές χρήσης θέρμανσης, ψύξης (n_H, n_C) είναι συνάρτηση της αναλογίας κερδών απωλειών (γ_H, γ_C) και της θερμικής αδράνειας του κτιρίου :

$$\begin{aligned} \eta_H &= \frac{1-\gamma_H^{\alpha_H}}{1-\gamma_H^{\alpha_H+1}} & \text{και} & & \eta_C &= \frac{1-\gamma_C^{-\alpha_C}}{1-\gamma_C^{-(\alpha_C+1)}} & \text{για } \gamma_H, \gamma_C > 0 \\ \eta_H &= \frac{\alpha_H}{\alpha_H+1} & \text{και} & & \eta_C &= \frac{\alpha_C}{\alpha_C+1} & \text{για } \gamma_H, \gamma_C = 1 \\ \eta_H &= \frac{1}{\gamma_H} & \text{και} & & \eta_C &= 1 & \text{για } \gamma_H, \gamma_C < 0 \end{aligned}$$

Όπου (γ_H, γ_C) η αναλογία κερδών - απωλειών για την περίοδο θέρμανσης ψύξης που δίνονται από τη σχέση:

$$\gamma_H = \frac{Q_{H,gn}}{Q_{H,ht}} \quad \gamma_C = \frac{Q_{C,gn}}{Q_{C,ht}}$$

Όπου α_H, α_C αδιάστατη παράμετρος για θέρμανση, ψύξη η οποία εξαρτάται από τη σταθερά χρόνου του κτηρίου:

$$\alpha_H = \alpha_{H,0} + \frac{\tau}{\tau_{H,0}} \quad \text{και} \quad \alpha_C = \alpha_{C,0} + \frac{\tau}{\tau_{C,0}}$$

($\alpha_{H,0}, \alpha_{C,0}$) αδιάστατη παράμετρος αναφοράς, για την περίοδο θέρμανσης ψύξης η οποία ισούται με τη μονάδα.

τ η σταθερά χρόνου του κτιρίου

τ_0 η σταθερά χρόνου αναφοράς για την περίοδο θέρμανσης

Η σταθερά χρόνου του κτιρίου χαρακτηρίζει τη θερμική του αδράνεια και δίνεται από τη σχέση:

$$\tau = \frac{C_m}{H_{tr} + H_{ve}}$$

Όπου C_m η συνολική θερμοχωρητικότητα του κτιρίου
 H_{tr} ο συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από μετάδοση
 H_{ve} ο συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από αερισμό

Συνθήκες ημι-συνεχούς λειτουργίας

Η διακοπτόμενη λειτουργία μπορεί να θεωρηθεί ως συνεχής λειτουργία με τροποποιημένη εσωτερική θερμοκρασία στις ακόλουθες περιπτώσεις

Περίπτωση 1.

- Η διαφορά της εσωτερικής θερμοκρασίας μεταξύ περιόδου με κανονική θέρμανση/ψύξη και περιόδου μειωμένης θέρμανσης/ψύξης να είναι μικρότερη από 3°C.
- Η σταθερά χρόνου του κτιρίου να μικρότερη από το 20% της μικρότερης διακοπτόμενης περιόδου.

Περίπτωση 2.

- Η σταθερά χρόνου του κτιρίου να είναι μεγαλύτερη από το τριπλάσιο της μεγαλύτερης διακοπτόμενης περιόδου. Σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιείται η θερμοκρασία της κανονικής περιόδου.

Συνθήκες Διακοπτόμενης Λειτουργίας

Στην περίπτωση της διακοπτόμενης λειτουργίας όπου δεν ικανοποιούνται οι συνθήκες 1 και 2 της ημι-συνεχούς λειτουργίας, χρησιμοποιείται η εσωτερική θερμοκρασία της κανονικής περιόδου και διορθωτικός συντελεστής, ο οποίος εξαρτάται από τη σταθερά χρόνου του κτιρίου και την περίοδο κανονικής λειτουργίας και τροποποιεί την μηνιαία ενεργειακή ζήτηση συνεχούς λειτουργίας.

Η μηνιαία ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση χώρου, $Q_{H,inter,i}$, για συνθήκες διακοπτόμενης λειτουργίας δίνεται από τη σχέση

$$Q_{H,inter,i} = \alpha_{H,red} \cdot Q_{H,i}$$

Όπου

$Q_{H,i}$ η μηνιαία ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση χώρου
 $\alpha_{H,red}$ αδιάστατος συντελεστής μείωσης για διακοπτόμενη λειτουργία

$$\alpha_{H,red} = 1 - b_{H,red} \cdot \left(\frac{\tau_{H,0}}{\tau}\right) \gamma_H \cdot (1 - f_{H,r}) \quad , \quad f_{H,r} < \alpha_{H,red} < 1$$

Όπου

$b_{H,red} = 3$ Διορθωτικός εμπειρικός συντελεστής
 $\tau_{H,0}$ η σταθερά χρόνου αναφοράς για περίοδο θέρμανσης

γ_H η αναλογία κερδών απωλειών

$f_{H,r}$ ο λόγος των ωρών/εβδομάδα με κανονική θέρμανση προς τις συνολικές ώρες/εβδομάδα

Αντίστοιχα, η μηνιαία ενεργειακή ζήτηση για ψύξη χώρου για συνθήκες διακοπτόμενης λειτουργίας δίνεται από τη σχέση

$$\alpha_{C,red} = 1 - b_{C,red} \cdot \left(\frac{\tau_{C,0}}{\tau}\right) \gamma_C \cdot (1 - f_{C,day}) \quad , \quad f_{H,r} < \alpha_{H,red} < 1$$

Όπου

$b_{H,red} = 3$ Διορθωτικός εμπειρικός συντελεστής

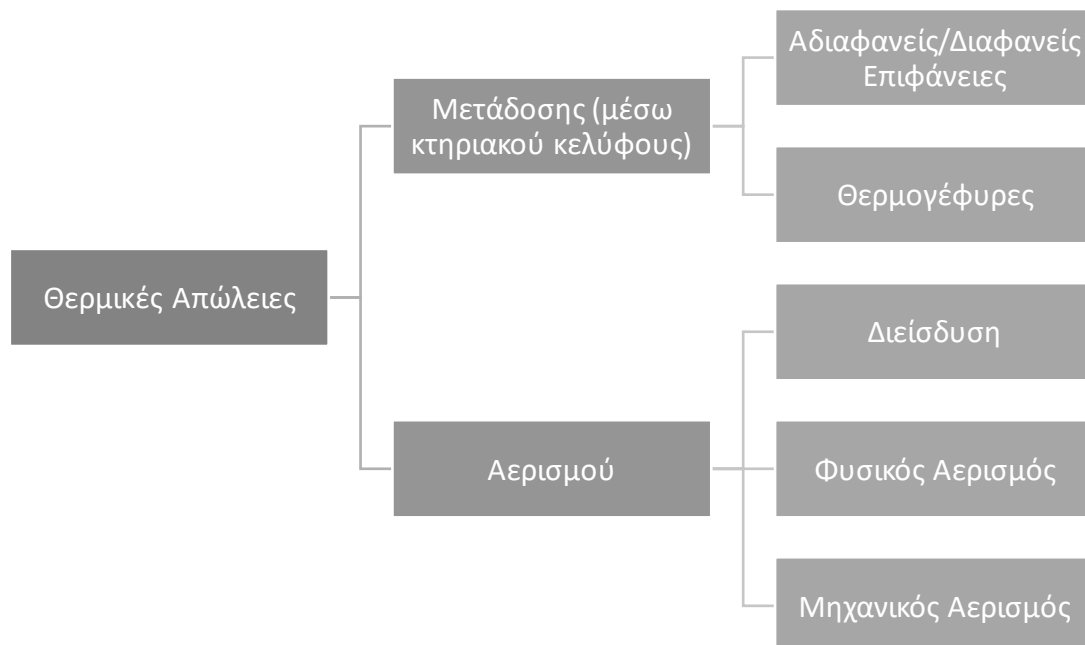
$\tau_{H,0}$ η σταθερά χρόνου αναφοράς για περίοδο θέρμανσης

γ_H η αναλογία κερδών απωλειών

$f_{H,r}$ ο λόγος των ημερών/εβδομάδα με κανονική ψύξη προς τις συνολικές ημέρες/εβδομάδα

Θερμικές Απώλειες Κτηρίου $Q_{H,ht}$

Οι θερμικές απώλειες του κτηρίου περιλαμβάνουν τις απώλειες μετάδοσης μέσω των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους και τις απώλειες αερισμού μέσω χαραμιάδων, ανοιγμάτων και του μηχανικού αερισμού.



ΣΧΗΜΑ 5 - ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Οι συνολικές απώλειες θερμότητας του κτηρίου, $Q_{h,t}$, για κάθε μήνα της περιόδου θέρμανσης ψύξης, υπολογίζονται από τη σχέση

$$Q_{h,t} = Q_{t,r} + Q_{v,e}$$

Όπου

$Q_{t,r}$ οι απώλειες λόγω μεταφοράς θερμότητας μέσω του κτηριακού κελύφους (kWh/μήνα)

$Q_{v,e}$ οι απώλειες αερισμού (απώλειες από χαραμάδες, φυσικός και μηχανικός αερισμός) (kWh/μήνα)

➤ Θερμικές Απώλειες Κτηριακού Κελύφους

Η ολική μεταφορά θερμότητας μετάδοσης μέσω του κτηριακού κελύφους $Q_{t,r}$ δίνεται από τη σχέση

$$Q_{t,r} = H_{t,r}(\theta_{int,set} - \theta_e) \cdot t$$

Όπου

$H_{t,r}$ ο συνολικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας για περίοδο θέρμανσης/ψύξης

$\theta_{int,set}$ η επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία

θ_e η μέση μηνιαία θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος

t η συνολική χρονική διάρκεια

Ο ολικός συντελεστής μετάδοσης θερμότητας δίνεται από τη σχέση

$$H_{t,r} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

H_D ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον (W/K)

H_g ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας προς το έδαφος (W/K)

H_U ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας προς μη θερμαινόμενους χώρους (W/K)

H_A ο συντελεστής μεταφοράς θερμότητας προς όμορα κτήρια (W/K)

Όλοι οι συντελεστές μεταφοράς θερμότητας αποτελούνται από τρεις όρους

- Μεταφορά από κτηριακό κέλυφος
- Γραμμικές θερμογέφυρες
- Σημειακές θερμογέφυρες

Οι σημειακές θερμογέφυρες θεωρείται πως έχουν αμελητέα επίδραση στις θερμικές ανταλλαγές καθώς δεν έχουν κάποια διάσταση και δεν λαμβάνονται υπόψιν στους υπολογισμούς. Οπότε οι συντελεστές μεταφοράς θερμότητας δίνονται από τη σχέση:

$$H_x = b_{tr,x} \cdot \left[\sum A_i U_i + \sum_k I_k \Psi_k \right]$$

Όπου

A_i το εμβαδόν του στοιχείου i του κτηριακού κελύφους (m^2)

U_i ο ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του στοιχείου i του κτηριακού κελύφους (W/m^2K)

I_k το συνολικό μήκος της γραμμικής θερμογέφυρας (εάν αυτή υφίσταται)

Ψ_k ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας θερμογέφυρας (W/mK)

$b_{tr,x}$ διορθωτικός συντελεστής αν η θερμοκρασία στην άλλη (την αντίθετη από αυτή του εσωτερικού χώρου) πλευρά του δομικού στοιχείου δεν είναι ίση με αυτή στην πλευρά του εξωτερικού περιβάλλοντος, όπως για δομικά στοιχεία σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους και για στοιχεία σε επαφή με το έδαφος. Δίνεται από τη σχέση :

$$b_{tr,x} = \frac{H_{H,ue}}{H_{H,iu} + H_{H,ue}}$$

$H_{H,iu}$ ο άμεσος συντελεστής μεταφοράς θερμότητας μεταξύ θερμαινόμενου και μη θερμαινόμενου χώρου

$H_{H,ue}$ ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από μετάδοση και αερισμό μεταξύ του μη θερμαινόμενου χώρου και του εξωτερικού περιβάλλοντος

➤ Θερμικές Απώλειες Από Αερισμό

Οι ολικές απώλειες θερμότητας από αερισμό $Q_{v,e}$ δίνονται από τη σχέση:

$$Q_{v,e} = H_{v,e}(\theta_{int,set} - \theta_e) \cdot t$$

Όπου

$H_{v,e}$ ο συνολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από αερισμό για την περίοδο θέρμανσης/ψύξης (W/K)

$\theta_{int,set}$ η επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία

θ_e η μέση μηνιαία θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος

t η συνολική χρονική διάρκεια

Ο ολικός συντελεστής μεταφοράς θερμότητας από αερισμό δίνεται από τη σχέση

$$H_{v,e} = \rho_a c_a \cdot \left[\sum_k b_{ve,k} \cdot f_{ve,t,k} \cdot V_{ve,k} \right]$$

Όπου

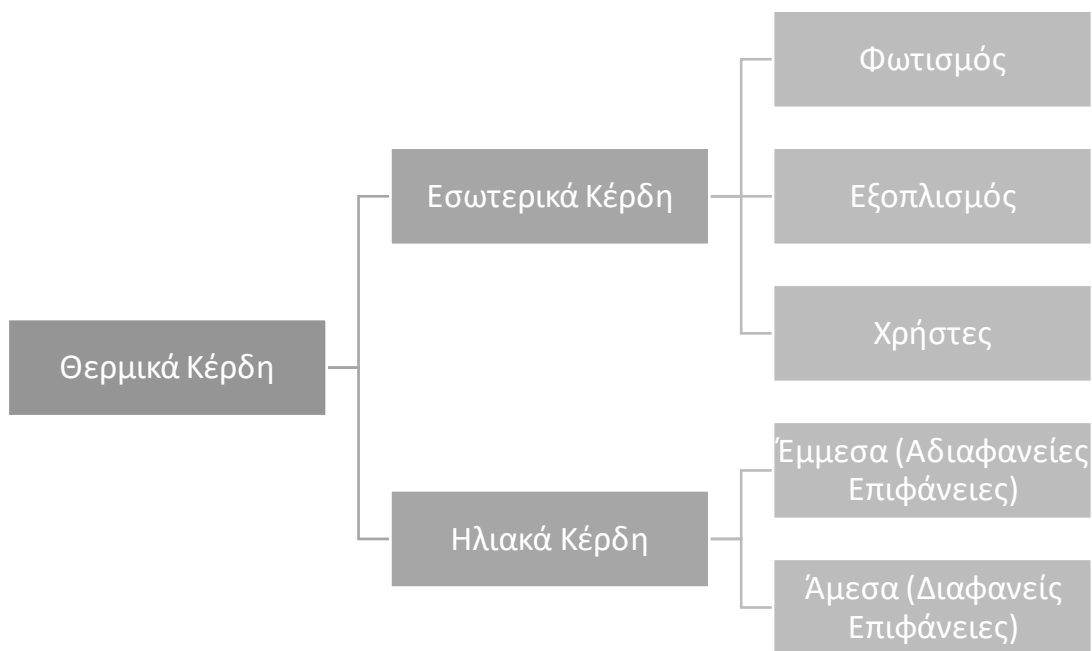
$\rho_a c_a$ η θερμοχωρητικότητα του αέρα

$b_{ve,k}$ ο συντελεστής διόρθωσης εάν η θερμοκρασία εισόδου δεν ισούται με τη θερμοκρασία εξωτερικού περιβάλλοντος

$f_{ve,t,k}$ συντελεστής διόρθωσης λόγω χρονικής διάρκειας κάθε τύπου αερισμού
 $V_{ve,k}$ η παροχή αέρα κατά την περίοδο θέρμανσης ψύξης

➤ Θερμικά Κέρδη Κτηρίου

Τα θερμικά κέρδη περιλαμβάνουν τα κέρδη από ηλιακή ακτινοβολία, (άμεσα) στις διαφανείς επιφάνειες, (έμμεσα) στις αδιαφανείς επιφάνειες και τα εσωτερικά κέρδη από χρήστες, εξοπλισμό, και τεχνητό φωτισμό.



ΣΧΗΜΑ 6 - ΕΠΙΜΕΡΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ

Τα συνολικά θερμικά κέρδη του κτηρίου υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_{gn} = Q_{sol} + Q_{int}$$

Όπου :

Q_{sol} τα συνολικά ηλιακά θερμικά κέρδη για την περίοδο θέρμανσης/ψύξης (kWh)

Q_{int} τα συνολικά εσωτερικά θερμικά κέρδη για την περίοδο θέρμανσης/ψύξης (kWh)

Ηλιακά Κέρδη

Τα ηλιακά κέρδη, μέσω ακτινοβολίας στο κτηριακό κέλυφος δίνονται από τη σχέση

$$Q_{sol} = \left[\sum_k \Phi_{sol,k} \right] t + \left[\sum_i (1 - b_{tr,i}) \Phi_{sol,u,i} \right] t$$

Όπου

- $\Phi_{sol,k}$ ο μέσος συντελεστής ροής θερμότητας
 $\Phi_{sol,u,i}$ ο μέσος συντελεστής ροής θερμότητας, στο διπλανό, μη θερμαινόμενο χώρο
 $b_{tr,i}$ ο συντελεστής μείωσης για το διπλανό μη θερμαινόμενο χώρο
 t η συνολική χρονική διάρκεια

Η μηνιαία ροή θερμότητας για κάθε στοιχείο k του κτηριακού κελύφους δίνεται από τη σχέση:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} - F_{r,k} \Phi_{r,k}$$

Όπου

- $F_{sh,ob,k}$ Ο συντελεστής μείωσης λόγω σκίασης από εξωτερικά εμπόδια, με τιμή 1 για καθόλου σκίαση και 0 για πλήρη σκίαση
 $A_{sol,k}$ η ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια του στοιχείου k , με συγκεκριμένο προσανατολισμό, και γωνία κλίσης
 $I_{sol,k}$ η μέση μηνιαία ένταση ηλιακής ακτινοβολίας στο στοιχείο k με συγκεκριμένο προσανατολισμό και γωνία κλίσης
 $F_{r,k}$ Ο συντελεστής θέασης μεταξύ του στοιχείου του κτιρίου και του ουρανού
 $\Phi_{r,k}$ η ροή θερμότητας λόγω την ακτινοβολίας (επανεκπομπής της αποθηκευμένης θερμότητας) του στοιχείου k προς τον ουρανό

Ο συντελεστής μείωσης της ηλιακής ακτινοβολίας λόγω σκίασης $F_{sh,ob,k}$ δίνεται από τη σχέση

$$F_{sh,ob,k} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin}$$

Όπου

- F_{hor} ο συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα
 F_{ov} ο συντελεστής σκίασης από οριζόντιες προεξοχές του κτηρίου
 F_{fin} ο συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές του κτηρίου

Οι επιμέρους συντελεστές για τον υπολογισμό του $F_{sh,ob,k}$ υπολογίζονται βάση μεθόδου και πινάκων που δίνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701 -1/2017, παράγραφος 4.3 συντελεστές σκίασης.

Η ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια ηλιακής ακτινοβολίας ενός διαφανούς επιφάνειας A_{sol} δίνεται από τη σχέση:

$$A_{sol} = F_{sh,gl} g_{gl} (1 - F_F) A_{wp}$$

Όπου

- $F_{sh,gl}$ ο συντελεστής σκίασης για κινητά σκίαστρα
 g_{gl} ο συντελεστής ηλιακής απορρόφησης του διαφανούς στοιχείου
 F_F ο λόγος της επιφάνειας της διαφανούς επιφάνειας προς τη συνολική επιφάνεια του ανοίγματος (πλαίσιο & υαλοπίνακας)
 A_{wp} το ολικό εμβαδό της επιφάνειας του ανοίγματος

Η ωφέλιμη συλλεκτική επιφάνεια ηλιακής ακτινοβολίας ενός αδιαφανούς επιφάνειας $A_{H,sol}$ δίνεται από τη σχέση:

$$A_{H,sol} = \alpha_{s,e} R_{s,e} U_{H,C} A_{H,C}$$

Όπου

$\alpha_{s,e}$ η απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας του αδιαφανούς στοιχείου

$R_{s,e}$ η εξωτερική επιφανειακή αντίσταση του διαφανούς στοιχείου $m^2 \cdot K/W$

$U_{H,C}$ ο ολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του αδιαφανούς στοιχείου (W/m^2K)

$A_{H,C}$ το εμβαδόν επιφάνειας του αδιαφανούς στοιχείου m^2

Εσωτερικά Θερμικά Κέρδη

Τα εσωτερικά θερμικά κέρδη Q_{int} , προέρχονται από τρεις διαφορετικές πηγές θερμότητας

- τεχνητό φωτισμό (Ηλεκτροφωτισμό) – αισθητά κέρδη
- έκκληση θερμότητας από χρήστες (αισθητά και λανθάνοντα κέρδη)
- εξοπλισμό (αισθητά κέρδη)

και δίνονται από τη σχέση

$$Q_{int} = \left[\sum_k \Phi_{int,k} \right] t + \left[\sum_i (1 - b_{tr,i}) \Phi_{int.u.i} \right] t$$

Όπου

$\Phi_{int,k}$ ο μέσος όρος ροής θερμότητας από την εσωτερική πηγή θερμότητας k
 $b_{tr,i}$ ο συντελεστής μείωσης για το διπλανό μη θερμαινόμενο χώρο
 $\Phi_{int.u.i}$ ο μέσος όρος ροής θερμότητας από την εσωτερική πηγή θερμότητας i στον διπλανό μη θερμαινόμενο χώρο kW
 t η συνολική χρονική διάρκεια, h

Για διευκόλυνση των υπολογισμών τα εσωτερικά θερμικά κέρδη λαμβάνονται από πίνακες για τις διάφορες χρήσεις των κτηρίων.

Ενεργειακές Απαιτήσεις Ζεστού Νερού Χρήσης (Z.N.X)

Η μηνιαία ενεργειακή ζήτηση για παραγωγή Z.N.X, Q_w δίνεται από τη σχέση:

$$Q_w = V_w \cdot N_{day,w} \frac{\rho c}{3600} (\theta_{w,t} - \theta_{w,i})$$

Όπου

V_w ημερήσιο φορτίο $l/ημέρα$

$N_{day,w}$ ο αριθμός ημερών του μήνα

ρ η πυκνότητα του νερού

c η ειδική θερμότητα του νερού $kJ/(kg \cdot K)$

$\theta_{w,t}$ η θερμοκρασία νερού του δικτύου περιοχής ($^{\circ}C$)

$\theta_{w,i}$ η απαιτούμενη θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης, $45 (^{\circ}C)$

Ενεργειακές Απαιτήσεις Φωτισμού

Οι ενεργειακές απαιτήσεις τεχνητού φωτισμού διαμορφώνονται ανάλογα με την απαίτηση στάθμης φωτισμού (I_x) ανά χώρο και χρήση του κτηρίου. Για την δεδομένη στάθμη επιλέγεται η απαιτούμενη ισχύς τεχνητού φωτισμού, ανάλογα με το είδος λαμπτήρων (W/I_x).

3.3.3 Υπολογισμός Ενεργειακής Κατανάλωσης Ανά Τελική Χρήση

Για γνωστές ενεργειακές απαιτήσεις, και χαρακτηριστικά των Η/Μ συστημάτων και εγκαταστάσεων, μπορούν να υπολογισθούν αντίστροφα οι αρχικές καταναλώσεις για την κάλυψη των αναγκών του κτηρίου.

Σε κάθε τελική χρήση η αρχική κατανάλωση των επιμέρους συστημάτων προκύπτει από την ενεργειακές απαιτήσεις και τον συνολικό βαθμό απόδοσης του συστήματος (μονάδες παραγωγής, δίκτυο, τερματικές μονάδες).

Ενεργειακή Κατανάλωση Συστήματος Θέρμανσης $E_{H,sys}$

$$E_{H,sys} = \frac{\frac{Q_H + E_{AHU}}{\eta_{em}} - E_{sc,dist,H}}{\eta_{dist}} \cdot \eta_{gen}$$

Ενεργειακή Κατανάλωση Συστήματος Ψύξης $E_{C,sys}$

$$E_{C,sys} = \frac{\frac{Q_C + E_{AHU}}{\eta_{em}} - E_{sc,dist,C}}{\eta_{dist}} \cdot \eta_{gen}$$

Όπου :

- Q_H, Q_C η ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση/ψύξη για συγκεκριμένο σύστημα
- E_{AHU} η καταναλισκόμενη ενέργεια από τις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες
- $E_{sc,dist,H}$ η συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών στην θέρμανση χώρου
- η_{gen} ο βαθμός απόδοσης ή συντελεστής συμπεριφοράς ή δείκτης αποδοτικότητας συστήματος παραγωγής θέρμανσης/ψύξης
- η_{dist} ο βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής θερμού/ψυχρού μέσου
- η_{em} ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων

Ενεργειακή Κατανάλωση για Παραγωγή Ζ.Ν.Χ $E_{Z.N.X,sys}$

$$E_{Z.N.X,sys} = \frac{\frac{Q_W}{\eta_{em}} - E_{sc,dist,Z.N.X}}{\eta_{dist}} \cdot \eta_{gen}$$

Ενεργειακή Κατανάλωση Εγκαταστάσεων Φωτισμού $E_{H,sys}$

Η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό εξαρτάται από τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ των φωτιστικών (kW), τις ώρες λειτουργίας και τις εγκατεστημένες διατάξεις αυτομάτου ελέγχου και δίνεται από τη σχέση:

$$W = W_L + W_p$$

Όπου

- W_L η ενέργεια που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών φωτισμού του κτηρίου και δίνεται από τη σχέση:

$$W_L = \frac{\sum_n \{ (P_n F_c) [(t_D F_O F_D) + t_N F_O] \}}{1000}$$

Όπου

P_n η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών σε μία ζώνη (kW)

F_c ο συντελεστής σταθερής φωτεινότητας ίσος με τη μονάδα (1)

t_D οι ώρες λειτουργίας εγκατάστασης φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας

F_O ο συντελεστής επίδρασης χρηστών, συσχετίζει την χρήση της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού με την παρουσία των χρηστών

F_D ο συντελεστής επίδρασης φυσικού φωτισμού, συσχετίζει την χρήση της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού, με την διαθεσιμότητα φυσικού φωτισμού

t_N οι ώρες λειτουργίας της εγκατάστασης φωτισμού κατά τη διάρκεια της νύχτας

- W_p η παρασιτική ενέργεια που καταναλώνεται για φόρτιση των φωτιστικών ασφαλείας και για κατανάλωση των μηχανισμών ελέγχου και δίνεται από τη σχέση

$$W_p = (P_{e,i} + P_{c,i})t$$

$P_{e,i}$ κατανάλωση για φόρτιση των φωτιστικών ασφαλείας

$P_{c,i}$ κατανάλωση των μηχανισμών ελέγχου

Κατανάλωση Πρωτογενούς Ενέργειας

Κάθε κτήριο, ανάλογα με τις εγκαταστάσεις του, μπορεί να τροφοδοτείται από διαφορετικές μορφές ενέργειας για την λειτουργία των συστημάτων του. Ενέργειες διαφορετικής μορφής δεν μπορούν να αθροισθούν, επομένως είναι αδύνατο να συγκρίνουμε δύο βαθμούς απόδοσης προερχόμενους από διαφορετική αρχική προσδιδόμενη ενέργεια. Στις ενεργειακές μελέτες επομένως, ανάγουμε τις διαφορετικές μορφές ενέργειας σε μία κοινή ισοδύναμη, που αποτυπώνει την ποιότητα κάθε μίας και επιτρέπει την σύγκρισή τους. Την ενέργεια αυτή ονομάζουμε πρωτογενή και προκύπτει πολλαπλασιάζοντας το αρχικό ποσό κάθε μορφής ενέργειας με έναν κατάλληλο συντελεστή. (πίνακας χ).

Πηγές Ενέργειας	Πρωτογενής Ενέργεια
Φυσικό Αέριο	1,05
Πετρέλαιο Θέρμανσης, Κίνησης	1,10
Ηλεκτρική Ενέργεια	2,90
Υγραέριο	1,05
Βιομάζα και τυποποιημένη βιομάζα	1,00
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η	0,70

ΠΙΝΑΚΑΣ 13 - ΤΙΜΕΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η διαφορετική βαρύτητα που δίνει ο κάθε συντελεστής οφείλεται στην «ποιότητα» κάθε μορφής ενέργειας. Μορφές που βρίσκονται προσχηματισμένες στο περιβάλλον (πρωτογενείς από τη φύση τους, όπως ηλιακή ακτινοβολία, ορυκτά καύσιμα, φυσικό αέριο) έχουν χαμηλό συντελεστή μετατροπής σχεδόν ισοδύναμο της μονάδας. Μικρές διαφορές μεταξύ τους οφείλονται στη διαθεσιμότητα και στην άνεση εκμετάλλευσής τους. Ωστόσο δευτερογενείς μορφές παρουσιάζουν μεγαλύτερο συντελεστή, που οφείλεται στο μεγαλύτερο αρχικό κόστος ενέργειας για τον σχηματισμό τους. Ως παράδειγμα, 1 (Kj) ηλεκτρικής ενέργειας αντιστοιχεί σε >1 (Kj) πρωτογενούς για τον σχηματισμό της, εξού και ο συντελεστής 2,90.

4

Περιγραφή Λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μία παρουσίαση του λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ που χρησιμοποιήθηκε στην διπλωματική εργασία. Διατίθεται από το Τ.Ε.Ε και είναι ενδεδειγμένο πρόγραμμα ενεργειακών μελετών και έκδοσης του Π.Ε.Α. Οι αλγόριθμοι του προγράμματος έχουν αναπτυχθεί βάση των προτύπων *ΕΛΟΤ ΕΝ ΙΣΟ 13790 (Ενεργειακή Επίδοση Κτηρίων – Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για την θέρμανση και την ψύξη χώρων)* και των σχετικών Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα, καταχωρώντας τα χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων του κτηρίου (*Κτηριακού Κελύφους και Η/Μ Εγκαταστάσεων*) να εξάγει αποτελέσματα για τις καταναλώσεις ενέργειας του κτηρίου, προσομοιώνοντας την λειτουργία του.

Στο πρώτο μέρος εξετάζεται το περιβάλλον και η λειτουργία κάθε τμήματος του λογισμικού. Σε δεύτερη φάση περιγράφεται η υπολογιστική πορεία που ακολουθεί ο χρήστης προκειμένου να εξάγει τα πρώτα αποτελέσματα και να προχωρήσει στις κατάλληλες αναθεωρήσεις.

4.1 Περιβάλλον Λογισμικού

Στη στοιχειώδη δομή του το λογισμικό αποτελείται από τα εξής τμήματα, την

1. Εισαγωγική καρτέλα με τα βασικά στοιχεία στοιχεία και χαρακτηριστικά του κτηρίου,
2. Λίστα των διαφόρων θερμικών ζωνών του κτηρίου (με τις αντίστοιχες Επιφάνειες, Η/Μ Συστήματα και Μη Θερμαινόμενους Χώρους
3. Καρτέλα αποτελεσμάτων, όπου τυπώνεται η ενεργειακή κατηγορία και οι καταναλώσεις του κτηρίου, κατόπιν εκτέλεσης του αλγορίθμου.

4.2 Καρτέλα ΤΕΕ-Ενεργειακή Επιθεώρηση

Είναι η βασική εισαγωγική καρτέλα του λογισμικού. Σε αυτήν καταχωρούνται τα γενικά στοιχεία του κτηρίου, όπως η χρήση, στοιχεία ιδιοκτήτη, μία συνοπτική περιγραφή της κατάστασης κατασκευής και οι πηγές δεδομένων. Η καρτέλα δεν χρήζει περαιτέρω επεξήγησης καθώς τα πεδία προς συμπλήρωση είναι σαφή.

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

Κτήριο

- Κτήριο
 - Ζώνη 1
 - Ζώνη 2
 - Ζώνη 3
 - Μη θερμαινόμενος χώρος
 - Μη θερμαινόμενος χώρος

Γενικά στοιχεία κτηρίου

Εισαγωγή στοιχείων

Χρήση κτηρίου: Ξενοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας

Κτήριο Αριθμός: Κτιριακή μονάδα Τίτλος:

ΚΑΕΚ: Ιδιοκτησιακό καθεστώς: Ιδιωτικό

Όνομα ιδιοκτήτη: ΤΑΔΟΠΟΥΛΟΣ Ταχυδρομική διεύθυνση: ΑΝΩΝΥΜΟΥ 20, ΑΘΗΝΑ

Υπεύθυνος: Ιδιοκτήτης Ονοματεπώνυμο: ΤΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

Τηλέφωνο / Φαξ: 0 Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο:

Κατάσταση κατασκευής	Συνοπτική περιγραφή	Πηγή	Έτος Οικ. Αδ.	Έτος
▶ Αρχ. κατασκευή		Πολεοδομική Άδεια	1973	1975
Προσθήκη	Προσθήκη Γ ορόφου	Πολεοδομική Άδεια	1998	2000

Παλιό Ριζ. ανακαινιζόμενο (Κ.Εν.Α.Κ.) Νέο (Κ.Εν.Α.Κ.) Ριζ. ανακαινιζόμενο (αναθ. Κ.Εν.Α.Κ.) Νέο (αναθ. Κ.Εν.Α.Κ.)

