



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ : ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ:ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ
ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ-ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

ΜΠΟΛΙΑΡΗ ΜΑΡΙΑ-ΠΑΝΑΓΟΥΛΑ

ΚΥΡΙΑΖΑΚΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

Επιβλέπων καθηγητής: Διονύσιος Μπισκίνης

Πάτρα,2023

Ευχαριστίες

Με το σημείωμα αυτό επιθυμούμε να ευχαριστήσουμε όλους τους ανθρώπους που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

Αρχικά θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή μας τον κ. Διονύσιο Μπισκίνη που με την πολύτιμη βοήθεια του και τις παρατηρήσεις του συνέβαλε στην αρτιότερη εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κ.Αγγελόπουλο με ειδικότητα Πολιτικού Μηχανικού ,εργοδότης του γραφείου που εργάζομαι εγώ η Μπολιάρη Μαρία Παναγούλα όπου μας βοήθησε και μας καθοδήγησε με το Λογισμικό ΤΕΕ-KENAK.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα για την παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση. Η συνεχόμενη αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης δημιουργεί αυξημένες πιέσεις στη παραγωγή ενέργειας αλλά και στην ανάγκη για σχεδιασμό ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η ανησυχία για τη μείωση των αποθεμάτων του πλανήτη σε πρωτογενής πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, έχουν ευαισθητοποιήσει τα ευρωπαϊκά κράτη και πλέον προτεραιότητα όλων είναι να ληφθούν αποφάσεις και μέτρα που συμβάλλουν τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας όσο και στην εξοικονόμηση χρημάτων.

Ο ελληνικός τομέας έχει έντονο ενεργειακό και περιβαλλοντικό αποτύπωμα, λόγω χρήσης πρωτογενών υλών, κατανάλωσης φυσικών πόρων και παραγωγή ρύπων και αποβλήτων. Τα κτίρια στην Ελλάδα χαρακτηρίζονται ως ιδιαίτερα ενεργοβόρα κυρίως λόγω της παλαιότητας και της μη ενσωμάτωσης σύγχρονης τεχνολογίας σε αυτά που οφείλεται στην έλλειψη της σχετικής νομοθεσίας τα τελευταία 30 έτη. Έτσι τα κτίρια καταναλώνουν περισσότερο από το 40% της ενέργειας που παράγεται για να καλύψουν τις ανάγκες θέρμανσης, δροσισμού, φωτισμού κ.α. Απαραίτητο είναι, λοιπόν, η βελτίωση αυτών των κτιρίων, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας που 'ζητά' το κτήριο για να καλύψει τις ανάγκες του. Αυτό θα επιτευχθεί με την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου, η οποία συμβάλει και προσδιορίζει τρόπους με τους οποίους το κτήριο θα γίνει ενεργειακά αποδοτικό και θα μειωθούν οι δαπάνες ενέργειας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετάται η ενεργειακή συμπεριφορά μιας μονοκατοικίας στη περιοχή του Άργους καθώς και οι προτάσεις των μέτρων που θα συμβάλλουν στην ενεργειακή αναβάθμιση αυτής. Η ανάλυση γίνεται με βάση τη μεθοδολογία που προτείνει ο ΚΕΝΑΚ και για τα αποτελέσματα χρησιμοποιείται το λογισμικό TEE-KENAK.

Η πτυχιακή εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος της εργασίας, περιλαμβάνονται τα θεωρητικά στοιχεία σχετικά με την εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ στο κτιριακό τομέα και τα οφέλη της εξοικονόμησης ενέργειας. Στη συνέχεια γίνεται περιγραφή των συνθηκών άνεσης που πρέπει να εξασφαλίζονται σε ένα κτίριο καθώς και η σημασία της μόνωσης στη σύγχρονη κοινωνία. Επίσης μελετάται η θερμομόνωση και ο ρόλος της στην αποδοτική λειτουργία του κτιρίου. Ακολουθεί η περιγραφή διαφόρων μορφών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η αρχή λειτουργίας τους.

Στο δεύτερο μέρος γίνεται η αναλυτική περιγραφή του κτιρίου προς μελέτη και αναλύονται τα δομικά στοιχεία όπου αποτελείται το κτίριο καθώς και τα στοιχεία που καλύπτουν ανάγκες του κτιρίου όπως το σύστημα θέρμανσης, το σύστημα ψύξης και το σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. Ακόμη μελετάται η ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου και προσαρμόζονται οι ενεργειακές καταναλώσεις. Ακολουθεί η προσομοίωση του κτηρίου με το λογισμικό ΚΕΝΑΚ, κατά το οποίο εκτιμάται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου ανά τελική χρήση και συνολικά ώστε να προκύψει η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου. Τέλος, σύμφωνα με τα αποτελέσματα που μας δίνει το λογισμικό TEE-KENAK, παρουσιάζονται οι διάφορες προτάσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου σύμφωνα με τα προβλήματα που εντοπίστηκαν από την ενεργειακή επιθεώρηση.

ABSTRACT

In this thesis the energy behavior of a detached house in the area of Argos is studied and the proposals of measures that will contribute to its energy upgrade. The analysis is based on the methodology proposed by the KENAK and for the results the software TEE-KENAK is used.

The thesis is divided into two parts. In the first part of the thesis , the theoretical data on the application of the KENAK in the building sector and the benefits of energy savings are included. Then a description of the comfort conditions to be ensured in a building and the importance of insulation in modern society is given. Thermal insulation and its role in the efficient operation of the building is also studied. This is followed by a description of various forms of renewable energy sources and the principle of their operation.

In the second part, a detailed description of the building to be studied is given and the structural elements of the building are analysed, as well as the elements that cover the needs of the building such as the heating system, the cooling system and the hot water production system. Furthermore, the energy behaviour of the building shall be studied and the energy consumption shall be adjusted. The building is then simulated using the KENAK software, in which the primary energy consumption of the building is estimated by end-use and overall in order to obtain the energy classification of the building. Finally, according to the results given by the TEEK-KENAK software, the different proposals for the energy upgrade of the building are presented according to the problems identified by the energy audit.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

1.2 ΑΝΕΣΗ

1.2.1 ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

1.2.2 ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ

1.2.3 ΠΕΡΙΒΑΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ

1.2.4 ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

1.2.5 ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

1.2.6 ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΣΝΘΗΚΕΣ ΧΩΡΟΥ

1.3 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ-ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

1.4 ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.1 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

2.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

2.3 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ

2.3.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΠΟΛΙΤΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.3.2 ΟΦΕΛΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.4 ΤΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.5 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΚΕΝΑΚ

ΜΕΡΟΣ Α

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

3.2 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΝΕΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

3.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΩΝ

3.3.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ

3.3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

3.3.2.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ/ΨΥΞΗ

3.3.2.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

3.3.2.3 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ.

3.3.2.4 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΚΑΙ ΑΠΛΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

3.3.3 ΤΟ ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

3.3.3.1 ΤΟ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

3.3.3.2 ΟΙ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

3.4 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

3.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

3.5.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΡΗΣΗΣ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΤΟΥ Κ.Ε.Ν.Α.Κ

3.5.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΚΑΙ ΛΟΙΠΕΣ ΣΤΑΘΕΡΕΣ

3.5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

3.6 ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

3.6.1 ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

3.6.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΑΣΕΩΝ ΜΕ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

3.7 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

3.7.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

3.7.2 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΙ Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΤΟΥ.

ΜΕΡΟΣ Β

3.8 ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ

3.8.1 ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ.

3.8.1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.

3.8.1.2 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

3.8.1.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.8.1.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΠΟΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΑΡΧΕΙΟΥ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΗ Π.Ε.Α

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

4.1 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

4.1.1 ΟΦΕΛΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

4.1.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

4.1.3 ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ.

4.1.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΕΥΑΛΩΤΑ ΣΤΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗ

4.1.5 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

4.1.6 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ-ΔΟΚΩΝ-ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΩΝ.

4.1.6.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΩΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ.

4.1.6.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΩΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

4.1.7 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

4.1.8 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΟΡΟΦΗΣ

4.1.9 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΕΓΗΣ

4.1.10 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΔΑΠΕΔΩΝ ΕΚΤΕΘΕΙΜΕΝΩΝ ΣΤΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

4.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ Α.Π.Ε

4.2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

4.2.2 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ Α.Π.Ε

4.2.2.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ Α.Π.Ε ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ

4.3 ΘΕΡΜΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

4.3.1 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

4.3.1.1 ΕΠΙΠΕΔΟΣ ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

4.3.2 ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ

4.3.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ COMBI

4.3.4 ΗΛΙΑΚΗ ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ COMBI-PLUS

4.4 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

4.4.1 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

5.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

5.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

5.4 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

5.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

5.5.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

5.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

5.6.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

5.6.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ

5.6.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

5.6.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

5.6.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

5.7 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

5.7.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

5.8 ΚΕΛΥΦΟΣ

5.9 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

5.9.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΗΣ

5.9.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ

5.9.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

5.10 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ

6.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΖΝΧ

6.1.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

6.1.2 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

6.1.3 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

6.1.4 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

6.1.5 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ ΚΑΙ ΗΛΙΑΚΟΥ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑ-ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΩΝ Α.Π.Ε

6.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΥΣΤΕΡΑ ΑΠΟ ΤΙΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7:ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η υπερθέρμανση του πλανήτη μας, απαιτεί τη λήψη δραστικών μέτρων, προκειμένου να μειωθεί η αδιάκοπη παραγωγή ενέργειας και κατ' επέκταση η εκπομπή αερίων ρύπων. Η ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας και η προστασία του περιβάλλοντος, μας οδηγεί στη δημιουργία σύγχρονων βιοκλιματικών κτηρίων είτε αυτά αφορούν επαγγελματικές χρήσεις(π.χ σχολεία, νοσοκομεία ,δημόσια κτήρια) είτε προσωπικές(π.χ κατοικία).

Στόχος μας είναι ο κατάλληλος σχεδιασμός, ο οποίος θα περιορίσει την εξάρτηση του κτιρίου από τον μηχανολογικό εξοπλισμό για τη θέρμανση ή την ψύξη του. Για να επιτύχουμε τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας τη χειμερινή περίοδο, θα πρέπει να περιορίσουμε τις θερμικές απώλειες του κτιρίου και να μεγιστοποιήσουμε τα ηλιακά κέρδη. Τη θερινή περίοδο, επιδιώκουμε τον φυσικό δροσισμό του κτιρίου, με την ελαχιστοποίηση των θερμικών κερδών και την αποφόρτιση του μέσω του αερισμού.

Οι δύο μονάδες θερμικών ροών, από και προς το κτίριο, συνθέτουν το θερμικό του ισοζύγιο. Στην Ελλάδα η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων, είναι της τάξης των 4.6 Mtoe, και αντιστοιχούν 0.55 Mtoe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή περίπου το μισό της αντίστοιχης κατανάλωσης στην υπόλοιπη Ευρώπη.

Τύπος Κτιρίου	Δροσισμός	Θέρμανση	Φωτισμός	Συσκευές	Σύνολο
Γραφεία	24	95	20	48	187
Εμπορικά	18	74	19	41	152
Σχολεία	2	66	16	8	92
Νοσοκομεία	3	299	52	53	407
Ξενοδοχεία	11	198	24	40	273

Πίνακας 1.1 Μέση ενεργειακή κατανάλωση διαφόρων τυπών κτιρίων ανά είδος χρήσης(όλες οι τιμές είναι σε kWh ανα τετραγωνικό μέτρο το χρόνο) (<http://www.buildings.gr>).

Στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης στους χρήστες του κτιρίου, ελαχιστοποιώντας τη χρήση τεχνητών ενεργειακών πόρων και αξιοποιώντας τη χρήση φυσικών πόρων οι οποίοι σχετίζονται με τα κλιματικά δεδομένα ενός τόπου. Η ηλιακή ενέργεια, για παράδειγμα αποτελεί μία άφθονη και ανεξάντλητη μορφή ενέργειας, η οποία ακόμη και σε βόρεια γεωγραφικά πλάτη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μείωση της χρήσης ορυκτών καυσίμων.

Σε κάθε κτίριο για την εξασφάλιση της θέρμανσης, του δροσισμού και του τεχνητού φωτισμού καθώς και τη λειτουργία διαφόρων συσκευών απαιτείται η κατανάλωση ενέργειας, ενώ

παράλληλα οι χρήστες αποδίδουν τη μεταβολική τους ενέργεια στο εσωτερικό του κτιρίου. Επίσης κατά τη λειτουργία του κτιρίου εμφανίζονται θερμικές πρόσδοδοι ή απώλειες οι οποίες επηρεάζουν τις απαιτήσεις θέρμανσης και δροσισμού του κτιρίου. Πρόθεση κάθε βιοκλιματικού σχεδίου είναι να μεγιστοποιήσει τις χρονικές περιόδους που το κτίριο δεν χρειάζεται πρόσθετη μη ανανεώσιμη ενέργεια για τη θέρμανση ή το δροσισμό του (Αξαρλή, κ.α. 2001).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται και αναλύονται θέματα σχετικά με τις συνθήκες άνεσης στα κτίρια.

1.2 ANEΣΗ

«Άνεση μπορεί να οριστεί ως η αίσθηση της απόλυτης φυσικής και πνευματικής ευημερίας όλων των ατόμων που βρίσκονται σε έναν χώρο. Η εξασφάλιση άνεσης καθορίζεται από πλήθος καταστάσεων που πρέπει να εξασφαλίζονται ταυτόχρονα» (Τσίπηρας, 2005).

Κάθε κτίριο πρέπει να παρέχει στους χρήστες του τις βέλτιστες κατά το δυνατόν συνθήκες άνεσης, ούτως ώστε να εξασφαλίζεται η φυσική και πνευματική τους ευημερία. Κατά τους Koënisberger et al (1973) ο ρόλος του μελετητή είναι να δημιουργήσει τις βέλτιστες κατά το δυνατόν εσωκλιματικές συνθήκες διότι η αίσθηση της άνεσης ή η έλλειψή της αθροιστικά συνεισφέρουν στην κρίση του χρήστη για την ποιότητα του σπιτιού όπου ζει ή του σχολείου ή του γραφείου ή του εργοστασίου όπου εργάζεται.

Η έννοια της άνεσης είναι πολυσύνθετη διότι γίνεται αντιληπτή στον άνθρωπο με τις αισθήσεις, γεγονός που επιτρέπει τη διαμόρφωση υποκειμενικής αντίληψης για τις εσωκλιματικές συνθήκες του κτιρίου. Ωστόσο κατά το στάδιο σχεδιασμού ενός νέου κτιρίου ή κατά την αρχιτεκτονική παρέμβαση σε παλαιότερο κτίριο πρέπει να υπάρχει ένας αντικειμενικός τρόπος καθορισμού της άνεσης και των ορίων της. Τις τελευταίες δεκαετίες πολλοί ερευνητές έχουν προσπαθήσει να εντάξουν σε διαγράμματα τα αποτελέσματα των ερευνών τους αναφορικά με τον καθορισμό της άνεσης και των ορίων της, τα οποία όμως παρουσιάζουν αποκλίσεις που οφείλονται αφενός στην υποκειμενική, ως ένα ποσοστό έννοια της άνεσης, αφετέρου στη διαφορετική μεθοδολογία που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση. Οι τρεις σημαντικότερες συνιστώσες είναι η θερμική, οπτική και ακουστική άνεση και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κέλυφος του κτιρίου και τα συστήματα ελέγχου του εσωκλίματος (Αξαρλή, 1995).

Ο υπολογισμός της θερμικής ροής που πραγματοποιείται σε ένα κτίριο, διαμέσου του κελύφους του αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την πλήρη καταγραφή των θερμικών προσόδων και απωλειών στο θερμικό του ισοζύγιο του. Η ροή αυτή οφείλεται σε διάφορες διαδικασίες οι οποίες περιγράφονται στον πίνακα 1.2

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΡΟΗΣ
1. Θερμικές πρόσδοδοι από την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στο κτίριο
2. Θερμότητα που αποδίδεται από τους χρήστες του κτιρίου, τις

θερμογόνες συσκευές, τα συμβατικά μέσα θέρμανσης και τον τεχνητό φωτισμό
3. Θερμικές απώλειες ή κέρδη με αγωγή από το κέλυφος του κτιρίου
4. Θερμικές απώλειες ή κέρδη από τον αερισμό
5. Θερμικές απώλειες από την εξάτμιση
6. Απόρριψη θερμότητας στο περιβάλλον όταν η εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από την εξωτερική.

Πίνακας 1.2 Διαδικασίες θερμικής ροής.

1.2.1 ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

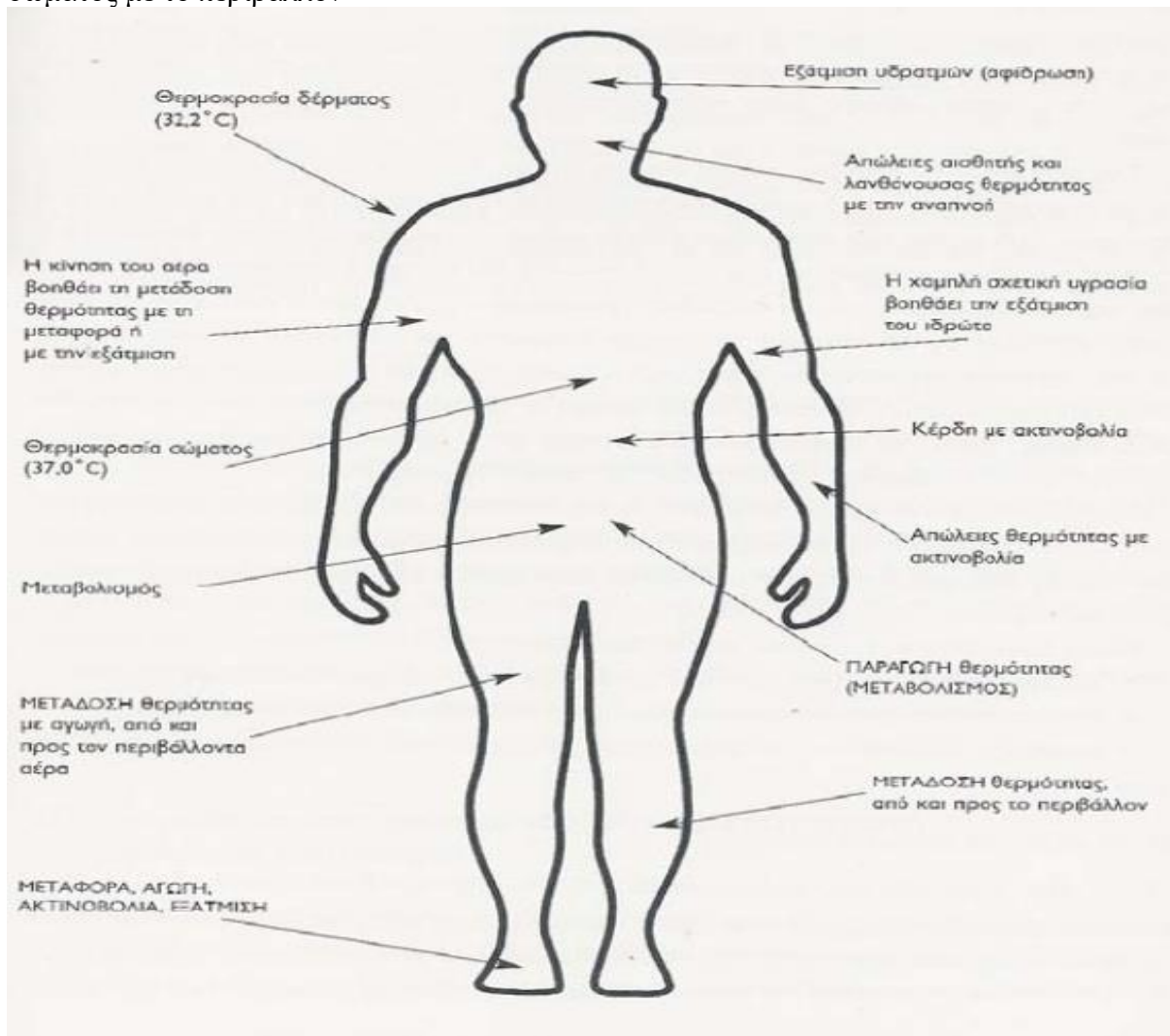
Η εξασφάλιση της θερμικής άνεσης σε ένα κτίριο θεωρείται ότι έχει επιτευχθεί, όταν δημιουργούνται συνθήκες στις οποίες ο χρήστης δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή στο περιβάλλον του, δηλαδή δεν νιώθει την ανάγκη για περισσότερη θέρμανση ή περισσότερη ψύξη. Στατιστικά ως θερμική άνεση ορίζεται η περιοχή των συνθηκών για τις οποίες το 80% των ανθρώπων με σύνηθες για την εποχή ντύσιμο και ελαφρά δραστηριότητα δεν παραπονιούνται (Περιοδικό κτίριο, 2007, τεύχος 10, σελ. 58) Η θερμική άνεση εξαρτάται και επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από προσωπικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες. Όταν οι κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος είναι ευνοϊκές, το θερμορυθμιστικό σύστημα του ανθρώπου λειτουργεί σε ικανοποιητικό βαθμό και ο άνθρωπος νιώθει θερμικά άνετα. Σε συνθήκες, δυσμενείς για το ανθρώπινο σώμα, ο οργανισμός αδυνατεί να παράγει την επιθυμητή θερμότητα για να καλυφθούν οι ανάγκες του ή χάνει αρκετή από την θερμότητα του και έτσι το άτομο δεν νιώθει θερμικά άνετα.

Η ανταλλαγή θερμότητας ανάμεσα στο ανθρώπινο σώμα και το περιβάλλον του γίνεται με πολλούς τρόπους:

- Με μεταφορά ή συναγωγή από το ανθρώπινο σώμα στον αέρα, διαμέσου της επιδερμίδας.
- Με ακτινοβολία από το ανθρώπινο σώμα προς τις περιβάλλουσες επιφάνειες και αντίστροφα και είναι συνάρτηση της επιφανειακής θερμοκρασίας και των γύρω επιφανειών.
- Με αγωγή όταν υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ της θερμότητας του σώματος και του περιβάλλοντος αέρα.
- Με εξάτμιση, η οποία συντελείται μέσω της αναπνοής ή από την επιδερμίδα μέσω της άδηλης διαπνοής του ιδρώτα.

Καθώς το κέλυφος των κτηρίων αποτελεί το ρυθμιστικό παράγοντα για τη δημιουργία των συνθηκών θερμικής άνεσης στο εσωτερικό χώρο, ο μελετητής οφείλει να σχεδιάσει το κτήριο έτσι ώστε να δίνει στο χρήστη το δικαίωμα συμμετοχής στη διαμόρφωση του επιπέδου θερμικής άνεσης αλλάζοντας κάποιους από τους παράγοντες που την επηρεάζουν. Με αυτό το τρόπο γίνονται σεβαστές οι απαιτήσεις κάθε ανθρώπου σε σχέση με το αίσθημα της θερμικής άνεσης.

Στην εικόνα 1.1 που ακολουθεί περιγράφονται σχηματικά οι ανταλλαγές του ανθρωπίνου σώματος με το περιβάλλον



Εικόνα 1.1 Ανθρώπινο σώμα και θερμική άνεση (Πηγή: Κώστας & Θέμης Στεφ. Τσίππρας, 2005 σελ.233)

Οι παράμετροι που επηρεάζουν τη θερμική άνεση ενός κτιρίου διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, αυτές που αφορούν προσωπικούς παράγοντες (ενδυμασία, δραστηριότητα) και αυτές που αφορούν το περιβάλλον (θερμοκρασία αέρα, υγρασία, κίνηση αέρα, μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας).

Η θερμική άνεση μπορεί να επιτευχθεί με πολλούς διαφορετικούς συνδυασμούς αυτών των παραμέτρων. Η θετική ή η αρνητική επίδραση μιας παραμέτρου μπορεί να ενισχυθεί ή να εξασθενήσει από την αλλαγή μιας άλλης παραμέτρου. «Πρακτικά δεν είναι δυνατόν να προσδιοριστεί το σημείο της άριστης θερμικής άνεσης, αλλά μια σειρά συνθηκών, οι οποίες αποτελούν την «περιοχή θερμικής άνεσης», όπου σύμφωνα με τα διαθέσιμα πειραματικά δεδομένα το 70% των ατόμων νοιώθουν ευχάριστα, γνωρίζοντας πως το αίσθημα κρύου ή

ζέστης είναι υποκειμενικό και εξαρτάται από φυσιολογικούς και ψυχολογικούς παράγοντες» (Ανδρεαδάκη, 2006).

Η θερμική άνεση απαιτεί μια θερμική ισορροπία του σώματος, όπως αυτή μπορεί να εκφραστεί από τη σχέση :

$$\text{Μεταβολισμός} - \text{εξάτμιση} \pm \text{αγωγή} \pm \text{μεταφορά} \pm \text{ακτινοβολία} = 0$$

Εάν η παραπάνω σχέση έχει άθροισμα διαφορετικό του μηδενός η θερμική ισορροπία αυτορυθμίζεται. Για αρνητικό αποτέλεσμα, η θερμοκρασία του δέρματος μειώνεται, ώστε να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες του σώματος μέσω του κυκλοφορικού ενώ για θετικό αποτέλεσμα στην ανωτέρω σχέση, αρχίζει η διαδικασία αποβολής θερμότητας από το σώμα μέσω της εφίδρωσης (Ανδρεαδάκη, 2006).

1.2.2 Προσωπικοί παράγοντες θερμικής άνεσης

1.2.2 α) Ενδυμασία

Η ενδυμασία αποτελεί τη μοναδική παράμετρο θερμικής άνεσης, την οποία το ίδιο το άτομο μπορεί να μεταβάλλει, αυξάνοντας ή μειώνοντας τα ρούχα που φοράει, ούτως ώστε να βελτιώσει τη θερμική του άνεση. Η ενδυμασία ελέγχει τη θερμική μετάδοση μεταξύ του ανθρώπινου σώματος και του περιβάλλοντος, μειώνει τη δυνατότητα δροσισμού με εξάτμιση και την ευαισθησία του σώματος στις αλλαγές θερμοκρασίας και στην κίνηση του αέρα.

Όταν η θερμοκρασία αέρα είναι έως 35° C, τα ρούχα παρέχουν θερμομόνωση στο σώμα γιατί μειώνουν την μετάδοση θερμότητας προς το περιβάλλον. Για θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 35° C, τα ρούχα μειώνουν την μετάδοση θερμότητας προς το σώμα, αυξάνουν την υγρασία και μειώνουν την κίνηση του αέρα με αποτέλεσμα να εμποδίζουν τη δυνατότητα δροσισμού με εξάτμιση (Ευαγγελινός 2001). Ο περιορισμός του δροσισμού με εξάτμιση από την ενδυμασία εξαρτάται από τη σχετική υγρασία του αέρα. Όπου η υγρασία είναι πολύ μικρή, η εξάτμιση μπορεί να διατηρηθεί κάτω από τα ρούχα (Ginoni, 1978).

Σχετικά με την μονωτική ικανότητα της ενδυμασίας από τον άνεμο, ενδυμασίες που προορίζονται για εξωτερικές συνθήκες ψυχρών περιοχών πρέπει να είναι ανεμοστεγανές, ενώ αυτές που προορίζονται για θερμές περιοχές, πρέπει να είναι ανεμοδιαπερατές (Ευαγγελινός 2001).

1.2.2 β) Δραστηριότητα

Η δραστηριότητα ενός ατόμου επηρεάζει τον μεταβολισμό του, ο οποίος σχετίζεται και με την ηλικία, το φύλο, το βάρος του σώματος και τη διατροφή του ανθρώπου. Από έρευνες του Rohles προκύπτει ότι για παιδιά μέχρι 12 ετών, η επιθυμητή θερμοκρασία είναι μειωμένη κατά 0,50°C, σε σχέση με αυτή που προτιμούν οι ενήλικες μέχρι 40 χρονών, ενώ αντίθετα οι ενήλικες πάνω από 40 χρονών προτιμούν κατά μέσο όρο υψηλότερη κατά 0,50°C θερμοκρασία (Rohles, 1980).

Επίσης, από μελέτες του R.G. Lundqvist αποδεικνύεται ότι δεν παρατηρούνται διαφορές στην θερμοκρασία που επιθυμούν τα κορίτσια και τα αγόρια μίας τάξης, τόσο τον χειμώνα όσο και το καλοκαίρι (Lundqvist,1972).

1.2.3 Περιβαλλοντικοί παράμετροι θερμικής άνεσης

Αναλυτικά , οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που εξαρτώνται άμεσα από το αρχιτεκτονικό και μηχανολογικό σχεδιασμό του κτηρίου είναι:

α)Θερμοκρασία αέρα

Είναι ο σημαντικότερος παράγοντας θερμικής άνεσης και ο απλούστερος θερμικός δείκτης. Η θερμοκρασία του αέρα που περιβάλλει τον άνθρωπο, μετρούμενη σε 0C με τη χρήση ενός τυπικού θερμόμετρου ξηρού βολβού, είναι σημαντικός παράγοντας για την θερμική άνεση διότι πιο πολύ από το μισό της θερμότητας που χάνεται από το ανθρώπινο σώμα αποβάλλεται με τη μεταφορά προς το αέρα του χώρου. Για να επιτευχθεί και να διατηρηθεί η επιθυμητή θερμοκρασία παρέχεται στο κτήριο θέρμανση ή ψύξη. Η θερμοκρασία στην οποία το μεγαλύτερο ποσοστό του ανθρώπου νιώθει άνετα είναι όταν η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 21.5° C και 25° C και σχετική υγρασία 50%.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν τη θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων είναι:

- Το εξωτερικό περιβάλλον
- Ο προσανατολισμός του κτιρίου.
- Τα υλικά κατασκευής και τα υλικά θερμομόνωσης του κτιρίου.
- Ο τρόπος αερισμού του κτιρίου.
- Ο τρόπος σχεδιασμού, κατασκευής , λειτουργίας και συντήρησης ενός μηχανικά αεριζόμενου κτιρίου.
- Ο τρόπος σχεδιασμού ενός φυσικά αεριζόμενου κτιρίου.
- Το είδος και ο αριθμός των ηλεκτρικών συσκευών που παράγουν θερμότητα.
- Ο τρόπος λειτουργίας του κτιρίου και των συστημάτων αερισμού , θέρμανσης και ψύξης από τους χρήστες του κτιρίου.

Η θερμοκρασία του αέρα σε ένα χώρο κυμαίνεται ανάλογα με το ύψος του, από χαμηλότερη θερμοκρασία στο δάπεδο σε υψηλότερη θερμοκρασία στην οροφή. Η θερμοκρασιακή αυτή διαστρωμάτωση οφείλεται στην πυκνότητα του αέρα ανάλογα με τη θερμοκρασία του και είναι συνεχές φαινόμενο με το ζεστό αέρα να ανέρχεται και εφόσον ψύχεται, να κατέρχεται.

β)Υγρασία

Η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας ενός χώρου επηρεάζει τη θερμική άνεση του ατόμου διότι επιδρά στην ικανότητα του ανθρώπινου σώματος να αποβάλλει θερμότητα με την εξάτμιση (ενεργοποίηση αδένων παραγωγής ιδρώτα). Παρόλο που δεν υπάρχουν όρια για επιθυμητά

ποσοστά υγρασίας μία έρευνα που διεξήχθη από τους Jennings και Givoni έδειξε ότι η υγρασία που περιέχεται στην ατμόσφαιρα επηρεάζει τη θερμική άνεση σε τιμές σχετικής υγρασίας 80% και πάνω συνδυασμένη με θερμοκρασία αέρα μεγαλύτερη από 25°C (Αξαρχή, κ.α.,2001).

Στον πίνακα 1.3 απεικονίζεται η άποψη του F.Eichler αναφορικά με το χαρακτηρισμό του εσωκλίματος ενός χώρου (Eichler,1970)

Χαρακτηρισμός εσωκλίματος κατά F.Eichler		
	Σχετική υγρασία	Εσωτερική θερμοκρασία
Ξηρό	<50%	18-20°C
Φυσικό	50-60%	
Υγρό	60-75%	
Πολύ υγρό	>75%	

Πίνακας 1.3 Χαρακτηρισμός εσωκλίματος κατά F.Eichler.

Γενικά σε ένα χώρο δημιουργείται αίσθημα δυσφορίας όταν ο περιβάλλοντας αέρας είναι ξηρός (χαμηλές τιμές σχετικής υγρασίας). Ουσιαστικά στην περίπτωση αυτή άνεσης, οφείλεται κατά κύριο λόγο στην επίδραση της σκόνης, η οποία με τον ξηρό αέρα διογκώνεται και αιωρείται προκαλώντας προβλήματα στα αναπνευστικά όργανα των χρηστών του κτιρίου. Γι' αυτό και είναι γενικά αποδεκτό ότι σχετική υγρασία μικρότερη από 20% δεν είναι επιθυμητή για λόγους υγιεινής. Μάλιστα, ορισμένοι μελετητές για την αποφυγή ενδεχόμενης ανάπτυξης παθογόνων οργανισμών προτείνουν τιμές σχετικής υγρασίας μεταξύ 60 και 70%.

γ)Κίνηση αέρα

Η ταχύτητα του εσωτερικού αέρα ορίζεται ως η κίνηση του αέρα σε ένα σημείο, άσχετα με τη διεύθυνση, μετρούμενη σε m/s, με τη χρήση ενός ανεμόμετρου. Η ταχύτητα του αέρα καθορίζει και τη μετάδοση θερμότητας μεταξύ του σώματος και του περιβάλλοντος με μεταγωγή και επηρεάζει άμεσα την εξατμιστική χωρητικότητα του αέρα και κατά επέκταση την αποδοτικότητα του δροσισμού λόγω εφίδρωσης. Όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη της θερμοκρασίας του δέρματος και η ταχύτητα του αέρα αυξάνει, οι δύο διεργασίες δρουν προς την ίδια κατεύθυνση, αυτή της δημιουργίας μιας αίσθησης ψύχους που δημιουργεί δυσφορία στους ενοίκους. Αντίθετα όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του σώματος, οι υψηλές ταχύτητες αέρα αυξάνουν τους ρυθμούς εφίδρωσης, και κατά συνέπεια, βελτιώνουν την αίσθηση του δροσισμού, εξουδετερώνοντας ταυτόχρονα την αρνητική επίδραση της τυχούσας υψηλής υγρασίας. Όταν η ταχύτητα του αέρα είναι μικρή η θερμική άνεση επηρεάζεται εξίσου, από τη θερμοκρασία του αέρα και από τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών.

δ)Μέση Θερμοκρασία ακτινοβολίας

Η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας προκύπτει από το μέσο όρο των θερμοκρασιών των περιβαλλουσών επιφανειών συμπεριλαμβανομένης και της ηλιακής ακτινοβολίας.

Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, το ανθρώπινο σώμα ανταλλάσει θερμότητα με το περιβάλλον του με μεταφορά και με ακτινοβολία. Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του δέρματος γίνεται μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία προς το σώμα, την οποία αντιλαμβάνεται με αίσθημα ζέστης. Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία του δέρματος, γίνεται μεταφορά θερμότητας με ακτινοβολία από το σώμα προς το περιβάλλον, η οποία γίνεται αντιληπτή από το σώμα με αίσθημα ψύχους.

Η θερμική άνεση απαιτεί το καλοκαίρι τη μικρότερη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, ώστε το ανθρώπινο σώμα να ακτινοβολεί θερμότητα προς το περιβάλλον του, σε αντίθεση με το χειμώνα όπου η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας πρέπει να είναι μεγάλη, ώστε το ανθρώπινο σώμα να δέχεται την ακτινοβολούμενη θερμότητα από το περιβάλλον του.

Γενικώς τα κτίρια που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία για τη θέρμανση τους έχουν υψηλότερες τιμές θερμοκρασίας ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας, λόγω της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας, αλλά και κατά τη διάρκεια της νύχτας, λόγω της αποθηκευμένης στο κέλυφος θερμικής ενέργειας. Όμως σε βιοκλιματικά κτίρια με μεγάλα ανοίγματα τα οποία σχεδιάστηκαν για την αύξηση των ηλιακών προσόδων είναι πιθανόν να μειωθεί η θερμική άνεση, τις νεφελώδεις κρύες μέρες, εφόσον δεν έχουν κινητή θερμομόνωση, γεγονός που οφείλεται στην ανταλλαγή θερμότητας με ακτινοβολία με τις μεγάλες κρύες επιφάνειες των ανοιγμάτων. Επιπλέον, ένας χώρος κατά την περίοδο θέρμανσης μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι άνετος όταν η μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας δεν αποκλίνει από τη θερμοκρασία αέρα περισσότερο από 3 με 4°C. Ωστόσο εάν ληφθεί υπόψη και ο κίνδυνος της συμπύκνωσης των υδρατμών κατά τη χειμερινή περίοδο, η θερμοκρασία του αέρα θα πρέπει να κυμαίνεται από 16 έως 28°C και η διαφορά της, από την ακτινοβολούμενη από κάθε περιβάλλουσα επιφάνεια να μην ξεπερνά τους 5°C. Αντίθετα κατά τη θερινή περίοδο η διαφορά αυτή πρέπει να είναι μεγαλύτερη (Αξαρχλή, 1995).

στ) Τοπική θερμική δυσφορία-ασυμμετρία των θερμοκρασιών

Η θερμοκρασία του δέρματος σε διάφορα σημεία του σώματος είναι διαφορετική. Πολλές φορές λοιπόν ένα άτομο μπορεί να μη νιώθει θερμικά άνετα εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας που μπορεί να υπάρχει μεταξύ των τμημάτων του σώματός του. Το αίσθημα αυτό οφείλεται στην ασύμμετρη κατανομή της θερμοκρασίας του αέρα σε οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση, στην ασυμμετρία της θερμότητας που ακτινοβολείται από τις περιβάλλουσες επιφάνειες καθώς και από τη θερμοκρασιακή διακύμανση.

Η κατακόρυφη ασυμμετρία της θερμοκρασίας του αέρα προκαλείται από τη θερμότητα που εκπέμπουν οι χρήστες του κτιρίου και ο τεχνητός φωτισμός, το θερμαντικό σύστημα που χρησιμοποιείται και τον φυσικό τρόπο με τον οποίο κυκλοφορεί ο αέρας.

Η οριζόντια ασυμμετρία της θερμοκρασίας επηρεάζεται από το πλήθος των εξωτερικών επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο, τη θερμομόνωση, τα υλικά κατασκευής και την ικανότητα που έχουν να εκπέμπουν ακτινοβολία. Στην ψυχρή περίοδο η θερμοκρασία του αέρα κοντά στις εξωτερικές επιφάνειες είναι 0.5-1°C μικρότερη από τη θερμοκρασία στο κέντρο του χώρου. Κατά τη θερινή περίοδο συμβαίνει το αντίστροφο (ASHRAE, 1985).

