

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στον Τομέα Δομοστατικής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αντικείμενο της εργασίας είναι η μελέτη και αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς κτιρίου τριτογενούς τομέα, καθώς και η πρόταση βελτιωτικών επεμβάσεων προς εξοικονόμηση ενέργειας.

Υπεύθυνος κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας ήταν ο επίκουρος καθηγητής κ. Ι. Τζουβαδάκης, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση αυτής και την δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον και επίκαιρο θέμα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα της Διπλωματικής μου Εργασίας την Δρ. αρχιτέκτων μηχανικό – Περιβαλλοντολόγο κ. Ε. Τριάντη, υπεύθυνη του γραφείου Ενεργειακής Διαχείρισης Ε.Μ.Π, για την αμέριστη βοήθειά της, την υποστήριξή της και την συνεργασία της η οποία ήταν καταλυτική για την διεκπεραίωση της Διπλωματικής αυτής Εργασίας.

Ανδρίτσου Α. Ευθυμία

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εξοικονόμηση ενέργειας πρέπει να αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο και πρώτη προτεραιότητα κάθε σύγχρονης ενεργειακής πολιτικής. Δεδομένου ότι ο κτιριακός τομέας καταναλώνει το 40% της απαιτούμενης ενέργειας σε Ευρωπαϊκό επίπεδο, η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε την Οδηγία 2002/91/ΕΚ για τον έλεγχο και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.

Η συγκεκριμένη Οδηγία προβλέπει την ενεργειακή μελέτη ή επιθεώρηση των κτιρίων και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων τους από ανεξάρτητους διαπιστευμένους εμπειρογνώμονες, τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, με απώτερο σκοπό την απόδοση ενεργειακής ταυτότητας στο κτίριο. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία γίνεται μια προσπάθεια ανάλυσης όλου του θεσμικού πλαισίου που διέπει την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης. Το πλαίσιο αυτό περιλαμβάνει την Ευρωπαϊκή Οδηγία, το νόμο 3661/08 που εξέδωσε το ελληνικό κράτος προκειμένου να συμμορφωθεί με τις διατάξεις της Ε.Ε. και τον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (KENAK).

Παράλληλα για την διευκόλυνση της διεξαγωγής του έλεγχου των κτιρίων δημιουργήθηκαν διάφορα υπολογιστικά προγράμματα. Η εργασία αυτή παρουσιάζει ένα από αυτά τα εργαλεία με τα οποία ένας μηχανικός μπορεί να χρησιμοποιήσει για να μελετήσει την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου. Πρόκειται για το λογισμικό TRNSYS. Η Ελλάδα είναι μια από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, που έχει επισήμως αποδεχτεί το παραπάνω λογισμικό για την διεξαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης.

Πιο συγκεκριμένα, εξετάζεται διεξοδικά ο τρόπος λειτουργίας και χρήσης του προγράμματος και γίνεται μια εφαρμογή στο Θωμαΐδειο Κέντρο Εκδόσεων του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, με στόχο την καλύτερη κατανόηση αλλά ταυτόχρονα και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του και της γενικότερης χρηστικότητάς του.

ABSTRACT

Saving energy should be a cornerstone and first priority for every modern energy policy. Since the buildings sector consumes 40% of the energy required at European level, the European Union adopted Directive 2002/91/EC on the control and improvement the energy performance of buildings.

This directive requires the energy study or inspection of buildings and their electromechanical installations by independent accredited experts, the energy auditors, aiming at the energy efficiency in building identity.

This thesis dissertation comprises an attempt at the analysis of the whole institutional framework concerning the energy performance inspection process in buildings. This framework includes the European directive, law 3661/08 issued by the Greek State in order to comply with the provisions of the European Union on the energy efficiency of buildings.

In parallel to facilitate the buildings energy audits were various computer programs. This thesis presents one of these tools, TRNSYS software that can be used for an engineer to study the energy performance of a building. Greece is one of the countries in the European Union that has officially accepted the above software in order to conduct energy audits in buildings.

More specifically, the method of operation and use of the program are examined in detail and an application is presented using the Thomaideio Center of the National Technical University of Athens (NTUA), aimed a better understanding of the program but also the evaluation of results and its general usability.

Πίνακας περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
2. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ.....	9
2.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	9
2.2 ΚΤΙΡΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	10
2.3 ΚΤΙΡΙΑ ΓΡΑΦΕΙΩΝ -ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ.....	17
3. ΝΟΜΟΙ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ.....	19
3.1. Ε.Ε.: ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ.....	19
3.2. ΕΛΛΑΔΑ: ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗ ΜΕ ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ.....	24
4. ΝΟΜΟΣ 3661/08 ΚΑΙ ΚΕΝΑΚ.....	28
4.1. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	28
4.2. ΟΡΙΣΜΟΙ.....	29
4.3. ΟΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΚΕΝΑΚ.....	32
4.4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ: ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ.....	33
4.5. ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ.....	37
4.6. ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ).....	39
5. ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ- ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	42
5.1. ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ & ΜΟΝΩΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	42
5.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ.....	49
6. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	52
6.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ.....	52
6.2. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	52
6.3. ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	53

6.4.	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΑΕΡΙΣΜΟΥ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ (HVAC).....	54
6.5.	ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	55
6.6.	ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	56
7.	ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ.....	58
7.1.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ - ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ.....	58
8.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	62
9.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ TRNSYS.....	65
9.1.	ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ TRNSYS.....	65
9.1.	ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΛΥΖΩΝΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ-ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ PREBID	69
10.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ «ΘΩΜΑΪΔΕΙΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΚΔΟΣΕΩΝ».....	78
10.1.	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	78
10.2.	ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	80
10.3.	ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ TRNSYS	82
10.3.	ΕΤΗΣΙΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ	88
11.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΘΩΜΑΪΔΕΙΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	89
	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ-ΕΠΙΛΟΓΟΣ	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	104
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'	107

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε διεθνές και εθνικό επίπεδο πολλά έχουν αλλάξει στα θέματα ενεργειακής πολιτικής και σχεδιασμού, καθώς έχει φανεί ότι εξοικονόμηση ενέργειας και η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αποτελούν τη μόνη βιώσιμη λύση, με πολλαπλά οφέλη σε κοινωνικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Για το λόγο αυτό, συν τοις άλλοις, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει τα τελευταία χρόνια σε υψηλή προτεραιότητα το θέμα της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων με μια σειρά σχετικών αποφάσεων και οδηγιών που τα κράτη – μέλη οφείλουν να εφαρμόσουν.

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο «Βιοκλιματικός Ανασχεδιασμός του Θωμαΐδειου κτιρίου στην περιοχή Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου» εκπονήθηκε με στόχο να μελετήσει το θεσμικό αυτό πλαίσιο και να εξετάσει τον τρόπο υπολογισμού και βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει την παρακάτω δομή:

Αρχικά, παρατίθεται μια σύντομη περίληψη της διπλωματικής εργασίας, στην οποία παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια σημεία της. Η περίληψη αυτή υπάρχει και στην Αγγλική γλώσσα. Στην συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας περιεχομένων της εργασίας. Ακολουθεί το κύριο σώμα της Διπλωματικής Εργασίας, που αποτελείται από 10 κεφάλαια και τέλος Βιβλιογραφία, αναφορές καθώς και Παράρτημα.

Παρακάτω περιγράφεται συνοπτικά το περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου:

Κεφάλαιο 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά το θέμα της εργασίας και οι φάσεις εκπόνησης της.

Κεφάλαιο 2: ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται καταγραφή της υπάρχουσας κατάστασης σε Ευρώπη και Ελλάδα. Δίνεται μια συνολική εικόνα για την κατανάλωση της ενέργειας από μερικές δεκαετίες πριν έως σήμερα, έτσι ώστε να γίνει κατανοητή η ανάγκη για περιορισμό της.

Κεφάλαιο 3: ΝΟΜΟΙ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Παρουσιάζονται τα σημαντικά σημεία των νόμων και των διατάξεων που έχουν θεσπιστεί από την Ε. Ε. προς την κατεύθυνση της μείωσης την κατανάλωσης ενέργειας στο κτιριακό τομέα.

Κεφάλαιο 4: ΝΟΜΟΣ 3661/08 ΚΑΙ ΚΕΝΑΚ

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνονται αναφορές στο νόμο του ελληνικού κράτους που εναρμονίζει τη χώρα μας με την Ευρωπαϊκή Οδηγία, καθώς και στον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ).

Κεφάλαιο 5: ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ-ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Γίνεται αναφορά στους τρόπους μετάδοσης της θερμότητας καθώς και στις θερμικές απώλειες. Επίσης παρουσιάζονται τα μεγέθη θερμομονωτικής ικανότητας και ο ρόλος του ενεργειακού ισοζυγίου.

Κεφάλαιο 6: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Γίνεται αναφορά στους παράγοντες που επηρεάζεται η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Δηλαδή από τον προσανατολισμό, το κέλυφος τις γεωμετρικές αναλογίες του κτιρίου, τα συστήματα θέρμανσης, αερισμού, κλιματισμού, τεχνητό φωτισμό, ηλεκτρικές συσκευές.

Κεφάλαιο 7: ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι στόχοι και οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και τα παθητικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού και φωτισμού.

Κεφάλαιο 8: ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Γίνεται μια σύντομη ανάλυση του κύκλου ζωής του κτιρίου και παρουσιάζονται οι επιπτώσεις στο περιβάλλον στον άνθρωπο και στην οικονομία. Προτείνονται και βελτιωτικά μέτρα.

Κεφάλαιο 9: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ TRNSYS

Στο ένατο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στο προγραμματιστικό περιβάλλον του TRNSYS και παρουσιάζεται ο τρόπος λειτουργίας του (απαιτούμενες είσοδοι, υπολογιστική διαδικασία, αποτελέσματα).

Κεφάλαιο 10: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ «ΘΩΜΑΪΔΕΙΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΚΔΟΣΕΩΝ»

Έχουμε μια απτή εφαρμογή του προγράμματος στο Θωμαΐδειο κτίριο στην Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου. Δίνονται με ακρίβεια και ανάλυση όλες οι είσοδοι που χρειάζεται το λογισμικό καθώς επίσης παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα.

Κεφάλαιο 11: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΘΩΜΑΪΔΕΙΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Στο ενδέκατο κεφάλαιο γίνεται αποτίμηση της υπάρχουσας ενεργειακής συμπεριφοράς του εξεταζόμενου κτιρίου και προτείνονται τρόποι βελτίωσης της.

2. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ

2.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Σημαντική αλλαγή στο παγκόσμιο ενεργειακό τοπίο αποτέλεσε η βιομηχανική επανάσταση σε συνδυασμό με τη ραγδαία αύξηση του πληθυσμού. Ο παγκόσμιος πληθυσμός τριπλασιάστηκε στην περίοδο από 1859 έως 1970 ενώ η κατά κεφαλή χρήση ενέργειας εικοσαπλασιάστηκε. Η κατά κεφαλή κατανομή βέβαια της ενέργειας διαφέρει πάρα πολύ από χώρα σε χώρα. Συγκεκριμένα, κατά μέσο όρο, οι κάτοικοι των αναπτυγμένων χωρών χρησιμοποιούν 6 φορές περισσότερο πετρέλαιο από τους κατοίκους των αναπτυσσόμενων χωρών. Ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών υπολογίζει ότι ο παγκόσμιος πληθυσμός θα φτάσει περίπου τα 8 δισεκατομμύρια μέχρι το 2025, τα 9,2 δισεκατομμύρια μέχρι το 2075, ενώ ο σημερινός πληθυσμός είναι 6,4 δισεκατομμύρια [39].

Δεδομένης της ανάπτυξης χωρών όπως η Κίνα, η Ινδία κ.α., η κατακόρυφη αύξηση των ενεργειακών αναγκών είναι κάτι το αναπόφευκτο. Η κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζει συνεχή αύξηση με σοβαρές επιπτώσεις στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος, στην εξάντληση των φυσικών πόρων και κατά συνέπεια στην ποιότητα ζωής. Για την αντιμετώπιση όλων αυτών των επιπτώσεων, πρωταρχικό ρόλο αποκτά η εξοικονόμηση ενέργειας, συμβάλλοντας αποτελεσματικά στην παγκόσμια οικονομία, στην κάλυψη των κοινωνικών και αναπτυξιακών αναγκών και στην προστασία του περιβάλλοντος. Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι η φθηνότερη, εναλλακτική, ήπια, καθαρή και άμεσα διαθέσιμη πηγή ενέργειας για την αντιμετώπιση των σύγχρονων οικονομικών και ενεργειακών αναγκών. Η ζήτηση σε φυσικούς πόρους έχει αυξηθεί κατά 70% από το 1970 έως το 2000, ενώ μέχρι το 2025 αναμένεται περαιτέρω αύξηση κατά 50% περίπου [39]. Η δεδομένη εξάντληση των φυσικών αποθεμάτων, κυρίως του πετρελαίου, έχει οδηγήσει στην άμεση ανάγκη αξιοποίησης εναλλακτικών μορφών ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική κ.α. Σύμφωνα με στοιχεία του Τμήματος Ενεργειακής Διαχείρισης των Η.Π.Α. (EIA) και της αναφοράς International Energy Outlook 2004, η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας από 60,6 τρισεκατομμύρια kWh το 1970, ανήλθε σε 128,5 τρισεκατομμύρια kWh το 2005 σημειώνοντας αύξηση κατά 112%, ενώ αναμένεται αύξηση της τάξης του 40% για το χρονικό διάστημα 2005-2025.

Τα 25 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης καταναλώνουν σήμερα περίπου 1.725 mtoe (εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου) ενέργεια ετησίως, η τιμή της οποίας κυμαίνεται στα 500 δις ευρώ ή κατ' αναλογία πάνω από 1.000 ευρώ ανά άτομο ετησίως [46].

Άμεση συνέπεια της διαρκώς αυξανόμενης ενεργειακής κατανάλωσης σε όλους τους τομείς (βιομηχανία, μεταφορές, γεωργία, οικιακός, εμπορικός και τριτογενής τομέας κ.α.) είναι η αύξηση των εκπομπών ρυπογόνων αερίων που προκαλούν την ατμοσφαιρική ρύπανση και επιτείνουν το φαινόμενο

του θερμοκηπίου. Η ενέργεια είναι η πηγή του 78% του συνόλου των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση [46].

Με σκοπό τη λήψη μέτρων για την αντιμετώπιση αυτού του περιβαλλοντικού προβλήματος κρίθηκε επιτακτική η ανάγκη μίας παγκόσμιας συνεργασίας που οδήγησε το 1997 στο Πρωτόκολλο του Κιότο, κεντρικός άξονας του οποίου είναι οι νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των βιομηχανικά αναπτυγμένων κρατών να μειώσουν τις εκπομπές έξι αερίων του θερμοκηπίου (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFC , PFC , SF_6) την περίοδο 2008-2012 σε ποσοστό 8 % για την Ευρώπη, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.

Το ποσοστό αυτό αποτελεί το συνολικό στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο διακανονισμός όμως των επιμέρους υποχρεώσεων ανάμεσα στα κράτη μέλη παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις. Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα είχε επιτραπεί η αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 25% ως το 2010 σε σχέση με τις εκπομπές του έτους αναφοράς. Μέχρι το 2000 όμως οι εκπομπές είχαν ήδη αυξηθεί κατά 23,4%, ενώ αναμενόταν μέχρι το 2010 η αύξηση να φτάσει το 35%, πρόβλεψη που μεταφράζεται σε τεράστιο περιβαλλοντικό αλλά και οικονομικό κόστος, αφού η χώρα θα έπρεπε να πληρώσει τα δικαιώματα αγοράς ρύπων σε άλλες χώρες [48]. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ΔΕΗ ήδη πληρώνει 12 εκατ. ευρώ το χρόνο για να αγοράσει δικαιώματα ρύπανσης. Παρόλα αυτά με τα τελευταία στοιχεία που ανακοίνωσε η υπουργός ΠΕΚΑ, σήμερα οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι αυξημένες κατά 23 % σε σχέση με το έτος βάσης, έναντι στόχου για 25%, σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο και οι εκπομπές συνεχίζουν να μειώνονται.

Είναι προφανής η επιτακτική ανάγκη ορθολογικής χρήσης των πηγών ενέργειας έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες με τη μικρότερη δυνατή ενεργειακή και περιβαλλοντική επιβάρυνση [48].

2.2 ΚΤΙΡΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Το δομημένο περιβάλλον έχει άμεσες επιπτώσεις στο φυσικό. Σε όλα τα στάδια της ζωής τους - από την κατασκευή, τη χρήση, τη συντήρηση, την ανακαίνιση ως την κατεδάφισή τους - τα κτίρια επιδρούν καθοριστικά τόσο στο περιβάλλον όσο και στην ποιότητα ζωής και στην υγεία των κατοίκων αλλά και των περιοίκων. Ο κλάδος των κατασκευών, σε παγκόσμιο επίπεδο, καταναλώνει περίπου το 1/6 των φυσικών πόρων. Η θέρμανση, ο κλιματισμός, η παραγωγή ζεστού νερού, ο τεχνητός φωτισμός και η λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών απαιτούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας και συνεπάγονται έμμεσες ή άμεσες εκπομπές ρύπων στην ατμόσφαιρα. Στην Ευρώπη, η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια προκαλεί το 40-45% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο αποτελεί το σημαντικότερο αέριο του θερμοκηπίου [33].

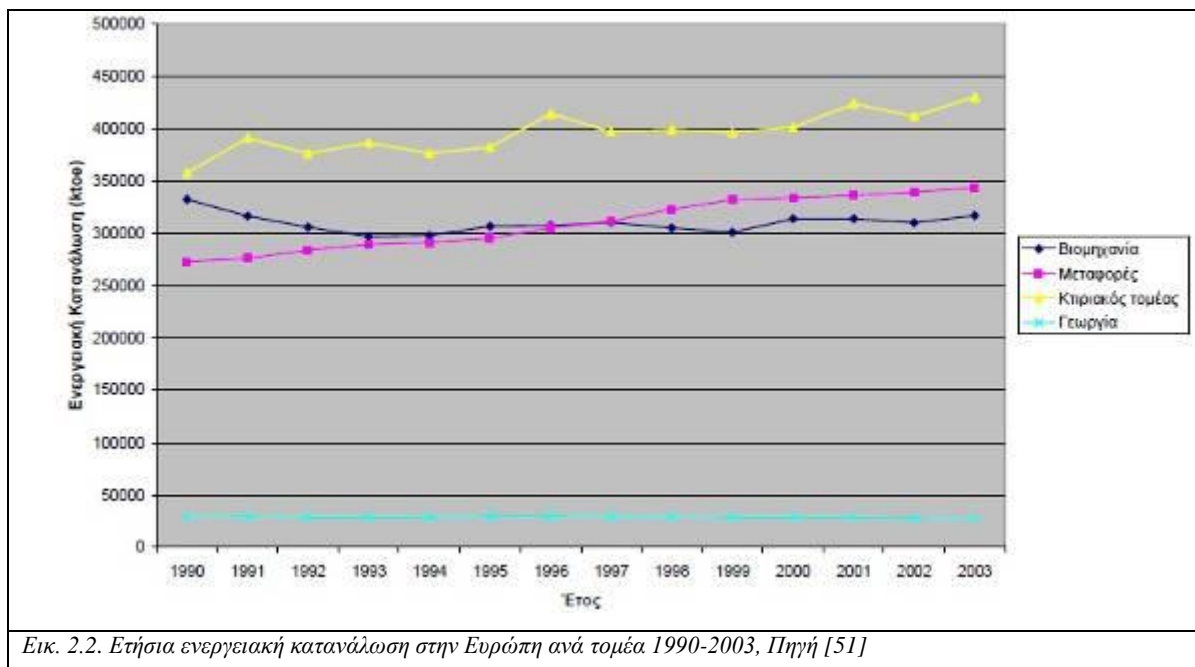
Δεδομένου ότι ο κάτοικος των αστικών κυρίως κέντρων βιώνει το 80% της ζωής του στο εσωτερικό των κτιρίων, είναι προφανής η επίδραση της ποιότητας του εσωτερικού κλίματος τόσο στην υγεία και την άνεση, όσο και στην παραγωγικότητα του [36]. Η υποβάθμιση του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος ειδικά τα τελευταία χρόνια και η χρήση υλικών και συσκευών μη φιλικών προς το περιβάλλον έχουν συντελέσει στη εμφάνιση σημαντικών προβλημάτων στα κτίρια. Ειδικότερα, η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στα μεγάλα αστικά κέντρα έχει συντελέσει στη δραματική αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας για το δροσισμό των κτιρίων κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η απαιτούμενη ενέργεια για το δροσισμό ενός κτιρίου στο κέντρο της Αθήνας είναι σχεδόν διπλάσια από την απαιτούμενη στην περιφέρεια της πόλης [36].

Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο κτιριακός τομέας, ο οποίος συνίσταται στον οικιακό, τον εμπορικό και τον τριτογενή (δημόσια και ιδιωτικά κτίρια, νοσοκομεία, σχολεία, ξενοδοχεία, γραφεία, αθλητικές εγκαταστάσεις κλπ), απορροφά κατά μέση τιμή το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, που αναλογεί σε 500 mtoe περίπου. Ανά χώρα, η κύμανση ποικίλλει από 20% για την Πορτογαλία ως 45% για την Ιρλανδία, ενώ για την Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στο 30% [33].