Κλιματολογικά δεδομένα

Αθήνα (Ελληνικό) Υψόμετρο πάνω από 500 (m) Ζώνη: Ζώνη Β

Πηγές δεδομένων

Αρχιτεκτονικά σχέδια Φύλλο Συντήρησης Λέβητα Φωτομετρικά αρχεία φωτιστικών σωμάτων, μελέτη φωτισμού

Η/Μ Σχέδια Φύλλο Συντήρησης Συστήματος Κλιματισμού Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Θέρμανσης

Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος Κλιματισμού

Δελτία αποστολής ή τιμολόγια αγοράς υλικών Πληροφορίες από Ιδιοκτήτη/Διαχειριστή

ΕΙΚΟΝΑ 18 - ΑΡΧΙΚΗ ΚΑΡΤΕΛΑ, ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ`

4.3 Καρτέλα Κτήριο

Η καρτέλα *Κτήριο*, ακολουθεί της καρτέλας *ΤΕΕ-Ενεργειακή Επιθεώρηση*. Σε αυτήν συμπληρώνονται επιπλέον ορισμένα βασικά στοιχεία-μεγέθη του κτηρίου, όπως φαίνεται στην εικόνα Εικόνα 19 - Καρτέλα Κτήριο, Βασικά Στοιχεία Κτηρίου. Αυτά είναι τα τετραγωνικά συνολικών επιφανειών και όγκοι, αριθμός θερμικών ζωνών και μη θερμαινόμενων χώρων και η ισχύς των βασικών συστημάτων ύδρευσης αποχέτευσης άρδευσης και ανελκυστήρες, και συμπληρωματικά συστήματα συμπαρογωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ) και Φωτοβολταϊκά.

Σενάρια

Το λογισμικό δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας αντιγράφων του κτηρίου -*Σενάρια*-, (κάτω από το υπάρχον) στα οποία μπορούν να γίνουν διαφοροποιήσεις στα τεχνικά χαρακτηριστικά Κτηριακού Κελύφους και Συστημάτων και να εξετασθούν οι επιδράσεις στις τελικές καταναλώσεις του κτηρίου.

ΕΙΚΟΝΑ 19 - ΚΑΡΤΕΛΑ ΚΤΗΡΙΟ, ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Επιλέξτε τα συστήματα του κτιρίου: ΣΗΘ Φωτοβολταϊκά Άνεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Γενικά | Υδρευση, αποχέτευση, άρδευση | Ανελκυστήρες | ΣΗΘ | Φωτοβολταϊκά

Περιγραφή: Υπάρχον κτίριο

Χρήση κτιρίου: Ξενοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας

Συνολική επιφάνεια (m²): 519.5 Συνολικός όγκος (m³): 1548

Ωφέλιμη επιφάνεια (m²): 311.40 Ωφέλιμος όγκος (m³): 941.8

Ψυχόμενη επιφάνεια (m²): 311.4 Ψυχόμενος όγκος (m³): 941.8

Αριθμός ορόφων: 5 Ύψος τυπικού ορόφου (m): 3 Ύψος ισογείου (m): 3.2

Έκθεση κτιρίου: Προστατευμένο

Αριθμός θερμικών ζωνών: 3

Αριθμός μη θερμαινόμενων χώρων: 2 Αριθμός ηλιακών χώρων: 0

	Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	Αερισμός	ZHX	Φωτισμός	Συσκευές	Κατανάλωση	Μονάδες	Περίοδος κατανάλωσης
*		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			00/00/00 - 01/01/10

Συνθήκες θερμικής άνεσης Συνθήκες ακουστικής άνεσης Συνθήκες οπτικής άνεσης Ποιότητα εσωτερικού αέρα

4.4 Θερμικές Ζώνες

Για την ενεργειακή επιθεώρηση σύμφωνα με διατάξεις των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε, διαχωρίζουμε το χώρο του κτηρίου σε επιμέρους θερμικές ζώνες.

Ως διακριτή θερμική ζώνη ορίζεται μέρος της επιφάνειας του κτηρίου που έχει προβλεφθεί για συγκεκριμένη χρήση. Ανάλογα με την αποδιδόμενη χρήση ορίζονται από τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε οι τυποποιημένες επιθυμητές εσωτερικής συνθήκες της ζώνης (Θερμοκρασία, Σχετική Υγρασία, Απαιτούμενος Νωπός Αέρας), για θερινή και χειμερινή περίοδο.

Παράδειγμα: το κτήριο ξενοδοχειακών εγκαταστάσεων της εργασίας διαχωρίζεται σε τρεις θερμικές ζώνες:

- Κοινόχρηστοι Χώροι
- Υπνοδομάτια
- Εστιατόριο.

Ο χρήστης αρκεί να δώσει ως είσοδο στο λογισμικό την χρήση της κάθε θερμικής ζώνης και αυτόματα αντιστοιχεί τις ζητούμενες τιμές εσωτερικών συνθηκών από τις ενσωματωμένες βάσεις δεδομένων. Ο τιμές των εσωτερικών συνθηκών χρησιμοποιούνται από το λογισμικό για την διαμόρφωση των ενεργειακών απαιτήσεων θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου.

Καρτέλα Θερμικής Ζώνης

Αφού διαχωριστεί το κτήριο στις θερμικές ζώνες του -εάν υπάρχουν περισσότερες της μίας- συμπληρώνονται τα επιμέρους στοιχεία τους. Στο λογισμικό βρίσκουμε τρεις υπο-καρτέλες : *Γενικά*, *Κέλυφος*, *Συστήματα*. Στην καρτέλα *Γενικά* συμπληρώνονται τα βασικά χαρακτηριστικά της ζώνης. Στην καρτέλα *Κέλυφος* συμπληρώνονται τα στοιχεία των επιφανειών προς εξωτερικούς χώρους και των εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών προς μη-θερμαινόμενους χώρους. Στην καρτέλα *Συστήματα* καταχωρούνται τα χαρακτηριστικά των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, μηχανικού αερισμού, φωτισμού μαζί αυτά ύγρανσης και ηλιακού συλλέκτη εάν υπάρχουν.

4.4.1 Γενικά

Καταχωρούνται τα βασικά χαρακτηριστικά της θερμικής ζώνης

- Συνολική Επιφάνεια ζώνης (m^2)
- Μέση Καταναλωση ZNX ($m^3/έτος$)
- Ανηγμένη Θερμοχωρητικότητα (kJ/mK)
- Κατηγορία διατάξεων ελέγχου (*Δ έως και Α*)
- Διείσδυση Αέρα (m^3/h)
- Υβριδικό Σύστημα Δροσισμού -*εάν υπάρχει*-

Γενικά

Χρήση: Εξυνοδοχείο - Ετήσιας λειτουργίας - Κοινόχρηστοι χώροι

Συνολική επιφάνεια (m^2): 38 Μέση κατανάλωση ZNX ($m^3/έτος$): Διατάξεις αυτόματου ελέγχου

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/mK): 280

Κατηγορία διατάξεων ελέγχου - αυτοματισμών: Θέρμανση Τύπος Γ Ψύξη Τύπος Γ

Διείσδυση αέρα

Διείσδυση αέρα από κουφώματα (m^3/h): 85.72

Αρ. καμινάδων: 0 Αρ. θυρίδων εξαερισμού: 0 Αρ. εξώθυρων: 0

Υβριδικό σύστημα δροσισμού

Αριθμός ανεμιστήρων οροφής: 0

ΕΙΚΟΝΑ 20 - ΑΡΧΙΚΗ ΚΑΡΤΕΛΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ

4.4.2 Κέλυφος

Στην καρτέλα κέλυφος καταχωρούνται όλες οι επιφάνειες που περιβάλλουν τη θερμική ζώνη. Παρεμβάλλονται δηλαδή μεταξύ αυτής και του εξωτερικού περιβάλλοντος ή των εσωτερικών Μη Θερμαινόμενων Χώρων (Διαχωριστικές Επιφάνειες). Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ αυτές είναι οι Αδιαφανείς Επιφάνειες (σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και σε Επαφή Με Το Έδαφος), οι Διαφανείς Επιφάνειες και οι Εσωτερικές Διαχωριστικές Επιφάνειες (μεταξύ του χώρου της ζώνης και των Μ.Θ.Χ). Στους αντίστοιχους πίνακες καταχωρούνται τα χαρακτηριστικά των επιφανειών, σύμφωνα με την μοντελοποίηση των παραγράφων 3.2.1.1 Αδιαφανείς Επιφάνειες (Σε επαφή με εξωτερικό αέρα/ έδαφος) και 3.2.1.1 Διαφανείς Επιφάνειες.

Αδιαφανείς Επιφάνειες

- Προσανατολισμός γ °
- Κλίση β °
- Εμβαδόν (m^2)
- Θεμοπερατότητα U (W/m^2K)
- Θεμοχωρητικότητα (Kj/K)
- Απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας a (αδιάστατο)
- Εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας ϵ (αδιάστατο)
- Συντελεστές Σκίασης $F_{hor}, F_{ove}, F_{fin}$

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 2 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m^2)	U^* (W/m^2K)	a^* (-)	e^* (-)	F_{hor_h} (-)	F_{hor_c} (-)	F_{ov_h} (-)	F_{ov_c} (-)	F_{fin_h} (-)
▶ 1	Τοίχος	ΟΨΗ I1	135	90	10.99	0.396	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
2	Πόρτα	ΟΨΗ I1-P2	135	90	1.89	2.6	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
3	Τοίχος	ΟΨΗ I2	315	90	19.88	0.397	0.40	0.80	0.810	0.657	0.674	0.664	1.000
4	Μεσοτοιχία	ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ ΙΣ			21.44								
* 5													

ΕΙΚΟΝΑ 21 - ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 1 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με το έδαφος

	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m^2)	U^* (W/m^2K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
* 1							

ΕΙΚΟΝΑ 22 - ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΟ ΈΔΑΦΟΣ

Διαφανείς Επιφάνειες

- Εμβαδού (m^2)
- Προσανατολισμού γ°
- Κλίσης β°
- Θεμοπερατότητας U (W/m^2K)
- Συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους g_w
- Συντελεστών Σκίασης $F_{hor}, F_{ove}, F_{fin}$ (εμποδίων περιβάλλοντος χώρου, προβόλου, πλευρικού εμποδίου αντίστοιχα)

Αδιαφανείς επιφάνειες		Σε επαφή με το έδαφος		Διαφανείς επιφάνειες						
Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα										
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m^2)	Τύπος	U (W/m^2K)	g_w (-)	F_{hor_h} (-)	F_{hor_c} (-)
▶ 1	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΟΨΗ11-A1	135	90	1.20	Τύπος Π1	6.354	0.460	0.000	0.000
2	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΟΨΗ12-A1	315	90	1.00	Τύπος Π3	6.401	0.440	0.810	0.658
3	Ανοιγόμενο κούφωμα	ΟΨΗ12-A2	315	90	2.00	Τύπος Π2	6.259	0.540	0.810	0.658
* 4										

ΕΙΚΟΝΑ 23 - ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

Διαχωριστικές Επιφάνειες

Ως διαχωριστικές επιφάνειες ορίζονται οι επιφάνειες που παρεμβάλλονται μεταξύ των χώρων της ζώνης και των διαφορετικών Μ.Θ.Χ, εάν αυτές υπάρχουν. Για κάθε διαφορετικό Μ.Θ.Χ σε επαφή με θερμική ζώνη, ορίζεται διαφορετικό σύνολο διαχωριστικών επιφανειών.

Διαχωρισμός με χώρο: Μη θερμαινόμενος χώρος 1		Κυκλοφορία αέρα (m^3/h): 0.0												
Αδιαφανείς επιφάνειες														
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m^2)	U' (W/m^2K)	a^* (-)	ϵ^* (-)	F_{hor_h} (-)	F_{hor_c} (-)	F_{ov_h} (-)	F_{ov_c} (-)	F_{fin_h} (-)	F_{fin_c} (-)
▶ 1	Ταίχος	A6-MΘX1	0	90	17.61	2.515	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	Πόρτα	A6-MΘX1-P1	0	90	1.89	2.700	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3	Ταίχος	B6-MΘX1	0	90	17.61	2.515	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
4	Πόρτα	B6-MΘX1-P1	0	90	1.89	2.700	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
5	Δάπεδο	ΔΑΠΕΔΟ Α'-ΜΘX1	0	180	10.40	2.000	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000	1.000
* 6														
Διαφανείς επιφάνειες														
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m^2)	Τύπος	U (W/m^2K)	g_w (-)	F_{hor_h} (-)	F_{hor_c} (-)	F_{ov_h} (-)	F_{ov_c} (-)	F_{fin_h} (-)	
▶* 1	Κούφωμα													

ΕΙΚΟΝΑ 24 - ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ

4.4.3 Συστήματα

Στην καρτέλα Συστήματα καταχωρούνται τα χαρακτηριστικά των Η/Μ συστημάτων του κτηρίου.

- Σύστημα Θέρμανσης
- Σύστημα Ψύξης
- Σύστημα Μηχανικού Αερισμού
- Σύστημα ZNX
- Ηλιακός Συλλέκτης
- Φωτισμός

Θέρμανση

Βασικά στοιχεία καταχώρησης στην καρτέλα θέρμανσης του κτηρίου αποτελούν:

- **Μονάδα Θέρμανσης:**
 - Τύπος : (Διαθέσιμες επιλογές Λέβητας, Αντλία Θερμότητας κ.λ.π),
 - Πηγή Ενέργειας : (πετρέλαιο/ηλεκτρισμός/φυσικό αέριο κ.λ.π)
 - Ισχύς : (Ονομαστική ισχύς μονάδας)
 - Βαθμός Απόδοσης : τελικός βαθμός απόδοσης μονάδας (παράγραφος 3.2.2.1 Σύστημα Θέρμανσης)
 - COP (για αντλίες θερμότητας) : καταχωρείται ο τελικός συντελεστής συμπεριφοράς SCOP (παράγραφος 3.2.2.1 Σύστημα Θέρμανσης)
 - Ποσοστό χρήσης δεδομένης μονάδας ανά μήνα. Ενδέχεται η χρήση περισσοτέρων της μίας μονάδας για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης, όπου και απαιτείται να προσδιοριστεί το ποσοστό κάλυψης επί των συνολικών ενεργειακών απαιτήσεων θέρμανσης της κάθε μίας.
- **Δίκτυο διανομής:** τύπος, ισχύς, χώροι διέλευσής του δικτύου (εσωτερικά ή και εξωτερικά του κτηρίου) βαθμός απόδοσής του.
- **Τερματικές Μονάδες,** ο τύπος και ο βαθμός απόδοσης
- **Βοηθητικές Μονάδες:** (εάν υπάρχουν), τύπος, πλήθος, ονομαστική ισχύς κάθε μονάδας

Παραγωγή		Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An.* (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶	1	Λέβητας	Πετρέλαιο	64	0.93	1.0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
* 2					1	1												

Δίκτυο διανομής		Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶	1	Δίκτυο διανομής θερμού μέσου	64	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.965	<input type="checkbox"/>
	2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες		Τύπος	B. An.* (-)
▶	1	συσμα	0.959

Βοηθητικές μονάδες		Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶	1	Ανεμιστήρες	2	0.029
* 2			1	0

ΕΙΚΟΝΑ 25 - ΚΑΡΤΕΛΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Ψύξη

- **Μονάδα παραγωγής ψύξης:**
 - Τύπος : (Αντλίες Θερμότητας, Ψύκτες)
 - Πηγή Ενέργειας : (πετρέλαιο/ηλεκτρισμός/φυσικό αέριο κ.λ.π)
 - Ισχύς : (Ονομαστική ισχύς μονάδας)
 - EER : Μέσος εποχιακός δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας SEER (παράγραφος τελικός βαθμός απόδοσης μονάδας (παράγραφος 3.2.2.2 Σύστημα Ψύξης)
 - Ποσοστό χρήσης δεδομένης μονάδας ανά μήνα. Ενδέχεται η χρήση περισσοτέρων της μίας μονάδας για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης,

όπου και απαιτείται να προσδιοριστεί το ποσοστό κάλυψης επί των συνολικών ενεργειακών απαιτήσεων θέρμανσης της κάθε μίας.

- Δίκτυο διανομής: τύπος, ισχύς, οι χώροι διέλευσής του δικτύου (εσωτερικά ή και εξωτερικά του κτηρίου), βαθμός απόδοσής
- Τερματικές Μονάδες: τύπος, βαθμός απόδοσης
- Βοηθητικές Μονάδες: (εάν υπάρχουν), τύπος, το πλήθος, ονομαστική ισχύ κάθε μονάδας

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ZNX | Φωτισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An (-)	EER* (-)	Ian (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)
▶ 1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	63	1.0	4.51	0	0	0	0	1	1
* 2				1	1						

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An. (-)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου	63	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.98	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An.* (-)
▶ 1	Εσωτερικές μονάδες VRV	0.959

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
▶ 1	Άνεμιστήρες	2	0.041
* 2		1	0

ΕΙΚΟΝΑ 26 - ΚΑΡΤΕΛΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ

Μηχανικός Αερισμός

- Τύπος: (Συμβατικό σύστημα μηχανικού αερισμού, Κ.Κ.Μ)
- Πηγή Ενέργειας: (πετρέλαιο/ηλεκτρισμός/φυσικό αέριο κ.λ.π)
- Τμήμα Θέρμανσης/Ψύξης : Παροχή (m^3/h) Συντελεστής ανακυκλοφορίας Συντελεστής ανάκτησης θερμότητας
- Τμήμα Ύγρανσης : Συντελεστής ανάκτησης υγρασίας
- Φίλτρα
- Ειδική Ηλεκτρική Ισχύς

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύγρανση Μηχανικός αερισμός Ηλιακός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ZNX | 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)
1	Μονάδα ανάκτησης	<input checked="" type="checkbox"/>	250	0.0	0.72	<input checked="" type="checkbox"/>	250	0.0	0.72	<input type="checkbox"/>	0.0	<input type="checkbox"/>	0.81
2	Μονάδα ανάκτησης	<input type="checkbox"/>	250	0	0	<input type="checkbox"/>	250	0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0.81
3		<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>		0	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	

ΕΙΚΟΝΑ 27 - ΚΑΡΤΕΛΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Ζεστό Νερό Χρήσης

- Μονάδα παραγωγής ZNX:
 - Τύπος : (Τοπικός Ηλ. Θερμαντήρας, Λέβητας, κ.λ.π)
 - Πηγή Ενέργειας : (πετρέλαιο/ηλεκτρισμός/φυσικό αέριο κ.λ.π)
 - Ονομαστική Ισχύς
 - Βαθμός Απόδοσης
 - Ποσοστό χρήσης δεδομένης μονάδας ανά μήνα: (Ενδέχεται η χρήση περισσότερων της μίας μονάδας για την κάλυψη των αναγκών ψύξης, όπου και απαιτείται να προσδιοριστεί το ποσοστό κάλυψης επί των συνολικών ενεργειακών απαιτήσεων ψύξης της κάθε μίας)
- Δίκτυο διανομής: τύπος, ισχύς, οι χώροι διέλευσής του δικτύου (εσωτερικά ή και εξωτερικά του κτηρίου), βαθμός απόδοσής
- Τερματικές Μονάδες: τύπος, βαθμός απόδοσης
- Βοηθητικές Μονάδες: (εάν υπάρχουν), τύπος, το πλήθος, ονομαστική ισχύ κάθε μονάδας

Παραγωγή		Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	Β. Απ.* (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)
▶ 1		Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Ηλεκτρισμός	4	1.0	1	1	1	1
* 2					1				

Δίκτυο διανομής		Τύπος	Ανακυκλοφορία	Χώρος διέλευσης	Β. Απ.* (-)
▶ 1			<input type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1.0

Σύστημα αποθήκευσης		Τύπος	Β. Απ.* (-)
▶ 1		ΘΕΡΜΟΣΤΑΣ	0.98

Βοηθητικές μονάδες		Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1			1	0

ΕΙΚΟΝΑ 28 - ΚΑΡΤΕΛΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Φωτισμός

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του κτηρίου επιμερίζεται ποσοστιαία ανάλογα με:

- Τον τύπο αυτομάτου ελέγχου έναυσης και σβέσης τεχνητού φωτισμού (προσθέτοντας το ποσοστό φυσικού φωτισμού του κτηρίου)
- Την στάθμη φωτισμού (lx).

Συμπληρώνεται ο τύπος των αυτοματισμών του Φυσικού Φωτισμού και ο τύπος αυτοματισμών ανίχνευσης κίνησης.

Θέρμανση | Ψύξη | Μηχανικός αερισμός | ΖΝΧ | **Φωτισμός**

Εγκατεστημένη ισχύς (kW): 0.12

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες ΦΦ (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται μόνο με αισθητήρες παρουσίας (kW): 0

Εγκατεστημένη ισχύς που ελέγχεται με αισθητήρες ΦΦ και παρουσίας (kW): 0

Περιοχή ΦΦ (%): 0

	Ζώνες τεχνητού φωτισμού - Στάθμη φωτισμού (lx)	Ποσοστό (%)
▶ 1	1000	
2	500	
3	400	
4	300	
5	250	
6	200	23
7	100	77

Αυτοματισμοί ελέγχου ΦΦ: 2. Χειροκίνητος

Αυτοματισμοί ανίχνευσης κίνησης: 1. Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης)

Σύστημα απομάκρυνσης θερμότητας

Φωτισμός ασφαλείας

Σύστημα εφεδρείας

ΕΙΚΟΝΑ 29 - ΚΑΡΤΕΛΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

4.5 Μη Θερμαινόμενοι Χώροι (Μ.Θ.Χ)

Ως Μ.Θ.Χ ορίζουμε τους χώρους του κτηρίου που δεν προορίζονται για κύρια χρήση (αποθηκευτικοί χώροι, κλιμακοστάσιο .κ.λ.π) και δεν χρήζουν θέρμανσης και ψύξης. Διαχωρίζονται από τις θερμικές ζώνες, και καταχωρούνται σε αποκλειστική υποκαρτέλα.

Οι καρτέλες Μ.Θ.Χ περιλαμβάνουν πίνακες καταχώρησης των αδιαφανών και διαφανών εξωτερικών επιφανειών, που περιβάλλουν τους Μ.Θ.Χ (παρεμβάλλονται μεταξύ Μ.Θ.Χ και εξωτερικού περιβάλλοντος)

Συνολική επιφάνεια (m ²):		106.5	Διείσδυση αέρα (m ³ /h):		321.72							
Αδιαφανείς επιφάνειες												
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U* (W/m ² K)	a* (-)	e* (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h (-)	F_ov_c (-)
▶ 1	Τοίχος	ΟΨΗ Μ1-11	0	90	29.47	3.265	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	1.000
2	Πόρτα	ΟΨΗ Μ1-11-Π1	0	90	1.89	3.500	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	1.000
3	Τοίχος	ΟΨΗ Μ1-12	315	90	8.52	3.400	0.40	0.80	0.810	0.658	1.000	1.000
4	Τοίχος	ΟΨΗ Μ1-Α1	315	90	7.95	3.400	0.40	0.80	0.818	0.694	1.000	1.000
5	Τοίχος	ΟΨΗ Μ1-Α2-ΦΩΤΑΓΩΓΟΣ	0	90	8.40	3.289	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	1.000
6	Τοίχος	ΟΨΗ Μ1-Β1	315	90	7.95	3.400	0.40	0.80	0.838	0.762	1.000	1.000
7	Τοίχος	ΟΨΗ Μ1-Β2-ΦΩΤΑΓΩΓΟΣ	0	90	8.40	3.289	0.00	0.00	0.000	0.000	1.000	1.000
Διαφανείς επιφάνειες												
	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος	U (W/m ² K)	g_w (-)	F_hor_h (-)	F_hor_c (-)	F_ov_h	F_ov_h
▶ 1	Κούφωμα	ΟΨΗ Μ1-12-Α1	315	90	0.60	Τύπος Π7	6.556	0.470	0.810	0.666	1.000	1.000
2	Κούφωμα	ΟΨΗ Μ1-Α1-Α1	315	90	0.60	Τύπος Π7	6.556	0.470	0.824	0.712	1.000	1.000
3	Κούφωμα	ΟΨΗ Μ1-Β1-Α1	315	90	0.60	Τύπος Π7	6.556	0.470	0.846	0.794	1.000	1.000
4	Κούφωμα	ΟΨΗ Μ1-Γ1-Α1	315	90	0.60	Τύπος Π7	6.556	0.470	0.902	0.856	1.000	1.000
* 5	Κούφωμα											
Σε επαφή με το έδαφος												
	Τύπος	Περιγραφή	Εμβαδόν (m ²)	U* (W/m ² K)	Κ. Βάθος (m)	Α. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)					
▶ 1	Τοίχος	ΟΨΗ Μ1-Υ2-ΕΔΑΦΟΣ	26.04	4.300	2.8	0						
2	Δάπεδο	Μ1-ΔΑΠΕΔΟ-ΕΔΑΦΟΣ	16.60	3.100	2.8		2.85					

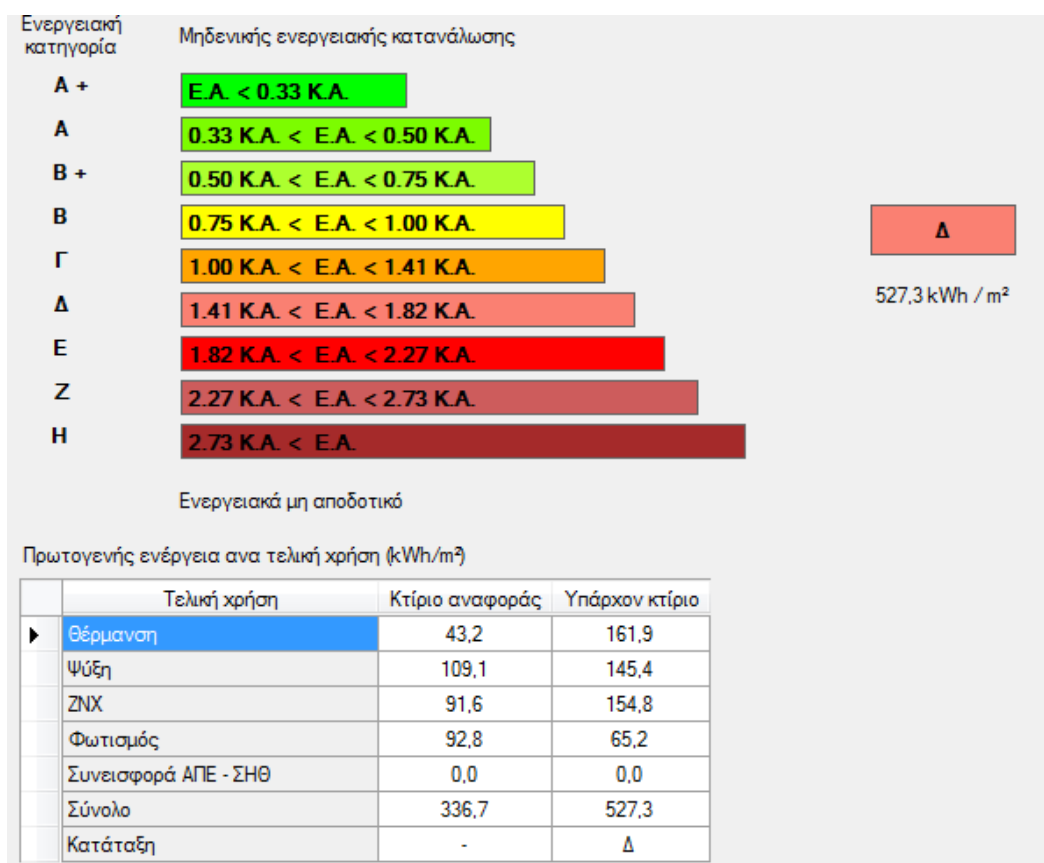
ΕΙΚΟΝΑ 30 - ΚΑΡΤΕΛΑ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ

4.6 Καρτέλα Αποτελεσμάτων

Στην καρτέλα αποτελεσμάτων εμφανίζονται τα αποτελέσματα κατόπιν εκτέλεσης του κώδικα του λογισμικού. Αυτά αφορούν στις:

Ενεργειακή Κατάταξη του κτηρίου

Αναγράφεται η ενεργειακή κατηγορία στην οποία κατατάσσεται το κτήριο στην κλίμακα του κτηρίου αναφοράς σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. Δίνονται οι ετήσιες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m^2) (για το κτήριο αναφοράς, το υπάρχον και λοιπά σενάρια).



ΕΙΚΟΝΑ 31 - ΚΑΡΤΕΛΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Απαιτήσεις – Καταναλώσεις

Παρουσιάζονται οι Ενεργειακές Απαιτήσεις & Καταναλώσεις του κτηρίου ανά μήνα και τελική χρήση.

Η κατανάλωση ανά είδος καυσίμου (kWh/m^2) με τις αντίστοιχες εκπομπές CO_2 (kg/m^2) ανά καύσιμο (για το κτήριο αναφοράς, το υπάρχον και λοιπά σενάρια)

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m^2)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	22,4	18,7	13,7	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	16,6	79,1
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	15,5	28,4	27,5	5,0	0,0	0,0	0,0	78,8
	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
	ZNX	5,7	5,1	5,4	4,8	4,3	3,5	3,2	3,1	3,4	4,1	4,7	5,4	52,6

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m^2)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	29,5	24,9	19,4	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	10,0	22,8	113,8
	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	3,7	10,0	16,1	15,7	4,7	0,0	0,0	0,0	50,1
	ZNX	5,7	5,2	5,5	4,8	4,3	3,5	3,2	3,2	3,5	4,2	4,7	5,4	53,4
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό 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	1,9	1,7	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	22,5
	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	37,2	31,8	26,9	11,6	9,9	15,4	21,2	20,8	10,0	8,5	16,5	30,1	239,8

Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m^2)	Εκπομπές CO_2 (kg/m^2)
▶	Ηλεκτρισμός	146,4	144,8
	Πετρέλαιο	93,4	24,7
	Φυσικό αέριο	0,0	0,0
	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	239,8	169,4

ΕΙΚΟΝΑ 32 - ΚΑΡΤΕΛΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ - ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ

Οικονομοτεχνική Ανάλυση

Για κάθε διαφορετικό σενάριο του κτηρίου (διαφοροποιήσεις σε κέλυφος και Η/Μ συστήματα) στην καρτέλα δίνονται η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας που επιτεύχθηκε, η τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας, η μείωση εκπομπών CO_2 και η περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής				
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	3.828,7	3.970,2	3.776,2
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			3.000,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m^2)			10,1
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			4,7
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,0
	Μείωση εκπομπών CO_2 (kg/m^2)			-1,0
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			15,5

ΕΙΚΟΝΑ 33 - ΚΑΡΤΕΛΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

5

Ενεργειακή Μελέτη Δεδομένου Κτηρίου

5.1 Γενικά Στοιχεία Κτηρίου

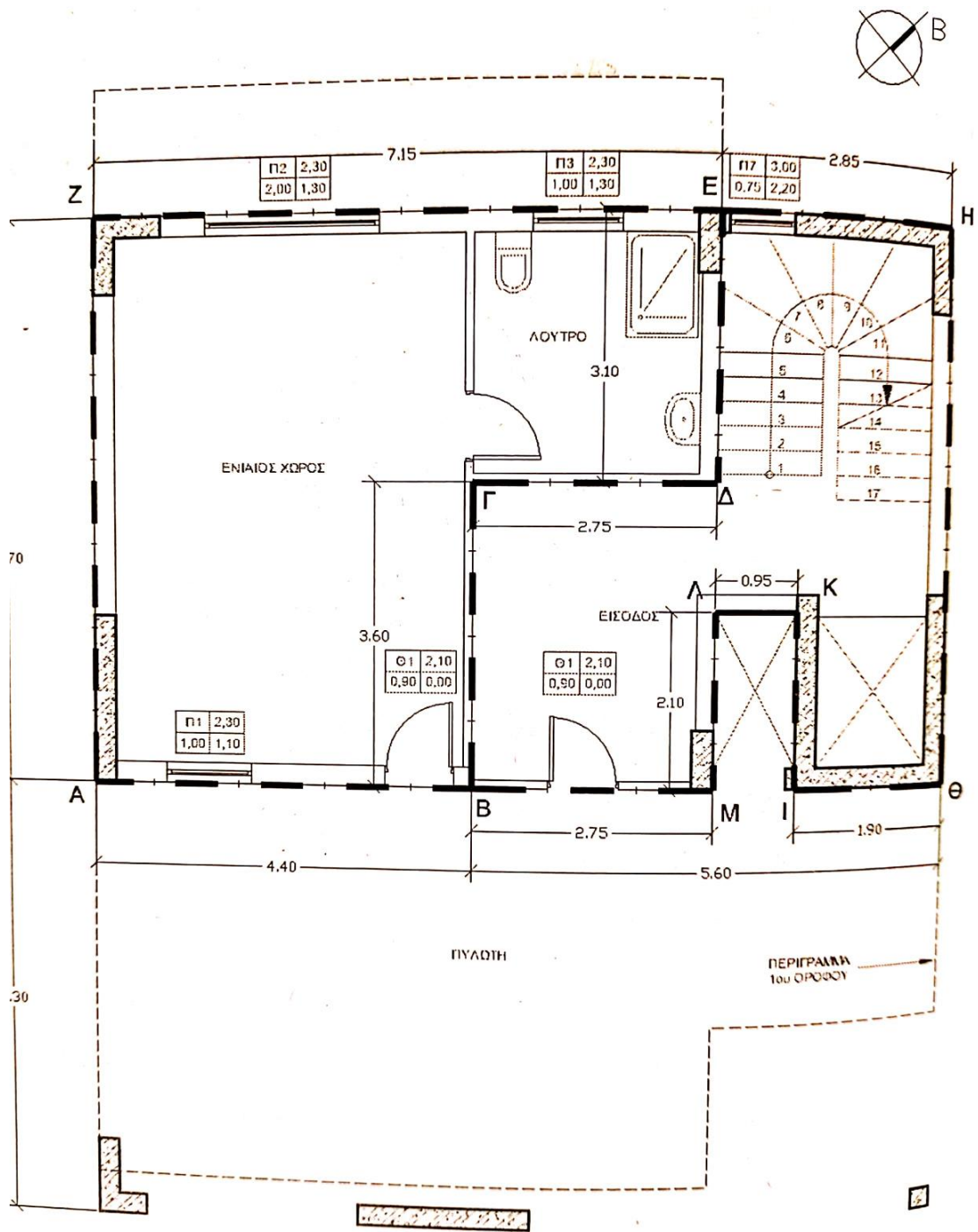
Το υπό μελέτη κτήριο ξενοδοχειακής μονάδας, σε ό,τι αφορά τα γεωμετρικά του χαρακτηριστικά, προέρχεται από την βιβλιογραφία Γ., Παντελίδης. ΟΔΗΓΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ (3^η Έκδοση). ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ. [1] (*Κατόψεις και Τοπογραφικό Σχέδιο*).