Η ασυμμετρία στην ακτινοβολούμενη θερμότητα από επιφάνειες με διαφορετική θερμοκρασία δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 5°C κατά την κατακόρυφη διεύθυνση και κατά 10°C κατά την οριζόντια διεύθυνση (ASHRAE,1981)

Η θερμοκρασία δαπέδου είναι μία παράμετρος που επηρεάζει την τοπική θερμική άνεση. Σύμφωνα με την επιτροπή W45 του CIB η θερμοκρασία δαπέδου δεν πρέπει να ξεπερνά τους 27°C (Educational Buildings,1978)

1.2.5 ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Ο φωτισμός, φυσικός ή τεχνητός, είναι σημαντική παράμετρος του σχεδιασμού του χώρου και βασική συνθήκη για την εκτέλεση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, οι οποίες επηρεάζονται από την κατάσταση της υγείας, την ηλικία, την ψυχολογική διάθεση και τις βιολογικές ανάγκες του ατόμου. Προτιμότερη είναι πάντα η χρήση του φυσικού φωτισμού, γιατί με την αυξομείωση του τονώνει την ανθρώπινη δραστηριότητα και βελτιώνει την απόδοση, ενώ ταυτόχρονα συμβάλει στη θέρμανση των χώρων και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Μια πολύ κρίσιμη παράμετρος για τον προσδιορισμό των επιθυμητών συνθηκών οπτικής άνεσης είναι το είδος της δραστηριότητας που πραγματοποιείται σε ένα χώρο. Όσο πιο περίπλοκη είναι η εργασία που πρόκειται να εκτελεστεί και όσο πιο μεγάλο σε ηλικία είναι το άτομο που χρησιμοποιεί το χώρο, τόσο αυξάνονται οι απαιτήσεις του φωτισμού.

Ελλιπής φωτισμός μπορεί να προκαλέσει υπερκόπωση των ματιών, κούραση, πονοκέφαλο, λάθη και ατυχήματα. Το φυσικό φως δημιουργεί ευχάριστο εσωτερικό περιβάλλον και προσδιορίζει τον κύκλο της ημέρας και των εποχών. Αντίθετα, ο τεχνητός φωτισμός με το σταθερό επίπεδο του, δημιουργεί μονότονο και κουραστικό περιβάλλον. (UCD-OPET,1994).

Η επίτευξη συνθηκών οπτικής άνεσης στο εσωτερικό της κατοικίας εξαρτάται από την ποσότητα, την ποιότητα και τη διάθεση του φωτός που επικρατούν σε αυτό, σε συνδυασμό με τη χρήση του κάθε χώρου και τις λειτουργικές απαιτήσεις του. Οι παράμετροι οπτικής άνεσης χωρίζονται σε κατηγορίες οι οποίες έχουν να κάνουν με τα χαρακτηριστικά του αντικειμένου, τα ποσοτικά και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του φωτισμού.

Η ποιότητα φωτισμού βοηθά την εκτέλεση μιας εργασίας και εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους όπως είναι το μέγεθος και η εγγύτητα του αντικειμένου που έχουν να κάνουν με το πόσο μικρό ή μεγάλο είναι ένα αντικείμενο, πόσο κοντά ή μακριά είναι τοποθετημένο και με τη γωνία με την οποία το βλέπουμε, ο χρόνος έκθεσης του αντικειμένου στον παρατηρητή ο οποίος μπορεί να μειώνεται προκειμένου να γίνει αντιληπτό, η μικρή αύξηση της λαμπρότητας του αντικειμένου που βοηθά στο να γίνει ευκολότερα αντιληπτό και η αντίθεση που ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της οπτικής εμφάνισης ενός αντικειμένου και του άμεσου βάθους πίσω από αυτό ή η διαφορά λαμπρότητας μεταξύ ενός αντικειμένου και του περιβάλλοντος χώρου ή ακόμα και μεταξύ δύο αντικειμένων. Ο έλεγχος της λαμπρότητας γίνεται μέσω της επιλογής των υλικών, του σχεδιασμού των ανοιγμάτων και της επιλογής και της θέσης των φωτιστικών σωμάτων.(Αξαρχλή, 2001, σελ 196).

Κατά την διαδικασία του σχεδιασμού πρέπει, επίσης, να αποφεύγεται η οπτική θάμβωση των εργαζομένων, δηλαδή η οπτική ενόχληση ή η μείωση της οπτικής ευκρίνειας, που προκαλείται από φωτιστικά σώματα ή παράθυρα ή από επιφάνειες που έχουν μεγάλη λαμπρότητα σε σχέση με το γενικό περιβάλλον.

Η θάμβωση μπορεί να προέρχεται απευθείας από τη φωτιστική πηγή που βρίσκεται μέσα στο οπτικό πεδίο και εξαρτάται από την λαμπρότητα της πηγής και τη

γεωμετρία του χώρου. Σε αυτή την περίπτωση, για να αποφευχθεί η απευθείας θάμβωση πρέπει να ελαττωθεί η διαφορά της λαμπρότητας μεταξύ των αντικειμένων που βρίσκονται στο οπτικό πεδίο και της φωτιστικής πηγής και να αυξηθεί το επίπεδο του γενικού φωτισμού του χώρου, ώστε να μειωθεί η αντίθεση μεταξύ της πηγής και του χώρου. Επίσης, για την αποφυγή της απευθείας θάμβωσης, πρέπει να επιδιώκεται

διάχυτος φωτισμός των χώρων, χρήση φωτιστικών σωμάτων που μειώνουν την απευθείας θάμβωση με συστήματα που διαχέουν το φως, και χρήση συστημάτων ηλιοπροστασίας, που μειώνουν την πιθανότητα της απευθείας θάμβωσης.

Θάμβωση προκαλείται και από ανάκλαση του φωτός που προσπίπτει σε γυαλιστερή επιφάνεια και στη συνέχεια φτάνει στο μάτι του παρατηρητή και καλείται έμμεση θάμβωση ή θάμβωση από ανάκλαση. Στην περίπτωση που η πρόσπτωση του φωτός είναι σε οριζόντια επιφάνεια εργασίας μέσα στο οπτικό πεδίο, τότε η ανακλώμενη φωτεινή δέσμη οδηγείται κατευθείαν στο μάτι του παρατηρητή και ονομάζεται θάμβωση του πέπλου. Για την αποφυγή της έμμεσης θάμβωσης, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε πλευρικό φωτισμό (φυσικό ή τεχνητό), διάχυτο φωτισμό στο χώρο, επιφάνειες εργασίας με κλίση ως προς την επιφάνεια του φωτιστικού σώματος, υλικά στο επίπεδο εργασίας με συντελεστή ανάκλασης 35-50% και λευκές επιφάνειες με συντελεστή ανάκλασης μικρότερο από 85%. (Αξαρχή, 2001).

Η αύξηση της ποσότητας φωτισμού

Η ποσότητα του φωτισμού εξαρτάται από το είδος της εργασίας που εκτελείται, την οξύτητα της όρασης, την ταχύτητα της αντίληψης, την αίσθηση των κινήσεων, την διάκριση των αντιθέσεων, των τύπων και των χρωμάτων. Τα επιθυμητά επίπεδα φωτισμού μεταβάλλονται ανάλογα με την ηλικία, την προσδοκώμενη απόδοση, τους συντελεστές ανάκλασης των επιφανειών του φωτιζόμενου χώρου, την διάθεση και την υγεία των χρηστών. Από διάφορες μελέτες έχει προκύψει ότι ο γενικός φωτισμός περιβάλλοντος πρέπει να διατηρείται χαμηλότερος από 300 lux και υψηλότερα επίπεδα φωτισμού να εφαρμόζονται μόνο όταν εκτελούνται εργασίες που απαιτούν ιδιαίτερη ευκρίνεια (Αξαρχή, 2001).

Το φυσικό φως που δέχεται ο παρατηρητής προέρχεται από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, τη διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία, η οποία προέρχεται από διάχυση στον ουράνιο θόλο και την ανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία που προέρχεται από ανακλάσεις στο έδαφος και τα κτίρια. Λόγω της μεταβαλλόμενης έντασης του εξωτερικού φωτισμού, είναι δύσκολο να υπολογιστεί ο εσωτερικός φυσικός φωτισμός. Για τον υπολογισμό της ποσότητας του φυσικού φωτισμού (DF) ενός χώρου χρησιμοποιείται ο συντελεστής φυσικού φωτισμού που είναι ο λόγος του φωτισμού που δέχεται ένα σημείο του εσωτερικού χώρου, συνήθως στο ύψος του επιπέδου εργασίας, προς τον αντίστοιχο φωτισμό στην ύπαιθρο, από τον ανεμπόδιστο ουράνιο θόλο, εκφρασμένος επί τοις % (Αξαρχή, 2001).

Μερικές παράμετροι που επηρεάζουν τα ποσοτικά χαρακτηριστικά του φωτισμού είναι και η αύξηση του επιπέδου του φωτισμού η οποία έχει ως αποτέλεσμα της αύξησης της απόδοσης της εκτελούμενης εργασίας. Παρά το γεγονός ότι το ανθρώπινο μάτι μπορεί εύκολα να προσαρμοσθεί στις διάφορες συνθήκες, μπορεί να εκτελέσει τις οπτικές τους λειτουργίες σε περιορισμένο εύρος επιπέδων φωτισμού.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	(lux) κατά προσέγγιση	(fc) κατά προσέγγιση
ΓΕΝΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΧΩΡΟΥ			
Δημόσιοι χώροι με σκουρόχρωμες περιβάλλουσες επιφάνειες	A	30	3
Δημόσιοι χώροι με σύντομες επισκέψεις ατόμων	B	75	7,5
Χώροι εργασίας όπου σποραδικά εκτελούνται εργασίες που απαιτούν οπτική απόδοση	C	150	15
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ			
Εκτέλεση οπτικής εργασίας με μεγάλη αντίθεση στη λαμπρότητα των αντικειμένων ή με αντικείμενα μεγάλου μεγέθους	D	300	30
Εκτέλεση οπτικής εργασίας με μεσαία αντίθεση στη λαμπρότητα των αντικειμένων ή με αντικείμενα πολύ μικρού μεγέθους	E	750	75
Εκτέλεση οπτικής εργασίας με μικρή αντίθεση στη λαμπρότητα των αντικειμένων ή με αντικείμενα πολύ μικρού μεγέθους	F	1500	150
Εκτέλεση οπτικής εργασίας για μεγάλο χρονικό διάστημα, με μικρή αντίθεση στη λαμπρότητα των αντικειμένων ή με αντικείμενα πολύ μικρού μεγέθους	G	3000	300
ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ(ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΓΕΝΙΚΟΥ ΚΑΙ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ)			
Εκτέλεση οπτικής εργασίας για μεγάλο χρονικό διάστημα, που απαιτεί ιδιαίτερα λεπτούς χειρισμούς	H	7500	750
Εκτέλεση ειδικής οπτικής εργασίας, με ιδιαίτερα μικρή αντίθεση στη λαμπρότητα των αντικειμένων και με αντικείμενα πολύ μικρού μεγέθους	I	15000	1500

Πίνακας 1.4 Μέσες τιμές απαιτούμενου φωτισμού για την εκτέλεση ορισμένων εργασιών για οριζόντιο επίπεδο εργασίας σε ύψος περίπου 80εκ. (Πηγή: Αξαρλή σελ.195)

Εκτός από την ποιότητα και την ποσότητα του φωτισμού που παρέχεται σε ένα χώρο, έχει παρατηρηθεί ότι η εξασφάλιση της οπτικής επαφής του χρήστη με το εξωτερικό περιβάλλον βελτιώνει σημαντικά τις συνθήκες οπτικής άνεσης. Πιο συγκεκριμένα σε περιπτώσεις όπου άνθρωποι εκτελούσαν μια συγκεκριμένη εργασία για μεγάλο χρονικό διάστημα, η οπτική κόπωση ελαττωνόταν όταν άλλαζαν το οπτικό τους πεδίο ρίχνοντας μια ματιά στο εξωτερικό περιβάλλον. Επίσης παρατηρήθηκε ότι η απουσία θέας προς το εξωτερικό περιβάλλον σε σχολικά κτίρια, εργοστάσια και θαλάμους νοσοκομείων προκαλεί ψυχολογική δυσφορία (UCDOPET, 1994).

Ένα φαινόμενο που παρατηρείται συχνά σε κτίρια είναι η οπτική θάμβωση, η οποία προέρχεται από τα φωτιστικά σώματα, τα ανοίγματα και τις επιφάνειες που παρουσιάζουν μεγάλη λαμπρότητα σε σχέση με το ευρύτερο περιβάλλον. Η θάμβωση διακρίνεται σε δύο κατηγορίες:

- την απευθείας θάμβωση η οποία προκαλείται από το οπτικό ερέθισμα που προέρχεται από το λαμπερό ουρανό που φαίνεται μέσα από ένα παράθυρο ή μία φωτιστική πηγή η οποία δεν είναι προστατευμένη (Αξαρλή,κ.α.,2001)
- την έμμεση θάμβωση (θάμβωση από ανάκλαση) η οποία προκαλείται όταν

το φως μιας φωτεινής πηγής με μεγάλη λαμπρότητα προσπίπτει σε μια επιφάνεια που είναι γυαλιστερή και στη συνέχεια φτάνει στο μάτι του παρατηρητή (Αξαρχή,κ.α.,2001)

1.2.6 Ακουστική άνεση

Στα κτίρια εκτός από τη θερμική και την οπτική άνεση θα πρέπει να εξασφαλίζεται και η ακουστική άνεση ,η οποία είναι απαραίτητη να λαμβάνεται υπόψη κατά το σχεδιασμό των βιοκλιματικών κατοικιών. Η ακουστική άνεση μπορεί να εξασφαλιστεί με καλή μόνωση προς αποφυγή των ενοχλητικών θορύβων. Με τον όρο ακουστική άνεση εννοούμε την ικανότητα του κτιρίου να προστατεύει τους ενοίκους από εξωγενείς θορύβους και να παρέχει ακουστικό περιβάλλον κατάλληλο για διαμονή. Για να εξασφαλίζεται η αποδεκτή ακουστική άνεση, πρέπει να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα κτιριακής ηχομόνωσης και ηχοπροστασίας. Η ακουστική άνεση καθορίζεται από ένα σύνολο ακουστικών παραμέτρων που αφορούν στην ηχοπροστασία του χώρου από τον αερόφερτο θόρυβο και τον κτυπογενή θόρυβο που προέρχονται απο γειτονικούς χώρουςκαι τον αερόφερτο εξωτερικό θόρυβο.

Τα παραπάνω επιτυγχάνονται με τη σωστή κατασκευή και λειτουργία του κελύφους , το οποίο αναλαμβάνει το ρόλο ‘ακουστικού φράχτη’ μεταξύ του εσωτερικού χώρου, των γειτονικών χώρων και του εξωτερικού περιβάλλοντος.

1.2.7 Επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες χώρων

α) Θερμοκρασία εσωτερικών χώρων

Η εσωτερική θερμοκρασία είναι η βασικότερη παράμετρος διαμόρφωσης της θερμικής άνεσης σε ένα χώρο. Οι ενδεικτικές τιμές θερμοκρασίας που συμβάλουν στη θερμική άνεση είναι της τάξης 19-22 C για τη χειμερινή περίοδο και 22-26C για τη θερινή περίοδο ψύξης.

β) Σχετική υγρασία εσωτερικών χώρων

Η σχετική υγρασία σε ένα χώρο πρέπει να κυμαίνεται από 30%-70%.

γ) Απαιτούμενος νοπός αέρα εσωτερικών χώρων

Η φτωχή ποιότητα εσωτερικού αέρα επιδρά αρνητικά στην υγεία, την άνεση και την παραγωγικότητα του ανθρώπου. Η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους επηρεάζεται από τη ποιότητα του εξωτερικού αέρα και την εσωτερική παραγωγή ρύπων, οι οποίοι οφείλονται στα δομικά υλικά, τα έπιπλα, τα χρώματα και τις ανθρώπινες δραστηριότητες(μαγείρεμα, καθαρισμός χώρου, κάπνισμα).

Η διασφάλιση της καλής ποιότητας αέρα και συνθηκών υγιεινής στο εσωτερικό κάθε κτιρίου και κάθε ανεξάρτητου τμήματος κτιρίου επιτυγχάνεται με την ανανέωση του αέρα η οποία γίνεται είτε από τα ανοίγματα είτε από συστήματα μηχανικού αερισμού ή κλιματισμού.

δ) Στάθμη φωτισμού

Σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση χωρίς φαινόμενα που να οδηγούν στην οπτική δυσφορία ή στην κόπωση. Για τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό , ο Κ.ΕΝ.ΑΚ καθορίζει για τα νέα και ρυζικά

ανακαινιζόμενα κτίρια του τριτογενούς τομέα , καθώς και για τα αντίστοιχα κτίρια αναφοράς, ως ελάχιστη φωτιστική απόδοση των συστημάτων γενικού φωτισμού τα 55(lm/W).

1.3 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ-ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός των κτιρίων προϋποθέτει τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης, παθητικών συστημάτων φυσικού δροσισμού-αερισμού και φωτισμού. Με τον όρο «παθητικό» προσδιορίζεται ο φυσικός τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η ροή θερμότητας στο κτίριο (αγωγή, μεταφορά, ακτινοβολία), χωρίς να γίνεται χρήση μηχανικών μέσων. Τα συστήματα ηλιοπροστασίας εμποδίζοντας την είσοδο της απευθείας ηλιακής ακτινοβολίας στο χώρο, μειώνουν τον κίνδυνο υπερθέρμανσης και θάμβωσης και εφόσον σχεδιαστούν σωστά βελτιώνουν την κατανομή του φυσικού φωτισμού στο χώρο. Στον Ελληνικό Κανονισμό Θερμομόνωσης των κτιρίων αναφέρεται ότι η απαιτούμενη ελάχιστη ποσότητα εναλασσόμενου αέρα για κατοικίες θεωρείται η τιμή 0,8V/h όπου V ο εσωτερικός όγκος του κτιρίου. (Αξαρχή,1995).

Όσον αφορά τον παθητικό **δροσισμό** για την περίπτωση πολυώροφων κτιρίων ενδείκνυται το σύστημα δροσισμού με νυχτερινό αερισμό. Ο νυχτερινός αερισμός δεν ενοχλεί τους χρήστες του κτιρίου, ενώ τις πρωινές ώρες, παρέχει μειωμένο θερμικό φορτίο στο κτίριο. Ο έμμεσος δροσισμός από το έδαφος μπορεί να δροσίσει τα κτίρια, επίσης, δημιουργώντας συνθήκες θερμικής άνεσης Σε μονώροφο κτίριο θα μπορούσαν να εφαρμοστούν συστήματα έμμεσου εξατμιστικού δροσισμού (π.χ. δεξαμενή δώματος) και συστήματα δροσισμού με ακτινοβολία. (Αξαρχή, Γιάννας, κ.α. 2001)

Με την φύτευση φυτών κατάλληλου ύψους, παρέχεται η δυνατότητα περιορισμού της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στο κτίριο. Η βόρεια και η δυτική πλευρά των κτιρίων προσφέρονται για φύτευση αιθάλων δέντρων. Τα φυτά που επιλέγονται πρέπει να έχουν ύψος μεγαλύτερο των 1,80μ και να διαφέρουν σε υφή, χρώμα και μέγεθος για να αποφεύγεται η μονοτονία. Η βλάστηση, επίσης, είτε σαν επιφάνεια χλόης, είτε σαν φύλλωμα δέντρου, αυξάνει την ανάκλαση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στον περιβάλλοντα χώρο με αποτέλεσμα την επίτευξη χαμηλότερων θερμοκρασιών. Τα φυτεμένα δώματα είναι επίσης μια κατασκευαστική διάταξη που συμβάλει στο δροσισμό των κτιρίων, προσφέροντας μόνωση της οροφής τους και ταυτόχρονα μείωση της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος.

1.4 ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ.

Με το σωστό και ορθολογικό σχεδιασμό των κτιρίων και τη σωστή χρήση τους από τους χρήστες, τα βιοκλιματικά κτίρια μπορούν να λειτουργήσουν με τη μεγαλύτερη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας.

Η απόδοση ενός παθητικού συστήματος εξαρτάται ιδιαίτερα από τη συνολική κατασκευή του κτιρίου και τη συμβολή των υπόλοιπων δομικών στοιχείων. Το κατάλληλο παθητικό σύστημα, εάν δεν μελετηθεί με υπολογισμό και ανάλυση ολόκληρου του κελύφους, δεν θα αποδώσει τα αναμενόμενα οφέλη. Αντίστοιχα, οι αποκλίσεις από την κατασκευή του και η λανθασμένη χρήση του από τους χρήστες μπορεί να οδηγήσουν σε μειωμένα ενεργειακά οφέλη ή ακόμη και σε αρνητική

λειτουργία. Μελέτες έδειξαν ότι ο κυριότερος παράγοντας που οδηγεί στην ελλιπή εφαρμογή και κακή χρήση των παθητικών συστημάτων είναι η άγνοια ή η έλλειψη ενδιαφέροντος των χρηστών σχετικά με τη λειτουργία των παθητικών συστημάτων. Οι παράμετροι της επιτυχούς απόδοσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι:

- Ο σωστός σχεδιασμός και η ορθολογική επιλογή των τεχνικών .

Προτείνεται η εφαρμογή βασικών αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού και η επιλογή κατάλληλων υλικών κατασκευής του κτιρίου. Ο παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται πάντα υπόψη, είναι το κόστος του συστήματος. Είναι απαραίτητο ο μελετητής να επιλέγει συστήματα και τεχνικές έπειτα από ανάλυση της σχέσης κόστους / οφέλους, ώστε το κόστος της εφαρμογής να μην υπερβαίνει τις δυνατότητες οφέλους.

- Η ορθή υλοποίηση των συστημάτων κατά την κατασκευή . Η απόκλιση της τελικής κατασκευής από την αρχική μελέτη του κτιρίου, η οποία οφείλεται είτε σε κατασκευαστικά λάθη και παραλείψεις, είτε σε αποφάσεις των χρηστών, μπορεί να αντιστρέψει τη συμπεριφορά των συστημάτων και ολόκληρου του κτιρίου.

- Η σωστή χρήση και λειτουργία του κτιρίου και των συστημάτων . Η συμβολή των χρηστών του κτιρίου αποτελεί βασικό παράγοντα για την απόδοση των συστημάτων και πρέπει να αποτελεί βασικό κριτήριο για τους μελετητές κατά την επιλογή των συστημάτων. Στις περισσότερες περιπτώσεις κτιρίων του τριτογενή τομέα, η αποδοτική λειτουργία των παθητικών συστημάτων απαιτεί εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμού, καθώς είναι δυσχερές η συμβολή του χρήστη στη λειτουργία των συστημάτων.

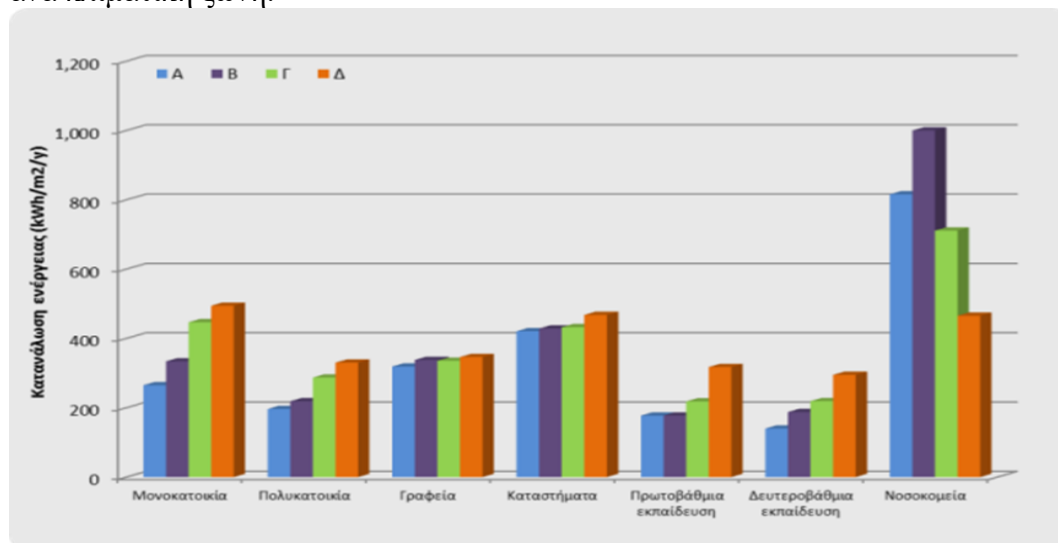
- Η επαρκής συντήρηση των συστημάτων συμβάλλει στη διαχρονική λειτουργία τους χωρίς μειωμένη απόδοση (Κ.Α.Π.Ε. 2002).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ2: Κατανάλωση ενέργειας

2.1.Κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα της Ελλάδας.

Η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια αναφέρεται στην ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιείται από τα οικιστικά, εμπορικά και θεσμικά κτίρια για διάφορους σκοπούς, όπως η θέρμανση, η ψύξη, ο φωτισμός και η λειτουργία συσκευών και εξοπλισμού. Τα κτίρια είναι σημαντικοί καταναλωτές ενέργειας παγκοσμίως και αντιπροσωπεύουν ένα τεράστιο ποσοστό της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, λόγω των αυξανόμενων ανθρώπινων απαιτήσεων για στέγαση και ποιότητα του βιοτικού επιπέδου. Κατά συνέπεια οι δραστηριότητες που σχετίζονται με τα κτίρια και τις μεταφορές γίνονται σταδιακά οι κύριοι τομείς κατανάλωσης ενέργειας παγκοσμίως.

Στην Ελλάδα, για το έτος 2007, η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας παρατηρείται στον κτιριακό τομέα (κατοικίες και τριτογενής τομέας), με ποσοστό, το οποίο αγγίζει το 34% ή 7,5 εκατ. Τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου, ενώ ακολουθεί ο τομέας των μεταφορών με ποσοστό 37%. Πιο συγκεκριμένα, στις κατοικίες παρατηρούμε αύξηση τα τελευταία χρόνια αναλογιζόμενοι τη διαφορά που υπάρχει από το έτος 1990 έως το 2012, η οποία ανέρχεται σε ποσοστό 64,8%. Τα ελληνικά κτήρια καταναλώνουν περίπου το 67% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και συμβάλλουν κατά περίπου 43% στις συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Αντίστοιχη αύξηση παρατηρείται και σε άλλους τομείς, όπως ο τριτογενής τομέας, που φαίνεται η κατανάλωση να έχει τριπλασιαστεί. Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται ενδεικτικά οι μέσες καταναλώσεις ενέργειας, σύμφωνα με τα Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ), ανά είδος χρήσης κτιρίου και ανά κλιματική ζώνη.

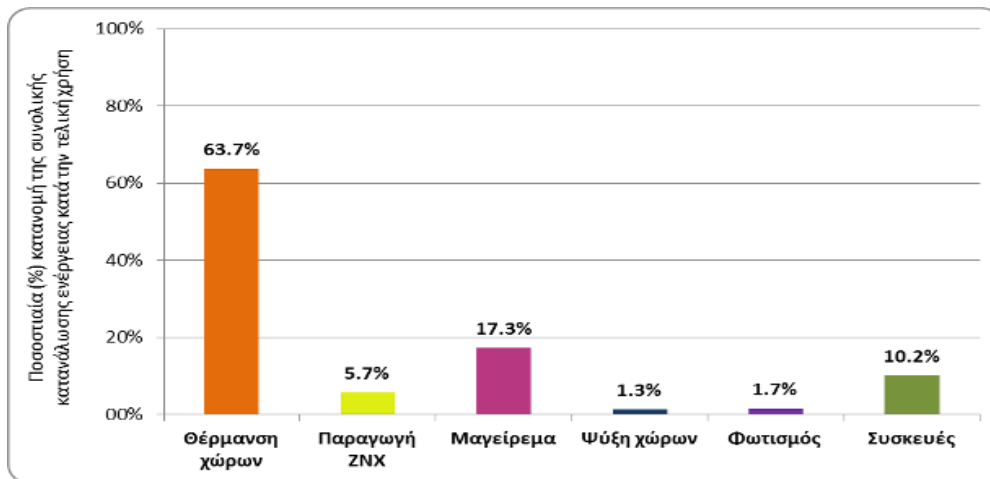


Διάγραμμα 1.1 Μέση κατανάλωση ενέργειας σύμφωνα με Π.Ε.Α, ανά είδος χρήσης κτιρίου και ανά κλιματική ζώνη.

Παρατηρείται ότι στις ψυχρότερες ζώνες (ζώνη Δ) πιο ενεργοβόρα κτίρια παρουσιάζονται οι κατοικίες, ενώ στις πιο θερμές περιοχές (ζώνη Α και Β) πιο δαπανηρά είναι τα νοσοκομεία, εξαιτίας της μεγάλης ανάγκης για δροσισμό. Τα κτίρια γραφείων και τα καταστήματα διατηρούν σταθερή την κατανάλωσή τους σε όλες τις κλιματικές ζώνες. Ως γενική παρατήρηση, εξαιρώντας τα νοσοκομεία, η κατανάλωση στον υπόλοιπο κτιριακό τομέα κλιμακώνεται, με τα κτίρια στις πιο θερμές περιοχές (ζώνη Α) να είναι τα λιγότερα δαπανηρά.

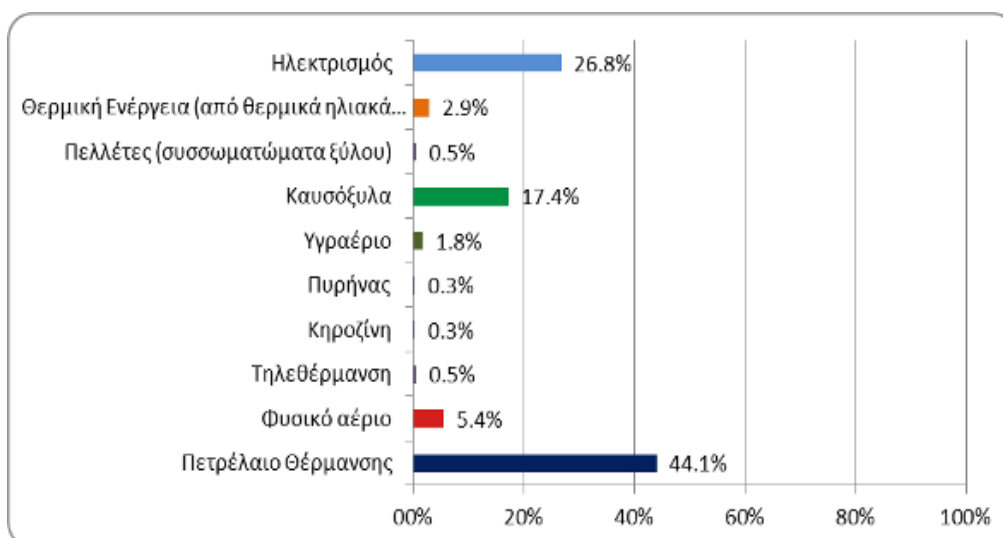
Βλέποντας τα παραπάνω στοιχεία οδηγούμαστε στο να αναζητήσουμε τους λόγους για τους οποίους υπάρχει αυτή η κοστοβόρα ενεργειακά τάση. Ως αποτέλεσμα έχουμε την παλαιότητα των κτιρίων και τα υλικά τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί, όπως, επίσης, και τη μη ενσωμάτωση της τεχνολογίας που χρειάζεται.

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για τα νοικοκυριά φτάνει στο 13.994 kWh ετησίως για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Η μέση κατανάλωση της θερμικής ενέργειας ανά νοικοκυριό είναι περίπου 10.244 kWh από το οποίο περίπου το 85.9% χρησιμοποιείται για τη θέρμανση χώρων και η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά νοικοκυριό φτάνει στο 3.750 kWh από όπου το 38.4% καταναλώνεται για το μαγείρεμα.



Διάγραμμα 1.2 Ποσοστιαία κατανομή της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας κατά την τελική χρήση.

Επίσης, οι ανάγκες ενός νοικοκυριού για τη κάλυψη αναγκών θέρμανσης χώρου αποτελούν το 63.7% της συνολικής ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας του κτηρίου, ενώ για το πετρέλαιο θέρμανσης φτάνουν το 44.1% στο σύνολο των ετησίων αναγκών και το 26.8% για τον ηλεκτρισμό.



Διάγραμμα 1.3 Πηγές παραγωγής ενέργειας και ποσοστό κατανάλωσης.

Η ενεργειακή κατανάλωση ενός κτηρίου εξαρτάται από τη συμπεριφορά και από διάφορες παραμέτρους όπου δημιουργούν στο χρήστη τις επιθυμητές συνθήκες άνεσης, όπως είναι ρύθμιση του θερμοστάτη εσωτερικών χώρων σε φυσιολογικές ή υψηλές θερμοκρασίες, η συνεχής ή η διακοπτόμενη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, ο αριθμός των ηλεκτρικών συσκευών που βρίσκονται σε λειτουργία μέσα στο κτήριο και ο φωτισμός.

Για τον θεωρητικό υπολογισμό μιας μέσης τιμής για την ενεργειακή κατανάλωση ενός κτηρίου, λαμβάνονται υπόψη ορισμένες παράμετροι, προκειμένου τα αποτελέσματα να δίνουν την αναμενόμενη τυπική τιμή κατανάλωσης της θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας που θα είχε το κτήριο εάν λειτουργούσε σε κανονικές συνθήκες. Μερικές από τις παραμέτρους, που συμβάλλουν στο θεωρητικό υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτηρίου, είναι και η ενέργεια που καταναλώνεται για τη παραγωγή θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης και φωτισμό. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΕ1)

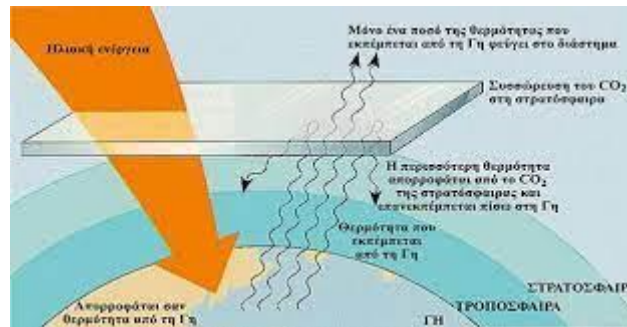
2.2 Κατανάλωση ενέργειας και περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Το είδος των πηγών ενέργειας στις οποίες βασιζόμαστε παίζει καθοριστικό ρόλο. Τα ορυκτά καύσιμα, όπως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, ήταν οι κυρίαρχες πηγές ενέργειας για πολλά χρόνια. Ωστόσο, η εξόρυξη, η επεξεργασία και η καύση τους απελευθερώνουν αέρια του θερμοκηπίου (GHGs), όπως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και μεθάνιο (CH₄). Αυτά τα αέρια του θερμοκηπίου παγιδεύουν τη θερμότητα στην ατμόσφαιρα, οδηγώντας στην υπερθέρμανση του πλανήτη και την κλιματική αλλαγή. Επιπλέον, η εξόρυξη ορυκτών καυσίμων μπορεί να προκαλέσει περιβαλλοντική ζημία, συμπεριλαμβανομένης της καταστροφής οικοτόπων και της ρύπανσης των υδάτων καθώς και θερμική ρύπανση από τους θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, η ρύπανση του αέρα από την καύση ορυκτών καυσίμων, τα ραδιενεργά απόβλητα και η μόλυνση του νερού, καθώς και η αλλαγή μικροκλίματος από την εγκατάσταση μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων. Όλα τα παραπάνω προκαλούν την υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργεί η ρύπανση του αέρα και του περιβάλλοντος είναι τα εξής:

- **Όξινη βροχή:** η όξινη βροχή οφείλεται στα προϊόντα της καύσης ορυκτών καυσίμων, στις ηφαιστειακές δραστηριότητες και στις πυρκαγιές.. Όταν τα προϊόντα της καύσης βρεθούν στην ατμόσφαιρα τα διοξείδια του θείου, του αζώτου και οι υδρογονάνθρακες δημιουργούν το θειικό και το νιτρικό οξύ, ή δημιουργούν όζον με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας. Στη συνέχεια τα οξέα πέφτουν στο έδαφος είτε με ξερή μορφή είτε με υγρή λόγω της βροχής. Το μεγαλύτερο ποσοστό των οξειδίων του αζώτου προέρχονται από τη καύση των αυτοκινήτων. Η όξινη βροχή έχει έντονες επιπτώσεις στα φυσικά οικοσυστήματα σκοτώνοντας άμεσα ή έμμεσα διάφορες μορφές ζωής, αλλά και στα οικιστικά οικοσυστήματα, διαβρώνοντας ιστορικά μνημεία προκαλώντας ζημιές σε κτήρια και το σημαντικότερο βλάπτοντας άμεσα την ανθρώπινη υγεία. Συνεπώς, η λύση για την μείωση της ρύπανσης από την όξινη βροχή είναι η αντικατάσταση των καυσίμων με το φυσικό αέριο.
- **Το φαινόμενο του θερμοκηπίου:** είναι το αποτέλεσμα της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα, του μεθανίου, των χλωροφθορανθράκων και των οξειδίων του αζώτου στην ατμόσφαιρα. Η συγκέντρωση αυτή έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας και δημιουργείται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το διοξείδιο του άνθρακα και το οξείδιο του αζώτου παράγονται από τη καύση των ορυκτών καυσίμων και συμβάλλουν κατά 56% και 7% αντίστοιχα στο φαινόμενο του

θερμοκηπίου. Το μεθάνιο παράγεται από την αποσύνθεση των οργανικών υλών και συνεισφέρει κατά 23% στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.



Εικόνα 2.2 Φαινόμενο θερμοκηπίου.

Συγχρόνως οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα θεωρούνται υπεύθυνες για τη ρύπανση του περιβάλλοντος γεγονός που θα επηρεάσει δυσμενώς τις κλιματικές συνθήκες οι οποίες είναι εξαιρετικά δύσκολο να αντιμετωπιστούν.

Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η μετάβαση σε πηγές ενέργειας με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ή χωρίς διοξειδίου του άνθρακα είναι ζωτικής σημασίας για τον μετριασμό της κλιματικής αλλαγής. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΕ1)

2.3 Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια.

Η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια αποτελεί σημαντική πτυχή της βιώσιμης και αποδοτικής κατασκευής και λειτουργίας. Η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια μπορεί να μειώσει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας, να μειώσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και να συμβάλει στην εξοικονόμηση κόστους για τους ιδιοκτήτες και τους χρήστες των κτιρίων.

Η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων βρίσκεται στις προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και δύναται να συμβάλει στην αντιμετώπιση της τριπλής πρόκλησης, η οποία συνίστανται από τη τρέχουσα οικονομική ύφεση, την ενεργειακή εξάρτηση και τη κλιματική αλλαγή.

Η ενεργειακή αποδοτικότητα των κτηρίων συμβάλει στη μείωση των ενεργειακών αναγκών και της εξάρτησης από το πετρέλαιο, στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης και ποιότητας ζωής του χρήστη και στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας αφορούν κυρίως στην αναβάθμιση του κελύφους με θερμομόνωση ή με συστήματα κατάλληλων ανοιγμάτων, στην αναβάθμιση των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ζεστού νερού και ψύξης και στα συστήματα φωτισμού και αερισμού και στην βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς.

Οι δυνατότητες για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια αφορούν κυρίως:

- Τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης: η τεχνολογία των ηλιακών θερμοσίφωνων υποκαθιστά στο 100% τα συμβατικά καύσιμα και τον ηλεκτρισμό και έχουν πολλαπλά οφέλη όπως η βελτίωση της ενεργειακής κατηγορίας του κτηρίου, η μείωση της εξάρτησης από τις συμβατικές πηγές καυσίμων και μειώνονται σημαντικά οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.
- Τη θέρμανση και ψύξη: η βασική πηγή της θέρμανσης και της ψύξης είναι τα κλιματιστικά και τα συστήματα θέρμανσης. Οι απώλειες των συστημάτων αυτών εντοπίζονται κυρίως στην ελλιπή θερμομόνωση των δικτύων διανομής και στην έλλειψη κατάλληλων αυτοματισμών. Συνεπώς, τα συστήματα αυτά χρειάζονται μικρές

επεμβάσεις όπως μόνωση των δικτύων ή μεγάλες όπως η αντικατάσταση των συστημάτων με συστήματα νέας τεχνολογίας προκειμένου να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας.