Αναλυτικά, στην *Εικ. 2.1*, παρατίθεται η κατανομή της ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρώπη για τους σημαντικότερους τομείς και για το χρονικό διάστημα 1990-2003, σύμφωνα με στοιχεία της Eurostat. Βάσει αυτών των στοιχείων, από την *Εικ. 2.2* φαίνεται ο κυρίαρχος ρόλος του κτιριακού τομέα στην ενεργειακή κατανάλωση. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι για το ίδιο χρονικό διάστημα η κατανάλωση ενέργειας για τον εμπορικό και τριτογενή τομέα αυξήθηκε κατά 27%.

Έτος	Βιομηχανία	Μεταφορές	Οικιακός τομέας	Εμπορικός/ Τριτογενής τομέας	Γεωργία
1990	332.250	272.588	255.955	101.450	29.034
1991	316.228	275.857	279.538	111.183	29.342
1992	305.428	283.779	267.668	108.324	28.864
1993	296.557	289.099	278.183	107.962	28.890
1994	297.498	290.842	267.857	108.266	28.861
1995	306.316	294.836	270.957	110.917	29.630
1996	307.265	304.778	291.900	121.710	29.444
1997	310.090	311.084	281.006	115.660	29.093
1998	305.001	322.768	280.425	118.335	29.168
1999	300.583	331.877	277.688	118.432	28.776
2000	313.414	333.651	282.778	118.193	28.663
2001	313.616	335.748	298.581	124.740	28.602
2002	309.620	339.034	289.777	121.775	27.922
2003	316.595	343.458	300.264	129.241	27.620

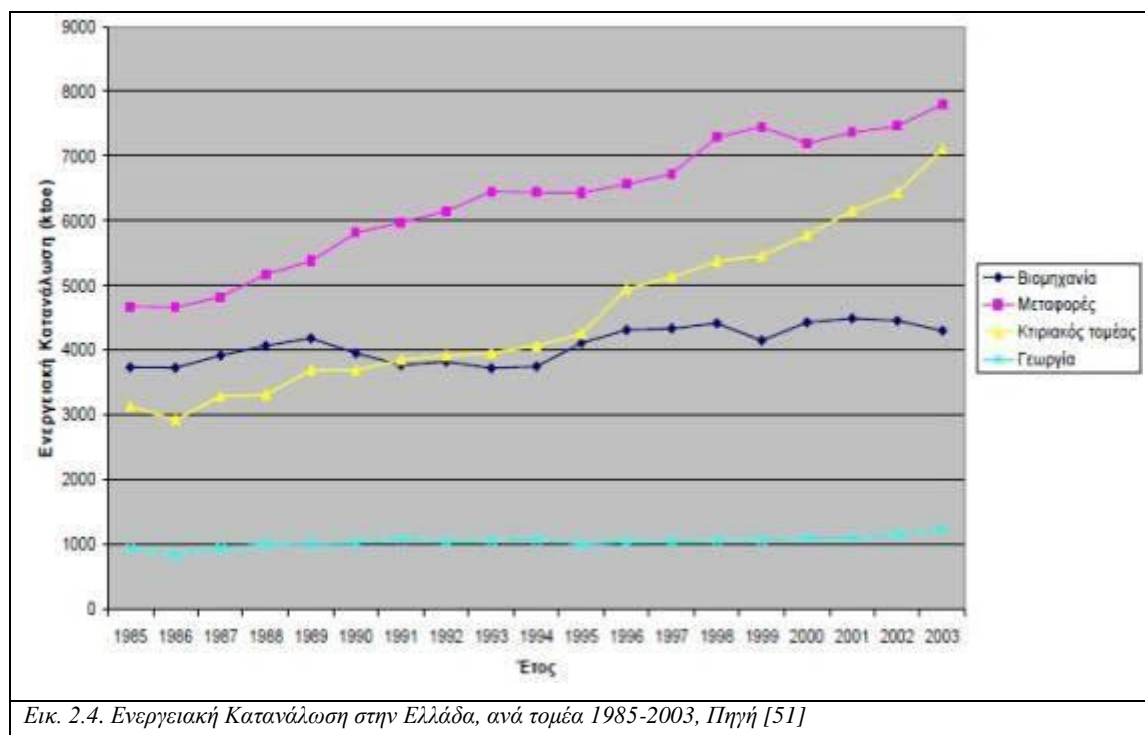
Εικ. 2.1. Ενεργειακή Κατανάλωση στην Ευρώπη, ανά τομέα (ktoe), Πηγή [51]



Αντίστοιχα, στις Εικ. 2.3 και Εικ. 2.4 παρουσιάζεται η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση ανά τομέα για την Ελλάδα και για το χρονικό διάστημα 1985-2003. Παρατηρείται η ραγδαία αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας που αφορά τον κτιριακό τομέα ιδιαίτερα μετά το 1993. Εντυπωσιακός είναι ο υπερτετραπλασιασμός στην κατανάλωση που σχετίζεται με τον εμπορικό και τριτογενή τομέα για το παραπάνω χρονικό διάστημα, όπως φαίνεται στην Εικ. 2.4.

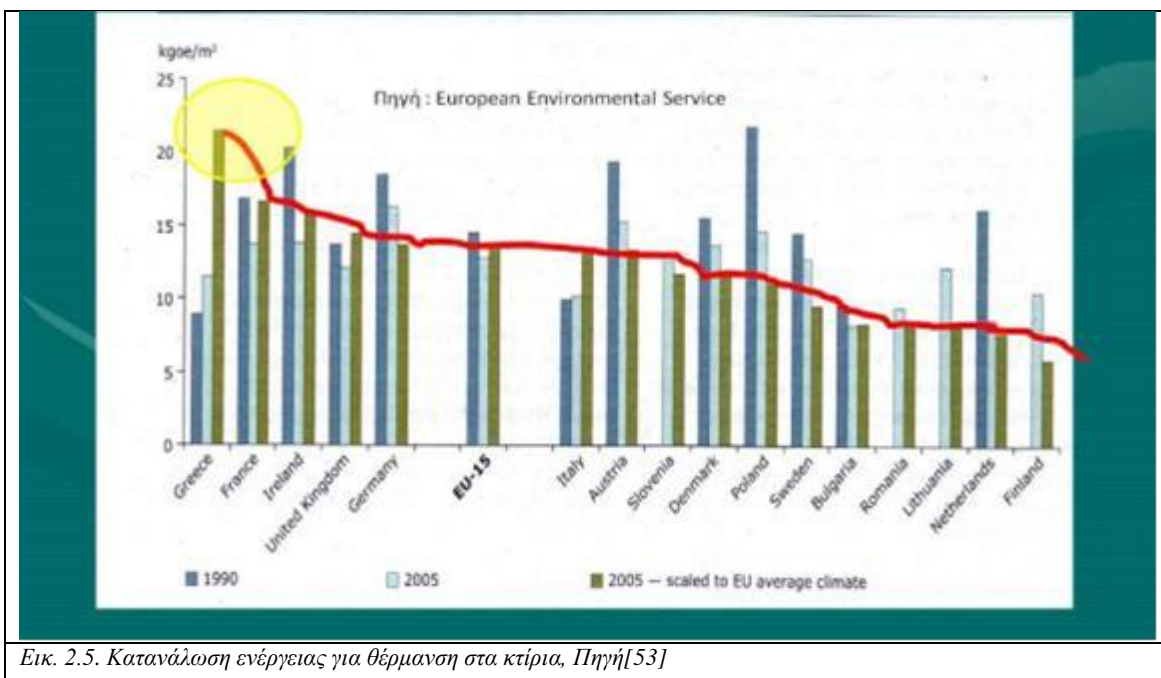
Έτος	Βιομηχανία	Μεταφορές	Οικιακός τομέας	Εμπορικός/ Τριτογενής τομέας	Γεωργία
1985	3.736	4.675	2.786	351	941
1986	3.729	4.661	2.558	372	846
1987	3.921	4.830	2.895	401	937
1988	4.071	5.176	2.881	434	1.009
1989	4.185	5.381	3.234	463	1.015
1990	3.953	5.816	3.054	641	1.020
1991	3.771	5.977	3.131	722	1.091
1992	3.828	6.149	3.161	762	1.050
1993	3.725	6.451	3.154	804	1.066
1994	3.753	6.442	3.201	872	1.075
1995	4.113	6.431	3.327	930	1.005
1996	4.314	6.561	3.937	1.013	1.040
1997	4.339	6.726	4.047	1.087	1.050
1998	4.421	7.292	4.184	1.193	1.069
1999	4.154	7.453	4.223	1.234	1.070
2000	4.432	7.196	4.470	1.308	1.102
2001	4.496	7.363	4.683	1.468	1.101
2002	4.458	7.460	4.898	1.536	1.144
2003	4.304	7.800	5.447	1.663	1.240

Εικ. 2.3. Ενεργειακή Κατανάλωση στην Ελλάδα, ανά τομέα(ktoe), Πηγή [51]



Εικ. 2.4. Ενεργειακή Κατανάλωση στην Ελλάδα, ανά τομέα 1985-2003, Πηγή [51]

Στην Ελλάδα μέχρι και 30% περισσότερη ενέργεια απαιτείται για την ικανοποίηση των συνθηκών θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα στα κτίρια, τα οποία αντιμετωπίζουν στην πλειονότητα τους πρόβλημα επαρκούς μόνωσης, ιδιαίτερα όσα κατασκευάστηκαν πριν από το 1980. Μεταξύ των πλέον ενεργοβόρων κτιρίων στην Ε.Ε., τα ελληνικά απορροφούν το 1/3 της καταναλισκόμενης ενέργειας και έχουν απώλειες θέρμανσης από πόρτες και παράθυρα, με αποτέλεσμα να χαραμίζουν πολύτιμη ενέργεια και χρήματα και ταυτόχρονα να εκπέμπουν περιττές ποσότητες επικίνδυνων ρύπων που ευθύνονται για το «φαινόμενο του θερμοκηπίου». Στον κτιριακό τομέα οφείλεται το 45% του CO₂ της χώρας και η κατανάλωση του 35% της συνολικής της ενέργειας. Μάλιστα είχαμε αύξηση κατά 25% στην ενέργειας που χρειάζονται τα κτίρια μας για να θερμανθούν, να ψυχθούν και να ηλεκτροδοτηθούν μόνο μέσα στην τελευταία πενταετία. Άξιο προσοχής είναι ότι η Ελλάδα, μαζί με την Ισπανία, σημειώνει τη μεγαλύτερη αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση μεταξύ των κρατών μελών. Ενώ αντίθετα χώρες βορειότερα στο ημισφαίριο που πλήττονται από δριμύτερους χειμώνες, όπως η Σουηδία και το Βέλγιο, κατάφεραν να μειώσουν κατά 5% την ενεργειακή τους κατανάλωση. Στην Ελλάδα, μια χώρα εύκρατη με πολύ λιγότερες θερμικές απαιτήσεις λόγω του ήπιου χειμώνα, οι ανάγκες για θέρμανση κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης [52]. Στην Εικ. 2.5 παρατηρούμε ότι η Ελλάδα παρουσιάζει τρεις φορές μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για την θέρμανση κατοικιών από την Φινλανδία υπό ομογενοποιημένες κλιματικές συνθήκες [53].



Εικ. 2.5. Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση στα κτίρια, Πηγή[53]

Η συνεχής αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια ήταν τόσο ποσοτική, όσο και ποιοτική. Τα αίτια :

Α. Η ύπαρξη της μεγάλης πλειοψηφίας των κτιρίων που κατασκευάστηκαν πριν το 1980, τα οποία δεν είναι θερμομονωμένα, και απαιτούν πολύ μεγάλα ποσά ενέργειας για να εξασφαλίσουν τις συνθήκες άνεσης το χειμώνα.

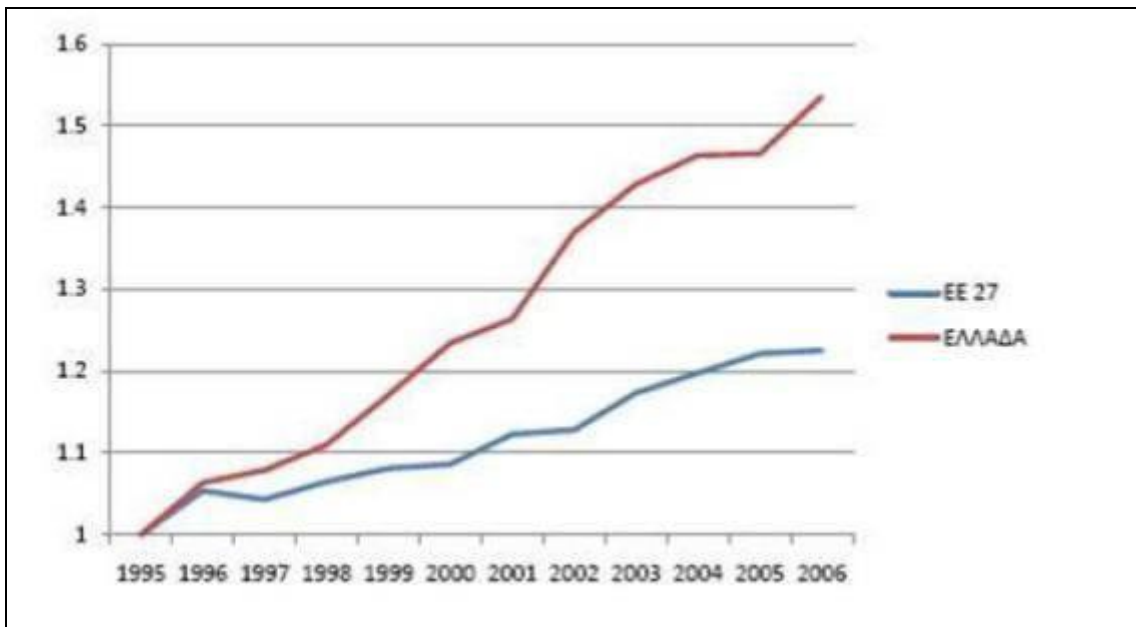
Β. Η κατά κανόνα, μέτρια κατάσταση των συστημάτων θέρμανσης, που οδηγεί σε μειωμένους βαθμούς απόδοσης και επομένως αυξημένη κατανάλωση ενέργειας και περιβαλλοντική επιβάρυνση.

Γ. Η συνεχής αύξηση, τόσο σε αριθμό όσο και σε εγκατεστημένη ισχύ, των συστημάτων και συσκευών που καταναλώνουν ηλεκτρική, κυρίως, ενέργεια

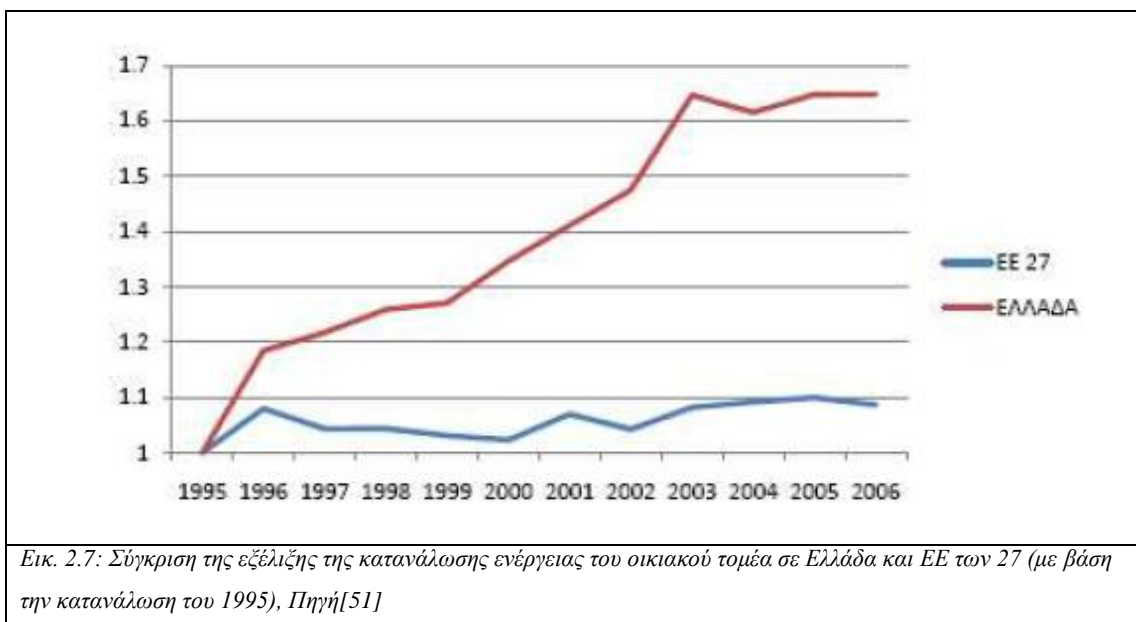
Δ. Η ολοένα ισχυρότερη απαίτηση για βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και εργασίας, ιδίως το καλοκαίρι, που σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους των συσκευών, οδήγησε στην εγκατάσταση πάνω από 3.000.000 κλιματιστικών μονάδων τα τελευταία 25 χρόνια.

Ε. Η παντελής έλλειψη σύγχρονης νομοθεσίας για την ενέργεια στις κατασκευές [53].

Η κατανάλωση ενέργειας για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχεται στο 18% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου. Οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, όπου χρησιμοποιείται ως καύσιμο αποκλειστικά το πετρέλαιο, αντιστοιχούν στο 35,5% του συνόλου. Το υπόλοιπο 64% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρικό ρεύμα και καυσόξυλα. Σε αντίθεση με το σύνολο της Ε.Ε., στην Ελλάδα η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια παρουσιάζει αυξητική τάση με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 7% [51].

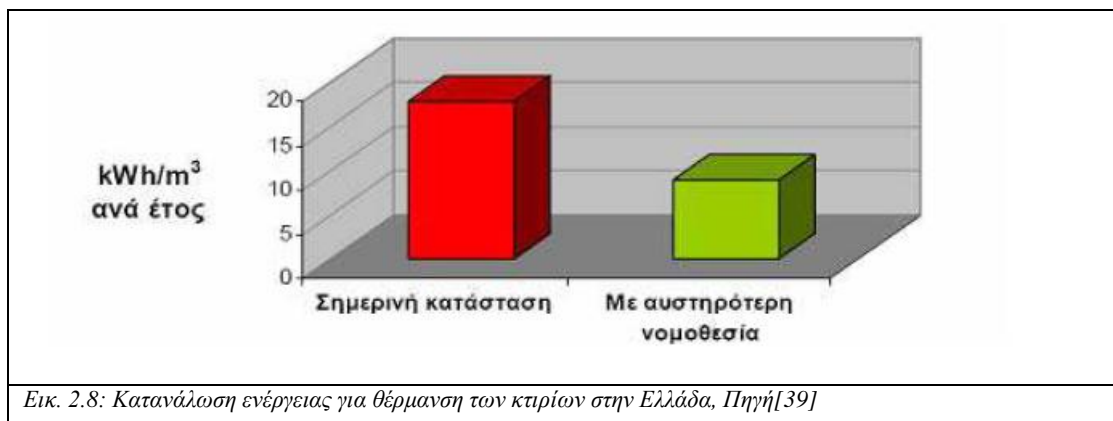


Εικ. 2.6: Σύγκριση της εξέλιξης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας οικιακού τομέα σε Ελλάδα και ΕΕ των 27 (με βάση την κατανάλωση του 1995), Πηγή[51]



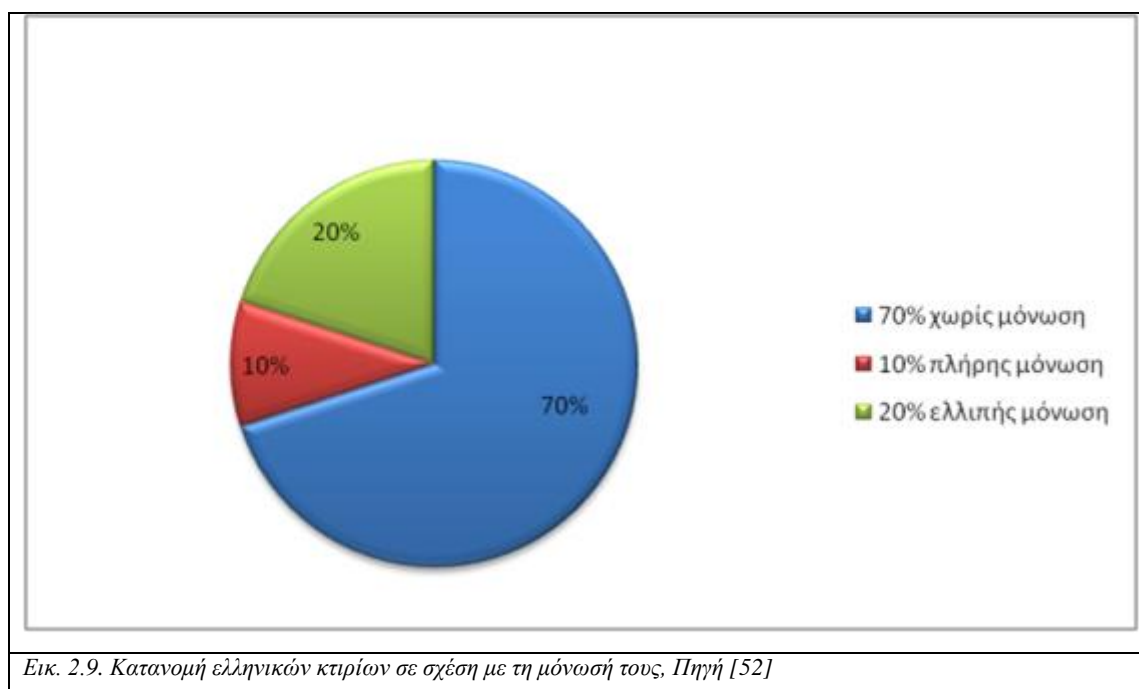
Εικ. 2.7: Σύγκριση της εξέλιξης της κατανάλωσης ενέργειας του οικιακού τομέα σε Ελλάδα και ΕΕ των 27 (με βάση την κατανάλωση του 1995), Πηγή[51]

Αν εφαρμοζόταν στη χώρα μας ο ίδιος οικοδομικός κανονισμός με της Δανίας, που είναι κατά πολύ αυστηρότερος, τα νέα κτίρια θα κατανάλωναν μόνο τη μισή ενέργεια για τις ανάγκες θέρμανσης. Αυτό ουσιαστικά επιδιώκεται με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ (EPBD) για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Οπότε φυσικό επακόλουθο είναι μία ελληνική κατοικία να καταναλώνει 70-80% περισσότερη ενέργεια για θέρμανση, σε σχέση με μία αντίστοιχη στη Δανία, λόγω ελλειπών μέτρων μόνωσης και χρήσης μη αποδοτικών συστημάτων θέρμανσης.



Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠ.ΑΝ. στην Ελλάδα τα κτίρια κατοικιών αντιπροσωπεύουν το 76% του συνόλου. Από αυτά το 70% μέχρι το 2001 δεν είχαν μόνωση και μόνο το 29% έχει κτιστεί μετά το 1981. Οι δυνατότητες εξοικονόμησης είναι αρκετές αν λάβει κανείς υπόψη του ότι σύμφωνα με στοιχεία μέχρι το 2001 από το σύνολο των κτιρίων:

- 2,1% έχουν διπλά τζάμια
- 30,4% έχουν μόνωση δώματος
- 12,7% έχουν μόνωση πυλωτής
- 1,5% έχουν μόνωση δαπέδου
- 4,2% έχουν μόνωση σωληνώσεων στην εγκατάσταση θέρμανσης
- 20% έχουν μόνωση εξωτερικών τοίχων (αφού το 29% κτίστηκε μετά το 1981 όπου από τότε άρχισε να ισχύει ο κανονισμός θερμομόνωσης)



2.3 ΚΤΙΡΙΑ ΓΡΑΦΕΙΩΝ -ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

Στην Ευρώπη, έχει εκτιμηθεί η ύπαρξη περίπου 1,2 δις m^2 κλιματιζόμενων χώρων γραφείων [18]. Η κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια γραφείων είναι από τις μεγαλύτερες συγκριτικά με άλλους τύπους κτιρίων. Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση σε κτίρια γραφείων κυμαίνεται ανάμεσα σε 100-1000 kwh/m^2 [18] και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως η γεωγραφική θέση, η κατασκευή του κτιρίου, ο τύπος και η χρήση του εξοπλισμού, τα προγράμματα λειτουργίας, ο τύπος φωτισμού, ο τύπος των συστημάτων θέρμανσης-αερισμού-κλιματισμού (HVAC) κ.α.

Η ενέργεια στα κτίρια γραφείων καταναλώνεται κυρίως για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό, ενώ ένα σημαντικό ποσό σχετίζεται με την κατανάλωση του ηλεκτρικού εξοπλισμού (υπολογιστές, φωτοτυπικά μηχανήματα κ.α.)

Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα απαριθμεί συνολικά περίπου 3,8 εκατομμύρια κτίρια, σύμφωνα με στοιχεία του 2000 της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας [40]. Απ' αυτά, το 30% περίπου οικοδομήθηκε μετά το 1981 οπότε άρχισε να ισχύει ο Κανονισμός Θερμομόνωσης. Ο συνολικός αριθμός των κτιρίων γραφείων είναι περίπου 900.000 και κατά μέσο όρο 1.500-2.000 κατασκευάζονται κάθε χρόνο [14]. Όσον αφορά την ηλικία των χώρων γραφείων, περίπου 11% κατασκευάστηκαν πριν το 1918, 17% ανάμεσα στο 1918 και στο 1945, 30% ανάμεσα στο 1945 και 1965, 18% ανάμεσα στο 1965 και στο 1970, 12% ανάμεσα στο 1970 και στο 1975, 7% ανάμεσα στο 1975 και στο 1980 ενώ το υπόλοιπο 5% κατασκευάστηκε στην περίοδο 1980-1990 [14].

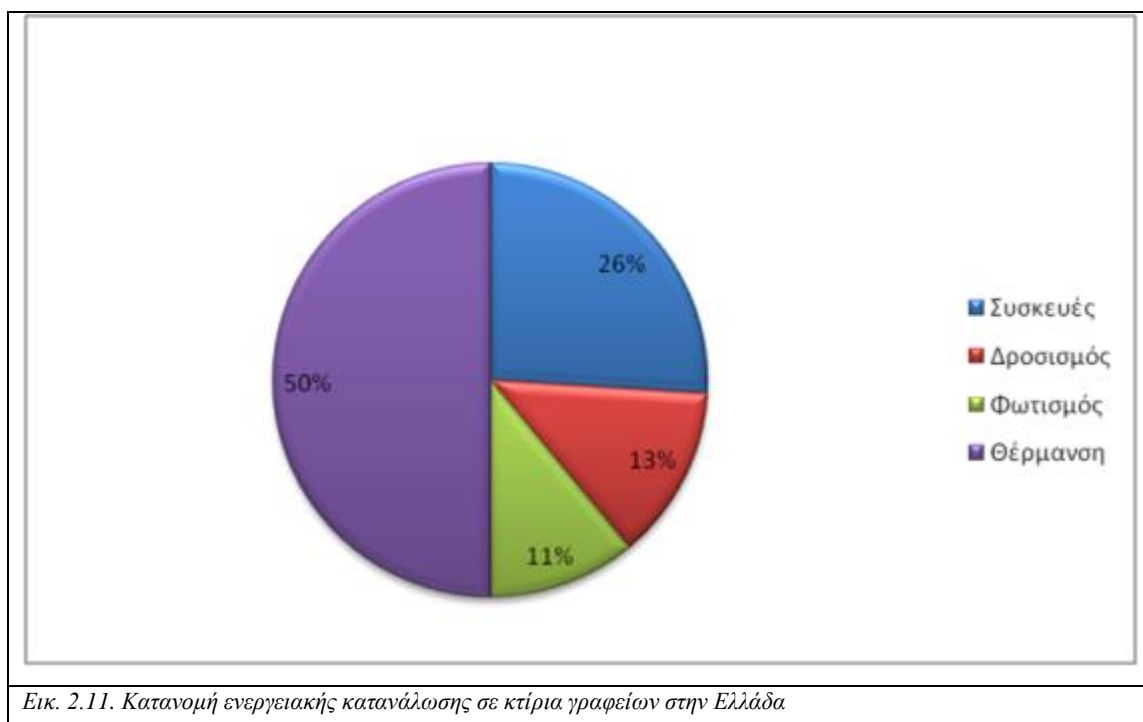
Τα δεδομένα δείχνουν, όπως έχουμε προαναφέρει, ότι μόνο το 30,4% των κτιρίων έχουν μόνωση οροφής, το 1,5% μόνωση δαπέδου, 5,1% μόνωση τοίχων 2,1% διαθέτουν διπλά τζάμια, ενώ μόνο στο 4,2% των κτιρίων το σύστημα διανομής θερμότητας είναι μονωμένο.

Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 186 κλιματιζόμενα και φυσικά αεριζόμενα κτίρια γραφείων, 516 εμπορικά κτίρια, 238 σχολεία, 24 νοσοκομεία και 158 ξενοδοχεία η μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση κυμαίνεται από 90 έως 400 kwh/m^2 [42]. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στην επόμενη *Εικ. 2.10*.

ΤΥΠΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ	Δροσισμός (kwh/m^2)	Θέρμανση (kwh/m^2)	Φωτισμός (kwh/m^2)	Συσκευές (kwh/m^2)	Σύνολο (kwh/m^2)
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

Εικ. 2.10. Μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση σε κτίρια στην Ελλάδα, Πηγή [42]

Για τα κτίρια γραφείων η μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση είναι 187 kWh/m². Η ενέργεια που καταναλώνεται για θέρμανση και δροσισμό αντιστοιχεί στο 63% της συνολικής, όπως φαίνεται στην *Εικ. 2.11*. Όπως παρατηρείται η θέρμανση των χώρων αποτελεί την σημαντικότερη ενεργειακή κατανάλωση για όλα τα κτίρια στην χώρα. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε μια σειρά από παραμέτρους που σχετίζονται με το πλήθος των εγκαταστημένων συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, το είδος της προστασίας των κτιρίων κατά την διάρκεια του χειμώνα και του θέρους, καθώς και στο γεγονός ότι για τον δροσισμό των χώρων χρησιμοποιείται ηλεκτρική ενέργεια και συσκευές με συντελεστή απόδοσης κατά πολύ μεγαλύτερο της μονάδας.



Με σκοπό την κατανόηση των παραμέτρων που καθορίζουν την ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση των κτιρίων γραφείων καθώς και την επισήμανση τεχνικών και μεθόδων βελτιστοποίησής τους, είναι απαραίτητη η ανάλυση του θερμικού προφίλ του κτιρίου και των τρόπων που επιδρούν σ' αυτό οι εσωτερικές συνθήκες και το εξωτερικό περιβάλλον.

3. ΝΟΜΟΙ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

3.1. Ε.Ε.: ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ

Προκειμένου να λάβει μέτρα για τις εκπομπές ρύπων και την ενεργειακή κατανάλωση των διαφόρων κτιρίων το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο θέσπισε την Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοσή τους την οποία έπρεπε τα κράτη μέλη να θέσουν σε εφαρμογή μέχρι τον Ιανουάριο του 2006. Προκειμένου να συμμορφωθούν με την παραπάνω οδηγία υποχρεούνται να εφαρμόσουν όλες τις αναγκαίες νομοθετικές, κανονιστικές και διοικητικές διατάξεις που προβλέπει αυτή. Η οδηγία περιλαμβάνει τις παρακάτω γενικές αρχές [42]:

- Κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων
- Ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια καθώς και υφιστάμενα (>1000 τ.μ.) όταν αυτά υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση (>25%)
- Συστήματα πιστοποίησης για νέα και υφιστάμενα κτίρια και, σε δημόσια κτίρια, τοιχοκόλληση των πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών
- Επιθεώρηση λεβήτων
 - ✓ Ετήσια για 20-100kW
 - ✓ Κάθε διετία >100kW
 - ✓ Κάθε τετραετία για λέβητες φυσικού αερίου
 - ✓ Γενική επιθεώρηση εγκατάστασης και συστάσεις για μετατροπές ή αντικατάσταση σε λέβητες άνω των 15 ετών
- Επιθεώρηση συστημάτων κλιματισμού (ετήσια για ισχύ>12kW)

Η οδηγία αφορά τον τομέα της κατοικίας και τον τριτογενή τομέα (γραφεία, δημόσια κτίρια κλπ.) και σχετίζεται με όλες τις πλευρές της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ώστε το αποτέλεσμα που θα βγει να είναι πραγματικά ολοκληρωμένο και σφαιρικό. Παρόλα αυτά υπάρχουν κτίρια που εξαιρούνται από τη διάταξη σχετικά με την πιστοποίηση, όπως ιστορικά κτίρια, ορισμένα βιομηχανικά κτίρια κλπ [42]. Εξετάζοντας αναλυτικότερα την οδηγία, αυτή έχει υποχρεωτική εφαρμογή [42]:

- ✓ Στην ανέγερση νέων κτιρίων κατοικίας, προσωρινής διαμονής, συνάθροισης κοινού, εκπαίδευσης, υγείας και κοινωνικής πρόνοιας, σωφρονισμού, εμπορίου, γραφείων, βιοτεχνιών και βιομηχανιών
- ✓ Στην επέκταση κτιρίων
- ✓ Στην ανακαίνιση υφιστάμενων κτιρίων, αποκατάσταση όψεων, αλλαγή χρήσης και αναβάθμιση εγκαταστάσεων

- ✓ Στην εφαρμογή επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων

Εξαιρούνται της υποχρεωτικής εφαρμογής τα ακόλουθα είδη κτιρίων [42]:

- Ανοιχτά κτίρια, δηλαδή κτίρια αποτελούμενα κατά μεγάλο ποσοστό από ημι-υπαίθριους χώρους και κτίρια στα οποία δεν προβλέπεται μόνιμη ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση θέρμανσης ή ψύξης (θερινές εξοχικές κατοικίες, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης, αγροτικοί οικισμοί)
- Θρησκευτικά κτίρια
- Κτίρια χαρακτηρισμένα ως διατηρητέα για τα οποία η εφαρμογή της οδηγίας θα επέφερε αλλοίωση της φυσιογνωμίας τους
- Νέες μικρές κατοικίες με ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη των 50m²
- Προσθήκες σε υφιστάμενα κτίρια με εμβαδόν προσθήκης μικρότερο των 30m²
- Κτίρια βιοτεχνιών ή βιομηχανιών που θερμαίνονται ή ψύχονται αποκλειστικά μέσω δικτύων των παραγωγικών τους διαδικασιών
- Κτίρια εξειδικευμένης χρήσης τα οποία υπόκεινται σε ειδικές προδιαγραφές που επιβάλλονται από ειδική νομοθεσία, όπως χειρουργεία, χώροι μνημείων, νοσοκομεία και ειδικοί χώροι συνάθροισης

Στόχος της οδηγίας 2002/91/ΕΚ είναι [42] :

- Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της Κοινότητας
- Η ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας
- Η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Η μείωση των εκπομπών ρύπων και γενικά των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Η χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον

Προκειμένου να εφαρμοστούν τα παραπάνω θα πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (κέλυφος, εσωτερικά χωρίσματα, κλπ.)
- Θέση και προσανατολισμός των κτιρίων, περιλαμβανομένων των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών
- Εσωτερικές κλιματικές συνθήκες στις οποίες περιλαμβάνονται οι επιδιωκόμενες συνθήκες θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου
- Εγκαταστάσεις θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης
- Εγκατάσταση κλιματισμού
- Αερισμός φυσικός και εξαναγκασμένος

- Ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού
- Παθητικά ηλιακά συστήματα και ηλιακή προστασία

Παράλληλα με την έκδοση της οδηγίας 2002/91/EK η Ε.Ε. σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) ανέλαβε τη δημιουργία 31 τεχνικών προτύπων για τις ενεργειακές επιδόσεις των κτιρίων για την υποστήριξη της οδηγίας. Κάποια από αυτά έχουν ήδη εγκριθεί, ενώ άλλα βρίσκονται στο στάδιο της μελέτης και αναμένεται να εκδοθούν σύντομα. Η εφαρμογή των προτύπων αυτών αφορά τα κράτη μέλη σε εθνικό επίπεδο. Ταυτόχρονα, στο πλαίσιο του προγράμματος «Ευφυής ενέργεια - Ευρώπη», ξεκίνησε η δημιουργία δύο προγραμμάτων με στόχο την ανταλλαγή εμπειριών μεταξύ κρατών μελών και την επεξεργασία κοινών προσεγγίσεων για την εφαρμογή ορισμένων διατάξεων της οδηγίας.

Στην συνέχεια ακολουθεί μια σύντομη αναφορά σε πρωτοβουλίες, νόμους και διαδικασίες που ακολούθησαν διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες για την εναρμόνιση τους στην Οδηγία 2002/91/EK (EPBD) [47].

Η Δανία με το πρόγραμμα «Αστική Οικολογία», για παράδειγμα, βασίζεται στην κατασκευή πρότυπων οικολογικά οικισμών που σχεδιάζονται και κατασκευάζονται στις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Το 1999 κατασκευάστηκαν, μετά από αρχιτεκτονικό διαγωνισμό, στεγαστικά προγράμματα (Eco-House), ενώ το αρμόδιο Υπουργείο υιοθέτησε ένα ευρύ πρόγραμμα κινήτρων για το 2001 - 2004 με στόχο την προώθηση των αειφόρων κτιρίων. Παράλληλα, σε συνεργασία με το Υπουργείο Ενέργειας η κυβέρνηση της Δανίας θέσπισε ένα πρόγραμμα οικολογικής βαθμονόμησης για κατασκευαστικά υλικά σε σχέση με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Η Δανία, που ήδη διέθετε αυστηρό Κανονισμό ενεργειακής απόδοσης και υποχρεωτικής ενεργειακής βαθμονόμησης, πιστοποίησης και επιθεώρησης εγκαταστάσεων, εφαρμόζει την οδηγία SAVE από το 2006 μετά από τροποποιήσεις που έγιναν το 2005 [47].

Η Ισπανία έχει από το 1999 υιοθετήσει ένα νέο Κανονισμό για την προώθηση των αειφόρων κτιρίων και του αειφόρου πολεοδομικού σχεδιασμού. Ανέπτυξε ένα πρόγραμμα ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων και θέσπισε έναν Οδηγό οικολογικής αποδοτικότητας του αστικού χώρου. Συμμετέχει επίσης στη διεθνή πρωτοβουλία «Το στοίχημα των Πράσινων Κτιρίων», που θεσπίστηκε αρχικά από τον Καναδά και αφορά στις επιθεωρήσεις των κτιρίων των μεγάλων αστικών κέντρων [47].

Η Γερμανία έχει πάρει σοβαρά τις δεσμεύσεις της σε σχέση με την επίτευξη των στόχων του Κιότο και από το 1996 θέσπισε όρια κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων, ενώ ανέλαβε πρόσφατα ένα σημαντικό πρόγραμμα για την ανακαίνιση των υφιστάμενων κτιρίων μέσω της χρήσης

τεχνικών και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας. Στη βάση των προσπαθειών της βρίσκεται μια πολιτική κινήτρων και επιδοτήσεων για την ενθάρρυνση επενδύσεων ενεργειακής αποδοτικότητας, με έμφαση στη χρήση ΑΠΕ. Ο νέος Οικοδομικός Κανονισμός της Γερμανίας βασίζεται στη μελέτη και κατασκευή νέων κτιρίων στις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και στη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων, ενώ εφαρμόζει πλήρως την οδηγία SAVE. Οι πιο πρόσφατες προσπάθειές της αφορούν στην άρση όλων των εμποδίων σχετικά με τη διείσδυση νέων καθαρών τεχνολογιών, ενώ ενσωμάτωσε στη νομοθεσία της όλες τις απαιτήσεις για το σχεδιασμό οικολογικών κτιρίων. Η Γερμανία τροποποίησε (2002 και 2004) τον ισχύοντα, από το 1976, Κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων, ενεργειακής απόδοσης, συντήρησης εγκαταστάσεων και κατανομής δαπανών θέρμανσης θέτοντας αυστηρότερες απαιτήσεις και για φυσικό φωτισμό, δροσισμό και πιστοποίηση υφιστάμενων κτιρίων ανεξαρτήτως ανακαίνισης. Η πλήρης εφαρμογή της Οδηγίας άρχισε το Σεπτέμβριο του 2005 [47].

Η Γαλλία ανανέωσε τη στρατηγική της για τον πολεοδομικό σχεδιασμό εντάσσοντας την αειφόρο διάσταση τόσο σε θέματα κινητικότητας, όσο και ποιότητας του αστικού περιβάλλοντος και εστιάζεται σε μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας και νερού, καθώς και στην ποιότητα των κατασκευαστικών υλικών. Παράλληλα, υιοθέτησε το 2000, ένα νέο κανονισμό για τη θέρμανση που ισχύει από το 2001, όπου καθορίστηκαν αυστηρές προδιαγραφές κατανάλωσης ενέργειας και προωθείται η χρήση κατάλληλων τεχνικών και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας, ενώ ιδιαίτερη μέριμνα έχει ληφθεί για την εξασφάλιση της υγείας των κατοίκων από τον αμίαντο, το ραδόνιο και άλλες επικίνδυνες ουσίες που προέρχονται από τα κατασκευαστικά υλικά [47].

Η Ιρλανδία έχει αναλάβει ανάλογες προσπάθειες, όπου έχει δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στον πολεοδομικό σχεδιασμό με την επιλογή κατάλληλης τοποθεσίας, τον καθορισμό του ύψους των κτιρίων, της σχέσης δομημένου - ελεύθερου περιβάλλοντος, τη χρήση συλλογικών συστημάτων ενέργειας και συστημάτων εξοικονόμησης, καθώς και την ανανέωση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος [47].