Πρόκειται για κτήριο που αποτελείται από ισόγειο, υπόγειο και τρεις ορόφους. Σύμφωνα με τις κατόψεις (Εικόνες 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5), το ισόγειο διαθέτει την κεντρική είσοδο με το κλιμακοστάσιο και ένα χώρο κύριας χρήσης (Κοινόχρηστοι Χώροι Ξενοδοχείου), ενώ το υπόλοιπο της επιφάνειας αποτελεί την πυλωτή του κτηρίου. Ο 1^{ος} και ο 2^{ος} όροφος είναι όμοιοι και αποτελούν τους κύριους χώρους υπνοδωματίων του ξενοδοχείου με χωρητικότητα 12 κλίνες. Ο 3^{ος} όροφος είναι σε υποχώρηση, με χρήση εστιατορίου για το ξενοδοχείο,

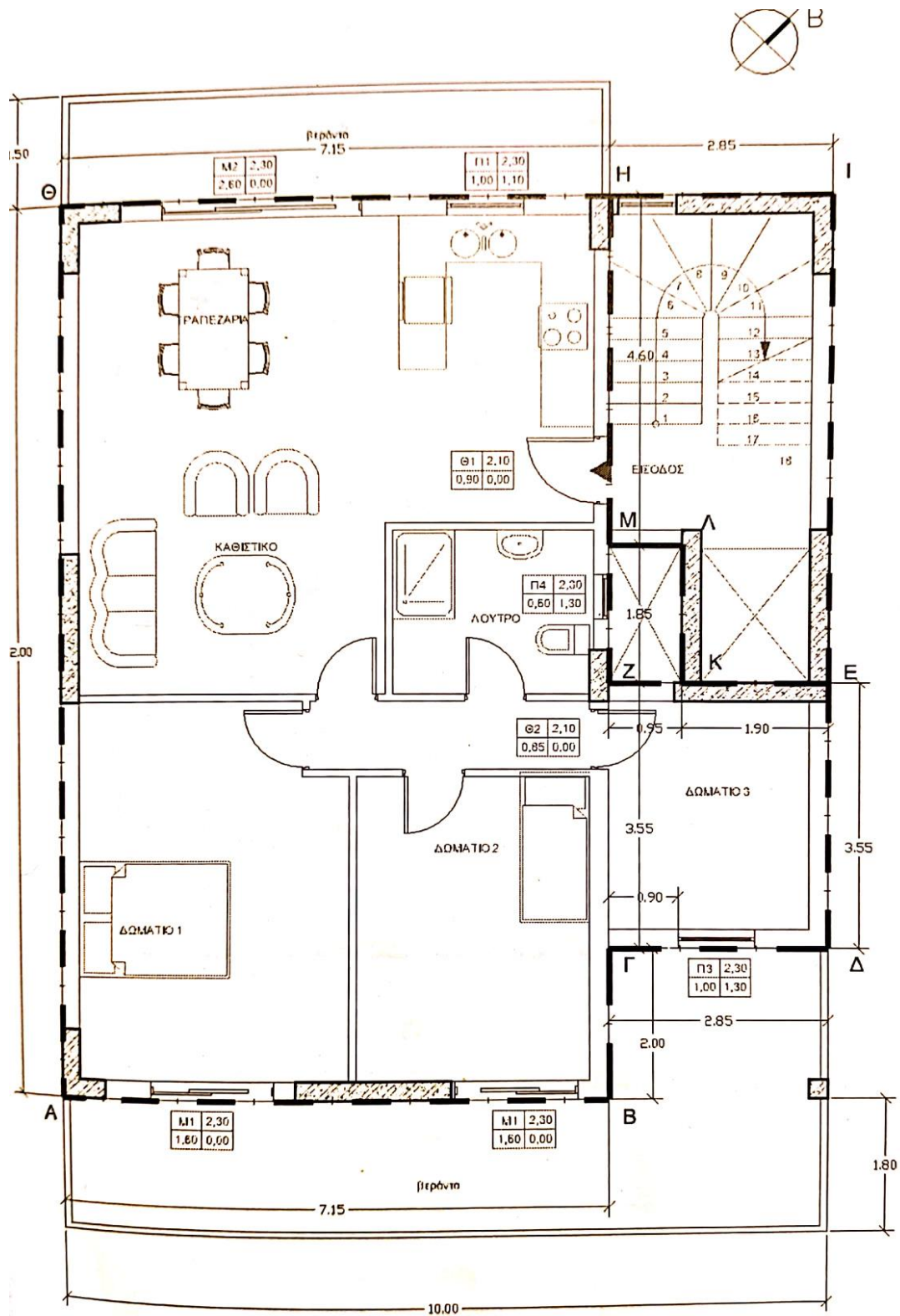
Όπως φαίνεται στο τοπογραφικό σχέδιο (Εικόνα 5.6), η νοτιοδυτική και η βορειοανατολική πλευρά του ακινήτου βρίσκονται σε επαφή με όμορα κτίσματα. Στην βορειοδυτική πλευρά υψώνεται κτήριο 15m σε απόσταση 10m, ενώ στην υπάρχει κτήριο ύψους 10m σε απόσταση 18m.

Γενικά Στοιχεία Ακινήτου

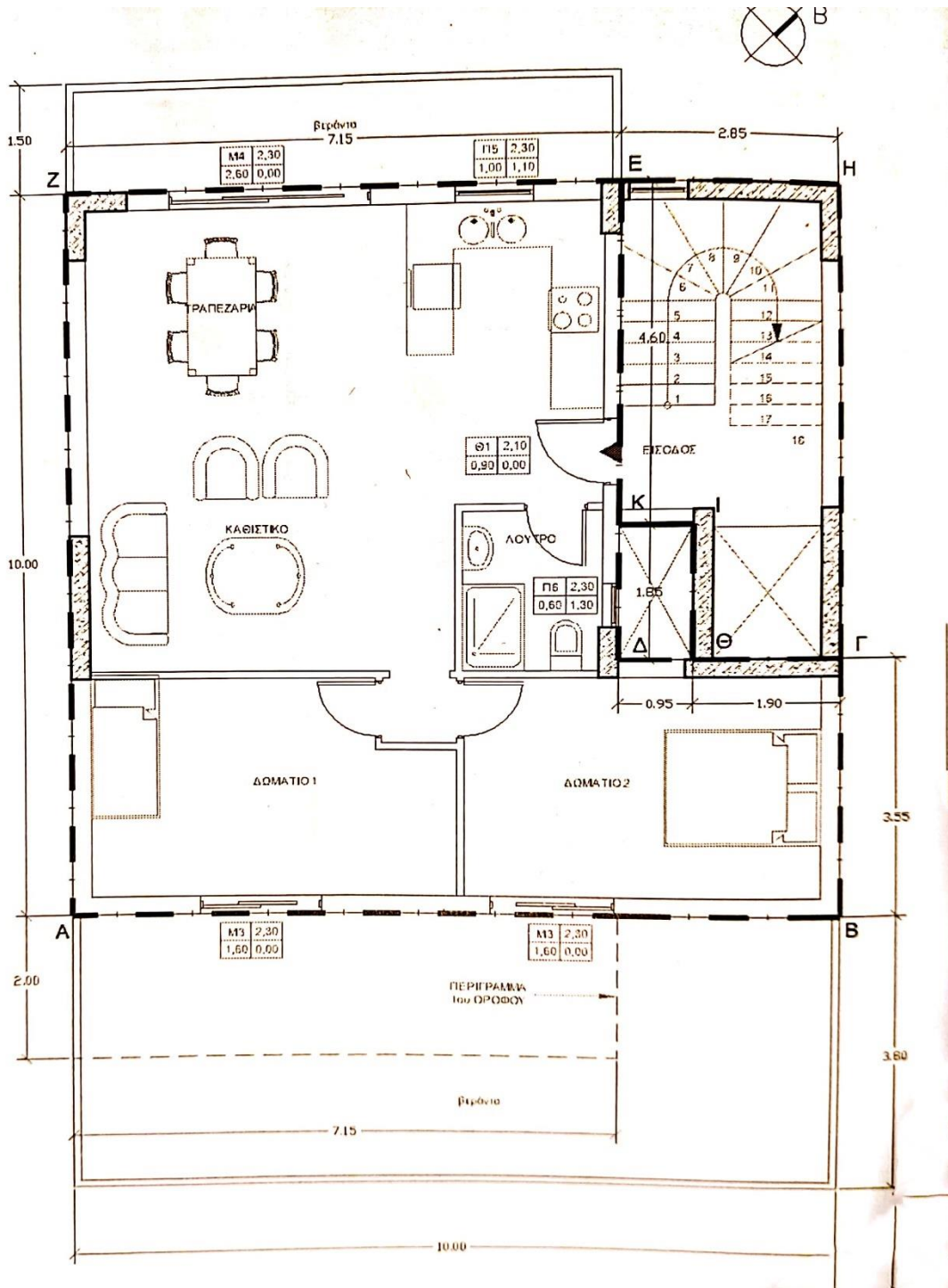
- Περιοχή : Κυψέλη
- Κλιματολογικά: Αθήνα , (Ν. Φιλαδέλφεια)
- Κλιματική Ζώνη: Β
- Χρόνος Κατασκευής: 3^{ος} όροφος (έτους 2000), υπόλοιπο κτήριο (έτους 1975)
- Ύψος ορόφων: 3,00 m
- Ύψος Ισογείου: 3,20 m
- Ύψος Υπογείου: 2.80 m



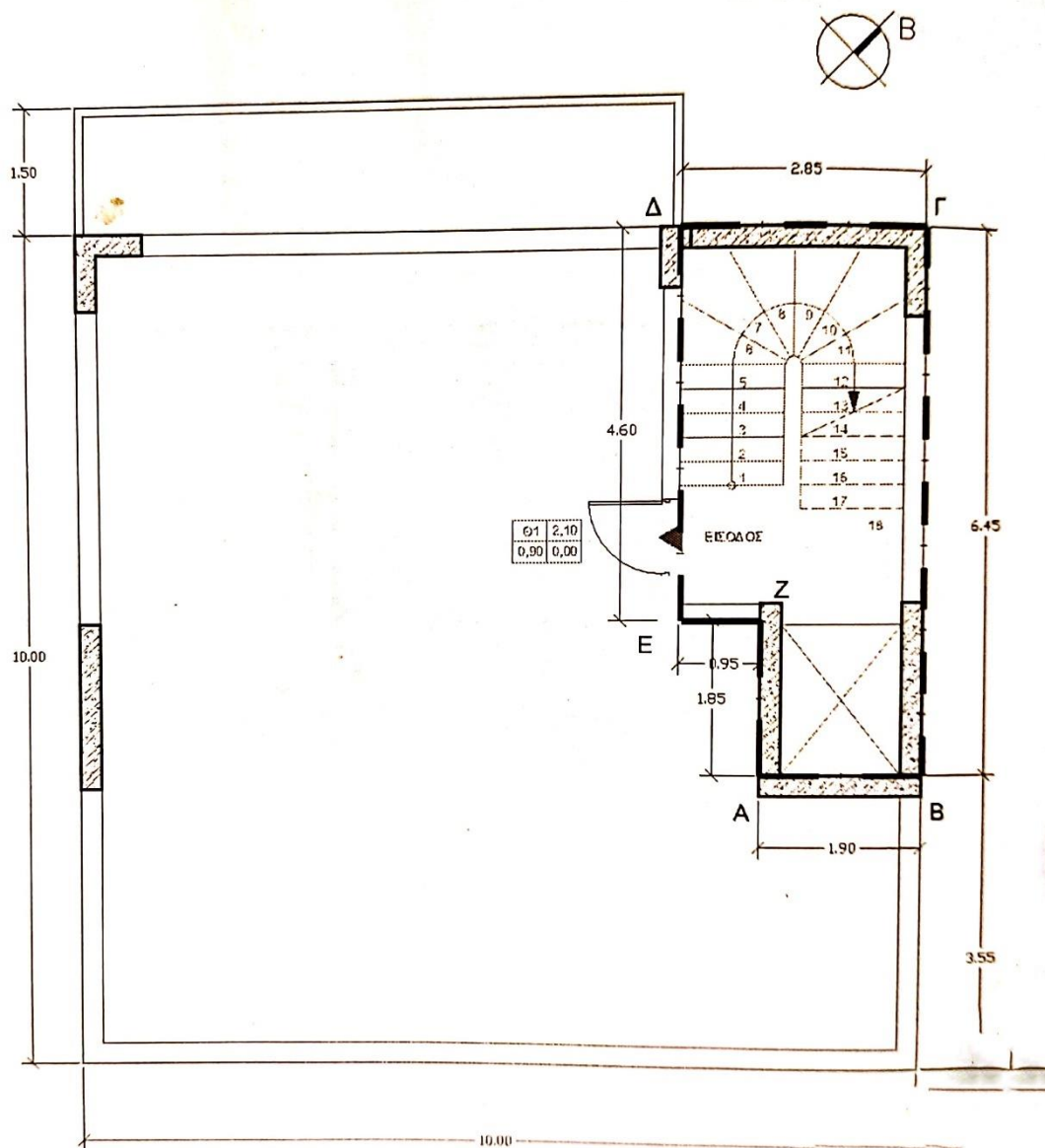
ΕΙΚΟΝΑ 34 - ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ



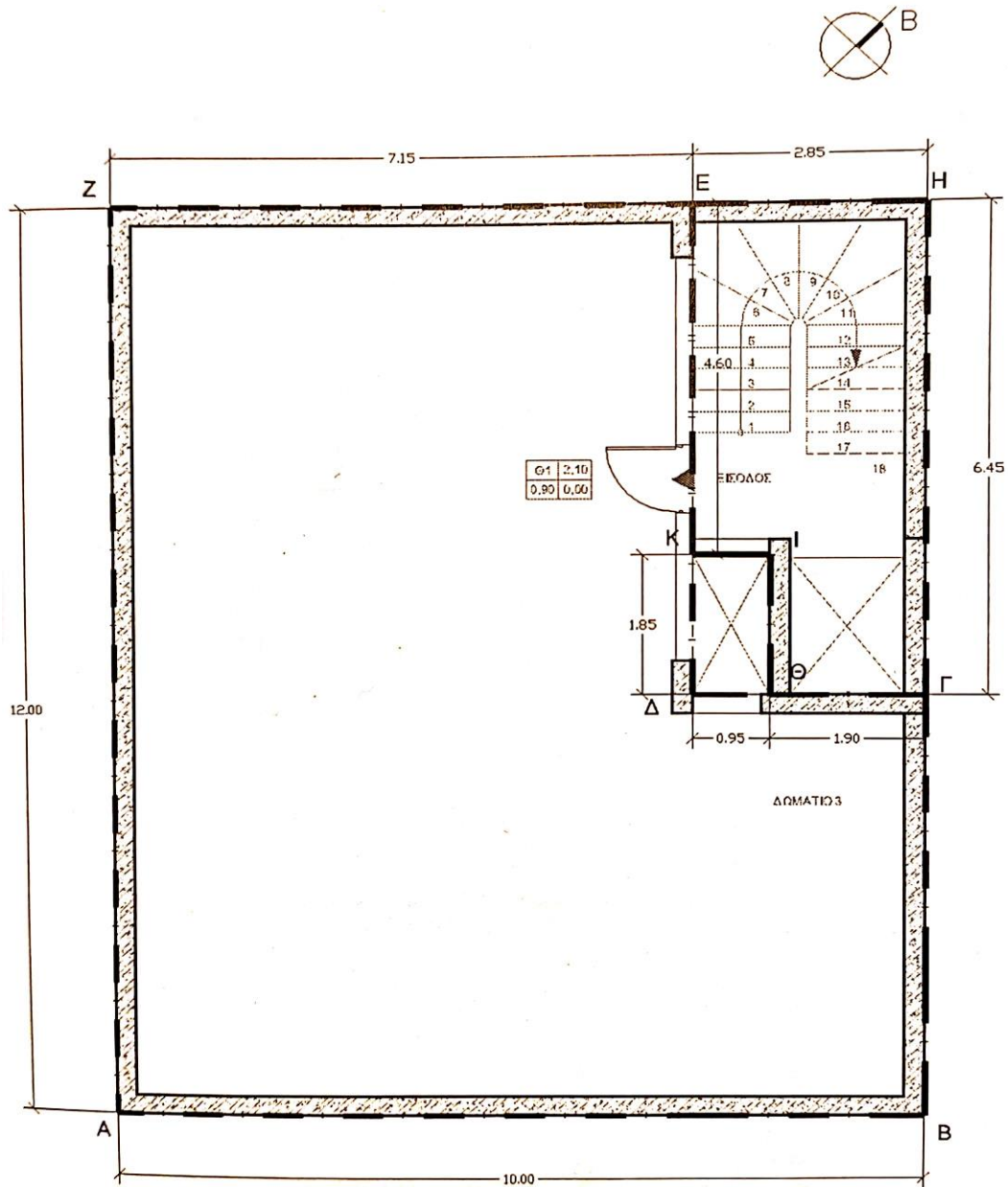
ΕΙΚΟΝΑ 35 - ΚΑΤΟΨΗ Α & Β ΟΡΟΦΟΥ



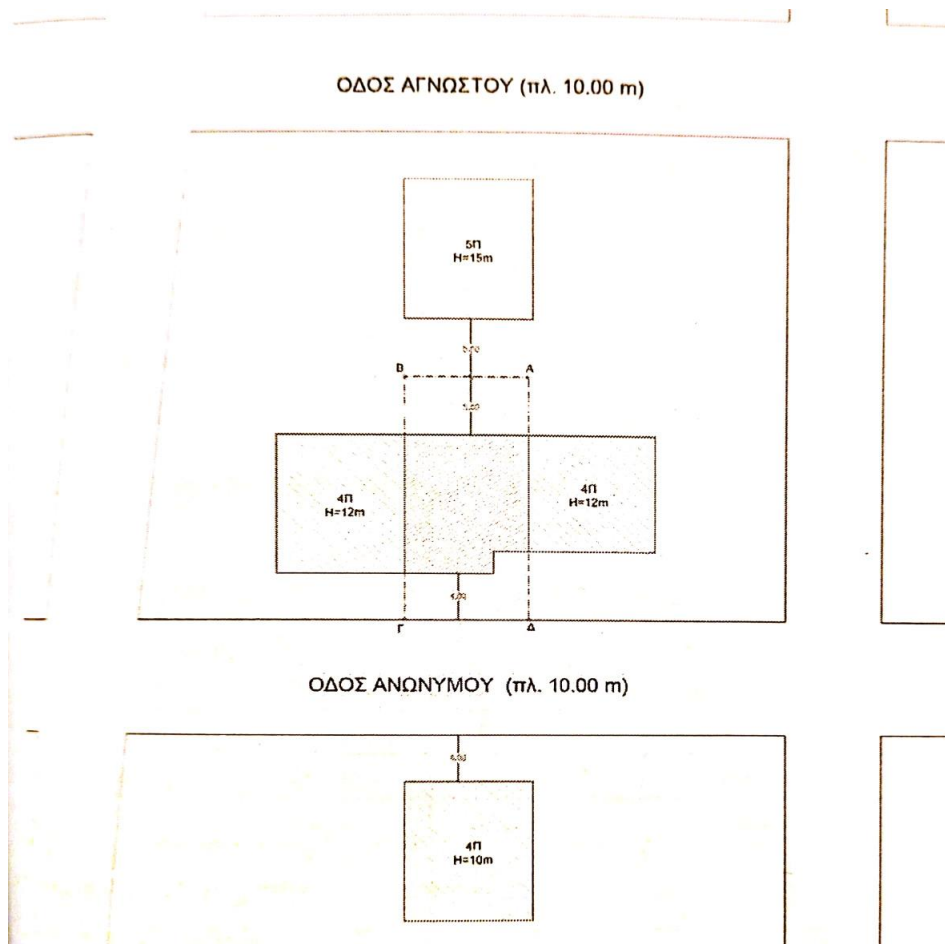
ΕΙΚΟΝΑ 36 - ΚΑΤΩΦΗ Γ ΟΡΟΦΟΥ



ΕΙΚΟΝΑ 37 - ΚΑΤΩΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ



ΕΙΚΟΝΑ 38 - ΚΑΤΟΨΗ ΔΩΜΑΤΟΣ



ΕΙΚΟΝΑ 39 - ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Αναλυτικά οι επιφάνειες και οι όγκοι του κτηρίου:

Όροφος	Είδος Χώρου	Ορισμένο Τμήμα	Επιφάνεια	Όγκος
Υπόγειο	Βοηθητικοί Χώροι	(ΑΒΓΔΕΖΑ)	101,60	284,48
Υπόγειο	Κλιμακοστάσιο	(ΒΓΔΕΗΘΒ)	15,90	44,52
Ισόγειο	Κύρια Χρήση	(ΑΒΓΔΕΖΑ)	38,00	121,60
Ισόγειο	Κλιμακοστάσιο	(ΒΓΔΕΗΘΒ)	27,00	86,40
1ος	Κύρια Χρήση	(ΑΒΓΔΕΖΗΘΑ)	95,90	287,70
1ος	Κλιμακοστάσιο	(ΕΖΗΙΕ)	15,90	47,70
2ος	Κύρια Χρήση	(ΑΒΓΔΕΖΗΘΑ)	95,90	287,70
2ος	Κλιμακοστάσιο	(ΕΖΗΙΕ)	15,90	47,70
3ος	Κύρια Χρήση	(ΑΒΓΔΕΖΑ)	81,60	244,80
3ος	Κλιμακοστάσιο	(ΔΕΗΓΔ)	15,90	47,70
Δώμα	Κλιμακοστάσιο	(ΑΒΓΔΑ)	15,90	47,70

ΠΙΝΑΚΑΣ 14 - ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΟΓΚΟΙ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Συγκεντρωτικά οι επιφάνειες του κτηρίου:

<i>Είδος Χώρου</i>	<i>Επιφάνεια</i>	<i>Όγκος</i>
Κύρια Χρήση	311,40	941,80
Κλιμακοστάσιο	106,50	321,72
Βοηθητικοί Χώροι - Υπόγειο	101,60	284,48

ΠΙΝΑΚΑΣ 15 - ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΚΑΙ ΟΓΚΟΙ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

5.2 Αρχικά Στοιχεία Κτηριακής Εγκατάστασης

5.2.1 Θερμικές Ζώνες

Ως θερμική ζώνη

4.4 *Θερμικές Ζώνες*) ορίζεται διακριτό τμήμα του κτηρίου με συγκεκριμένη χρήση. Ανάλογα με την αποδιδόμενη χρήση ορίζονται από τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε οι τυποποιημένες επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες της ζώνης (Θερμοκρασία, Σχετική Υγρασία, Απαιτούμενος Νωπός Αέρας), για θερινή και χειμερινή περίοδο. Συνεπώς κάθε χώρος Θερμικής Ζώνης διαφέρει στον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων, για το λόγο αυτό και μελετάται ως διακριτό τμήμα του κτηρίου.

Το παρόν κτήριο, διαχωρίζεται σε τρεις θερμικές ζώνες, με χρήσεις προσανατολισμένες στις υπηρεσίες που προσφέρει η ξενοδοχειακή μονάδα, ως εξής :

Ζώνη 1 – Ισόγειο - Ξενοδοχείο Ετήσιας Λειτουργίας Κοινόχρηστοι χώροι

Συνολική Επιφάνεια: $38m^2$

Μέση Κατανάλωση ZNX : $0 m^3/έτος$

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα: $280 (kj/m^3K)$

Κατηγορία Διατάξεων Ελέγχου – Αυτοματισμοί : Θέρμανση Δ – Ψύξη Δ

Διείσδυση Αέρα: $85,72 (m^3/h)$

Ζώνη 2 –Α & Β Όροφος - Ξενοδοχείο Ετήσιας Λειτουργίας – Υπνοδωμάτια

Συνολική Επιφάνεια: $191,8 m^2$

Μέση Κατανάλωση ZNX : $350,4 m^3/έτος$

Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα: $280 (kj/m^3K)$

Κατηγορία Διατάξεων Ελέγχου – Αυτοματισμοί : Θέρμανση Δ – Ψύξη Δ

Διείσδυση Αέρα: $399,98 (m^3/h)$

Ζώνη 3 – Γ όροφος - Εστιατόρια

Συνολική Επιφάνεια: $81,6 m^2$

Μέση Κατανάλωση ZNX : $166,46 \text{ m}^3/\text{έτος}$
Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα: $280 \text{ (kj/m}^3\text{K)}$
Κατηγορία Διατάξεων Ελέγχου – Αυτοματισμοί : Θέρμανση Δ – Ψύξη Δ
Διείσδυση Αέρα: $82,94 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Μ.Θ.Χ.1 – Κλιμακοστάσιο

Συνολική Επιφάνεια: $106,5 \text{ m}^2$ (Υπόγειο έως και Δώμα)
Διείσδυση Αέρα: $321,72 \text{ (m}^3/\text{h)}$

Μ.Θ.Χ.2 – Υπόγειο

Συνολική Επιφάνεια: $101,6 \text{ m}^2$
Διείσδυση Αέρα: $28,45 \text{ (m}^3/\text{h)}$

5.2.2 Κτηριακό Κέλυφος

5.2.2.1 Αδιαφανείς Επιφάνειες

Το κτήριο αποτελείται από δύο τμήματα που κατασκευάστηκαν σε δύο διαφορετικές χρονολογίες. Το αρχικό κτήριο, μέχρι και τον Β όροφο, ανεγέρθηκε το έτος 1975. Ακολούθησε η προσθήκη Γ ορόφου το έτος 2000. Λόγω ενδεχόμενων διαφορών στη χρήση υλικών κατασκευής, το κέλυφος των δύο τμημάτων μελετάται ξεχωριστά.

Ισόγειο, Α & Β όροφος

Τοιχοποιία : Μπατική Οπτοπλινθοδομή

Φέρων Οργανισμός : Οπλισμένο Σκυρόδεμα

Θερμομόνωση : (Δεν υφίσταται)

-Δεν διαθέτουμε περεταίρω δεδομένα για τα δομικά στοιχεία του κτηρίου-

Θερμοπερατότητα

***Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ εφόσον δεν διαθέτουμε στοιχεία για τα χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων από τον κατασκευαστή, λαμβάνουμε τιμές για τους συντελεστές από τον Πίνακα 3.5 α της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017, για επαφή με εξωτερικό αέρα, χωρίς μόνωση και για δομικά στοιχεία επιχρισμένα και από τις δύο όψεις:*

$$U_T = 2,20 \text{ (W/m}^2\text{K)} \quad \text{συντ. θερμοπερατότητας στοιχείου τοιχοποιίας}$$

$$U_{\phi 0} = 3,40 \text{ (W/m}^2\text{K)} \quad \text{συντ. θερμοπερατότητας στοιχείου σκυροδέματος}$$

Οι συντελεστές U_T , $U_{\phi 0}$ αφορούν στο εννιαία δομικό στοιχείο, συμπεριλαμβάνοντας δηλαδή όλες τις επιμέρους στρώσεις θερμικής αντίστασης. Στην περίπτωση αυτή ,

εφόσον υπάρχει απουσία μόνωσης, οι μόνες επιπλέον θερμικές αντιστάσεις αφορούν το επιφανειακό στρώμα αέρα εσωτερικού και εξωτερικά του δομικού στοιχείου.

Επιμερισμός Θερμοπερατότητας σε θερμικές αντιστάσεις:

$$U_{\phi O} = \frac{1}{R_i + R'_{\phi O} + R_a} = 3,40$$

$$U_T = \frac{1}{R_i + R'_T + R_a} = 2,20$$

Όπου

- $R'_{\phi O}$ και R'_T οι θερμικές αντιστάσεις (αποκλειστικά) της στρώσης φέροντος οργανισμού και τοιχοποιίας αντίστοιχα.
- $R_i = 0,13(m^2K/W)$, $R_a = 0,04(m^2K/W)$ οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης του επιφανειακού στρώματος αέρα εκατέρωθεν της επιφάνειας. Πίν. 2β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017

Οπότε προκύπτουν

$$R'_{\phi O} = 0,124 \quad \& \quad R'_T = 0,285 (m^2K/W)$$

$$U'_{\phi O} = 8.064 \quad \& \quad U'_T = 3,508 (W/m^2K)$$

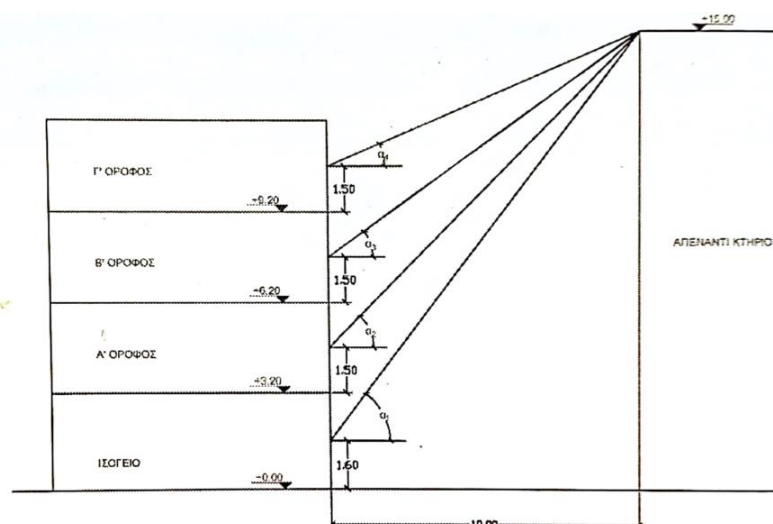
Συντελεστής Απορροφητικότητα

Βάση της της εξωτερικής στρώσης επιχρίσματος (ανοιχτόχρωμο) προκύπτει $a = 0,40$

Συντελεστής εκπομπής ηλιακής ακτινοβολίας

Βάση της της εξωτερικής στρώσης επιχρίσματος (σνήθη δομικά) προκύπτει $\varepsilon = 0,80$

Σκιάσεις



ΕΙΚΟΝΑ 40 - ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΕΜΠΟΔΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ ΣΤΙΣ Όψεις Ι.2, Α.4, Β.4, Γ.2

Οι συντελεστές σκίασης υπολογίσθηκαν για κάθε όψη σύμφωνα με τους Πίνακες 3.19, 3.20, 3.21 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017 για τις αντίστοιχες γωνίες $\alpha^\circ, \beta^\circ, \gamma^\circ$.

Ενδεικτικά παραθέεται ο υπολογισμός των συντελεστών για τις όψεις:

Όψεις Ι.2, Α.4, Β.4, Γ.2

Απέναντι από τις όψεις Ι.2, Α.4, Β.4, Γ.2, σε απόσταση 10m υπάρχει κτήριο ύψους 15m. Αποτελεί εμπόδιο ορίζοντα με συντελεστή F_{hor} που υπολογίζεται με γωνία από την γωνία α° , που σχηματίζεται από την κατακόρυφο του μέσου της κάθε όψης και την ευθεία που διέρχεται από το μέσο της κάθε όψης και την κορυφή του εμποδίου.

Για κάθε όψη έχουμε η γωνία α δίνεται:

$$\alpha_1 = \tan^{-1}\left(\frac{15-1,60}{10}\right) = 53^\circ, \text{ αντίστοιχα } \alpha_2 = 46^\circ \quad \alpha_3 = 36^\circ \quad \alpha_4 = 23^\circ$$

Από γραμμική παρεμβολή στις τιμές του Πίνακα 3.19 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017 προκύπτουν οι συντελεστές

Ισόγειο $\alpha_1 = 53$, $F_{hor_h} = 0,81$ και $F_{hor_c} = 0,658$

Ισόγειο $\alpha_2 = 46$, $F_{hor_h} = 0,818$ και $F_{hor_c} = 0,694$

Ισόγειο $\alpha_3 = 36$, $F_{hor_h} = 0,838$ και $F_{hor_c} = 0,762$

Ισόγειο $\alpha_4 = 23$, $F_{hor_h} = 0,878$ και $F_{hor_c} = 0,9$

Με την ίδια διαδικασία υπολογίζονται οι συντελεστές σκίασης για τις υπόλοιπες όψεις του κτηρίου βάση των σχετικών Πινάκων της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2017.