- Θερμομόνωση : η θερμομόνωση λειτουργεί σαν ένα τοίχωμα που εμποδίζει την διαφυγή της ενέργειας από το εσωτερικό περιβάλλον του κτηρίου στο εξωτερικό περιβάλλον ,με αποτέλεσμα οι πηγές που συμβάλλουν στην παραγωγή ενέργειας για τη θέρμανση να λειτουργούν όσο το δυνατόν λιγότερο. Το χειμώνα , τα θερμομονωτικά υλικά μειώνουν το ρυθμό με τον οποίο η θερμότητα εξέρχεται από το κτήριο και το καλοκαίρι μειώνουν το ρυθμό με τον οποίο η θερμότητα εισέρχεται σε αυτό. Η μείωση των θερμικών απωλειών από και προς το εσωτερικό του κτηρίου βοηθά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση και τη ψύξη του κτηρίου αλλά και στη βελτίωση των συνθηκών άνεσης.
- Κουφώματα : η εξοικονόμηση ενέργειας από τα κουφώματα κυμαίνεται μεταξύ 20% και 25% και εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου, από τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά και το κλίμα της περιοχής.
- Τον σκιασμό του κτηρίου : ο σκιασμός των ανοιγμάτων εμποδίζει τις ηλιακές ακτινοβολίες και εξασφαλίζει την ελάχιστη εισερχόμενη ακτινοβολία και δίνει τη δυνατότητα του φυσικού φωτισμού, αερισμού και θέας.
- Αποδοτική μόνωση: Η σωστή μόνωση μειώνει τη μεταφορά θερμότητας μέσω του κελύφους του κτιρίου, ελαχιστοποιώντας την ανάγκη για θέρμανση και ψύξη. Η μόνωση οροφών, τοίχων, δαπέδων και παραθύρων μπορεί να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση.
- Ενεργειακά αποδοτικός φωτισμός: Η αντικατάσταση των παραδοσιακών λαμπτήρων πυρακτώσεως με ενεργειακά αποδοτικό φωτισμό LED ή CFL μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρήση αισθητήρων ή χρονοδιακοπών για τον έλεγχο του φωτισμού με βάση την πληρότητα και τα επίπεδα φυσικού φωτισμού μπορεί να βελτιστοποιήσει περαιτέρω τη χρήση ενέργειας.
- Βελτιστοποίηση του συστήματος HVAC: Τα συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC) καταναλώνουν σημαντική ποσότητα ενέργειας. Η τακτική συντήρηση, η σωστή διαστασιολόγηση και η χρήση ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού και ελέγχων μπορούν να συμβάλουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.
- Έξυπνοι θερμοστάτες: Η εγκατάσταση προγραμματιζόμενων ή έξυπνων θερμοστατών επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο της θερμοκρασίας και τον προγραμματισμό, βελτιστοποιώντας τη χρήση ενέργειας με βάση τα πρότυπα και τις προτιμήσεις χρήσης.
- Ενεργειακά αποδοτικές συσκευές: Η χρήση ενεργειακά αποδοτικών συσκευών, όπως ψυγεία, πλυντήρια ρούχων και πιάτων, μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας: Η εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ηλιακά πάνελ ή ανεμογεννήτριες στα κτίρια,

μπορεί να παράγει καθαρή ενέργεια και να μειώσει την εξάρτηση από το ηλεκτρικό δίκτυο. Η πλεονάζουσα ενέργεια μπορεί ακόμη και να πωληθεί πίσω στο δίκτυο.

- Φωτισμός ημέρας και φυσικός αερισμός: Ο σχεδιασμός κτιρίων με άφθονα παράθυρα και η ενσωμάτωση στρατηγικών φυσικού αερισμού μπορούν να μειώσουν την ανάγκη για τεχνητό φωτισμό και μηχανική ψύξη.
- Συστήματα διαχείρισης ενέργειας: Η εφαρμογή συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης επιτρέπει την παρακολούθηση και τον έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο, τον εντοπισμό περιοχών με υψηλή κατανάλωση ενέργειας και τη βελτιστοποίηση των λειτουργιών του κτιρίου.
- Τροποποίηση της συμπεριφοράς και εμπλοκή των ενοίκων: Η προώθηση ενεργειακά συνειδητών συμπεριφορών μεταξύ των ενοίκων μέσω εκστρατειών ευαισθητοποίησης, εκπαίδευσης και κινήτρων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο του κτιρίου, τις κλιματικές συνθήκες και τους τοπικούς κανονισμούς. Η διαβούλευση με ειδικούς σε θέματα ενέργειας, αρχιτέκτονες και μηχανικούς μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό των καταλληλότερων στρατηγικών για συγκεκριμένα κτίρια ή έργα.

Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση εξαρτάται από την περιοχή και τις κλιματολογικές συνθήκες, το μέγεθος και τη κατασκευή του κτηρίου, τον τύπο και την εγκατάσταση του μηχανολογικού εξοπλισμού, τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες και το ωράριο λειτουργίας. Ο κανονισμός θερμομόνωσης κτηρίων τέθηκε σε ισχύ το 1979 και κατά τη πρώτη δεκαετία, η πλειοψηφία των κτηρίων δεν εφάρμοσαν το κανονισμό της θερμομόνωσης σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις. Τα πρόσφατα κτήρια που χτίστηκαν εφάρμοσαν το κανονισμό της θερμομόνωσης στο φέροντα οργανισμό προκειμένου να αποφύγουν τις θερμογέφυρες. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα , ένα μεγάλο ποσοστό των κτηρίων να μη διαθέτουν θερμομόνωση συνεπώς η διαφυγή της θερμοκρασίας από το εσωτερικό στο εξωτερικό γίνεται πιο εύκολα.

Καταλήγουμε στο συμπέρασμα, ότι οι τεχνολογίες ΑΠΕ, η θερμική θωράκιση του κτιριακού κελύφους με θερμομόνωση και οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις συστημάτων με υψηλή ενεργειακή απόδοση μπορούν να συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας. Η εφαρμογή των παραπάνω μέτρων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτήρια. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΕ1).

2.3.1 Ο ρόλος της πολιτείας στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) επικεντρώνεται στη διαμόρφωση του ρυθμιστικού και νομικού καθεστώτος της ενεργειακής αγοράς, στην εκπλήρωση των περιβαλλοντικών δεσμεύσεων της χώρας μέσω της προώθησης των ΑΠΕ. Οι κύριοι άξονες ενεργειακής πολιτικής στην Ελλάδα είναι η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, η διαφοροποίηση ενεργειακών πηγών και η προστασία του περιβάλλοντος.

Ακολουθώντας τους κύριους άξονες οι στόχοι της ενεργειακής πολιτικής εστιάζουν στα εξής:

- Στη διασφάλιση της ασφαλούς ενεργειακής τροφοδοσίας της αγοράς με προϊόντα υψηλής ποιότητας και στις καλύτερες τιμές.
- Στη μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο και την αντικατάστασή του με το φυσικό αέριο.
- Στην δημιουργία ενός ενισχυμένου συστήματος για τη παραγωγή, τη μεταφορά και τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.
- Στη μεγαλύτερη συμμετοχή των ΑΠΕ.
- Στην υλοποίηση των ενεργειακών υποδομών και των ιδιωτικών ενεργειακών επενδύσεων μέσω χρηματοδοτικών εργαλείων.
- Στην επέκταση της χρήσης φυσικού αερίου και στην δημιουργία νέων δικτύων μεταφοράς και διανομής του.
- Στην ελεύθερη αγορά ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου.

Για να υπάρξει μειωτική τάση ο ρόλος της πολιτείας είναι εξίσου σημαντικός, αν όχι περισσότερο, με αυτόν του κάθε ιδιοκτήτη κατοικίας. Η αλόγιστη χρήση ενέργειας σε δημόσια κτίρια δημιουργεί εσφαλμένο πρότυπο, το οποίο ακολουθείται μαζικά. Ταυτόχρονα, για τον ιδιωτικό τομέα, η έλλειψη σχετικής νομοθεσίας έχει οδηγήσει στην ύπαρξη κτιρίων:

- με ελλιπή, αν όχι μηδενική, θερμομόνωση, καθώς η πλειοψηφία έχει κατασκευασθεί πριν από το έτος 1980
- με παλαιάς τεχνολογίας κουφώματα και ηλεκτρομηχανολογικές (H/M) εγκαταστάσεις, οι οποίες δε συντηρούνται επαρκώς, με αποτέλεσμα τη χαμηλή ενεργειακή απόδοση.
- με ελλιπή ηλιοπροστασία των νότιων και δυτικών όψεων τους.
- με ελλιπή αξιοποίηση του υψηλού ηλιακού δυναμικού της χώρας.

2.3.2 Οφέλη εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα οφέλη της εξοικονόμησης ενέργειας είναι πολλά. Εκμεταλλεζόμενοι τεχνολογίες και υλικά που ήδη υπάρχουν στην αγορά, οι ενεργειακές απαιτήσεις ενός κτηρίου μπορούν να μειωθούν αρκετά. Μερικά από τα οφέλη της εξοικονόμησης ενέργειας είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, η βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών άνεσης στο εσωτερικό του κτηρίου, η εξοικονόμηση χρημάτων και η μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Επιπλέον, με την εφαρμογή κατάλληλων υποστηρικτικών πολιτικών είναι δυνατόν να επιτευχθούν ακόμη σημαντικότερες μειώσεις της καταναλισκόμενης ενέργειας και των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα.

Η ενεργειακή αναβάθμιση κτηρίων στοχεύει στην εφαρμογή τεχνικών βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίων, εξασφαλίζοντας τις συνθήκες άνεσης. Οι επεμβάσεις για την αναβάθμιση της υφιστάμενης κατοικίας, υλοποιούνται με αρχιτεκτονικές λύσεις για την εκμετάλλευση της ενέργειας με σκοπό τη θέρμανση, τη ψύξη, το φωτισμό και τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Σε κάθε περίπτωση ένα πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας περιλαμβάνει τεχνοοικονομικά κριτήρια ώστε να εξυπηρετεί τις πραγματικές ανάγκες και απαιτήσεις της συγκεκριμένης εγκατάστασης. Επίσης ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης πρέπει να είναι ο ελάχιστος δυνατός. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΕ1).

2.4. Το θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα για εξοικονόμηση ενέργειας.

Από το 2017 και μετά, το θεσμικό πλαίσιο στη χώρα μας άλλαξε. Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας ήρθε στο προσκήνιο, με αποτέλεσμα να γίνει αντιληπτή η επιτακτική ανάγκη ανάληψης μέτρων. Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK) θεσμοθετήθηκε έπειτα από κοινή υπουργική απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής και Οικονομικών, αλλά και μετά από απαίτηση από την Ευρωπαϊκή

Ένωσης. Πιο συγκεκριμένα, η νομοθεσία αποσκοπεί στην μείωση της συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό (ΘΨΚ), φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΧΝ). Στη συνέχεια, θα παρουσιαστεί αναλυτικότερα ο αναφερθέν Κανονισμός.

2.4.1. ΚΕΝΑΚ και ενεργειακή αποδοτικότητα κτιρίων.

Καταλαβαίνουμε, λοιπόν, πως η εξοικονόμηση ενέργειας είναι αναγκαία και ο προσανατολισμός σε ένα μοτίβο που την προασπίζει αποδεικνύεται ωφέλιμο σε πολλούς τομείς. Πιο αναλυτικά, ακολουθώντας έναν τρόπο ζωής με έμφαση στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και στην εξοικονόμηση ενέργειας θα παρατηρήσουμε :

- Μείωση των λειτουργικών δαπανών για χρήση και συντήρηση των κτηρίων, των εγκαταστάσεων και των οχημάτων.
- Μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και ρύπων του επιθεωρούμενου οργανισμού.
- Βελτίωση της ποιότητας του αέρα, τόσο στους εξωτερικούς, όσο και στους εσωτερικούς χώρους.
- Πρόληψη πιθανών κινδύνων υγείας, αλλά και ασφάλειας κατά τη χρήση και τη συντήρηση Η/Μ εγκαταστάσεων.
- Ενίσχυση της οικολογικής συνείδησης και θέσπισης ενός πιο πράσινου τρόπου ζωής, ο οποίος θα εγκολπωθεί στην καθημερινότητά μας.

2.5 Συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην εξοικονόμηση.

Η Ελλάδα είναι μια χώρα πολύ ευνοημένη, με ιδιαίτερα υψηλό ενεργειακό δυναμικό σε όλες τις κατηγορίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως η ηλιακή, αιολική, γεωθερμική, κυματική, υδραυλική και βιομάζα. Η βέλτιστη λύση είναι η υποστήριξη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή η αξιοποίηση της διαθέσιμης θερμικής ενέργειας σε τοπικό επίπεδο, αξιοποιώντας τους κατά περιοχή φυσικούς πόρους και ΑΠΕ. Αναλυτικότερα:

- Η αιολική ενέργεια στις μέρες αξιοποιείτε μέσω της χρήσης ανεμογεννήτριας η οποία μετατρέπει την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, καθαρή ήπια προς το περιβάλλον και η χρήση της δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών εγκατάστασης και παράλληλα αντικαθιστά τις ρυπογενές πηγές ενέργειας όπως το πετρέλαιο. Η χώρα μας διαθέτει πολύ υψηλό ποσοστό αιολικού δυναμικού, ειδικά στα νησιά, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της εξάρτησης της χώρας από ορυκτά καύσιμα για τη παραγωγή ενέργειας.
- Η ηλιακή ενέργεια προέρχεται από τον ήλιο ο οποίος εκπέμπει καθημερινά τεράστια ποσότητα ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία αξιοποιείται για τη παραγωγή ηλεκτρισμού με δυο τρόπους, για τη παραγωγή θερμότητας και τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Για τη παραγωγή θερμότητας συλλέγεται η ηλιακή ενέργεια για να παραχθεί θερμότητας κυρίως για τη θέρμανση του νερού. Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούνται τα φωτοβολταϊκά συστήματα τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιριακού Τομέα(ΚΕΝΑΚ)

ΜΕΡΟΣ Α

3.1 Εισαγωγή- Συνοπτική περιγραφή

Έπειτα από κοινή υπουργική απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος ,Ενέργειας και Κλιματικής αλλαγής και Οικονομικών καθώς και απαίτησης από την Ευρωπαϊκή Ένωση , τέθηκε σε ισχύ ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιριακού Τομέα, γνωστός ως ΚΕΝΑΚ. Ο σκοπός του ΚΕΝΑΚ είναι η εξοικονόμηση ενέργειας μειώνοντας τις εκπομπές ρύπων διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό θα επιτευχθεί με δυο τρόπους. Ο πρώτος είναι προστατεύοντας το κέλυφος του κτιρίου, αξιοποιώντας το προσανατολισμό και την ηλιακή ενέργεια και ο δεύτερος τρόπος είναι το μηχανικό τμήμα του κτιρίου να εξοπλιστεί με μηχανήματα όπως καυστήρες , θερμοσίφωνες μικρότερης κατανάλωσης ενέργειας.

Ο ΚΕΝΑΚ παρέχει την εφαρμογή ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων με μεθοδολογίες που βασίζονται σε συγκεκριμένες ρυθμίσει:

- Τον ορισμό της μεθοδολογίας υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης του κτιρίου η οποία θα πρέπει να βασίζεται στα βασικά και υποχρεωτικά ευρωπαϊκά πρότυπα που ορίζει η κοινοτική οδηγία 31/2010.
- Τον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση και κατάταξη των νέων κτηρίων ή των πλήρως ανακαινισμένων.
- Τον καθορισμό των ελάχιστων προδιαγραφών που απαιτείται από τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό ,τις τεχνικές προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων και τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους.
- Τον ορισμό του περιεχομένου του Π.Ε.Α και των στοιχείων που θα υποβληθούν σε αυτό.
- Τον καθορισμό της διαδικασίας που πρέπει να ακολουθήσουν οι ενεργειακοί επιθεωρητές στα κτήρια.
- Τον ορισμό του περιεχομένου της Μ.Ε.Α.

3.2 Ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές νέων κτηρίων και του κτηρίου αναφοράς.

Οι ελάχιστες απαιτήσεις και προδιαγραφές για τα νέα και ανακαινιζόμενα κτήρια ικανοποιούνται όταν το κτήριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιέχει το άρθρο 8 του Κ.Ε.Ν.Α.Κ και όταν η συνολική κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου είναι μικρότερη ή ίση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς. Εάν αυτό δεν επιτευχθεί, το εξεταζόμενο κτήριο θα πρέπει να έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το κτήριο αναφοράς. Ειδικότερα και σύμφωνα με το άρθρο 5 του ν.3661,όπως αυτό υπάρχει στο άρθρο 10 του ν.3851/2010 τα ανακαινιζόμενα κτήρια έχουν την υποχρέωση να αναβαθμιστούν στη κατηγορία Β εάν αυτό είναι εφικτό. Επιπλέον είναι υποχρεωτικό να εφαρμοστούν οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές του άρθρου 8 του ΚΕΝΑΚ κατά το σχεδιασμό και την εκπόνηση της μελέτης της ενεργειακής απόδοσης. Στη περίπτωση όμως που η εφαρμογή των ελάχιστων προδιαγραφών δεν είναι εφικτή , θα πρέπει να συνταχθεί η επαρκής τεκμηρίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Οι ελάχιστες προδιαγραφές εφαρμόζονται :

- Κατά τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτηρίου και σκοπεύουν να περιορίσουν τις ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου για τη θέρμανση και τη ψύξη σύμφωνα με τον Κ.Ε.Ν.Α.Κ. στο σχεδιασμό του κτηρίου λαμβάνονται υπόψη η χωροθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο, η ενσωμάτωση ενός παθητικού ηλιακού συστήματος ,η ηλιοπροστασία του κτηρίου κ.α.
- Στη θερμική θωράκιση του κτηριακού κελύφους με την εφαρμογή κατάλληλης θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία και την εφαρμογή κατάλληλων ενεργειακά αποδοτικών κουφωμάτων, ώστε η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας να μην υπερβεί τη τιμή που αναγράφεται στο άρθρο 8 και στη παράγραφο 2 του ΚΕΝΑΚ.
- Κατά τον σχεδιασμό και την εγκατάσταση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων για τη θέρμανση τη ψύξη το φωτισμό και το Ζ.Ν.Χ.

Για το κτήριο αναφοράς, ο καθορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης μπορεί να γίνει με δυο τρόπους. Ο πρώτος γίνεται μέσω των τιμών αναφοράς και ο δεύτερος είναι μέσω του κτηρίου αναφοράς. Ωστόσο και στις δύο περιπτώσεις διαβαθμίζονται οι ενεργειακές κατηγορίες A⁺, B⁺, Γ⁺ κ.τ.λ για κάθε χρήση κτηρίου και σε κάθε κλιματική ζώνη. Στη περίπτωση που ο καθορισμός γίνεται με τον πρώτο τρόπο ,οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης καθορίζονται από το εύρος τιμών της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ενώ για το δεύτερο τρόπο ,ο καθορισμός γίνεται με τη σύγκριση του υπό εξέταση κτηρίου και του κτηρίου αναφοράς το οποίο έχει πάντα τη κατηγορία B.

Ο καθορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων μέσω του κτηρίου αναφοράς περιλαμβάνει τη σύγκριση της ενεργειακής απόδοσης του εξεταζόμενου κτηρίου με το όμοιο κτήριο του (κτήριο αναφοράς) , το οποίο έχει όλα τα χαρακτηριστικά του όμοια με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί όλες τις προδιαγραφές του άρθρου 8 και έχει καθορισμένα χαρακτηριστικά για τα εξωτερικά στοιχεία και στη Η/Μ εγκατάσταση που αφορά την ψύξη ,τη θέρμανση, το φωτισμό κ.α.

Σύμφωνα με καταγραφές που έγιναν σε υφιστάμενα κτήρια για την εξέταση της ενεργειακής κατάταξης του κάθε κτηρίου, η κατάταξη διαμορφώνεται σύμφωνα με την χρονολογία κατασκευής του κτηρίου. Τα κτήρια που χτίστηκαν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Κ.Ε.Ν.Α.Κ εντάσσονται στην κατηγορία B. τα υφιστάμενα κτήρια με έτος κατασκευής από το 1979 και μετά και σύμφωνα με το κανονισμό της θερμομόνωσης εντάσσονται κυρίως μεταξύ των κατηγοριών Γ,Δ,Ε,Ζ. Τέλος , τα υφιστάμενα κτήρια που κατασκευάστηκαν πριν το 1979 κατατάσσονται στις τελευταίες ενεργειακές κατηγορίες που είναι η Ζ και η Η.

(Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ1).

3.3 Ενεργειακή μελέτη και επιθεώρηση κτηρίων.

Κάθε οικοδομική άδεια ανέγερσης νέου ή ριζικής ανακαίνισης υφιστάμενου κτηρίου χορηγείται μόνο μετά την υποβολή της ενεργειακής μελέτης για την απόδοση του κτηρίου, στην αρμόδια υπηρεσία της Πολεοδομίας, σύμφωνα με το άρθρο 10 του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. Η μελέτη πρέπει να περιλαμβάνει τις ελάχιστες απαιτήσεις που αναφέρει ο κανονισμός.

Μια ενεργειακή μελέτη για να είναι σωστή και να πληροί όλες τις προϋποθέσεις οφείλει να περιέχει τα εξής :

- Τις γενικές πληροφορίες για το κτήριο, όπως η τοποθεσία του, η χρήση του, τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής, τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτηρίου ,τα στοιχεία του κελύφους,
- Την τεκμηρίωση του ενεργειακού σχεδιασμού του κτηρίου σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμικής επάρκειας του κτηρίου καθώς και τις ελάχιστες απαιτήσεις για τη Η/Μ μελέτη.
- Μια αναφορά με το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε καθώς και την αναλυτική περιγραφή των δεδομένων που καθορίζουν τις θερμικές ζώνες.
- Τα αναλυτικά αποτελέσματα με τις ενεργειακές απαιτήσεις ,την ετήσια κατανάλωση ενέργειας και τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα.

Η ενεργειακή επιθεώρηση για την ενεργειακή κατάταξη και πιστοποίηση του κάθε κτηρίου είναι αναγκαία για όλα τα νέα και τα ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια αλλά και για τα κτήρια που πρόκειται να μισθωθούν ή να πουληθούν. Συγκεκριμένα και σύμφωνα με τις εγκυκλίους που εκδόθηκαν από το Υ.Π.Ε.Κ.Α, η έκδοση Π.Ε.Α είναι υποχρεωτική στις εξής περιπτώσεις:

- Σε όλα τα κτήρια ,νέα ή ριζικά ανακαινισμένα, για τα οποία έχει διεξαχθεί και υποβληθεί η μελέτη ενεργειακής απόδοσης για την έκδοση της οικοδομικής αδείας από τη 1^η Οκτωβρίου 2010, μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή του κτηρίου απαιτείται η έκδοση καινούριου Π.Ε.Α. Στην περίπτωση κτηρίων τα οποία η οικοδομική άδεια τους έχει εκδοθεί πριν από την προαναφερόμενη ημερομηνία αλλά η κατασκευή τους θα ολοκληρωθεί μετά από αυτή την ημερομηνία δεν απαιτείται η έκδοση νέου Π.Ε.Α.
- Σε κτήρια με επιφάνεια 50 τ.μ, τα οποία έχουν αποκλειστική χρήση κατοικία ή επαγγελματικό χώρο, και χρειάζονται νέες συμβάσεις μίσθωσης.
- Σε κάθε κτήριο που προβλέπεται να πουληθεί, και προκειμένου να ολοκληρωθούν οι διαδικασίες και να υπογραφούν τα συμβόλαια.

Η ενεργειακή επιθεώρηση ενός κτηρίου διενεργείται από ενεργειακούς επιθεωρητές οι οποίοι είναι εγγεγραμμένοι στο μητρώο των ενεργειακών επιθεωρητών. Η ενεργειακή επιθεώρηση αποσκοπεί στην εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου, στην ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου, στην έκδοση του Π.Ε.Α, στις συστάσεις που θα προτείνει ο επιθεωρητής στον ιδιοκτήτη προκειμένου να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση του, και τέλος στην συλλογή όλων των απαραίτητων στοιχείων που αφορούν την ηλεκτρονική συμπεριφορά του κτηρίου. Για την έκδοση του Π.Ε.Α, η βαθμολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου γίνεται σύμφωνα με τη ποιοτική αξιολόγηση της κατανάλωσης ενέργειας του σε σχέση με το κτήριο αναφοράς και σύμφωνα με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε kWh/m².

(Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ1).

3.3.1 Διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίων.

Για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου ακολουθείται συγκεκριμένη διαδικασία σύμφωνα με το άρθρο 14 του Κ.ΕΝ.Α.Κ.

Αρχικά ο ιδιοκτήτης αναθέτει την έκδοση του Π.Ε.Α στον ενεργειακό επιθεωρητή, ο οποίος οφείλει να ενημερώσει τον ιδιοκτήτη για τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης, τις πληροφορίες που θα χρειαστεί (π.χ. αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου, μελέτη θερμομόνωσης, σχέδια Η/Μ εγκαταστάσεων κ.α.) και επιπλέον, εξασφαλίζει τη δυνατότητα πρόσβασης στους εσωτερικούς κοινόχρηστους και ιδιόκτητους χώρους για την επιθεώρησή τους.

Στη συνέχεια, προχωράει στην ηλεκτρονική απόδοση αριθμού πρωτοκόλλου η οποία βγαίνει από την ιστοσελίδα της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής. Κατοχυρώνοντας τα γενικά στοιχεία του ακινήτου που πρόκειται να επιθεωρήσει λαμβάνει έναν αριθμό πρωτοκόλλου από το πληροφοριακό σύστημα της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.

Ακολουθεί η προετοιμασία ενεργειακής επιθεώρησης και η συλλογή των αρχιτεκτονικών σχεδίων του κτιρίου, και η επιθεώρηση του κτιρίου. Κατά την επιθεώρηση του κτιρίου συλλέγονται αναλυτικά τα στοιχεία για το υπό επιθεώρηση κτίριο κατά τη διάρκεια της επιτόπιας επίσκεψης του ενεργειακού επιθεωρητή με τη βοήθεια των σχετικών εντύπων ενεργειακής επιθεώρησης, τα οποία παρουσιάζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701/2010.

Υπολογισμοί και ανάλυση αποτελεσμάτων: για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης του εξεταζόμενου κτιρίου κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης βασικό εργαλείο είναι το λογισμικό TEE-KENAK. Με την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό και την εκτέλεση των υπολογισμών προσδιορίζεται η ειδική ενεργειακή κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου, συγκρίνεται με την αντίστοιχη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου σε μια ενεργειακή κατηγορία. Στη συνέχεια, λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση των αποτελεσμάτων των υπολογισμών, ο επιθεωρητής διατυπώνει προτάσεις εναλλακτικών σεναρίων βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου.

(Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ1).

3.3.2 Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης.

Σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ για την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης η βαθμολόγηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου γίνεται με βάση την αξιολόγηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου σε σχέση με το κτήριο αναφοράς. Για την έκδοση του Π.Ε.Α απαιτούνται υπολογισμοί, οι οποίοι είναι σύμφωνοι με τα ευρωπαϊκά πρότυπα.

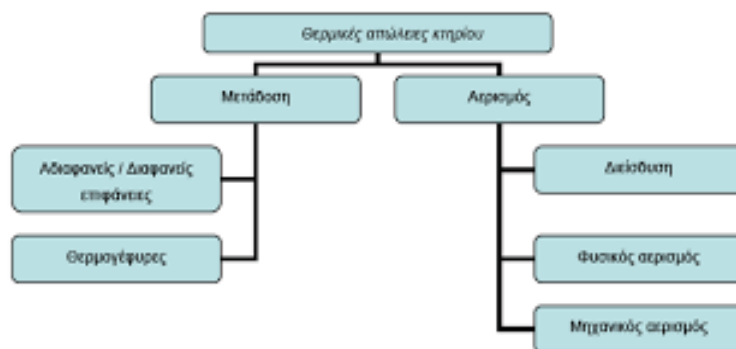
Αρχικά υπολογίζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις ανά τελική χρήση (θέρμανσης, ψύξης, ζεστό νερό χρήσης κ.α.) και στη συνέχεια, σύμφωνα με τα υπάρχοντα συστήματα και τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται υπολογίζεται η κατανάλωση ενέργειας, η πρωτογενής κατανάλωση ενέργειας καθώς και οι αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ1).

3.3.2.1 Ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση/ψύξη.

Στον υπολογισμό της ενεργειακής απαίτησης για θέρμανση και ψύξη, στη μηνιαία μέθοδο, λαμβάνεται υπόψη η γεωμετρία του κτηρίου, οι θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών κατασκευής που είναι κατασκευασμένο και τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής. Οι υπολογισμοί βασίζονται στο ισοζύγιο των θερμικών απωλειών του κτηριακού κελύφους και των θερμικών κερδών, καθώς και στο συντελεστή χρήσης κερδών/απωλειών, ο οποίος καθορίζει το βαθμό κατά τον οποίο τα θερμικά κέρδη είναι ωφέλιμα για την ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση και το βαθμό κατά τον οποίο οι θερμικές απώλειες είναι ωφέλιμες για την ενεργειακή ζήτηση για ψύξη. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ1).

3.3.2.2 Θερμικές απώλειες κτηρίου.

Οι θερμικές απώλειες ενός κτηρίου περιλαμβάνουν τις απώλειες μεταφοράς μέσω των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους και τις απώλειες αερισμού μέσω των χαραμάδων, των ανοιγμάτων και του συστήματος μηχανισμού αερισμού. Οι συνολικές απώλειες θερμότητας κτηρίου υπολογίζονται από την σχέση $Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$, για κάθε μήνα της περιόδου Θ/Ψ όπου Q_{tr} =θερμικές απώλειες από το κέλυφος, Q_{ve} =θερμικές απώλειες από αερισμό. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ1).



Εικόνα 3.3 θερμικές απώλειες ενός κτηρίου από μεταφορά.

3.3.2.6 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Η ετήσια κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας και οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα προκύπτουν από το γινόμενο της τελικής κατανάλωσης ανά τελική χρήση και τους συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια. Όσα συστήματα καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια για τις ανάγκες του κτηρίου κατατάσσουν το κτήριο σε κατώτερη ενεργειακή κατηγορία λόγω της αύξησης που προκαλούν στην πρωτογενή ενέργεια. Για αυτό το λόγο είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψιν το καύσιμο που θα χρησιμοποιηθεί στις Η/Μ εγκαταστάσεις καθώς και ο βαθμός απόδοσης του. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ1).

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO ₂ /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347
Τηλεθέρμανση από Α.Π.Ε.	0,50	----

Πίνακας 3.5 Συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και σε εκπεμπόμενους ρύπους.

3.3.2.7 Παραδοχές και απλοποιήσεις υπολογισμών.

Στο πλαίσιο της ενεργειακής επιθεώρησης, κατά τη μεθοδολογία υπολογισμού, το υπό μελέτη κτήριο θεωρείται πολυζωνικό, δηλαδή απαρτίζεται από περισσότερες από μια θερμική ζώνη. Ο επιθεωρητής πρέπει να διαχωρίσει το κτήριο σε θερμικές ζώνες καθώς και το μέγιστο αριθμό των ζωνών. Ωστόσο, τα αποτελέσματα μιας ενεργειακής επιθεώρησης δεν επηρεάζονται από το διαχωρισμό, αφού τα αποτελέσματα εμφανίζονται σε επίπεδο κτηρίου και όχι ανά θερμική ζώνη.

Στις περιπτώσεις όμως που το κτήριο χωρίζεται σε περισσότερες από μια θερμική ζώνη, οι υπολογισμοί για την ενεργειακή συμπεριφορά του, δεν λαμβάνουν υπόψη τη θερμική σύζευξη μεταξύ των θερμικών ζωνών. Σε μια τέτοια περίπτωση, θεωρούμε μια αλληλουχία μονοζωνικών υπολογισμών. Για τις ζώνες που μοιράζονται το ίδιο σύστημα θέρμανσης/ψύξης ο υπολογισμός της θερμικής απαίτησης του κτηρίου βγαίνει από το άθροισμα των επί μέρους ενεργειακών απαιτήσεων.

Το επιθεώρηση κτήριο μπορεί να περιλαμβάνει, εκτός από της θερμαινόμενες ζώνες, μη θερμαινόμενους χώρους ή ηλιακούς χώρους, οι οποίοι θεωρούνται τα τμήματα του κελύφους μεταξύ των ζωνών και του εξωτερικού περιβάλλοντος. Τα εσωτερικά κέρδη από τους μη θερμαινόμενους χώρους, στους υπολογισμούς θεωρούνται ως μηδενικά, αφού αποτελούν τους ενεργειακά αδρανείς χώρους του κτηρίου. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ1).

3.3.3 Το κτήριο αναφοράς.

Η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου προς επιθεώρηση προκύπτει ύστερα από τη σύγκριση του με το κτήριο αναφοράς, λαμβάνοντας υπόψη την κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας καθώς και τα χαρακτηριστικά της κατασκευής και του Η/Μ εξοπλισμού. Το κτήριο αναφοράς δημιουργείται κάθε φορά που εξετάζεται ένα υφιστάμενο κτήριο, καθώς πρέπει να έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, την ίδια θέση στο οικόπεδο, τον ίδιο προσανατολισμό και την ίδια χρήση με το υπό εξέταση κτήριο. Πληροί τις προϋποθέσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ και διαθέτει καθορισμένα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του και καθορισμένα χαρακτηριστικά στις Η/Μ εγκαταστάσεις που σχετίζονται με τη θέρμανση, τη ψύξη, το φωτισμό και τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

3.3.3.1 Το κτηριακό κέλυφος .

Το κτηριακό κέλυφος του κτηρίου αναφοράς έχει κάποιες παραμέτρους οι οποίες διαφοροποιούνται σε σχέση με το υπάρχον κτήριο. Μερικές από τις παραμέτρους αυτές είναι η ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα, η διείσδυση του αέρα μέσω ανοιγόμενων κουφωμάτων και γυάλινων προσόψεων, οι θερμογέφυρες για παλαιά κτήρια, οι συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων. Επιπλέον η απορροφητικότητα των εξωτερικών επιφανειών, ο συντελεστής διαπερατότητας των υαλοπινάκων στην ηλιακή ακτινοβολία και ο μέσος συντελεστής σκίασης. Στο κτηριακό κέλυφος, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτηρίου αναφοράς U_m πρέπει να πληροί τους περιορισμούς του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας όπως αυτές αναγράφονται στη Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ1).

3.3.3.2 Οι Η/Μ εγκαταστάσεις .

Το κτήριο αναφοράς διαθέτει συστήματα θέρμανσης, ψύξης και παραγωγής Ζ.Ν.Χ για όλους τους τύπους κτηρίων και επιπλέον μηχανικού αερισμού και φωτισμού. Τα βασικά χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη στις Η/Μ εγκαταστάσεις είναι τα εξής :

- Το σύστημα θέρμανσης: το οποίο διαθέτει τοπικές αντλίες θερμότητας με συντελεστή συμπεριφοράς $COP=3.2$ και βαθμό απόδοσης δικτύου διανομής 1, όταν πρόκειται για κατοικία, ενώ όταν πρόκειται για κτήριο του τριτογενή τομέα διαθέτει τοπικά κεντρικά συστήματα θέρμανσης με συντελεστή συμπεριφοράς $COP=3.2$ για αερόψυκτα συστήματα, $COP=4.3$ για υδρόψυκτα , $COP=3.5$ για άλλες περιπτώσεις. Επιπλέον όταν το υπάρχον κτήριο είναι συνδεδεμένο με δίκτυο τηλεθέρμανσης λαμβάνονται υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εναλλάκτη θερμότητας τηλεθέρμανσης. Όταν δεν θερμαίνεται με σύστημα τηλεθέρμανσης αλλά με κάποιο άλλο σύστημα, τότε το κτήριο αναφοράς διαθέτει λέβητα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας και με δίκτυο διανομής θερμού μέσου.
- Το σύστημα ψύξης: που διαθέτει μια κατοικία, έχει τοπικές αντλίες θερμότητας με δείκτη αποδοτικότητας $EER=3$, με βαθμό απόδοσης δικτύου διανομής 1 και κατανάλωση συστήματος ψύξης ίση με το 50% της κατανάλωσης. Ένα κτήριο του τριτογενή τομέα διαθέτει τοπικές ή κεντρικές μονάδες οι οποίες καλύπτουν όλους τους εσωτερικούς χώρους με ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας $EER= 2.8$ για αερόψυκτα συστήματα , $EER=3.8$ για υδρόψυκτα συστήματα $EER=3$ σε όλες τις άλλες περιπτώσεις. Όταν το κτήριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης τότε ορίζεται θεωρητικό σύστημα ψύξης με
 - a. αντλίες θερμότητας οι οποίες περιέχουν ονομαστικό δείκτη αποδοτικότητας 3 για κατοικίες και 2.8 για κτήρια του τριτογενή τομέα
 - b. με κάλυψη της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας κατά 50% για κατοικίες και 100% για κτήρια τριτογενή τομέα
 - c. με δίκτυο διανομής βαθμού απόδοσης ίσο με 1 για κατοικίες και 0,95 για κτήρια τριτογενή τομέα
 - d. με τερματικά με βαθμό απόδοσης 0,93

- e. με βοηθητικές μονάδες που έχουν ισχύ $0,0 \text{ W/m}^2$ για κατοικίες και $5,0 \text{ W/m}^2$ για τα κτήρια του τριτογενή τομέα.
- Το σύστημα αερισμού :στις κατοικίες ,οι απαιτήσεις για νωπό αέρα καλύπτονται μέσω φυσικού αερισμού ενώ σε κτήρια του τριτογενή τομέα καλύπτονται μέσω μηχανικού αερισμού. Εάν το κτήριο του τριτογενή τομέα δεν διαθέτει σύστημα μηχανικού αερισμού τότε ορίζεται το θεωρητικό σύστημα μηχανικού αερισμού το οποίο έχει παροχή αέρα 'σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις ανά χρήση κτηρίου, χωρίς ανάκτηση θερμότητας και ειδική ηλεκτρική ισχύ ανεμιστήρων ίση με $1,0 \text{ kW/m}^3/\text{s}$.
 - Το σύστημα ζεστού νερού χρήσης: οι ανάγκες παραγωγής ζεστού νερού χρήσης σε κατοικίες καλύπτονται μέσω ενός κεντρικού λέβητα θέρμανσης χώρων ή ξεχωριστού συστήματος λέβητα πετρελαίου σε λειτουργία υψηλής θερμοκρασίας ,με δίκτυο διανομής θερμού μέσου με θερμομόνωση σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ και με παράλληλη χρήση ηλιακών συλλεκτών. Σε ένα κτήριο του τριτογενή τομέα στο οποίο η κατανάλωση Ζ.Ν.Χ είναι περιορισμένη στο 10 λίτρα ανά άτομα ανά ημέρα , τότε το σύστημα Ζ.Ν.Χ είναι τοπικοί ηλεκτρικοί θερμαντήρες με διανομή, αποθήκευση και βοηθητικές μονάδες. Σε όποια από τις δύο παραπάνω περιπτώσεις δεν υπάρχει σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ τότε ορίζεται το θεωρητικό σύστημα Ζ.Ν.Χ με λέβητα πετρελαίου, δίκτυο διανομής θερμού μέσου, αποθήκευση και βοηθητικές μονάδες με μηδενική ειδική ισχύ $0,0 \text{ W/m}^2$ για κατοικίες και ισχύ $0,10 \text{ W/m}^2$ για κτήρια του τριτογενή τομέα.
 - Το σύστημα τεχνητού φωτισμού: τα κτήρια αναφοράς του τριτογενή τομέα διαθέτουν εγκατεστημένη ισχύ τεχνητού φωτισμού, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις ανά χρήση κτηρίου , όπως αυτές καθορίζονται στην Τ.Ο.ΤΕ.Ε.Ε ενώ για τα κτήρια αναφοράς υπάρχει φωτισμός ασφαλείας σε όλους τους χώρους.
- (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ1).