Η Ολλανδία έχει βασίσει την πολιτική της στην εξασφάλιση ασφαλούς υγιούς και αειφόρου κατοικίας για όλους σε ένα υγιεινό περιβάλλον. Έχει μεταξύ άλλων αντιμετωπίσει σοβαρά αστικά ζητήματα υποβάθμισης και τώρα εστιάζεται στην εξασφάλιση των απαιτήσεων των κατοίκων της για ένα «Πράσινο Περιβάλλον», έμφαση δίνεται στο μικροκλίμα και στην επάρκεια των χώρων πρασίνου. Παράλληλα, μέσω του Προγράμματος «Αειφόρα Κτίρια 2000-2003» επιχείρησε να σταθεροποιήσει την πολιτική της και να αναπτύξει κατάλληλες τεχνικές και μεθόδους οι οποίες θα χρησιμοποιούνται από όλους σε ζητήματα εξοικονόμησης ενέργειας, νερού, κατασκευαστικών υλικών και σχημάτων οικολογικής βαθμονόμησης. Ιδιαίτερη μέριμνα υπάρχει για το πρόβλημα του αμιάντου, του μόλυβδου,

του ραδόνιου, κλπ. Η Ολλανδία έχει μεγάλη εμπειρία στα κτίρια χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας χάριν της εφαρμογής από το 1995 ικανού ενεργειακού κανονισμού και μεθόδου πιστοποίησης έτσι δεν αντιμετωπίζει ιδιαίτερα προβλήματα στην εφαρμογή της νέας Οδηγίας. Ωστόσο, λόγω του υψηλού ποσοστού κτιρίων που ανεγέρθηκαν πριν το 1997 (93%) αποδίδει μεγάλη προσοχή στη διαδικασία βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του υφιστάμενου κτιριακού της αποθέματος θέτοντας υποχρεωτικές αυστηρότερες απαιτήσεις από το 2005 [47].

Η Αυστρία έχει από χρόνια στη βάση της αστικής πολιτικής της τα θέματα της αειφορίας και το 2000 αναθεώρησε πλήρως τους ισχύοντες κανονισμούς, ώστε να εντάξει όλες τις αναγκαίες διατάξεις που συμβάλλουν στην ταχύτερη επίτευξη του στόχου αυτού [47].

Η Φινλανδία εστιάζει το ενδιαφέρον της στην ανακαίνιση και αποκατάσταση του κτιριακού αποθέματος και στις αναπλάσεις περιοχών, εφαρμόζοντας μια καθαρά οικολογική προσέγγιση που συναρτάται με ισχυρό πλέγμα κινήτρων. Παράλληλα, προωθεί νέες καθαρές τεχνολογίες και πολλά προγράμματα επίδειξης [47].

Η Σουηδία, που έχει από χρόνια επιλύσει ανάλογα προβλήματα, εστιάζει το ενδιαφέρον της στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα και εφαρμόζει πλέον ισχυρή νομοθεσία για τις εκπομπές από κατασκευαστικά υλικά, ενώ μετά από ευρεία καμπάνια ευαισθητοποίησης του κοινού το 1999, έχει απαγορεύσει τη χρήση αμιάντου και άλλων επιβλαβών υλικών. Το πρόγραμμα αειφόρων πόλεων της Σουηδίας ήδη αποτελεί πρότυπο για έναν αριθμό νέων πόλεων ή αναβάθμισης πόλεων στην Κίνα, με τεράστια οφέλη για την οικονομία της Σουηδίας. Η Σουηδία ενσωμάτωσε την οδηγία SAVE το 2006 θέτοντας σε ισχύ την εφαρμογή υποχρεωτικής πιστοποίησης από το 2009, εκτός από τα δημόσια κτίρια και κτίρια κατοικίας, στα οποία η πιστοποίηση είναι υποχρεωτική μετά την 1η Οκτωβρίου του 2006 και έως τις 31 Δεκεμβρίου του 2008 αντίστοιχα [47].

Το Βέλγιο, που από το 2000 διαθέτει Ενεργειακό Κανονισμό για τα νέα κτίρια και την ανακαίνιση κτιρίων, ενσωμάτωσε τη νέα Οδηγία τον Αύγουστο του 2006 και εξασφάλισε την πλήρη εφαρμογή της από το 2007 έως το 2009, έτος μετά το οποίο η Πιστοποίηση για νέα και δημόσια κτίρια θα είναι υποχρεωτική, όπως και οι Επιθεωρήσεις των Η/Μ εγκαταστάσεων [47].

Η Ρουμανία, από το 1997 εφαρμόζει απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, ενώ υιοθέτησε την Οδηγία το 2005. Η νέα υπολογιστική μέθοδος εφαρμόζεται από το τέλος του 2006, ενώ η πιστοποίηση και οι επιθεωρήσεις είναι υποχρεωτικές για νέα και δημόσια κτίρια από το 2007 και από το 2010 για κτίρια κατοικίας όταν ενοικιάζονται ή πωλούνται [47].

Η Βουλγαρία ενσωμάτωσε την Οδηγία το 2004 και την εφαρμόζει από το 2005, θέτοντας υποχρεωτική την ενεργειακή πιστοποίηση των νέων κτιρίων μετά την έκδοση οικοδομικής άδειας και

για όλα τα δημόσια κτίρια, ενώ οι επιθεωρήσεις καυστήρων και συστημάτων κλιματισμού εφαρμόζονται από το 2007 [47].

Η Εσθονία ενσωμάτωσε την Οδηγία και θα έχει πλήρη εφαρμογή από τον Ιανουάριο 2008(υποχρεωτική πιστοποίηση και επιθεώρηση). Στην **Ουγγαρία** η Οδηγία εφαρμόζεται από τον Σεπτέμβριο του 2006, ενώ στη **Νορβηγία** από το 2007. Η Οδηγία έχει ενσωματωθεί, από το 2006 και στην **Πολωνία**, στην οποία η πιστοποίηση των νέων κτιρίων θα είναι υποχρεωτική από το 2008, και οι επιθεωρήσεις θα γίνονται από το 2009. Η **Δημοκρατία της Σλοβακίας** ενσωμάτωσε την Οδηγία το 2006 και θα έχει πλήρη εφαρμογή το 2007-2008. Η πρώτη έκθεση για την εφαρμογή της Οδηγίας στην Ευρώπη, δημοσιεύθηκε το Μάρτιο του 2007. Εκεί αναφέρεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των μελών της Ε.Ε. την εφάρμοσε επιτυχώς και μέσα στα χρονικά περιθώρια (2006). Επίσης η ενεργειακή πιστοποίηση νέων και υφιστάμενων κτιρίων προγραμματίζεται στις περισσότερες χώρες για την περίοδο 2008-2009. Στην εν λόγω έκθεση η Ελλάδα δήλωσε ωστόσο ότι δεν πρόκειται να ενσωματώσει την Οδηγία νωρίτερα από το τέλος του 2007 και ότι σκοπεύει να την θέσει σε πλήρη εφαρμογή το 2009 [47].

Στις 27/7/2007 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στράφηκε δικαστικώς εναντίον της Ελλάδας για μη κοινοποίηση των μέτρων εφαρμογής της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων που εκδόθηκε το 2002, ομοίως επίσης και εναντίον της Εσθονίας και της Πολωνίας για μη κοινοποίηση των αναγκαίων μέτρων εφαρμογής. Με την μη εφαρμογή της οδηγίας, η Ελλάδα, η Εσθονία και η Πολωνία χάνουν την ευκαιρία να εξοικονομήσουν ενέργεια υπό οικονομικώς συμφέροντες όρους [47].

3.2. ΕΛΛΑΔΑ: ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗ ΜΕ ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ

Η εισαγωγή στην έννοια της ενεργειακής οικονομίας έγινε πρώτη φορά με το νόμο - πλαίσιο Ν40/75 "Περί λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας". Ανάλογο θέμα δεν υπήρξε ποτέ ξανά στην Ελληνική νομοθεσία και ως εκ τούτου καμία νομοθετική ρύθμιση δεν μπορούσε να την επικαλεστεί. Από τη στιγμή εκείνη και μετά θεσπίστηκε μια σειρά νόμων και κανονισμών στη διάρκεια των ετών που είχε κοινή κατεύθυνση την εξοικονόμηση ενέργειας.

Συνοπτικά αξίζει να αναφέρουμε:

- 1975 – Ν.40/75 (Νόμος –Πλαίσιο) περί «Λήψης Μέτρων για την Εξοικονόμηση Ενέργειας»
- 1979 – «Κανονισμός για την Θερμομόνωση των Κτιρίων» (ΚΘΚ)
- 1985 – Άρθρο 26 του Ν.1577/85 «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (ΓΟΚ-2000)
- 1985 – Άρθρο 6 Ν.1512/85 για «Κίνητρα Εξοικονόμησης Ενέργειας»

- Νόμος 1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος
- 1989 – Υ.Α 3046/304 «Κτιριοδομικός Κανονισμός»
- 1992 – Ν. 2052/92 περί «Μέτρων για την Καταπολέμηση του αστικού νέφους».
- 1993 – Οδηγία 93/76/ΕΟΚ (SAVE) για «Περιορισμό των εκπομπών CO₂ μέσω της βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης »
- 1995- Σχεδίου Δράσης "Ενέργεια 2001" του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- 1995- Κανονισμού Κατανομής Δαπανών Θέρμανσης
- 1998 – Εναρμόνιση Κοινοτικής Οδηγίας SAVE (21475/4707 ΚΥΑ–ΦΕΚ 880Β /19-8-98)για τον «Περιορισμό των εκπομπών CO₂ με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων» - ΑΡΘΡΟ 4: Κ.ΟΧ.Ε.Ε.
- 1999 – ΥΑ 11038 «ΔΑΚ Κανονισμός Ενεργειακών Επιθεωρήσεων»
- 2001 – Στρατηγική Εξοικονόμησης Ενέργειας στα κτίρια: Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001»
- 2001 – Ν. 2831/00 – Τροποποίηση του Γ.Ο.Κ. (Ν.1577/85) – ΕΞΕ/ΑΠΕ
- 2002 – Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων»
- 2005 – 2006 Επιτροπή εμπειρογνομόνων ΥΠΑΝ (Απόρριψη σχεδίου Κ.ΟΧ.Ε.Ε και αντικατάσταση με ΚΕΝΑΚ, Σχέδιο Μητρώου Ενεργειακών Επιθεωρητών).Εδώ αξίζει να αναφερθεί ότι το Σχέδιο Δράσης "Ενέργεια 2001" για την Εξοικονόμηση Ενέργειας στον Οικιστικό Τομέα (1995) αποτέλεσε ένα σημαντικό βήμα για την εξοικονόμηση ενέργειας. Αποτελεί μέχρι και σήμερα πηγή μιας σειράς νομοθετημάτων και άλλων ρυθμίσεων και πιλοτικών εφαρμογών, σημαντικότερη των οποίων είναι η Κ.Υ.Α 21475/4707/19-8-98, με την οποία θεσπίστηκε ο νέος Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), μετά την απόσυρση του Κ.ΟΧ.Ε.Ε. Προκειμένου να εναρμονιστεί η Ελληνική Νομοθεσία με την οδηγία 2002/91/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης και να ακολουθήσει τον έννομο δρόμο των υπόλοιπων κρατών μελών θεσπίστηκε ο νόμος Ν.3661 που προβλέπει μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων. Η Ελλάδα έπρεπε να είχε μεταφέρει την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων στην νομοθεσία της πριν της 4/1/2006. Ωστόσο κάνοντας χρήση της 2ης παραγράφου του άρθρου 15 της οδηγίας ζήτησε παράταση 36 μηνών για την εφαρμογή της, μέχρι την 4η/1/2009 [52].

Το Υπουργείο Ανάπτυξης μαζί με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) είχαν ολοκληρώσει από το 2002 τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) για τα κτίρια, ο οποίος αποτελούσε ένα κύριο βήμα για την εναρμόνιση της χώρας στην ευρωπαϊκή νομοθεσία, καθώς περιελάμβανε τις απαραίτητες διατάξεις και απαιτήσεις της Οδηγίας. Σκοπός ήταν η χρήση του για αντικατάσταση από το 2006 του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων

του 1979, που ισχύει μέχρι τότε. Με αρωγό τα παραπάνω μέτρα στις 19 Μαΐου του 2008 κατατέθηκε στην Ελληνική Βουλή το Σχέδιο Νόμου (Ν. 3661/2008) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων». Μεταξύ άλλων, ο νόμος προβλέπει [40]:

- Κατάρτιση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων, ο οποίος θα καθορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια, καθώς και για παλιά με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 τ.μ., στις περιπτώσεις που υφίστανται ριζική ανακαίνιση και το κόστος της υπερβαίνει το 25% της αξίας του κτιρίου.
- Έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 50 τ.μ. με ισχύ δέκα ετών.
- Υποβολή στην αρμόδια πολεοδομική αρχή μελέτης πριν από την κατασκευή για τη σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών πηγών ενέργειας σε νέα κτίρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 τ.μ.
- Δημιουργία σώματος επιθεωρητών ενεργειακής απόδοσης, οι οποίοι θα εκδίδουν τα σχετικά πιστοποιητικά.
- Διεξαγωγή τακτικών επιθεωρήσεων στους λέβητες και στις εγκαταστάσεις κλιματισμού των κτιρίων, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και να περιορισθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Επιβολή προστίμων στην περίπτωση μη συμμόρφωσης.

Πριν από την θέσπιση του παραπάνω νόμου στην Ελλάδα οι απαραίτητες μελέτες για την πολεοδομία ήταν:

- Αρχιτεκτονικής
- Διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου
- Θέρμανσης
- Ψύξης
- Θερμομόνωσης
- Ζεστό Νερό Χρήσης
- Τεχνητού Φωτισμού

Αφού τέθηκε σε ισχύ ο Ν.3661, η μελέτη Θερμομόνωσης αντικαταστάθηκε από την **μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων** η οποία περιλαμβάνει [43]:

- Ενεργειακό σχεδιασμό κτιριακού κελύφους
- Συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στις Η/Μ εγκαταστάσεις (μελέτη ενεργειακής αποδοτικότητας συστήματος θέρμανσης, ψύξης, μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης συστήματος ΖΝΧ, συστήματος τεχνητού φωτισμού)

Αναλύοντας περισσότερο τον KENAK βλέπουμε ότι περιλαμβάνει [43]:

- την μεθοδολογία για τον υπολογισμό των αναγκών των κτιρίων σε θέρμανση/ψύξη
- τις ενεργειακές ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης
- την ενεργειακή απόδοση των εγκαταστάσεων θέρμανσης και ψύξης
- το δυναμικό φυσικού φωτισμού
- τη συγκέντρωση φωτιστικής ισχύος των υφιστάμενων εγκαταστάσεων

Ταυτόχρονα, καθορίζονται ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις για τις εγκαταστάσεις:

- θέρμανσης
- ψύξης
- ZNX (Ζεστό Νερό Χρήσης)
- φωτισμού (κυρίως κτιρίων τριτογενούς τομέα)

ενώ δεν παραλείπονται οι προδιαγραφές για τη θερμική συμπεριφορά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους.

Τέλος, χωρίζεται η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σε κατηγορίες, καθίσταται απαραίτητη η διενέργεια **ενεργειακής επιθεώρησης** για την κατάταξη στις κατηγορίες και προδιαγράφονται η μορφή και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου. Στην ενεργειακή επιθεώρηση επιπλέον υποδεικνύονται τεχνικές και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για το υπό μελέτη κτίριο και καθορίζονται οι βασικές αρχές και τα περιεχόμενά της [43].

4. ΝΟΜΟΣ 3661/08 ΚΑΙ ΚΕΝΑΚ

4.1. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Με τον Νόμο 3661 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων» ΦΕΚ 89/19 Μαΐου 2008, εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» (ΕΕ L1 της 4.1.2003). Ο Νόμος 3661 ενσωματώνει όλες τις διατάξεις της Οδηγίας, προβλέπει την έκδοση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων και διακρίνει πέντε βασικές θεματικές ενότητες, οι οποίες αφορούν στον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης και στη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης (άρθρο 3) νέων και υφιστάμενων κτιρίων (άρθρα 4 και 5), στην έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (άρθρο 6), στις επιθεωρήσεις των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού (άρθρα 7 και 8) και στην πρόβλεψη ειδικευμένων και διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών (άρθρο 9). Τα συγκεκριμένα άρθρα παρατίθενται στο Παράρτημα.

Οι σαφείς στόχοι παρατίθενται επιγραμματικά :

- Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης κτιρίων
- Ορθολογικότερη χρήση ενέργειας
- Αξιοποίηση ΑΠΕ (Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας)
- Μείωση περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον, δηλαδή, υλικών που δεν είναι ενεργοβόρα και δεν εκπέμπουν τοξικές ουσίες στον κύκλο της ζωής τους 49.

Ο κανονισμός με τη σειρά του προχωρά στον τρόπο με τον οποίο θα γίνει στην πράξη η εφαρμογή της συγκεκριμένης οδηγίας, με τον καθορισμό των ακόλουθων κύριων σημείων:

- ✓ μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων,
- ✓ ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση,
- ✓ τύπος και το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων,
- ✓ αρμόδια για την εκπόνησή της πρόσωπα,
- ✓ διαδικασία και η συχνότητα διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων/λεβήτων/των εγκαταστάσεων θέρμανσης και των συστημάτων κλιματισμού,
- ✓ τύπος και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης
- ✓ διαδικασία έκδοσής του,
- ✓ ύψος της δαπάνης έκδοσής του και ο τρόπος υπολογισμού της,

Η Οδηγία επιβάλλει την έκδοση ενεργειακού πιστοποιητικού για όλα τα νέα και υφιστάμενα κτίρια, εκτός περιορισμένων εξαιρέσεων. Μάλιστα, στα μεγάλα κτίρια η ανάρτηση του πιστοποιητικού σε δημόσιο χώρο είναι δεσμευτική. Το ενεργειακό πιστοποιητικό θα αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της οικοδομικής άδειας κάθε κτιρίου και χωρίς αυτό είναι αδύνατη η ολοκλήρωση οποιασδήποτε δικαιοπραξίας (πώληση, ενοικίαση, μεταβίβαση κλπ.), που αφορά στο κτίριο. Υπό αυτό το πλαίσιο, κρίσιμος είναι ο ρόλος του ενεργειακού επιθεωρητή, καθώς σύμφωνα με την Οδηγία η ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων και η τακτική επιθεώρηση λεβήτων και συστημάτων κλιματισμού διενεργούνται από διαπιστευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές.

Οι ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις δεν περιορίζονται μόνο στη θερμομόνωση των κτιρίων, όπως ίσχυε με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης, αλλά επεκτείνονται και σε θέματα ηλιοπροστασίας και εγκαταστάσεων θέρμανσης-ψύξης-κλιματισμού-αερισμού και φωτισμού 49.

4.2. ΟΡΙΣΜΟΙ

Τόσο στον Ν.3661 όσο και στον Κανονισμό Ενεργειακής Αποδοτικότητας των κτιρίων εμπεριέχονται κάποιοι βασικοί ορισμοί και που πρέπει να γνωρίζουμε προτού προχωρήσουμε στην περαιτέρω ανάλυση της ενεργειακής μελέτης κτιρίων:

Ενεργειακή απόδοση κτιρίου:

Η ποσότητα ενέργειας που πράγματι καταναλώνεται ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτιρίου, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη θέρμανση, την παραγωγή θερμού νερού, την ψύξη, τον εξαερισμό και το φωτισμό. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με έναν ή περισσότερους αριθμητικούς δείκτες, οι οποίοι έχουν υπολογισθεί λαμβάνοντας υπόψη τη μόνωση, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, το σχεδιασμό και τη θέση του κτιρίου σε σχέση με κλιματολογικούς παράγοντες, την έκθεση στον ήλιο και την επίδραση γειτονικών κατασκευών, την παραγωγή ενέργειας του ίδιου του κτιρίου και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση, στους οποίους περιλαμβάνονται και οι κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό του κτιρίου [47].

Ενεργειακή επιθεώρηση:

Προκειμένου να ελεγχθεί εάν τα νέα ή τα υφιστάμενα ανακαινιζόμενα κτίρια πληρούν τις απαιτήσεις, να αξιολογηθεί η ενεργειακή τους απόδοση, να καταταγούν σε ενεργειακές κατηγορίες και να πιστοποιηθούν, απαιτείται ενεργειακή επιθεώρηση, η οποία θα πραγματοποιείται μετά την αποπεράτωση των εργασιών.

Η Ενεργειακή Επιθεώρηση διενεργείται από κατάλληλα άτομα που έχουν εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις σε θέματα Κτιριακών Εγκαταστάσεων (Κελύφους και συστημάτων Η/Μ). Ο αριθμός των Ενεργειακών Επιθεωρητών και ο χρόνος που απαιτείται για μια Επιθεώρηση εξαρτάται από το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του κτιρίου ή της εγκατάστασης. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, απαιτείται η βοήθεια και συνεργασία του Ιδιοκτήτη του Διαχειριστή του κτιρίου ή του προσωπικού της επιχείρησης που ασχολείται με τη συντήρηση και τη λειτουργία του κτιρίου και των συστημάτων Θέρμανσης, Ψύξης, Φωτισμού και Ζεστού Νερού Χρήσης 49.

Ενεργειακός επιθεωρητής:

Το επόμενο στάδιο, εφόσον ο κανονισμός διευκρινίζει με λεπτομέρειες τις διαδικασίες και απαιτήσεις της ενεργειακής επιθεώρησης, είναι ο ορισμός του ενεργειακού επιθεωρητή.

Καταρχήν ο ρόλος του ενεργειακού επιθεωρητή κρίνεται αναγκαίος από την ευρωπαϊκή οδηγία 2002/91/EK, σύμφωνα με την οποία:

1. η ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων
2. η τακτική επιθεώρηση λεβήτων και συστημάτων κλιματισμού διενεργούνται από διαπιστευμένους Ενεργειακούς Επιθεωρητές.