Κατηγοριοποίηση Επιφανειών

Οι επιφάνειες του κτηριακού κελύφους διαχωρίζονται σε τρεις ομάδες:

- Κύριες Επιφάνειες : Οι εξωτερικές επιφάνειες του κτηριακού κελύφους των χώρων κύριας χρήσης του κτηρίου.
- Μεσοτοιχίες : Επιφάνειες που παρεμβάλλονται μεταξύ δύο θερμαινόμενων χώρων, δύο διαφορετικών κτηρίων. Εφόσον, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων παρεμβάλλονται μεταξύ δύο θερμαινόμενων χώρων (Υπάρχοντος Κτηρίου και Γειτονικού) με μηδενική διαφορά θερμοκρασίας θεωρούμε πως δεν διαρρέονται από θερμότητα.
- Διαχωριστικές Επιφάνειες : Επιφάνειες που παρεμβάλλονται μεταξύ θερμαινόμενων χώρων και Μ.Θ.Χ. Εφαρμόζεται μειωτικός συντελεστής στην μετάδοση θερμότητας $b=0.5$

Γ όροφος

Θερμοπερατότητα

Για τον 3^ο όροφο δεν δίνονται υλικά των στρώσεων των δομικών στοιχείων. Είναι όμως διαθέσιμη η μελέτη θερμομόνωσης που δίνει τους συντελεστές :

$$U_T = 0,60 \text{ (W/m}^2\text{K)} \quad \text{συντ. θερμοπερατότητας τοιχοποιίας}$$

$$U_{\phi O} = 0,65 \text{ (W/m}^2\text{K)} \quad \text{συντ. θερμοπερατότητας στοιχείου σκυροδέματος}$$

$$U_{\text{οροφής}} = 0,65 \text{ (W/m}^2\text{K)} \quad \text{συντ. θερμοπερατότητας οροφής}$$

Επιμέρους Θερμικές Αντιστάσεις

$$U_{\phi O} = \frac{1}{R_i + R'_{\phi O} + R_{\mu\phi O} + R_a} = 0,65$$

$$U_T = \frac{1}{R_i + R'_T + R_{\mu T} + R_a} = 0,60$$

Όπου:

- $R'_{\phi O}$ και R'_T οι θερμικές αντιστάσεις αποκλειστικά της στρώσης φέροντος οργανισμού και τοιχοποιίας αντίστοιχα.
- $R_{\mu\phi O}$ $R_{\mu T}$ οι αντιστάσεις των στρώσεων θερμομονωτικού υλικού
- R_i, R_a οι αντιστάσεις θερμικής μετάβασης του επιφανειακού στρώματος αέρα εκατέρωθεν της επιφάνειας.

Στον τρίτο όροφο πως χρησιμοποιήθηκαν ίδια δομικά υλικά τοιχοποιίας και φέροντος οργανισμού, άρα χρησιμοποιούμε $R'_{\phi O} = 0,124$ & $R'_T = 0,285$ (m^2K/W)

Προκύπτουν οι αντιστάσεις της εγκατεστημένης θερμομόνωσης

$$R_{\mu\phi O} = 1,244 \quad \& \quad R_{\mu T} = 1,211 \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

Και αντίστοιχα $U_{\mu\phi O} = 1,244$ & $U_{\mu T} = 1,211$ (W/m^2K) οι συντελεστές θερμοπερατότητας των θερμομονωτικών στρώσεων

Συντελεστής Απορροφητικότητας

Βάση της της εξωτερικής στρώσης επιχρίσματος (ανοιχτόχρωμο) προκύπτει $a = 0,40$

Συντελεστής εκπομπής ηλιακής ακτινοβολίας

Βάση της της εξωτερικής στρώσης επιχρίσματος (συνήθη δομικά) προκύπτει $\varepsilon = 0,80$

Σκιάσεις

Υπολογίζονται με την ίδια μεθοδολογία Ισόγειου, 1^{ου} & 2^{ου} Ορόφου.

Κατηγοριοποίηση Επιφανειών

Οι επιφάνειες του κτηριακού κελύφους διαχωρίζονται σε τρεις ομάδες:

- **Κύριες Επιφάνειες :** Οι εξωτερικές επιφάνειες του κτηριακού κελύφους των χώρων κύριας χρήσης του κτηρίου.
- **Μεσοτοιχίες :** Επιφάνειες που παρεμβάλλονται μεταξύ δύο θερμαινόμενων χώρων, δύο διαφορετικών κτηρίων. Εφόσον, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων παρεμβάλλονται μεταξύ δύο θερμαινόμενων χώρων (Υπάρχοντος Κτηρίου και Γειτονικού) με μηδενική διαφορά θερμοκρασίας θεωρούμε πως δεν διαρρέονται από θερμότητα.
- **Διαχωριστικές Επιφάνειες :** Επιφάνειες που παρεμβάλλονται μεταξύ θερμαινόμενων χώρων και Μ.Θ.Χ.. Εφαρμόζεται μειωτικός συντελεστής στην μετάδοση θερμότητας $b=0.5$

Στους πίνακες Πίνακας 33 – Σύνοψη Όψεων Αδιαφανών Επιφανειών, Όλες οι Θερμικές Ζώνες Πίνακας 34 - Σύνοψη όψεων Διαχωριστικών Επιφανειών, Όλες Οι Θερμικές Ζώνες του παραρτήματος, δίνονται συγκεντρωτικά η σύνθεση (Τοιχοποιία και Φέρον Οργανισμός) και τα Θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών του αρχικού κτηρίου. Στον Πίνακα Πίνακας 35 - Χαρακτηριστικά Αδιαφανών Επιφανειών, Αρχική Μόνωση, Προς Καταχώρηση Στο Λογισμικό ΤΕΕ-KENAK, δίνεται το σύνολο των χαρακτηριστικών των αδιαφανών επιφανειών όπως αυτά καταχωρήθηκαν στο λογισμικό ΤΕΕ-KENAK.

Θερμογέφυρες

Υπολογίστηκαν οι κατακόρυφες και οριζόντιες θερμογέφυρες του κτηρίου (όλων των θερμικών ζωνών) , βάση των κατόψεων και των Πινάκων 15.α έως 1.β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017, η κάθε μία με την μέθοδο που παρουσιάστηκε στην παράγραφο **3.2.1.1 Αδιαφανείς Επιφάνειες** (Σε επαφή με εξωτερικό αέρα/ έδαφος) Οι πίνακες της τεχνικής οδηγίας παρουσιάζουν τις πιο συνήθεις περιπτώσεις θερμογεφυρών, με τον αντίστοιχο συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας Ψ . Συγκεντρώθηκαν στον Πίνακα 36 - Κατακόρυφες & Οριζόντιες Θερμογέφυρες Κτηρίου του παραρτήματος, όπου συνολικά δίνουν προσαύξηση $\sum \Psi \cdot l = -5.22 (W/m^2K)$.

Παρατηρήσεις

Όπως φαίνεται στις αναγραφόμενες τιμές του Πίνακα 35 - Χαρακτηριστικά Αδιαφανών Επιφανειών, Αρχική Μόνωση, Προς Καταχώρηση Στο Λογισμικό ΤΕΕ-KENAK του παραρτήματος, ο συντελεστής θερμοπερατότητας των επιμέρους διαφανών επιφανειών ξεπερνά τα αντίστοιχα όρια που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ: Μέγιστο Όριο (Κλιματική Ζώνη Β): $U_w = 0,45 W/m^2$ (Οροφές/Δάπεδα)

5.2.2.2 Διαφανείς Επιφάνειες

Ισόγειο - 1^{ος} & 2^{ος} όροφος – 3^{ος} όροφος

Θεωρούμε κοινό σύστημα κουφωμάτων για το σύνολο του κτηρίου.

Μονά Κουφώματα Αλουμινίου :

- Μονός Υαλοπίνακας $U_g = 5,7$
- Πλαίσιο Αλουμινίου $U_f = 7,0$
- Συντελεστής Γραμμικής Θερμοπερατότητας (Θερμογέφ.) : $\Psi_g = 0,02 \left(\frac{W}{m} \cdot K\right)$
- Το κτήριο περιλαμβάνει διαφόρους τύπους ανοιγόμενων κουφωμάτων. Θεωρούμε πως δεν επηρεάζουν τον υπολογισμό της θερμοπερατότητας του κουφώματος.
 - Μονόφυλλο Χωνευτό (μ.χ)
 - Δίφυλλο Επάλληλο (δ.ε)
 - Μονόφυλλο Ανοιγόμενο (μ.ο)
- (Δεν αναφέρεται εγκατάσταση εξωτερικά επικαθήμενου ρολού ή φύλλων)
- Συντελεστής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία δίνεται 0,460 για όλες τις επιφάνειες
- Συντελεστές σκιάσεις υπολογίζονται με μέθοδο κοινή με των αδιαφανών, παράγραφος 3.2.1.1 Αδιαφανείς Επιφάνειες (Σε επαφή με εξωτερικό αέρα/ έδαφος)

Αναλυτικά τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των διαφανών επιφανειών δίνονται, για κάθε κούφωμα, στον Πίνακα 37 - Σύνθεση Κουφωμάτων, Πλαίσιο Υαλοπίνακας, Μονά Κουφώματα

Παρατηρήσεις Διαφανών Επιφανειών

Όπως φαίνεται στις αναγραφόμενες τιμές ο συντελεστής θερμοπερατότητας των διαφανών επιφανειών ξεπερνά τα αντίστοιχα όρια που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ για Κλιματική Ζώνη Β: $U_w = 3,00 W/m^2$.

Παρατηρήσεις επί του συνόλου του κτηριακού κελύφους

Κατόπιν υπολογισμού (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2017-2, σχέση 2,23) ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του συνόλου του κτιρίου ξεπερνά το όριο που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ

- Όριο βάση ΚΕΝΑΚ $U_m = 0,93 W/m^2K$ για λόφο $F/V = 0,6$
- Μέσος συντελεστής Θερμ. συνόλου κτιρίου $U_m = 1.927 W/m^2K$ για λόφο $F/V = 0,6$

Μεσοσταθμικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας Κτηρίου U_m

Ο μεσοσταθμικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου προκύπτει σταθμίζοντας τις θερμοπερατότητες όλων των Αδιαφανών και Διαφανών Επιφανειών του κτηρίου με το εμβαδόν κάθε μίας. Αφορούν στις επιφάνειες που περιβάλλουν τους θερμαινόμενους χώρους (Κύριες και Διαχωριστικές).

$$U_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot U_i \cdot b_i + \sum_{j=1}^k l_j \cdot \Psi_j \cdot b_j}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (W/m^2K)$$

Όπου

A_i Εμβαδόν επιφάνειας δομικού στοιχείου i

U_i Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου i

b_i Μειωτικός συντελεστής ($b=0.5$ για τις διαχωριστικές επιφάνειες) i

$l_j \cdot \Psi_j \cdot b_j$ Μήκος γραμμικής θερμογέφυρας

$l_j \cdot \Psi_j \cdot b_j$ Συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας γραμμικής θερμογέφυρας

$l_j \cdot \Psi_j \cdot b_j$ Μειωτικός συντελεστής ανά περίπτωση θερμογέφυρας

Το υπάρχον κτήριο παρουσιάζει, $U_m = 1,927 \quad (W/m^2K)$

Από τον Πίνακα 6.β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2017 λαμβάνουμε τον μέγιστο επιτρεπόμενο μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας του κτηρίου, ανάλογα με την τιμή του λόγου της συνολικής επιφάνειας προς τον όγκο του κτηρίου $A/V \quad (m^{-1})$.

Για το υπάρχον κτήριο υπολογίζεται $A/V = 0,5516$

Από τον Πίνακα 6.β, της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε λαμβάνουμε την αμέσως μικρότερη τιμή, στην στήλη της κλιματικής ζώνης Β που ανήκει το κτήριο.

$$U_{m,max} = 0,93 \quad (W/m^2K)$$

$$U_m = 1,927 > U_{m,max} = 0,93$$

Το κτήριο ξεπερνά την μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του Κ.Εν.Α.Κ.

5.2.3 Η/Μ Εγκαταστάσεις

Θέρμανση (κοινό σύστημα θέρμανσης για τις τρεις θερμικές ζώνες)

Μονάδα Παραγωγής

- Τύπος:Συμβατικός Λέβητας Υψηλών Θερμοκρασιών
- Καύσιμο:Πετρέλαιο
- Ονομαστική Ισχύς:.....150 (kW)
- Τελικός Βαθμός Απόδοσης:0,745

Για τον υπολογισμό του τελικού βαθμού απόδοσης της μονάδας παραγωγής ακολουθείται η διαδικασία που αναφέρθηκε στην παράγραφο 3.2.2.1 Σύστημα Θέρμανσης

- Ονομαστικός βαθμός απόδοσης μονάδας : $\eta_{gm} = 0,90$
- Εποχιακός βαθμός απόδοσης $\eta_{sk\theta} = \eta_{gm} \cdot \eta_{g0} = 0,90 \cdot 0,91 = 0,819$
- Τελικός Βαθμός Απόδοσης $\eta_{gen} = \eta_{sk\theta} \cdot \eta_{g1} \cdot \eta_{g2}$
- Συντελεστής Υπερδιαστασιολόγησης η_{g1}

$$\text{Απαιτούμενη ισχύς θέρμανσης } P_{gen} = \left(A \cdot U_m \cdot 1,5 + \frac{V}{3} \right) \cdot \Delta T + P_n = 75,96 \text{ (kW)}$$

Ισόγειο : μήκος παράπλευρης επιφάνειας=22,98 (m) Ύψος=3.20(m)

Συνολική επιφάνεια $A = 73,52 \text{ (m}^2\text{)}$

A & B Όροφος: μήκος παράπλευρης επιφάνειας = 40,75 (m) ύψος= 3,00 (m)

Συνολική Επιφάνεια $A = 122,25 \times 2 = 244,50 \text{ (m}^2\text{)}$

Γ Όροφος: μήκος παράπλευρης επιφάνειας = 36,75 (m) ύψος= 3,00 (m)

Συνολική Επιφάνεια $A = 81,60 \text{ (m}^2\text{)}$

$$U_m = 3,5 \text{ για } A \text{ και } B \text{ όροφο}$$

$$U_m = 1,20 \text{ για } \Gamma \text{ όροφο}$$

$$\Delta T = 20^\circ\text{C}$$

$$V = 1428 \text{ m}^3/\text{h}$$

$P_n = 0$ διότι χρησιμοποιείται μόνο ηλεκτρικός θερμαντήρας για ΖΝΧ

$$P_{gen} \text{ Ισογείου } A, B \text{ Ορόφου} = 54,8 \text{ (kW)}$$

$$P_{gen} \text{ } \Gamma \text{ ορόφου} = 16,45 \text{ (kW)}$$

$$P_m / P_{gen} = 2,10$$

Από τον πίνακα 4.3 ο συντελεστής είναι $\eta_{g1} = 0,91$

- Συντελεστής Μόνωσης η_{g2}

Για καλή κατάσταση μόνωσης λέβητα $\alpha = 0$ και $b = 1,0$ οπότε
$$\eta_{g2} = \alpha \cdot Y + b = 1$$

Και προκύπτει τελικός βαθμός απόδοσης $\eta_{gen} = \eta_{sk\theta} \cdot \eta_{g1} \cdot \eta_{g2} = 0,819 \cdot 0,91 \cdot 1 = 0,745$

Δίκτυο Διανομής

- Δίκτυο διανομής θερμού μέσου (Υψηλής Θερμοκρασίας)
- Χώρος Διέλευσης :εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
- Ισχύς:..... 90 (kW)
- Βαθμός Απόδοσης :0,965

Τερματικές μονάδες

- Τύπος:.....Fan Coils
- Βαθμός Απόδοσης :..... 0,959

Βοηθητικές Μονάδες

- Τύπος:.....Ανεμιστήρες (Πλήθος $n=2$)
- Ισχύς:..... 0,029 (kW)

Ψύξη (κοινό σύστημα ψύξης για τις τρεις θερμικές ζώνες)

Μονάδα Παραγωγής

- Τύπος:Αερόψυκτη αντλία θερμότητας
- Καύσιμο:..... Ηλεκτρισμός
- Ονομαστικής Ισχύς:60 (kW)
- Συντελεστής Συμπεριφοράς: ERR=2,80

Δίκτυο Διανομής

- Δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου /αεραγωγοί
- Χώρος Διέλευσης :εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
- Ισχύς:..... 60 (kW)
- Τελικός Βαθμός Απόδοσης :0,98

Τερματικές μονάδες

- Τύπος:Εσωτερικές Μονάδες VRV
- Βαθμός Απόδοσης:..... 0,959

Βοηθητικές Μονάδες

- Τύπος:Ανεμιστήρες (Πλήθος $n=6$)
- Ισχύς:0,041 (kW)

ZNX

2^η Ζώνη :

- ΤύποςΤοπικός Ηλ. Θερμαντήρας
- Καύσιμο :Ηλεκτρισμός
- Ονομαστική Ισχύς :4 (kW)
- Βαθμός Απόδοσης :1,0

3^η Ζώνη

Παραγωγή

- Τύπος Τοπικός Ηλ. Θερμαντήρας
- Καύσιμο :Ηλεκτρισμός
- Ονομαστική Ισχύς :16 (kW)
- Βαθμός Απόδοσης :1,0

Δίκτυο Διανομής (και για τις δύο ζώνες)

- Χώρος Διέλευσης.....Εσωτερικοί ή έως και 20% σε εξωτερικούς
- Βαθμός Απόδοσης.....1,0

Μονάδες Αποθήκευσης

- Βαθμός Απόδοσης.....0,98

Φωτισμός

1^η Θερμικής Ζώνη: Εγκατεστημένη Ισχύς 0,12 (kW), (23% στα 200lx, 77%, 100lx)

2^η Θερμικής Ζώνη: Εγκατεστημένη Ισχύς (1,16kW), (89% στα 250lx 7% στα 200lx, 4%, 100lx)

3^η Θερμικής Ζώνη: Εγκατεστημένη Ισχύς 0,41 (kW), (100% στα 200lx)

Ισχύς Ελεγχόμενη μόνο με αισθητήρες Φ.Φ = 0 kW

Ισχύς ελεγχόμενη μόνο με αισθητήρες παρουσίας = 0 kW

Ισχύς ελεγχόμενη μόνο με αισθητήρες Φ.Φ και παρουσίας = 0 kW

Αυτοματισμοί ελέγχου Φ.Φ :Χειροκίνητος

Αυτοματισμοί Ανίχνευσης Κίνησης:Χειροκίνητος Διακόπτης (Αφής/Σβέσης)

Σύστημα Απομάκρυνσης Θερμότητας:.....(όχι)

Φωτισμός Ασφαλείας :.....(ναι)

Σύστημα Εφεδρείας :.....(όχι)

Μηχανικός Αερισμός

1^η Ζώνη – Μηχανικός Αερισμός

Προσαγωγή & Απαγωγή - Χωρίς στοιχεία θέρμανσης/ψύξης

Παροχή $F=250 (m^3/h)$ (Θερινή & Χειμερινή περίοδος)

Συντελεστής Ανακυκλοφορίας $R=0$ (Θερινή & Χειμερινή περίοδος)

Συντελεστής Ανάκτησης Θερμότητας $Q_r=0,72$ (Θερινή & Χειμερινή περίοδος)

Τμήμα Ύγρανσης : (Χωρίς τμήμα ύγρανσης)

Ισχύς μέσης λειτουργίας $=0,122 (kW)$ (Προσαγωγής & Απαγωγής)

$$E_{vent} = \frac{(0,122/2)}{250} = 0,081 (kW \cdot s/m^3) \text{ (Ανά ρεύμα)}$$

2^η Ζώνη - Μηχανικός Αερισμός

Προσαγωγή & Επιστροφή - Χωρίς στοιχεία θέρμανσης/ψύξης

Παροχή $F=300 (m^3/h)$ (Θερινή & Χειμερινή περίοδος)

Συντελεστής Ανακυκλοφορίας $R=0$ (Θερινή & Χειμερινή περίοδος)

Συντελεστής Ανάκτησης Θερμότητας $Q_r=0,74$ (Θερινή & Χειμερινή περίοδος)

Τμήμα Ύγρανσης - Χωρίς τμήμα ύγρανσης

Ισχύς μέσης λειτουργίας $=0,100 (kW)$ (Προσαγωγής & Απαγωγής)

$$E_{vent} = \frac{(0,100/2)}{150} = 1,19 (kW \cdot s/m^3) \text{ (Ανά ρεύμα)}$$

3^η Ζώνη – Μηχανικός Αερισμός

Προσαγωγή & Επιστροφή - Χωρίς στοιχεία θέρμανσης/ψύξης

Παροχή $F=2500 (m^3/h)$ (Θερινή & Χειμερινή περίοδος)

Συντελεστής Ανακυκλοφορίας $R=0$ (Θερινή & Χειμερινή περίοδος)

Συντελεστής Ανάκτησης Θερμότητας $Q_r=0,74$ (Θερινή & Χειμερινή περίοδος)

Τμήμα Ύγρανσης - Χωρίς τμήμα ύγρανσης

Ισχύς μέσης λειτουργίας $=0,750 (kW)$ (Ανά ρεύμα)

$$E_{vent} = \frac{0,750}{2500} = 1,08 (kW \cdot s/m^3) \text{ (Ανά ρεύμα)}$$

Ζώνη	Τύπος	Τμ. Θέρμ.	F_h	R_h	Qr_h	Τ. Ψύξης	F_c	R_c	Qr_c	Τμ. Ύγρ.	H_r	Φύλτρα	E_vent
1	Μ.Ανάκτησης Προσαγωγή	-	250	0	0,72	-	250	0	0,72	-	-	-	0,81
	Μ.Ανάκτησης Επιστροφή	-	250	0	0,72	-	250	0	0,72	-	-	-	0,81
2	Μ.Ανάκτησης Προσαγωγή	-	300	0	0,74	-	300	0	0,74	-	-	-	1,19
	Μ.Ανάκτησης Επιστροφή	-	300	0	0,74	-	300	0	0,74	-	-	-	1,19
3	Μ.Ανάκτησης Προσαγωγή	-	2500	0	0,72	-	250	0	0,72	-	-	-	1,08
	Μ.Ανάκτησης Επιστροφή	-	2500	0	0,72	-	250	0	0,72	-	-	-	1,08

ΠΙΝΑΚΑΣ 16 – ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Κατηγορία Διατάξεων Ελέγχου και Αυτοματισμών

Θέρμανση

Επίπεδο Ελέγχου λειτουργίας μονάδας παραγωγής :

- Ζώνη 1:
 - Αυτόνομος έλεγχος λειτουργίας μονάδων σε επίπεδο αυτόματων χώρων (μέσω τοπικών χειριστηρίων των εσωτερικών μονάδων).
 - Χώρος με συνεχή παρουσία, δεν απαιτείται χρήση ανιχνευτών παρουσίας.
 - Κατηγορία Α
- Ζώνη 2:
 - Αυτόνομος έλεγχος λειτουργίας μονάδων σε επίπεδο αυτόματων χώρων (μέσω τοπικών χειριστηρίων των εσωτερικών μονάδων).
 - Έλλειψη ανιχνευτών παρουσίας
 - Κατηγορία Β
- Ζώνη 3:
 - Αυτόνομος έλεγχος λειτουργίας μονάδων σε επίπεδο αυτόματων χώρων (μέσω τοπικών χειριστηρίων των εσωτερικών μονάδων).
 - Χώρος με συνεχή παρουσία, δεν απαιτείται χρήση ανιχνευτών παρουσίας.
 - Κατηγορία Α

Επίπεδο Ελέγχου προσαρμογής στα θερμικά φορτία

- Ζώνη 1, 2, 3 :
 - Όλες οι ζώνες θερμαίνονται με ένα σύστημα Λέβητα – Fan Coil, χωρίς δυνατότητα αντιστάθμισης.
 - Κατηγορία Δ

Επίπεδο Ελέγχου Αντλιών Διανομής

- Ζώνη 1, 2, 3 :
 - Όλες οι ζώνες διαθέτουν κυκλοφορητές μεταβλητών στροφών, όπου η ζήτηση προσαρμόζεται ανάλογα με το ψυκτικό φορτίο.
 - Κατηγορία Α

Αλληλουχία μονάδων παραγωγής θέρμανσης - (Δεν υπάρχουν παραλληλισμένες μονάδες)

Επίπεδο Ελέγχου Αερισμού

- Ζώνη 1, 2 :
 - Χώροι συνεχούς παρουσίας.
 - Έλεγχος μέσω χειριστηρίου.
 - Κατηγορία Γ
- Ζώνη 3:
 - Έλεγχος μέσω χειριστηρίου και χρονοδιακόπτη
 - Κατηγορία Γ

Επίπεδο ελέγχου θερμοκρασίας αέρα προσαγωγής

- Ζώνη 1, 2, 3 :
 - Ελέγχεται η θερμοκρασία προσαγωγής του νωπού αέρα, δεδομένο ότι προσάγεται στην επιθυμητή θερμοκρασία της εσωτερικής μονάδας. Δεν υπάρχει έλεγχος βάση της εξωτερικής θερμοκρασίας ή της μεταβολής του απαιτούμενου φορτίου.

- Κατηγορία Γ

Επίπεδο Ελέγχου Υγρασίας Αέρα Προσαγωγής

- Ζώνη 1, 2, 3 :
 - Δεν υπάρχει έλεγχος ως προς την υγρασία του αέρα προσαγωγής.
 - Κατηγορία Γ

Αρα Θέρμανση – Κατηγορία Δ (όλες οι Ζώνες)

Ψύξη

Επίπεδο Ελέγχου λειτουργίας μονάδας παραγωγής :

- Ζώνη 1:
 - Αυτόνομος έλεγχος λειτουργίας μονάδων σε επίπεδο αυτόματων χώρων (μέσω τοπικών χειριστηρίων των εσωτερικών μονάδων).
 - Χώρος με συνεχή παρουσία, δεν απαιτείται χρήση ανιχνευτών παρουσίας.
 - Κατηγορία Α
- Ζώνη 2:
 - Αυτόνομος έλεγχος λειτουργίας μονάδων σε επίπεδο αυτόματων χώρων (μέσω τοπικών χειριστηρίων των εσωτερικών μονάδων).
 - Έλλειψη ανιχνευτών παρουσίας
 - Κατηγορία Β
- Ζώνη 3:
 - Αυτόνομος έλεγχος λειτουργίας μονάδων σε επίπεδο αυτόματων χώρων (μέσω τοπικών χειριστηρίων των εσωτερικών μονάδων).
 - Χώρος με συνεχή παρουσία, δεν απαιτείται χρήση ανιχνευτών παρουσίας.
 - Κατηγορία Α

Επίπεδο Ελέγχου προσαρμογής στα ψυκτικά φορτία

- Ζώνη 1, 2, 3 :
 - Όλες οι ζώνες θερμαίνονται με ένα σύστημα Αερόψυκτης Α.Θ – Fan Coil, χωρίς δυνατότητα αντιστάθμισης.
 - Κατηγορία Δ

Επίπεδο Ελέγχου Αντλιών Διανομής

- Ζώνη 1, 2, 3 :
 - Όλες οι ζώνες διαθέτουν κυκλοφορητές μεταβλητών στροφών, όπου η ζήτηση προσαρμόζεται ανάλογα με το ψυκτικό φορτίο.
 - Κατηγορία Α

Αλληλουχία μονάδων παραγωγής θέρμανσης - (Δεν υπάρχουν παραλληλισμένες μονάδες)

Επίπεδο Ελέγχου Αερισμού

- Ζώνη 1, 2 :
 - Χώροι συνεχούς παρουσίας.
 - Έλεγχος μέσω χειριστηρίου.
 - Κατηγορία Γ

- Ζώνη 3:
 - Έλεγχος μέσω χειριστηρίου και χρονοδιακόπτη
 - Κατηγορία Γ

Επίπεδο Ελέγχου Ελεύθερης Ψύξης - Νυχτερινού Δροσισμού

- Ζώνη 1, 2,3 :
 - Δεν εφαρμόζεται έλεγχος ελεύθερης ψύξης ή νυχτερινού δροσισμού
 - Κατηγορία Γ

Επίπεδο ελέγχου θερμοκρασίας αέρα προσαγωγής

- Ζώνη 1, 2,3 :
 - Ελέγχεται η θερμοκρασία προσαγωγής του νωπού αέρα, δεδομένο ότι προσάγεται στην επιθυμητή θερμοκρασία της εσωτερικής μονάδας. Δεν υπάρχει έλεγχος βάση της εξωτερικής θερμοκρασίας ή της μεταβολής του απαιτούμενου φορτίου.
 - Κατηγορία Γ

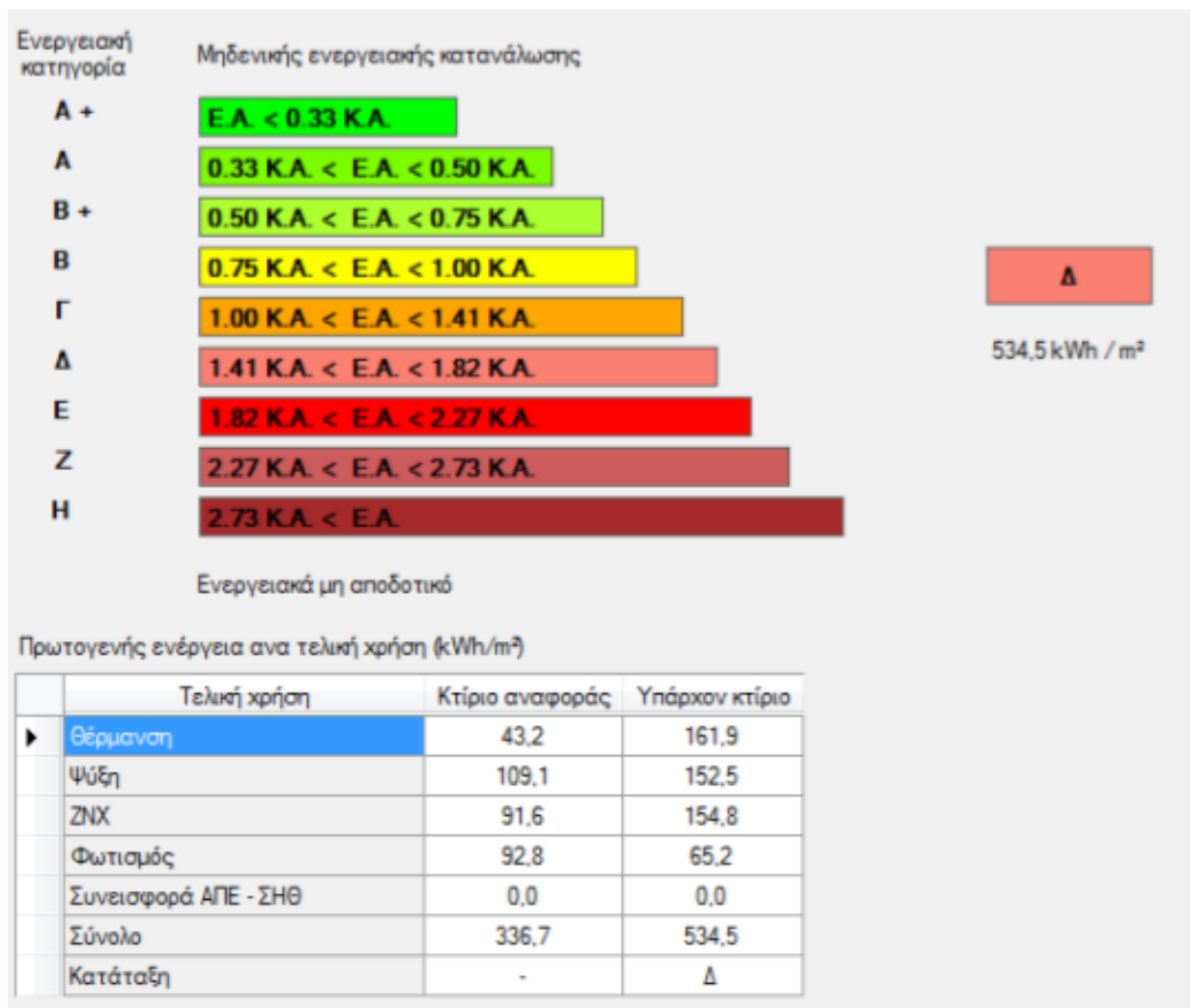
Επίπεδο Ελέγχου Υγρασίας Αέρα Προσαγωγής

- Ζώνη 1, 2,3 :
 - Δεν υπάρχει έλεγχος ως προς την υγρασία του αέρα προσαγωγής.
 - Κατηγορία Γ

Άρα Ψύξη – Κατηγορία Δ (όλες οι ζώνες)

Αποτελέσματα

Για το σύνολο των παραπάνω χαρακτηριστικών κτηριακού κελύφους και Η/Μ εγκαταστάσεων το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ κατατάσσει το κτήριο στην ενεργειακή κατηγορία Δ με τις εξής καταναλώσεις:



ΕΙΚΟΝΑ 41 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗΣ, ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ - ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΗΡΙΟ

Υπάρχον κτήριο														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	22,4	18,7	13,7	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	16,6	79,1
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	15,5	28,4	27,5	5,0	0,0	0,0	0,0	78,8
	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
	ZNX	5,7	5,1	5,4	4,8	4,3	3,5	3,2	3,1	3,4	4,1	4,7	5,4	52,6
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
▶	Θέρμανση	29,5	24,9	19,4	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	10,0	22,8	113,8
	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	3,7	10,5	17,0	16,5	4,8	0,0	0,0	0,0	52,6
	ZNX	5,7	5,2	5,5	4,8	4,3	3,5	3,2	3,2	3,5	4,2	4,7	5,4	53,4
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό 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	1,9	1,7	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	1,9	1,8	1,9	1,8	1,9	22,5
	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	37,2	31,8	26,9	11,6	10,0	15,9	22,1	21,6	10,1	8,5	16,5	30,1	242,2
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)		Εκπομπές CO2 (kg/m ²)										
▶	Ηλεκτρισμός	148,9		147,3										
	Πετρέλαιο	93,4		24,7										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	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	242,2		171,9										

ΕΙΚΟΝΑ 42 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ - ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ, ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΗΡΙΟ

κτίριο αναφοράς														
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
	Θέρμανση	2,9	2,3	1,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,7	8,5
	Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	18,3	23,4	22,9	7,6	0,0	0,0	0,0	77,8
	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
	ZNX	5,7	5,1	5,4	4,8	4,3	3,5	3,2	3,1	3,4	4,1	4,7	5,4	52,6
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)		Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
	Θέρμανση	6,1	5,0	3,7	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	2,0	4,4	23,3
	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	4,1	8,4	10,3	10,1	4,7	0,0	0,0	0,0	37,6
	ZNX	6,4	5,8	6,1	5,4	4,8	3,9	3,6	3,5	3,8	4,7	5,3	6,0	59,2
	Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1,1	1,0	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	10,4
	Φωτισμός	2,7	2,5	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,7	32,0
	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	15,2	13,2	12,6	9,2	11,6	15,0	16,6	16,4	11,1	8,3	9,9	13,1	152,2
Πηγή ενέργειας		Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)		Εκπομπές CO2 (kg/m ²)										
	Ηλεκτρισμός	94,0		93,0										
	Πετρέλαιο	58,1		15,3										
	Φυσικό αέριο	0,0		0,0										
	Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0		0,0										
	Ηλιακή	10,4		0,0										
	Βιομάζα	0,0		0,0										
	Γεωθερμία	0,0		0,0										
	Άλλο ΑΠΕ	0,0		0,0										
	Σύνολο	152,2		108,3										

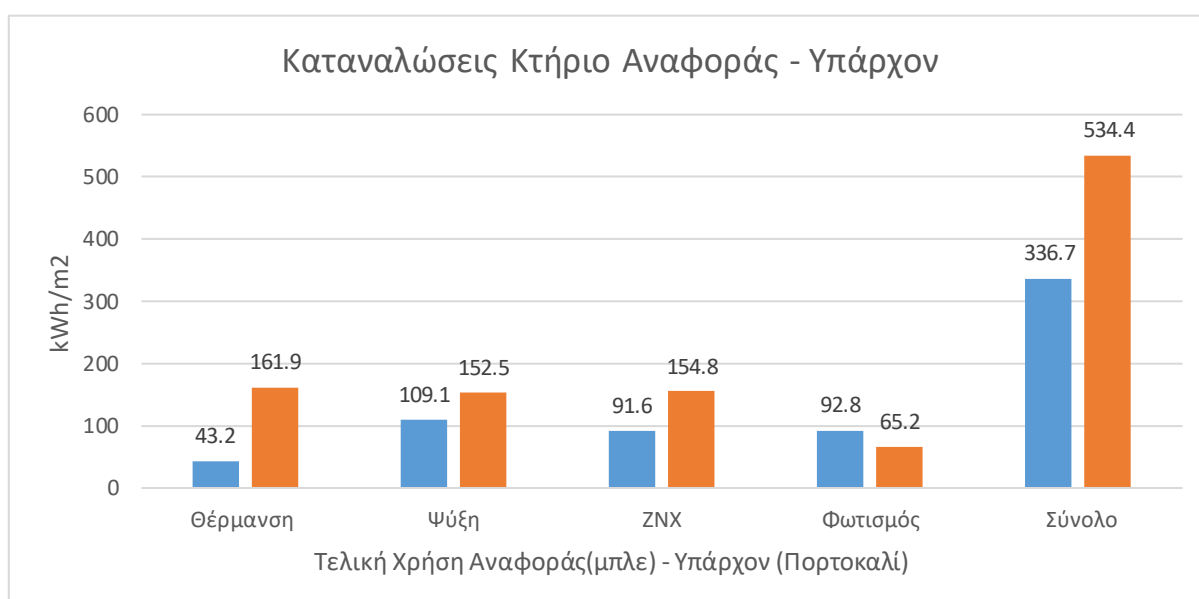
ΕΙΚΟΝΑ 43 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ - ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Εξέταση Αποτελεσμάτων

Σκοπός της εξέτασης των αποτελεσμάτων είναι αφενός η διερεύνηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και σε δεύτερο χρόνο, εάν αυτό αποδειχθεί ενεργοβόρο, η αναζήτηση των αιτιών της αυξημένης κατανάλωσης. Η εξέταση αφορά τις καρτέλες Ενεργειακής Κατηγορίας & Μηνιαίων Ενεργειακών Απαιτήσεων - Καταναλώσεων.