3.4. Η ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου.

Η ενεργειακή κατάσταση ενός κτηρίου προσδιορίζεται σύμφωνα με την κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς. Το κτήριο αναφοράς κατατάσσεται εξ ορισμού στην ενεργειακή κατηγορία Β. Η πρωτογενής ενέργεια του υπό εξέταση κτηρίου προκύπτει από τη τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση και τους εθνικούς συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια. Οι τελικές καταναλώσεις ενέργειας που λαμβάνονται υπόψη αφορούν τη θέρμανση χώρων, τη ψύξη χώρων, το αερισμό, το ζεστό νερό χρήσης και το φωτισμό. Αναλυτικά:

- Για τη θέρμανση χώρων λαμβάνεται υπόψη η κατανάλωση θερμικής ενέργειας που απαιτείται για τη κάλυψη των θερμικών φορτίων λόγω των θερμικών απωλειών από το κτηριακό κέλυφος και από τον αερισμό. Επίσης λαμβάνεται υπόψη η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από την κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης.
- Για τη ψύξη λαμβάνονται υπόψη η κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για τη κάλυψη των ψυκτικών φορτίων του κτηρίου.
- Η ενέργεια που καταναλώνεται για τη κάλυψη του αερισμού συνυπολογίζεται ανάλογα με την εποχή στις καταναλώσεις για θέρμανση και ψύξη.

- Για την παραγωγή Z.N.X στην ενέργεια που καταναλώνεται λαμβάνεται υπόψη η θερμική ενέργεια που απαιτείται ώστε να καλυφθεί το απαιτούμενο φορτίο καθώς και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τα βοηθητικά συστήματα της κεντρικής εγκατάστασης παροχής Z.N.X.
- Για τον φωτισμό
(Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ1).

3.5 Υπολογισμοί ενεργειακής απόδοσης κτηρίου

3.5.1 Έλεγχος τήρησης ελάχιστων απαιτήσεων του Κ.ΕΝ.Α.Κ.

Στη διάρκεια μιας επιθεώρησης όλα τα κτήρια θα πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν το κτήριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται στο άρθρο 8 του Κ.ΕΝ.Α.Κ. και όταν η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου είναι μικρότερη ή ίση από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς, όπως αυτό περιγράφεται στο άρθρο 9 του Κ.ΕΝ.Α.Κ. Δηλαδή το κτήριο κατατάσσεται σε ενεργειακή κατηγορία Β ή καλύτερη.

Η τήρηση των ελάχιστων απαιτήσεων ελέγχεται πάντοτε σε σχέση με την ενεργειακή κατηγορία που υποδεικνύεται από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, που έχει εκπονηθεί και θεωρηθεί από την πολεοδομική υπηρεσία. Επομένως, ένα νέο κτήριο κατά την αποπεράτωση του θα πρέπει να κατατάσσεται στην κατηγορία που προβλέπει η μελέτη ενεργειακής απόδοσης, η οποία δε μπορεί να είναι χειρότερη από τη κατηγορία Β. Αντίθετα, σε ένα ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο κατά την ολοκλήρωση των εργασιών θα πρέπει να κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία που εκτιμήθηκε κατά την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης με τις απαιτούμενες τεκμηριώσεις σε περίπτωση αδυναμίας επίτευξης της ενεργειακής κατηγορίας Β.

Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών κατασκευής του κτηρίου, είτε αυτό είναι νέο είτε ριζικώς ανακαινιζόμενο, ο επιθεωρητής εξετάζει εάν πληρούνται όλες οι απαιτήσεις σύμφωνα με το Κ.ΕΝ.Α.Κ. Στη περίπτωση που διαπιστωθεί ότι δεν ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ο ιδιοκτήτης του κτηρίου υποχρεούται να εφαρμόσει εντός προθεσμίας ενός έτους από την έκδοση του Π.Ε.Α, μέτρα βελτίωσης, τα οποία θα εξασφαλίζουν την ένταξη του κτηρίου στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία Β.(Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3).

3.5.2 Κλιματικά δεδομένα και λοιπές σταθερές.

Τα κλιματικά δεδομένα που χρειάζονται για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου υπάρχουν στο λογισμικό στις αντίστοιχες βιβλιοθήκες και εισάγονται αυτόματα. Συγκεκριμένα τα κλιματικά δεδομένα ορίζονται με βάση την τοποθεσία και τη περιοχή που βρίσκεται το υπό εξέταση κτήριο.

3.5.3 Αποτελέσματα υπολογισμών.

Ως βασικό στόχο των υπολογισμών είναι να προσδιοριστεί η συνολική κατανάλωση ενέργειας που χρησιμοποιεί το κτήριο για να καλύψει ανάγκες όπως θέρμανση , ψύξη, κλιματισμό, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Με βάση τα αποτελέσματα γίνεται και η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου και συγκρίνεται με το κτήριο αναφοράς το οποίο καταλαμβάνει πάντα την κατηγορία Β. Τα αποτελέσματα υπολογισμών περιλαμβάνουν :

- την ειδική τελική ετήσια κατανάλωση ενέργειας του κτηρίου για κάθε τελική χρήση και ανά είδος καυσίμου.
- Την ειδική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου για κάθε τελική χρήση και ανά είδος καυσίμου ανά χρήση.
- Τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τελική χρήση και είδος καυσίμου
- Την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου.

(Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3).

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

3.6 Συστάσεις ενεργειακής αναβάθμισης.

Σύμφωνα με το άρθρο 14 του Κ.Εν.Α.Κ. σε κάθε πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης που εκδίδει ένας επιθεωρητής, πρέπει να αναφέρεται εκτός από την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου, τις ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας ,πρωτογενούς ενέργειας και διοξειδίου του άνθρακα ,και οι συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Στη περίπτωση των νέων ή ριζικών ανακαινιζόμενων κτηρίων όπου δεν έχουν τηρηθεί ακριβώς οι προδιαγραφές του Κ.ΕΝ.Α.Κ ο επιθεωρητής προτείνει συστάσεις συμμόρφωσης.

(Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3).

3.6.1 Εντοπισμός προβλημάτων και επεμβάσεις αναβάθμισης .

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ενεργειακών απαιτήσεων και τη τελική κατανάλωση ενέργειας που διεξάγονται από τους υπολογισμούς ο επιθεωρητής έχει πλέον μια εικόνα για την κατάσταση του κτηρίου και δύναται να εντοπίσει που υστερεί το κτήριο και σε ποια τμήματα και τομείς πρέπει να γίνουν επεμβάσεις. Ελέγχει την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου και συγκρίνει τις ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη πάντα με το κτήριο αναφοράς.

Συγκεκριμένα :

1. Στη περίπτωση όπου τα αποτελέσματα δείξουν υψηλές τιμές φορτίων για θέρμανση στο εξεταζόμενο κτήριο σε σχέση με το κτήριο αναφοράς, τότε το συμπέρασμα είναι ότι:
 - Το κτήριο δε διαθέτει θερμομόνωση ή η θερμομόνωση που διαθέτει δεν πληροί τις προϋποθέσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ.
 - Τα κουφώματα του κτηρίου έχουν μεγάλη θερμοπερατότητα και υπάρχουν μεγάλες απώλειες του αέρα εξαιτίας της χαμηλής αεροστεγανότητας των κουφωμάτων.
 - Η παροχή του νωπού αέρα που παράγεται από το σύστημα μηχανικού αέρα είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς.
2. Όταν τα αποτελέσματα για τη ψύξη δείξουν μεγάλες τιμές των φορτίων για τη ψύξη στο εξεταζόμενο κτήριο σε σχέση με το κτήριο αναφοράς τότε:
 - Τα ηλιακά κέρδη είναι πολύ υψηλά εξαιτίας της ανεπαρκούς σκίασης.
 - Η ηλεκτρική ισχύς των συστημάτων φωτισμού είναι πολύ υψηλή και αυξάνει τα εσωτερικά θερμικά κέρδη με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ανάγκη για ψύξη.
 - Η παροχή του νωπού αέρα που παράγεται από το σύστημα μηχανικού αέρα είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς.
 - Το κτήριο δε διαθέτει θερμομόνωση ή η θερμομόνωση που διαθέτει δεν πληροί τις προϋποθέσεις του Κ.ΕΝ.Α.Κ.
 - Οι απώλειες λόγω διείσδυσης αέρα από τις χαραμάδες είναι πολύ υψηλές σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς.
3. Όταν οι τιμές κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για θέρμανση χώρων του εξεταζόμενου κτηρίου είναι υψηλότερες από τις τιμές του κτηρίου αναφοράς τότε:
 - Το κτήριο παρουσιάζει υψηλά θερμικά φορτία για τη θέρμανση χώρων σε σχέση με το κτήριο αναφοράς.
 - Το σύστημα παραγωγής θερμικής ενέργειας έχει πολύ μικρή ισχύ σε σχέση με το σύστημα του κτηρίου αναφοράς.
 - Το καύσιμο που χρησιμοποιείται για τη παραγωγή θερμικής ενέργειας έχει μεγάλο συντελεστή μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς.
 - Το κτήριο δε διαθέτει θερμομόνωση ή η θερμομόνωση του είναι ανεπαρκής.
 - Οι τερματικές μονάδες του κτηρίου έχουν υποστεί φθορές και δεν έχουν συντηρηθεί.
4. Όταν οι τιμές κατανάλωσης ψυκτικής ενέργειας για ψύξη χώρων του εξεταζόμενου κτηρίου είναι υψηλότερες από τις τιμές του κτηρίου αναφοράς τότε:
 - Το κτήριο παρουσιάζει υψηλά ψυκτικά φορτία για τη ψύξη χώρων σε σχέση με το κτήριο αναφοράς.
 - Το σύστημα παραγωγής ψύξης έχει πολύ μικρή ισχύ σε σχέση με το σύστημα του κτηρίου αναφοράς.
 - Το κτήριο διαθέτει σύστημα διανομής ψυκτικής ενέργειας με ανεπαρκή θερμομόνωση.
 - Οι τερματικές μονάδες του κτηρίου έχουν υποστεί φθορές και δεν έχουν συντηρηθεί.

5. Όταν οι τιμές της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης του κτηρίου που εξετάζεται σε σχέση με το κτήριο αναφοράς είναι υψηλότερες τότε:
- Το κτήριο δε διαθέτει ηλιακούς συλλέκτες.
 - Το κτήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης με πολύ χαμηλή θερμική απόδοση.
 - Το καύσιμο που χρησιμοποιείται από το σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης έχει μεγάλο συντελεστή μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια.
 - Το κτήριο διαθέτει σύστημα διανομής ζεστού νερού χρήσης με ανεπαρκή θερμομόνωση.
 - Το σύστημα αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης έχει φθορές και δεν έχει συντηρηθεί.
6. Οι υψηλές τιμές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό του εξεταζόμενου κτηρίου σε σχέση με το κτήριο αναφοράς μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η ηλεκτρική ισχύς του συστήματος φωτισμού είναι αρκετά μεγάλη με αποτέλεσμα η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό να είναι αρκετά μεγάλη.

Οι προδιαγραφές ώστε το εξεταζόμενο κτήριο να ταξινομηθεί σε ενεργειακή κατηγορία μεγαλύτερη της Β είναι να διαθέτει καλύτερη θερμομόνωση από το κτήριο αναφοράς, να διαθέτει καλύτερες τεχνικές προδιαγραφές στα Η/Μ συστήματα και περιορισμό στις θερμικές και ψυκτικές απώλειες. Να χρησιμοποιεί όσο το δυνατόν περισσότερα συστήματα αξιοποίησης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και να διαθέτει τις κατάλληλες διατάξεις αυτόματου ελέγχου για τον περιορισμό των τελικών καταναλώσεων.

(Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3).

3.6.2 Αξιολόγηση συστάσεων με οικονομικά και ενεργειακά κριτήρια.

Οι συστάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή για την αναβάθμιση του κτηρίου πρέπει να είναι ιεραρχημένες και να περιλαμβάνουν μια σύντομη περιγραφή που θα προσδιορίζει το αρχικό κόστος επένδυσης, την εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας που προκύπτει από τα αποτελέσματα των υπολογισμών και του ποσοστού επί τις αρχικής υπολογιζόμενης πρωτογενούς ενέργειας, την εκτιμώμενη τιμή της εξοικονομούμενης ενέργειας, την εκτιμώμενη ετήσια μείωση του διοξειδίου του άνθρακα καθώς και την περίοδο αποπληρωμής κάθε πρότασης. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3).

3.7 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης.

Το ΠΕΑ (πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης, ενεργειακό πιστοποιητικό) είναι αποτέλεσμα της ενεργειακής επιθεώρησης ενός κτιρίου ή ενός μέρος κτιρίου που προκύπτει με τη μορφή μελέτης που εκπονείται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές - μηχανικούς και εκδίδεται μέσω των ηλεκτρονικών υπηρεσιών του Ε.Υ.Επ.Εν. και αποτυπώνει την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ισχύει για δέκα χρόνια. Το κτίριο ή το μέρος αυτού με την έκδοση του πιστοποιητικού κατατάσσεται σε μία κλίμακα ενεργειακής

κατανάλωσης από το A+ έως το H. Υποχρεωτικά με την έκδοση ΠΕΑ ο επιθεωρητής κρίνει και κάνει τρεις προτάσεις για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου και οι οποίες οφείλουν να είναι οικονομικά συμφέρουσες.

Το ΠΕΑ, επίσης, περιλαμβάνει την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας και τιμές αναφοράς, όπως ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, ώστε να επιτρέπει στους ιδιοκτήτες ή στους ενοικιαστές του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας να συγκρίνουν και να αξιολογούν την ενεργειακή απόδοσή του. Είναι δυνατόν να περιλαμβάνει και πρόσθετες πληροφορίες, όπως η ετήσια πραγματική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου ή της κτιριακής μονάδας, και το ποσοστό συμμετοχής της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στη συνολική κατανάλωση ενέργειας.

Οι 9 κατηγορίες κατάταξης (A+,A,B+,B,Γ,Δ,E,Z,H) καθορίζονται από ένα εύρος τιμών βάσει της υπολογιζόμενης συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου σε σύγκριση με το κτίριο αναφοράς. Πιο αναλυτικά, η ενεργειακή κλάση A+ σημαίνει πως το ακίνητο έχει περίπου 70% χαμηλότερη κατανάλωση σε σχέση με την βαθμίδα B+ και αντίστοιχα η βαθμίδα A έχει 50-70% χαμηλότερη κατανάλωση σε σχέση με την B. Η κλάση B+ έχει 25-50% χαμηλότερη κατανάλωση συγκριτικά με την κλάση B. Με ανάλογο τρόπο, η ενεργειακή κλάση Γ αντιπροσωπεύει κατανάλωση από 101% έως και 141% μιας σύγχρονης κατασκευής. Η τελευταία ενεργειακή κλάση H, που αποτελεί και την πιο κοστοβόρα από άποψη κατανάλωσης, αντιστοιχεί σε κατανάλωση τουλάχιστον 273% της αντίστοιχης σύγχρονης κατασκευής. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3).

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

3.7.1 Διαδικασία ηλεκτρονικής έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.

Ύστερα από την εισαγωγή των δεδομένων της επιθεώρησης στο λογισμικό εκδίδεται ένα αρχείο σε μορφή xml το οποίο χρησιμοποιείται για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Ο επιθεωρητής με τον αριθμό μητρώου του και τον αριθμό πρωτοκόλλου επιθεώρησης, καταχωρεί το αρχείο με τα δεδομένα στο πληροφοριακό σύστημα της Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. και κάνει οριστική υποβολή του αρχείου και μέσω του κεντρικού πυρήνα υπολογισμών γίνονται εκ νέου οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση κτηρίου. Με βάση

των υπολογισμών εκδίδεται το τελικό πιστοποιητικό απόδοσης του κτηρίου. Τέλος υπογράφεται από τον επιθεωρητή. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3).

3.7.2 Περιεχόμενα πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης και η διαδικασία συμπλήρωσης του.

Στη πρώτη σελίδα του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης απεικονίζεται η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου σύμφωνα με την κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας. Επίσης αναγράφονται τα γενικά στοιχεία του κτηρίου, η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτηρίου, η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας καθώς και οι απαραίτητες συστάσεις που πρέπει να γίνουν για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και οι ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Στη δεύτερη σελίδα του Π.Ε.Α προσδιορίζονται το είδος καυσίμου/ενέργειας για χρήσεις όπως η θέρμανση, η ψύξη, το ζεστό νερό χρήσης, ο φωτισμός και η συνεισφορά τους στο τελικό ισοζύγιο του κτηρίου. Επιπλέον προσδιορίζεται η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση καθώς και οι συστάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Στις συστάσεις αυτές περιλαμβάνονται το κόστος επένδυσης, η εκτιμώμενη τιμή εξοικονόμησης ενέργειας ,την εκτιμώμενη ετήσια εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα .

Το Π.Ε.Α περιλαμβάνει επίσης αρχεία που χρειάζονται για την έκδοση ηλεκτρονικής ταυτότητας κτηρίων, την ασφάλεια και τη συντήρηση των κτηρίων. Τα στοιχεία αυτά είναι η οικοδομική άδεια ,εγκεκριμένα σχέδια, κατόψεις, στατικές μελέτες, τα φύλλα ελέγχου των μελετητών , το Π.Ε.Α και τον πίνακα χιλιοστών κατανομής δαπανών. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3).

ΜΕΡΟΣ Β

3.8 Το λογισμικό TEE-KENAK.

Το λογισμικό TEE-KENAK χρησιμοποιείται για την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίων και για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Αποτελείται από 4 τμήματα:

- Τη μάσκα εισαγωγής δεδομένων, στην οποία ο επιθεωρητής εισάγει όλα τα δεδομένα και τις παραμέτρους που αφορούν το υπό μελέτη κτήριο.
- Τις βιβλιοθήκες, στις οποίες περιλαμβάνονται τα δεδομένα ανεξάρτητα από το υπό μελέτη κτήριο, και συνδέονται είτε με τη μάσκα εισαγωγής δεδομένων και πρέπει να τα εισάγει ο επιθεωρητής είτε απευθείας με τον πυρήνα υπολογισμών.

- Τον πυρήνα υπολογισμών, ο οποίος είναι κατασκευασμένος κατάλληλα ώστε να είναι σύμφωνος με τις εθνικές απαιτήσεις που προβλέπει ο KENAK και με τις σχετικές τεχνικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας.
- Τη μάσκα αποτελεσμάτων, η οποία περιλαμβάνει τα αποτελέσματα των υπολογισμών σε μορφή πίνακα και γραφημάτων για το υπό μελέτη κτήριο και τα σενάρια των επεμβάσεων τα οποία προτείνει ο επιθεωρητής.

Ύστερα από την ολοκλήρωση της εισαγωγής των δεδομένων για το προς επιθεώρηση κτήριο, το λογισμικό δημιουργεί αυτόματα το κτήριο αναφοράς με το οποίο θα συγκριθεί το υπό μελέτη κτήριο. Το κτήριο αναφοράς είναι ίδιο με το κτήριο που εξετάζεται. Συγκεκριμένα έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, την ίδια θέση στο οικόπεδο, τον ίδιο προσανατολισμό και την ίδια χρήση. Επίσης, το κτήριο αναφοράς, πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα χαρακτηριστικά στα εξωτερικά δομικά στοιχεία στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη θέρμανση, τη ψύξη, και τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Γίνονται οι υπολογισμοί για το υπάρχον κτήριο και το κτήριο αναφοράς για τα μηνιαία φορτία και την κατανάλωση της ενέργειας, καυσίμων και διοξειδίου του άνθρακα και με βάση των αποτελεσμάτων και το λόγο της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας υπάρχοντος κτηρίου προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς γίνεται η κατάταξη του υπάρχοντος κτηρίου στην κατηγορία ενεργειακής απόδοσης. Με βάση τα αποτελέσματα ο ενεργειακός επιθεωρητής διαμορφώνει και προτείνει κάποια σενάρια επεμβάσεων για την εξοικονόμηση ενέργειας και την αναβάθμιση του κτηρίου σε καλύτερη ενεργειακή κατηγορία. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3).

3.8.1 Το περιβάλλον και η δομή του.

Το λογισμικό είναι δομημένο σε περιβάλλον παραθύρων και χωρίζεται σε δυο τμήματα στο αριστερό, εκεί όπου ορίζεται το προς επιθεώρηση κτήριο ή το τμήμα κτηρίου, και το δεξιό στο οποίο εισάγουμε τα δεδομένα για το συγκεκριμένο κτήριο.

Στα πεδία όπου εμφανίζεται και υπάρχει ήδη μια τιμή σε χρώμα γκρι ο χρήστης δεν έχει τη δυνατότητα να την τροποποιήσει διότι το συγκεκριμένο δεδομένο έχει προεπιλεγμένη τιμή, ενώ όταν το πεδίο έχει τιμή αλλά είναι σε λευκό χρώμα ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να το τροποποιήσει. Στα πεδία με κίτρινο χρώμα του δίνεται η δυνατότητα να επιλέξει μέσα από ένα πίνακα με τυπικές τιμές τη τιμή που επιθυμεί. Επίσης, όταν στο πεδίο εμφανίζεται ένα σύνθετο πλαίσιο, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει μια καταχώρηση από τον κατάλογο. Εάν ο χρήστης επιθυμεί να διαγράψει κάποια γραμμή, πλέγμα, η να αντιγράψει και να επικολλήσει μια γραμμή η ένα πλέγμα, κάνοντας δεξί κλικ πάνω στην ενεργή γραμμή επιλέγει την εντολή που θέλει. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3, σελ.53)

3.8.1.1 Εισαγωγή δεδομένων.

Αρχικά εισάγεται το αρχείο xml το οποίο λαμβάνεται κατά την εγγραφή του προς επιθεώρηση κτηρίου στο μητρώο ενεργειακών επιθεωρήσεων στην ιστοσελίδα της Ε.Υ.Επ.Εν. μέσα στο οποίο υπάρχουν όλα τα γενικά στοιχεία του κτηρίου καθώς και η χρήση του. Κατόπιν ο επιθεωρητής εισάγει τα απαραίτητα δεδομένα σε επίπεδο κτηρίου που αφορούν γενικά κατασκευαστικά στοιχεία, την κατανάλωση ενέργειας και ποιότητας εσωτερικού

περιβάλλοντος, και τις εγκαταστάσεις οι οποίες περιλαμβάνουν τα συστήματα ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, τα φωτοβολταϊκά την ύδρευση, άρδευση, αποχέτευση. Έπειτα προσδιορίζονται οι θερμικές ζώνες, οι μη θερμαινόμενοι χώροι και ηλιακοί χώροι, και εμφανίζονται αυτόματα τα αντίστοιχα πεδία στη δομή δέντρου. Για κάθε μια από τις θερμικές ζώνες προσδιορίζονται οι παράμετροι για τα γενικά δεδομένα της ζώνης, τα δεδομένα του κτηριακού κελύφους, τα δεδομένα της διαχωριστικής επιφάνειας και τα δεδομένα για τα συστήματα. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3, σελ.58)

3.8.1.2 Διαμόρφωση σεναρίων.

Ο επιθεωρητής μπορεί να διαμορφώσει και να αξιολογήσει μέχρι τρεις συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου. Στο πρώτο σενάριο , ο επιθεωρητής, διαμορφώνει τις προτάσεις του και τις τιμές των δεδομένων στις αντίστοιχες οθόνες εισαγωγής δεδομένων. Για να δημιουργήσει τα επόμενα σενάρια , ο χρήστης επιλέγει να προστεθεί ένα αντίγραφο του κτηρίου έτσι ώστε να χρειαστεί απλά να αλλάξει και να τροποποιήσει τις τιμές στα δεδομένα στις αντίστοιχες οθόνες εισαγωγής δεδομένων.

Ορισμένες επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν στο κτήριο για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι στο κέλυφος , στις Η/Μ εγκαταστάσεις και στις αποδοτικές τεχνολογίες. Όσον αφορά το κέλυφος οι τροποποιήσεις που μπορεί να γίνουν σχετίζονται με τη θερμομόνωση με πιστοποιημένα υλικά στους εξωτερικούς τοίχους, στην οροφή και στο δάπεδο, την αντικατάσταση των κουφωμάτων, τον περιορισμό των θερμογεφυρών, τον εξωτερικό σκιασμό και τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων. Για τις Η/Μ εγκαταστάσεις η προσθήκη συστημάτων υψηλής απόδοσης, τα πιο αποδοτικά καύσιμα, τα συστήματα ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας και τα συστήματα που συμπαράγουν θερμική και ηλεκτρική ενέργεια. Στις αποδοτικές τεχνολογίες μπορούν να προστεθούν περισσότεροι ηλιακοί χώροι, ηλιακοί συλλέκτες για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης ή φωτοβολταϊκά συστήματα καθώς και γεωθερμικές αντλίες. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3).

3.8.1.3 Υπολογισμοί και αποτελέσματα.

Με την ολοκλήρωση της περιγραφής του κτηρίου προς επιθεώρηση καθώς και των σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας, επιλέγοντας την εντολή << εκτέλεση>> πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί σύμφωνα με τα δεδομένα που έχει εισαγάγει ο χρήστης. Αυτό πρέπει να γίνει σε όλα τα σενάρια που έχει προτείνει ο επιθεωρητής ώστε να υπάρχει η δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων σύμφωνα με τα οικονομικά και ενεργειακά κριτήρια. Παράλληλα το λογισμικό δημιουργεί το κτήριο αναφοράς , το οποίο έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το υπό μελέτη κτήριο, για να συγκριθούν μεταξύ τους. Οι τελικές χρήσης κατανάλωσης ενέργειας , οι οποίες λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς για την ενεργειακή απόδοση και τη κατάταξη του κτηρίου είναι η θέρμανση χώρων, η ψύξη των χώρων, ο αερισμός, ο φωτισμός και η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Οι υπολογισμοί για τις τελικές χρήσεις περιλαμβάνουν τη μηνιαία και ετήσια ενεργειακή απαίτηση του κτηρίου, τη μηνιαία και ετήσια κατανάλωση ενέργειας, την ετήσια κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας και καυσίμων, τις ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, την ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, το ετήσιο λειτουργικό κόστος, το συνολικό κόστος επεμβάσεων και την απλή περίοδο αποπληρωμής. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των

σεναρίων ο επιθεωρητής επιλέγει το τελικό σενάριο που θα υλοποιηθεί και το αποθηκεύει σε αρχείο με τη μορφή xml. Το αρχείο αυτό θα το υποβάλει στο σύστημα ώστε να εκδοθεί το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης.

Ύστερα από τους υπολογισμούς, εμφανίζεται ένα παράθυρο στο οποίο αναγράφεται η επιλογή << Αποτελέσματα>> και <<Έκθεση>> στο βασικό μενού του λογισμικού. Εάν επιλέξουμε την εντολή << Αποτελέσματα>> θα εμφανιστούν οι οθόνες με τα αποτελέσματα στα οποία θα αναγράφεται η ενεργειακή κατάταξη, οι ενεργειακές απαιτήσεις και κατανάλωσης, και η οικονομοτεχνική ανάλυση. Στην εντολή << Έκθεση>> εμφανίζεται η έκθεση με τα δεδομένα που έχει εισαγάγει ο επιθεωρητής για το υπάρχον κτήριο και για κάθε σενάριο που έχει δημιουργήσει. Κάθε έκθεση είναι στη μορφή πίνακα. (Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3).

3.8.1.4 Διαδικασία υποβολής του ηλεκτρονικού αρχείου και έκδοση του Π.Ε.Α.

Η διαδικασία υποβολής του ηλεκτρονικού αρχείου γίνεται αφού έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό , η τελική διαμόρφωση των προτεινόμενων επεμβάσεων για την εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Ο επιθεωρητής υποβάλει το αρχείο στην εντολή <<αρχείο προς υποβολή>> και δημιουργείται το τελικό αρχείο δεδομένων υπό τη μορφή xml. Στη συνέχεια μέσω της ιστοσελίδας www.buildingcert.gr εισάγει το αρχείο με τα δεδομένα της επιθεώρησης που έχει δημιουργηθεί από το λογισμικό ,το αποστέλλει και πραγματοποιούνται εκ νέου οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου μέσω του κεντρικού πυρήνα που διαθέτει το πρόγραμμα. Επιπλέον ,παρουσιάζονται η ενεργειακή κατηγορία του επιθεωρούμενου κτηρίου, η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ,παρατηρήσεις και σημειώσεις για τις ελλείψεις. Αφού έχουν συμπληρωθεί όλα τα απαραίτητα πεδία, μπορεί να ολοκληρωθεί η διαδικασία και να εκδοθεί το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης, πάνω στο οποίο , αναγράφεται ο αριθμός πρωτοκόλλου και ο κωδικός ασφαλείας.

(Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ3).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Εξοικονόμηση ενέργειας

4.1 Θερμομόνωση

Η θερμομόνωση πλέον είναι μια από τις βασικότερες παραμέτρους του σύγχρονου αρχιτεκτονικού σχεδιασμού. Με την πρόβλεψη για θερμομόνωση στις κτιριακές κατασκευές λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα ώστε να παρεμποδίζεται η διαφυγή της θερμικής ενέργειας από ένα εσωτερικό χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον και συγχρόνως δημιουργείται αίσθημα θερμικής άνεσης για τους χρήστες του κτιρίου.

Πριν περίπου 100 χρόνια, η ανάγκη για μια τέτοια πρόβλεψη δεν ήταν επιβεβλημένη, καθώς τα υλικά των κατασκευών είχαν φυσική προέλευση ,οι κατασκευές ήταν βαρύτερες ,ακόμη και η αρχιτεκτονική μελέτη του κατασκευαστή ρύθμιζε τη ροή θερμότητας στο κτίριο με αποτέλεσμα να εξασφαλίζονται στο κτίριο οι θερμικές ανέσεις. Με την πάροδο του χρόνου , οι κατασκευές έγιναν ελαφρότερες, περισσότερο σύνθετες και λιγότερο ανθεκτικές στις καιρικές

συνθήκες. Η προστασία από τις θερμικές μεταβολές μεταβιβάστηκε στα διάφορα συστήματα ελέγχου του μικροκλίματος, όπως η κεντρική θέρμανση και ο κλιματισμός. Η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων αυτών δεν αποτελούσε πρόβλημα μέχρι τη στιγμή που τα διαθέσιμα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων μειώθηκαν και ακρίβυναν. Αυτά τα προβλήματα κατέστησαν αναγκαίο να βρεθεί μια άμεση λύση και κατέληξαν στην θερμομόνωση.

4.1.1 Οφέλη θερμομόνωσης

Η θερμομόνωση κτιρίου επιδιώκει την επιβράδυνση της διαφυγής θερμότητας μέσα από τα τοιχώματα λόγω διαφοράς θερμοκρασίας και συνιστάται από μια αλληλουχία διαδικασιών ενεργειακών μελετών και τρόπο κατασκευής και συνδέεται άμεσα με το κόστος κατασκευής και λειτουργίας κτιρίων.

Η ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του εσωτερικού χώρου και του περιβάλλοντος εμφανίζεται μόνο όταν υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ τους. Η ροή θερμότητας συμβαίνει πάντα από το θερμό στο ψυχρό σώμα και αυτό είναι και η αιτία για την έλλειψη ζέστης το χειμώνα και την απουσία δροσιάς το καλοκαίρι. Έτσι λοιπόν με μια σωστή θερμομόνωση η οποία να μην εξασφαλίζει την λειτουργικότητα της σε βάθος χρόνου και βελτιώνει τις συνθήκες ευεξίας στο χώρο, εξοικονομώντας ενέργεια και αυξάνοντας την αξία του κτιρίου, αλλά επιπλέον παρεμποδίζει τις θερμικές απώλειες από τους τοίχους. Επιπλέον ένα καλά θερμομονωμένο κτίριο προστατεύεται καλύτερα από τον κίνδυνο βιωσιμότητας γιατί δεν κινδυνεύει από την αύξηση του κόστους συμβατικών μορφών ενέργειας (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρικό ρεύμα). Παρά τα οφέλη της θερμομόνωσης, να σημειωθεί ότι δεν μπορεί να αποφευχθεί στο εκατό τις εκατό η ανταλλαγή θερμότητας ανάμεσα σε εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον αλλά μειώνεται σημαντικά με ποσοστό έως και 80%.

4.1.2 Επίδραση του βαθμού θερμομόνωσης στο κτιριακό κέλυφος.

Η ενίσχυση της θερμομόνωσης του κτιριακού κελύφους είναι ένα αποδοτικό μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας διότι επιτυγχάνει πολλαπλά οφέλη όπως τη μείωση της θερμικής αγωγιμότητας και την κατανάλωση ενέργειας. Επιπλέον συντελεί στη μείωση της απαιτούμενης ισχύος του συστήματος θέρμανσης που χρειάζεται για την θερμοκρασία σχεδιασμού και συμβάλει στην εξασφάλιση συνθηκών άνεσης του εσωτερικού του κτιρίου μειώνοντας την υγρασία και διατηρεί την εσωτερική θερμοκρασία για μεγάλο χρονικό διάστημα σταθερή.

4.1.3 Μελέτη και σχεδιασμός θερμομόνωσης κτιρίου.

Πριν καταφύγει κανείς σε οποιαδήποτε μέτρα θερμομόνωσης για τον έλεγχο θερμικών απωλειών πρέπει κατά το σχεδιασμό να έχει υπόψη του τους βασικούς παράγοντες που τις προκαλούν. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

a. Η τοποθεσία και ο προσανατολισμός του κτιρίου μέσα στο περιβάλλοντα χώρο. Για παράδειγμα, όσο εκτεθειμένο είναι ένα κτίριο στους ανέμους τόσο μεγαλύτερη θερμική απώλεια θα έχει, και αντίστοιχα ανάλογα με την ηλιακή ακτινοβολία που το χτυπάει έχουμε και την αντίστοιχη απώλεια ψύξης στο εσωτερικό χώρο.

b. Το μέγεθος των επιφανειών του εξωτερικού περιβλήματος του κτιρίου που είναι άμεσα εκτεθειμένες στις καιρικές συνθήκες. Ένα ελεύθερο κτίριο εμφανίζει μεγαλύτερες απώλειες από ένα άλλο που είναι ενταγμένο σε ένα συνεχές σύστημα δόμησης.

c. Το πόσο εκτεθειμένοι στο περιβάλλον είναι οι χώροι του κτιρίου. Συγκεκριμένα χώροι που εντάσσονται στο εσωτερικό του κτιρίου δεν παρουσιάζουν καμία μεταβολή στη θερμότητα αντίθετα με χώρους, όπως κλιμακοστάσια, οι οποίοι εκτείνονται σε δύο ή και περισσότερους ορόφους παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες.

d. Τα εξωτερικά κουφώματα τα οποία ανάλογα με το μέγεθος, τον αριθμό και τη θέση τους στις όψεις ενός κτιρίου επηρεάζουν τη ροή της θερμότητας.

4.1.4 Στοιχεία του κτιρίου ευάλωτα στη θερμοδιαφυγή

Η θερμομόνωση ενός κτιρίου πρέπει να γίνεται σύμφωνα με ορισμένες προϋποθέσεις και ανάλογα με τη θέση της επιφάνειας που πρόκειται να προστατευθεί καθώς και τη θέση της μονωτικής στρώσης μέσα στην κατασκευή (εξωτερικά ή εσωτερικά). Επίσης, υπάρχει και το πρόβλημα της υγρασίας που δεν πρέπει να αγνοηθεί πριν γίνει η μελέτη της θερμομόνωσης. Για το λόγο αυτό το πρόβλημα της θερμομόνωσης δεν πρέπει να εξετάζεται μεμονωμένα αλλά σε συνδιασμό με όλες τις απαιτήσεις προστασίας.

Τα πιο ευάλωτα στοιχεία ενός κτιρίου που έχουν ανάγκη από θερμική προστασία είναι

a. Η οροφή και η στέγη, που παρουσιάζουν μεγάλες θερμικές απώλειες καθώς είναι τα μέρη που εκτίθενται στις καιρικές συνθήκες και δέχονται όλες τις επιδράσεις τους.

b. Τα εξωτερικά τοιχώματα, τα οποία υπόκεινται σε μια σειρά επιδράσεων και τα οποία ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους προκαλούν μεγάλες θερμικές απώλειες. Η προστασία των εξωτερικών τοιχωμάτων μπορεί να γίνει εσωτερικά ή εξωτερικά ανάλογα με χρήση των χώρων που προστατεύουν. Υπάρχουν επίσης περιπτώσεις τοιχωμάτων όπου η θερμομόνωση τοποθετείται ανάμεσα σε δυο κατακόρυφα στρώματα ομοιογενών ή ανομοιογενών υλικών.

c. Τα ανοίγματα τα οποία είναι και τα πιο ευάλωτα στοιχεία του κτιρίου καθώς σχεδόν ποτέ δεν καλύπτεται η συναρμογή με τα τοιχώματα με αποτέλεσμα να υπάρχουν θερμικές απώλειες. Για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών πρέπει οι αρμοί συναρμογής των πλαισίων να είναι απόλυτα αδιαπέραστοι από τον αέρα, καθώς και τα υλικά που συγκροτούν το κούφωμα (ξύλο, αλουμίνιο ,πλαστικό) να είναι άριστης ποιότητας ώστε να αποφεύγονται οι παραμορφώσεις των φύλλων. Επιπλέον τα υαλοστάσια των ανοιγμάτων θε πρέπει να έχουν χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας.

d. Το κατώτερο δάπεδο του κτιρίου το οποίο δεν χρειάζεται πάντα θερμική προστασία εκτός εάν είναι δάπεδο που εκτίθεται στο εξωτερικό περιβάλλον.

e. Τα στηθαία των παραθύρων όπου συνήθως τοποθετούνται τα θερμικά σώματα επειδή λειτουργικοί λόγοι επιβάλλουν συχνά τη μείωση του πάχους του τοιχώματος στις θέσεις αυτές . Επίσης η έντονη θερμική ακτινοβολία προκαλεί συμπύκνωση στις θέσεις αυτές γρηγορότερα παρά στις υπόλοιπες επιφάνειες του χώρου, με αποτέλεσμα να καταπονούνται περισσότερο τα δομικά στοιχεία που γειτονεύουν με σώματα θέρμανσης.

f. Τα μπαλκόνια και οι προεξοχές της πλάκας, όταν δεν προστατεύονται από τη θερμότητα, λειτουργούν σα θερμογέφυρες, με αποτέλεσμα να μην ελέγχονται απόλυτα οι θερμικές απώλειες των εσωτερικών χώρων και να προκαλούνται βλάβες στις κατασκευές λόγω συμπήκνωσης.