Η ιδιότητα του Ενεργειακού Επιθεωρητή αποκτάται με την εγγραφή και ένταξή του στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών και της χορήγησης αντίστοιχης άδειας για τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων ή λεβήτων-εγκαταστάσεων θέρμανσης και/ ή εγκαταστάσεων κλιματισμού . Την Ιδιότητα του Ενεργειακού Επιθεωρητή μπορεί να αποκτήσει κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο που πληροί τα απαιτούμενα προσόντα, όρους και προϋποθέσεις μετά από αίτησή του και εγγραφή στο Μητρώο 49.

Κτίριο αναφοράς:

Κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς πληροί ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη θέρμανση και ψύξη των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ζεστού νερού (ZNX) και το φωτισμό [52].

Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου:

Το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτιρίου για τη θέρμανση και ψύξη, παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX) και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα μικής επιφάνειας των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου το έτος [kWh/m²έτος]. Ειδικά για τα κτίρια κατοικίας στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση δεν συνυπολογίζεται ο φωτισμός [52].

Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου:

Το άθροισμα των προαναφερόμενων επιμέρους ενεργειακών καταναλώσεων, μετά από την αναγωγή τους σε μεγέθη πρωτογενούς ενέργειας σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής (πρωτογενής προς τελική ενέργεια) [52].

Μελέτη ενεργειακής απόδοσης:

Η μελέτη που αναλύει και αξιολογεί την απόδοση του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων. Ακόμη όσον αφορά την μελέτη ενεργειακής απόδοσης και τον υπολογισμό των ενεργειακών απαιτήσεων αναφέρονται στον ΚΕΝΑΚ τα εξής:

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης:

- εκπονείται τόσο για νέα όσο και για υφιστάμενα ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια άνω των 1000 τμ. (Ν. 3661, άρθρο. 4, άρθρο 5), του οικιακού και του τριτογενή τομέα
- αντικαθιστά την υφιστάμενη Μελέτη Θερμομόνωσης (άρθρο 13, Ν. 3661) και θα συμπεριλαμβάνεται στο φάκελο που υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας. Ο έλεγχος, η έγκριση και η παρακολούθηση της εφαρμογής της μελέτης ενεργειακής απόδοσης θα γίνεται σύμφωνα με τα ισχύοντα για την έκδοση οικοδομικών αδειών
- δεν αναιρεί τις σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις εκπονούμενες μελέτες αλλά αποτελεί πρόσθετη μελέτη επί των μελετών: Αρχιτεκτονικής, Διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου, Θέρμανσης, Ψύξης, Ζεστού νερού Χρήσης και Τεχνητού Φωτισμού [52].

Απαιτήσεις Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου:

Στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου θα πρέπει να περιγράφονται αναλυτικά τα συστήματα που έχουν ενταχθεί στη μελέτη του κτιρίου και τα οποία συμβάλλουν στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής του, καθώς και η μέθοδος, οι παραδοχές και τα αποτελέσματα του υπολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης για Θέρμανση, Ψύξη, Φωτισμό και Ζεστό Νερό Χρήσης.

1. Πληροφορίες επί των αρχιτεκτονικών σχεδίων (τοπογραφικό διάγραμμα, όψεις, κατόψεις, τομές κλπ)
2. Πληροφορίες επί των σχεδίων των Η/Μ εγκαταστάσεων (εγκαταστάσεις κλιματισμού και αερισμού, ηλεκτροφωτισμού, συστημάτων ηλεκτροκίνησης, υπολογισμός ενεργειακής κατανάλωσης κ εκπομπών ρύπων CO₂ κλπ)
3. Άλλες πληροφορίες (κλιματικά δεδομένα, διαγράμματα ηλιασμού και αερισμού, στοιχεία κελύφους, θερμομόνωση, υαλοπίνακες κλπ)

Αποτελέσματα Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου:

Τα αποτελέσματα που θα πάρουμε από την εκπόνηση μιας τέτοιας μελέτης αφορούν τις ενεργειακές απώλειες/κέρδη του κτιρίου σαν κέλυφος και συστήματα, την ενεργειακή ζήτηση και κατανάλωση που έχει το κτίριο καθώς και τις εκπομπές ρύπων σε ετήσια βάση.

Για τον υπολογισμό των **ενεργειακών απαιτήσεων** κτιρίων σε θέρμανση και ψύξη απαιτούνται τα εξής δεδομένα:

- Γνώση των χαρακτηριστικών του κτιρίου (γεωμετρία, προσανατολισμός, δομικά υλικά, στοιχεία επιφανειών)
- Καθορισμός θέσης, προσανατολισμού και εξωτερικής σκίασης του κτιρίου
- Γνώση μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής και εκτίμηση εξωτερικών συνθηκών σχεδιασμού
- Επιλογή εσωτερικών συνθηκών σχεδιασμού (θερμοκρασία, ρυθμός ανανέωσης αέρα)
- Γνώση της λειτουργίας των χώρων
- Υπολογισμός των διαφόρων συνιστωσών των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη των χώρων, δηλαδή των:
 1. Θερμικών απωλειών λόγω μεταφοράς θερμότητας από τις επιφάνειες των στοιχείων (εξωτερικοί τοίχοι, οροφή, δάπεδο, παράθυρα)
 2. Θερμικών απωλειών χώρων λόγω μηχανικά ελεγχόμενου αερισμού και φυσικού αερισμού ή διείσδυσης αέρα (μη ελεγχόμενου αερισμού)
 3. Εσωτερικών θερμικών κερδών
 4. Ηλιακών θερμικών κερδών από υαλοστάσια κελύφους
 5. Ηλιακών θερμικών κερδών από παθητικά ηλιακά συστήματα [52].

4.3. ΟΡΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ ΚΕΝΑΚ

Σύμφωνα με το πρότυπο prEN 15217:2006, βάσει της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου ("EK"), για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης (ZNX) και φωτισμό, εκφρασμένης σε kWh/(m²*έτος), ορίζονται κατηγορίες ενεργειακών ορίων, από το Α έως το Η, συναρτήσει:

α) του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης του κτιριακού αποθέματος (Rs), οποίος αντιστοιχεί στην ενεργειακή κατανάλωση του 50% του κτιριακού αποθέματος,

β) του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς του κανονισμού (Rr), δηλαδή τη μέγιστη επιτρεπόμενη, από τον κανονισμό, ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων.

Οι δείκτες R_r και R_s αφορούν στο σύνολο των ενεργειακών απαιτήσεων (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης). Και οι δύο δείκτες είναι εκφρασμένοι σε kWh/(m²*έτος).

Η κλίμακα ενεργειακής βαθμολόγησης του κτιρίου δίνεται σε πίνακες ανάλογα με την ενεργειακή του κατανάλωση, την κατηγορία χρήσης κτιρίου και την κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει. Όλα τα νέα κτίρια, καθώς και τα υφιστάμενα άνω των 1000 τ.μ. που υφίστανται ριζική ανακαίνιση, θα πρέπει να βρίσκονται -κατ' ελάχιστον- εντός του εύρους ενεργειακής κατανάλωσης της κατηγορίας B.

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	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Εικ. 4.1: Όρια ενεργειακών κατηγοριών KENAK, Πηγή [20]

Ο λόγος T είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης [37].

4.4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ: ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΟΦΕΛΗ

Για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια είναι απαραίτητες πληροφορίες για την πιθανή ενεργειακή σπατάλη τους. Η απόκτηση τους γίνεται μέσω της ενεργειακής επιθεώρησης που αποτελεί μια ενεργειακή διάγνωση ή αλλιώς έναν ενεργειακό έλεγχο.

Οι στόχοι μιας ενεργειακής επιθεώρησης αφορούν:

- Στην εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση των εκπομπών CO₂
- Στον προσδιορισμό των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας
- Στη βελτίωση εσωτερικής ποιότητας κτιρίων
- Στον προσδιορισμό και στην ιεράρχηση των απαιτούμενων επεμβάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης

- Στον έλεγχο της συμμόρφωσης της ενεργειακής απόδοσης των επιμέρους εγκαταστάσεων και μονάδων με βάση προκαθορισμένα κριτήρια
- Στην αύξηση χρόνου ζωής εξοπλισμού και συστημάτων
- Στον προσδιορισμό του μοντέλου της κατανάλωσης ενέργειας σε μια συγκεκριμένη μονάδα ως συνάρτηση ενός δείκτη παραγωγικής δραστηριότητας
- Στον έλεγχο των αποτελεσμάτων μίας επένδυσης ή ενός προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας
- Στο μακροπρόθεσμο οικονομικό όφελος

Οι τύποι των ενεργειακών επιθεωρήσεων χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, ανάλογα με την ποσότητα των στοιχείων που χρειάζεται να συγκεντρωθούν:

A. Η συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση.

Εδώ γίνεται μια αποτίμηση με βάση τα τιμολόγια και λογαριασμούς ενέργειας του κτιρίου καθώς και μίας σύντομης παρατήρησης του χώρου. Τα μέτρα που προτείνονται έχουν βραχυπρόθεσμη αποπληρωμή και σχετικά μικρό κόστος. Ταυτόχρονα όμως παρουσιάζονται και προτάσεις πιο δαπανηρών επεμβάσεων που θα μπορούσαν να γίνουν.

B. Η εκτενής ενεργειακή επιθεώρηση.

Υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις συλλογής στοιχείων και ανάλυσης των ενεργειακών καταναλώσεων του υπό μελέτη χώρου. Παρουσιάζονται οιτελικές χρήσεις τις ενέργειας που καταναλώνει το κτίριο καθώς και όλοι οι παράγοντες που μπορούν να τις μεταβάλουν. Μέσω των παραπάνω μπορούν να προσδιοριστούν τα συνολικά δυνατά οφέλη αλλά και μια σειρά επιμέρους επεμβάσεων ανάλογα με την επιθυμία και τις βλέψεις του εκάστοτε διαχειριστή. Τέλος, όπως και στον προηγούμενο τύπο επιθεώρησης, παρουσιάζονται επιλογές μεγάλου κόστους αλλά και η ανάλυση των οφελών που θα προκύψουν από αυτές.

Οι επεμβάσεις που μπορούν να προταθούν από τις δυο παραπάνω επιθεωρήσεις διαφέρουν σε κόστος και μέγεθος και διακρίνονται στις:

➤ **Επεμβάσεις νοικοκυρέματος**

Αποτελούν ενέργειες στην καθημερινή λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου χωρίς ιδιαίτερο κοστολόγιο, ούτε διακοπή της λειτουργίας του. Η επιτυχία των μέτρων αυτών σχετίζεται άμεσα με την ενημέρωση και την αλλαγή συμπεριφοράς των χρηστών ενός κτιρίου. Τέτοιες επεμβάσεις ενδεικτικά είναι:

- Περιοδική συντήρηση καυστήρα και έλεγχο βαθμού απόδοσης λέβητα, καθαρισμός επιφανειών θερμικής εναλλαγής λέβητα.
- Έλεγχος και επισκευή ρωγμών πλαισίων ανοιγμάτων, ρηγμάτων τοιχοποιίας, χαλασμένων μηχανισμών, φθαρμένων στοιχείων θερμομόνωσης και σφραγίσματος αρμών.
- Κλείσιμο διόδων θερμικής ροής σε φρεάτια και κλιμακοστάσια.
- Ορθολογική λειτουργία υφιστάμενων διατάξεων σκίασης σε σχέση με την εποχή και τον προσανατολισμό του εκτεθειμένου, στην ηλιακή ακτινοβολία, ανοίγματος.
- Συστηματική χρήση των ανοιγμάτων, ειδικά κατά τη διάρκεια της νύκτας, για ενίσχυση του φυσικού αερισμού δροσισμού στις θερμές περιόδους του χρόνου.
- Κλείσιμο του κλιματισμού και του φωτισμού όταν οι χώροι δεν χρησιμοποιούνται, διόρθωση της θερμοκρασίας ρύθμισης του κλιματισμού κλπ.

➤ **Επεμβάσεις χαμηλού κόστους**

Συνδέονται με επενδύσεις χαμηλού κόστους και με περιορισμένες διακοπές της λειτουργίας του κτιρίου. Συνήθως περιλαμβάνονται στον υπάρχοντα προϋπολογισμό της διαχείρισης του κτιρίου και έχουν χρόνο απόσβεσης έως 24 μήνες. Μερικές από αυτές είναι :

- Κατάργηση περιττών ανοιγμάτων με ταυτόχρονη θερμική προστασία των επιφανειών που καλύπτουν.
- Αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης.
- Αντικατάσταση υαλοπινάκων με νέους διπλούς.
- Εφαρμογή έγχρωμων και ανακλαστικών φιλμ ή τοπικών διατάξεων εσωτερικής σκίασης (περσίδες, κουρτίνες) σε ανοίγματα με ανεπιθύμητα υψηλό θερινό ηλιακό κέρδος.
- Εφαρμογή μηχανισμών αυτόματης επαναφοράς θυρών.
- Αντικατάσταση θυρών, με άλλες νέου σχεδιασμού από υλικά με ειδική προστασία και μικρότερη θερμοπερατότητα.
- Προσθήκη θερμομονωτικού στρώματος σε τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας που βρίσκονται πίσω από θερμαντικά σώματα κεντρικής θέρμανσης.
- Εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων στα θερμαντικά σώματα με δυνατότητα τοπικής ρύθμισης της θερμοκρασίας.
- Εγκατάσταση χρονοδιακοπών που τερματίζουν αυτόματα την λειτουργία των συστημάτων.

➤ **Επεμβάσεις ανακατασκευής**

Απαιτούν μεγάλο προϋπολογισμό ενώ δεν είναι μικρός ούτε ο χρόνος απόσβεσης ούτε και ο χρόνος διακοπής της λειτουργίας του κτιρίου. Παραδείγματα είναι:

- Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας, οροφής, δαπέδων, πυλωτής
- Θερμομόνωση θερμογεφυρών (υποστυλώματα, δοκοί, τοιχία κλπ.)
- Μείωση του θερμαινόμενου/κλιματιζόμενου όγκου σε χώρους υπερβολικού ύψους (ένταξη ψευδοροφών)
- Εφαρμογή εξωτερικών σταθερών ή κινητών διατάξεων σκίασης (τέντες, παντζούρια, κατακόρυφα ή οριζόντια κινητά ή σταθερά σκίαστρα κλπ.)
- Προσθήκη παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης και φωτισμού (τοιχοί μάζας rombe, θερμοσιφονικά πάνελ, ηλιακοί χώροι/θερμοκήπια, ανοίγματα για φυσικό φωτισμό, αγωγοί φυσικού φωτός κλπ.).
- Προσθήκη κινητήρων μεταβλητής ταχύτητας, εγκατάσταση εξοπλισμού διόρθωσης του συντελεστή ισχύος κλπ [52].

➤ **Συμπεράσματα**

Ιδιαίτερα ενδιαφέροντα ήταν τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την κριτική θεώρηση του μητρώου των ενεργειακών επιθεωρητών, οι αρχές δημιουργίας του οποίου καθορίζονται στο σχέδιο του ΚΕΝΑΚ. Καταρχήν, ο κανονισμός προτείνει ένα μητρώο «ανοικτό» σε όλες τις κατηγορίες επιστημόνων, το οποίο προβλέπει ότι όλοι ανεξαρτήτως οι απόφοιτοι ΑΕΙ και ΤΕΙ μπορούν δυνητικά να αποκτήσουν την τεχνική επάρκεια για να λειτουργήσουν ως ενεργειακοί επιθεωρητές, Ωστόσο, στην πράξη δεν είναι δυνατό όλοι να αποκτήσουν το επιστημονικό υπόβαθρο για τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων, καθώς θα πρέπει να έχουν γνώσεις δομικής φυσικής και θερμικής συμπεριφοράς του κτιρίου και των εγκαταστάσεών του. Επομένως, για να επιτευχθεί υψηλό επίπεδο αντικειμενικότητας, αξιοπιστίας και τεχνικής κατάρτισης πρέπει να καθοριστεί ένα ρεαλιστικό σύστημα αναγνώρισης προσόντων, πιστοποίησης ή/και διαπίστευσης για τους ενεργειακούς επιθεωρητές. Σε πιο ειδικό επίπεδο, θα πρέπει να διευκρινισθούν με λεπτομέρειες τα κριτήρια για την ένταξη των υποψήφιων ενεργειακών επιθεωρητών στο μητρώο, για την αναγνώριση της εμπειρίας τους στο αντικείμενο, για τον τρόπο έκδοσης των διαφοροποιημένων αδειών Α και Β τάξης, καθώς και για τον «ικανό» αριθμό επιθεωρήσεων προκειμένου να γίνει η μεταπήδηση του επιθεωρητή από Α' σε Β' τάξη.

Σημαντικό πρόβλημα εντοπίζεται και στη μεταβατική διάταξη των 18 μηνών, κατά την οποία θα δοθούν προσωρινές άδειες ενεργειακών επιθεωρητών με μοναδικό κριτήριο τη 10ετή εμπειρία, καθώς ουσιαστικά δίνεται η δυνατότητα διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων από άτομα χωρίς σχετική εκπαίδευση. Επιπλέον, πιθανώς να προκύψει πρόβλημα στην περίπτωση που κάποιοι από τους «προσωρινούς» επιθεωρητές αποτύχουν στις μελλοντικές εξετάσεις του εκπαιδευτικού προγράμματος, γεγονός που ενδέχεται να δημιουργήσει ερωτηματικά σχετικά με την εγκυρότητα των ενεργειακών επιθεωρήσεων που έχουν ήδη διεξάγει (και πιθανώς έχουν ήδη λάβει αμοιβή). Ενδέχεται, επίσης, με τη μεταβατική διάταξη να δημιουργηθεί στρέβλωση της αγοράς, καθώς κατά την αρχική περίοδο η ζήτηση για ενεργειακούς επιθεωρητές θα είναι αυξημένη και θα καλύπτεται από άτομα με διαφορετικά προσόντα από αυτά

που προβλέπονται από τον κανονισμό. Επομένως, ευνοείται η δημιουργία επιθεωρητών «δύο ταχυτήτων», με μεγαλύτερο ίσως αντίκτυπο στους νέους μηχανικούς 49.

4.5. ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

Η διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης πραγματοποιείται από «ενεργειακούς επιθεωρητές». Το αντικείμενο και ο σκοπός της επιθεώρησης είναι αυτά που θα καθορίσουν τον αριθμό των ενεργειακών επιθεωρητών και το χρόνο που θα χρειαστεί για την ολοκλήρωση της επιθεώρησης. Απαραίτητη χρήζεται η συμβολή του προσωπικού της επιχείρησης που ασχολείται με τις συσκευές τελικής χρήσης, τη συντήρηση, τη λειτουργία τους κτλ κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Η ομάδα των επιθεωρητών πρέπει να συλλέξει πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτιρίου και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού και των συστημάτων για να αποκτήσουν μια πληρέστερη εικόνα του κτιρίου. Οι αποδόσεις των συστημάτων πρέπει να προσδιοριστούν με τη διεξαγωγή μετρήσεων, με τον έλεγχο των αρχείων λειτουργίας και συντήρησης και με επιτόπια επιθεώρηση. Θα ακολουθήσει ο προσδιορισμός των σημείων δυνατής βελτίωσης και μια έκθεση των Ενεργειακών Επιθεωρητών με τα αποτελέσματα της επιθεώρησης, για λόγους τήρησης αρχείου αλλά και για εφαρμογές που θα ακολουθήσουν. Τα βασικά βήματα για την διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης παρουσιάζονται παρακάτω:

Βήμα 1: Προσδιορισμός αντικειμένου της ενεργειακής επιθεώρησης.

Για τη διεξαγωγή μιας επιθεώρησης πρέπει να προσδιοριστεί κατ' αρχήν το ακριβές αντικείμενο της επιθεώρησης καθώς και ο χρόνος και προϋπολογισμός. Αφού υπάρξει συνεννόηση με τη διαχείριση του κτιρίου και παρέχεται η αμέριστη βοήθεια της θα πρέπει να προσδιοριστούν με ακρίβεια οι

περιοχές που πρέπει να επιθεωρηθούν, ο βαθμός ανάλυσης της επιθεώρησης, η αναμενόμενη εξοικονόμηση, η χρήση των αποτελεσμάτων της επιθεώρησης ως βάση για τη βελτίωση της λειτουργίας και της συντήρησης, η ανάγκη για συνέχεια σε επίπεδο εκπαίδευσης και προώθησης των αποτελεσμάτων κλπ.

Βήμα 2: Δημιουργία ομάδας ενεργειακών επιθεωρητών.

Μια ομάδα ενεργειακής επιθεώρησης δημιουργείται με:

- α) Τον καθορισμό των μελών της ομάδας επιθεώρησης και των καθηκόντων τους.
- β) Τη συμμετοχή του προσωπικού συντήρησης και λειτουργίας προκειμένου να συλλεχθούν πληροφορίες.
- γ) Τη διοργάνωση συναντήσεων για ανταλλαγή πληροφοριών και εξοικείωση μεταξύ των μελών.

Βήμα 3: Εκτίμηση χρονοδιαγράμματος και προϋπολογισμού

Ο προϋπολογισμός και το χρονοδιάγραμμα των εργασιών προσδιορίζονται σύμφωνα με το κόστος και το πλήθος των ωρών επιθεώρησης που απαιτούνται για την συλλογή των απαιτούμενων πληροφοριών έως και τη συμπλήρωση της έκθεσης της επιθεώρησης.

Βήμα 4: Διεξαγωγή επιθεώρησης/μετρήσεων, ανάλυση δεδομένων & τελικές προτάσεις.