Καρτέλα Ενεργειακής Κατηγορίας

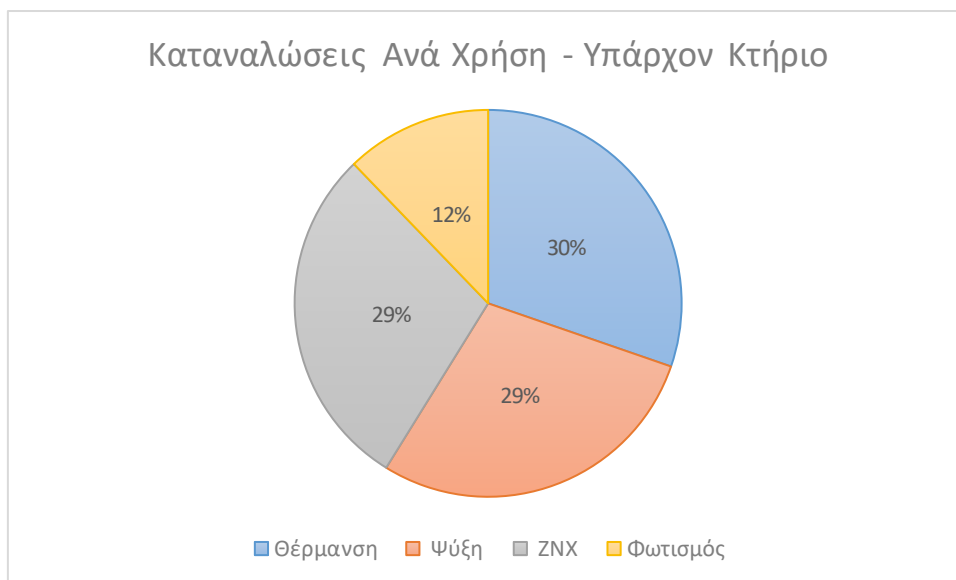
1. Το κτήριο θεωρείται ενεργειακά μη αποδοτικό (Ενεργειακή Κατηγορία Δ) συνολική κατανάλωση 534,5 kWh/m².
2. Με κριτήριο το κτήριο αναφοράς, ιδιαίτερα αυξημένες είναι οι ενεργειακές καταναλώσεις θέρμανσης (375% του κτηρίου αναφοράς) και σε δεύτερο επίπεδο οι καταναλώσεις ΖΝΧ (169%) και Ψύξης (152,5%).
3. Ως προς τις συνολικές καταναλώσεις του Υπάρχοντος Κτηρίου



ΣΧΗΜΑ 7 - ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ - ΥΠΑΡΧΟΝ

	Αναφοράς	Υπάρχον	Υπάρχον/Αναφοράς
	kWh/m ²	kWh/m ²	
Θέρμανση	43.2	161.9	375%
Ψύξη	109.1	152.5	141%
ZNX	91.6	154.8	169%
Φωτισμός	92.8	65.2	70%
ΑΠΕ	0	0	-
Σύνολο	336.7	534.5	159%

ΠΙΝΑΚΑΣ 17 - ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ, ΥΠΑΡΧΟΝ/ΑΝΑΦΟΡΑΣ



ΣΧΗΜΑ 8 - ΠΟΣΟΣΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΥΠΑΡΧΟΝ ΚΤΗΡΙΟ

Καρτέλα Μηνιαίων Ενεργειακών Απαιτήσεων – Καταναλώσεων

Στην καρτέλα απαιτήσεων – καταναλώσεων έχουμε τη δυνατότητα να εναλλάσσουμε μεταξύ τιμών κτηρίου αναφοράς και υπάρχοντος κτηρίου.

	Απαιτήσεις		Καταναλώσεις	
	Αναφοράς	Υπάρχον	Αναφοράς	Υπάρχον
Θέρμανση	11,6	80	25	114,1
Ψύξη	71,4	73,1	35,4	50
ZNX	52,7	52,7	59,3	53,5
Φωτισμός			30,7	21,9

ΠΙΝΑΚΑΣ 18 - ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ, ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ/ΥΠΑΡΧΟΝ

1. Συγκρίνοντας τις ενεργειακές απαιτήσεις το υπάρχον κτήριο παρουσιάζει 689% μεγαλύτερες απαιτήσεις του κτηρίου αναφοράς, (ενώ οι χρήσεις ψύξης και ZNX είναι παραπλήσιες). Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι το υπάρχον κτήριο διαθέτει υψηλό μεσοσταθμικός συντελεστή θερμοπερατότητας σε σχέση με το κτήριο αναφοράς. Μας στρέφει στην κατεύθυνση εγκατάστασης μόνωσης και ανανέωσης των κουφωμάτων.
2. Συγκρίνοντας τις ενεργειακές καταναλώσεις:
 - a. Η κατανάλωση θέρμανσης του υπάρχοντος κτηρίου είναι 456% μεγαλύτερη του κτηρίου αναφοράς, ποσοστό μικρότερο του 689% των ενεργειακών απαιτήσεων. Αυτό υποδεικνύει ότι ο βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης είναι πιθανώς ανώτερος του κτηρίου αναφοράς, και οδηγεί σε μείωση της διαφοράς καταναλώσεων
 - b. 141% μεγαλύτερη κατανάλωση ψύξης στο υπάρχον κτήριο. Εφόσον οι απαιτήσεις ψύξης είναι ίδιες, υποδεικνύει χαμηλή απόδοση του συστήματος ψύξης έναντι του κτηρίου αναφοράς.
 - c. Κοινές τιμές κατανάλωσης ZNX. Ωστόσο, η καρτέλα κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας δίνει 169% μεγαλύτερες καταναλώσεις από το κτήριο

αναφοράς. Η διαφορά οφείλεται ενδεχομένως στις διαφορετικές πηγές ενέργειας και συστημάτων θέρμανσης που χρησιμοποιούνται στα δύο σενάρια. Ποσοστό των αναγκών ZNX στο κτήριο αναφοράς καλύπτεται από Ηλιοθερμικά συστήματα ή/και την κεντρική μονάδα θέρμανσης, ενώ στο υπάρχον όλες οι ανάγκες ZNX καλύπτονται αποκλειστικά από Τοπικούς Ηλεκτρικούς Θερμαντήρες (μεγαλύτερος συντελεστής μετατροπής πρωτογενούς ενέργειας)

Προτεινόμενες Συστάσεις

1. Εφαρμογή εξωτερικής μόνωσης, μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας, για τον περιορισμό των ενεργειακών απαιτήσεων θέρμανσης και ψύξης.
2. Εγκατάσταση διπλών κουφωμάτων, χαμηλότερου συντελεστή θερμοπερατότητας για τον περιορισμό των ενεργειακών αναγκών θέρμανσης και ψύξης.
3. Εγκατάσταση διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών υψηλότερης κατηγορίας, κυρίως στις ζώνες 2 & 3.
4. Εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη.
5. Προαιρετικά, εγκατάσταση μονάδων παραγωγής θέρμανσης και ψύξης υψηλότερου βαθμού απόδοσης, ή/και άλλης μορφής καυσίμου.

Πέρα των βασικών συστάσεων θα εξετασθούν και άλλα σενάρια βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου με σκοπό την κατάταξη του σε ενεργειακή κατηγορία Β ή ανώτερη.

5.3 Προσθήκες και Νέα Συστήματα

Σε αυτό το τμήμα της εργασίας εξετάζεται η ενεργειακή απόδοση του παρόντος κτηρίου, με την προσθήκη ή αντικατάσταση διαφόρων συστημάτων. Κάθε παράγραφος επομένως αποτελεί προσομοίωση της απόδοσης του κτηρίου, υπό τις αρχικές εγκαταστάσεις, με την προσθήκη ενός νέου συστήματος κάθε φορά. Για κάθε κατηγορία στοιχείων και συστημάτων του κτηρίου (*Σύστημα Θέρμανσης & Ψύξης, Θερμομόνωση, Κουφώματα, Ηλ. Συλλέκτης, Α.Π.Ε, Διατάξεις Ελέγχου*), έχουν αναζητηθεί προϊόντα από την ελληνική αγορά (έτος 2022).

Κάθε μονάδα/σύστημα προς εξέταση συνοδεύεται από τα τεχνικά χαρακτηριστικά και το κόστος, όπως αυτά παρέχονται από τον αρμόδιο κατασκευαστή και έμπορο. Με χρήση του λογισμικού TEE-KENAK, προσομοιώνεται εκ νέου η λειτουργία του κτηρίου με την εκάστοτε προσθήκη και εξάγονται τα αποτελέσματα ενεργειακών καταναλώσεων και οικονομοτεχνικά στοιχεία αξιολόγησης της επένδυσης. Στο τέλος της παραγράφου αντιπαραβάλλονται τα διάφορα συστήματα μεταξύ τους, με κριτήριο την εξοικονομούμενη ενέργεια και το κόστος ανά μονάδα εξοικονομούμενης ενέργειας του καθενός, προκειμένου να καταλήξουμε στην κατάταξη των πιο συμφερούσων λύσεων.

5.3.1 Ηλιακός Συλλέκτης για ZNX

Το υπάρχον κτήριο δεν διαθέτει Ηλιακό Συλλέκτη. Εξετάζεται η εγκατάσταση Ηλιακού Συλλέκτη στην 2^η Ζώνη (Υπνοδωμάτια, εκτιμάται $\approx 1,5m^2$ ανά άτομο), και την 3^η Ζώνη (Εστιατόριο $\approx 1m^2$ ανά άτομο).

Κατασκευαστής: MEGASUN

Μοντέλο: 350 E (5,24 m²)

Τύπος: Επιλεκτικός Επίπεδος

Συνολική Επιφάνεια : 2^η Ζώνη $5,24 \times 3 = 15,72 m^2$, 3^η Ζώνη $5,24 \times 2 = 10,48 m^2$ m²,
Σύνολο: 26,2 m²

Συντελεστής Αξιοποίησης Ηλ. Ακτινοβολίας $\alpha=0,364$

Προσανατολισμός: $\gamma = 0^\circ$ Κλίση $\beta = 30^\circ$

Συντελεστής Σκίασης $F_s = 1,0$

Κόστος: 7860 € (300€/m²)

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)				
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Θέρμανση	43,3	161,7	161,7
	Ψύξη	102,5	144,9	144,9
	ZNX	92,3	156,3	70,6
	Φωτισμός	88,9	63,5	63,5
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	327,0	526,4	440,8
	Κατάταξη	-	Δ	Γ

ΕΙΚΟΝΑ 44 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

	Εξοικονόμηση και κόστος	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	6.621,5	10.605,6	9.043,0
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			7.860,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			85,7
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			16,3
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			29,2
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,0

ΕΙΚΟΝΑ 45 - ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

5.3.2 Σύστημα Θέρμανσης

- **Στο σύστημα Θέρμανσης εξετάζεται η αντικατάσταση της μονάδας παραγωγής.
- **Διατηρείται το αρχικό δίκτυο θέρμανσης (χαμηλών θερμοκρασιών – τερματικά fan coils)
- **Οι μονάδες παραγωγής θέρμανσης θεωρείται πως καλύπτουν όλες τις θερμικές ζώνες του κτηρίου.

Λέβητας Φυσικού Αερίου (Σενάριο 1)

Μοντέλο : VAILANT eco TEC Plus VU 1006-5

(Φυσικό Αέριο αντιστοιχεί σε μικρότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με το πετρέλαιο θέρμανσης)

Ισχύς: 92 (kW) Βαθμός Απόδοσης: 0,94

Κόστος 5345,00 €

Αερόψυκτη Αντλία Θέρμανσης (Σενάριο 2)

Μοντέλο: Climaveneta AW-HT 0262 (υψηλών θερμοκρασιών)

Ισχύς : 84,9 (kW) SCOP=3,14

Κόστος 3700,00 €

Υδροψυκτη Αντλία Θερμότητας (Σενάριο 3)

Μοντέλο: Climaveneta WW-HT 0182 (υψηλών θερμοκρασιών)

Ισχύς : 5,56 (kW) SCOP=5,56

Κόστος: 10600,00 €

Παρατηρήσεις

Κατάταξη Μονάδων Θέρμανσης (ως προς κόστος εξοικονομούμενης μονάδας ενέργειας (€/kWh))

Μονάδα Παραγωγής	Τιμή Εξοικονομούμενης Ενέργειας (€/kWh)
Υδροψυκτική Αντλία Θέρμανσης	0,7
Λέβητας Φυσικού Αερίου	1,1
Αερόψυκτική Αντλία Θέρμανσης	1,2

ΠΙΝΑΚΑΣ 19 - ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η υδροψυκτική αντλία θερμότητας δίνει την μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας με το μεγαλύτερο αρχικό κόστος επένδυσης. Ωστόσο αποτελεί την πλέον συμφέρουσα λύση διότι δίνει την χαμηλότερη τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας 0,7 €/kWh.

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)						
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
►	Θέρμανση	43,3	171,9	156,1	152,9	126,8
	Ψύξη	102,5	144,9	144,9	144,9	144,9
	ΖΗΧ	92,3	156,3	156,3	156,3	156,3
	Φωτισμός	88,9	63,5	63,5	63,5	63,5
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	327,0	536,7	520,8	517,6	491,5
	Κατάταξη	-	Δ	Δ	Δ	Δ

ΕΙΚΟΝΑ 46 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής						
	Εξοικονόμηση και κόστος	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
►	Λειτουργικό κόστος (€)	6.621,5	10.891,1	9.533,7	9.443,6	8.966,8
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			5.345,0	7.400,0	10.000,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			15,9	19,0	45,2
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			3,0	3,5	8,4
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,1	1,2	0,7
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			9,0	-5,0	3,9
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			3,9	5,1	5,2

ΕΙΚΟΝΑ 47 - ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

5.3.3 Σύστημα Ψύξης

**Στο σύστημα Ψύξης εξετάζεται η αντικατάσταση της μονάδας παραγωγής καθώς το δίκτυο και οι τερματικές μονάδες είναι κοινό με του συστήματος θέρμανσης. Οι μονάδες παραγωγής προς εγκατάσταση εξυπηρετούν όλες τις θερμικές ζώνες του κτιρίου.

Αερόψυκτος Ψύκτης - Σενάριο 1

Κατασκευαστής Climaveneta

Μοντέλο: i-N/X 0202P

Ισχύς : 63,1 kW

EER = 2,88 ESEER = 4,17

Κόστος: 8000€

Υδρόψυκτος Ψύκτης – Σενάριο 2

Κατασκευαστής Climaveneta

Μοντέλο: NX-W 0202

Ισχύς : 65,3 kW

EER = 4,96 ESEER = 5,53

Κόστος: 11300€

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)					
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
▶	Θέρμανση	43,3	161,7	161,7	161,7
	Ψύξη	102,5	144,9	111,1	94,2
	ZHX	92,3	156,3	156,3	156,3
	Φωτισμός	88,9	63,5	63,5	63,5
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	327,0	526,4	492,7	475,8
	Κατάταξη	-	Δ	Δ	Δ

ΕΙΚΟΝΑ 48 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΟΝΑΔΩΝ ΨΥΞΗΣ

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής					
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	6.621,5	10.605,6	9.990,4	9.681,1
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			8.000,0	11.300,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			33,7	50,7
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			6,4	9,6
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,8	0,7
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			11,5	17,3
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			13,0	12,2

ΕΙΚΟΝΑ 49 - ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΨΥΞΗΣ

Παρατηρήσεις

Κατάταξη Μονάδων Θέρμανσης (ως προς κόστος εξοικονομούμενης μονάδας ενέργειας (€/kWh))

Μονάδα Παραγωγής	Τιμή Εξοικονομούμενης Ενέργειας (€/kWh)
Υδρόψυκτη Ψύκτης	0,7
Αερόψυκτός Ψύκτης	0,8

ΠΙΝΑΚΑΣ 20 - ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΟΝΑΔΩΝ ΨΥΞΗΣ

Ο υδρόψυκτος Ψύκτης δίνει την μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας με το μεγαλύτερο όμως αρχικό κόστος επένδυσης. Ωστόσο μακροπρόθεσμα υπερτερεί ελάχιστα η μονάδα του υδρόψυκτου ψύκτη, με την χαμηλότερη τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας 0,7 €/kWh. Αποτελεί την πρώτη επιλογή ανάμεσα στις δύο μονάδες.

5.3.4 Θερμομόνωση

Το κτήριο ξενοδοχειακής εγκατάστασης παρουσιάζει πλήρη έλλειψη μόνωσης (σύμφωνα με την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας) σε Ισόγειο, Α' και Β' Όροφο. Ο Γ' όροφος έχει εγκατεστημένη στρώση μόνωσης, σύμφωνα με τις τιμές της μελέτης θερμομόνωσης. Εξετάζουμε την εγκατάσταση νέας μόνωσης στο σύνολο του κτηρίου (και στον όροφο Γ') πλην των Μ.Θ.Χ.

Κοινά θερμομονωτικά υλικά στην ελληνική αγορά:

Μονωτικό Υλικό	Πάχος (mm)	$\lambda(W/mK)$	Θερμική Αντίσταση Μόνωσης	Κόστος (€/m ²)	Κόστος Υλ. +Εργατικά	Συνολικό (€)
Πετροβαμβακας	70	0.036	1.944	6.00 €	31.00 €	13,002.33 €
Ορυκτοβαμβακας 032(138)	70	0.032	2.188	6.30 €	31.30 €	13,128.16 €
Ορυκτοβαμβακας 037(116)	70	0.037	1.892	3.90 €	28.90 €	12,121.53 €
Εξ, Πολυστερίνη	70	0.033	2.121	11.30 €	36.30 €	15,225.31 €
Γραφίτουχα Εξ, Πολυστερίνη	70	0.03	2.333	13.00 €	38.00 €	15,938.34 €
Διογκομένη Πολυστερίνη	70	0.036	1.944	6.50 €	31.50 €	13,212.05 €
Γραφίτουχα Δ, Πολυστερίνη	70	0.031	2.258	10.50 €	35.50 €	14,889.77 €
Φελός	80	0.04	2.000	25.00 €	50.00 €	20,971.50 €

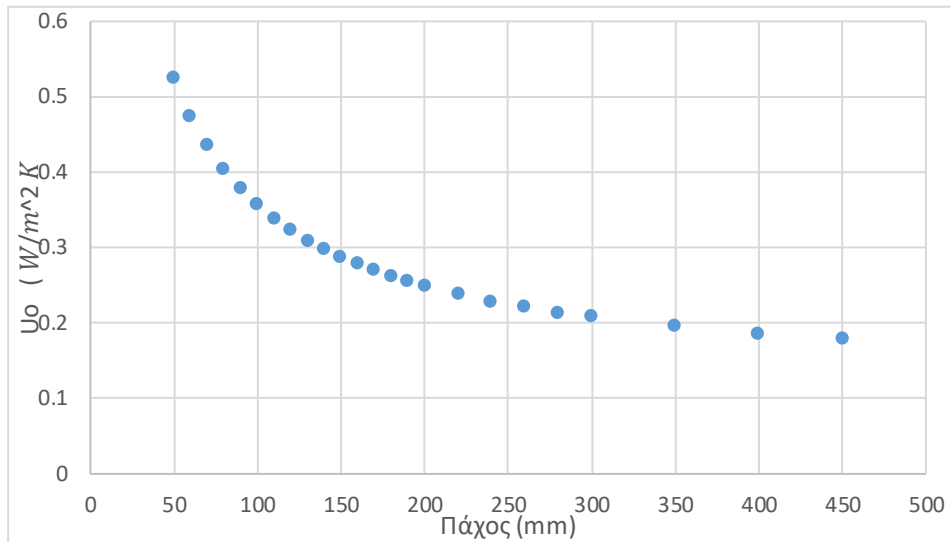
ΠΙΝΑΚΑΣ 21 - ΧΑΡΑΚΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΡΩΣΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ - ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

**Ενδεικτική η τιμή πάχους 70mm, απαντάται στις περισσότερες σύγχρονες εγκαταστάσεις.

Καθορισμός Πάχους (mm) Θερμομόνωσης

Καθοριστική παράμετρος της θερμομονωτικής ικανότητας του κτηρίου αποτελεί το πάχος (mm) της θερμομονωτικής στρώσης, που καθορίζει τον συντελεστή θερμοπερατότητας U_0 (W/m^2K).

Στο Σχήμα 9 - Διάγραμμα Θερμοπερατότητας - Πάχους Θερμομονωτικής Στρώσης, φαίνεται η μεταβολή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλων των Αδιαφανών Επιφανειών του κτηρίου ανάλογα με το πάχος της στρώσης. Το γράφημα προέκυψε για υλικό την γραφίτουχα εξηλασμένη πολυστερίνη, καθώς έχει τον χαμηλότερο συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας, $\lambda = 0,030 \left(\frac{W}{mK}\right)$ και δίνει τις χαμηλότερες τιμές της καμπύλης. Κάθε άλλο υλικό, παρουσιάζει όμοια καμπύλη, μετατοπισμένη σε μεγαλύτερες τιμές U_0 .



ΣΧΗΜΑ 9 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ - ΠΑΧΟΥΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΣΤΡΩΣΗΣ

Όπου

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (m^2K/W)$$

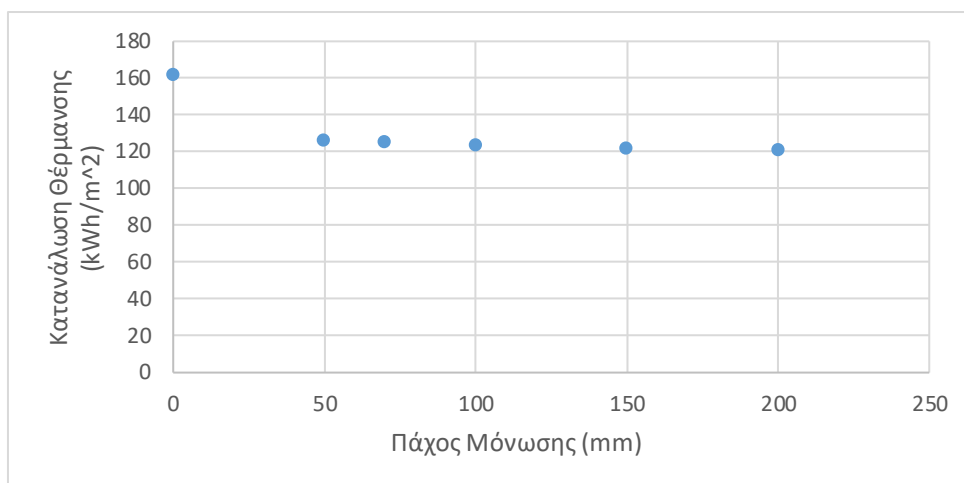
$$U = \frac{1}{R} = \frac{\lambda}{d} \quad (W/m^2K)$$

Παρατηρούμε από το γράφημα, πως ο ρυθμός μείωσης του συντελεστή θερμοπερατότητας μειώνεται σημαντικά πέραν του πάχους των 100 (mm) και των 0,3 (W/m²K). Δεν αναμένεται επομένως σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας πέραν αυτών των τιμών.

Σημείωση: Δεν υφίσταται πάχος μόνωσης >150 (mm) στην αγορά. Οι τιμές >150 (mm) στο διάγραμμα προστέθηκαν για την βελτίωση της απεικόνισης της καμπύλης και την διευκόλυνση στην αντίληψη της συμπεριφοράς της θερμοπερατότητας.

Για την επαλήθευση του παραπάνω ισχυρισμού, εξάγουμε τις τιμές εξοικονόμησης (kWh/m²) που επιτυγχάνονται για διάφορες τιμές του πάχους (mm) με χρήση του λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ. (Πλήρης Έλλειψη μόνωσης Πάχος=0 (mm) μέχρι και άνω όριο στην τιμή 200 (mm). Στο Σχήμα 10 - Διάγραμμα Κατανάλωσης Θέρμανσης - Πάχους Θερμομονωτικής Στρώσης παρατηρείται πως πράγματι δεν επιτυγχάνεται σημαντική επιπλέον εξοικονόμηση για τιμές πάχους >70 (mm).

Σ



ΣΧΗΜΑ 10 - ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ - ΠΑΧΟΥΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΣΤΡΩΣΗΣ

Συνεπώς επιλέγεται το πάχος των 70 (mm) για όλες τις μονώσεις. Για το πάχος των 70 (mm) υπολογίζονται οι τιμές θερμοπερατότητας των Αδιαφανών Επιφανειών για διαφορετικά υλικά μονώσεων, και παραθέτονται στον Πίνακα 22 - Θερμοπερατότητα Επιφανειών Κτηριακού Κελύφους, Για Διαφορετικά Υλικά Θερμομόνωσης, Πάχους 70mm

		Πετροβ.	Ορκτ. 032	Ορκτ. 037	Εξ. Πολ.	Γραφ. Εξ.	Διογκ.	Γραφ. Διογκ	Φελός	όριο ΚΕΝΑΚ
ΟΨΗ Ι1	10.99	0.426	0.386	0.435	0.396	0.365	0.426	0.376	0.464	0.4
Ι1 Π2	1.89	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	2.6
ΟΨΗ Ι2	19.88	0.427	0.387	0.437	0.397	0.366	0.427	0.377	0.466	0.4
ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ ΙΣ.	21.44	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
ΟΨΗ Α1	14.09	0.439	0.397	0.450	0.408	0.375	0.439	0.386	0.480	0.4
ΟΨΗ Α2	6.00	0.419	0.380	0.428	0.390	0.360	0.419	0.370	0.456	0.4
ΟΨΗ Α3	7.55	0.419	0.380	0.428	0.390	0.360	0.419	0.370	0.456	0.4
ΟΨΗ Α4	14.27	0.431	0.390	0.441	0.401	0.369	0.431	0.380	0.471	0.4
ΟΨΗ Α5	7.80	0.428	0.388	0.438	0.398	0.367	0.428	0.378	0.467	0.4
ΟΨΗ Β1	14.09	0.439	0.397	0.450	0.408	0.375	0.439	0.386	0.480	0.4
ΟΨΗ Β2	6.00	0.419	0.380	0.428	0.390	0.360	0.419	0.370	0.456	0.4
ΟΨΗ Β3	7.55	0.419	0.380	0.428	0.390	0.360	0.419	0.370	0.456	0.4
ΟΨΗ Β4	14.27	0.431	0.390	0.441	0.401	0.369	0.431	0.380	0.471	0.4
ΟΨΗ Β5	7.80	0.428	0.388	0.438	0.398	0.367	0.428	0.378	0.467	0.4
ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ Α.Β	93.30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
ΟΡΟΦΗ Β	14.30	0.440	0.398	0.450	0.408	0.376	0.440	0.387	0.481	0.4
ΔΑΠΟΕΔΟ Α	47.50	0.433	0.392	0.443	0.402	0.371	0.433	0.381	0.473	0.4
		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
ΟΨΗ Γ1	22.64	0.278	0.261	0.282	0.265	0.251	0.278	0.256	0.294	0.4
ΟΨΗ Γ2	14.27	0.282	0.264	0.286	0.269	0.254	0.282	0.259	0.298	0.4
ΟΨΗ Γ3	7.80	0.281	0.263	0.285	0.268	0.253	0.281	0.258	0.297	0.4
ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ Γ	40.65	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
ΟΡΟΦΗ Γ	81.60	0.240	0.227	0.243	0.230	0.220	0.240	0.223	0.252	0.4
		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	320.29									
Ι3 - ΜΘΧ1	30.24	0.279	0.261	0.283	0.266	0.252	0.279	0.257	0.295	0.9
ΔΑΠΕΔΟ ΙΣ. - ΜΘΧ2	38	0.409	0.372	0.418	0.382	0.353	0.277	0.363	0.444	0.8
		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Α6 - ΜΘΧ1	17.61	0.283	0.265	0.287	0.269	0.255	0.283	0.260	0.299	0.9
Α6 - ΜΘΧ1 Π1	1.89	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	0.9
Β6 - ΜΘΧ1	17.61	0.283	0.265	0.287	0.269	0.255	0.283	0.260	0.299	0.9
Β6 - ΜΘΧ1 Π1	1.89	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	0.9
ΔΑΠΕΔΟ Α - ΜΘΧ1	10.4	0.409	0.372	0.418	0.382	0.353	0.409	0.363	0.444	0.8
		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
Γ3 - ΜΘΧ1	17.61	0.283	0.265	0.287	0.269	0.255	0.283	0.260	0.299	0.9
Γ3 - ΜΘΧ1 Π1	1.89	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	0.9
Um Κτηρίου	1,92	0,703	0,708	0,762	0,768	0,720	0,751	0,727	0,778	0,93

ΠΙΝΑΚΑΣ 22 - ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ, ΓΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ, ΠΑΧΟΥΣ 70ΜΜ

***Εφαρμογή της θερμομόνωσης έγινε μόνο εξωτερικά των θερμαινόμενων χώρων (Εξωτερικοί Τοίχοι, Δάπεδα, Οροφές). Δεν εφαρμόστηκε θερμομόνωση στους Μ.Θ.Χ. , καθώς δεν εξασφαλίζει σημαντική εξοικονόμηση. ΠΠ=πόρτες, δεν εφαρμόστηκε θερμομόνωση.*

***Για όλα τα υλικά θερμομόνωσης ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας, (που προκύπτει συνυπολογίζοντας τα αρχικά κουφώματα αλουμινίου) είναι κάτω του ορίου του Κ.Εν.Α.Κ.*

***Ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου U_{m} μειώνεται κάτω από το όριο του ΚΕΝΑΚ, για κάθε περίπτωση*

0,440 > 0,4

Η εξοικονόμηση ενέργειας και τα οικονομικές παράμετροι για την εγκατάσταση κάθε υλικού υπολογίσθηκαν με το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ.