4.1.5 Θερμομονωτικά υλικά και ιδιότητες.

Τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν τη μονωτική τους ιδιότητα στην ύπαρξη μεγάλου αριθμού πολύ μικρών πόρων που περιέχουν παγιδευμένο αέρα. Ο ακίνητος αέρας παρουσιάζει τη μικρότερη γνωστή τιμή θερμικής αγωγιμότητας ($\lambda=0.02 \text{ kcal/hm } ^\circ\text{C}$). Επιπλέον η παρουσία αυτών των πόρων στο υλικό έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση μικρότερου φαινομένου βάρους.

Οι θερμομονωτικές ιδιότητες ενός υλικού επηρεάζονται από τη θερμοκρασία και την υγρασία. Ειδικότερα, εκτοπίζοντας τον αέρα μπορεί να γεμίσει τους πόρους του μονωτικού υλικού, καταστρέφοντας έτσι, προσωρινά ή οριστικά τις μονωτικές του ιδιότητες. Κάποιες επιπλέον ιδιότητες των θερμομονωτικών υλικών είναι η μηχανική αντοχή σε θλιπτικά φορτία, η σταθερότητα του όγκου τους, η ανθεκτικότητα τους σε στις μεταβολές της θερμοκρασίας και η διάρκεια ζωής τους.

Τα μονωτικά υλικά χαρακτηρίζονται ως :

1. Ανόργανα ή οργανικά ανάλογα με την προέλευση και τη σύσταση τους.
2. Φυσικής προέλευσης ή τεχνητά, ανάλογα με το βαθμό επεξεργασίας που υφίστανται πριν διατεθούν στην κατανάλωση.
3. Ανοικτών ή κλειστών κυψέλων ή πόρων αέρα.
4. Μεγάλου ή μικρού φαινομένου βάρους.

Μερικά από τα θερμομονωτικά υλικά είναι τα εξής: εξηλασμένη πολυστερίνη, διογκωμένη πολυστερίνη, υαλοβάμβακας, πολυουρεθάνη, αφρώδες γυαλί, περλιτοειδή, πετροβάμβακας, φελλός, κυψελωτό σκυρόδεμα, θερμομονωτικά τούβλα, πλάκες περλιτουάλου, PVC.

(Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών εκπαιδευτικό υλικό ,ΔΚ2).

4.1.6 Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας-δοκών-υποστηλωμάτων.

Οι βασικοί τρόποι θερμομόνωσης της εξωτερικής τοιχοποιίας είναι οι ακόλουθοι:

Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας

- Θερμομόνωση στην εσωτερική επιφάνεια
- Θερμομόνωση στην εξωτερική επιφάνεια
- Θερμομόνωση στον πυρήνα
- Χρήση θερμομονωτικών τούβλων

Θερμομόνωση δοκών- υποστηλωμάτων.

- Θερμομόνωση στην εσωτερική παρειά
- Θερμομόνωση στην εξωτερική παρειά

4.1.6.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εσωτερικής θερμομόνωσης

Η εσωτερική θερμομόνωση τοποθετείται σε κτίρια που μας απασχόλει ή άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης ψύξης χωρίς καθυστερήσεις και δε μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία μετά τη διακοπή του κλιματισμού.

Πλεονεκτήματα της εσωτερικής θερμομόνωσης είναι:

- Απλή και γρήγορη κατασκευή
- Πιο οικονομική κατασκευή
- Άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης
- Τα μονωτικά υλικά δε χρειάζονται προστασία από εξωτερικές επιδράσεις(άνεμοι, υγρασία,βροχή)

Μειονεκτήματα της εσωτερικής θερμομόνωσης είναι:

- Πρόβλημα θερμογεφυρών
- Γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της θέρμανσης.
- Αδυναμία προστασίας δομικών στοιχείων από συστολές-διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών.
- Πιθανότητα δημιουργίας επιφανειακής υγρασίας από τη συμπύκνωση υδρατμών

4.1.6.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης

Τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δε μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης, ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του κλιματισμού. Η χρήση της σε υφιστάμενα μη θερμομονωμένα κτίρια πρέπει να γίνεται με προσοχή ,λόγω δυσκολίας κατασκευής, υψηλού κόστους και αύξησης περιμέτρου του κτιρίου που μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα στο συντελεστή δόμησης.

Πλεονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι:

- Διατήρηση της θερμότητας στο χώρο και μετά τη διακοπή του κλιματισμού ή της θέρμανσης.
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μικρότερης χρήσης του συστήματος θέρμανσης/ ψύξης.
- Προστασία εξωτερικών επιφανειών από καιρικές συνθήκες.
- Ελαχιστοποίηση των θερμογεφυρών.

Μειονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι:

- Μεγάλο κόστος κατασκευής.
- Υπάρχει πιθανότητα για δημιουργία ρωγμών στο τοίχωμα.
- Δυσκολία εφαρμογής σε κτίρια με έντονες εξωτερικές μορφολογικές όψεις.

4.1.7 Θερμομόνωση κουφωμάτων

Πριν από κάθε τοποθέτηση κουφωμάτων ο αρχιτέκτονας πρέπει να λάβει υπόψιν του κάποιες βασικές παραμέτρους όπως είναι η θέα, η ηλιοφάνεια, ο σκιασμός, ο φωτισμός, ο αερισμός, ο δροσισμός, ενεργειακά οφέλη καθώς και οι ενεργειακές απώλειες. Ο ρόλος τους στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων είναι σημαντικός καθώς είναι στοιχεία από τα οποία μπορεί να διαφύγει ενέργεια. Το χειμώνα η θερμότητα του εσωτερικού χώρου χάνεται και το καλοκαίρι εισέρχεται θερμότητα στο εσωτερικό χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον. Οι απώλειες αυτές μπορούν να ελαχιστοποιηθούν με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων ,ενεργειακά αποδοτικών κουφωμάτων των οποίων η σύνθεση τους είναι από υαλοπίνακες και σκελετούς με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και επι πλέον ,θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες.

4.1.8 Θερμομόνωση οροφής

Στην διαδικασία της μόνωσης της στέγης το υλικό μπορεί να μπει κάτω από την πλάκα ή πάνω από αυτή. Η θερμομόνωση κάτω από την πλάκα χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να πετύχουμε άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού. Το μονωτικό υλικό τοποθετείτε είτε πριν τη σκυροδέτηση ή μετά και συνήθως καλύπτεται με γυψοσανίδα.

Πλεονεκτήματα θερμομόνωσης κάτω από την πλάκα:

- Άμεση απόδοση συστήματος κλιματισμού
- Τα μονωτικά υλικά δε χρειάζονται προστασία από εξωτερικές επιδράσεις.

Μειονεκτήματα θερμομόνωσης κάτω από την πλάκα:

- Γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή θέρμανσης
- Μεγάλη πιθανότητα δημιουργίας υγρασίας και μούχλας στις γωνίες του κτιρίου λόγω συμπύκνωσης των υδρατμών

Σε αντίθεση με την θερμομόνωση κάτω από την πλάκα, η θερμομόνωση που τοποθετείτε πάνω από την πλάκα χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου δε μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού αλλά μας ενδιαφέρει η απόδοση από τα δομικά στοιχεία μετα τη διακοπή του κλιματισμού. Ανάλογα με το θερμομονωτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί και την συμπεριφορά του στην υγρασία, μπορεί να τοποθετηθεί κάτω από τη στεγάνωση ή πάνω από αυτή.

Πλεονεκτήματα θερμομόνωσης πάνω από την πλάκα:

- Διατήρηση της θερμότητας στο χώρο ακόμη και μετά τη διακοπή της θέρμανσης
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω ελαχιστοποίησης του συστήματος κλιματισμού.
- Προστατεύει τις εξωτερικές πλάκες από συστολές και διαστολές που τυχόν προκαλούνται από τις μεταβολές της θερμοκρασίας.

Μειονεκτήματα θερμομόνωσης πάνω από την πλάκα:

- Απαιτείται προσοχή στην κατασκευή σε συνδυασμό με τη στεγάνωση.

4.1.9 Θερμομόνωση στέγης

Οι στέγες κάτω από τις οποίες κατοικούν ή εργάζονται άνθρωποι θεωρούνται θερμές στέγες και σε αυτή τη περίπτωση η θερμομόνωση τοποθετείται εξωτερικά ή εσωτερικά στην κεκλιμένη επιφάνεια της στέγης. Και στις δυο περιπτώσεις πρέπει να εξασφαλιστεί ο αερισμός για αποφυγή συμπύκνωσης των υδρατμών.

Σε περιπτώσεις όπου ο χώρος μεταξύ κεκλιμένης και οριζόντιας οροφής είναι περιορισμένης προσβασιμότητας η στέγη χαρακτηρίζεται ως ψυχρή. Σε αυτή τη περίπτωση η θερμομόνωση γίνεται επί της οριζόντιας πλάκας.

Όσον αφορά τα θερμομονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την μόνωση στεγών είναι απαραίτητο να έχουν ιδιότητες κατάλληλες για την εφαρμογή τους. Κάποιες από αυτές είναι

- a) χαμηλός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητάς λ ώστε να χρησιμοποιείται το μικρότερο δυνατό πάχος υλικού.
- b) Αντίσταση στην διαπερατότητα υδρατμών με σκοπό να εμποδίζει την συμπύκνωση υδρατμών σε γωνίες όπου υπάρχει η επαφή του σκυροδέματος και του μονωτικού υλικού.
- c) Διευκόλυνση χειρισμού όσον αφορά το βάρος, τις διαστάσεις και τον τρόπο στερέωσης του υλικού.
- d) Ευκολία κοπής και επεξεργασίας του υλικού για την διαμόρφωση στα σχήματα των στεγών.
- e) Μεγάλη δυνατότητα καλής συναρμογής των τεμαχίων του μονωτικού υλικού για να αποφευχθούν προβλήματα όπως η δημιουργία θερμογέφυρας και η συμπύκνωση υδρατμών.

4.1.10 Θερμομόνωση δαπέδων εκτεθειμένων στο εξωτερικό περιβάλλον.

Όπως στην θερμομόνωση στέγης έτσι και στην θερμομόνωση των δαπέδων η μόνωση γίνεται είτε στην κάτω πλευρά της πλάκας είτε στη πάνω. Η θερμομόνωση στην κάτω πλευρά της πλάκας τοποθετείται σε κτίρια στα οποία δεν μας απασχολεί η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία με τη χρήση ή μη του κλιματισμού. Αντίθετα , η θερμομόνωση πάνω από την πλάκα τοποθετείται όταν

θέλουμε να πετύχουμε άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού. Και στις δυο περιπτώσεις το υλικό τοποθετείται είτε πριν τη σκυροδέτηση είτε μετα.

4.2. Τεχνολογίες Α.Π.Ε

4.2.1 Εισαγωγή στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση και η εξάντληση των ορυκτών καυσίμων έχει αυξήσει την ευαισθητοποίηση για την αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, οπότε η ανεξάντλητη ηλιακή και αιολική ενέργεια γίνεται ένα ενδιαφέρον θέμα που έχει τραβήξει την προσοχή των ερευνητών για να την καταστήσει βιώσιμη ενέργεια.. Ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται οι εξής :

1. Η ηλιακή ενέργεια: η οποία με τη χρήση ηλιακών συλλεκτών και φωτοβολταϊκών παράγουν θερμική και ηλεκτρική ενέργεια. Οι ηλιακοί συλλέκτες είναι οι πιο διαδεδομένα συστήματα Α.Π.Ε λόγω της εύκολης εγκατάστασης τους αλλά και του χαμηλού κόστους.
2. Αιολική ενέργεια: η οποία αξιοποιείται με τη χρήση ανεμογεννητριών για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παρά το γεγονός ότι οι αποδόσεις της είναι αρκετά υψηλές ,το κόστος εγκατάστασης τους είναι αυτό που προβληματίζει περισσότερο τον άνθρωπο και ο κυρίως λόγος που δεν έχουν διαδοθεί τόσο σε δημόσια κτίρια όσο και σε ιδιωτικά.
3. Γεωθερμική ενέργεια : η οποία παράγεται με την εκμετάλλευση γεωθερμιών πεδίων, υψηλής, μέσης και χαμηλής ενθαλπίας. Στα κτήρια οι εφαρμογές στοχεύουν κυρίως στην εκμετάλλευση της χαμηλής ενθαλπίας με τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας.
4. Βιομάζα : η οποία με τη μέθοδο της καύσης δημιουργείτε θερμική ενέργεια και χρησιμοποιείτε κυρίως στον οικιακό τομέα.
5. Υδροηλεκτρική ενέργεια: η οποία παράγεται μέσω των τρεχούμενων υδάτων που περνούν μέσα από υδροστρόβιλους και μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιούταν στα παλαιότερα χρόνια χρησιμοποιώντας τους νερόμυλους.
6. Κυματική ενέργεια : η οποία, μέσω ειδικών συστημάτων τα οποία εκμεταλλεύονται την κίνηση των κυμάτων και της θάλασσας, παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

Όπως κάθε τεχνολογία, έτσι και οι Α.Π.Ε έχουν τα μειονεκτήματα και τα πλεονεκτήματα τους. Αρχικά τα πλεονεκτήματα των Α.Π.Ε είναι πως παράγουν ενέργεια από μια πηγή η οποία είναι ανεξάντλητη και δε ρυπαίνει το περιβάλλον. Παράλληλα, η χρήση των Α.Π.Ε μειώνει την εξάρτηση μιας χώρας από τα συμβατικά καύσιμα. Από την άλλη , το μοναδικό μειονέκτημα τους είναι το αυξημένο κόστος εγκατάστασης τους, η απαίτηση για ανάπτυξη των υποδομών καθώς και προσεκτικό σχεδιασμό για την ελαχιστοποίηση των πιθανών οικολογικών διαταραχών.

4.2.2 Νομοθεσία για Α.Π.Ε.

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 28/2009 για την προώθηση των Α.Π.Ε καθορίζει ως στόχο τη συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε στην ακαθόριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% μέχρι το έτος 2020. Το ποσοστό αύξησης σε κάθε μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης καθορίζεται στο 5,5% από τα επίπεδα του 2005, ενώ η υπολειπόμενη αύξηση υπολογίζεται σύμφωνα με το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν ανά κάτοικο.

Ειδικότερα στην Ελλάδα, σύμφωνα με τον Ν.3851/2010 για την επιτάχυνση της ανάπτυξης των Α.Π.Ε (ΦΕΚ 85/Α/4.6.2010) ο εθνικός στόχος καθορίζεται στο 20% για την ενέργεια που παράγεται από τις Α.Π.Ε στην ακαθόριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, στο 40% για τη συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Α.Π.Ε στην ακαθόριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και στο 20% για τη συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από τις Α.Π.Ε για τη θέρμανση και τη ψύξη. Επίσης, είναι πλέον υποχρεωτική η κάλυψη του 60% τουλάχιστον της παραγωγής ζεστού νερού χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα ή Α.Π.Ε στα νέα κτήρια.

4.2.2.1 Γενικές αρχές για την εφαρμογή Α.Π.Ε στα κτίρια.

Η Ελλάδα είναι μια χώρα αρκετά ευνοημένη από τις Α.Π.Ε καθώς έχει υψηλό ηλιακό δυναμικό, σημαντικό αιολικό δυναμικό, πλούσιο γεωθερμικό υλικό σε αρκετές περιοχές και μεγάλη παραγωγή βιομαζών. Αυτά καθιστούν τη χρήση και την εφαρμογή των Α.Π.Ε ευκολότερη και με τον συνδυασμό εξοικονόμηση ενέργειας και χρήση Α.Π.Ε μπορούν να λυθούν αρκετά από τα προβλήματα στον ενεργειακό και περιβαλλοντικό τομέα.

Σύμφωνα με τον Ν.3851/2010, κατά τον οποίο τα νέα κτήρια από το 2020 θα έχουν μηδενική ενεργειακή κατανάλωση, η χρήση των Α.Π.Ε και ο ενεργειακός σχεδιασμός είναι πλέον επιβεβλημένη από την αρχή του σχεδιασμού του κτιρίου και της κατασκευής του.

Υπάρχουν ωστόσο κάποια σημαντικά προβλήματα που καθιστούν την εφαρμογή των Α.Π.Ε δύσκολη στις μέρες μας. Το πρώτο και το κυριότερο πρόβλημα είναι το υψηλό κόστος κατασκευής τους και τοποθέτησής τους πάνω στο κτίριο. Με την πάροδο του χρόνου, όμως, έχει παρατηρηθεί μια σημαντική μείωση στο κόστος κατασκευής τους και αυτό διότι η αύξηση της απόδοσής τους αρχίζει να γίνεται όλο και πιο ανταγωνιστική. Το δεύτερο πρόβλημα είναι η εξάρτηση λειτουργίας των Α.Π.Ε από φυσικά φαινόμενα, τα οποία είναι λογικό να μεταβάλλονται κατά τη διάρκεια του έτους, αλλά και η χαμηλές αποδόσεις τους ανάλογα με τις μεταβολές αυτές, οι οποίες όμως με τις συνεχείς έρευνες και εξελίξεις στη τεχνολογία δείχνουν να βελτιώνονται σημαντικά.

Τα προβλήματα που έχει επιφέρει η ενεργειακή κρίση, δεν λύνονται πλήρως με την εφαρμογή των Α.Π.Ε, δεδομένου ότι αρκετές τεχνολογίες έχουν υψηλό αρχικό κόστος, προβλήματα στην ενσωμάτωση στα υφιστάμενα κτήρια καθώς και έλλειψη τεχνογνωσίας στη μελέτη και εγκατάστασή τους. Ωστόσο μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση του ενεργειακού προβλήματος.

Ως βασικός στόχος σε όλες τις περιπτώσεις, πρέπει να είναι η μείωση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων. Η αντικατάσταση των συμβατικών ορυκτών καυσίμων ή της ηλεκτρικής ενέργειας με τεχνολογίες Α.Π.Ε δεν είναι πάντοτε οικονομικά βιώσιμη και αυτό συμβαίνει γιατί η σπατάλη της ηλιακής ενέργειας είναι το ίδιο απαγορευτική όπως οποιαδήποτε άλλη πηγή ενέργειας. Εάν όμως εφαρμοστεί σωστά ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός και η μελέτη του κτιρίου, παράλληλα με τη μείωση των θερμικών απωλειών το χειμώνα και τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι καθώς και με τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών συστημάτων, η ενεργειακή απόδοση κάθε κτιρίου θα βελτιωθεί.

4.3 Θερμικά ηλιακά συστήματα

Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή θερμότητας γίνεται με διάφορους τύπους ηλιακών συλλεκτών. Τα συστήματα ηλιακών συλλεκτών χρησιμοποιούνται για την παραγωγή θερμικής ενέργειας με την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτή η ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και στη θέρμανση χώρων.

Σύμφωνα με τις προσθήκες, τροποποιήσεις και διευκρινήσεις που δημοσιεύθηκαν το 2011 για την αναθεώρηση και επανέκδοση της ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, κατά την μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ηλιακών συλλεκτών, που είναι υποχρεωτική για τη νέα ριζική ανακαίνιση κτιρίων, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες μεθοδολογίες 'όπως ωριαία προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος, οι μέθοδοι που αναφέρονται στο έντυπο του ΕΛΟΤ καθώς και η μέθοδος καμπυλών.

Όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους που χρησιμοποιούνται στη μελέτη, τεκμηριώνονται με κατάλληλο πιστοποιητικό σύμφωνα με τις μεθόδους δομικών και πιστοποίησης του ΕΛΟΤ. Σε κάθε μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ηλιακών συλλεκτών πρέπει να προσδιορίζεται η μέθοδος και να παρουσιάζεται αναλυτικά τα δεδομένα υπολογισμού που χρησιμοποιήθηκαν.

4.3.1 Αρχές λειτουργίας και τεχνολογίες ηλιακών συλλεκτών.

Για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας χρησιμοποιούνται ανεξάρτητα συστήματα τα οποία περιλαμβάνουν συμβατικό ενεργειακό εξοπλισμό για τη συλλογή, την αποθήκευση και τη διανομή της ηλιακής ενέργειας. Αυτά τα συστήματα ονομάζονται ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Επιπλέον σε μεγάλες εγκαταστάσεις απαιτούνται κυκλοφορητές ή αντλίες για τη μεταφορά της θερμότητας στο δίκτυο της εγκατάστασης.

Τα ενεργητικά θερμικά ηλιακά συστήματα επιτυγχάνουν μεγαλύτερα ποσοστά εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας και επιτρέπουν καλύτερο έλεγχο των συνθηκών λειτουργίας και απόδοσης τους και περιλαμβάνουν :

- Ηλιακούς συλλέκτες.
- Σύστημα αποθήκευσης .
- Βοηθητικό σύστημα παραγωγής θερμότητας.
- Κυκλοφορητές και συστήματα ελέγχου σε μεγάλες εγκαταστάσεις.

Οι τύποι των ηλιακών συλλεκτών είναι δύο: επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες και συγκεντρωτικοί συλλέκτες.

Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες τοποθετούνται με κατάλληλη κλίση 'β' και προσανατολισμό κατάλληλο έτσι ώστε να καλύπτει την μέγιστη ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του συλλέκτη. Οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες, τις περισσότερες φορές μένουν σταθεροί αλλά υπάρχουν περιπτώσεις που η μετακίνηση τους επιβάλλεται ώστε να ακολουθούν την ημερήσια πορεία του ήλιου με σταθερή κλίση της επιφάνειας με έναν άξονα ελευθερίας ή και με εποχιακή ρύθμιση της κλίσης του για το διαφορετικό ηλιακό ύψος ή με δυο άξονες ελευθερίας συλλέγοντας τη μέγιστη δυνατή ηλιακή ακτινοβολία.

Όσον αφορά τη κλίση που απαιτείται για την εγκατάσταση ενός συλλέκτη πάνω σε ένα κτήριο εξαρτάται από την εποχική χρήση του συλλέκτη. Δηλαδή για ετήσια χρήση η κλίση ισούται με

β =γεωγραφικό πλάτος $\pm 5^\circ$, για τη χειμερινή χρήση β =γεωγραφικό πλάτος $+15^\circ$ ενώ για την θερινή χρήση το β =γεωγραφικό πλάτος -20° .

4.3.1.1 Επίπεδος ηλιακός συλλέκτης .

Ο επίπεδος ηλιακός συλλέκτης είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος και συνήθως χρησιμοποιείται για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, εκμεταλλεύονται την άμεση και διάχυτη ακτινοβολία. Τις υψηλότερες αποδόσεις τις έχουν όταν υπάρχει μεγάλο ποσοστό ακτινοβολίας, δηλαδή μια αίθρια μέρα, αλλά μπορούν να λειτουργήσουν και σε μια συννεφιασμένη ημέρα με μικρότερο βαθμό απόδοσης φυσικά. Η κλίση του συλλέκτη καθορίζεται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η κάθετη πρόσπτωση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια του συλλέκτη.

Ένας επίπεδος συλλέκτης αποτελείται από :

- Τον απορροφητή: περιλαμβάνει την απορροφητική επιφάνεια και τους σωλήνες μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το θερμοαπαγωγό ρεύμα. Οι σωλήνες είναι χάλκινοι και η πλάκα από αλουμίνιο με επιλεκτική βαφή. Ο απορροφητής έχει μαύρο χρώμα έτσι ώστε να μειώνονται οι ανακλάσεις στην επιφάνεια του.
- Το κάλυμμα: αποτελείται από μια διαφανή επιφάνεια και λειτουργεί σαν προστατευτικό κάλυμμα που μειώνει τις θερμικές απώλειες του απορροφητήρα προς το εξωτερικό περιβάλλον. Συνήθως χρησιμοποιείτε ένα απλό τζάμι 3 χιλιοστών, το οποίο πρέπει να είναι όσο των δυνατών διαπερατό στη μικρού κύματος ηλιακής ακτινοβολίας και μη διαπερατό στη μεγάλου κύματος θερμική ακτινοβολία.
- Η θερμομόνωση του απορροφητή: η οποία μειώνει τις θερμικές απώλειες από τη πίσω πλευρά του συλλέκτη.
- Το πλαίσιο του συλλέκτη: πρέπει να είναι στεγανό και αντιδιαβρωτικό.

Ένας άλλος τύπος συλλέκτη είναι και ο επίπεδος συλλέκτης κενού. Ο επίπεδος συλλέκτης κενού αποτελείται από πολλούς γυάλινους σωλήνες, οι οποίοι περιέχουν μια μαύρη μεταλλική επιφάνεια, μέσα από τους οποίους περνάει το θερμοαπαγωγό μέσο. Σε κάθε γυάλινο σωλήνα δημιουργείται κενός αέρας. Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το γυαλί του σωλήνα, απορροφάτε από τη μαύρη επιφάνεια και η θερμότητα παγιδεύεται. Το θερμοαπαγωγό μέσο, το οποίο μπορεί να είναι νερό ή αέρας, περνάει και έρχεται σε επαφή με την απορροφητική επιφάνεια και απάγει την θερμότητα που έχει συλλεχθεί. Το κενό είναι πολύ καλό μονωτικό αφού η θερμότητα από τον απορροφητήρα προς το γυάλινο κάλυμμα μεταδίδεται μόνο με ακτινοβολία. Τα πλεονεκτήματα ενός συλλέκτη κενού είναι ότι οι απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον είναι πολύ μικρές και ως εκ τούτου επιτυγχάνονται υψηλότερες θερμοκρασίες συγκριτικά με άλλου είδους συλλέκτες. Από την άλλη το αυξημένο κόστος αγοράς τους αποτελεί το μοναδικό μειονέκτημα.

Ένας ακόμη τύπος συλλέκτη είναι ο ηλιακός συλλέκτης αέρα, ο οποίος χρησιμοποιεί τον αέρα ως θερμοαπαγωγό ρευστό. Ο αέρας κυκλοφορεί μέσα στον ηλιακό συλλέκτη μέσω των εσωτερικών χώρων και αφού θερμανθεί επιστρέφει και αποδίδεται στους εσωτερικούς χώρους. Επιπλέον έχουν τη δυνατότητα να συμβάλλουν στην παραγωγή ζεστού νερού χρήσης παρεμβάλλοντας απλώς έναν εναλλακτή αέρα/νερού.



4.3.2 Ηλιακός θερμοσίφωνας.

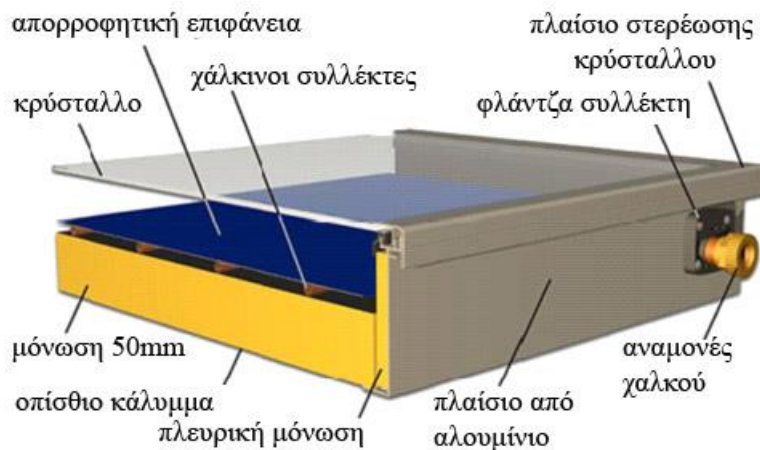
Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι το ενεργητικό ηλιακό σύστημα το οποίο εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια για να θερμάνει νερό χρήσης. Ανάλογα με το τρόπο μεταφοράς ενέργειας από τον ήλιο στο ζεστό νερό οι ηλιακοί θερμοσίφωνες διακρίνονται σε 1) ηλιακούς θερμοσίφωνες ανοικτού κυκλώματος στους οποίους το νερό χρήσης ρέει μέσα από το συλλέκτη, θερμαίνεται και αποθηκεύεται στο δοχείο ζεστού νερού, 2) ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος στους οποίους το νερό χρήσης ρέει, αλλά βρίσκεται αποθηκευμένο στο μπόιλερ, ενώ η μεταφορά ενέργειας από το συλλέκτη στο μπόιλερ γίνεται με τη βοήθεια του κλειστού κυκλώματος που περιέχει άλλο νερό διαχωριζόμενο από το νερό χρήσης.

Η δεξαμενή αποθήκευσης ή αλλιώς θερμομαντήρας τοποθετείται στο πάνω μέρος του συλλέκτη. Η δεξαμενή αυτή αποτελείται εσωτερικά από μια ράβδο μαγνησίου η οποία προστατεύει το δοχείο από τυχόν διαβρώσεις, και από μια ηλεκτρική αντίσταση η οποία καλύπτει το φορτίο θέρμανσης νερού όταν ο ηλιακός συλλέκτης δεν έχει την επιθυμητή απόδοση. Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια του συλλέκτη μετατρέπεται σε θερμότητα η οποία αποδίδεται στο θερμοαπαγωγό ρευστό που κυκλοφορεί στο συλλέκτη. Το ρευστό αυτό συνήθως είναι νερό. Η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί να τοποθετηθεί και σε άλλο σημείο όταν πρόκειται για κεντρικές εγκαταστάσεις και σε αυτή την περίπτωση για να μεταφερθεί η συλλεγόμενη θερμότητα και να αποδοθεί στην δεξαμενή χρησιμοποιείται αντλία και ένα σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου της λειτουργίας.

Η κυκλοφορία του ζεστού νερού στους θερμοσίφωνες, γίνεται με φυσικό τρόπο μεταξύ του συλλέκτη και της αποθήκης νερού και με τη διαφορά πίεσης του δικτύου προς την κατανάλωση. Όταν έχουμε μεγάλες εγκαταστάσεις ο έλεγχος της λειτουργίας των συστημάτων γίνεται από κάποιο είδος ηλεκτρονικών αυτοματισμών όπως η μέτρηση της θερμοκρασίας σε επιμέρους στάδια και η ρύθμιση της κίνησης των συλλεκτών. Συγκεκριμένα όταν η θερμοκρασία της δεξαμενής είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία εξόδου του ρευστού από το συλλέκτη τίθεται σε λειτουργία η αντλία και το ρευστό κυκλοφορεί μέσω του δοχείου αποθήκευσης. Όταν συμβαίνει το αντίθετο τότε σταματάει η κυκλοφορία του ρευστού μέσα

από το συλλέκτη. Αντίστοιχα όταν η θερμοκρασία του νερού στη δεξαμενή είναι μεγαλύτερη από την επιθυμητή θερμοκρασία του φορτίου, τότε το φορτίο καλύπτεται από τη δεξαμενή, όταν όμως αυτό δεν είναι εφικτό λόγω των καιρικών συνθηκών, μπαίνει σε ισχύ η ηλεκτρική αντίσταση ώστε να καλυφθεί το φορτίο.

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 τα δίκτυα διανομής ζεστού νερού χρήσης διαθέτουν θερμομόνωση για τη μείωση θερμικών απωλειών αλλά και το μήκος των σωληνώσεων πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο.



4.3.3 Συστήματα Combi.

Τα συστήματα combi είναι κεντρικές εγκαταστάσεις που εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία μέσω ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και τη θέρμανση χώρων. Τα συστήματα combi είναι διαδεδομένα περισσότερο στο εξωτερικό, αφού στην Ελλάδα οι περισσότερες εγκαταστάσεις ηλιακών συλλεκτών είναι αυτόνομοι επίπεδοι συλλέκτες.

Η εγκατάσταση ενός συστήματος combi αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες, τη δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού και ένα εφεδρικό σύστημα θέρμανσης. Δεδομένου ότι τα φορτία που καλείται να καλύψει ένα σύστημα combi είναι αρκετά μεγάλα, η επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών είναι πολύ μεγαλύτερη εν συγκρίσει με ένα σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης. Επίσης η εγκατάσταση περιλαμβάνει μια δεξαμενή αποθήκευσης θερμότητας και ένα ανεξάρτητο μπόιλερ ζεστού νερού χρήσης.

Σε ετήσια βάση τα συστήματα combi, ανάλογα με το μέγεθος του πεδίου των ηλιακών συλλεκτών, τη δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού, τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής και τα φορτία, και λαμβάνοντας υπόψη τις απώλειες από τη δεξαμενή θερμότητας μπορούν να καλύψουν 10-60% των συνολικών φορτίων για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και τη θέρμανση χώρων.

Η μελέτη και ο σχεδιασμός των συστημάτων combi είναι συγκεκριμένη έτσι ώστε να αποφεύγονται λειτουργικά προβλήματα το καλοκαίρι, όπως η υπερθέρμανση η οποία

προκαλείται εξαιτίας του μεγάλου πεδίου ηλιακών συλλεκτών σε συνδυασμό με τα χαμηλά θερμικά φορτία. Για παράδειγμα, μια μελέτη η οποία περιέχει τον κατάλληλο συνδυασμό του πεδίου των ηλιακών συλλεκτών με ένα δοχείο αδράνειας μέσω αυτορρυθμιζόμενου κυκλοφορητή ώστε το θερμοπαραγωγό ρευστό να κυκλοφορεί μέσα από τους ηλιακούς συλλέκτες για να προκύψει η κατάλληλη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των συλλεκτών και του δοχείου αδράνειας για τη μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Επιπλέον απαιτείται χαμηλή θερμοκρασία επιστροφής από το κύκλωμα θέρμανσης χώρων ώστε να επιτευχθεί ο υψηλός συντελεστής απόδοσης των ηλιακών συλλεκτών.

4.3.4 Ηλιακή ψύξη και συστήματα COMBI-PLUS

Τα συστήματα combi-plus είναι ένας τύπος ηλιακού θερμικού συστήματος ο οποίος εκμεταλλεύοντας την ηλιακή ενέργεια παράγει ζεστό νερό χρήσης, θερμότητα αλλά και ψύξη χώρων. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας σε εφαρμογές κλιματισμού έχει εξελιχθεί αρκετά τα τελευταία χρόνια, εξαιτίας της βαθμιαίας εξέλιξης του σχεδιασμού των επιμέρους συστημάτων ενώ παράλληλα έχει αποκτηθεί η εμπειρία από τις διάφορες εφαρμογές.

Οι βασικές λειτουργίες ενός ηλιακού κλιματισμού περιλαμβάνουν δυο είδη συστημάτων:

- A. τα κλειστού κύκλου συστήματα με υγρά μέσα απορρόφησης, όπως τα συστήματα με νερό ως ψυκτικό μέσο και υδατικό διάλυμα βρωμιούχου λιθίου ως μέσο απορρόφησης ή ως ψυκτικό μέσο την αμμωνία και μέσο απορρόφησης το νερό, ή στερεά μέσα απορρόφησης όπως τα συστήματα με νερό ως ψυκτικό μέσο και μέσο απορρόφησης πήκτωμα πυριτίου.
- B. τα ανοιχτού κύκλου συστήματα με στερεά αφυγραντικά υλικά απορρόφησης ή υγρά αφυγραντικά υλικά απορρόφησης.

Η τυπική εγκατάσταση ενός συστήματος combi plus αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες, μια δεξαμενή αποθήκευσης ζεστού νερού, τη μονάδα ψύξης, το σύστημα κλιματισμού και το εφεδρικό σύστημα θέρμανσης-ψύξης. Το πλέον διαδεδομένο σύστημα είναι οι ψύκτες απορρόφησης. Έχουν τη δυνατότητα να εκμεταλλεύονται την απορριπτόμενη θερμότητα από το συμπυκνωτή ώστε να τροφοδοτούνται επιπλέον στάδια απορρόφησης και να διπλασιαστεί το ψυκτικό φορτίο.

4.4 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια απευθείας σε ηλεκτρισμό και χρησιμοποιήθηκαν τη δεκαετία του '70 για τη κάλυψη ανάγκης της ηλεκτρικής ενέργειας. Το υλικό από το οποίο κατασκευάζεται ένα φωτοβολταϊκό σύστημα είναι το πυρίτιο. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι το μοναδικό μέσο που μπορεί να ενεργοποιήσει την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στα φωτοβολταϊκά. Η ηλιακή ενέργεια αποτελείται από φωτόνια τα οποία κινούνται με υψηλές ταχύτητες και έχουν διαφορετική συχνότητα αλλά μπορούν να ενεργοποιήσουν μόνο ένα ηλεκτρόνιο. Ωστόσο, τα φωτόνια που διαθέτουν περισσότερη ενέργεια από αυτή που χρειάζεται για να ενεργοποιηθεί ένα ηλεκτρόνιο, μετατρέπουν την ενέργεια που υπολείπεται απευθείας σε θερμότητα μέσα στο υλικό. Οι φωτοβολταϊκές κυψέλες από πυρίτιο μετατρέπουν το 25% της απορροφούμενης ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό.

Σε ένα φωτοβολταϊκό σύστημα υπάρχουν απώλειες όπως η απώλεια της ηλιακής ενέργειας εξαιτίας του πυριτίου και την αντανάκλαση που προκαλεί καθώς και οι εσωτερικές απώλειες που εξαρτώνται από την καθαρότητα του υλικού και τη ποιότητα της κρυσταλλικής δόμησης. Η αντανάκλαση της ηλιακής ενέργειας μπορεί να αντιμετωπιστεί χρησιμοποιώντας μια αντανάκλαστική επικάλυψη στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα λειτουργούν με τη μέθοδο της κρυσταλλικής κατάστασης κατά την οποία όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει κάθετα πάνω στην επιφάνεια του φωτοβολταϊκού, ένα άτομο πυριτίου απορροφά ένα φωτόνιο και η ενέργεια που ενεργοποιεί ένα από τα εξωτερικά ηλεκτρόνια το ελευθερώνει. Μέσα στους κρυστάλλους, τα άτομα είναι διατεταγμένα σε κατάλληλους γεωμετρικούς συνδυασμούς. Όταν ένα φωτόνιο χτυπήσει το κρύσταλλο του πυριτίου, το διαπερνά έως να απορροφηθεί από το άτομο και στη συνέχεια η ενέργεια του φωτονίου μεταφέρεται σε ένα ηλεκτρόνιο το οποίο αποχωρεί και παραχωρεί τη θέση του στο επόμενο φωτόνιο.

Όταν η ακτινοβολία σταματήσει τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που βρίσκονται εκτός θέσεως, επιστρέφουν στις κενές θέσεις, το ίδιο και ο κρύσταλλος ο οποίος επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση αλλά με αυξημένη την θερμοκρασία του.