Προκειμένου να αποκτήσει καλύτερη γνώση του κτιρίου και των ενεργοβόρων συστημάτων, ο Επιθεωρητής (ή η ομάδα των επιθεωρητών) πρέπει να συλλέξει πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτιρίου και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού/συστημάτων. Οι αποδόσεις τους πρέπει να προσδιοριστούν με τον έλεγχο των αρχείων συντήρησης και λειτουργίας, με επιτόπια επιθεώρηση και με τη διεξαγωγή μετρήσεων. Στη συνέχεια ο Επιθεωρητής προσδιορίζει τα πεδία που μπορούν να βελτιωθούν, συντάσσει έκθεση Ενεργειακής Επιθεώρησης με τα αποτελέσματα της επιθεώρησης και προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Η έκθεση αποτελείται από το συμπληρωμένο έντυπο καταγραφής στοιχείων, περιλαμβανομένων των συστάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος. Ειδικότερα για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων, πέραν της έκθεσης Ενεργειακής Επιθεώρησης, ο επιθεωρητής εκδίδει Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης του κτιρίου, στο οποίο το κτίριο εντάσσεται σε ενεργειακή κατηγορία. Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης παραδίδεται στον Ιδιοκτήτη / Διαχειριστή του κτιρίου, ενώ καταχωρείται παράλληλα στην ηλεκτρονική Βάση Δεδομένων των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων του ΥΠ.ΑΝ, με επισυναπτόμενο το συμπληρωμένο έντυπο της ενεργειακής επιθεώρησης, για λόγους τήρησης αρχείου αλλά και δυνατότητας ελέγχου της ποιότητας των ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Η έκθεση επιθεώρησης λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης καθώς επίσης και η έκθεση επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού, παραδίδονται στον Ιδιοκτήτη / Διαχειριστή του κτιρίου,

ενώ καταχωρούνται παράλληλα στην ηλεκτρονική Βάση Δεδομένων των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων του ΥΠ.ΑΝ.

Η έκθεση επιθεώρησης συστημάτων τεχνητού φωτισμού αποτελεί τμήμα της έκθεσης επιθεώρησης κτιρίου.

Εφ' όσον πρόκειται για Ενεργειακή Επιθεώρηση νέου κτιρίου ή κτιρίου που υφίσταται ριζική ανακαίνιση (απαιτείται έκδοση πολεοδομικής άδειας), το κτίριο θα πρέπει υποχρεωτικά να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής αποδοτικότητας (σύμφωνα με το Νόμο 3661), οι οποίες αντιστοιχούν στην Κατηγορία Ενεργειακής Απόδοσης Β του Πιστοποιητικού. Σε περίπτωση που το κτίριο δεν ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις, τότε ο Ενεργειακός Επιθεωρητής θα εκδώσει Πιστοποιητικό στο οποίο θα συμπεριλάβει διαπιστώσεις / υποδείξεις βελτίωσης, οι οποίες θα εξασφαλίζουν τις απαιτήσεις της κατηγορίας Β και τις οποίες ο ιδιοκτήτης υποχρεούται να εφαρμόσει εντός χρονικού διαστήματος 1 έτους. Μετά την εφαρμογή, θα επαναληφθεί η Ενεργειακή Επιθεώρηση και θα εκδοθεί νέο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης. Εφ' όσον ο ιδιοκτήτης δεν έχει εφαρμόσει μέτρα βελτίωσης, τότε το κτίριο εμπίπτει στις διατάξεις του νόμου περί αυθαιρέτων 49.

4.6. ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ)

Τα αποτελέσματα του ελέγχου καθώς και όποια άλλα απαραίτητα ενεργειακά χαρακτηριστικά του κτιρίου αναγράφονται σε ειδικό έντυπο, το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Με την έκδοση της οικοδομικής άδειας θα εκδίδεται το **Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)**, το οποίο θα αναφέρει τα ενεργειακά χαρακτηριστικά και την ενεργειακή κατηγορία του. Χωρίς αυτό είναι αδύνατη η ολοκλήρωση οποιασδήποτε δικαιοπραξίας (πώληση, ενοικίαση, μεταβίβαση κλπ.), που αφορά στο κτίριο. Με το δελτίο αυτό θεσμοθετείται η υποχρέωση για ετήσια συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού. Το ΠΕΑ θα συμπληρώνεται μετά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και θα υποβάλλεται μαζί με το φάκελο αδειας στην πολεοδομία από τον μελετητή μηχανικό. Ένα χρόνο μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής θα γίνεται η οριστική κατάταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης και η ενεργειακή πιστοποίηση του. Η ενεργειακή πιστοποίηση θα γίνεται με την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου από εγκεκριμένο Ενεργειακό Επιθεωρητή. Για τα υφιστάμενα κτίρια θα οριστεί μία περίοδος μερικών ετών για να ελεγχθούν.

Ο ΚΕΝΑΚ θα υποδείξει τους τρόπους για τον υπολογισμό της ενεργειακής σταυτότητας και τη βαθμονόμηση του κτιρίου, ώστε να εξασφαλιστεί διαφάνεια στην αγορά ακίνητων, στην ενημέρωση του καταναλωτή και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Συνοψίζοντας, το ΠΕΑ, θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Έχει ισχύ 10 ετών
- Περιλαμβάνει συστάσεις για τη βελτίωση της απόδοσης σε σχέση με το κόστος
- Τοποθετείται σε ευδιάκριτη θέση σε μεγάλα δημόσια κτίρια
- Επιτρέπει στους καταναλωτές να αξιολογήσουν την ενεργειακή επιθεώρηση
- Σε όλες τις περιπτώσεις ενεργειακής επιθεώρησης το ΠΕΑ εκδίδεται από κατάλληλο προσωπικό [52].

Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)	
Αρ. Πρωτ.:	
ΧΡΗΣΗ: Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου) Κλιματική Ζώνη: Διεύθυνση: Τ.Κ. Πόλη: Έτος κατασκευής: Συνολική επιφάνεια (m ²): Όνομα ιδιοκτήτη:	(Φωτογραφία κτιρίου)
ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/(m ² ·έτος)]
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
A+ ≤ 0,33·RR	
0,33·RR < A ≤ 0,5·RR	
0,5·RR < B+ ≤ 0,75·RR	
0,75·RR < B ≤ 1,0·RR	←
1,0·RR < Γ ≤ 1,41·RR	
1,41·RR < Δ ≤ 1,82·RR	
1,82·RR < E ≤ 2,27·RR	
2,27·RR < Z ≤ 2,73·RR	
2,73·RR ≤ H	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m ²): _____	B
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²): _____	
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kgCO ₂ /m ²): _____	
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO ₂	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh]: _____ Καύσιμα [lt ή Nm ³): _____	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m ²): _____	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO ₂ [kg/m ²): _____	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

Εικ. 4.2. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Σελίδα 1/2), Πηγή [37]

Αρ. Πρωτ.:						
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ						
Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση			Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)	
Ηλεκτρική		Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> Αερισμός		
		Φωτισμός	<input type="checkbox"/> Συσκευές	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ		
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ		
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ		
	Άλλο:	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ		
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> Φωτισμός		
		Συσκευές	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	<input type="checkbox"/>		
	Βιομάζα	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ		
	Γεωθερμία	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ		
	Άλλο:.....	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> Φωτισμός		
	Σύνολο	Συσκευές	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	<input type="checkbox"/>		
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά χρήση [kWh/m ²]						
Θέρμανση: _____			Φωτισμός: _____			
Ψύξη: _____			Συσκευές: _____			
Αερισμός: _____			Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ) : _____			
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ						
1.						
2.						
3.						
Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας*			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO ₂ (kg/m ²)	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
		(kWh/m ²)	(%)	(€/kWh)		
1						
2						
3						
* Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.						
Ημερομηνία έκδοσης Πιστοποιητικού:						
Όνοματεπώνυμο Επιθεωρητή:						
Α.Μ. Επιθεωρητή:						
Υπογραφή:			Σφραγίδα:			

Εικ. 4.3. Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Σελίδα 2/2), Πηγή [20]

5. ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ- ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Το κτίριο δέχεται ηλιακή ακτινοβολία και ανταλλάσει θερμότητα με το ατμοσφαιρικό περιβάλλον μέσω του κελύφους του. Το κέλυφος ενός κτιρίου περιλαμβάνει όλα τα διαφανή και αδιαφανή στοιχεία που διαχωρίζουν το εσωτερικό από το εξωτερικό περιβάλλον. Αδιαφανή στοιχεία θεωρούνται οι εξωτερικοί τοίχοι, η οροφή, το δάπεδο, οι πόρτες, ενώ διαφανή τα παράθυρα, οι γυάλινες πόρτες κλπ.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών επιτυγχάνεται στο πλαίσιο της συνολικής θερμικής λειτουργίας του κτιρίου και της σχέσης κτιρίου και περιβάλλοντος. Η θερμική λειτουργία ενός κτιρίου αποτελεί μία δυναμική κατάσταση, η οποία εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους (την ηλιοφάνεια, τη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, τη σχετική υγρασία, τον άνεμο, τη βλάστηση, τη σκίαση από άλλα κτίρια), αλλά και τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου. Βασίζεται στην αντίστοιχη ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών του στοιχείων, αλλά και στο ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από τη λειτουργία του κτιρίου.

5.1. ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ & ΜΟΝΩΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

5.1.1. ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Είναι γνωστό ότι η θερμότητα ρέει πάντα από σώματα μεγαλύτερης σε σώματα μικρότερης θερμοκρασίας. Η μετάδοση της θερμότητας μπορεί να επιτευχθεί με τρεις διαφορετικούς τρόπους: με αγωγή, με μεταφορά (ρεύματα αέρα) και με ακτινοβολία [47],[33],[52].

Αγωγή: Με αυτόν τον τρόπο μεταδίδεται η θερμότητα μέσω της ύλης και απαιτεί τη φυσική επαφή των σωμάτων. Γενικά καλύτεροι αγωγοί είναι τα υλικά που έχουν μεγάλη πυκνότητα. Τα μέταλλα για παράδειγμα και το γυαλί είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας σε αντίθεση με τον αέρα που ως αραιό μέσο έχει πολύ μικρή θερμική αγωγιμότητα. Αναμιγνύοντας τη μάζα των υλικών με αέρα επιτυγχάνεται η μείωση της πυκνότητάς τους και τελικά η μείωση της αγωγιμότητάς τους. Η αγωγή είναι ανάλογη με το συντελεστή θερμοδιαπερατότητας των υλικών, όπως αναφέρεται στη συνέχεια.

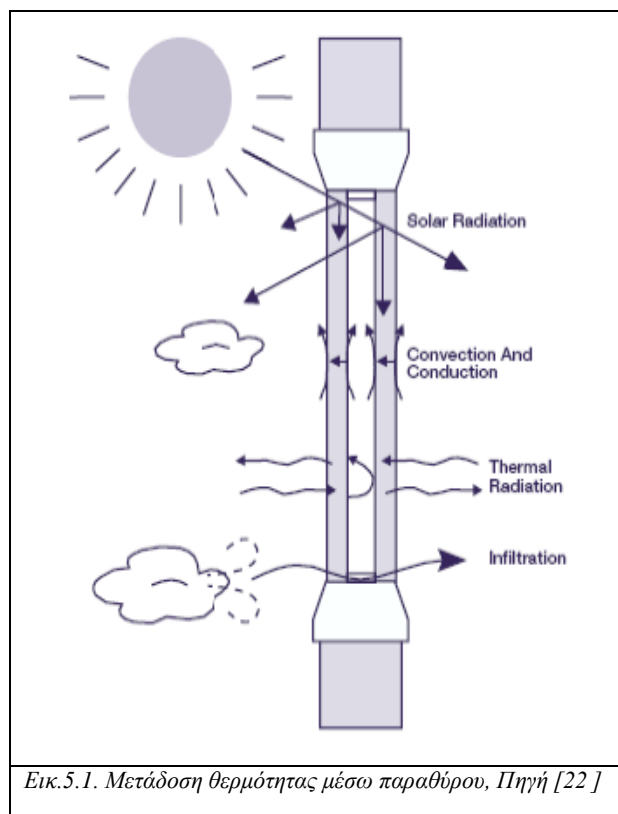
Μεταφορά: Κατά αυτόν τον τρόπο μεταφέρεται θερμότητα από ένα στερεό σώμα σε αέρια ή υγρά (και το αντίστροφο) τα οποία βρίσκονται σε κίνηση. Αποτελεί την κύρια μέθοδο μετάδοσης της θερμότητας ανάμεσα στα ρευστά, μέσω της κίνησής τους από μια περιοχή του χώρου σε μια άλλη. Όσο γρηγορότερα κινείται το υγρό ή το αέριο, τόσο μεγαλύτερη είναι και η μεταφορά θερμότητας. Επίσης, όπως και με την αγωγή, όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασιακή διαφορά των σωμάτων, τόσο

γρηγορότερα μεταδίδεται η θερμότητα. Η μεταφορά θερμότητας στο εσωτερικό ενός χώρου μπορεί να γίνει με μηχανικά μέσα (ανεμιστήρες, αντλίες κ.α.) και με φυσικό τρόπο (ανοδική κίνηση θερμού αέρα).

Ακτινοβολία: Η θερμότητα μεταδίδεται στο χώρο μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Κάθε σώμα που έχει θερμοκρασία μεγαλύτερη από το απόλυτο μηδέν εκπέμπει υπέρυθη ακτινοβολία, όπως ο ήλιος, οι άνθρωποι, τα έπιπλα, οι τοίχοι, οι συσκευές κλπ. Για παράδειγμα, η εξωτερική επιφάνεια των τοίχων ενός κτιρίου θερμαίνεται λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας (ορατής, υπεριώδους και υπέρυθρης), κατόπιν η θερμότητα μεταβιβάζεται σε ολόκληρη τη μάζα του τοίχου με αγωγή και τελικά εκπέμπεται θερμική ακτινοβολία στο εσωτερικό του χώρου.

Όλα τα κτίρια επιτρέπουν, άλλα σε μεγαλύτερο και άλλα σε μικρότερο βαθμό μια ανεξέλεγκτη ροή αέρα μέσω του κελύφους τους, μεταφέροντας θερμότητα από και προς το εσωτερικό τους. Η **διείσδυση** εξωτερικού ψυχρού αέρα κατά τη διάρκεια του χειμώνα και θερμού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού στο εσωτερικό του κτιρίου μέσω ρωγμών, ανοιγμάτων, κενών γύρω από πόρτες, παράθυρα κλπ. ευθύνεται για μεγάλα ποσά φορτίων θέρμανσης και ψύξης και κατ' επέκταση για κατανάλωση ενέργειας που μπορεί να φτάσει και το 25% της συνολικής ετήσιας.

Στην *Εικ.5.1* φαίνεται ο συνδυασμός αγωγής, μεταφοράς και ακτινοβολίας στη μετάδοση θερμότητας μέσα από ένα παράθυρο [33].



Εικ.5.1. Μετάδοση θερμότητας μέσω παραθύρου, Πηγή [22]

Η μετάδοση θερμότητας με όλους τους παραπάνω τρόπους μπορεί να ελεγχθεί και να περιορισθεί με την κατάλληλη μόνωση. Η θερμική αντίσταση και η θερμομονωτική ικανότητα του κάθε δομικού στοιχείου εξαρτάται από τη θερμική αγωγιμότητα του υλικού και αυξάνεται με το πάχος του. Τα συνήθη θερμομονωτικά υλικά εμποδίζουν την αγωγή θερμότητας από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον (αντίστροφα το καλοκαίρι) επειδή περιέχουν ακίνητο αέρα παγιδευμένο είτε σε ίνες (π.χ. υαλοβάμβακας) είτε σε κλειστές κυψελίδες (π.χ. διογκωμένη πολυστερίνη).

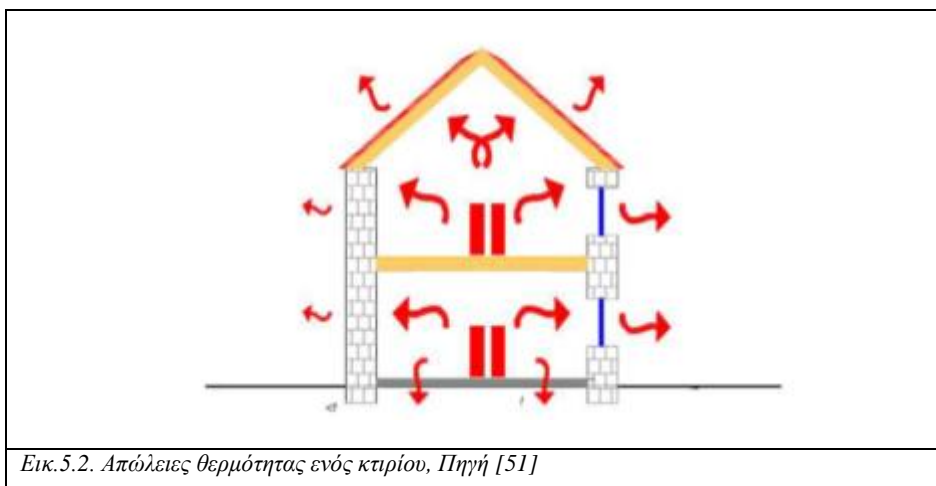
Συνιστάται τα θερμομονωτικά υλικά να τοποθετούνται εξωτερικά ή ενδιάμεσα στις τοιχοποιίες, οροφές και δάπεδα, έτσι ώστε να μην αδρανοποιείται η θερμική μάζα (θερμοχωρητικότητα) του κελύφους. Η τοποθέτησή της όμως εξαρτάται από τεχνικοοικονομικούς παράγοντες, αλλά και από τη χρήση (ωράριο λειτουργίας) των χώρων.

Η κακή ποιότητα των κατασκευών στα κτίρια συντελεί στο να υπάρχουν αυξημένες ανάγκες για θέρμανση. Τα περισσότερα ευπαθή σημεία ενός κελύφους που έχουν ανάγκη από θερμική προστασία, είναι οι επικαλύψεις (δώματα και στέγες) στην εξωτερική τοιχοποιία, το δάπεδο του υπογείου, η οροφή της πιλοτής και τα εξωτερικά κουφώματα. Η μόνωση εξωτερικών τοίχων εξασφαλίζει εξοικονόμηση ενέργειας κατά 42%, η θερμομόνωση οροφής εξοικονομεί ενέργεια κατά 7% και τα διπλά τζάμια κατά 15% [52]. Συνεπώς, περιορίζονται οι θερμικές απώλειες από το κτίριο κατά τη διάρκεια του χειμώνα και τα θερμικά κέρδη του κτιρίου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας για την επίτευξη θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του.

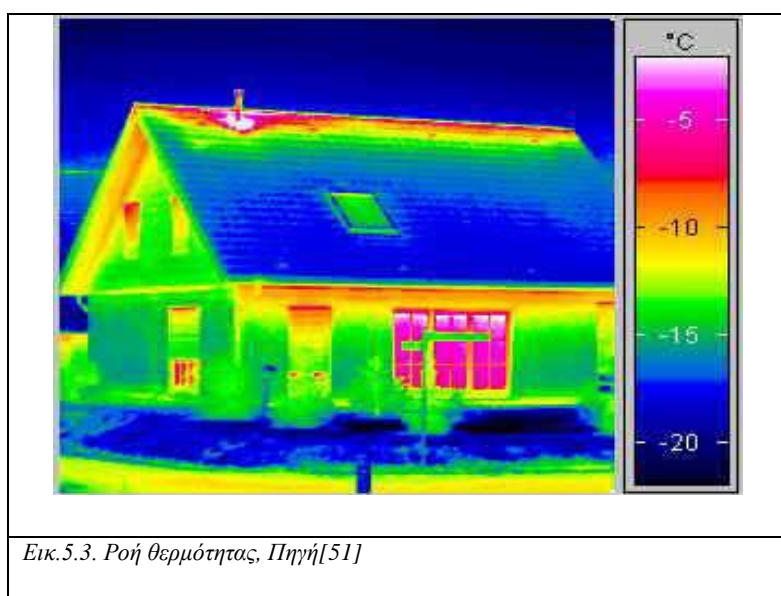
5.1.2. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΑΙ Η ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥΣ

Θερμικές απώλειες προκαλούνται σε ένα κτίριο από τη μετάδοση της θερμότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου προς την ατμόσφαιρα ή προς ψυχρότερους γειτονικούς χώρους ή/και αντίστροφα όπως παρατηρούμε και στην *Εικ.5.2*.

Είναι γνωστό ότι, ανάμεσα σε δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες, προκαλείται μια συνεχής ροή θερμότητας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο. Έτσι, οι θερμικές απώλειες δεν νοούνται μόνο για την απώλεια της ζέστης ενός χώρου το χειμώνα αλλά και της δροσιάς το καλοκαίρι, όταν ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι θερμότερος. Αυτή η ροή θερμότητας είναι αδύνατο να εμποδιστεί τελείως και μπορεί, μόνο, να περιορισθεί ως προς την ένταση και τη διάρκεια της. Αυτό είναι κατορθωτό μόνο όταν υπάρχει έλεγχος των θερμικών απωλειών.



Το κόστος για την ψύξη και θέρμανση ενός κτιρίου δεν εξαρτάται μόνο από τον όγκο του, το κλίμα της περιοχής και την επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία αλλά και από την ποσότητα θερμότητας που χάνεται μέσω των τοίχων, της οροφής και του δαπέδου (Εικ.5.3)[51]. Την περίοδο θέρμανσης όλοι οι παραπάνω τρόποι απώλειας θερμότητας πρέπει να περιορισθούν.