ΕΙΚΟΝΑ 5.15 - ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ - ΟΡΥΚΤΟΒΑΜΒΑΚΑΣ 032 - ΟΡΥΚΤΟΒΑΜΒΑΚΑΣ 037

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής						
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	6.621,5	10.483,1	9.297,7	9.292,8	9.314,6
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			9.929,0	10.025,1	9.256,4
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			45,4	45,5	44,6
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			8,7	8,7	8,6
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,7	0,7	0,7
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			11,7	11,7	11,5
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			8,4	8,4	7,9

ΕΙΚΟΝΑ 51 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ - ΟΡΥΚΤΟΒ. 032 - ΟΡΥΚΤΟΒΑΜ. 037

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής						
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	6.621,5	10.483,1	9.287,6	9.272,8	9.297,7
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			11.632,5	12.180,8	9.929,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			45,7	46,3	45,4
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			8,8	8,9	8,7
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,8	0,8	0,7
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			11,8	12,0	11,7
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			9,7	10,1	8,4

ΕΙΚΟΝΑ 52 – Σ1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗ ΠΟΛ. – Σ2 ΓΡΑΦΙΤΟΥΧΑ ΕΞ. ΠΟΛ. – Σ3 ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛ.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής					
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	6.621,5	10.483,1	9.278,0	9.294,4
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			11.210,2	16.014,5
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			46,1	45,5
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			8,9	8,7
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,8	1,1
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			11,9	11,8
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			9,3	13,5

ΕΙΚΟΝΑ 50 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΡΑΦΙΤΟΥΧΑ Σ1 ΔΙΟΓΚ. ΠΟΛ. -Σ2 ΦΕΛΛΟΣ

Παρατηρήσεις:

- Όλα τα υλικά για το πάχος των 70 (mm) εξασφαλίζουν παραπλήσιες τιμές εξοικονόμησης με μέγιστη απόκλιση από την μέση τιμή της τάξης του 2%.
- Όλα τα υλικά (πλην του φελλού) παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές κόστους εξοικονομούμενης ενέργειας ($\approx 0,75$ €/kWh) και περιόδου αποπληρωμής ($\approx 8,8$ έτη)
- Υλικά που δεν ξεπερνούν το όριο θερμοπερατότητας αδιαφανούς επιφάνειας του ΚΕΝΑΚ είναι:
 - Ορυκτοβάμβακας 032
 - Γραφιτούχα Εξηλασμένη Πολυστερίνη
 - Γραφιτούχα Διογκωμένη Πολυστερίνη
- Συνεπώς η επιλογή του υλικού θερμομόνωσης γίνεται βάση των ιδιοτήτων καθενός. Ο ορυκτοβάμβακας 032, (όπως όλοι οι ορυκτοβάμβακες) παρουσιάζει ιδιαιτερότητες στην εγκατάσταση προκειμένου να γίνει ορθά η εφαρμογή, σε αντίθεση με τις πολυστερίνες που έχουν απλή μεθοδολογία εφαρμογής χωρίς σημαντικές τεχνικές απαιτήσεις. Αποκλείοντας τον ορυκτοβάμβακα, επιλέγουμε ανάμεσα από τις δύο γραφιτούχες πολυστερίνες την Διογκωμένη μορφή, αφού και οι δύο δίνουν παραπλήσιες τιμές θερμοπερατότητας, με την Διογκωμένη να έχει το μικρότερο κόστος.

Υλικό Επιλογής : Γραφιτούχα Διογκωμένη Πολυστερίνη, Πάχους 70(mm)

5.3.5 Σύστημα Κουφωμάτων

Διπλά Αλουμινίου

Alumil Albio 225 thermo

Υαλοπίνακας : Διπλός – Ενεργειακός $U_g = 1,1$

Πλαίσιο : (Συντελεστής U_f αναγράφεται για κάθε πλαίσιο ξεχωριστά)

(με θερμοδιακοπή)

Κόστος: 12500€

Ισογειο	Υψος	Πλατος	διάκενο	U_f	U_g	Ψ_g	U_w
Π1	1.2	1	0.012	3.36	1.1	0.011	2.087
Π2	1	2	0.012	3.36	1.1	0.011	1.938
Π3	1	1	0.012	3.36	1.1	0.011	2.162
Π7	0.8	0.75	0.012	2.07	1.1	0.011	1.683
Θ1	2.1	0.9					
1ος 2ος							
2x M1	2.3	1.6	0.012	3.36	1.1	0.011	1.706
M2	2.3	2.6	0.012	3.36	1.1	0.011	1.575
Π1	1.2	1	0.012	3.36	1.1	0.011	2.087
Π4	1	0.6	0.012	2.07	1.1	0.011	1.706
Π3	1	1	0.012	2.07	1.1	0.011	1.574
Π7	0.8	0.75	0.012	2.07	1.1	0.011	1.683
3ο1							
2x M3	2.3	1.6	0.012	3.36	1.1	0.011	1.706
M4	2.3	2.6	0.012	3.36	1.1	0.011	1.575
Π5	1.3	1	0.012	3.36	1.1	0.011	2.058
Π6	1	0.6	0.012	2.07	1.1	0.011	1.600
Π7	0.8	0.75	0.012	2.07	1.1	0.011	1.582

Πίνακας 23 - Χαρακτηριστικά Κουφωμάτων Αλουμινίου

Διπλά PVC

KOMMERLING 76 AD, Premierline

Υαλοπίνακας : Διπλός Ενεργειακός $U_g = 1,1$

Πλαίσιο : $U_f = 1,2$

(Με θερμοδιακοπή)

Κόστος : 10300€

Ισογειο	Υψος	Πλατος	διάκενο	Uf	Ug	Ψg	Uw
Π1	1.2	1	0.014	1.2	1.1	0.08	1.362
Π2	1	2	0.014	1.2	1.1	0.08	1.333
Π3	1	1	0.014	1.2	1.1	0.08	1.377
Π7	0.8	0.75	0.014	1.2	1.1	0.08	1.420
Θ1	2.1	0.9					
1ος 2ος							
2x M1	2.3	1.6	0.014	1.2	1.1	0.08	1.273
M2	2.3	2.6	0.014	1.2	1.1	0.08	1.238
Π1	1.2	1	0.014	1.2	1.1	0.08	1.362
Π4	1	0.6	0.014	1.2	1.1	0.08	1.435
Π3	1	1	0.014	1.2	1.1	0.08	1.377
Π7	0.8	0.75	0.014	1.2	1.1	0.08	1.420
3ο1							
2x M3	2.3	1.6	0.014	1.2	1.1	0.08	1.273
M4	2.3	2.6	0.014	1.2	1.1	0.08	1.238
Π5	1.3	1	0.014	1.2	1.1	0.08	1.357
Π6	1	0.6	0.014	1.2	1.1	0.08	1.435
Π7	0.8	0.75	0.014	1.2	1.1	0.08	1.420

Πίνακας 24 - Χαρακτηριστικά Κουφωμάτων PVC

Διπλά Ξύλινα

Υαλοπίνακας : Διπλός Ενεργειακός $U_g = 1,1$

Πλασίο : $U_f = 2,2$

(Χωρίς θερμοδιακοπή)

Κόστος: 9200€

Ισογειο	Υψος	Πλατος	διάκενο	Uf	Ug	Ψg	Uw
Π1	1.2	1	0.014	2.2	1.1	0.08	1.824
Π2	1	2	0.014	2.2	1.1	0.08	1.726
Π3	1	1	0.014	2.2	1.1	0.08	1.873
Π7	0.8	0.75	0.014	2.2	1.1	0.08	2.029
Θ1	2.1	0.9					
1ος 2ος							
2x M1	2.3	1.6	0.014	2.2	1.1	0.08	1.557
M2	2.3	2.6	0.014	2.2	1.1	0.08	1.462
Π1	1.2	1	0.014	2.2	1.1	0.08	1.824
Π4	1	0.6	0.014	2.2	1.1	0.08	2.068
Π3	1	1	0.014	2.2	1.1	0.08	1.873
Π7	0.8	0.75	0.014	2.2	1.1	0.08	2.029
3ο1							
2x M3	2.3	1.6	0.014	2.2	1.1	0.08	1.557
M4	2.3	2.6	0.014	2.2	1.1	0.08	1.462
Π5	1.3	1	0.014	2.2	1.1	0.08	1.805
Π6	1	0.6	0.014	2.2	1.1	0.08	2.068
Π7	0.8	0.75	0.014	2.2	1.1	0.08	2.029

ΠΙΝΑΚΑΣ 25 - ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΞΥΛΙΝΩΝ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)						
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Θέρμανση	43,3	161,7	145,9	144,4	145,5
	Ψύξη	102,5	144,9	143,1	142,9	143,0
	ΖΝΧ	91,7	155,1	155,1	155,1	155,1
	Φωτισμός	88,9	63,5	63,5	63,5	63,5
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	326,5	525,2	507,7	506,0	507,2
	Κατάταξη	-	Δ	Δ	Δ	Δ

ΕΙΚΟΝΑ 53 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής						
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	6.605,8	10.583,6	10.109,7	10.064,3	10.097,1
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			12.492,0	10.324,0	9.291,6
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			17,6	19,3	18,1
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			3,3	3,7	3,4
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			2,3	1,7	1,7
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			4,4	4,8	4,5
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			26,4	19,9	19,1

ΕΙΚΟΝΑ 54 - ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Παρατηρήσεις

Τα συστήματα κουφωμάτων δίνουν όλα παραπλήσιες τιμές εξοικονόμησης ενέργειας στις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης της τάξεως 18 kWh/m^2 .

Παρουσιάζουν σημαντικά υψηλό κόστος εξοικονομούμενης ενέργειας και χρόνους αποπληρωμής. Αιτία της χαμηλής εξοικονόμησης είναι η μικρή συνολική επιφάνεια των κουφωμάτων σε σχέση με το σύνολο εξωτερικής επιφάνειας του κελύφους. Η συνολική επιφάνεια των κουφωμάτων αποτελεί το $\sum A_W / \sum A_{\text{συνολικό}} = 4,7\%$. Συνεπώς όποια επέμβαση στο κουφώματα του κτηρίου θα έχει μικρή επίδραση στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Ωστόσο, μεταξύ των διαφορετικών τύπων η πλέον συμφέρουσα λύση θεωρούνται τα κουφώματα PVC αφού δίνουν την μεγαλύτερη εξοικονόμηση στο ίδια τιμή κόστους.

5.3.6 Συστήματα Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε)

Για τα συστήματα Α.Π.Ε θα εξετασθεί η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ, στην οροφή του 3^{ου} ορόφου του κτιρίου, διαθέσιμου εμβαδού 100 m^2 .

Τύπος: Μονοκρυσταλλικό

Συντελεστής Απορρόφησης: 0,199

Επιφάνεια: $75,14 \text{ m}^2$

Ισχύς 15 kW

Προσανατολισμός: $\gamma = 0^\circ$ Κλίση $\beta = 30^\circ$

Συντελεστής Σκίασης $F_s = 1,0$

Με συμψηφισμό

Κόστος: $15800,00 \text{ €}$ (200 €/m^2)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Θέρμανση	43,2	161,9	161,9
	Ψύξη	109,1	152,5	152,5
	ΖΝΧ	91,6	154,8	154,8
	Φωτισμός	92,8	65,2	65,2
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	165,1
	Σύνολο	336,7	534,5	369,4
	Κατάταξη	-	Δ	Γ

ΕΙΚΟΝΑ 56 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ Α.Π.Ε

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Λειτουργικό κόστος (€)	6.761,3	10.746,1	7.733,8
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			15.779,4
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			165,1
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			30,9
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			56,4
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			5,2

ΕΙΚΟΝΑ 55 - ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ Α.Π.Ε

Παρατηρήσεις

Το σύστημα φωτοβολταϊκών δίνει μεγάλη εξοικονόμηση της τάξεως των 165,1 kWh/m², με σημαντικό αρχικό κόστος επένδυσης. Ωστόσο λόγω της σημαντικής εξοικονόμησης η τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα : 0,3 €/kWh.

5.3.7 Διατάξεις Ελέγχου & Αυτοματισμοί

Πολλά επίπεδα ελέγχου του κτηρίου βρίσκονται ήδη στην κατηγορία Α. Απομένει η αναβάθμιση ελέγχου του συστήματος μηχανικού αερισμού, και η προσθήκη συστήματος αντιστάθμισης και για τις τρεις ζώνες, για την ολική αναβάθμιση στην κατηγορία Α σε θέρμανση και ψύξη.

1^η Ζώνη: Θέρμανση – Α, Ψύξη - Α

2^η Ζώνη: Θέρμανση – Α, Ψύξη - Α

3^η Ζώνη: Θέρμανση – Α, Ψύξη – Α

Κόστος : 5000€

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)				
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	43,3	161,7	110,5
	Ψύξη	102,5	144,9	75,9
	ΖΝΧ	91,7	155,1	155,1
	Φωτισμός	88,9	63,5	63,5
	Συνεισφορά ΑΓΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	326,5	525,2	405,1
	Κατάταξη	-	Δ	Γ

ΕΙΚΟΝΑ 57 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής				
	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	6.605,8	10.583,6	8.054,6
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			0,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m ²)			120,1
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			22,9
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,0
	Μείωση εκπομπών CO ₂ (Kg/m ²)			37,5
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			0,0

ΕΙΚΟΝΑ 58 - ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

Με εγκατάσταση διατάξεων ελέγχου ανώτερης κατηγορίας σε όλες τις ζώνες σημειώνεται σημαντική εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας των 120 (kWh/m²).

Παρατήρηση:

Το λογισμικό δεν υποστηρίζει την καταχώρηση κόστους για τις διατάξεις ελέγχου, για τον υπολογισμό της τιμής εξοικονομούμενης ενέργειας και της περιόδου αποπληρωμής. Τα δύο μεγέθη είναι απαραίτητα για την αξιολόγηση της επένδυσης, συνεπώς υπολογίζονται από εμάς.

Εκτίμηση Τιμής Εξοικονομούμενης Ενέργειας

Άρα για την τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας των διατάξεων ελέγχου :

Εξοικονόμηση Πρωτογενούς: 120,1 (kWh/m²)

Ωφέλιμη Επιφάνεια : (άθροισμα επιφάνειας 3^{ων} ζωνών = 311,4 (m²))

Κόστος Επένδυσης : 5000€

Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας: $\frac{5000\text{€}}{120,1 \text{ (kWh/m}^2\text{)} \cdot 311,4 \text{ (m}^2\text{)}} = 0,133 \text{ €/kWh}$

Εκτίμηση Περιόδου Αποπληρωμής

Λειτουργικό Κόστος Υπάρχον Κτηρίου : 10.483,10 (€/έτος)

Λειτουργικό Κόστος Με Διατάξεις Ελέγχου : 8054 (€/έτος)

Εξοικονόμηση Κεφαλαίου : 10.483 – 8.054 = 2429 (€/έτος)

Εκτιμώμενος Περίοδος Αποπληρωμής : $\frac{\text{Κόστος Επένδυσης}}{\text{Εξοικονόμηση (€/έτος)}} = \frac{5000}{2429} = 2,01 \text{ (έτη)}$

Παρατηρήσεις:

Η εξοικονόμηση των 120,1 (kWh/m²) είναι μερικώς πλασματική ή υπερεκτιμημένη. Προκύπτει από την μέθοδο Κατηγοριών Διατάξεων Ελέγχου και Αυτοματισμών που ακολουθεί το TEE-KENAK.

- Η εξοικονόμηση που εξάγει το λογισμικό TEE-KENAK, εξαρτάται μόνον την συνολική Κατηγορία (Α έως Δ) των διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών του κτηρίου, σύμφωνα με την μέθοδο του Κ.Ε.νΑ.Κ.
- Το αρχικό κτήριο ήδη διαθέτει μεγάλο ποσοστό των αυτοματισμών Κατηγορίας Α, εξασφαλίζοντας πρακτικά εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, η οποία όμως δεν μπορεί να καταχωρηθεί και να μετρηθεί στο λογισμικό του TEE-KENAK.
- Η αναβάθμιση των ελάχιστων εναπομεινάντων συστημάτων, οδηγεί στην ολική αναβάθμιση της Κατηγορίας αυτοματισμών, (από Δ σε Α) και την δυσανάλογα μεγάλη εκτίμηση εξοικονόμησης από το TEE-KENAK.

5.4 Τελικές Εγκαταστάσεις

5.4.1 Διευκρινήσεις

Για τις τελικές εγκαταστάσεις εξετάζονται τρία σενάρια διαφορετικής σκοπιμότητας. Το πρώτο αφορά στην περίπτωση ριζικής ανακαίνισης του κτηρίου, όπου απαιτείται η συμμόρφωση του στις τρέχουσες ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Ε.νΑ.Κ. Το δεύτερο επικεντρώνεται στην επίτευξη της μέγιστης δυνατής εξοικονόμησης, εξετάζοντας την εγκατάσταση όλων των παραπάνω συστημάτων. Το τρίτο αντιπροσωπεύει τις περισσότερες περιπτώσεις ενεργειακών επιθεωρήσεων σε κτήρια, όπου προτείνονται προαιρετικές επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Κριτήριο Επιλογής Μονάδων

Δεν τίθεται περιορισμός συνολικού αρχικού κόστους ανά επένδυση. Συνεπώς η επιλογή των συστημάτων προς εγκατάσταση (ένα από την κάθε κατηγορία) γίνεται εξετάζοντας την παράμετρο κόστους ανά μονάδα εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh) (δίνεται στους πίνακες αποτελεσμάτων του TEE-KENAK). Οι μονάδες με την χαμηλότερη τιμή της παραμέτρου κρίνονται συμφέρουσες οικονομικά. Για την περίπτωση του κτηρίου της εργασίας προκύπτει η κατάταξη :

	Εξοικονόμηση	Κόστος	Κόστος Ανά Μονάδα
	(kWh/m ²)	(€)	(€/kWh)
Διατάξεις Ελέγχου	120,1	5000	0.106
Ηλιακός Συλλέκτης	85,7	7860	0.3
Φωτοβολταϊκά	165	15779	0.3
Μονάδα Θέρμανσης	45,2	10000	0.7
Μονάδα Ψύξης	50,7	11300	0.7
Θερμομόνωση	45,4	9229	0.7
Κουφώματα	19,3	10324	1.7

Πίνακας 26 - Κατάταξη Συστημάτων Κόστος Ανά Μονάδα Εξοικονομούμενης Ενέργειας

Συνολική Εξοικονόμηση

Η τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας κάθε συστήματος (παράγραφος 5.3) έχει υπολογισθεί επί των αρχικών εγκαταστάσεων (με την μεμονωμένη προσθήκη του συστήματος). Συνεπώς δεν υφίσταται η άθροιση των επιμέρους εξοικονομήσεων (πλην της περίπτωσης του συστήματος ZNX). Κάθε επιπλέον προσθήκη διαφοροποιεί τις εγκαταστάσεις για την επόμενη, επηρεάζοντας την νέα τιμή εξοικονόμησης. Όπως αναμένεται η συνολική εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση όλων των μονάδων, είναι μικρότερη του αθροίσματος της εξοικονόμησης όλων των μεμονωμένων.

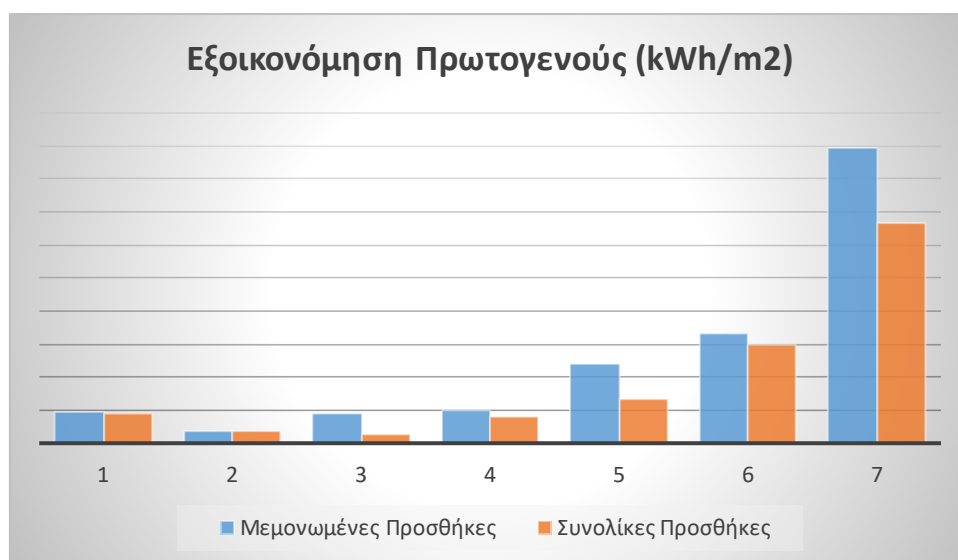
Μεμονωμένες Προσθήκες : αναγράφεται η εξοικονόμηση ενέργειας για μεμονωμένες προσθήκες, (παράγραφος **5.3 Προσθήκες και Νέα Συστήματα**, μόνο το δεδομένο σύστημα επί των αρχικών εγκαταστάσεων)

Συνολικές Προσθήκες : Αναγράφεται η εξοικονόμηση που προσφέρει ένα σύστημα, επί των νέων κάθε φορά εγκαταστάσεων. Επεξηγούμε:

- Θέση 1 – Εγκατάσταση Θερμομόνωσης, επί των αρχικών εγκαταστάσεων. Αναγράφεται η εξοικονόμηση που προσφέρει.
- Θέση 2 – (Θερμομόνωση +) Κουφώματα. Παρατηρούμε πως η πρόσθετη εξοικονόμηση που προσφέρουν τα κουφώματα (18,4 kWh/m²) στο κτήριο, που διαθέτει πλέον θερμομόνωση, είναι μικρότερη της μεμονωμένης εγκατάστασής τους (19,3 kWh/m²).
- Θέση 3 – Θερμομόνωση + Κουφώματα + Θέρμανση.
-
- Θέση 7 – (Όλα τα παραπάνω συστήματα) + Α.Π.Ε

	Εξοικονόμηση (kWh/m ²)						
	Θερμομόνωση	Κουφώματα	Θέρμανση	Ψύξη	Διατάξεις	Α.Π.Ε	Σύνολο
	1	2	3	4	5	6	7
Μεμονωμένες	46.14	19.3	45.2	50.7	120.1	165.1	446.54
Συνολικά	46.1	18.4	12.7	39.4	67.9	148.5	333

ΠΙΝΑΚΑΣ 27 - ΒΑΘΜΙΑΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



ΣΧΗΜΑ 11 - ΒΑΘΜΙΑΙΑ ΜΕΙΩΣΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Πράγματι παρατηρούμε πως η συνολική εξοικονόμηση της εγκατάστασης και των 6 συστημάτων, 333 (kWh/m²) είναι σημαντικά μικρότερη του αθροίσματος των μεμονωμένων εξοικονομήσεών τους 446,54 (kWh/m²). Μείωση 25%.

Αιτιολόγηση: Με την κάθε νέα προσθήκη (βελτιωμένου συστήματος) στις εγκαταστάσεις, μειώνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις ή καταναλώσεις. Συνεπώς μειώνεται η τιμή της εξοικονόμησης που προσφέρει η εγκατάσταση της επόμενης μονάδας. Αφού η εξοικονόμηση προκύπτει ως ποσοστιαία μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων ή καταναλώσεων.

5.4.2 Σενάριο Α – Ριζικός Ανακαινιζόμενο Κτήριο

Υποθέτουμε πως η ενεργειακή επέμβαση στο κτήριο είναι μέρος ριζικής ανακαίνισης του. Όλα τα νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις που ορίζονται στο Άρθρο 8 του Κ.Ε.νΑ.Κ. και να εντάσσονται σε ενεργειακή κατηγορία Β ή ανώτερη.

Από την ανάλυση των αρχικών εγκαταστάσεων προέκυψε ότι το κτήριο:

1. Ξεπερνά τις μέγιστες τιμές θερμοπερατότητας (σε όλες τις ζώνες). $U_W = 0,50 (W/m^2 \cdot K)$
2. Ξεπερνά τις μέγιστες τιμές θερμοπερατότητας Διαφανών Επιφανειών (σε όλες τις ζώνες) $U_F = 3,0 (W/m^2 \cdot K)$
3. Δεν ικανοποιεί το ελάχιστο ποσοστό κάλυψης ZNX από Ηλιακό Συλλέκτη (60%)
****Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει στην περίπτωση που οι ανάγκες ZNX καλύπτονται από την αντλία θερμότητας της εγκατάστασης, εποχιακού βαθμού απόδοσης >3,3.*

Σύμφωνα με τον Κ.Ε.νΑ.Κ είναι απαραίτητη η εγκατάσταση:

1. Επαρκούς Θερμομόνωσης, ώστε ο συντελεστής θερμοπερατότητας κάθε επιφάνειας να μην ξεπερνά το όριο του $U_W = 0,50 \left(\frac{W}{m^2} \cdot K\right)$
2. Συστήματος κουφωμάτων με συντελεστή θερμοπερατότητας χαμηλότερο του $U_F = 3,0 (W/m^2 \cdot K)$ ανά επιφάνεια.
3. Εγκατάσταση Ηλιακού Συλλέκτη ώστε να καλύπτεται ποσοστό 60% των αναγκών σε ZNX από αυτόν.

1. Θερμομόνωση Γραφιτούχας Διογκωμένης Πολυστερίνης (13212€)
2. Κουφώματα PVC (10300€)
3. Ηλιακός Συλλέκτης (7860€)

Παρά τις προσθήκες για την κάλυψη των ελαχίστων απαιτήσεων το κτήριο δεν κατατάσσεται στην Ενεργειακή Κατηγορία Β, που είναι προαπαιτούμενος για τα ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια (Σενάριο 1, Εικόνα 59 - Αποτελέσματα Σενάριο Α). Επομένως στο σύνολο των εγκαταστάσεων, σύμφωνα με τον Πίνακα προσθέτουμε και νέες διατάξεις ελέγχου-αυτοματισμούς για την άνοδο στην κατηγορία Β (Σενάριο 2, Εικόνα 59 - Αποτελέσματα Σενάριο Α)

1. Θερμομόνωση Γραφιτούχας Διογκωμένης Πολυστερίνης (13212€)
2. Κουφώματα PVC (10300€)
3. Ηλιακός Συλλέκτης (7860€)
4. Διατάξεις Ελέγχου (4000€)

	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
►	Θέρμανση	43,3	161,7	107,1	75,5
	Ψύξη	102,5	138,2	128,1	66,6
	ZHX	92,3	156,3	70,6	70,6
	Φωτισμός	88,9	63,5	63,5	63,5
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0
	Σύνολο	327,0	519,7	369,4	276,3
	Κατάταξη	-	Δ	Γ	Β

ΕΙΚΟΝΑ 59 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟ Α

	Αναφοράς	Υπάρχον	Σενάριο 1	Σενάριο 2
Λειτουργικό Κόστος (€/έτος)	6.605,80	10.583,60	7.210,80	5.364,20
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			29.394,20	34.394,20
Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh/m ²)			150,30	243,40
Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας (%)			28,90	46,80
Τιμή εξοικονομούμενης Ενέργειας (€/kWh)			0,60	0,45
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			45,80	76,00
Περίοδος Αποπληρωμής (έτη)			9,0	6,7

ΠΙΝΑΚΑΣ 28 - ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΝΑΡΙΟ Α

Το σύνολο επιτρέπει την έκδοση ΠΕΑ για το κτίριο ξενοδοχειακής εγκατάστασης (το κτίριο πληροί τα όρια ενεργειακής κατανάλωσης που ορίζει ο ΚΕΝΑΚ, και τις ελάχιστες απαιτήσεις) και μειώνει την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στα 280,6 (kWh/m²), με αρχικό κόστος επένδυσης 32389 €.

Παρατηρήσεις:

Στο Σενάριο Α.1, το κτήριο πληροί όλες τις ελάχιστες απαιτήσεις Κτηριακού Κελύφους και Η/Μ εγκαταστάσεων του Κ.Ε.ν.Α.Κ, συνεπώς θα έπρεπε να εμφανίζει καταναλώσεις μικρότερες του κτηρίου αναφοράς. Ωστόσο παρατηρείται 327,1 (kWh/m²) κτήριο αναφοράς, 369,4 (kWh/m²) Σ Α.1. Το αποτέλεσμα δεν δικαιολογείται.

Στην επανεξέταση του Σεναρίου στο ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, εντοπίστηκε πως, εναλλάσσοντας τιμές ορισμένων παραμέτρων το φαινόμενο αυτό δεν παρατηρείται για όμοια κτήρια του αρχικού, διαφορετικής χρήσης. Κτηριακή εγκατάσταση, ίδιων χαρακτηριστικών, χρήσης Γραφείων ή Πολυκατοικίας, παρουσιάζει καταναλώσεις χαμηλότερες του κτηρίου αναφοράς, όπως αναμένεται για εγκατάσταση των παραπάνω συστημάτων. Συνεπώς, θα πρέπει να επανεξετασθεί ο κώδικας του ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ στη χρήση Ξενοδοχείου, για την διευκρίνιση των παραμέτρων λειτουργίας και τον εντοπισμό τυχόν σφαλμάτων.

5.4.3 Σενάριο Β – Βέλτιστη Ενεργειακή Απόδοση

Το Σενάριο Β δεν αποτελεί περίπτωση ριζικής ανακαίνισης, αλλά εγχείρημα για την επίτευξη της μέγιστης δυνατής εξοικονόμησης. Αντικαθίστανται όλα τα αρχικά συστήματα με νέα, αυξημένου βαθμού απόδοσης (Θέρμανση, Ψύξη, Θερμομόνωση, Κουφώματα) και προστίθενται Ηλιακός Συλλέκτης, νέες διατάξεις ελέγχου/Αυτοματισμοί και Φωτοβολταϊκά πάνελ)

1. Ηλιακός Συλλέκτης (7860€)
2. Υδρόψυκτος Ψύκτης (11300€)
3. Θερμομόνωση Γραφιτούχας Διογκωμένης Πολυστερίνης (13212€)
4. Αυτοματισμοί (5000€)
5. Υδρόψυκτη Αντλία Θέρμανσης (10600€)
6. Κουφώματα PVC (10300€)
7. ΑΠΕ (Φωτοβολταϊκά πάνελ) (15800€)

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)				
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
▶	Θέρμανση	43,3	161,7	71,9
	Ψύξη	102,5	144,9	50,6
	ZNX	91,7	155,1	69,4
	Φωτισμός	88,9	63,5	63,5
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	145,4
	Σύνολο	326,5	525,2	110,1
	Κατάταξη	-	Δ	Α

ΕΙΚΟΝΑ 60 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟ Β

	Αναφοράς	Υπάρχον	Σενάριο Β.1
Λειτουργικό Κόστος (€/έτος)	6.605,80	10.583,60	2.211,00
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			77.613,00
Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh/m ²)			415,20
Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας (%)			79,00
Τιμή εξοικονομούμενης Ενέργειας (€/kWh)			0,60
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			127,40
Περίοδος Αποπληρωμής (έτη)			9,3

ΕΙΚΟΝΑ 61 - ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΝΑΡΙΟ Β

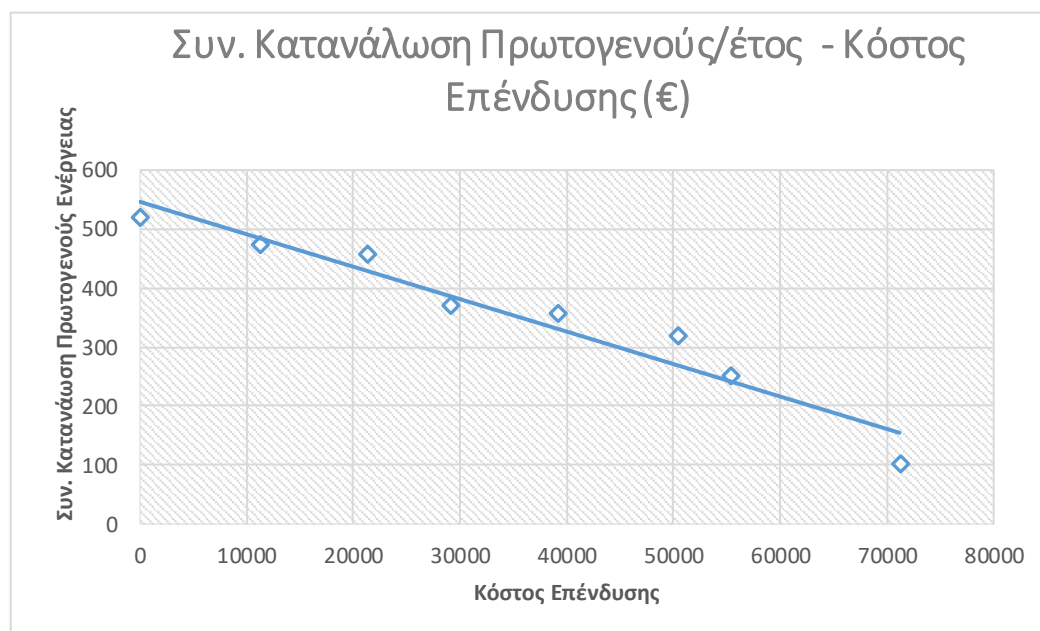
Το σύνολο εξασφαλίζει εξοικονόμηση πρωτογενούς 415,2 (kWh/m^2) και μειώνει την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου στα 110,1 (kWh/m^2), με συνολικό κόστος επένδυσης της τάξεως των ~70.000 (€), που το κατατάσσουν στην Ενεργειακή Κατηγορία Α.