4.4.1 Αρχές λειτουργίας των φωτοβολταϊκών

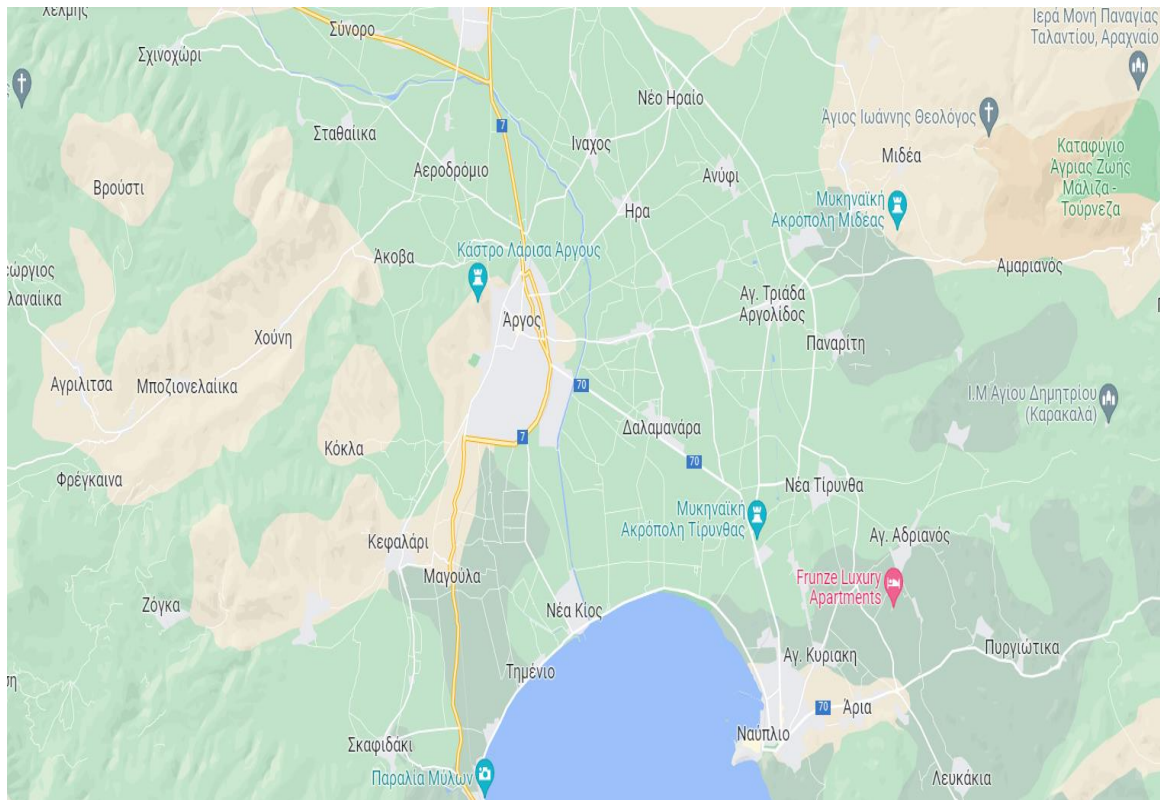
Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι κατασκευασμένα από δυο στρώματα, το λεπτό στρώμα πυριτίου ενισχυμένο με φώσφορο και από ένα στρώμα πυριτίου το οποίο είναι ενισχυμένο με βόριο. Όταν η προσπίπτουσα ακτινοβολία πέσει πάνω στο στοιχείο, τα φωτόνια απορροφούνται και ελευθερώνονται τα ηλεκτρόνια. Τα πρόσθετα ηλεκτρόνια δημιουργούνται στο κομμάτι N-πυρίτιο, που αποτελείται από πυρίτιο και το φώσφορο και τα ηλεκτρόνια έχουν αρνητικό φορτίο. Το θετικό φορτίο βρίσκεται στο κάτω στρώμα όπου αποτελείται από πυρίτιο-βόριο και το κομμάτι αυτό ονομάζεται Π-πυρίτιο. Το πυρίτιο, προκειμένου να έχει ικανοποιητικές ιδιότητες για τη χρήση του στο φωτοβολταϊκό σύστημα, πρέπει να έχει μεγάλη καθαρότητα. Από τις φάσεις καθαρισμού που περνάει το πυρίτιο, προκύπτει το στοιχείο μονοκρυσταλλικού πυριτίου σε μορφή κυλινδρική. Το μέγεθος των κρυστάλλων που έχουν υποστεί τη διαδικασία τήξης, διαφέρουν ανάλογα με το χρόνο στερεοποίησης. Όταν η στερεοποίηση γίνεται υπό κανονικές συνθήκες τότε οι κρύσταλλοι είναι μικροσκοπικοί. Εάν ο χρόνος είναι μεγάλος, τότε δημιουργούνται μεγαλύτεροι σε μέγεθος κρύσταλλοι. Το τελικό προϊόν ονομάζεται πολυκρυσταλλικό πυρίτιο και παράγεται σαν στερεό κομμάτι ή σε σχήμα κορδέλας η οποία απάγεται από τη τηγμένη πρώτη ύλη, ή με βρασμό του πυριτίου και τη συγκέντρωση των ατμών πάνω σε μια επίπεδη επιφάνεια.

Η ποσότητα ρεύματος που μπορεί να παραχθεί από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα είναι ανάλογη με την ποσότητα της ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω στο στοιχείο, ενώ η τάση εξαρτάται από το υλικό που χρησιμοποιείται. Επίσης, τα φωτοβολταϊκά μπορούν να αποτελέσουν μονάδες εντελώς ανεξάρτητες διότι παρέχουν ένα μοναδικό τρόπο παραγωγής ενέργειας αφού δεν καταναλώνουν κανένα υλικό κατά τη διάρκεια παραγωγής του ρεύματος ούτε απελευθερώνουν κάποια ποσότητα υλικού, και η διάρκεια ζωής τους είναι όσο των υλικών που κατασκευάζονται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΉ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

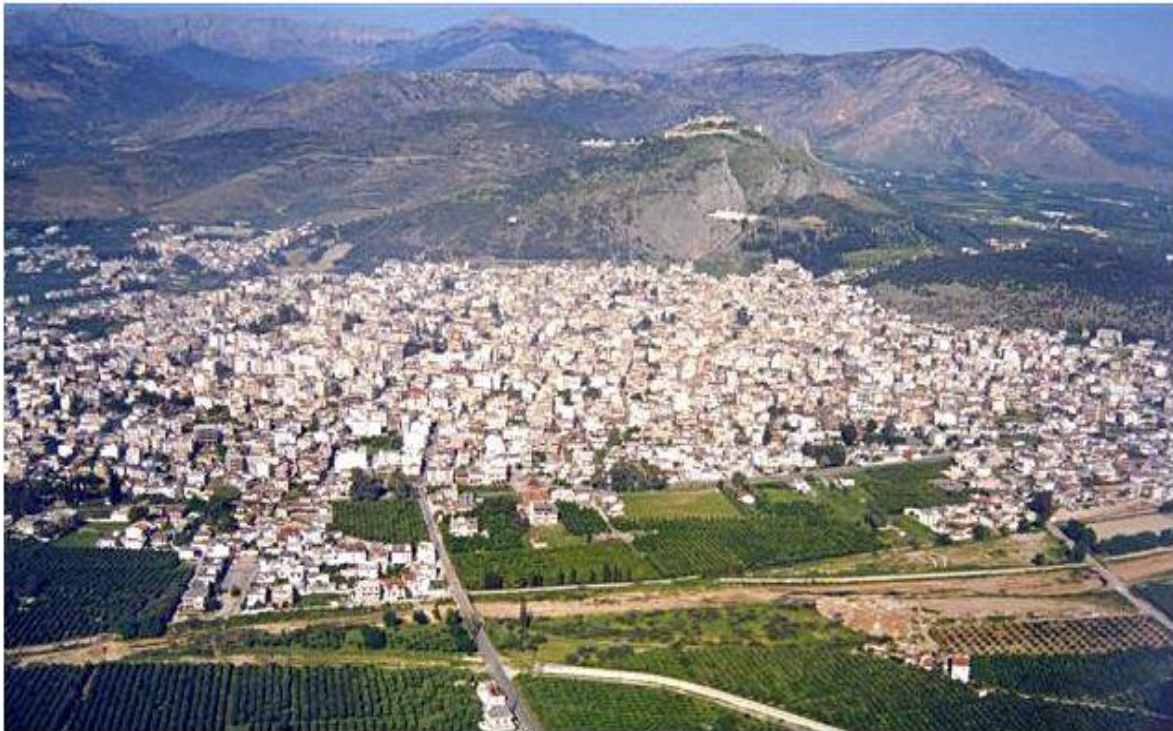
5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το **Αργος** είναι πόλη της Πελοποννήσου που ανήκει στην Περιφερειακή Ενότητα Αργολίδας. Είναι η μεγαλύτερη πόλη του νομού με πληθυσμό 22.209 κατοίκους (απογραφή 2011). Είναι μια από τις παλαιότερες συνεχώς κατοκούμενες πόλεις στο κόσμο. Αποτελεί κέντρο των εμπορικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων του νομού.



Εικόνα 4 Χάρτης της περιοχής

(πηγή: <http://www.google.gr>)



Εικόνα 5 Άποψη της πόλης από ψηλά

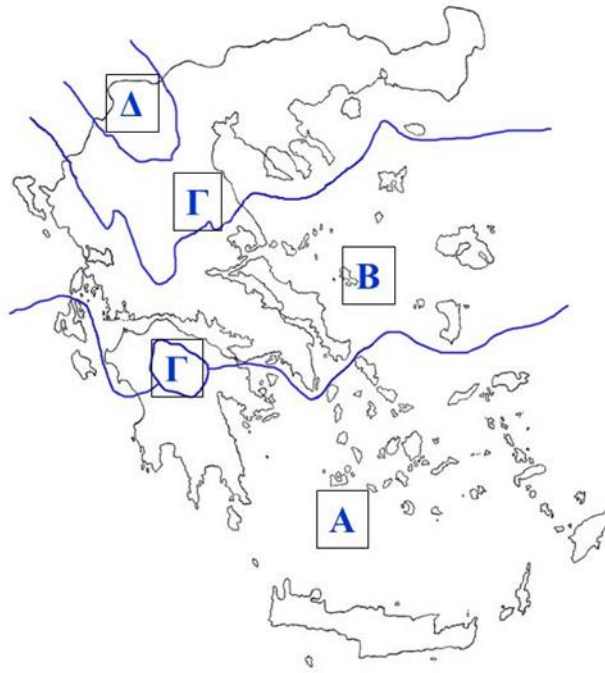
(πηγή <https://www.athellas.gr/en/plirofories-2/argos/>)

5.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Το κλίμα είναι το σημαντικότερο δεδομένο που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο βιοκλιματικό σχεδιασμό κτιρίων. Τα κλιματικά στοιχεία καταγράφονται με όργανα στους μετεωρολογικούς σταθμούς και στη συνέχεια ακολουθεί η στατιστική τους επεξεργασία. Ιδανικό αλλά πρακτικά μη δυνατό, θα ήταν να υπήρχαν μακροχρόνιες μετρήσεις από μετεωρολογικό σταθμό εγκατεστημένο σε οικόπεδο. (Ευαγγελινός, Ζαχαρόπουλος, 2004).

Τα κλιματικά δεδομένα που μελετώνται για το σχεδιασμό των βιοκλιματικών κτιρίων είναι η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος, η θερμοκρασία του αέρα, η σχετική υγρασία και η βροχή.

Σύμφωνα με τον ισχύοντα κανονισμό Θερμομόνωσης η Ελλάδα χωρίζεται σε 4 κλιματικές ζώνες (εικόνα 6). Η πόλη του Άργους ανήκει στην Α κλιματική ζώνη και περιλαμβάνει κτίρια τα οποία έχουν μεγάλες ανάγκες κυρίως σε ψύξη αλλά και θέρμανση.



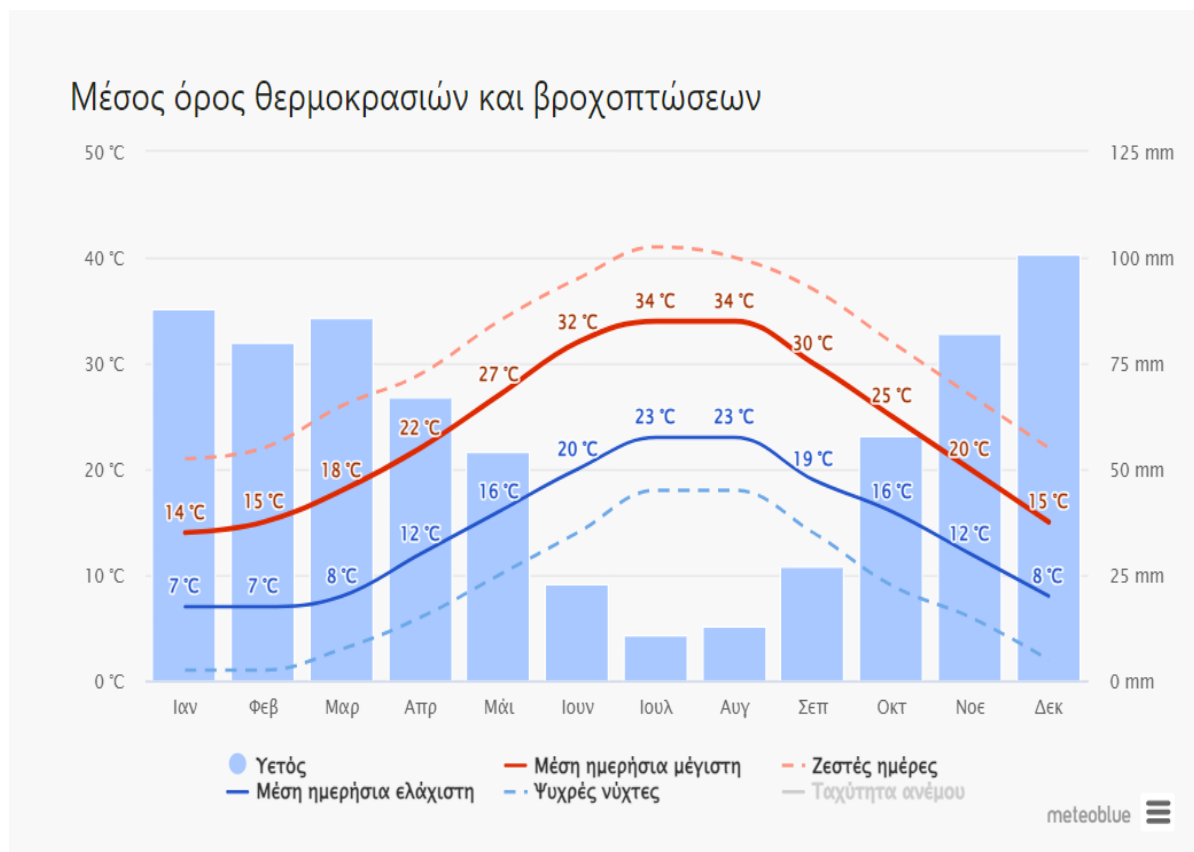
Εικόνα 6 Κλιματικές ζώνες Ελλάδας.

(Πηγή: ΚΑΠΕ)

Το κλίμα του Άργους είναι κατεξοχήν Μεσογειακό κλίμα με θερμά, ξηρά καλοκαίρια και υγρούς ήπιους χειμώνες. Το κλίμα του είναι χαρακτηριστικό των πεδινών περιοχών της Νοτίου Ελλάδος ενώ η πόλη κατατάσσεται από τις θερμότερες της Ελλάδας το καλοκαίρι.

Οι χειμώνες είναι ψυχροί, ωστόσο λόγω και του κλίματος της περιοχής κατά περιόδους υπάρχουν χειμερινοί μήνες με ελάχιστες βροχοπτώσεις, ενώ η ηλιοφάνεια είναι συχνή όλο το χρόνο. Στο Άργος, θερμοκρασίες υπό το μηδέν καταγράφονται λίγες φορές τον χρόνο, πάντα τον χειμώνα. Το χιόνι δεν είναι κάτι ανήκουστο στην πόλη, αλλά γενικά σπάνιο και συχνά σε αραιά μορφή. Στο Άργος οι έντονες χιονοπτώσεις είναι σπάνιο φαινόμενο. Η τελευταία σημαντική χιονόπτωση στην πόλη καταγράφηκε κατά τις 7 και 9 Ιανουαρίου 2017, κατά τη διάρκεια ενός μεγάλου κύματος κακοκαιρίας που επηρέασε τη χώρα. Η προηγούμενη σημαντική χιονόπτωση έλαβε χώρα τον Μάρτιο του 1987.

Στα γραφήματα παρατίθενται αναλυτικά τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής.

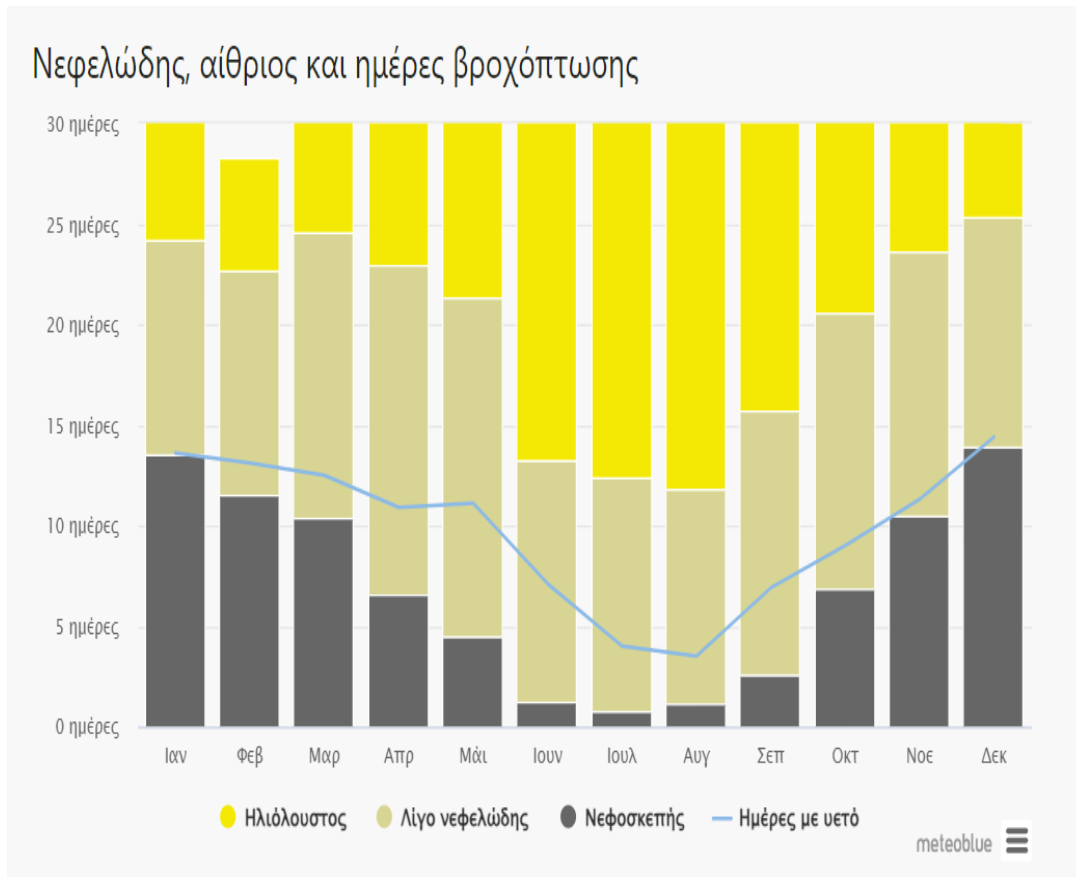


Διάγραμμα 4 Μέσος όρος θερμοκρασιών και βροχοπτώσεων.

(Πηγή: https://www.meteoblue.com/historyclimate/climatemodelledB1_264670)

Η «ημερήσια μέση μέγιστη» (συμπαγής κόκκινη γραμμή) δείχνει τη μέγιστη θερμοκρασία μιας μέσης ημέρας για κάθε μήνα για Άργος. Ομοίως, «ημερήσια μέση ελάχιστη» (συμπαγής μπλε γραμμή) δείχνει τη μέση ελάχιστη θερμοκρασία. Οι ζεστές ημέρες και κρύες νύχτες (διακεκομμένες κόκκινες και μπλε γραμμές) δείχνουν τον μέσο όρο της πιο ζεστής μέρας και πιο κρύας νύχτας του κάθε μήνα για τα τελευταία 30 χρόνια.

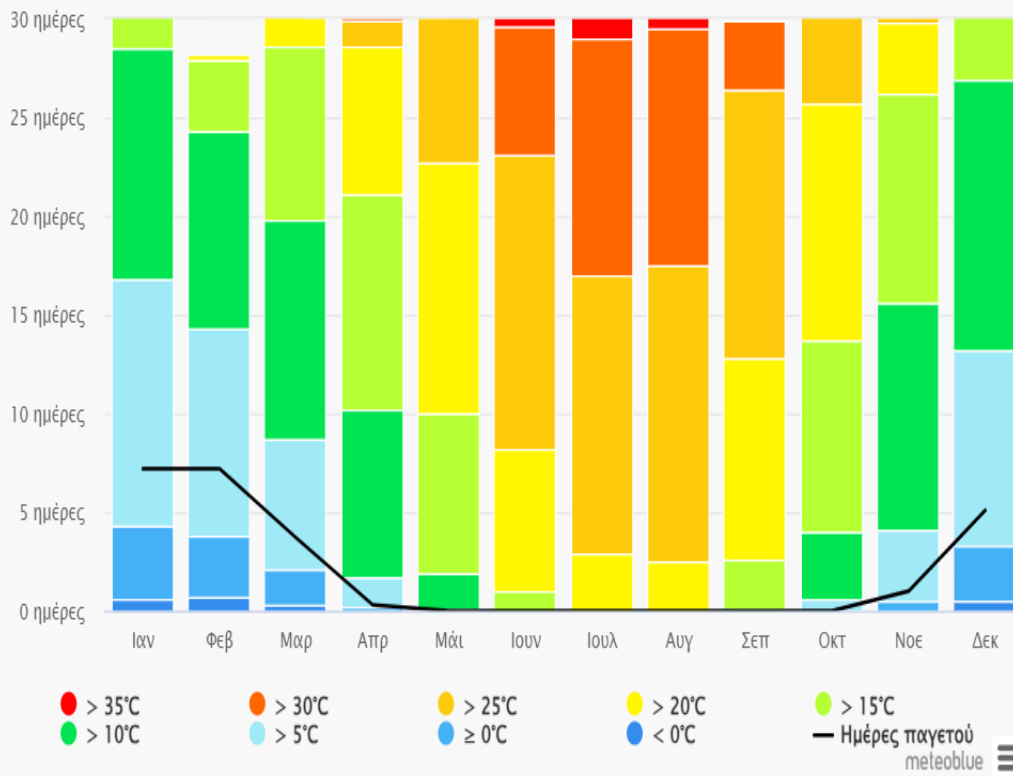
Μηνιαία βροχόπτωση παραπάνω από 150 χιλιοστά δείχνει υγρό κλίμα ενώ κάτω από 30 χιλιοστά είναι ως επί το πλείστον ξηρό.



Διάγραμμα 5 Κλιματικά δεδομένα περιοχής

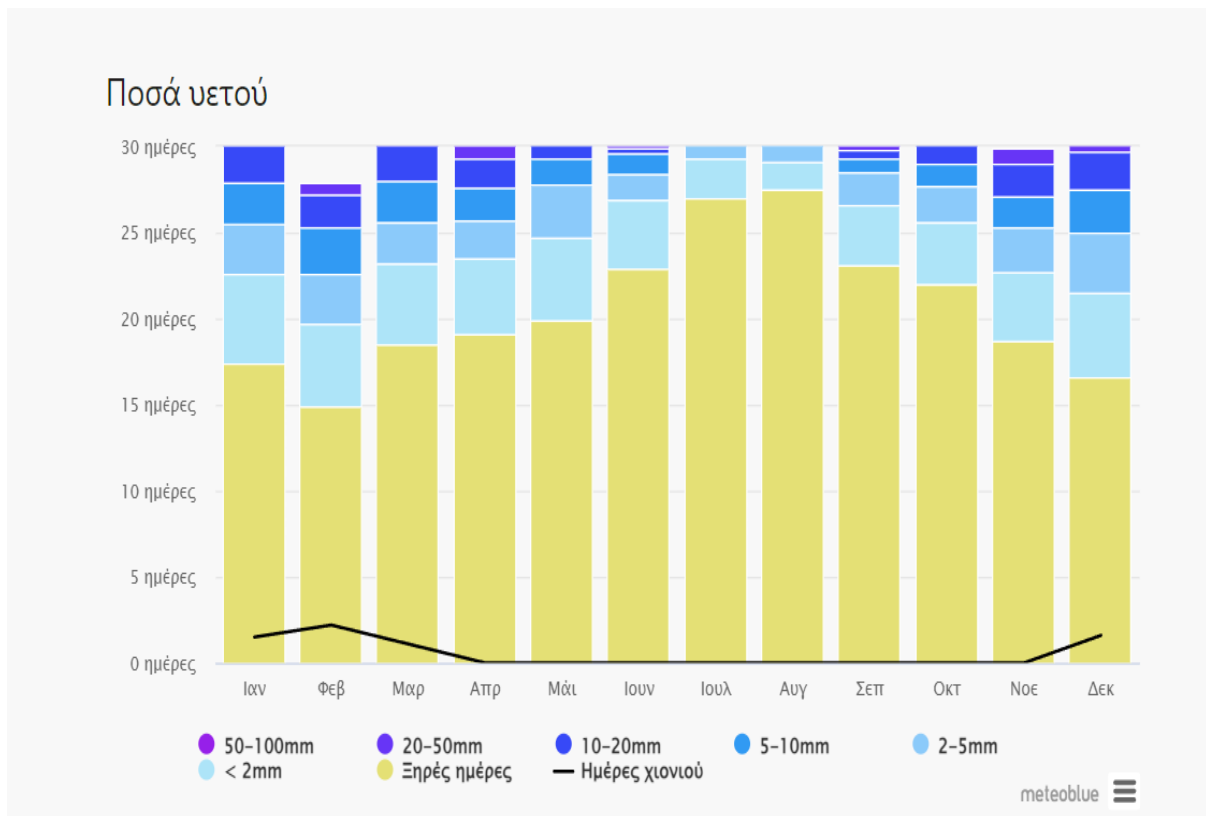
Το γράφημα δείχνει το μηνιαίο αριθμό ημερών με καιρό αίθριο, λίγο νεφελώδη, νεφοσκεπή και τις ημέρες με βροχή. Οι ημέρες με λιγότερο από 20% νεφοκάλυψη θεωρούνται ως αίθριες, με 20-80% νεφοκάλυψη ως νεφελώδεις και με περισσότερα από 80%, ως νεφοσκεπείς. (Πηγή: https://www.meteoblue.com/historyclimate/climatemodelledB1_264670)

Μέγιστες θερμοκρασίες



Διάγραμμα 6 Κλιματικά δεδομένα περιοχής

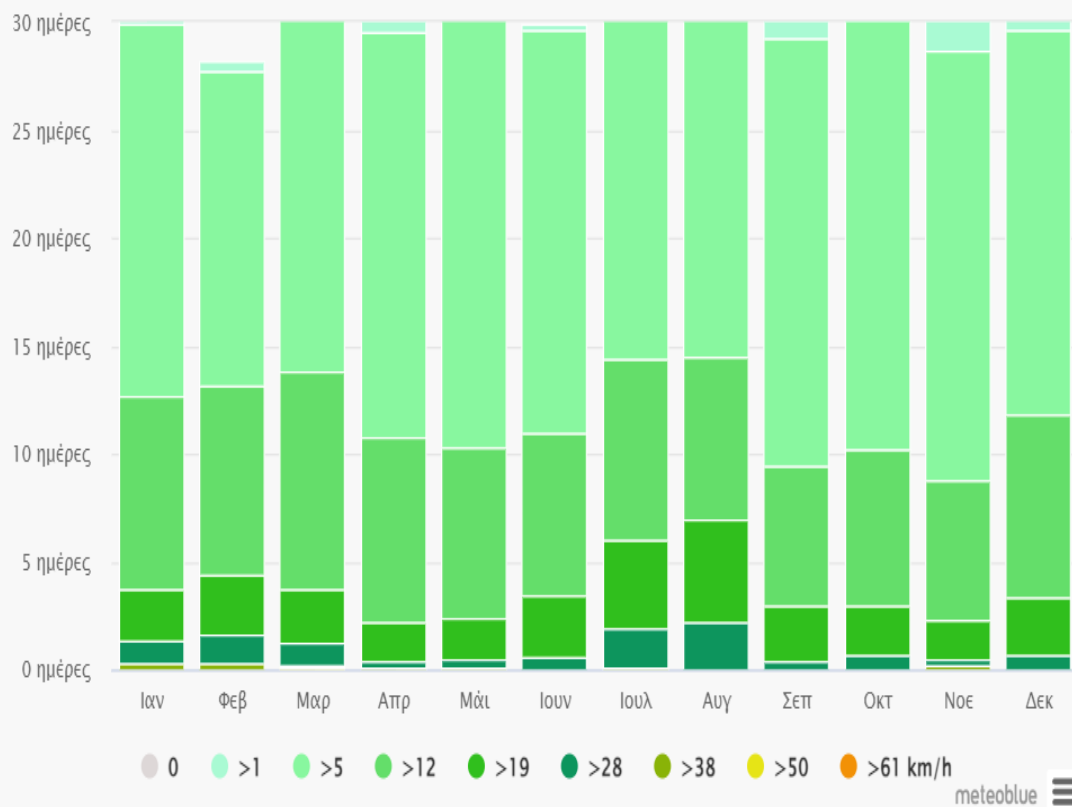
(Πηγή: https://www.meteoblue.com/historyclimate/climatemodelledB1_264670)



Διάγραμμα 7 Κλιματικά δεδομένα περιοχής: Διάγραμμα υετού.

(Πηγή: https://www.meteoblue.com/historyclimate/climatemodelledB1_264670)

Ταχύτητα ανέμου



Διάγραμμα 8 Κλιματικά δεδομένα: ορισμένη ταχύτητα ανέμου ανα ημέρα.

Πηγή: https://www.meteoblue.com/historyclimate/climatemodelledB1_264670

5.1 Περιγραφή υφιστάμενης κατάστασης.

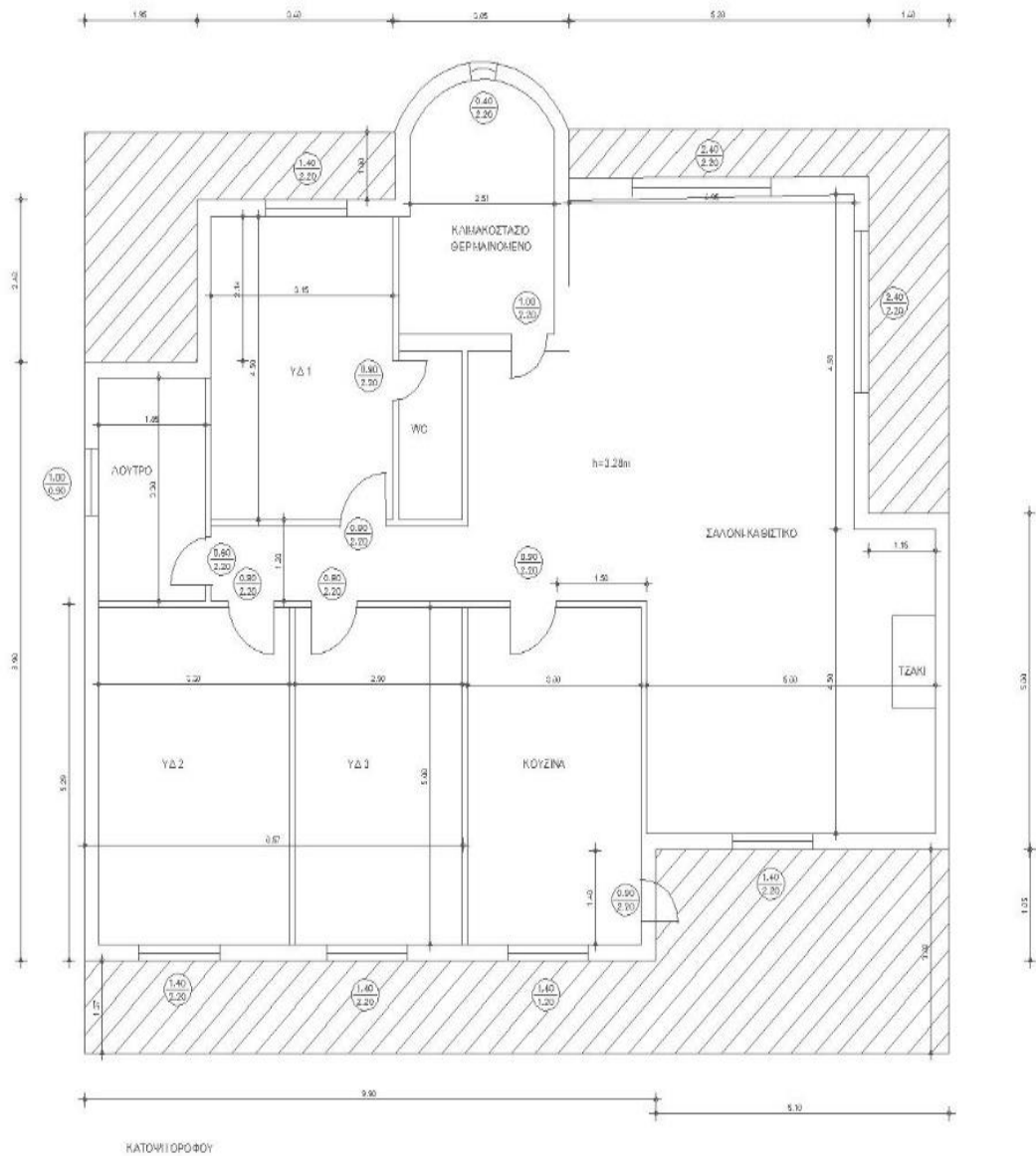
Το κτήριο που μελετήθηκε σε αυτή την πτυχιακή εργασία είναι μια υφιστάμενη μονοκατοικία στη Δαλαμανάρα, στη περιοχή του Άργους , και κατά συνέπεια βρίσκεται στη κλιματική ζώνη Α. Το υπό μελέτη κτήριο είναι $195.23m^2$ και αποτελείται από το ισόγειο και τον όροφο και έχει βόριο προσανατολισμό. Η μονοκατοικία έχει κτιστεί το 1987 , συνεπώς δεν είναι εναρμονισμένη με το νόμο περί ρύθμισης της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων Ν3(Ι)/2009.



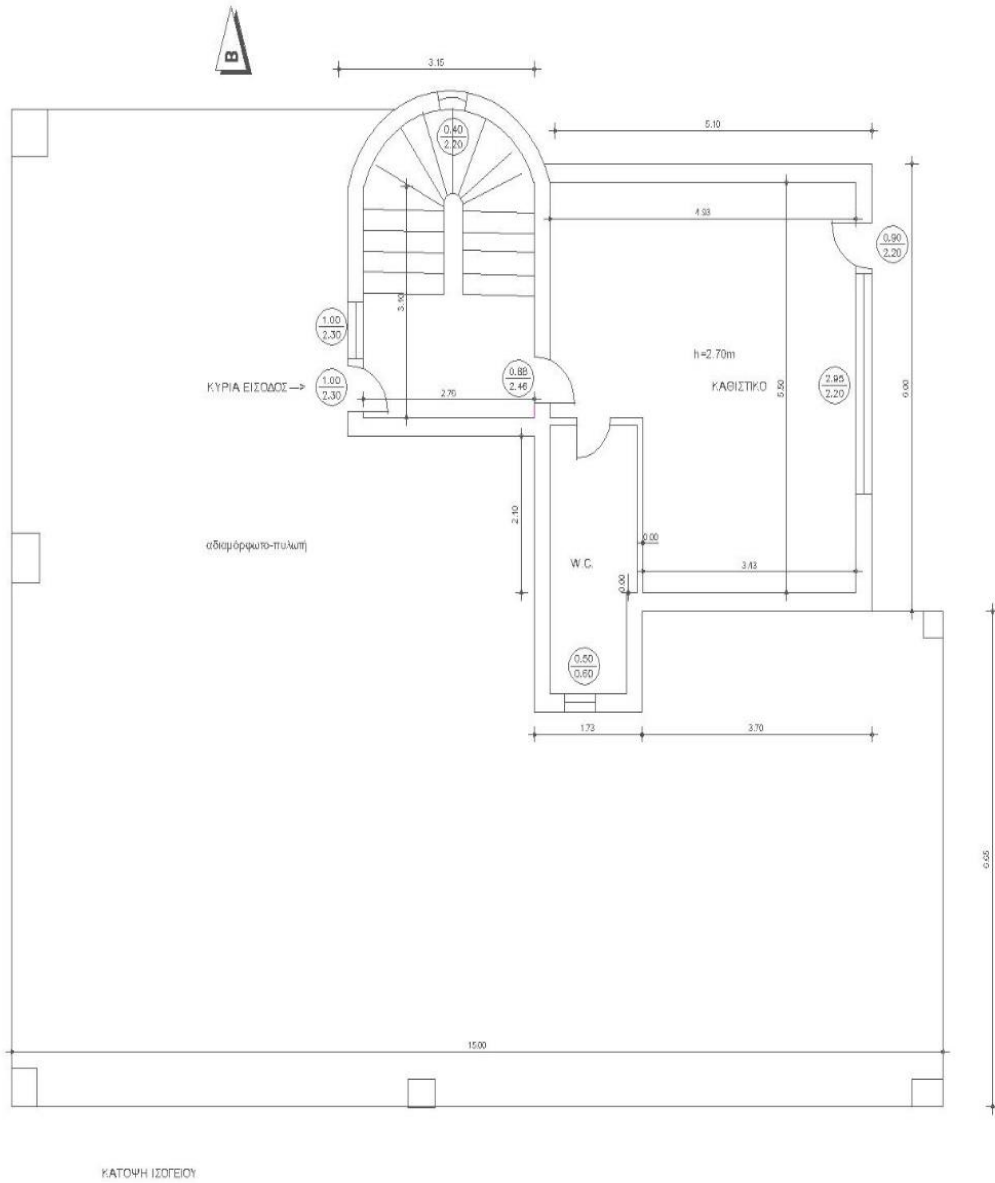
Το κτήριο είναι κτισμένο σε οικόπεδο $603m^2$ και ο περιβάλλον χώρος του αποτελείται από τον κήπο. Ο περιβάλλον χώρος μπορεί να χαρακτηριστεί ως ελάχιστα πυκνός αφού δε βρίσκεται σε πυκνοκατοικημένη περιοχή, ενώ υπάρχει ένα γειτονικό σπίτι σε απόσταση 6m και συνορεύει με το οικόπεδο. Το κτήριο αυτό δεν επηρεάζει την σκίαση του.

5.2 Αρχιτεκτονική περιγραφή κτηρίου.