Μέθοδοι περιορισμού θερμικών απωλειών:

Θερμομόνωση συμπαγούς οικοδομικού περιβλήματος: Η θερμομόνωση είναι απαραίτητη για την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών και τη μεγιστοποίηση των αποτελεσμάτων από τα ηλιακά και εσωτερικά κέρδη. Ειδική προσοχή πρέπει να δίνεται στις θερμογέφυρες και την αύξηση της θερμικής αδράνειας της κατασκευής με τη τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης όσο το δυνατό πιο έξω στο οικοδομικό περίβλημα.

Θερμομόνωση ανοιγμάτων: Τα ανοίγματα αποτελούν τις περιοχές των μέγιστων θερμικών απωλειών. Απαραίτητη θεωρείται η αύξηση της μονωτικής τους ικανότητας με χρήση διπλών υαλοπινάκων ή με διπλά υαλοστάσια και με χρήση μονωτικών σκούρων.

Αερισμός: Ο αερισμός πρέπει να περιορισθεί στον απολύτως απαραίτητο για τους χώρους, ανάλογα με τη λειτουργία τους. Οπωσδήποτε πρέπει να αποφευχθεί η διείσδυση αέρα από χαλαρές κατασκευές ή κουφώματα χωρίς αεροστεγανότητα [44].

Η μείωση των θερμικών απωλειών των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου, έχει ως συνέπεια τη μείωση της κατανάλωσης των καυσίμων που τροφοδοτούν τα διάφορα τεχνητά συστήματα θέρμανσης-ψύξης. Η μείωση αυτή μπορεί να είναι σημαντική, αρκεί η θερμομόνωση να εφαρμόζεται με βάση μια σωστή μελέτη και τις ακριβείς προδιαγραφές που καθορίζουν τις ιδιότητες και τον τρόπο σύνθεσης των υλικών κατασκευής της. Στις περισσότερες χώρες με ψυχρότερα κλίματα τέτοιες προδιαγραφές ισχύουν εδώ και πολλά χρόνια [44].

5.1.3. ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΟΡΟΙ ΠΟΥ ΣΧΕΤΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Θερμική αγωγιμότητα k (thermal conductivity)

Αποτελεί ένα μέτρο του ρυθμού μετάδοσης θερμότητας μέσω ενός υλικού με αγωγή και αντιστοιχεί στο ποσό θερμότητας σε Joule που μεταδίδεται διαμέσου ενός υλικού πάχους 1m σε χρονικό διάστημα 1h όταν η διαφορά θερμοκρασίας στις δυο πλευρές του υλικού είναι 1K . Όσο μικρότερη είναι η θερμική αγωγιμότητα ενός υλικού, τόσο μικρότερη είναι η ροή θερμότητας μέσω αυτού, άρα τόσο πιο μονωτικό είναι το υλικό.

Θερμική αντίσταση R (thermal resistance)

Η ροή της θερμότητας δια μέσου του κελύφους ενός κτηρίου εξαρτάται από τη διαφορά θερμοκρασίας, που πρόκειται για εξωτερικό παράγοντα και την αγωγιμότητα και το πάχος των υλικών, που είναι ιδιότητες των υλικών. Οι παράμετροι αυτοί συνιστούν τη θερμική αντίσταση του κελύφους που ορίζεται ως:

$$R = 1/k$$

Όπου:

R ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$), είναι η θερμική αντίσταση ανά μονάδα επιφάνειας του υλικού, **l (m)** το πάχος του υλικού και **k (W/mK)** η θερμική αγωγιμότητα του.

Η συνολική θερμική αντίσταση του κελύφους που συγκροτείται από στρώματα διαφορετικών υλικών υπολογίζεται ως εξής:

$$R_t = R_{so} + \sum R_n + R_{si}$$

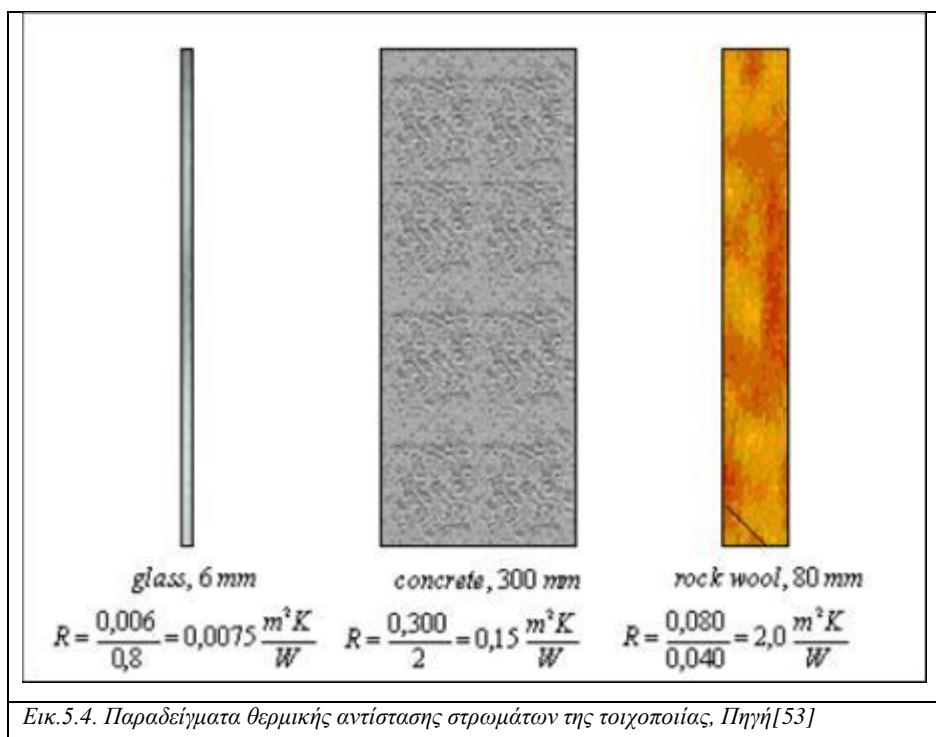
Όπου:

R_t, η συνολική θερμική αντίσταση του στοιχείου του κελύφους (**m²K/W**)

R_n, είναι η θερμική αντίσταση του νιοστού στρώματος, ίση με **R_n=I_n/k_n**, όπου **I_n** το πάχος του νιοστού υλικού (**m**) και **k_n** η θερμική αγωγιμότητα του (**W/mK**)

R_{so} και **R_{si}**, οι αντιστάσεις της εξωτερικής και εσωτερικής επιφάνειας του προς μελέτη στοιχείου αντίστοιχα (**m²K/W**).

Η θερμική αντίσταση συνήθως συμβολίζεται με «R» (**R-Value**) και είναι η θερμική αντίσταση υλικού εμβαδού 1 m², σε διαφορά θερμοκρασίας 1 K. Κατά αυτόν τον τρόπο, γνωρίζοντας τη τιμή της θερμικής αντίστασης «R» (m²K/Watt), το εμβαδό του υλικού και τη θερμοκρασιακή διαφορά, μπορούμε να βρούμε τη ροή θερμότητας δια μέσου του υλικού. Εύλογο είναι το ότι όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της θερμικής αντίστασης, τόσο καλύτερη μόνωση παρέχει το υλικό, άρα τόσο λιγότερες είναι οι θερμικές απώλειες. Για παράδειγμα, 100 m² υλικού αντίστασης R = 2.4, που εκτίθεται σε διαφορά θερμοκρασίας 20K, θα αφήσει να περάσει θερμότητα 833 Watts.



Ειδική θερμοχωρητικότητα (specific heat capacity)

Η ειδική θερμοχωρητικότητα σχετίζεται με την ικανότητα των υλικών να αποθηκεύουν θερμότητα και με τον χρόνο που χρειάζονται για τη μεταβολή της θερμοκρασίας τους. Τα μέταλλα για παράδειγμα έχουν μικρή θερμοχωρητικότητα, καθώς η θερμοκρασία τους μεταβάλλεται γρήγορα με τη διέλευση θερμότητας διαμέσου του υλικού τους, χωρίς να έχουν την ικανότητα να την αποθηκεύουν.

Η θερμοχωρητικότητα ενός υλικού είναι ανάλογη προς τον όγκο και την πυκνότητα του υλικού. Από τα συνήθη υλικά μεγαλύτερη πυκνότητα έχει ο φυσικός λίθος ενώ ακολουθούν τα τούβλα και το σκυρόδεμα. Η θερμοχωρητικότητα των υλικών δεν αυξάνεται από ένα ορισμένο πάχος του υλικού και πέραν καθιστώντας περιττή την κάθε πρόσθετη αύξηση πάχους για την επίτευξη της θερμικής μάζας.

Θερμική μάζα (thermal mass)

Η έννοια της θερμικής μάζας βασίζεται στην ειδική θερμοχωρητικότητα των υλικών και αποτελεί ένα μέτρο της ικανότητας του κτιρίου να αποθηκεύει θερμότητα και να την εκλύει σταδιακά με χρονική καθυστέρηση, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία στο εσωτερικό του.

Το κέλυφος του κτιρίου, αλλά και κάθε στοιχείο του εσωτερικού χώρου (έπιπλα, πατώματα, εσωτερικοί τοίχοι κλπ.) συμβάλλει στη θερμική του μάζα, ανάλογα με τη θερμοχωρητικότητά του. Κτίρια με μεγάλη θερμική μάζα αποθηκεύουν κατά τη διάρκεια της ημέρας τα ηλιακά κέρδη και τα αξιοποιούν, εκλύοντας σταδιακά την αναρροφούμενη θερμότητα κατά τη διάρκεια των απογευματινών και νυχτερινών ωρών συμβάλλοντας έτσι στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για τη θέρμανση του χώρου. Αντίστοιχα, κατά τη θερινή περίοδο, η μεγάλη θερμική μάζα συντελεί στη διατήρηση για μεγάλη χρονική διάρκεια του επιθυμητού επιπέδου δροσισμού του χώρου που μπορεί να προέρχεται είτε από φυσικό νυχτερινό αερισμό, είτε από μηχανικό κλιματιστικό σύστημα.

Η κατανομή της θερμικής μάζας σε ένα κτίριο καθορίζεται κυρίως από τον προσανατολισμό της επιφάνειας που εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία και την επιθυμητή χρονική καθυστέρηση όσον αφορά στην απελευθέρωση θερμότητας. Στις βόρειες επιφάνειες για παράδειγμα, δεν υπάρχει πρακτικά ανάγκη για χρονική καθυστέρηση αφού οι επιφάνειες αυτές έχουν μικρά θερμικά κέρδη. Στις επιφάνειες με ανατολικό προσανατολισμό είναι προτιμότερο να υπάρχει χρονική καθυστέρηση μεγαλύτερη από δεκατέσσερις ώρες έτσι ώστε η απελευθέρωση θερμότητας να γίνεται αργά το απόγευμα, ενώ στις νότιες και τις δυτικές επιφάνειες μία χρονική καθυστέρηση οκτώ ωρών είναι αρκετή για να επιβραδύνει την απελευθέρωση θερμότητας μέχρι το βράδυ [27].

Η οροφή του κτιρίου που είναι εκτεθειμένη στην ηλιακή ακτινοβολία για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της ημέρας, απαιτεί μεγάλη χρονική καθυστέρηση (άρα μεγάλη θερμική μάζα) ή εναλλακτικά επιπρόσθετη μόνωση [27].

Η θερμική μάζα συντελεί στη θερμική άνεση καθώς προκαλεί ελάττωση του ημερήσιου θερμοκρασιακού εύρους στο εσωτερικό του κτιρίου σε σχέση με το εύρος της ημερήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος.



Συντελεστής θερμοδιαπερατότητας (u-value)

Ένα μέτρο της μετάδοσης θερμότητας λόγω θερμικής αγωγιμότητας του κατασκευαστικού υλικού και θερμοκρασιακής διαφοράς του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου είναι ο συντελεστής θερμοδιαπερατότητας ή αλλιώς η τιμή u (u-value). Η u-value ορίζεται ως ο λόγος της ροής θερμότητας διαμέσου μιας επιφάνειας (τοίχος, τζάμι κλπ.) προς τη διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας. Έχει μονάδα μέτρησης το W/m^2K που αντιστοιχεί στο ποσό θερμότητας σε Joule που μεταδίδεται διαμέσου $1m^2$ δομικού στοιχείου σε χρόνο 1sec, όταν η θερμοκρασιακή διαφορά του αέρα στις δυο πλευρές του στοιχείου είναι 1 Kelvin.

Η u-value καθορίζει τη θερμική ποιότητα του υλικού και την ικανότητά του να επιτρέπει τη διέλευση της θερμότητας. Είναι συνάρτηση κυρίως των θερμικών ιδιοτήτων και του πάχους του κατασκευαστικού υλικού. Όσο μικρότερη είναι η u-value, τόσο πιο μονωτικό είναι το υλικό, δηλαδή τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίστασή του στη ροή θερμότητας.

5.2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

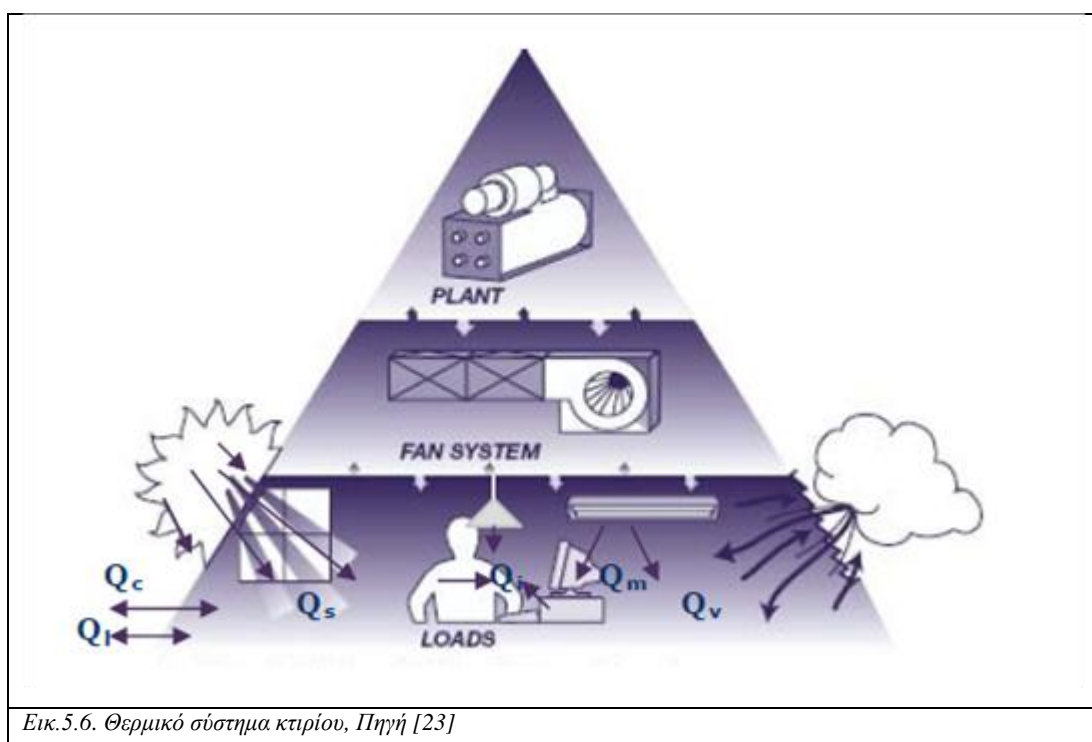
Οι συνθήκες χρήσης και γενικά η λειτουργία του κτιρίου παίζουν καθοριστικό ρόλο στο ενεργειακό του ισοζύγιο. Στα κτίρια γραφείων συγκεκριμένα, σημαντικό ρόλο στο θερμικό προφίλ παίζει η χρήση

μηχανημάτων όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, φωτοτυπικά κ.α. που αφ' ενός καταναλώνουν ενέργεια για τη λειτουργία τους και αφ' ετέρου προκαλούν επιπρόσθετη θέρμανση στον εσωτερικό χώρο αυξάνοντας το ψυκτικό φορτίο, το ποσό ενέργειας δηλαδή που απαιτείται για να δροσίσει το κτίριο μηχανικά στο επίπεδο άνεσης.

Το θερμικό σύστημα ενός κτιρίου περιγράφεται στην *Εικ.5.6* [33], όπου φαίνονται:

α) η αλληλεπίδραση των εσωτερικών φορτίων με το σύστημα θέρμανσης-αερισμού-κλιματισμού (HVAC).

β) η ροή θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του κτιρίου και αντιστρόφως.



Εικ.5.6. Θερμικό σύστημα κτιρίου, Πηγή [23]

Οι κύριες θερμικές ροές που καθορίζουν το ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου είναι οι εξής:

- Q_i = εσωτερικά θερμικά κέρδη από τεχνητό φωτισμό, ανθρώπινη παρουσία και δραστηριότητα, λειτουργία υπολογιστών, εκτυπωτών και άλλων ηλεκτρικών
- Q_s = ηλιακά θερμικά κέρδη μέσω παραθύρων και άλλων γυάλινων επιφανειών
- Q_c = θερμικά κέρδη ή απώλειες λόγω μεταφοράς μέσω του κελύφους του κτιρίου
- Q_v = θερμικά κέρδη ή απώλειες λόγω φυσικού ή μηχανικού αερισμού και διείσδυσης
- Q_m = θέρμανση ή ψύξη από μηχανικά κλιματιστικά συστήματα
- Q_l = λανθάνουσα θερμική απώλεια ή κέρδος από μεταφορά υγρασίας μέσω των κατασκευαστικών υλικών.

$$\text{Συνολική θερμική ροή} = Q_i + Q_s \pm Q_c \pm Q_v \pm Q_m \pm Q_l \quad (1)$$

Αν η Εξίσωση (1) = 0 τότε υπάρχει θερμική ισορροπία. Αν η Εξ. (1) > 0 τότε η εσωτερική θερμοκρασία αυξάνεται, ενώ αν η Εξ.(1) < 0 η εσωτερική θερμοκρασία μειώνεται. Η τιμή συνεπώς της συνολικής θερμικής ροής καθορίζει τις απαιτήσεις του χώρου για θέρμανση και δροσισμό [Παράρτημα].

6. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

6.1. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ

Η εκλογή της θέσης του κτιρίου και ο προσανατολισμός του σε σχέση με τον ήλιο και τον άνεμο αφορούν άμεσα την ενεργειακή του απόδοση.

Συγκεκριμένα, κατά τη θερινή περίοδο, οι νοτιοανατολικές και νοτιοδυτικές προσόψεις δέχονται τη μέγιστη ημερήσια ποσότητα θερμότητας από την ηλιακή ακτινοβολία ενώ οι νοτιοδυτικοί χώροι, εξαιτίας των ταυτόχρονων υψηλών εξωτερικών θερμοκρασιών που επικρατούν, παρουσιάζουν μεγαλύτερη τελική επιβάρυνση. Αντίθετα, στην ίδια περίοδο, δέχεται το ελάχιστο σε θερμότητα η καθαρά προς το νότο προσανατολισμένη πρόσοψη και παρά τη μεγάλη διάρκεια έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία. Το χειμώνα αντίθετα, η νότια πρόσοψη δέχεται το μεγαλύτερο ποσό της ηλιακής ενέργειας από οποιαδήποτε διαφορετικά προσανατολισμένη επιφάνεια του κτιρίου [47].

Οι όψεις με ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό δέχονται το μέγιστο ποσό ηλιακής ακτινοβολίας από το Μάη μέχρι τον Ιούλιο και αντίθετα, μικρό ποσό θερμότητας το χειμώνα, ενώ οι βορινές προσόψεις ηλιάζονται μόνο το καλοκαίρι νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα.

Συνεπώς, ο νότιος προσανατολισμός είναι ο ιδεώδης και για τη διάταξη των ανοιγμάτων σε ένα κτίριο [47].

6.2. ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το καταλληλότερο σχήμα ενός κτιρίου από ενεργειακή και κλιματική άποψη είναι εκείνο που το χειμώνα έχει τις μικρότερες θερμικές απώλειες και το μεγαλύτερο ηλιακό κέρδος, ενώ το καλοκαίρι τη μικρότερη δυνατή θερμική επιβάρυνση από την ηλιακή ακτινοβολία. Υπολογισμοί και μετρήσεις έχουν δείξει πως ένα κτίριο τοποθετημένο στον άξονα Α-Δ, επιμηκυμένο στον αυτό άξονα, εκθέτει τη μεγαλύτερη νότια πλευρά του στη μέγιστη ζέστη το χειμώνα, ενώ εκθέτει τις μικρότερες ανατολικές και δυτικές πλευρές του στη μέγιστη ζέστη το καλοκαίρι όταν ο ήλιος είναι ανεπιθύμητος [47].

Συμπερασματικά, για το Ελληνικό γεωγραφικό πλάτος και κλίμα, τα κτίρια που είναι με τέτοιο τρόπο προσανατολισμένα, ώστε η μεγάλη τους πλευρά να βρίσκεται νότια – νοτιοδυτικά, με τους

περισσότερους κύριους χώρους και παράθυρα σε αυτήν την πλευρά και με μια επιφάνεια παραθύρων στη δυτική – βορειοδυτική πλευρά παρουσιάζουν τα περισσότερα πλεονεκτήματα γιατί το χειμώνα είναι πιο εύκολο να θερμανθούν με λιγότερη εγκατεστημένη θερμική ισχύ, ενώ το καλοκαίρι είναι πιο εύκολο να δροσιστούν [47].