Αξιολόγηση Επένδυσης

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 5.4.1 Διευκρινήσεις, η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας για την προσθήκη όλων των συστημάτων είναι σημαντικά μικρότερη του αθροίσματος των μεμονωμένων. Συνεπώς χρειαζόμαστε ένα κριτήριο για να ελέγξουμε κατά πόσο αποδοτική είναι η επένδυση.

Στο γράφημα του Σχήμα 12 - Γράφημα Κατανάλωσης Πρωτογενούς Ενέργειας- Κόστους Επένδυσης, αποτυπώνεται κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m^2) με την αύξησης του κεφαλαίου επένδυσης. Φαίνεται να υπάρχει τάση γραμμικής μείωσης της κατανάλωσης με την αύξηση του κεφαλαίου επένδυσης, η οποία εξακολουθεί μέχρι και την τιμή των 70.000€, κρίνουμε συνεπώς ότι το σενάριο εξακολουθεί να είναι συμφέρον,

Αυτό αποδεικνύεται και από την τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας 0,60 (€/kWh), η οποία κυμαίνεται σε παρόμοιες τιμές με αυτές των πιο αποδοτικών επεμβάσεων της παραγράφου 5.3 Προσθήκες και Νέα Συστήματα.



ΣΧΗΜΑ 12 - ΓΡΑΦΗΜΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ- ΚΟΣΤΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Επένδυση κόστους > 70.000€, θα παρουσίαζε ενδεχομένως φθίνουσα εξοικονόμηση, αφού όλα τα επιμέρους συστήματα του κτηρίου στο Σενάριο Β χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό απόδοσης (για την δεδομένη εφαρμογή) και οποιαδήποτε περαιτέρω βελτίωση πιθανόν να εξασφάλιζε μικρή επιπλέον εξοικονόμηση σε δυσανάλογα μεγαλύτερο κόστος.

5.4.4 Σενάριο Γ – Στοχευμένες Επεμβάσεις

Οι περισσότερες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, στην εγχώρια αγορά δεν εμπίπτουν στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, στα σενάρια (1) και (2).

- Σενάριο Α. Τα Νέα και Ριζικώς Ανακαινιζόμενα Κτήρια αποτελούν μόλις το 2% του συνόλου των κτηρίων για τα οποία εκδόθηκε Π.Ε.Α το έτος 2022, σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία που δίνονται από το Σ.Ε.Π.Δ.Ε.Μ (Σώμα Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, Δόμησης, Ενέργειας και Μεταλλείων). [2] Συνεπώς το Σενάριο 1^ο δεν αντιπροσωπεύει σημαντικό ποσοστό των περιπτώσεων ενεργειακών επιθεωρήσεων στην επικράτεια.
- Σενάριο Β . Το σενάριο Β συναντάται σπάνια στην αγορά, λόγω του υψηλού κόστους επένδυσης. Σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία του Σ.Ε.Π.Δ.Ε.Μ, τα κτήρια ενεργειακής κατηγορίας Α και ανώτερης αποτελούν το 2% του συνόλου των κτηρίων που έχουν επιθεωρηθεί, από τα οποία ακόμα λιγότερα αποτελούν παλαιά κτήρια και υφιστάμενα ριζικής ανακαίνισης.

Έτος 2022	Ενεργειακή Κατηγορία									Σύνολο
	A+	A	B+	B	Γ	Δ	Ε	Z	H	
Νεόδομητα & Ριζικώς Ανακαινιζόμενα	121	400	823	203	11	24	6	-	-	1688
Παλαιά	537	1152	4498	5642	10505	15246	15678	15482	58539	127279

ΠΙΝΑΚΑΣ 29 - ΠΛΗΘΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΑΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ



ΣΧΗΜΑ 13 - ΓΡΑΦΗΜΑ ΠΛΗΘΟΥΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΑΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

Συνεπώς στην πλειοψηφία των περιπτώσεων η ενεργειακή επιθεώρηση στην ελληνική αγορά:

- Αφορά αποκλειστικά στην έκδοση του Π.Ε.Α
- Δεν υφίσταται υποχρέωση για την κάλυψη των ελαχίστων απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ.
- Δεν υφίσταται δυνατότητα καταβολής κεφαλαίου ανάλογου του Σεναρίου Β.

Αρά, με το πέρας της ενεργειακής επιθεώρησης, το πλέον κοινό σενάριο που απαντάται είναι, η πρόταση μεμονωμένων προαιρετικών επεμβάσεων, που αξιολογούνται από τον ιδιοκτήτη βάση δύο παραμέτρων

(α) εξοικονόμησης ενέργειας

(β) κόστους/χρόνου απόσβεσης

Επομένως οι προτάσεις οφείλουν να είναι προσαρμοσμένες στο εκάστοτε κτήριο, για την μείωση των υψηλών καταναλώσεων και την εξασφάλιση της μέγιστης δυνατής εξοικονόμησης για το επενδύόμενο κεφάλαιο. Κριτήριο κατάταξης των επεμβάσεων αποτελούν:

1. Χρόνος Απόσβεσης (άνω όριο ~5 έτη)
2. Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh/m^2)
3. Τιμή εξοικονομούμενης Ενέργειας ($€/kWh$)

	Εξοικονόμηση	Κόστος	Χρόνος Αποσβεσης	Τιμή Εξοικονομούμενης Ενέργειας
	(kWh/m^2)	(€)	(έτη)	(€/m ²)
Διατάξεις Ελέγχου	120,1	5000	2,01	0.106
Ηλιακός Συλλέκτης	85,7	7860	5,0	0.3
Φωτοβολταϊκά	165	15779	5,2	0.3
Μονάδα Θέρμανσης	45,2	10000	5,2	0.7
Θερμομόνωση	45,4	11210	9,3	0.7
Μονάδα Ψύξης	50,7	11300	12,2	0.7
Κουφώματα	19,3	10324	19,9	1.7

ΠΙΝΑΚΑΣ 30 - ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΝΑ ΤΙΜΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Παρατηρήσεις – Συστάσεις

Βάση του Πίνακα 30 - Κατάταξη Συστημάτων Ανά Τιμή Εξοικονομούμενης Ενέργειας, οι επεμβάσεις με την μικρότερη οικονομική επιβάρυνση στην περίπτωση του υπό μελέτη κτηρίου θεωρούνται :

1. Διατάξεις Ελέγχου (Κατηγορίας Α)
2. Ηλιακός Συλλέκτης
3. Φωτοβολταϊκά Πάνελ
4. Μονάδα Θέρμανσης

Οι παραπάνω επεμβάσεις δεν απαιτούν σημαντικό χρόνο και κόστος εργασίας για την εγκατάσταση, σε αντίθεση με την θερμομόνωση και τα κουφώματα που απαιτούν παρέμβαση στα δομικά στοιχεία, με αποτέλεσμα υψηλές απαιτήσεις χρόνου και κόστους, που τις θέτουν σε ορισμένες περιπτώσεις τεχνικά ή οικονομικά ανέφικτες.

Επιλέγοντας τις τρεις πρώτες επεμβάσεις (Διατάξεις, Ηλ. Συλ., Φωτοβολ.) το λογισμικό TEE-KENAK μας δίνει τα παρακάτω αποτελέσματα.

Πρωτογενής ενέργεια ανα τελική χρήση (kWh/m ²)				
	Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
►	Θέρμανση	43,3	161,7	110,5
	Ψύξη	102,5	144,9	75,9
	ZNX	91,7	155,1	69,4
	Φωτισμός	88,9	63,5	63,5
	Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0	153,1
	Σύνολο	326,5	525,2	166,4
	Κατάταξη	-	Δ	B+

ΕΙΚΟΝΑ 62 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟ Γ

	Αναφοράς	Υπάρχον	Σενάριο 1
Λειτουργικό Κόστος (€/έτος)	6.605,80	10.583,60	3.798,60
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			28.639,40
Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh/m ²)			358,90
Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας (%)			68,30
Τιμή εξοικονομούμενης Ενέργειας (€/kWh)			0,26
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			117,1
Περίοδος Αποπληρωμής (έτη)			4,2

ΠΙΝΑΚΑΣ 31 - ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΕΝΑΡΙΟ Γ

Σύγκριση μεταξύ Σεναρίων Α, Β & Γ

	Αναφοράς	Υπάρχον	Σεν. Α	Σεν. Β	Σεν. Γ
Λειτουργικό Κόστος (€/έτος)	6.605,80	10.583,60	5,364.20	2.211,00	3.798,60
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			34,394.20	77.613,00	28.639,40
Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας (kWh/m^2)			243.40	415,20	358,90
Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας (%)			46.80	79,00	68,30
Τιμή Εξοικονομούμενης Ενέργειας (€/kWh)			0.45	0,60	0,26
Μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)			76.00	127,40	117,1
Περίοδος Αποπληρωμής (έτη)			6.7	9,3	4,2

ΠΙΝΑΚΑΣ 32 - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΣΕΝΑΡΙΩΝ Α, Β, Γ

Παρατηρήσεις:

- Το σενάριο Γ, (αν και μικρότερης συνολικής εξοικονόμησης του Β) εξασφαλίζει το χαμηλότερο χαμηλό κόστος εξοικονομούμενης ενέργειας και από τα τρία σενάρια
- Τα σενάρια Α και Γ είναι παρόμοια από πλευράς κόστους επένδυσης. Ωστόσο οι στοχευμένες επεμβάσεις του Σεναρίου Γ αποδεικνύονται πιο οικονομικές (τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας). Αιτία είναι πως το Σενάριο Α βασίζεται σε υποχρεωτικές γενικευμένες επεμβάσεις, με αποτέλεσμα την επένδυση κεφαλαίου σε μη αποδοτικές λύσεις, ενώ το Σενάριο Β επενδύει σημαντικό κεφάλαιο σε πιθανόν περιττές επεμβάσεις.
- Ως γενικός κανόνας, οι πιο αποδοτικές επεμβάσεις αφορούν στα συστήματα του κτηρίου με την χαμηλότερη αρχική απόδοση. Για παράδειγμα, ένα κτήριο παλαιάς κατασκευής, χωρίς μονωτική στρώση κτηριακού κελύφους, παρουσιάζει αυξημένες απαιτήσεις θέρμανσης και ψύξης και αντίστοιχα υψηλές τελικές καταναλώσεις. Ως πρώτη σύσταση προτείνεται η εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης. Η σημαντική μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας, (Αρχικές τιμές αμόνωτου εξωτερικού τοίχου: $U = 2,7 (W/m^2K)$, τελικές τιμές μονωμένου εξωτερικού τοίχου $U = 0,35 (W/m^2K)$, μείωση της τάξης 87%.) προσφέρει αντίστοιχα υψηλές τιμές εξοικονόμησης ενέργειας, πιθανώς υψηλότερες κάθε άλλης επέμβασης, ικανές να απομειώσουν τον χρόνο απόσβεσης σε αποδεκτά επίπεδα.

6

Σύνοψη – Συμπεράσματα – Προτάσεις

6.1 Σύνοψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε με στόχο την μελέτη της ενεργειακής απόδοσης μίας κτηριακής εγκατάστασης, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ και την αξιολόγηση της επίδρασης διαφορετικών επεμβάσεων στις εγκαταστάσεις, με κριτήριο την εξοικονόμηση που εξασφαλίζουν.

Σε ένα πρώτο στάδιο παρουσιάστηκαν βασικά τμήματα της σχετικής νομοθεσίας, (σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο), που διέπουν τα ζητήματα εξοικονόμησης ενέργειας στον κτηριακό τομέα. Συμπληρώνοντάς τα, παρουσιάστηκε ο Κ.Εν.Α.Κ, η μέθοδος που ορίζει για την διενέργεια μίας ενεργειακής επιθεώρησης, και το σύστημα ενεργειακών κατηγοριών που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.

Στη συνέχεια εξετάστηκε η δομή μίας κτηριακής εγκατάστασης, αναλύθηκαν τα επιμέρους στοιχεία και Η/Μ εγκαταστάσεις που την αποτελούν, και η λειτουργία τους υπό το πρίσμα μία ενεργειακής μελέτης. Στο δεύτερο σκέλος της παραγράφου εξετάζεται η λειτουργία της συνολικής εγκατάστασης η μοντελοποίηση που εφαρμόζεται για την μέτρηση των ενεργειακών αναγκών και καταναλώσεων ανά τελική χρήση, βάση Κ.Εν.Α.Κ.

Στην επόμενη παράγραφο γίνεται μία παρουσίαση της δομής και των λειτουργιών του λογισμικού TEE-KENAK που χρησιμοποιείται στην διπλωματική εργασία για την εκπόνηση μίας ενεργειακής μελέτης. Παραθέτεται υλικό από το περιβάλλον του λογισμικού, τα πεδία καταχώρησης και τις καρτέλες αποτελεσμάτων με επεξηγήσεις για το κάθε ένα από αυτά.

Έχοντας κάνει επαρκή αναφορά και ανάλυση στους κανονισμούς, την κτηριακή εγκατάσταση και το λογισμικό, ακολούθησε η ενεργειακή μελέτη. Παρουσιάστηκε το υπό μελέτη αντικείμενο (κτήριο ξενοδοχειακής εγκατάστασης) με τις αρχικές εγκαταστάσεις και τα χαρακτηριστικά τους. Καταχωρώντας τα χαρακτηριστικά του κτηρίου στο λογισμικό TEE-KENAK, υπολογίστηκαν οι ενεργειακές καταναλώσεις ανά τελική χρήση και η ενεργειακή κατηγορία του. Στη συνέχεια, εξετάζοντας τις καταναλώσεις ανά τελική χρήση, και τα χαρακτηριστικά των αρχικών συστημάτων, συγκροτήθηκε σύνολο προτάσεων για επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις του κτηρίου με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας. Το σύνολο επεμβάσεων, περιελάμβανε σύστημα θερμομόνωσης και κουφωμάτων για το κτηριακό κέλυφος, νέα Η/Μ συστήματα υψηλότερης απόδοσης και προσθήκη Α.Π.Ε και διατάξεων ελέγχου υψηλότερης κατηγορίας. Προσομοιώθηκε εκ νέου η λειτουργία του κτηρίου και οι εξοικονομήσεις ενέργειας που σημειώθηκαν για το κάθε σύστημα. Αντιπαραβάλλοντας τα συστήματα μεταξύ τους, με κριτήριο το κόστος ανά μονάδα εξοικονομούμενης ενέργειας, επιλέχθηκαν τα πλέον αποδοτικά και οικονομικά εξ αυτών, για κάθε κατηγορία. Τέλος, συγκροτήθηκαν τρία διαφορετικά σενάρια τελικών εγκαταστάσεων, προσαρμοσμένα σε διαφορετικές περιπτώσεις ενεργειακών μελετών/επεμβάσεων, τα οποία αξιολογήθηκαν για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

6.2 Συμπεράσματα

- Οι πλέον αποτελεσματικές επεμβάσεις αφορούν στα συστήματα του κτηρίου με την χαμηλότερη απόδοση, όπου υπάρχει και το μεγαλύτερο περιθώριο βελτίωσης και εξοικονόμησης ενέργειας.
- Με τη χρήση του λογισμικού TEE-KENAK γίνεται δυνατή η σύγκριση των προτεινόμενων επεμβάσεων/επενδύσεων, με αξιόπιστο κριτήριο το κόστος ανά μονάδα εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh). Η επέμβαση χαμηλότερου κόστους, στην πληθώρα των περιπτώσεων, είναι και η συμφέρουσα λύση.
- Σε ένα τυπικό κτήριο, η εγκατάσταση Ηλιακού Συλλέκτη και Διατάξεων Ελέγχου αποτελούν τις πλέον συμφέρουσες και τεχνικά υλοποιήσιμες επεμβάσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας, χαμηλού κόστους ανά μονάδα εξοικονομούμενης ενέργειας (0,106÷0,2).
- Εξίσου αποτελεσματική και συμφέρουσα αποδεικνύεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάνελ, με προϋποθέσεις την ικανότητα καταβολής του μεγάλου αρχικού κόστους επένδυσης και την αναγκαία διαθέσιμη επιφάνεια εγκατάστασης.
- Η εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους, εξασφαλίζει σημαντική εξοικονόμηση, με την προϋπόθεση έλλειψής της στις αρχικές εγκαταστάσεις. Η ύπαρξη προγενέστερης, έστω και ανεπαρκούς θερμομόνωσης, αποτελεί ικανό ανασταλτικό παράγοντα για εγκατάστασή της και αναζήτηση εναλλακτικής λύσης εξοικονόμησης.
- Όσον αφορά στην θερμομόνωση κτηριακού κελύφους, δεν επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας πέραν της τιμής $U_W = 0,4 (W/m^2 \cdot K)$. (που αντιστοιχεί σε πάχος θερμομονωτικού υλικού $0,70 \div 0,80$) που είναι επαρκής. Το κάθε υλικό, δεν διαφοροποιεί σημαντικά την εξοικονόμηση ενέργειας σε μικρές εγκαταστάσεις. Η διαφοροποίηση γίνεται εμφανής σε εγκαταστάσεις μεγαλύτερης επιφάνειας και θερμικών/ψυκτικών φορτίων.
- Η εγκατάσταση κουφωμάτων, δεν αποτελεί πρωταρχική σύσταση στην πλειοψηφία των κτηρίων με αναλογία διαφανών επιφανειών προς αδιαφανών ($\sum A_W / \sum A_{Ad}$) $< 0,06$. Σε αυτές τις περιπτώσεις το σύνολο των αδιαφανών επιφανειών δεν αποτελεί σημαντικό ποσοστό της επιφάνειας του κτηριακού κελύφους, αποδίδοντας μικρή εξοικονόμηση για το κόστος επένδυσης (υψηλό κόστος ανά μονάδας εξοικονομούμενης ενέργειας 1,7 και μακρά περίοδος αποπληρωμής)
- Όπως αναφέρθηκε και σε ανώτερη παρατήρηση, οι επεμβάσεις στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης εξετάζονται στην περίπτωση χαμηλού πρότερου βαθμού απόδοσης μονάδων, ή/και εγκαταστάσεων παλαιότερης τεχνολογίας, προκειμένου να εξοικονομηθεί σημαντικό ποσοστό ενέργειας. Μονάδες υψηλού βαθμού απόδοσης, όπως Υδρόψυκτες Αντλίες Θερμότητας και Ψύκτες (με συνήθη υψηλό συντελεστή συμπεριφοράς COP/EER), αποτελούν συμφέρουσες προσθήκες σε εγκαταστάσεις υψηλών καταναλώσεων, για την απόσβεση του υψηλού αρχικού κόστους σε αποδεκτή περίοδο αποπληρωμής.

6.3 Προτάσεις

Προτάσεις για την βελτίωση χρήσης του λογισμικού TEE-KENAK:

- Για την διευκόλυνση του μηχανικού προτείνεται να παρουσιάζεται καρτέλα με τα αναλυτικά χαρακτηριστικά των συστημάτων του κτηρίου αναφοράς, που οδηγούν εν τέλη στις καταναλώσεις του. Έτσι δίνεται η δυνατότητα πλήρους εποπτείας στον μηχανικό, μεταξύ του υπάρχοντος κτηρίου και του κτηρίου αναφοράς, για τον εντοπισμό διαφοροποιήσεων και πηγών αυξημένης κατανάλωσης. (πρόταση βάση της παρατήρησης ...)
- Δυνατότητα ανάγνωσης αρχείων CAD. Το λογισμικό διαθέτει πίνακες χειροκίνητης καταχώρησης των όψεων του κτηρίου, διαδικασία που καταλαμβάνει μεγάλο μέρος του χρόνου μίας ενεργειακής μελέτης και ενέχει μεγάλο κίνδυνο σφάλματος στην καταχώρηση. Η αυτόματη ανάγνωση αρχείων CAD, μηδενίζει το παράγοντα σφάλματος και τον χρόνο καταχώρησης, ενώ διευκολύνει τον μηχανικό να αντιστοιχήσει την αναγραφόμενη όψη με την θέση της στο σχέδιο.
- Συμπληρωματικά στην προηγούμενη πρόταση, θα ήταν χρήσιμη η προθήκη εσωτερικής βιβλιοθήκης, με δεδομένα θερμοπερατότητας και θερμοχωρητικότητας βασικών μονωτικών και δομικών υλικών, όπου κατόπιν επιλογής τους από το χρήστη θα γινόταν αυτόματος υπολογισμός της θερμοπερατότητας κάθε αδιαφανούς επιφάνειας. Με αυτόν το τρόπο, θα μειώνεται ο υπολογιστικός χρόνος και δίνεται η δυνατότητα στον μηχανικό να εκτελέσει περισσότερες προσομοιώσεις για την εύρεση των βέλτιστων χαρακτηριστικών μόνωσης.
- Προσθήκη κόστους για τις νέες διατάξεις ελέγχου που προστίθενται στα διαφορετικά σενάρια του κτηρίου. Πρόκειται για χαρακτηριστικό που περιλαμβάνεται για κάθε άλλη προθήκη, (H/M συστήματα, κτηριακό κέλυφος) εκτός των διατάξεων ελέγχου, και επιτρέπει τον αυτοματοποιημένο υπολογισμό κόστους εξοικονομούμενης ενέργειας και περιόδου αποπληρωμής.
- Δυνατότητα επεξεργασίας/αναθεώρησης του κόστους (€/μονάδα /ενέργειας) κάθε είδους καυσίμου εντός του λογισμικού. Για την εγκυρότητα των οικονομικών αποτελεσμάτων της ενεργειακής μελέτης, αυτά πρέπει να αναφέρονται στις τρέχουσες τιμές της αγοράς.

Προτάσεις επέκτασης της ενεργειακής μελέτης με:

(α) Εξέταση εγκατάστασης των συστημάτων:

- Αερισμός με ανάκτηση θερμότητας. Βασικός παράγοντας αύξησης των θερμικών φορτίων αποτελεί ο αερισμός του κτιρίου, η διαφυγή δηλαδή του εσωτερικού αέρα επιθυμητής θερμοκρασίας και η εισαγωγή νωπού, διαφορετικής θερμοκρασίας. Ο αερισμός με ανάκτηση θερμότητας, λειτουργεί ανακτώντας ποσοστό της θερμότητας του προς απόρριψη αέρα, προσδίδοντάς τη στον αέρα προσαγωγής, εξαιρίζοντας μέρος του θερμικού φορτίου. Τα συστήματα αυτά (HVAC – σύστημα συνδυασμένων λειτουργιών θέρμανσης/εξαερισμού/κλιματισμού) προσφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, και αποτελούν βασική προσθήκη των παθητικών κτηρίων.
- Αντλίες Θερμότητας Θέρμανσης & Ψύξης με δυνατότητα αναστροφής. Οι αντλίες θερμότητας με δυνατότητα αναστροφής λειτουργίας αποτελούν μία οικονομικότερη λύση, των μονάδων αποκλειστικής λειτουργίας θέρμανσης ή ψύξης. Συνδυάζουν και

τις δύο λειτουργίες στο κόστος μίας μονάδας, με ελαφρά μειωμένο βαθμό απόδοσης και αποτελούν ιδανική λύση για μικρότερες εγκαταστάσεις.

- Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (Σ.Η.Θ). Οι μονάδες Σ.Η.Θ, παράγουν θερμότητα ως υποπροϊόν της διαδικασίας παραγωγής ηλεκτρισμού για τις ανάγκες του κτηρίου, εξοικονομώντας σημαντικά ποσά ενέργειας. Ως επί το πλείστον προορίζονται για εγκαταστάσεις του τριτογενή τομέα, (Νοσοκομεία, Εμπορικά Κέντρα κ.λ.π). Ενδιαφέρον αποτελεί η εξέταση βιωσιμότητας επένδυσης σε μονάδα Σ.Η.Θ για μικρότερες εγκαταστάσεις.
- Τέντες. Η σκίαση που προσφέρουν οι τέντες τους θερινούς μήνες μειώνει κατά ένα ποσοστό τις ενεργειακές ανάγκες ψύξης.
- Αντλίες Θερμότητας Απορρόφησης. Σε εγκαταστάσεις, όπου υπάρχει περίσσεια παραγόμενης θερμότητας (π.χ εγκαταστάσεις με μονάδες Σ.Η.Θ), είναι δυνατή η εγκατάσταση ψύκτη απορρόφησης ενέργειας είναι δυνατή, για αξιοποίηση της απορριπτόμενης θερμότητας, εξοικονόμηση της ενέργειας θέρμανσης/ψύξης.
- Παθητικά Ηλιακά Συστήματα. (κατάλληλα ανοίγματα/τοίχος Trombe)
- Υπερμονωτικά Υλικά. Θεωρούνται όσα παρουσιάζουν θερμική αγωγιμότητα μικρότερη του αέρα σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Σε αυτήν την ομάδα υλικών ανήκουν οι Μονωτικές Σανίδες Κενού (VIP Panels – Vacuum Insulation Panels) με θερμική αγωγιμότητα $\lambda = 0,004 \div 0,008 (W/m \cdot K)$, 5 με 10 φορές μικρότερη των συμβατικών μονωτικών υλικών.

(β) Εξέταση Ανθρακικού Αποτυπώματος Κτηρίου (Υλικών & Λειτουργίας). Το κτήριο τελικών εγκαταστάσεων των σεναρίων (Α, Β και Γ), παρουσιάζει σημαντικά μειωμένες καταναλώσεις έναντι του αρχικού. Ωστόσο, η ανανέωση των εγκαταστάσεων και η λειτουργία του κτηρίου με αυτές, συνοδεύεται από ένα νέο κόστος αποτυπώματος άνθρακα (παραγωγής των νέων υλικών/συστημάτων & λειτουργίας του κτιρίου). Ενδιαφέρον αποτελεί η μελέτη του αποτυπώματος άνθρακα του νέου κτηρίου και η αντιπαραβολή του με το αρχικό για την εξέταση μείωσης των εκπομπών σε CO₂.

(γ) Βιοκλιματικός Σχεδιασμός. Το κτήριο ξενοδοχειακής εγκατάστασης θεωρείται οικοδομημένο το 1975. Μελετητικό ενδιαφέρον έχει εκ νέου ο βιοκλιματικός σχεδιασμός του κτηρίου, στο ίδιο οικόπεδο, για οικοδόμηση ξενοδοχείου ίδιας χωρητικότητας και εσωτερικής διαρρύθμισης (κατά το δυνατόν), με σκοπό την ενεργειακή μελέτη και αξιολόγηση της εξοικονόμησης ενέργειας που εξασφαλίζεται.

7

Κατάλογοι Πίνακες/Εικόνες/Σχήματα

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Μέγιστος Επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας Δομικών Στοιχείων	22
Πίνακας 2 Μέγιστος Επιτρεπόμενος Μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας Κτηρίου	22
Πίνακας 3 Τυπικές Τιμές Συντελεστή Θερμικής Αγωγιμότητας Και Θερμικής Αντίστασης	37
Πίνακας 4 Τυπικές Τιμές Θερμοπερατότητας Οπλισμένου Σκυροδέματος	39
Πίνακας 5 - Τυπικές Τιμές Θερμοπερατότητας Θερμομονωτικών Στρώσεων	41
Πίνακας 6 - Τυπικές Τιμές Θερμοπερατότητας Υαλοπινάκων	48
Πίνακας 7 - Τυπικές Τιμές Θερμοπερατότητας Πλαισίου	48
Πίνακας 8 - Τυπικές Τιμές Γραμμικής Θερμοπερατότητας Ανά Τύπο Πλαισίου	49
Πίνακας 9 - Εκτίμηση Μέσου Συντελεστή Θερμοπερατότητας Τ.Ο.Τ.Ε.Ε20701-1_2017	55
Πίνακας 10 - Θερμοκρασιακή Διαφορά Ανά Θερμική Ζώνη	55
Πίνακας 11 - Θερμοκρασιακή Διαφορά Ανά Προσανατολισμό	62
Πίνακας 12 - Παράγοντας Φορτίου Υαλοπίνακα Ανά Προσανατολισμό	62
Πίνακας 13 - Τιμές Συντελεστή Μετατροπής Πρωτογενούς Ενέργειας	85
Πίνακας 14 - Επιφάνειες και όγκοι Του Κτηρίου	106
Πίνακας 15 - Συγκεντρωτικά Επιφάνειες και όγκοι Του Κτηρίου	107
Πίνακας 16 - Στοιχεία Μονάδων Μηχανικού Αερισμού	118
Πίνακας 17 - Αναλογία Επιμέρους Καταναλώσεων, Υπάρχον/Αναφοράς	124
Πίνακας 18 - Μηνιαίες Καταναλώσεις Ανά Τελική Χρήση, Κτήριο Αναφοράς/Υπάρχον	125
Πίνακας 19 - Κατάταξη Μονάδων Θέρμανσης	129
Πίνακας 20 - Κατάταξη Μονάδων Ψύξης.....	131
Πίνακας 21 - Χαρακτηριστικά Στρώσης Θερμομόνωσης - Διαφορετικά Υλικά	132
Πίνακας 22 - Θερμοπερατότητα Επιφανειών Κτηριακού Κελύφους, Για Διαφορετικά Υλικά Θερμομόνωσης, Πάχους 70mm.....	135
Πίνακας 23 - Χαρακτηριστικά Κουφωμάτων Αλουμινίου.....	138
Πίνακας 24 - Χαρακτηριστικά Κουφωμάτων PVC	139
Πίνακας 25 - Χαρακτηριστικά Ξύλινων Κουφωμάτων	140
Πίνακας 26 - Κατάταξη Συστημάτων Κόστος Ανά Μονάδα Εξοικονομούμενης Ενέργειας	145
Πίνακας 27 - Βαθμιαία Μείωση Εξοικονομούμενης Ενέργειας	146
Πίνακας 28 - Οικονομοτεχνική Ανάλυση Σενάριο Α.....	149
Πίνακας 29 - Πλήθος Κτηρίων Ανά Ενεργειακή Κατηγορία	152
Πίνακας 30 - Κατάταξη Συστημάτων Ανά Τιμή Εξοικονομούμενης Ενέργειας	153
Πίνακας 31 - Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση Σενάριο Γ	154
Πίνακας 32 - Σύγκριση Μεταξύ Σεναρίων Α, Β,Γ.....	155

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 Κλίμακες Ενεργειακών Κατηγοριών	24
Εικόνα 2 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης, 1η Σελίδα	26
Εικόνα 3 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης, 2η Σελίδα	27
Εικόνα 4 Τυπική Σύνθεση Στρώσεων Δομικού Στοιχείου	32
Εικόνα 5 Σκίαση Από Εμπόδιο του Περιβάλλοντος Χώρου	34
Εικόνα 6 Σκίαση Από Οριζόντιο Πρόβολο	35
Εικόνα 7 Σκίαση Από Πλευρικές Προεξοχές	35
Εικόνα 8 – Πετροβάμβακας Εικόνα 9 - Διογκωμένη Πολυστερίνη Εικόνα 10 - Γραφιτούχα Διογκ. Πολ.	40
Εικόνα 11 - Όψη Ι1 ΝΑ Εξωτερικού Τοίχου	42
Εικόνα 12 - Ενδεικτικές Θέσεις Κατακόρυφων Θερμογεφυρών	44
Εικόνα 13 - Ενδεικτικές Θέσεις Οριζόντιων Θερμογεφυρών	44
Εικόνα 14 - Σκαρίφημα Κουφώματος - Πλαίσιο Υαλοπίνακας	46
Εικόνα 15 - Τομή Κουφώματος Αλουμινίου	47
Εικόνα 16 - Σκαρίφημα Ροής Ενέργειας Στην Κτηριακή Εγκατάσταση	72
Εικόνα 17 - Ροή Ενέργειας Στις Εγκαταστάσεις Θέρμανσης & Ψύξης	73
Εικόνα 18 - Αρχική Καρτέλα, Γενικά Στοιχεία Κτηρίου`	88
Εικόνα 19 - Καρτέλα Κτήριο, Βασικά Στοιχεία Κτηρίου	88
Εικόνα 20 - Αρχική Καρτέλα Θερμικής Ζώνης	90
Εικόνα 21 - Πίνακας Καταχώρησης Αδιαφανών Επιφανειών	91
Εικόνα 22 - Πίνακας Καταχώρησης Αδιαφανών Επιφανειών Σε Επαφή Με Το Έδαφος	91
Εικόνα 23 - Πίνακας Καταχώρησης Αδιαφανών Επιφανειών	92
Εικόνα 24 - Πίνακας Καταχώρησης Διαχωριστικών Επιφανειών	92
Εικόνα 25 - Καρτέλα Συστήματος Θέρμανσης	93
Εικόνα 26 - Καρτέλα Συστήματος Ψύξης	94
Εικόνα 27 - Καρτέλα Συστήματος Μηχανικού Αερισμού	94
Εικόνα 28 - Καρτέλα Συστήματος Ζεστού Νερού Χρήσης	95
Εικόνα 29 - Καρτέλα Φωτισμού	96
Εικόνα 30 - Καρτέλα Μη Θερμαινόμενων Χώρων	97
Εικόνα 31 - Καρτέλα Αποτελεσμάτων, Ενεργειακή Κατάταξη	98
Εικόνα 32 - Καρτέλα Αποτελεσμάτων, Ενεργειακές Απαιτήσεις - Καταναλώσεις	99
Εικόνα 33 - Καρτέλα Αποτελέσματα - Οικονομοτεχνική Ανάλυση	99
Εικόνα 34 - Κάτοψη Ισογείου	101
Εικόνα 35 - Κάτοψη Α & Β Ορόφου	102
Εικόνα 36 - Κάτοψη Γ Ορόφου	103
Εικόνα 37 - Κάτοψη Υπογείου	104
Εικόνα 38 - Κάτοψη Δώματος	105
Εικόνα 39 - Τοπογραφικό Σχέδιο	106
Εικόνα 40 - Σκίαση Από Εμπόδιο Περιβάλλοντος Χώρου στις Όψεις Ι2, Α.4, Β.4, Γ.2	109
Εικόνα 41 - Αποτελέσματα Ενεργειακής Κατάταξης, Κτήριο Αναφοράς - Υπάρχον Κτήριο	122
Εικόνα 42 - Αποτελέσματα Ενεργειακών Απαιτήσεων - Καταναλώσεων, Υπάρχον Κτήριο	123
Εικόνα 43 - Αποτελέσματα Ενεργειακών Απαιτήσεων - Κτήριο Αναφοράς	123
Εικόνα 44 - Αποτελέσματα Ηλιακός Συλλέκτης	127
Εικόνα 45 - Οικονομοτεχνική Ανάλυση Ηλιακός Συλλέκτης	128