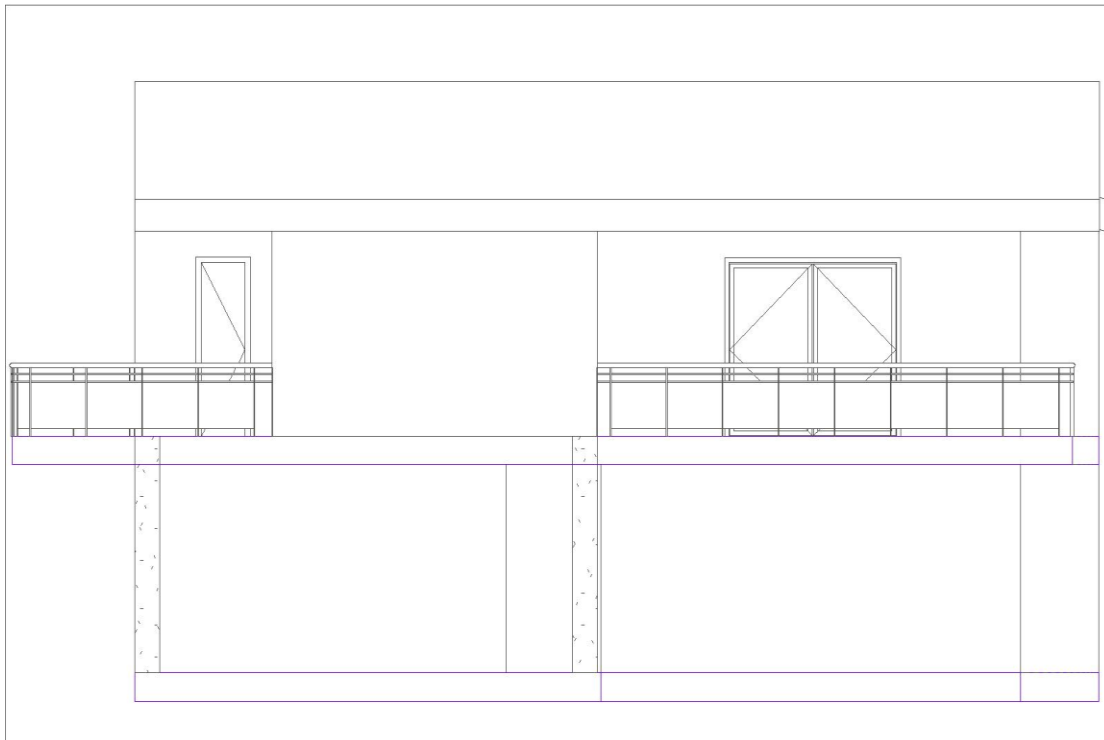
Η κατοικία αποτελείται από το ισόγειο και τον όροφο $195,23m^2$. στο ισόγειο βρίσκεται το μηχανοστάσιο, ένα μικρό διαμέρισμα τύπου γκαρσονιέρα, η πιλοτή- γκαράζ και η είσοδος με τη κλίμακα που οδηγεί στον όροφο. Στο χώρο του ορόφου υπάρχουν τρία υπνοδωμάτια, δυο μπάνια, η κουζίνα και το καθιστικό.



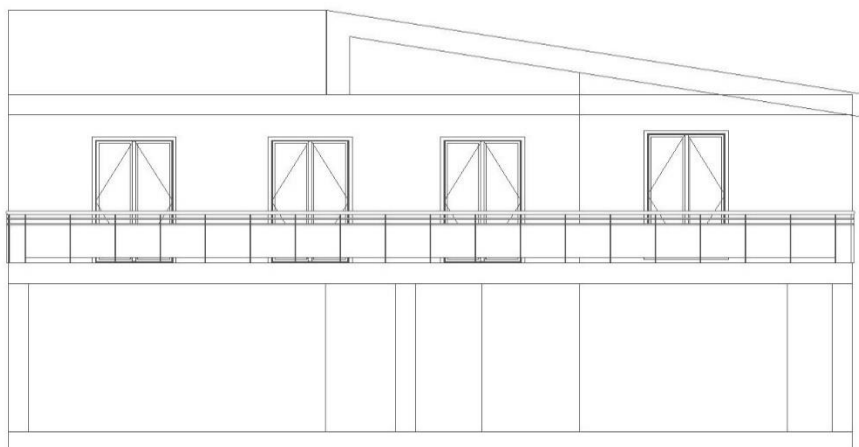
ΕΙΚΟΝΑ 5.1 ΚΑΤΟΨΗ ΟΡΟΦΟΥ



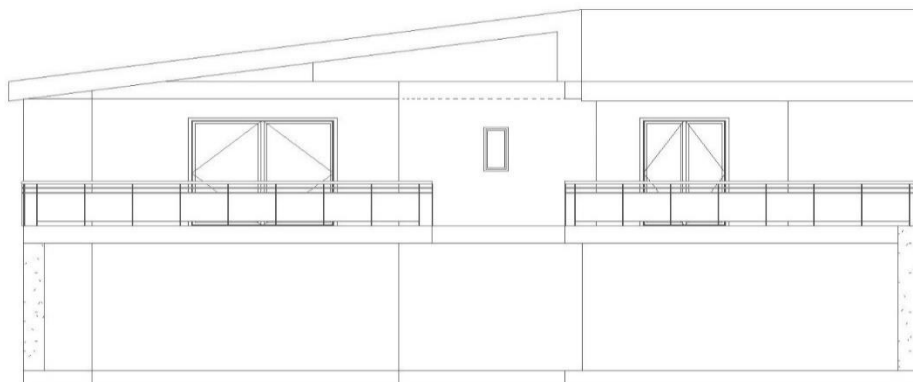
ΕΙΚΟΝΑ 5.2 ΚΑΤΩΦΗ ΠΛΟΤΗΣ-ΙΣΟΓΕΙΟΥ



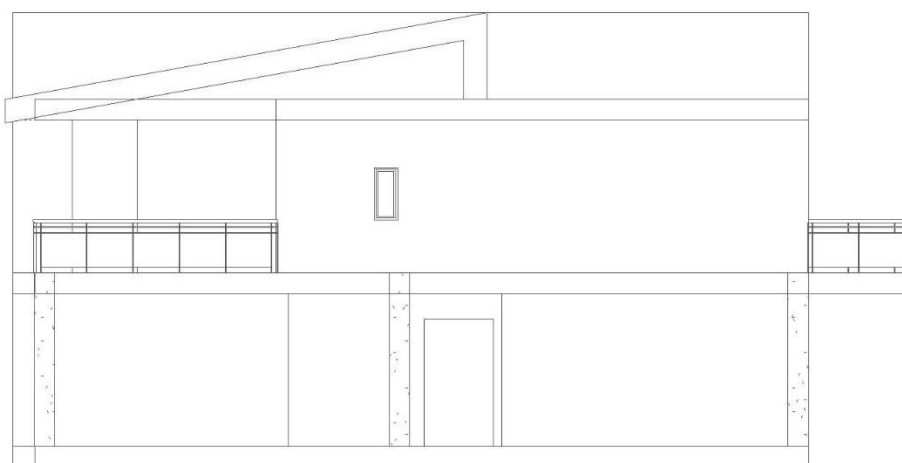
EIKONA 5.3 NOTIA OΨH



EIKONA 5.4 ANATOLIKH OΨH



***EIKONA 5.5** ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ*



***EIKONA 5.6** ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ*

5.3 Περιγραφή δομικών στοιχείων κτηρίου.

Το κτήριο έχει κατασκευαστεί το 1987 και δεν έχει θερμομόνωση. Τα μεγαλύτερα κουφώματα τα έχει στη βορειανατολική πλευρά, ενώ τα περισσότερα τα έχει στη νότια πλευρά. Τα κουφώματα έχουν μονό υαλοπίνακα 6 εκατοστών και το υλικό που έχουν κατασκευαστεί είναι το αλουμίνιο.

5.3.1 Ανάλυση αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Τα αδιαφανή δομικά στοιχεία που υπάρχουν στο κτήριο διακρίνονται στις πιο κάτω κατηγορίες και οι υπολογισμοί των θερμοδιαφυγών των υλικών της κατασκευής έγινε με το πρόγραμμα «Θερμομόνωση» που εκδόθηκε το 2011. Οι τιμές των παχών(d) που αναφέρονται είναι προσεγγιστικές σύμφωνα με τις διαστάσεις των τοίχων εξαιτίας του έτους κατασκευής του κτηρίου όπου δεν είχε γίνει μελέτη θερμομόνωσης συνεπώς δεν μπορούμε να έχουμε τις ακριβές τιμές.

➤ Εξωτερική τοιχοποιία

Η εξωτερική τοιχοποιία αποτελείται από οπτόπλινθους πάχους 25 εκατοστά , μόνωση 5cm και ασβεστοκονίαμα 2cm από την εσωτερική πλευρά και 2cm από την εξωτερική πλευρά.

Υπολογισμός αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ για την εξωτερική τοιχοποιία:

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα	Πάχος d	Βάρος επιφαν.	Συντ. θερμ. αγ.	d/λ
		kg/m ³	m	kg/m ²	λ=kcal/mh°C	m ² h°C/kcal
1.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
2.	Οπτόπλινθοι διάτρητοι (1200)	1.200	0,250	300,0	0,450	0,556
3.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
4.	Εξηλασμένη Πολυστερίνη		0,050		0,025	2,000
5.			0,040			
6.			0,020			
7.						
8.						
9.						
10.						
	Σύνολα		0,400	376,00		2,609

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda = 2.609 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$.

Η θερμοχωρητικότητα της είναι:

Περιγραφή κατασκευής		ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Πυκνότητα Υλικού ρ (Kg/m ³)	Ειδική Θερμότητα Υλικού C_p (kJ/(kgK))	Αποτελεσμ. Θερμοχωρ. Υλικού C_m (kJ/m ² K)
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Δείκτης προστασίας	-	-	-	-
2	Επίχρισμα	0.020	1900.000	1.000	38.000
3	Πλίνθοι	0.025	1200.000	1.000	30.000
Αποτελεσμ. Θερμοχωρητικότητα Κατασκευής				C_m (kJ/m ² K)	68.000

➤ Εξωτερικά Υποστηλώματα και Δοκοί

Τα υποστηλώματα και οι δοκοί του κτηρίου αποτελούνται από τσιμεντοκονίαμα πάχους 2cm, οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 25cm και δυο στρώσεις ασβεστοκονιάματος 2cm η κάθε μια.

Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής $1/\Lambda$ για τα υποστηλώματα και τις δοκούς.

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα kg/m ³	Πάχος d m	Βάρος επιφαν. kg/m ²	Συντ. θερμ. αγ. $\lambda = \text{kcal}/\text{mh}^\circ\text{C}$	d/ λ m ² h ² °C/kcal
1.	Τσιμεντοκονίαμα		0,020		1,200	0,017
2.	Σκυρόδεμα	2.500	0,250	625,0	1,750	0,143
3.	Εξηλασμένη Πολυστερίνη		0,050		0,025	2,000
4.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
5.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
Σύνολα			0,360	701,00		2,213

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda = 2,213 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$

Η θερμοχωρητικότητα τους είναι:

Περιγραφή κατασκευής		ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΔΟΚΟΙ			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Πυκνότητα Υλικού ρ (Kg/m ³)	Ειδική Θερμότητα Υλικού C_p (kJ/(kgK))	Αποτελεσμ. Θερμοχωρ. Υλικού C_m (kJ/m ² K)
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Δείκτης προστασίας	-	-	-	-
2	Επίχρισμα	0.020	1900.000	1.000	38.000
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.025	2500.000	1.000	62.500
Αποτελεσμ. Θερμοχωρητικότητα Κατασκευής				C_m (kJ/m ² K)	100.500

➤ Τοιχοποιία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο έχει ίδια δομή με την εξωτερική τοιχοποιία.

Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής $1/\Lambda$ είναι:

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα kg/m ³	Πάχος d m	Βάρος επιφαν. kg/m ²	Συντ. θερμ. αγ. λ =kcal/mh°C	d/λ m ² h°C/kcal
1.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
2.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
3.	Fibran eco - WL (2,5-3-4-5-6-8-10) τοιχοποιιών	30	0,030	0,9	0,026	1,154
4.	Οπτόπλινθοι διάτρητοι (1200)	1.200	0,040	48,0	0,450	0,089
5.			0,000			
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
Σύνολα			0,110	124,90		1,296

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda = 1,296 \text{ m}^2 \text{ h}^\circ \text{C/kcal}$.

Οπότε και η θερμοχωρητικότητα είναι ίδια:

Περιγραφή κατασκευής		ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟ ΧΩΡΟ			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Πυκνότητα Υλικού ρ (Kg/m ³)	Ειδική Θερμότητα Υλικού C_p (kJ/(kgK))	Αποτελεσμ. Θερμοχωρ. Υλικού C_m ₂ (kJ/m K)
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Δείκτης προστασίας	-	-	-	-
2	Επίχρισμα	0.020	1900.000	1.000	38.000
3	Πλίνθοι	0.025	1200.000	1.000	30.000
Αποτελεσμ. Θερμοχωρητικότητα Κατασκευής				C_m (kJ/m²K)	68.000

➤ Εσωτερική τοιχοποιία

Η εσωτερική τοιχοποιία αποτελείται από οπτόπλινθους πάχους 10cm και δυο στρώσεις επιχρίσματος 2,5cm από κάθε πλευρά.

Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ για την εσωτερική τοιχοποιία είναι:

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα kg/m ³	Πάχος d m	Βάρος επιφαν. kg/m ²	Συντ. θερμ. αγ. λ=kcal/mh°C	d/λ m ² h°C/kcal
1.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
2.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
3.	Οπτόπλινθοι διάτρητοι (1000)	1.000	0,100	100,0	0,400	0,250
4.			0,000			
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
Σύνολα			0,140	176,00		0,303

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ = 0,303 m²h°C/kcal

Η θερμοχωρητικότητα της είναι:

Περιγραφή κατασκευής		ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Πυκνότητα Υλικού ρ (Kg/m ³)	Ειδική Θερμότητα Υλικού C_p (kJ/(kgK))	Αποτελεσμ. Θερμοχωρ. Υλικού C_m (kJ/m K)
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Δείκτης προστασίας	-	-	-	-
2	Επίχρισμα	0.020	1800.000	1.000	36.000
3	Πλίνθοι	0.025	1000.000	1.000	25.000
Αποτελεσμ. Θερμοχωρητικότητα Κατασκευής				C_m (kJ/m ² K)	61.000

➤ Εσωτερικό δάπεδο

Τα δάπεδα αποτελούνται από πλάκα πάχους 20cm από οπλισμένο σκυρόδεμα, πάνω στη πλάκα υπάρχει το screed 10 cm και από πάνω το πλακάκι. Κάτω από τη πλάκα υπάρχει μια στρώση επιχρίσματος.

Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής $1/\Lambda$ για την εσωτερικό δάπεδο είναι:

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα kg/m ³	Πάχος d m	Βάρος επιφαν. kg/m ²	Συντ. θερμ. αγ. $\lambda = \text{kcal/mh}^\circ\text{C}$	d/λ m ² h ^o C/kcal
1.	Σκυρόδεμα	2.500	0,200	500,0	1,750	0,114
2.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
3.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
4.	Υtong (5-30 ανά 2,5)	500	0,050	25,0	0,095	0,526
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
Σύνολα			0,290	601,00		0,694

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda = 0,694 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C/kcal}$

Η θερμοχωρητικότητα της είναι:

Περιγραφή κατασκευής		ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΔΑΠΕΔΟ			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Πυκνότητα Υλικού ρ (Kg/m ³)	Ειδική Θερμότητα Υλικού C_p (kJ/(kgK))	Αποτελεσμ. Θερμοχωρ. Υλικού C_m₂ (kJ/m K)
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Δείκτης προστασίας	-	-	-	-
2	Επίχρισμα	0.020	1900.000	1.000	38.000
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.020	2500.000	1.000	50.000
Αποτελεσμ. Θερμοχωρητικότητα Κατασκευής				C_m (kJ/m²K)	88.000

➤ Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο- ταβάνι

Τα χαρακτηριστικά τους είναι ίδια με αυτά στο εσωτερικό δάπεδο.

Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ για την δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο είναι:

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα kg/m ³	Πάχος d m	Βάρος επιφαν. kg/m ²	Συντ. θερμ. αγ. λ=kcal/mh°C	d/λ m ² h°C/kcal
1.	Σκυρόδεμα	2.500	0,200	500,0	1,750	0,114
2.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
3.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
4.	Υtong (5-30 ανά 2,5)	500	0,050	25,0	0,095	0,526
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
Σύνολα			0,290	601,00		0,694

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ = 0,694 m²h°C/kcal

Η θερμοχωρητικότητα της είναι:

Περιγραφή κατασκευής		ΔΑΠΕΔΟ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟ ΧΩΡΟ			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Πυκνότητα Υλικού ρ (Kg/m ³)	Ειδική Θερμότητα Υλικού C_p (kJ/(kgK))	Αποτελεσμ. Θερμοχωρ. Υλικού C_m₂ (kJ/m K)
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Δείκτης προστασίας	-	-	-	-
2	Επίχρισμα	0.020	1900.000	1.000	38.000
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.020	2500.000	1.000	50.000
Αποτελεσμ. Θερμοχωρητικότητα Κατασκευής				C_m (kJ/m²K)	88.000

➤ Εσωτερικό ταβάνι

Το εσωτερικό ταβάνι έχει την ίδια δομή με το εσωτερικό δάπεδο.

Υπολογισμός της αντίστασης θερμοδιαφυγής 1/Λ για το εσωτερικό ταβάνι είναι:

	1	2	3	4 = (2 x 3)	5	6 = (3 / 5)
	Στρώσεις δομικού στοιχείου από μέσα προς τα έξω	Πυκνότητα kg/m ³	Πάχος d m	Βάρος επιφαν. kg/m ²	Συντ. θερμ. αγ. λ=kJ/mh°C	d/λ m ² h°C/kJ
1.	Σκυρόδεμα	2.500	0,200	500,0	1,750	0,114
2.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
3.	Ασβεστοκονίαμα	1.900	0,020	38,0	0,750	0,027
4.	Υtong (5-30 ανά 2,5)	500	0,050	25,0	0,095	0,526
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
Σύνολα			0,290	601,00		0,694

Συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/Λ =0,694 m²h°C/kJ

Η θερμοχωρητικότητα της είναι:

Περιγραφή κατασκευής		ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΑΒΑΝΙ			
A/A	Όνομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Πυκνότητα Υλικού ρ (Kg/m ³)	Ειδική Θερμότητα Υλικού C_p (kJ/(kgK))	Αποτελεσμ. Θερμοχωρ. Υλικού C_{m2} (kJ/m K)
Ξεκινώντας από το εσωτερικό					
1	Δείκτης προστασίας	-	-	-	-
2	Επίχρισμα	0.020	1900.000	1.000	38.000
3	Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.020	2500.000	1.000	50.000
Αποτελεσμ. Θερμοχωρητικότητα Κατασκευής				C_m (kJ/m ² K)	88.000

➤ Ανάλυση διαφανών επιφανειών

Το κτήριο έχει συνολικά 13 ανοίγματα και 4 πόρτες των οποίων τα χαρακτηριστικά φαίνονται παρακάτω :

A/A	Διαστάσεις (πλάτος*ύψος)	Προσανατολισμός	Τύπος
1.	1m*2.3m	Δ	Ανοιγόμενο
2.	0.90m*2.20m	A	Ανοιγόμενο
3.	0.50m*0.60m	N	Ανοιγόμενο
4.	1.00m*2.30m	Δ	Ανοιγόμενο
5.	1.00m*2.30m	Δ	Συρόμενο
6.	0.88m*2.20m	Δ	Ανοιγόμενο
7.	1.40m*2.20m	B	Συρόμενο
8.	0.4m*0.5m	B	Ανοιγόμενο
9.	2.40m*2.20m	B	Συρόμενο
10.	2.40m*2.20m	A	Συρόμενο
11.	1.40m*2.20m	B	Συρόμενο
12.	1.40m*2.20m	N	Συρόμενο
13.	0.80m*2.20m	NA	Συρόμενο
14.	1.40m*1.20m	N	Συρόμενο
15.	1.40m*1.20m	N	Συρόμενο
16.	1.40m*1.20m	N	Συρόμενο
17.	1.00m*0.90m	Δ	Συρόμενο

Πίνακας 5.6 Κουφώματα κτηρίου.

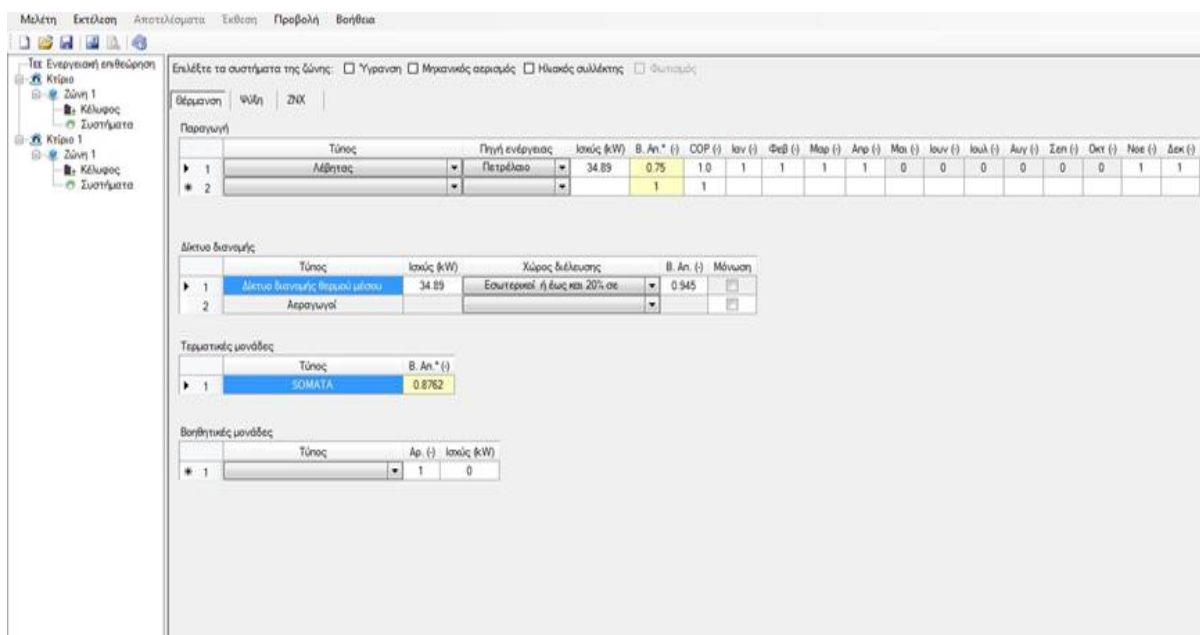
Τα ανοίγματα που βρίσκονται στο ισόγειο έχουν μεγάλη ηλιοπροστασία διότι βρίσκονται κάτω από τον όροφο και τη πιλοτή. Τα ανοίγματα του ορόφου στο νότιο τμήμα καθώς και τα

ανοίγματα στη βορειοανατολική πλευρά, έχουν μερική ηλιοπροστασία λόγω της σκίασης από το πρόβολο της οροφής. Όλοι οι υαλοπίνακες είναι μονοί.

5.4 Περιγραφή ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων.

5.4.1 Σύστημα θέρμανσης

Το κτήριο θερμαίνεται στο σύνολο του από ένα κοινό σύστημα θέρμανσης. Το σύστημα θέρμανσης τροφοδοτείται με ζεστό νερό από ένα λέβητα πετρελαίου σε ισχύ 34.89kW. Οι τερματικές μονάδες του συστήματος είναι θερμαντικά σώματα και είναι τοποθετημένα πάνω στους εσωτερικούς τοίχους. Οι σωληνώσεις της θέρμανσης από το μηχανοστάσιο μέχρι τους κεντρικούς διανομείς του κάθε ορόφου δεν είναι αρκετά μονωμένες, ενώ οι σωληνώσεις από τους διανομείς έως τις τερματικές μονάδες περνούν μέσα από το δάπεδο. Το σύστημα θέρμανσης χρησιμοποιεί κυκλοφορητή με ισχύ 34,89kwh για τη κυκλοφορία του θερμαντικού υγρού. Ο βαθμός απόδοσης του λέβητα είναι 0.87.



Εικόνα 5.7 Σύστημα θέρμανσης, Λογισμικό TEE-KENAK

5.4.2 Σύστημα ψύξης

Στο κτήριο υπάρχει αυτόνομη τοπική αντλία θερμότητας σε όροφο και ισόγειο με ισχύ 7Kw. Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν τεχνικά χαρακτηριστικά και προδιαγραφές για τις μονάδες, ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας των αντλιών θερμότητας λαμβάνεται ERR=2.5.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγρασία Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός αερισμός Φωτισμός

Θέρμανση: Ψύξη ΖΘΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An (t)	ERR* (t)	Jan (t)	Φεβ (t)	Μαρ (t)	Απρ (t)	Μαγ (t)	Ιουν (t)	Ιουλ (t)	Αυγ (t)	Σεπ (t)	Οκτ (t)	Νοε (t)	Δεκ (t)
▶ 1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	7	1.0	2.5	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο θέρμανσης

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος θέρμανσης	B. An (t)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο θέρμανσης κτιρίου κεντρικό	7	Εσωτερική θέρμανση 20% σε	1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An * (t)
▶ 1	AC	0.9567

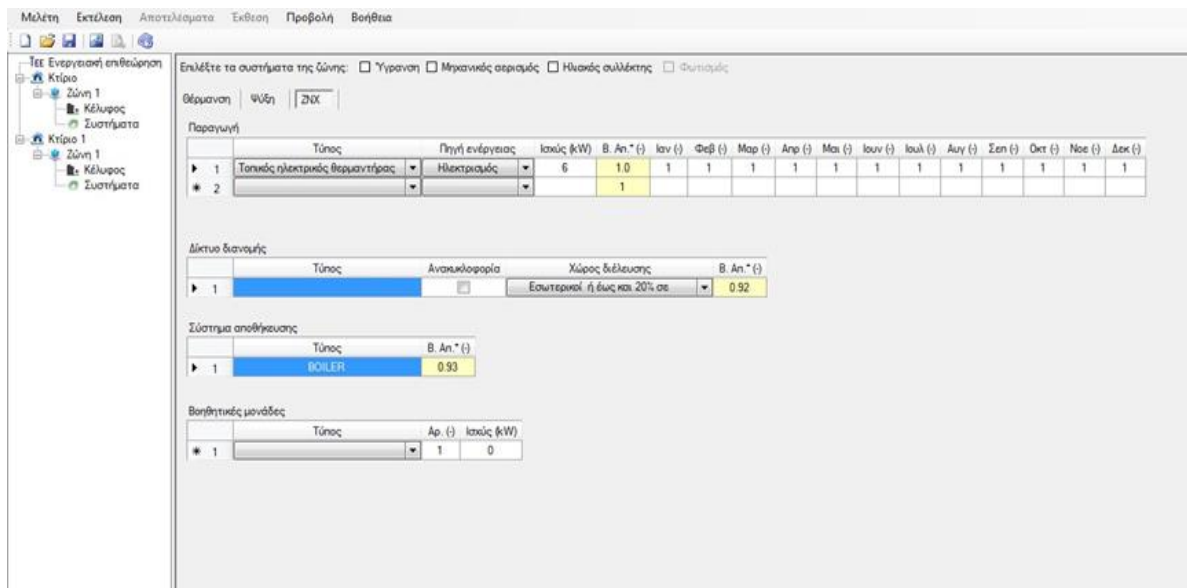
Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	B. An (t)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Εικόνα 5.8 Σύστημα ψύξης, Λογισμικό TEE-KENAK

5.4.3 Σύστημα ζεστού νερού χρήσης

Για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης χρησιμοποιείται ο θερμοσίφωνας ο οποίος δεν έχει ενσωματωμένο κυκλοφορητή για τη μεταφορά του ζεστού νερού. Η συμπληρωματική πηγή θερμότητας του συστήματος είναι ένας τοπικός θερμαντήρας ισχύ 6Kw, καθώς και boiler για την αποθήκευση του νερού.



Εικόνα 5.9 Σύστημα παραγωγής Z.N.X,Λογισμικό TEE-KENAK.

Ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής, σύμφωνα με τον KENAK, είναι συνάρτηση της ζήτησης τον ιδιοκτητών σε ζεστό νερό χρήσης, της ύπαρξης συστήματος ανακυκλοφορίας και της μόνωσης του δικτύου. Το σύστημα αποθήκευσης έχει βαθμό απόδοσης 0.93.

5.4.4 Σύστημα αερισμού

Το κτήριο δε διαθέτει σύστημα αερισμού καθώς ο απαραίτητος αερισμός γίνεται με φυσικό τρόπο μέσω των ανοιγμάτων.

5.4.5 Σύστημα φωτισμού

Το κτήριο διαθέτει περίπου 30 λαμπτήρες και ελέγχονται από τοπικούς χειροκίνητους διακόπτες λειτουργίας.

5.5 Ενεργειακή απόδοση κτιρίου

Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου έγινε με την εφαρμογή του λογισμικού TEE-KENAK. Κατά το λογισμικό TEE-KENAK το κτήριο αποτελείται από μια ενιαία ζώνη αφού αποτελεί ενιαία κατοικία.

5.5.1 Γενικά στοιχεία

Η συνολική επιφάνεια της ζώνης είναι ίση με το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου αφού όλο το κτήριο θεωρείται μια θερμική ζώνη. Το συνολικό εμβαδόν του κτηρίου είναι 195.23 m².

Η ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα του κτηρίου υπολογίζεται για όλο το κέλυφος σύμφωνα με τον πιο κάτω πίνακα.

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

Πίνακας 5.7 Ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα του κτιρίου.

Το κτήριο ανήκει στη κατηγορία 4 και ο συντελεστής θερμοπερατότητας του είναι 260kJ/(m².K).

Η μέση ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου υπολογίζεται για τις κατοικίες σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα:

Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Ημερήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.		Ετήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ.	
	[ℓ/άτομο/ημέρα]	ανά δομημένη επιφάνεια [ℓ/m ² /ημέρα]	ανά υπνοδωμάτιο [m ³ /υπν./έτος]	ανά δομημένη επιφάνεια [m ³ /m ² /έτος]
Μονοκατοικία, πολυκατοικία	50	--	27,38	----

Πίνακας 5.8 Κατανάλωση ΖΝΧ

Η κατοικία κατοικείται από 5 άτομα και κατά συνέπεια η ημερήσια κατανάλωση ΖΝΧ είναι 250 lt, και η ετήσια κατανάλωση είναι 91.25 m³.

Επιπλέον το κτήριο δεν διαθέτει κανένα σύστημα αυτοματισμού, για τον έλεγχο του συστήματος θέρμανσης και κλιματισμού κατά συνέπεια ανήκει στη κατηγορία Δ διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών σύμφωνα με την ΕΛΟΤ EN 15232/2007.

<p>Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Κανένας αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των θερματικών μονάδων, του δικτύου διανομής, των αντλιών διανομής. 2. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο και το χώρο. 3. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα. 4. Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας δεν υπάρχει σύστημα απόψυξης. <p>Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας δεν υπάρχει κανένας έλεγχος ή είναι χειροκίνητος ο έλεγχος της ροής αέρα μέσα στον χώρο ή στο επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Κανένας θερμοστατικός έλεγχος του αέρα προσαγωγής και της υγρασίας του αέρα. 	<p>Δ</p>
---	----------

Πίνακας 5.9 Διατάξεις ελέγχου και αυτοματισμών.

Τέλος ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας πραγματοποιείται από τις χαραμάδες περιμετρικά των κουφωμάτων, τις καμινάδες των εστιών καύσης και των θυρίδων αερισμού. Στο κτήριο μας, ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας προκαλείται από τις χαραμάδες των κουφωμάτων. Η διείσδυση του αέρα υπολογίζεται από τη σχέση

$$V_{inf} = \Sigma(I \cdot \alpha) \cdot R \cdot H$$

Όπου:

I= συνολικό μήκος χαραμάδων των κουφωμάτων.

α = συντελεστής αεροδιαπερατότητας του κουφώματος σε m³/h/m.

R= συντελεστής διεισδυτικότητας και εξαρτάται από το υλικό και τη ποιότητα του κουφώματος.

Συντελεστής διεισδυτικότητας R		
Εξωτερικό παράθυρο ή πόρτα	Λόγος εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα	R
Κούφωμα με ξύλινο πλαίσιο	< 3	0,9
	3 + 9	0,7
Κούφωμα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο	< 6	0,9
	≥ 6	0,7

Πίνακας 5.10 Συντελεστής διεισδυτικότητας.

H= συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης

Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης H			
Ανεμόπτωση	Θέση εξωτερικής επιφάνειας	Τρόπος δόμησης	
		Όψεις σε επαφή με όμορου	Ελεύθερες όψεις
Κανονική	Προστατευμένη	0,78	1,10
	Ελεύθερη	1,32	1,87
	Άκρως απροστάτευτη	1,94	2,71
Ισχυρή	Προστατευμένη	1,32	1,87
	Ελεύθερη	1,94	2,71
	Άκρως απροστάτευτη	2,65	3,65

Πίνακας 5.11 Συντελεστής θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωση.

Στο κτήριο υπάρχουν 6 ανοιγόμενα κουφώματα και 8 συρόμενα. Ο συντελεστής αεροδιαπερατότητας από της χαραμάδες του ανοίγματος υπολογίζεται σύμφωνα με το παρακάτω πίνακα:

Συντελεστής αεροδιαπερατότητας α		
Υλικό πλαισίου	Είδος ανοίγματος	α [m ³ /(h.m)]
Ξύλο	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό. Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, επάλληλα συρόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα και χωρίς αεροστεγανότητα.	3,0
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα, με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	2,5
	Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, με πιστοποίηση	2,0
Μέταλλο ή Συνθετικό	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό. Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, επάλληλα συρόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα και χωρίς αεροστεγανότητα.	1,5
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα, με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	1,4
	Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, με πιστοποίηση	1,2

Πίνακας 5.12 Συντελεστής αδιαπερατότητας.

Επομένως η διείσδυση του αέρα υπολογίζεται συνολικά $V=200\text{m}^3/\text{h}$.

Τα γενικά στοιχεία εισαγωγής για τη θερμική ζώνη φαίνονται στην εικόνα :

Γενικά

Χρήση: Μονοκατοικία, πολυκατοικία

Συνολική επιφάνεια (m²): 195.23 Μέση κατανάλωση ΖHX (kWh/έτος): 82.14 Διατάξεις αυτόματου ελέγχου ΖHX

Ανηγμένη θερμοκρατικότητα (kJ/m³): 280

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

Δείσδυση αέρα

Δείσδυση αέρα από κουφώματα (m³/h): 348.35

Αρ. καμινάδων: 1 Αρ. θυρίδων εξεραρισμού: 0 Αρ. εδούθρων: 4

Υβριδικό σύστημα θροσισμού

Αριθμός ανεμοτρίτων οροφής: 0

Πίνακας 5.13 Γενικά δεδομένα εισαγωγής κτιρίου, Λογισμικό TEE-KENAK

8.2 Κέλυφος

Εδώ εισάγονται τα δομικά στοιχεία που αποτελούν το κτήριο. Αναλυτικά έχουμε :

Αδιαφανείς επιφάνειες

Για τη περιγραφή των διαφανών επιφανειών χρειάζεται να εισάγουμε τα ακόλουθα στοιχεία.

Τύπος του αδιαφανούς υλικού εισάγεται από την αναδιπλούμενη λίστα και οι διαθέσιμες επιλογές σε αυτό το πεδίο είναι: τοίχος, οροφή, πιλοτή, πόρτα και μεσοτοιχία.

Προσανατολισμός γ (deg) της επιφάνειας όπου ορίζεται ως η απόκλιση της καθέτου στην επιφάνεια που μελετάται προς την κατεύθυνση του βορά. Οι γωνίες του αζιμούθιου των επιφανειών ανάλογα με το προσανατολισμό τους είναι:

Προσανατολισμός	Βόρειος	Ανατολικός	Νότιος	Δυτικός
Γωνία αζιμούθιου	0°	90°	180°	270°

Πίνακας 5.14 Προσανατολισμός γ .

Γωνία κλίσης β (deg) της επιφάνειας μετράται μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου.

Εμβαδόν του δομικού στοιχείου που εισάγεται. Στη περίπτωση ύπαρξης ανοίγματος στο αδιαφανές δομικό στοιχείο το εμβαδόν του ανοίγματος αφαιρείται από το εμβαδόν της τοιχοποιίας.

Απορροφητικότητα a αντιπροσωπεύει το λόγο της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από το δομικό στοιχείο και εξαρτάται από την επίστρωση του. Τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία του υπό μελέτη κτηρίου είναι επικαλυμμένα με λευκό επίχρισμα και η απορροφητικότητα του είναι 0.6.

Συντελεστής εκπομπής στην ηλιακή ακτινοβολία υπολογίζεται σύμφωνα με τη οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.20701-1/2010. Το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που έχει απορροφηθεί από την εξωτερική επιφάνεια εκπέμπεται προς το περιβάλλον με τη μορφή θερμότητας. Αυτή η ικανότητα του υλικού διαμορφώνεται ανάλογα με το υλικό όπως θα δούμε στο παρακάτω πίνακα.

Περιγραφή επιφάνειας	Συντελεστής εκπομπής
Σύνηθες δομικό υλικό	0,80
Γυαλί	0,90
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες	0,20
Γαρμπίλι	0,30

Πίνακας 5.15 Συντελεστής εκπομπής στην ηλιακή ακτινοβολία.

Συντελεστής σκίασης: Μερικά από τα δομικά στοιχεία του κτηρίου σκιάζονται λόγω ύπαρξης στοιχείων όπως είναι η πλάκα της οροφής με τη στέγη για τον όροφο και η πλάκα του ορόφου για το ισόγειο.

Η μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς για την ενεργειακή επιθεώρηση του κτηρίου με τη χρήση τριών ανεξαρτήτων μεταξύ τους συντελεστών σκίασης.

Οι συντελεστές σκίασης καθορίζονται ανάλογα με το είδος των σκιάστρων (οριζόντια, πλευρικά εξωτερικά εμπόδια και σκιάστρα) και τη γεωμετρία τους. Οι συντελεστές αλλάζουν ανάλογα με την εποχή, για αυτό το λόγο καθορίζονται για κάθε εξωτερική επιφάνεια με ορισμένο προσανατολισμό, οι αντίστοιχοι μέσοι συντελεστές σκίασης, ένας για τη χειμερινή περίοδο και ένας για τη θερινή περίοδο. Ο συνολικός σκιασμός του δομικού στοιχείου προκύπτει ως το γινόμενο των τριών συντελεστών σκίασης:

- του συντελεστή σκίασης από εμπόδιο του περιβάλλοντος χώρου.
- του συντελεστή σκίασης από πλευρικό εμπόδιο.
- και του συντελεστή σκίασης από οριζόντιο πρόβολο ή εξωτερικό σκίαστρο κατά περίπτωση.

Όταν δεν υπάρχει σκίαση ο συντελεστής λαμβάνεται ως μονάδα (1) ενώ όταν υπάρχει πλήρη σκίαση λαμβάνεται ίση με το μηδέν (0).

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διευρανοί επιφάνειες

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

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m²)	U* (W/m²K)	s* (t)	e* (t)	F _{hor_h} (t)	F _{hor_c} (t)	F _{ev_h} (t)	F _{ev_c} (t)	F _{fn_h} (t)	F _{fn_c} (t)
1	Τόικος	BIS	0	90	17.39	2.20	0.60	0.80	0.98	0.97	0.99	0.98	1	0.98
2	Τόικος	BISOS	0	90	4.01	3.40	0.60	0.80	0.98	0.97	0.99	0.98	1	0.98
3	Τόικος	NIS	180	90	16.13	2.20	0.60	0.80	0	0	0	0	0	0
4	Τόικος	NISOS	180	90	3.61	3.40	0.60	0.80	0	0	0	0	0	0
5	Τόικος	AIS	90	90	9.02	2.20	0.60	0.80	0.99	0.97	0.98	0.98	0.96	0.94
6	Τόικος	AISOS	90	90	3.84	3.40	0.60	0.80	0.99	0.97	0.98	0.98	0.96	0.94
7	Τόικος	DIS	270	90	12.23	2.20	0.60	0.80	0.74	0.72	0.51	0.50	0.48	0.52
8	Τόικος	DISOS	270	90	3.69	3.40	0.60	0.80	0.74	0.72	0.51	0.50	0.48	0.52
9	Πάρτα	P1	90	90	1.98	6	0.60	0.80	0	0	0	0	0	0
10	Πάρτα	P2	270	90	2.30	6	0.60	0.80	0.75	0.73	0.52	0.50	0.49	0.51
11	Τόικος	B	0	90	27.37	2.20	0.60	0.80	0.99	0.99	0.91	0.90	0.99	1
12	Τόικος	BOS	0	90	8.04	3.40	0.60	0.80	0.99	0.99	0.91	0.90	0.99	1
13	Τόικος	N	180	90	27.27	2.20	0.60	0.80	0.98	0.97	0.92	0.90	0.98	0.97
14	Τόικος	NOS	180	90	8.38	3.40	0.60	0.80	0.98	0.97	0.92	0.90	0.98	0.97
15	Τόικος	A	90	90	26.58	2.20	0.60	0.80	0.99	1	0.97	0.95	0.99	0.99

Πίνακας 5.16 Εισαγωγή αδιαφανών δομικών στοιχείων, Λογισμικό TEE-KENAK.

Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος

Σε αυτό το πεδίο εισάγονται τα δομικά στοιχεία που είναι σε επαφή με το έδαφος (τοίχος, δάπεδα). Στο υπό μελέτη κτήριο, σε επαφή με το έδαφος βρίσκεται το δάπεδο του ισόγειου.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως η θερμική αγωγιμότητα του εδάφους, το πάχος του εδάφους που χωρίζει το δομικό στοιχείο από τον εξωτερικό αέρα, η θερμική αγωγιμότητα του ίδιου του δομικού στοιχείου.

Στο παρακάτω πίνακα βλέπουμε αναλυτικά τα στοιχεία του δαπέδου καθώς και τον συντελεστή θερμοπερατότητας που είναι $3.10(W/m^2K)$.

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διακριτικών επιφανειών: 0 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 ² K)	K. Βάθος (m)	A. Βάθος (m)	Περίμετρος (m)
▶ 1	Δάπεδο	DAPEDO	47.91	3.10	0.85		31.17
* 2							

Πίνακας 5.17 Δεδομένα εισαγωγής επιφανειών σε επαφή με το έδαφος, Λογισμικό TEE-KENAK.

Διαφανείς επιφάνειες

Για τις διαφανείς επιφάνειες του κτιρίου εισάγεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας 0.62 σύμφωνα με το ποσοστό του πλαισίου. Επιπλέον, εισάγεται ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους από τα κουφώματα, gw ο οποίος εκφράζει τη μέση τιμή του λόγου της ηλιακής ακτινοβολίας που περνά από την επιφάνεια του κουφώματος προς την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και υπολογίζεται σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα :

Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διακριτικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες | Σε επαφή με το έδαφος | Διαφανείς επιφάνειες

Εισάγονται τα δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εσωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	Τύπος σιμωμάτων*	U (W/m ² K)	g _g ()	F _{hor,h} ()	F _{hor,c} ()	F _{av,h} ()	F _{av,c} ()	F _{sh,h} ()	F _{sh,c} ()
▶ 1	Μη αναγόμενο κουφώμα	B1S	0	90	0.88	Χωρίς προστατευτικό φύλλο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.96	0.97	0.99	0.96	1	0.96
2	Αναγόμενο κουφώμα	N1S	180	90	0.30	Με εδωρύλλιο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	4.9	0.62	0	0	0	0	0	0
3	Αναγόμενο κουφώμα	A1S	90	90	6.49	Με εδωρύλλιο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	4.9	0.62	0.96	0.97	0.97	0.97	0.96	0.94
4	Μη αναγόμενο κουφώμα	D1S	270	90	2.30	Χωρίς προστατευτικό φύλλο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.74	0.72	0.62	0.50	0.48	0.51
5	Αναγόμενο κουφώμα	B1OR	0	90	3.08	Με εδωρύλλιο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	4.9	0.62	0.99	0.98	0.90	0.90	0.98	0.98
6	Αναγόμενο κουφώμα	B2OR	0	90	0.88	Χωρίς προστατευτικό φύλλο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	6.0	0.62	0.99	0.98	0.90	0.90	0.99	1
7	Αναγόμενο κουφώμα	B3OR	0	90	5.26	Με εδωρύλλιο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	4.9	0.62	0.99	0.98	0.90	0.90	0.98	0.98
8	Αναγόμενο κουφώμα	N1OR	180	90	3.08	Με εδωρύλλιο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	4.9	0.62	0.96	0.96	0.92	0.90	0.98	0.97
9	Αναγόμενο κουφώμα	N2OR	180	90	3.08	Με εδωρύλλιο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	4.9	0.62	0.96	0.96	0.92	0.90	0.98	0.97
10	Αναγόμενο κουφώμα	N3OR	180	90	1.68	Με εδωρύλλιο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	4.9	0.62	0.98	0.98	0.92	0.90	0.98	0.97
11	Αναγόμενο κουφώμα	N4OR	180	90	3.08	Με εδωρύλλιο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	4.9	0.62	0.98	0.98	0.92	0.90	0.98	0.97
12	Αναγόμενο κουφώμα	A1OR	90	90	5.26	Με εδωρύλλιο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	4.9	0.62	0.99	0.99	0.98	0.96	1	0.99
13	Αναγόμενο κουφώμα	D1OR	270	90	0.90	Με εδωρύλλιο Μεταλλικό χωρίς θ.δ. 20% Μονός	4.9	0.62	0.98	0.98	0.97	0.96	0.99	0.96
* 14														

Πίνακας 5.18 Δεδομένα εισαγωγής διαφανών επιφανειών, Λογισμικό TEE-KENAK.

5.3 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

5.3.1 Σύστημα θέρμανσης

Για τη κάλυψη των θερμικών φορτίων υπάρχει λέβητας πετρελαίου ισχύος 34,89 kW, ο οποίος καλύπτει το σύνολο των θερμικών φορτίων και ο βαθμός απόδοσης του είναι 0.75.

Επιπλέον το ποσοστό απωλειών του δικτύου διανομής υπολογίζεται σύμφωνα με τον πίνακα 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε όπως βλέπουμε παρακάτω :

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

Πίνακας 5.19 Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών(%) δικτύου διανομής.

Και ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων υπολογίζεται από τη σχέση 4.12 της ΕΛΟΤ EN 15316.2.1.2008 :

$$N_{em,t} = \frac{n_{em}}{F_{rad} * f_{im} * f_{hydr}}$$

Όπου: n_{em} η απόδοση εκπομπής μια τερματικής μονάδας και εξαρτάται από:

- την καθ' ύψος κατανομή θερμοκρασίας του αέρα,
- τον τύπο τερματικής μονάδας (θερμαντικά σώματα ακτινοβολίας, μονάδες επαγωγής κ.ά.),
- τη θέση, το ύψος τοποθέτησης
- τη μέση θερμοκρασία της μονάδας εκπομπής,
- τον τύπο του συστήματος ελέγχου της θερμοκρασίας του χώρου,
- τις ειδικές απώλειες ανάλογα εάν η τερματική μονάδα είναι άμεσης απόδοσης ή έμμεσης απόδοσης .

f_{rad} ο παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας των τερματικών μονάδων και εξαρτάται από το ύψος των χώρων που θερμαίνονται. Ισχύει μόνο για τις τερματικές μονάδες ακτινοβολίας , ενώ για όλα τα άλλα συστήματα ισούται με μονάδα, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα :

Για θερματικές μονάδες θέρμανσης σε χώρους	f_{rad}
με ύψος μικρότερο από 4 m	1,00
με ύψος από 4 έως 6 m	0,95
με ύψος από 6 έως 10 m	0,90
με ύψος μεγαλύτερο από 10 m	0,85
με ανακυκλοφορία αέρα για μεγάλα ύψη	1,00

Πίνακας 5.20 Παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας των θερματικών μονάδων f_{rad}

f_{im} ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτηρίου και παίρνει τις τιμές από τον πίνακα :

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

Πίνακας 5.21 Παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας f_{im}

f_{hydr} ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των θερματικών μονάδων και παίρνει τις τιμές σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα :

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

Πίνακας 5.22 Παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των θερματικών μονάδων f_{hydr} .

Η απόδοση εκπομπής η_{em} των θερματικών μονάδων παίρνει τιμές από τον πίνακα :

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

Πίνακας 5.23 Απόδοση εκπομπής των θερματικών μονάδων.

Καταλήγουμε σε βαθμό απόδοσης τερματικών μονάδων $n_{em} = 0.93$ σύμφωνα με τον πίνακα.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται αναλυτικά τα δεδομένα εισαγωγής για το σύστημα θέρμανσης :

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση: Ψύξη | ΖΝΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An.* (-)	COP (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαϊ (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)
▶ 1	Λέβητας	Πετρέλαιο	34.89	0.75	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 θερμομέτρου μέσου	34.89	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.945	
2	Αεραγωγοί				

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An.* (-)
▶ 1	SOMATA	0.8762

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Πίνακας 5.24 Δεδομένα εισαγωγής συστήματος θέρμανσης, Λογισμικό TEE-KENAK.

5.3.2 Σύστημα ψύξης

Τα δεδομένα εισαγωγής για το σύστημα ψύξης υπολογίζονται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο που υπολογίζονται και τα δεδομένα της θέρμανσης. Για τη κάλυψη των ψυκτικών φορτίων υπάρχει αεροψύκτης ισχύος 7kW, ο οποίος καλύπτει το σύνολο των ψυκτικών φορτίων και ο βαθμός απόδοσης του είναι 1.0.

Ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων υπολογίζεται από τη σχέση 4.13 της ΕΛΟΤ EN 15316.2.1.2008 :

$$N_{em,t} = \frac{n_{em}}{F_{em} * f_{hydr}}$$

Όπου:

- n_{em} η απόδοση εκπομπής της ίδιας της μονάδας.
- f_{im} ο παράγοντας της διακοπόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτηρίου και παίρνει τις τιμές από τον πίνακα :

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

Πίνακας 5.25 Παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας f_{im} .

- f_{hydr} ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων και παίρνει τις τιμές σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα :

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

Πίνακας 5.26 Παράγοντες για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων f_{hydr} .

Η απόδοση εκπομπής η_{em} των τερματικών μονάδων παίρνει τιμές από τον πίνακα :

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

Πίνακας 27 Απόδοση εκπομπής τερματικών μονάδων

Καταλήγουμε σε βαθμό απόδοσης τερματικών μονάδων $\eta_{em} = 0.93$ σύμφωνα με τον πίνακα.

Στο εξεταζόμενο κτήριο η ψυχόμενη επιφάνεια καταλαμβάνει περίπου το 50% της συνολικής επιφάνειας του κτηρίου. Στη παρακάτω εικόνα φαίνονται αναλυτικά τα δεδομένα εισαγωγής για τον υπολογισμό της ψύξης :

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγρασία Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρική ούλιότητα Φωτισμός

Θέρμανση: Ψύξη ΖΘΧ

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An (°)	EER* (°)	Jan (°)	Φεβ (°)	Μαρ (°)	Απρ (°)	Μαί (°)	Ιουν (°)	Ιουλ (°)	Αυγ (°)	Σεπ (°)	Οκτ (°)	Νοε (°)	Δεκ (°)
▶ 1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	7	1.0	2.5	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0
* 2				1	1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An (°)	Μόνωση
▶ 1	Δίκτυο διανομής νερού μέσου	7	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1	<input type="checkbox"/>
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An (°)
▶ 1	AC	0.9587

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (°)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Πίνακας 5.28 Δεδομένα εισαγωγής για τη ψύξη.

5.3.3 Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.

Για τη παραγωγή ΖΝΧ υπάρχει ηλιακός θερμοσίφοντας με ισχύ 6 kW και βαθμό απόδοσης είναι 1. Οι θερμικές απώλειες λόγω του εναλλάκτη θερμότητας τοπικών θερμαντήρων λαμβάνονται κατά μέσο όρο 5% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, ενώ για ηλεκτρικούς θερμαντήρες λαμβάνονται μηδενικές. Οι πλευρικές θερμικές απώλειες των θερμαντήρων είναι 2% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης εάν είναι τοποθετημένο σε εσωτερικό θερμαινόμενο ή μη χώρο ενώ εάν είναι τοποθετημένο σε εξωτερικό χώρο οι θερμικές απώλειες είναι 7%.

Στο κτήριο που εξετάζουμε η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης γίνεται μέσω ενός ηλεκτρικού θερμαντήρα με ισχύ 6Kw και βαθμό απόδοσης 1. Επιπλέον χρησιμοποιείται αποθηκευτικό σύστημα boiler με βαθμό απόδοσης 0.93. Ο ηλεκτρικός θερμαντήρας βρίσκεται τοποθετημένος σε εξωτερικό χώρο συνεπώς οι πλευρικές θερμικές απώλειες είναι 7%. Στο πίνακα παρακάτω φαίνονται τα δεδομένα εισαγωγής για το ζεστό νερό χρήσης:

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Ύψιστο Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη **ZNX**

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An.* (°)	Jan (°)	Φεβ (°)	Μαρ (°)	Απρ (°)	Μαί (°)	Ιουν (°)	Ιουλ (°)	Αυγ (°)	Σεπ (°)	Οκτ (°)	Νοε (°)	Δεκ (°)
▶ 1	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Ηλεκτρισμός	6	1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
* 2				1												

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακλινοφορία	Χώρος διέλευσης	B. An.* (°)
▶ 1		<input type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.92

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	B. An.* (°)
▶ 1	BOILER	0.93

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (°)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Πίνακας 5.29 Δεδομένα εισαγωγής για το σύστημα ZNX

5.4 Ενεργειακή κατάταξη

Ύστερα από την εισαγωγή των στοιχείων πραγματοποιήθηκαν οι απαραίτητοι υπολογισμοί και η σύγκριση του κτηρίου με το κτήριο αναφοράς. Η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου με βάση το λογισμικό TEE-K.EN.A.K είναι η κατηγορία H με κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 403.9 kWh/m²/y. Και η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς είναι 128.4 kWh/m²/y.

Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:

EP ≤ 0,33 R _R	A+																	
0,33 R _R < EP ≤ 0,50 R _R	A																	
0,50 R _R < EP ≤ 0,75 R _R	B+																	
0,75 R _R < EP ≤ 1,00 R _R	B																	
1,00 R _R < EP ≤ 1,41 R _R	Γ																	
1,41 R _R < EP ≤ 1,82 R _R	Δ																	
1,82 R _R < EP ≤ 2,27 R _R	E																	
2,27 R _R < EP ≤ 2,73 R _R	Z																	
2,73 R _R < EP	H																	H

• Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με τη βέλτιστη (1η) σύσταση

Πίνακας 5.30 Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου μέσω του λογισμικού TEE-KENAK.

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση για τη θέρμανση είναι 280.7 kWh/m²/y, για τη ψύξη 18.2 kWh/m²/y, για τη παραγωγή ZNX 14.6 kWh/m²/y.

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Αρ. Πρωτοκόλλου: 221526/2022 Αρ. Ασφαλείας: ΑΚΥΡΟ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

Υπολογιζόμενη ετήσια ενεργειακή απαίτηση ανά τελική χρήση [kWh/m²]

	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός
Κτήριο αναφοράς	53.2	47.0	12.5	---
Επιθεωρούμενο κτήριο	174.3	80.1	12.5	---

Υπολογιζόμενη Ετήσια Κατανάλωση Τελικής Ένέργειας ανα Πηγή Ενέργειας & Τελική Χρήση [kWh/m²]

Πηγή ενέργειας	Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Φωτισμός	Συνολική	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου [%]
Ηλεκτρική	0.0	18.2	14.6	0.0	32.9	10.48
Πετρέλαιο	280.7	0.0	0.0	0.0	280.7	89.52
Φυσικό Αέριο	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Άλλα Ορυκτά Καύσιμα	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
Ηλιακή	---	---	---	---	0.0	0
Βιομάζα	---	---	---	---	0.0	0
Γεωθερμία	---	---	---	---	0.0	0
Άλλη ΑΠΕ	---	---	---	---	0.0	0
Σύνολο	280.7	18.2	14.6	0	313.5	100.0

Χρησιμοποιήστε το ΠΕΑ για να:

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

Πίνακας 5.31 Στοιχεία Π.Ε.Α.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6:Περιγραφή παρεμβάσεων.

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξετάσουμε και θα προτείνουμε μέτρα για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου. Τα μέτρα που θα προταθούν έχουν στόχο την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου όπως αυτή θα προκύψει σύμφωνα με το λογισμικό TEE- K.EN.A.K. Επιπλέον, στοχεύουμε σε μια κατάταξη του κτηρίου που θα είναι όσο το δυνατόν περισσότερο ενεργειακά αποδοτική και λιγότερο κοστοβόρα.

Πρώτη κίνηση για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου είναι η μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων του κτηρίου. Σύμφωνα με το λογισμικό , οι υψηλότερες καταναλώσεις παρουσιάζονται στη θέρμανση , άρα τα μέτρα και οι επεμβάσεις που θα προτείνουμε θα πρέπει να στοχεύουν στη μείωση αυτών των καταναλώσεων.

6.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ,ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΖΝΧ.

Σκοπός είναι να αντικαταστήσουμε τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και ΖΝΧ με συστήματα που έχουν καλύτερο βαθμό απόδοσης. Τα υφιστάμενα συστήματα έχουν χαμηλό βαθμό απόδοσης και κατά συνέπεια είναι ενεργοβόρα.

6.1.1 Αντικατάσταση συστήματος θέρμανσης.

Στην αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης υπάρχει μεγάλο φάσμα επιλογών, όσον αφορά το καύσιμο, τη μονάδα παραγωγής της θερμότητας και τις τερματικές μονάδες. Στο κτήριο αυτή τη στιγμή υπάρχει λέβητας πετρελαίου με βαθμό απόδοσης 0.75 και οι τερματικές μονάδες είναι τα θερμαντικά σώματα. Στην ενεργειακή βελτίωση του κτηρίου θα συμβάλει θετικά η αλλαγή της μονάδας παραγωγής θερμότητας. Η λύση που καταλήξαμε είναι η αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου με λέβητα συμπυκνώσεων υγραερίου LPG με βαθμό απόδοσης 1.0.

Για την αντικατάσταση του λέβητα, επιλέγεται λέβητας υγραερίου με ισχύ 14kW και βαθμό απόδοσης 1. Επιπλέον , θα γίνει αντικατάσταση των θερμαντικών σωμάτων με σώματα τα οποία έχουν μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης όπως θα δούμε στο παρακάτω πίνακα.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγρασία Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός αερισμός Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ΖΩΧ Ηλεκτρικός αερισμός

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An.* (°)	COP (°)	Jan (°)	Φεβ (°)	Μαρ (°)	Απρ (°)	Μαϊ (°)	Ιουν (°)	Ιουλ (°)	Αυγ (°)	Σεπ (°)	Οκτ (°)	Νοε (°)	Δεκ (°)	Κόστος (€)
▶ 1	Κεντρική άλιου τύπου Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	14	1.0	4.71	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	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής θερμότητας	14	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.97	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγός				<input type="checkbox"/>	

Τερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An.* (°)	Κόστος (€)
▶ 1	SOMATA	0.938	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (°)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Πίνακας 32 Ενεργειακή αναβάθμιση με αντικατάσταση λέβητα στο σύστημα θέρμανσης.

6.1.2 Αντικατάσταση συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.

Η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης που χρειάζεται για να καλυφθούν οι ανάγκες του κτηρίου γίνεται με τοπικούς ηλεκτρικούς θερμαντήρες όπου χρησιμοποιούν την ηλεκτρική ενέργεια ως πηγή ενέργειας και έχουν ισχύ 6 kW. Αυτή η τιμή είναι ικανοποιητική για το κτήριο μας και τις ανάγκες του συνεπώς για να μην προβούμε σε παραπάνω έξοδα θα κρατήσουμε το σύστημα παραγωγής όπως έχει αλλά είναι σκόπιμο να αντικαταστήσουμε το σύστημα αποθήκευσης του ζεστού νερού (boiler) όπου αυτή τη στιγμή έχουν βαθμό απόδοσης 0.93 ,με ένα σύστημα αποθήκευσης (boiler) όπου θα έχουν καλύτερο βαθμό απόδοσης. Έτσι , καταλήγουμε στην αντικατάσταση του το σύστημα αποθήκευσης όπου έχει βαθμό απόδοσης 0.98.

Επιπλέον , η υψηλή κατανάλωση οφείλετε στη χρήση ηλεκτρικής αντίστασης ως συμπληρωματική πηγή θερμότητας. Η λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι η τοποθέτηση ενός εναλλάκτη θερμότητας μέσα στο κύλινδρο αποθήκευσης του ζεστού νερού χρήσης όπου το νερό θα θερμαίνεται με τον ίδιο τρόπο που θερμαίνεται και το κτήριο.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ZNX Ηλεκτρικός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An.* (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας	Ηλεκτρισμός	6	1.0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
* 2				1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ανακαλοφορία	Χώρος διέλευσης	B. An.* (-)	Κόστος (€)
▶ 1		<input type="checkbox"/>	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	0.92	

Σύστημα αποθήκευσης

	Τύπος	B. An.* (-)	Κόστος (€)
▶ 1	BOILER	0.98	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Πίνακας 33 Ενεργειακή αναβάθμιση με αντικατάσταση συστήματος αποθήκευσης ZNX.

6.1.3 Αντικατάσταση συστήματος κλιματισμού.

Αν και κατά γενική ομολογία ο βαθμός απόδοσης $ERR=2.5$ των ψυκτικών μονάδων που υπάρχουν στο κτήριο δεν θεωρείται ιδιαίτερα ψηλός αποφασίσαμε να αντικαταστήσουμε τους αερόψυκτες που υπάρχουν στο κτήριο με αερόψυκτες όπου θα έχουν υψηλό βαθμό απόδοσης.

Στο κτήριο μας προσθέσαμε αερόψυκτη κλιματιστική μονάδα με ισχύ 7kW και $ERR=9$ στο ενιαίο χώρο του καθιστικού και της τραπεζαρίας, μια αερόψυκτη μονάδα με ισχύ 3.5kW και βαθμό απόδοσης $ERR=8.48$ στο μικρό διαμέρισμα του ισογείου, και μια ακόμα μονάδα στο μεγάλο υπνοδωμάτιο με ισχύ 2.64kW και βαθμό απόδοσης $ERR=8.08$ όπως βλέπουμε στο παρακάτω πίνακα.

Επιλέξτε τα συστήματα της ζώνης: Υγραση Μηχανικός αερισμός Ηλεκτρικός συλλέκτης Φωτισμός

Θέρμανση Ψύξη ZNX Ηλεκτρικός συλλέκτης

Παραγωγή

	Τύπος	Πηγή ενέργειας	Ισχύς (kW)	B. An.* (-)	EER* (-)	Ιαν (-)	Φεβ (-)	Μαρ (-)	Απρ (-)	Μαι (-)	Ιουν (-)	Ιουλ (-)	Αυγ (-)	Σεπ (-)	Οκτ (-)	Νοε (-)	Δεκ (-)	Κόστος (€)
▶ 1	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	7	1.0	9	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	
2	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	3.50	1.0	8.48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	Αερόψυκτη Α.Θ.	Ηλεκτρισμός	2.64	1.0	8.08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
* 4				1	1													

Δίκτυο διανομής

	Τύπος	Ισχύς (kW)	Χώρος διέλευσης	B. An.* (-)	Μόνωση	Κόστος (€)
▶ 1	Δίκτυο διανομής μικρού μέσου	13.14	Εσωτερικοί ή έως και 20% σε	1	<input type="checkbox"/>	
2	Αεραγωγοί				<input type="checkbox"/>	

Θερματικές μονάδες

	Τύπος	B. An.* (-)	Κόστος (€)
▶ 1	AC	0.958	

Βοηθητικές μονάδες

	Τύπος	Αρ. (-)	Ισχύς (kW)
* 1		1	0

Πίνακας 5.34 Ενεργειακή αναβάθμιση με αντικατάσταση στο σύστημα ψύξης.

Μετά από έρευνα που κάναμε καταλήξαμε στην αντλία θερμότητας LG MULT V IV λόγω του αρκετά υψηλού βαθμού απόδοσης που προσφέρει.

6.1.4 Αντικατάσταση κουφωμάτων

Το κτήριο αποτελείται από 13 συρόμενα παράθυρα και 4 πόρτες κατασκευασμένα από αλουμίνιο. Τα κουφώματα αλουμινίου έχουν μεγάλη αντοχή στο χρόνο και ανθεκτικότητα καθώς και οι φθορές στο υλικό είναι ελάχιστες. Επιπλέον, είναι φιλικά προς το περιβάλλον και ευκολά ανακυκλώσιμα. Αποτελούνται από διπλό υαλοπίνακα με αργκόν όπου αντανakλά τη θερμότητα από όπου και εάν αυτή προέρχεται. Το πρόβλημα που διαπιστώσαμε στα κουφώματα αλουμινίου είναι ότι το υλικό κατασκευής τους είναι πολύ καλός αγωγός της θερμότητας. Έτσι, η θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό και αντίστροφα, μεταφέρεται με μεγαλύτερη ευκολία.

Με βάση τα παραπάνω μειονεκτήματα των κουφωμάτων αλουμινίου, και ύστερα από έρευνα που κάναμε, καταλήξαμε στην αντικατάστασή τους με κουφώματα κατασκευασμένα από συνθετικό πλαστικό PVC. Τα κουφώματα αυτά είναι λιγότερο φιλικά προς το περιβάλλον αλλά έχουν μεγάλη αντοχή στις καταπονήσεις και στις εξωτερικές συνθήκες καθώς χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα ανθεκτικότητας απέναντι στις έντονες καιρικές συνθήκες, στη πάροδο του χρόνου και στη χρήση. Επιπλέον, το υλικό κατασκευής τους έχει μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας σε σύγκριση με το αλουμίνιο. Έτσι τα συνθετικά κουφώματα εμποδίζουν τη μεταφορά θερμότητας από το εξωτερικό προς το εσωτερικό περιβάλλον και αντίστροφα. Η ηχομόνωση που προσφέρουν τα PVC κουφώματα φτάνει στο 70%.

Συμπερασματικά, τα κουφώματα PVC, θα προσφέρουν μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση στο κτήριο μας καθώς και εξοικονόμηση χρημάτων εξαιτίας των θερμομονωτικών επιδόσεών τους και τη συμβολή τους στη μείωση της παραγωγής ενέργειας για την κάλυψη των θερμικών αναγκών και δροσισμού που απαιτεί το κτήριο.

6.1.5 Προσθήκη ηλιακού συλλέκτη και ηλιακού θερμοσίφωνα- εκμετάλλευση των ΑΠΕ.

Η εκμετάλλευση των ΑΠΕ αποτελεί την εύκολη λύση στην αναβάθμιση της ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Η ηλιακή ενέργεια αποτελεί τη πιο σωστή επιλογή των ΑΠΕ λόγω του μεγάλου ηλιακού δυναμικού που διαθέτει η Πελοπόννησος.

Όλες οι περιοχές της Πελοποννήσου έχουν μεγάλη διάρκεια ηλιοφάνειας και σε όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού η ηλιοφάνεια είναι κατά μέσο όρο 11 ώρες τη ημέρα ενώ τον χειμώνα εξαιτίας της μεγάλης νέφωσης η διάρκεια της ηλιοφάνειας ελαττώνεται στις 5 ώρες την ημέρα.

Η βέλτιστη επιλογή για την εκμετάλλευση των ΑΠΕ στην υπό μελέτη κατοικία είναι η εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη-θερμοσίφωνα. Ο ηλιακός συλλέκτης χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια για να συμβάλει στη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Οι παράμετροι που λάβαμε υπόψιν μας για την εγκατάσταση του ηλιακού συλλέκτη είναι ο προσανατολισμός του ως προς το νότο, η κλίση της επιφάνειας ως προς το οριζόντιο επίπεδο και ο συντελεστής σκίασης.

Επιλέξαμε τον επιλεκτικό τύπο του ηλιακού συλλέκτη επιφάνειας 3.5 m² και ο προσανατολισμός τοποθέτησης του ηλιακού συλλέκτη είναι νότιος με μια μικρή απόκλιση ±5⁰ έτσι το αζιμούθιο είναι γ=180⁰ και η κλίση είναι 45⁰. Παρακάτω θα δούμε τα δεδομένα εισαγωγής του ηλιακού συλλέκτη :

Πίνακας 5.35 Ενεργειακή αναβάθμιση με προσθήκη ηλιακού συλλέκτη.

Σύμφωνα με τον πίνακα 5.8 της ΤΟΤΕΕ βρήκαμε τον συντελεστή αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας με βάση τη κλίση και το τύπο του συλλέκτη ο οποίος έχει υπολογιστεί με την μορφή μοντέλου ωριαίας προσομοίωσης λειτουργίας του συστήματος χρησιμοποιώντας κατάλληλο μοντέλο υπολογισμών και λαμβάνοντας υπόψη την απόδοση των ηλιακών συλλεκτών σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 12975.2.2006, τις απώλειες του δικτύου διανομής και δοχείων αποθήκευσης καθώς και την εγκατάσταση.

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

Πίνακας 5.36 Συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας.

Λόγω του ότι η πόλη που βρίσκεται το κτήριο μας δεν καταγράφεται στους πίνακες, επιλέξαμε την Τρίπολη που είναι η πιο κοντινή πόλη στη Δαλαμανάρα. Έτσι με βάση τη κλίση όπου είναι 45° και τη πόλη Τρίπολη ο συντελεστής αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ισούται με 0.349.

6.2 Ενεργειακή κατάταξη ύστερα από τις επεμβάσεις .

Η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου ύστερα από τις επεμβάσεις που επιλέξαμε ανέβηκε στη κατηγορία B+

Μηδενικής Ενεργειακής Κατανάλωσης:													
$EP \leq 0,33 R_R$	A+												
$0,33 R_R < EP \leq 0,50 R_R$	A												
$0,50 R_R < EP \leq 0,75 R_R$	B+												B+
$0,75 R_R < EP \leq 1,00 R_R$	B												
$1,00 R_R < EP \leq 1,41 R_R$	Γ												
$1,41 R_R < EP \leq 1,82 R_R$	Δ												
$1,82 R_R < EP \leq 2,27 R_R$	Ε												
$2,27 R_R < EP \leq 2,73 R_R$	Ζ												
$2,73 R_R < EP$	Η												Η

• Μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης σύμφωνα με τη βέλτιστη (1η) σύσταση

Πίνακας 6.37 Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου ύστερα από τις επεμβάσεις.

Οι πρώτες παρεμβάσεις που έγιναν στο κτήριο είχαν σκοπό τη μείωση των ενεργειακών αναγκών και στη συνέχεια τη κάλυψη του με τα αποδοτικά συστήματα. Ο επόμενος στόχος ήταν η κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων με τη χρήση των ΑΠΕ στο χώρο του κτηρίου. Αυτό επιτεύχθηκε με την εγκατάσταση του ηλιακού συλλέκτη .

Στη συνολική αξιολόγηση , σύμφωνα με τις επεμβάσεις που προτείνονται το κτήριο μας είναι ενεργειακά αποδοτικό και οι επεμβάσεις είναι ενεργειακά σκόπιμες. Η εγκατάσταση του ηλιακού συλλέκτη είναι εξαιρετικά συμφέρουσα επένδυση αφού θα συμβάλει σημαντικά στη μείωση της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας για τη παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συμπέρασμα

Στη παρούσα διπλωματική εργασία, μελετήθηκε η δυνατότητα ενεργειακής αναβάθμισης μιας υφιστάμενης κατοικίας στη περιοχή του Άργους με έτος κατασκευής 1987. Αρχικά πραγματοποιήθηκε ενεργειακή επιθεώρηση στο κτίριο ενώ με τα δεδομένα που συλλέχτηκαν υπολογίστηκε η ενεργειακή απόδοση του κτηρίου με το λογισμικό TEE-K.EN.A.K. Ο λόγος κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του πραγματικού κτηρίου ως προς το κτήριο αναφοράς είναι 0.6 και η ενεργειακή του κλάση είναι η Η.

Από την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό KENAK προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα:

- Το σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης έχει μια σχετικά ικανοποιητική καταναλισκόμενη ενέργεια αλλά μικρό βαθμό απόδοσης συγκριτικά με τις ανάγκες του κτιρίου.
- Αυξημένη παραγωγή πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση.
- Η κατάταξη του υπάρχοντος κτιρίου βάσει του KENAK προέκυψε η Η, γεγονός που καθιστά το κτίριο ενεργειακά μη αποδοτικό.

Στη συνέχεια μελετήθηκαν οι δυνατότητες για ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου με σκοπό την τελική κατάταξη του κτηρίου σε κτήριο ενεργειακά αποδοτικό. Η τοποθέτηση του ηλιακού συλλέκτη στο κτήριο, χρησιμοποιώντας και αξιοποιώντας τις ΑΠΕ συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά είναι και σημαντικός παράγοντας για την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου.

Πρώτη μας παρέμβαση ήταν η αντικατάσταση του συστήματος θέρμανσης. Αντικαταστήσαμε το λέβητα πετρελαίου με έναν λέβητα συμπτυκνώσεων υγραερίου LPG, ο οποίος έχει βαθμό απόδοσης 1 και ισχύ 14kW. Επιπλέον αλλάξαμε τα θερμαντικά σώματα με συστήματα μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης.

Επόμενη παρέμβαση ήταν η αντικατάσταση του boiler στο σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, με ένα σύστημα boiler με μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης καθώς κι η τοποθέτηση ενός εναλλάκτη θερμότητας μέσα στο δοχείο αποθήκευσης νερού.

Τρίτη παρέμβαση ήταν η αντικατάσταση των κλιματιστικών με αερόψυκτες κλιματιστικές μονάδες με μεγαλύτερη ισχύ. Αυτό αποσκοπεί στη μείωση της ενέργειας που χρησιμοποιείται για τις ανάγκες δροσισμού του κτηρίου.

Στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας συμβάλει και η αντικατάσταση των κουφωμάτων στο κτήριο. Η επέμβαση αυτή παίζει μεγάλο ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας καθώς τα κουφώματα PVC όπου αντικατέστησαν τα κουφώματα αλουμινίου προσφέρουν μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση στο κτήριο.

Με τη κατάλληλη σειρά των παρεμβάσεων το κτήριο κατατάχθηκε πλέον στην B+ ενεργειακή κατηγορία, με αποτέλεσμα την μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας στο κτήριο, καθώς και την μείωση του κόστους. Επιπλέον, ο σχεδιασμός ενός ενεργειακά αποδοτικού κτηρίου συμβάλει σταδιακά στην απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα σε μεγάλο βαθμό καθώς και τις συνέπειες που προκαλεί η χρήση τους. Απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα σημαίνει χαμηλότερο κόστος ενέργειας, λιγότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

ΠΗΓΕΣ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ASHRAE, Handbook, HVAC Applications-Educational facilities, ASHRAE, 2003 (όπως αναφέρεται στο περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ τ- 192 , Οκτώβριος 2007)
- ASHRAE, Standard 62, Ventilation for Acceptable indoor air Quality (όπως αναφέρεται στο περιοδικό κτίριο τεύχος 192 , Οκτώβριος 2007)
- ASHRAE, “Thermal Comfort Conditions” ,ASHRAE standard 55-56, New York,1966 (όπως αναφέρεται σε Αξαρηλή, Θεσσαλονίκη 1995)
- ASHRAE, “Handbook of fundamentals”,1985, The American Society of Heating , Refrigerating and Airconditioning Engineers, Inc., New York, 1985 (όπως αναφέρεται σε Αξαρηλή, Θεσσαλονίκη 1995)
- Eichler Friedrich, “Bauphysikalische entwurfslehre Band1: Berechnungsgrundlagen”VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1970 (όπως αναφέρεται σε Αξαρηλή, Θεσσαλονίκη, 1995)
- “Educational Buildings: a list of occupant’s requirements”, in “Building Research and Practice”, Nov-Dec,1978. p.p. 376-378 (όπως αναφέρεται σε Αξαρηλή, Θεσσαλονίκη 1995)
- Givoni B., 1978, L’ Hommen l’ Architecture et le Climat, Editions du Moniteur, Paris
- Lundqvist G.R.,” Thermal field measurements in schools” in Thermal Comfort and Moderate Heat Stress”, Proceedings of the CIB Commission W45
- Rohles F.,” Temperature of temperament: A psychologist looks a thermal comfort”., Ashrae transactions. I,1980, p.p.541-549 (όπως αναφέρεται σε Αξαρηλή, Θεσσαλονίκη 1995)
- Thomson William, «A change of air”, Scribner’s, New York,1979 (όπως αναφέρεται σε Αξαρηλή, Θεσσαλονίκη 1995)
- UCD-OPET, “Daylighting in buildings”,THERMIE, Commission of the European Communities (DGXVII),1994

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανδρεαδάκη Ε., «Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Παθητικά Ηλιακά Συστήματα», University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 1985
- Ανδρεαδάκη Ε., 2006, Βιοκλιματικός σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα, University Studio Press, Θεσσαλονίκη
- Αξαρηλή Κ., Γιάννας Σ., Ευαγγελινός Ε., Ζαχαρόπουλος Η., Μαρδα Ν., Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Περιβάλλοντος Χώρου, Τόμος Α, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, 2001
- Αξαρηλή Κ., Ο Ενεργειακός Σχεδιασμός του Κελύφους και η Αξιοποίηση του «απευθείας» κέρδους στα σχολικά κτίρια – Καθοριστικές παράμετροι Σχεδιασμού για τον Ελληνικό Χώρο, Διδακτορική Διατριβή στο Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, Ιούνιος 1995
- Ευαγγελινός Ε., Ζαχαρόπουλος Η., «Διαδικασία Οργάνωσης Στοιχείων για τη Βιοκλιματική Μελέτη Κτιρίων», Πάτρα 2004
- ΚΑΠΕ, «Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας Μέσω Θερμομόνωσης», Πρόγραμμα Ε.Π.Ε. 3.4.6, Δεκέμβριος 1999
- ΚΑΠΕ, «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής», Πρόγραμμα Ε.Π.Ε. 3.1.4 & Πρόγραμμα Altener ‘Res dissemination”,ΚΑΠΕ, Πικέρμι, Σεπτέμβριος 2002

- Παταργιάς Π., Μπενετάτου Β., 2011, Βιοκλιματικές Εφαρμογές και Καινοτόμες Δράσεις για την Προστασία του Περιβάλλοντος, Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Τσίππρας Κ., Τσίππρας Θ., Οικολογική αρχιτεκτονική, Κέδρος, Ιανουάριος 2005
- ΤΕΕ-Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών, Θεματική ενότητα ΔΕ1: Εισαγωγή στον τομέα της ενέργειας. Α' Έκδοση, Ιούνιος 2011.
- ΤΕΕ-Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών, Θεματική ενότητα ΔΚ1: Θεσμικό πλαίσιο-μεθοδολογία ενεργειακής απόδοσης κτηρίων,Α' Έκδοση, Ιούνιος 2011.
- ΤΕΕ-Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών, Θεματική ενότητα ΔΕ2:Μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, Α' Έκδοση, Ιούνιος 2011.
- ΤΕΕ-Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών, Θεματική ενότητα ΔΕ1: Εισαγωγή στον τομέα της ενέργειας. Α' Έκδοση, Ιούνιος 2011.
- ΤΕΕ-Κατάρτιση ενεργειακών επιθεωρητών, Θεματική ενότητα ΔΚ3:Ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου, Α' Έκδοση, Ιούνιος 2011.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΤΟΠΟΙ

<http://www.buildings.gr>

<http://www.google.gr>

<https://www.athellas.gr/en/plirofories-2/argos/>

https://www.meteoblue.com/historyclimate/climatemodelledB1_264670