Εικόνα 46 - Αποτελέσματα Μονάδων Θέρμανσης	129
Εικόνα 47 - Οικονομοτεχνική Ανάλυση Μονάδων Θέρμανσης	129
Εικόνα 48 - Αποτελέσματα Μονάδων Ψύξης	130
Εικόνα 49 - Οικονομοτεχνική Ανάλυση Μονάδων Ψύξης	130
Εικόνα 50 - Αποτελέσματα Γραφитоύχα Διογκ. Πολ.	136
Εικόνα 51 - Αποτελέσματα Πετροβάμβακας - Ορυκτοβ. 032 - Ορυκτοβαμ. 037	136
Εικόνα 52 - Αποτελέσματα Εξηλασμένη Πολ. - Γραφитоύχα Εξ. Πολ. - Διογκωμένη Πολ.	136
Εικόνα 53 - Αποτελέσματα Κουφωμάτων	140
Εικόνα 54 - Οικονομοτεχνική Ανάλυση Κουφωμάτων	141
Εικόνα 55 - Οικονομοτεχνική Ανάλυση Α.Π.Ε.....	142
Εικόνα 56 - Αποτελέσματα Α.Π.Ε	142
Εικόνα 57 - Αποτελέσματα Διατάξεις Ελέγχου Και Αυτοματισμοί	143
Εικόνα 58 - Οικονομοτεχνική Ανάλυση Διατάξεις Ελέγχου Και Αυτοματισμοί.....	143
Εικόνα 59 - Αποτελέσματα Σενάριο Α	149
Εικόνα 60 - Αποτελέσματα Σενάριο Β.....	150
Εικόνα 61 - Οικονομοτεχνική Ανάλυση Σενάριο Β	150
Εικόνα 62 - Αποτελέσματα Σενάριο Γ	154

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1 - Ροή Ενέργειας Στο Σύστημα Θέρμανσης.....	51
Σχήμα 2 - Ροή Ενέργειας Στο Σύστημα Ψύξης	60
Σχήμα 3 - Ροή Ενέργειας Στο Σύστημα ΖΝΧ	63
Σχήμα 4 - Ενεργειακές Απαιτήσεις Ανά Τελική Χρήση	74
Σχήμα 5 - Επιμερισμός Θερμικών Απωλειών	77
Σχήμα 6 - Επιμερισμός Θερμικών Κερδών	80
Σχήμα 7 - Καταναλώσεις Κτήριο Αναφοράς - Υπάρχον	124
Σχήμα 8 - Ποσοστα Καταναλώσεων Ανα Τελική Χρήση Υπάρχον Κτήριο	125
Σχήμα 9 - Διάγραμμα Θερμοπερατότητας - Πάχους Θερμομονωτικής Στρώσης.....	133
Σχήμα 10 - Διάγραμμα Κατανάλωσης Θέρμανσης - Πάχους Θερμομονωτικής Στρώσης	134
Σχήμα 11 - Βαθμιαία Μείωση Εξοικονομούμενης Ενέργειας	146
Σχήμα 12 - Γράφημα Κατανάλωσης Πρωτογενούς Ενέργειας- Κόστους Επένδυσης.....	151
Σχήμα 13 - Γράφημα Πλήθους Κτηρίων Ανά Ενεργειακή Κατηγορία	152

8

Βιβλιογραφία

- [1] Π. Γ., ΟΔΗΓΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ, Αθήνα: Εκδόσεις Δεδεμάδη.
- [2] «Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης (ΕΛΟΤ),» 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: www.elot.gr.
- [3] «Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (Τ.Ε.Ε.),» 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: web.tee.gr.
- [4] «Ιστότοπος Πρόσβασης στο Δίκαιο της Ερωπαϊκής Ένωσης,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.eur-lex.europa.eu.
- [5] DAIKIN (Heat Pumps), 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: www.daikin.gr.
- [6] «ΔΕΛΤΑ ΤΕΧΝΙΚΗ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.deltatechniki.gr.
- [7] «mp energy,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.mp-energy.gr.
- [8] «ALPHA CLIMA GR,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.alphaclima.gr.
- [9] «THERMACOOL,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.thermacool.gr.
- [10] «HAUFEN wooden windows,» 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: www.haufen.gr.
- [11] «OLYMPIC ENGINEERING AND CONSULTING,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.oleng.eu.
- [12] Σ. Ε. Απολλωνάτου, «Μελέτη Κτηρίου Σχεδόν Μηδενικής Κατανάλωσης Ενέργειας Με Εγκατάσταση Ηλιοθερμικών Και Γεωθερμικών Συστημάτων,» *Διπλωματική Εργασία*, 2017.
- [13] Ζ. Αντωνίου, «Αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης και βιωσιμότητας καινοτόμων συστημάτων ελαφράς τοιχοποιίας σε πολυώροφο κτίριο κατοικιών,» *Μεταπτυχιακή Εργασία*, 2020.
- [14] «ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ FRAGOULAKIS,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.fragoulakis.gr.
- [15] «Σ.Ε.Π.Δ.ΕΜ (Σώμα Επιθεώρησης Περιβάλλοντος, Δόμησης, Ενέργειας και Μεταλλείων),» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.bpes.ypeka.gr.
- [16] «ΜΟΝΟΙΣΟ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.monoisio.gr.
- [17] «ΜΟΝΩΔΟΜΙΜΗ - Τεχνική και Εμπορική Εταιρία Μονώσεων,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.monodomiki.gr.

- [18] «Μονώσεις Αβραμίδης,» 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: www.monosis-avramidis.gr.
- [19] «DOMOS Σύγχρονα Συστήματα Δόμησης,» 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: www.domosgoup.gr.
- [20] «exal,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.exal.gr.
- [21] «ΘΕΡΜΟΠΛΑΣΤΙΚΗ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.thermoplastiki.gr.
- [22] «EXALCO ALUMINUM SYSTEMS,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.exalco.gr.
- [23] «ΚΑΡΤΑΙΝ ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.kaptain.gr.
- [24] «inventor ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.inventoraircondition.gr.
- [25] «AIRCO line energy,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.aircoline.gr.
- [26] «varelas shop Heating and Cooling,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.varelas-shop.gr.
- [27] «Θερμογκαζ,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.vaillant.gr.
- [28] «Clarke Energy,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.clarke-energy.com.
- [29] «HELIOAKMI,» [Ηλεκτρονικό]. Available: www.helioakmi.com.
- [30] Α. Μανωλίτσης, «Ενεργειακή ανάλυση σε ριζική ανακαίνιση υφιστάμενου κτήριου κατοικιών με προκατασκευασμένα συστήματα ξηράς δόμησης και υπερμονωτικά υλικά, στην κατεύθυνση δημιουργίας κτηρίου σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης (nZEB),» *Μεταπτυχιακή Εργασία*, 2018.
- [31] Κ. Α. Αντωνοπούλου, ΘΕΡΜΙΚΑ - ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ, Αθήνα, 2015.
- [32] Κ. Γ. Πασπαλάς, Μετάδοση Θερμότητας (3η Έκδοση), Θεσσαλονίκη: Σύλλογος Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων Β. Ελλάδος, 2007.
- [33] «passipedia,» Passivhaus Institut, 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: www.passipedia.org.
- [34] «energy,» U.S Department of Energy, [Ηλεκτρονικό]. Available: www.energy.gov.
- [35] «ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ,» 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available: www.eipak.org.
- [36] Σ. Χατζηδάκης, Σημειώσεις Ψύξης, Αθήνα, 2003.

9

Παράρτημα

είδος επιφ.		Μεικτή A _ο (m)	Φέρον A _{φο} (m)	Κουφώματα A _ω (m)	Πόρτα A _π (m)	Καθαρή A _τ (m)	Συνολική A _{αδ} (m)	Φέρον U _{φο} (W/m ² K)	Τοιχοποιία U _τ (W/m ² K)	Μεσοσταθμ U _ο (W/m ² K)	Ανώτατο όριο U _{max} (W/m ² K)
τοιχος	ΟΨΗ Ι1	14.08	3.29	1.20	1.89	7.70	10.99	3.40	2.20	2.559	0.45
πορτα	Ι1 Π2						1.89	3.40	2.20	3.500	2.60
τοιχος	ΟΨΗ Ι2	22.88	7.02	3.00	-	12.86	19.88	3.40	2.20	2.624	0.45
μεσοτοιχια	ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ ΙΣ.						21.44	3.40	2.20	0.000	
τοιχος	ΟΨΗ Α1	21.45	10.53	7.36		3.56	14.09	3.40	2.20	3.097	0.45
τοιχος	ΟΨΗ Α2	6.00	0.40	0.00		5.60	6.00	3.40	2.20	2.280	0.45
τοιχος	ΟΨΗ Α3	8.55	0.57	1.00		6.98	7.55	3.40	2.20	2.291	0.45
τοιχος	ΟΨΗ Α4	21.45	6.81	7.18		7.46	14.27	3.40	2.20	2.773	0.45
τοιχος	ΟΨΗ Α5 ΦΩΤΑΓΩΓΟΣ	8.40	3.00	0.60		4.80	7.80	3.40	2.20	2.662	0.45
τοιχος	ΟΨΗ Β1	21.45	10.53	7.36		3.56	14.09	3.40	2.20	3.097	0.45
τοιχος	ΟΨΗ Β2	6.00	0.40	0.00		5.60	6.00	3.40	2.20	2.280	0.45
τοιχος	ΟΨΗ Β3	8.55	0.57	1.00		6.98	7.55	3.40	2.20	2.291	0.45
τοιχος	ΟΨΗ Β4	21.45	6.81	7.18		7.46	14.27	3.40	2.20	2.773	0.45
τοιχος	ΟΨΗ Β5 ΦΩΤΑΓΩΓΟΣ	8.40	3.00	0.60		4.80	7.80	3.40	2.20	2.662	0.45
μεσοτοιχια	ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ Α.Β						93.30	3.40	2.20	0.000	
οροφη	ΟΡΟΦΗ Β ΟΡΟΦΟΥ						14.30	3.40	2.20	3.050	0.40
πυλωτη	ΔΑΠΟΕΔΟ Α ΟΡΟΦΟΥ						47.50	3.40	2.20	2.750	0.40
τοιχος	ΟΨΗ Γ1	30.00	2.00	7.36		20.64	22.64	0.65	0.60	0.804	0.45
τοιχος	ΟΨΗ Γ2	21.45	6.81	7.18		7.46	14.27	0.65	0.60	0.824	0.45
τοιχος	ΟΨΗ Γ3 ΦΩΤΑΓΩΓΟΣ	8.40	3.00	0.60		4.80	7.80	0.65	0.60	0.819	0.45
μεσοτοιχια	ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ Γ ΟΡΟΦΟΥ						40.65	0.65	0.60	0.000	0.00
οροφη	ΟΡΟΦΗ Γ ΟΡΟΦΟΥ						81.60			0.000	0.40

ΠΙΝΑΚΑΣ 33 – ΣΥΝΘΕΣΗ ΏΦΕΩΝ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ, ΌΛΕΣ ΟΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

		A _ο	A _{φο}	A _ω	A _π	A _τ	A _{αδ}	U _{φο}	U _τ	U _ο	U _{max}
τοιχος	Ι3 - ΜΘΧ1	30.24	5.7	0		24.54	30.24	2.60	2.40	2.438	0.9
δάπεδο	ΔΑΠΕΔΟ ΙΣ. - ΜΘΧ2						38			2.000	0.8
τοιχος	Α6 - ΜΘΧ1	19.5	10.14	0	1.89	7.47	17.61	2.60	2.40	2.515	0.9
πόρτα	Α6 - ΜΘΧ1 Π1						1.89			2.700	0.9
τοιχος	Β6 - ΜΘΧ1	19.5	10.14	0	1.89	7.47	17.61	2.60	2.40	2.515	0.9
πόρτα	Β6 - ΜΘΧ1 Π1						1.89			2.700	0.9
δάπεδο	ΔΑΠΕΔΟ Α - ΜΘΧ1						10.4			2.000	0.8
τοιχος	Γ3 - ΜΘΧ1	19.5	10.14	0	1.89	7.47	17.61	2.10	2.10	2.100	0.9
πόρτα	Γ3 - ΜΘΧ1 Π1						1.89			2.700	0.9

ΠΙΝΑΚΑΣ 34 - ΣΥΝΘΕΣΗ ΏΦΕΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ, ΌΛΕΣ ΟΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Στοιχεία Αδιαφανών Επιφανειών Αρχικού Κτηριακού Κελύφους												
Ζώνη 1	γ	β	Εμβαδόν	U	a	e	Fhor_h	Fhor_c	Fov_h	Fov_c	Ffin_h	Ffin_c
ΟΨΗ Ι1	135	90	10.99	2.559	0	0	0	0	1	1	1	1
Ι1 ΠΟΡΤΑ	135	90	1.89	3.5	0	0	0	0	1	1	1	1
ΟΨΗ Ι2	315	90	19.88	2.624	0.4	0.8	0.81	0.657	0.674	0.664	1	1
ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ ΙΣ.			21.44									
Ι3 - ΜΟΧ1	0	90	30.24	2.438	0	0	0	0	1	1	1	1
ΔΑΠΕΔΟ ΙΣ, - ΜΟΧ2	0	180	38	2	0	0	0	0	1	1	1	1
Ζώνη 2												
ΟΨΗ Α1	135	90	14.09	3.097	0.4	0.8	0.876	0.934	0.59	0.487	1	1
ΟΨΗ Α2	45	90	6	2.28	0.4	0.8	1	1	0.455	0.41	1	1
ΟΨΗ Α3	135	90	7.55	2.291	0.4	0.8	0.892	0.941	0.352	0.331	0.812	0.96
ΟΨΗ Α4	315	90	14.27	2.773	0.4	0.8	0.818	0.695	0.657	0.647	1	1
ΟΨΗ Α5	0	90	7.8	2.662	0	0	0	0	1	1	1	1
ΟΨΗ Β1	135	90	14.09	3.097	0.4	0.8	0.961	0.975	0.59	0.487	1	1
ΟΨΗ Β2	45	90	6	2.28	0.4	0.8	1	1	0.455	0.41	1	1
ΟΨΗ Β3	135	90	7.55	2.291	0.4	0.8	0.964	0.977	0.352	0.331	0.812	0.96
ΟΨΗ Β4	315	90	14.27	2.773	0.4	0.8	0.838	0.761	0.657	0.647	1	1
ΟΨΗ Β5	0	90	7.8	2.662	0	0	0	0	1	1	1	1
ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ Α.Β			93.3									
ΟΡΟΦΗ Β	0	0	14.3	3.05	0.65	0.8	1	1	1	1	1	1
ΔΑΠΟΕΔΟ Α	0	180	47.5	2.75	0.65	0.8	1	1	1	1	1	1
Α6 - ΜΟΧ1	0	90	17.61	2.515	0	0	0	0	1	1	1	1
Α6 - ΜΟΧ1 ΠΟΡΤΑ	0	90	1.89	2.7	0	0	0	0	1	1	1	1
Β6 - ΜΟΧ1	0	90	17.61	2.515	0	0	0	0	1	1	1	1
Β6 - ΜΟΧ1 ΠΟΡΤΑ	0	90	1.89	2.7	0	0	0	0	1	1	1	1
ΔΑΠΕΔΟ Α - ΜΟΧ1	0	180	10.4	2	0	0	0	0	1	1	1	1
Ζώνη 3												
ΟΨΗ Γ1	135	90	22.64	0.804	0.4	0.8	1	1	0.438	0.19	1	1
ΟΨΗ Γ2	315	90	14.27	0.824	0.4	0.8	0.877	0.827	0.657	0.647	1	1
ΟΨΗ Γ3	0	90	7.8	0.819	0	0	0	0	1	1	1	1
ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ Γ			40.65									
ΟΡΟΦΗ Γ	0	0	81.6	0.65	0.65	0.8	1	1	1	1	1	1
Γ3 - ΜΟΧ1	0	90	17.61	1.9	0	0	0	0	1	1	1	1
Γ3 - ΜΟΧ1 ΠΟΡΤΑ	0	90	1.89	2.7	0	0	0	0	1	1	1	1
Μ.Θ.Χ.1												
ΟΨΗ Μ1 Ι1	0	90	29.47	3.265	0	0	0	0	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 Ι1 - ΠΟΡΤΑ	0	90	1.89	3.5	0	0	0	0	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 Ι2	315	90	8.52	3.4	0.4	0.8	0.81	0.658	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 Α1	315	90	7.95	3.4	0.4	0.8	0.818	0.694	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 Α2 Φ.	0	90	8.4	3.289	0	0	0	0	1	1	1	1

ΟΨΗ Μ1 Β1	315	90	7.95	3.4	0.4	0.8	0.838	0.762	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 Β2 Φ.	0	90	8.4	3.289	0	0	0	0	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 Γ1	315	90	7.95	3.4	0.4	0.8	0.878	0.828	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 Γ2 Φ.	0	90	8.4	3.289	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 Δ1	315	90	8.55	3.4	0.4	0.8	0.968	0.944	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 Δ2	225	90	11.91	3.18	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 Δ2 - ΠΟΡΤΑ	225	90	1.89	6	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 Δ3	135	90	2.85	3.073	0.4	0.8	1	1	1	1	0.9	0.71
ΟΨΗ Μ1 Δ4	225	90	5.55	3.4	0.4	0.8	1	1	1	1	0.958	0.83
ΟΨΗ Μ1 Δ5	135	90	5.7	3.4	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 Υ1 Φ.	0	90	7.84	3.29	0	0	0	0	1	1	1	1
ΟΨΗ Μ1 ΟΡΟΦΗ	0	0	16.6	3.05	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1
Μ.Θ.Χ.2												
Μ2 ΟΡΟΦΗ	0	0	53	3.05	0.4	0.8	1	1	1	1	1	1

ΠΙΝΑΚΑΣ 35 - ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ, ΑΡΧΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ, ΠΡΟΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΣΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ

Ζώνη 1	Τύπος	Περιγραφή	γ	β	Εμβαδόν	U	a	e	F_hor_h	F_hor_c	F_ov_h	F_ov_c	F_fin_h	F_fin_c	
Ζώνη 1	τοιχος	ΟΨΗ Ι1	135	90	10.99	0.44	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	πορτα	Ι1 Π2	135	90	1.89	2.6	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	τοιχος	ΟΨΗ Ι2	315	90	19.88	0.44	0.4	0.8	0.81	0.66	0.67	0.66	1.00	1.00	
	μεσοτοιχια	ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ ΙΣ.			21.44										
Ζώνη 2	τοιχος	ΟΨΗ Α1	135	90	14.09	0.45	0.4	0.8	0.88	0.93	0.59	0.49	1.00	1.00	
	τοιχος	ΟΨΗ Α2	45	90	6	0.43	0.4	0.8	1.00	1.00	0.46	0.41	1.00	1.00	
	τοιχος	ΟΨΗ Α3	135	90	7.55	0.43	0.4	0.8	0.89	0.94	0.35	0.33	0.81	0.96	
	τοιχος	ΟΨΗ Α4	315	90	14.27	0.44	0.4	0.8	0.82	0.70	0.66	0.65	1.00	1.00	
	τοιχος	ΟΨΗ Α5 ΦΩΤΑΓΩΓΟΣ	0	90	7.8	0.44	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	τοιχος	ΟΨΗ Β1	135	90	14.09	0.45	0.4	0.8	0.96	0.98	0.59	0.49	1.00	1.00	
	τοιχος	ΟΨΗ Β2	45	90	6	0.43	0.4	0.8	1.00	1.00	0.46	0.41	1.00	1.00	
	τοιχος	ΟΨΗ Β3	135	90	7.55	0.43	0.4	0.8	0.96	0.98	0.35	0.33	0.81	0.96	
	τοιχος	ΟΨΗ Β4	315	90	14.27	0.44	0.4	0.8	0.84	0.76	0.66	0.65	1.00	1.00	
	τοιχος	ΟΨΗ Β5 ΦΩΤΑΓΩΓΟΣ	0	90	7.8	0.44	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	μεσοτοιχια	ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ Α.Β			93.3										
	οροφη	ΟΡΟΦΗ Β ΟΡΟΦΟΥ	0	0	14.3	0.4	0.65	0.8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
πυλωτη	ΔΑΠΟΕΔΟ Α ΟΡΟΦΟΥ	0	180	47.5	0.4	0.65	0.8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Ζώνη 3	τοιχος	ΟΨΗ Γ1	135	90	22.64	0.68	0.4	0.8	1.00	1.00	0.44	0.19	1.00	1.00	
	τοιχος	ΟΨΗ Γ2	315	90	14.27	0.49	0.4	0.8	0.88	0.83	0.66	0.65	1.00	1.00	
	τοιχος	ΟΨΗ Γ3 ΦΩΤΑΓΩΓΟΣ	0	90	7.8	0.49	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	μεσοτοιχια	ΜΕΣΟΤΟΙΧΙΑ Γ ΟΡΟΦΟΥ			40.65										
οροφη	ΟΡΟΦΗ Γ ΟΡΟΦΟΥ	0	0	81.6	0.44	0.65	0.8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Διαχωριστικές Επιφάνειες	1														
	2	τοιχος	Ι3 - ΜΘΧ1	0	90	30.24	0.48	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		δάπεδο	ΔΑΠΕΔΟ ΙΣ. - ΜΘΧ2	0	180	38	0.42	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1	τοιχος	Α6 - ΜΘΧ1	0	90	17.61	0.49	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		πόρτα	Α6 - ΜΘΧ1 Π1	0	90	1.89	2.6	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		τοιχος	Β6 - ΜΘΧ1	0	90	17.61	0.49	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		πόρτα	Β6 - ΜΘΧ1 Π1	0	90	1.89	2.6	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		δάπεδο	ΔΑΠΕΔΟ Α - ΜΘΧ1	0	180	10.4	0.42	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	1														
		τοιχος	Γ3 - ΜΘΧ1	0	90	17.61	0.49	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	πόρτα	Γ3 - ΜΘΧ1 Π1	0	90	1.89	2.6	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Μη Θερμανιμένοι Χώροι															
		τοιχος	ΟΧΗ Μ1 Ι1	0	90	29.47	3.27	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		πόρτα	ΟΧΨΗ Μ1 Ι1 Π1	0	90	1.89	3.5	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Ι2	315	90	8.52	3.4	0.4	0.8	0.81	0.66	1.00	1.00	1.00	1.00
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Α1	315	90	7.95	3.4	0.4	0.8	0.82	0.69	1.00	1.00	1.00	1.00
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Ι2 ΦΩΤΑΓ.	0	90	8.4	3.29	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Β1	315	90	7.95	3.4	0.4	0.8	0.84	0.76	1.00	1.00	1.00	1.00
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Β2 ΦΩΤΑΓ	0	90	8.4	3.29	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Γ1	315	90	7.95	3.4	0.4	0.8	0.88	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Γ2 ΦΩΤΑΓ	0	90	8.4	3.29	0.4	0.8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Δ1	315	90	8.55	3.4	0.4	0.8	0.97	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Δ2	225	90	11.91	3.18	0.4	0.8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		πόρτα	ΟΨΗ Μ1 Δ2 Π1	225	90	1.89	6	0.4	0.8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Δ3	135	90	2.85	3.07	0.4	0.8	1.00	1.00	1.00	1.00	0.90	0.71
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Δ4	225	90	5.55	3.4	0.4	0.8	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.83
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Δ5	135	90	5.7	3.4	0.4	0.8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		τοιχος	ΟΨΗ Μ1 Υ1 ΦΩΤΑΓ	0	90	7.84	3.29	0	0	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
		οροφή	Μ1 ΟΡΟΦΗ	0	0	16.6	3.05	0.4	0.8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2															
	ΟΡΟΦΗ	Μ2 ΟΡΟΦΗ	0	0	53	3.05	0.4	0.8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

Πίνακας 5.5 - Αδιαφανείς Επιφάνειες, Τελικά Χαρακτηριστικά, Διογκωμένη Πολυστερίνη, Προς Καταχώρηση ΤΕΕ-KENAK

Θερμογέφυρες						
Κατακόρυφες						
Ισόγειο	A	ΕΓ8	-0.3	1	3.2	-0.96
	Z	ΕΓ2	-0.1	1	3.2	-0.32
	E	ΣΣ7	0.4	0.5	3.2	0.64
	Δ	ΕΓ1	-0.15	0.5	3.2	-0.24
	Γ	ΣΓ1	0.05	0.5	3.2	0.08
	B	ΕΓ1	-0.15	1	3.2	-0.48
A' & B'	A	ΕΓ2	-0.1	1	3	-0.3
	Θ	ΕΓ2	-0.1	1	3	-0.3
	H	ΣΣ7	0.4	0.5	3	0.6
	Z	ΣΓ1	0.05	0.5	3	0.075
	E	ΕΓ8	-0.3	0.5	3	-0.45
	Δ	ΕΓ1	-0.15	1	3	-0.45
	Γ	ΣΓ1	0.05	1	3	0.15
	B	ΕΓ1	-0.15	1	3	-0.45
Γ'	A	ΕΓ1	-0.15	1	3	-0.45
	Z	ΕΓ2	-0.1	1	3	-0.3
	E	ΣΣ7	0.4	0.5	3	0.6
	Δ	ΣΓ3	0.05	0.5	3	0.075
	Γ	ΕΓ8	-0.3	1	3	-0.9
	B	ΕΓ1	-0.15	1	3	-0.45
Σύνολο						-3.83
Οριζόντιες						
Γ'	AB	ΔΣ35	-0.05	1	10	-0.5
	AZ	ΔΣ35	-0.05	1	10	-0.5
	ZE	ΔΣ35	-0.05	1	7.15	-0.3575
	ΕΚΙΘΓ	ΔΥ23	0.05	1	9.3	0.465
	ΓΒ	ΔΣ35	-0.05	1	3.55	-0.1775
A'	ΕΑΒΓΔΕ	ΔΠ30	-0.05	1	20.6	-1.03
ΙΣΟΓΕΙΟ	ΑΒΜΛΚΙΘ	ΟΕ2	0.05	1	14.2	0.71
Σύνολο						-1.39
Σύνολο Κατακόρυφες & Οριζόντιες						-5.22

ΠΙΝΑΚΑΣ 36 - ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ & ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

	Υψος	Πλάτος		πλάτος πλαίσιου	Uf	Ug	Af	Ag	Aw	Ig	Ψg	Uw
Π1	1.2	1	μχ	0.145	7	5.7	0.554	0.646	1.2	3.24	0.02	6.354
Π2	1	2	δε	0.145	7	5.7	0.786	1.214	2	4.84	0.02	6.259
Π3	1	1	μχ	0.145	7	5.7	0.496	0.504	1	2.84	0.02	6.401
Π7	0.8	0.75	μα	0.145	7	5.7	0.365	0.235	0.6	1.94	0.02	6.556
Θ1	2.1	0.9									0.02	
											0.02	
1ος 2ος											0.02	
2x M1	2.3	1.6	δε	0.145	7	5.7	1.047	2.633	3.68	6.64	0.02	6.106
M2	2.3	2.6	δε	0.145	7	5.7	1.337	4.643	5.98	8.64	0.02	6.020
Π1	1.2	1	μχ	0.145	7	5.7	0.554	0.646	1.2	3.24	0.02	6.354
Π4	1	0.6	μα	0.145	7	5.7	0.380	0.220	0.6	2.04	0.02	6.591
Π3	1	1	μα	0.145	7	5.7	0.496	0.504	1	2.84	0.02	6.401
Π7	0.8	0.75	μα	0.145	7	5.7	0.365	0.235	0.6	1.94	0.02	6.556
Θ1	2.1	0.9									0.02	
											0.02	
3ο1											0.02	
2x M3	2.3	1.6	δε	0.145	7	5.7	1.047	2.633	3.68	6.64	0.02	6.106
M4	2.3	2.6	δε	0.145	7	5.7	1.337	4.643	5.98	8.64	0.02	6.020
Π5	1.3	1	μχ	0.145	7	5.7	0.583	0.717	1.3	3.44	0.02	6.336
Π6	1	0.6	μα	0.145	7	5.7	0.380	0.220	0.6	2.04	0.02	6.591
Π7	0.8	0.75	μα	0.145	7	5.7	0.365	0.235	0.6	1.94	0.02	6.556

ΜΟΧ1	Τυπος	Υψος	Πλάτος	πλάτος πλαίσιου	Uf	Ug	Af	Ag	Aw	Ig	Ψg	Uw
ΟΨΗΜ112Α1	Π7	0.8	0.75	0.145	7	5.7	7.3110875	-7.1840063	0.127081167	6.748116667	0.02	6.556366667
ΟΨΗΜ1Α1Α1	Π7	0.8	0.75	0.145	7	5.7	7.666675	-7.5348527	0.131822333	7.222233333	0.02	6.556366667
ΟΨΗΜ1Β1Α1	Π7	0.8	0.75	0.145	7	5.7	7.382205	-7.2541756	0.1280294	6.84294	0.02	6.556366667
ΟΨΗΜ1Γ1Α1	Π7	0.8	0.75	0.145	7	5.7	7.61455	-7.4884227	0.131127333	7.152733333	0.02	6.556366667

Πίνακας 37 - ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ, ΠΛΑΙΣΙΟ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑΣ, ΜΟΝΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

α

	Τύπος	Περιγραφή	γ°	β°	Εμβαδόν	Τύπος Ανοίγ.	U	g	F_hor_h	F_hor_c	F_ov_h	F_ov_c	F_fin_h	F_fin_c
Ζώνη 1	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Ι1-Α1	135	90	1.2	Π1	1.36	0.46	0	0	1	1	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Ι2-Α1	315	90	1	Π3	1.38	0.44	0.81	0.658	0.642	0.63	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Ι2-Α2	315	90	2	Π2	1.33	0.54	0.81	0.658	0.642	0.63	1	1
Ζώνη 2	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Α1-Α1	135	90	3.68	Μ1	1.27	0.41	0.87	0.932	0.67	0.55	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Α1-Α2	135	90	3.68	Μ1	1.27	0.41	0.87	0.932	0.67	0.55	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Α3-Α1	135	90	1	Π3	1.38	0.44	0.902	0.946	0.29	0.3	0.81	0.96
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Α4-Α1	315	90	1.2	Π1	1.36	0.46	0.82	0.7	0.618	0.6	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Α4-Α2	315	90	5.98	Μ2	1.24	0.51	0.816	0.688	0.714	0.704	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Α5-ΦΩΤΑΓ. Α1	0	90	0.6	Π4	1.44	0.47	0	0	1	1	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Β1-Α1	135	90	3.68	Μ1	1.27	0.41	0.958	0.974	0.67	0.55	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Β1-Α2	135	90	3.68	Μ1	1.27	0.41	0.958	0.974	0.67	0.55	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Β3-Α1	135	90	1	Π3	1.38	0.44	0.966	0.978	0.29	0.3	0.81	0.96
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Β4-Α1	315	90	1.2	Π1	1.36	0.46	0.84	0.77	0.618	0.6	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Β4-Α2	315	90	5.98	Μ2	1.24	0.51	0.836	0.754	0.714	0.704	1	1
Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Β5-ΦΩΤΑΓ. Α1	0	90	0.6	Π4	1.44	0.47	0	0	1	1	1	1	
Ζώνη 3	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Γ1-Α1	135	90	3.68	Μ3	1.27	0.49	1	1	0.544	0.19	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Γ1-Α2	135	90	3.68	Μ3	1.27	0.49	1	1	0.544	0.19	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Γ2-Α1	315	90	1.2	Π5	1.36	0.4	0.882	0.832	0.618	0.6	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Γ2-Α2	315	90	5.98	Μ4	1.24	0.55	0.87	0.82	0.714	0.704	1	1
	Αν. Κούφωμα	ΟΨΗ Γ3-ΦΩΤΑΓ. Α1	0	90	0.6	Π6	1.44	0.42	0	0	1	1	1	1

ΠΙΝΑΚΑΣ 38 - ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ PVC, ΠΡΟΣ ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΗ ΣΤΟ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