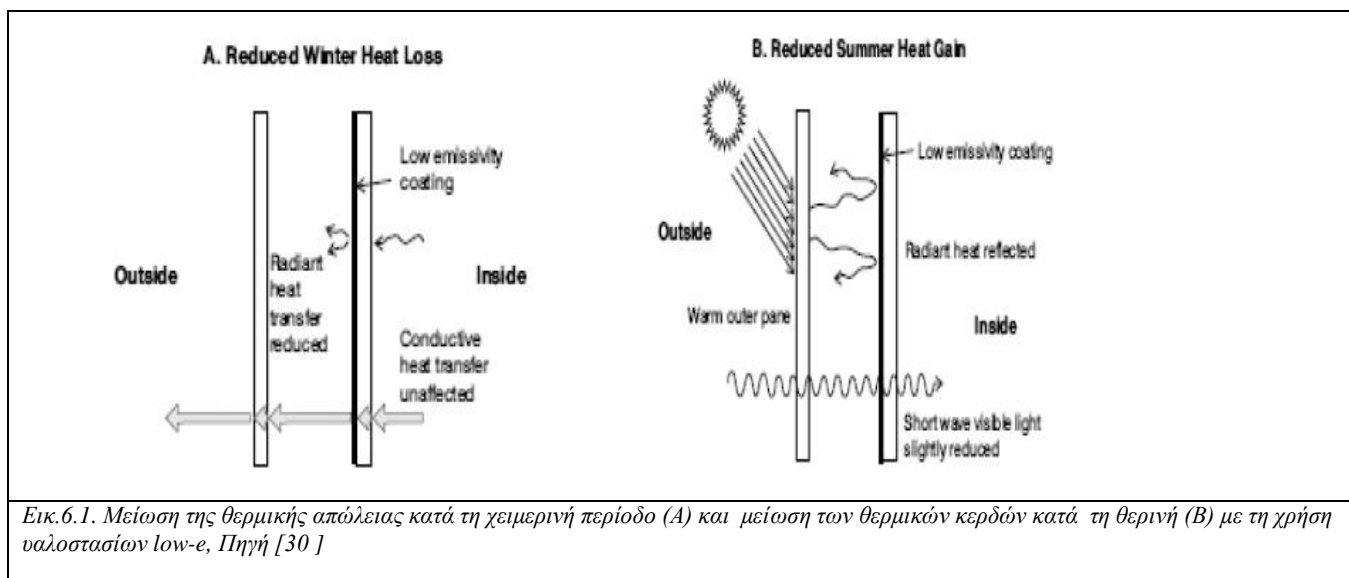
6.3. ΚΕΛΥΦΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το κέλυφος του κτιρίου έχει σημαντική επίδραση στην ενεργειακή κατανάλωση του. Ο κακός σχεδιασμός μπορεί να οδηγήσει σε υψηλά φορτία θέρμανσης και ψύξης.

Η αποδοτικότητα του κελύφους ενός κτιρίου χαρακτηρίζεται από την ικανότητα να αντιστέκεται στη μετάδοση θερμότητας, η οποία σχετίζεται άμεσα με:

- Τον προσανατολισμό του κτιρίου.
- Τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο εσωτερικό και στο εξωτερικό περιβάλλον του κτιρίου.
- Την κατάλληλη επιλογή των δομικών υλικών
- Το χρώμα και την υφή της εξωτερικής επιφάνειας του κελύφους
- Η επιλογή των επιχρισμάτων στην εξωτερική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους επηρεάζει το ενεργειακό ισοζύγιο και ιδιαίτερα το ψυκτικό του φορτίο και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η χρήση “ψυχρών” υλικών, δηλαδή υλικών που χαρακτηρίζονται από μεγάλη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία και μεγάλο συντελεστή εκπομπής στο υπέρυθρο έχει ως αποτέλεσμα της μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας λόγω της μικρότερης απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας. Συνεπώς, κατά τη θερμή περίοδο, περιορίζεται η μετάδοση θερμότητας στον εσωτερικό χώρο και τελικά μειώνεται η ενεργειακή κατανάλωση για το δροσισμό του χώρου [46].
- Τη θερμομόνωση και την αεροστεγανότητα του κτιρίου
- Την επιλογή των υαλοστασίων
- Τα παράθυρα και τα υαλοστάσια γενικότερα αποτελούν την οδό για τη διοχέτευση στο εσωτερικό ενός κτιρίου φυσικού φωτισμού, ηλιακών κερδών, θέας και φυσικού αερισμού. Συνιστούν ένα εξαιρετικά σημαντικό δομικό στοιχείο, αφού επηρεάζουν τη θερμική, οπτική, και ακουστική άνεση στο εσωτερικό του χώρου. Επιπρόσθετα, τα υαλοστάσια αποτελούν τα ασθενέστερα μέρη του κελύφους των κτιρίων ως προς τις θερμικές τους απώλειες, για τον περιορισμό των οποίων, όπως έχει αναφερθεί συνίσταται η χρήση διπλών υαλοστασίων. Ιδιαίτερα αποτελεσματική είναι και η χρήση υαλοστασίων χαμηλής εκπομπής (low-e). Τα

τζάμια αυτού του είδους φέρουν ειδική λεπτή και διαφανή στο ορατό φως επίστρωση που τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του εσωτερικού τζαμιού, όταν πρόκειται για διπλά υαλοστάσια, ώστε να μειώνεται η μεταβίβαση θερμότητας με ακτινοβολία από τον εσωτερικό χώρο το χειμώνα και προς τον εσωτερικό χώρο το καλοκαίρι, όπως φαίνεται στην Εικ.6.1 (A,B) [48].



6.4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΑΕΡΙΣΜΟΥ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ (HVAC)

Τα συστήματα HVAC (Heating- Ventilation - Air Conditioning) περιλαμβάνουν τα ενεργά μηχανολογικά και ηλεκτρολογικά μέσα, όπως λέβητες, πύργους ψύξης ανεμιστήρες, αντλίες, αγωγούς, σωληνώσεις, κ.α. που χρησιμοποιούνται για να επιτευχθεί ο θερμικός έλεγχος των κτιρίων.

Ένα σύστημα θέρμανσης σχεδιάζεται για να προσθέτει θερμική ενέργεια σε ένα χώρο ή κτίριο, προκειμένου να διατηρείται κάποια επιλεγμένη θερμοκρασία αέρα, η οποία διαφορετικά δεν θα μπορούσε να επιτευχθεί λόγω της ροής της θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον (απώλεια θερμότητας). Αντιθέτως, ένα σύστημα ψύξης ή δροσισμού σχεδιάζεται για να αφαιρεί θερμική ενέργεια από ένα χώρο ή κτίριο προκειμένου να διατηρείται η επιθυμητή θερμοκρασία του αέρα, χαμηλότερη συγκριτικά με αυτή που, αλλιώς, θα επικρατούσε λόγω της αναπόφευκτης ροής θερμότητας τόσο από τις εσωτερικές πηγές της, όσο και από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του χώρου (κέρδος θερμότητας). Ένα σύστημα αερισμού έχει ως σκοπό την κυκλοφορία του αέρα σε ένα χώρο χωρίς την αλλαγή της θερμοκρασίας του [45].

Ο έλεγχος του θερμικού περιβάλλοντος αποτελεί βασικό στόχο για όλα τα κτίρια, συνδυάζοντας θερμική άνεση και ποιότητα του αέρα, παραμέτρους που επηρεάζουν την υγεία, την ικανοποίηση και την παραγωγικότητα των ατόμων.

Σύμφωνα με την ASHRAE (Αμερικάνικη Ομοσπονδία των Μηχανικών Θέρμανσης, Ψύξης και Κλιματισμού), ένα σύστημα κλιματισμού, είναι μία συνάθροιση συνιστωσών, με μια καθορισμένη δομή και λειτουργία, που πρέπει να εκπληρώνει τέσσερις στόχους ταυτόχρονα που αφορούν τον έλεγχο [45]:

- της θερμοκρασίας του αέρα,
- της υγρασίας του αέρα,
- της κυκλοφορίας του αέρα και
- της ποιότητας του αέρα.

Τα συστήματα HVAC αποτελούν πολύ σημαντικό τομέα του σχεδιασμού, της λειτουργίας και της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου. Συγκεκριμένα, τα συστήματα αυτά απαιτούν συχνά σημαντικό χώρο δαπέδου και κτιριακό όγκο για την εγκατάσταση του εξοπλισμού και των διατάξεων διανομής, ζητήματα που πρέπει να διευθετούνται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού. Η κακή επιλογή του συστήματος κατά τη φάση του σχεδιασμού μπορεί, όχι μόνο να αυξήσει το αρχικό κόστος εγκατάστασης, αλλά και να επιβαρύνει το κόστος λειτουργίας του.

Η διατήρηση των κατάλληλων θερμικών συνθηκών μέσω της λειτουργίας ενός συστήματος HVAC ευθύνεται για ένα σημαντικό ποσοστό της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου. Έτσι, στα γραφεία που κλιματίζονται, το 30 έως 40% του ενεργειακού λογαριασμού συνήθως αποδίδεται στον κλιματισμό τους και μόνο [45]. Αυτό αντιπροσωπεύει ένα πολύ σημαντικό κόστος για την επιχείρηση, αλλά και για το περιβάλλον, λόγω της αποδέσμευσης χλωροφθορανθράκων (CFC) που χρησιμοποιούνται ως ψυκτικά μέσα.

6.5. ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Στόχος του σχεδιασμού των συστημάτων φωτισμού είναι η εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω των εξής προϋποθέσεων [33]:

- i. Την επίτευξη των απαραίτητων επιπέδων φωτισμού, βάσει της χρήσης και των λειτουργικών απαιτήσεων κάθε χώρου.
- ii. Την καλή ποιότητα του φωτισμού, η οποία εξασφαλίζεται με καλή κατανομή και αποφυγή φαινομένων θάμβωσης, κατάλληλη χρωματική απόδοση και χρώμα φωτισμού, ανάδειξη στοιχείων χώρου, κατεύθυνση φωτισμού και δημιουργία κατάλληλων αντιθέσεων κ.λπ.
- iii. Την εξασφάλιση οπτικής επαφής με το εξωτερικό περιβάλλον.
- iv. Την οπτική επαφή με εξωτερικά στοιχεία ευχάριστα στο άτομο.

Στα κτίρια παρατηρείται συχνά το φαινόμενο της υπερδιαστασιολόγησης των συστημάτων τεχνητού φωτισμού με σκοπό κυρίως την πρόληψη προβλημάτων που προκύπτουν από ανεπαρκείς μελέτες. Αυτό το φαινόμενο, σε συνδυασμό με τη χρήση πεπερασμένης ή συμβατικής τεχνολογίας στις εγκαταστάσεις φωτισμού, οδηγεί σε υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων του τεχνητού φωτισμού, με μη ικανοποιητικά αποτελέσματα ως προς την ποιότητα και την οπτική άνεση. Η κατανάλωση αυτή μπορεί να αποτελεί σημαντικό ποσοστό του συνόλου της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου.

Η εξοικονόμηση της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται για τον τεχνητό φωτισμό είναι εφικτή και μπορεί να πραγματοποιηθεί με την υιοθέτηση κατάλληλων μέτρων και τεχνικών όπως:

- ο σωστός σχεδιασμός του τεχνητού φωτισμού
- η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού
- η χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα εσωτερικά κέρδη από το φωτισμό, μειώνοντας έτσι το ψυκτικό φορτίο
- η επιλογή κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων
- η εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου
- η σωστή συντήρηση των φωτιστικών σωμάτων

Για χώρους γραφείων, η ASHRAE καθορίζει τη μέγιστη ισχύ σε $19,4 \text{ W/m}^2$, έτσι ώστε ταυτόχρονα να εξοικονομείται ενέργεια, ενώ επισημαίνει ότι είναι εφικτή η οπτική άνεση με φωτιστικά επίπεδα $9,5\text{-}14 \text{ W/m}^2$ [21].

6.6. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Ο εξοπλισμός των κτιρίων με συσκευές προκαλεί αύξηση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και ταυτόχρονα αύξηση του ψυκτικού φορτίου του κτιρίου, λόγω της θερμότητας που εκλύεται κατά τη λειτουργία τους. Στα κτίρια γραφείων, η μέση ετήσια κατανάλωση για τη λειτουργία εξοπλισμού όπως Η/Υ, φωτοτυπικά, εκτυπωτές, καθώς και άλλων λειτουργικών συστημάτων (π.χ. ανελκυστήρες) είναι 48 kWh/m^2 , αποτελώντας το 25% της συνολικής [42].

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, στα πλαίσια συμφωνίας με την κυβέρνηση των Η.Π.Α. και συγκεκριμένα με το Υπουργείο Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA) εφαρμόζει το Energy Star Computers Program, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας στη λειτουργία των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Δεδομένου ότι το 30-40% των Η/Υ παραμένουν σε λειτουργία κατά τη διάρκεια της νύχτας και τα Σαββατοκύριακα,

έχουν κατασκευαστεί και χρησιμοποιούνται ευρέως Η/Υ, οθόνες, εκτυπωτές κ.α. που βρίσκονται σε κατάσταση αναμονής όταν δεν χρησιμοποιούνται για κάποιο χρονικό διάστημα, καταναλώνοντας έτσι πολύ λιγότερη ενέργεια.

7. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

Η αναζήτηση βιώσιμων λύσεων στο σχεδιασμό των κτιρίων εκφράζεται από μια συνειδητή στροφή προς τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και φιλικών στο περιβάλλον κατασκευαστικών υλικών, καθώς και προς τη βελτίωση της ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης με τη χρήση τεχνικών και συστημάτων που συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, νερού, στην ανακύκλωση των αποβλήτων, αλλά και με την κατάλληλη διαμόρφωση των ελεύθερων χώρων για τη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος. Οι προσπάθειες αυτές έχουν άμεση σχέση με την εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού ή ενεργειακού σχεδιασμού έτσι ώστε τα κτίρια να εντάσσονται αρμονικά στο χώρο, να έχουν αντοχή στο χρόνο, να διασφαλίζουν ένα υγιές εσωτερικό περιβάλλον και να ελαχιστοποιούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

7.1. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ - ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

7.1.1. ΣΤΟΧΟΙ-ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου είναι ο σχεδιασμός ο οποίος λαμβάνοντας υπόψη το κλίμα κάθε περιοχής, στοχεύει στην εξασφάλιση των απαραίτητων εσωκλιματικών συνθηκών (θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα) με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, αξιοποιώντας τις διαθέσιμες περιβαλλοντικές πηγές (ήλιο, αέρα - άνεμο, νερό, έδαφος).

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, την ψύξη και το φωτισμό των κτιρίων. Τεχνικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν η θερμική προστασία του κελύφους, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, οι τεχνικές και τα συστήματα φυσικού δροσισμού και φυσικού φωτισμού και ορισμένες τεχνικές ορθολογικής χρήσης ενέργειας (θερμικές ζώνες, αποθήκευση θερμότητας στα δομικά στοιχεία του κτιρίου).

Στην Ελλάδα τα βιοκλιματικά κτίρια, όπως προκύπτει από μετρήσεις, ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις, παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 30% σε σχέση με συνήθη συμβατικά κτίρια, ενώ σε σχέση με παλαιότερα αμόνωτα κτίρια η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80%[38].

Ο ενεργειακός σχεδιασμός εξαρτάται από το τοπικό κλίμα και βασίζεται στις παρακάτω αρχές:

- **Θερμική προστασία των κτιρίων** τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.
- **Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας** για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατάλληλη επιλογή κατασκευαστικών υλικών, με τον προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων, τη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες καθώς και με τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και αποτελούν «φυσικά» συστήματα θέρμανσης, αλλά και φωτισμού.
- **Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού** και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσικό φωτισμό των κτιρίων, ο οποίος θα πρέπει να εξασφαλίζει επάρκεια και ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.
- **Προστασία των κτιρίων από την ηλιακή ακτινοβολία**, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- **Απομάκρυνση της θερμότητας** που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού και αερισμού.
- **Βελτίωση - ρύθμιση των εσωτερικών συνθηκών** στους χώρους έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα. Αυτή η παράμετρος μπορεί να αναλυθεί στις εξής δυο συνιστώσες:
 - α) Διασφάλιση της θερμικής, οπτικής, και ακουστικής άνεσης
 - β) Καλή ποιότητα του αέρα και υγιεινό περιβάλλον στο εσωτερικό του κτιρίου, που επιτυγχάνεται με τις παρακάτω προϋποθέσεις:
 - ✓ ικανοποιητικό επίπεδο αερισμού του κτιρίου, με ιδιαίτερη πρόνοια στους χώρους αυξημένης φόρτισης, όπως θάλαμοι καπνιστών, χώροι με φωτοτυπικά μηχανήματα κλπ.
 - ✓ χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, ώστε να μην εκπέμπουν στον εσωτερικό χώρο ρυπογόνες χημικές ουσίες, όπως φορμαλδεΐδη, πτητικές οργανικές ενώσεις κ.α.
- **Βελτίωση του μικροκλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια**, με τον σχεδιασμό των εξωτερικών χώρων, που θα περιλαμβάνει την κατάλληλη φύτευση κ.α. ώστε ταυτόχρονα να εντάσσεται αρμονικά το κτίριο στο εξωτερικό περιβάλλον.

7.1.2. ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ, ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης ή δροσισμού είναι οι τεχνικές ή οι κατασκευές που εμπεριέχονται στο σχεδιασμό των κτιρίων και προσαρμόζονται κατάλληλα στο περίβλημά (κέλυφος) τους, με τρόπο ώστε να διευκολύνουν στην καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων, καθώς και στην αξιοποίηση των κλιματικών συνθηκών για το φυσικό τους δροσισμό, χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας [27], [52].

Οι βασικές κατηγορίες των συστημάτων αυτών είναι [27]:

Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

Αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού. Βάσει του φαινομένου του θερμοκηπίου και ειδικότερα της εισόδου της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου, συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και την διανέμουν στο χώρο.

Τα παθητικά συστήματα θέρμανσης διακρίνονται στα εξής:

- i. **συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους**, όπως τα ανοίγματα κατάλληλου προσανατολισμού, νότιου συνήθως, ώστε να υπάρχει πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα.
- ii. **συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους**, όπως ο ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο), ο ηλιακός τοίχος, το θερμοσιφωνικό πάνελ και το ηλιακό αίθριο.

Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού

Οι πιο συνήθεις μέθοδοι φυσικού δροσισμού είναι οι ακόλουθες:

i) Ηλιοπροστασία- Θερμική προστασία

- Σκίαση ανοιγμάτων (εσωτερικά, εξωτερικά σκίαστρα, σταθερά ή κινητά)
- Ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών
- Φυσική βλάστηση, φυτεμένο δώμα κ.α.

ii) Φυσικός αερισμός

- Διαμερής φυσικός αερισμός (ημερήσιος και νυχτερινός τις θερμές ημέρες)
- Υβριδικός αερισμός (ανεμιστήρες οροφής κ.α.)
- Καμινάδα ή πύργος αερισμού (φυσικός ελκυσμός)
- Αεριζόμενο κέλυφος

iii) Δροσισμός μέσω εδάφους

- Υπεδάφιο σύστημα αγωγών (εναλλάκτες εδάφους- αέρα)

iv) Εξατμιστικός δροσισμός

- Πύργος δροσισμού
- Ψυκτικές μονάδες εξατμίσσης
- Βλάστηση μέσω εξατμισοδιαπνοής

Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού με στόχο την εξασφάλιση οπτικής άνεσης, θα πρέπει να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους η κατάλληλη στάθμη φωτισμού, αλλά και η ομαλή κατανομή του ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις, οι οποίες προκαλούν το φαινόμενο της θάμβωσης. Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα/ υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα /ανακλαστικότητα).

Ο φυσικός φωτισμός επιτυγχάνεται με:

- ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
- ανοίγματα οροφής
- αίθρια
- φωταγωγούς

Ο σωστός σχεδιασμός και η κατάλληλη επιλογή τεχνικών αποτελούν το πρώτο βήμα για την επιτυχή εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Η ορθή υλοποίηση των παθητικών συστημάτων κατά την κατασκευή είναι εξίσου σημαντική, δεδομένου ότι συχνά παρατηρείται απόκλιση της τελικής κατασκευής από την αρχική μελέτη του κτιρίου, με αποτέλεσμα τη μειωμένη απόδοση των παθητικών ηλιακών συστημάτων. Έτσι, είναι πιθανό να αντιστραφεί ο αρχικός στόχος και να προκληθεί αύξηση στην ενεργειακή κατανάλωση.

Η συμβολή των χρηστών των βιοκλιματικών κτιρίων αποτελεί βασικό παράγοντα από τον οποίο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η απόδοση των συστημάτων. Για παράδειγμα, είναι αυτονόητο ότι ένα σύστημα ψύξης δεν μπορεί να είναι αποδοτικό όταν, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του οι χρήστες του κτιρίου ανοίγουν τα παράθυρα για μεγαλύτερη ανανέωση του αέρα.

Ένα ακόμη σημείο στο οποίο πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή είναι η επαρκής συντήρηση των συστημάτων ώστε να εξασφαλίζεται η βέλτιστη απόδοση.

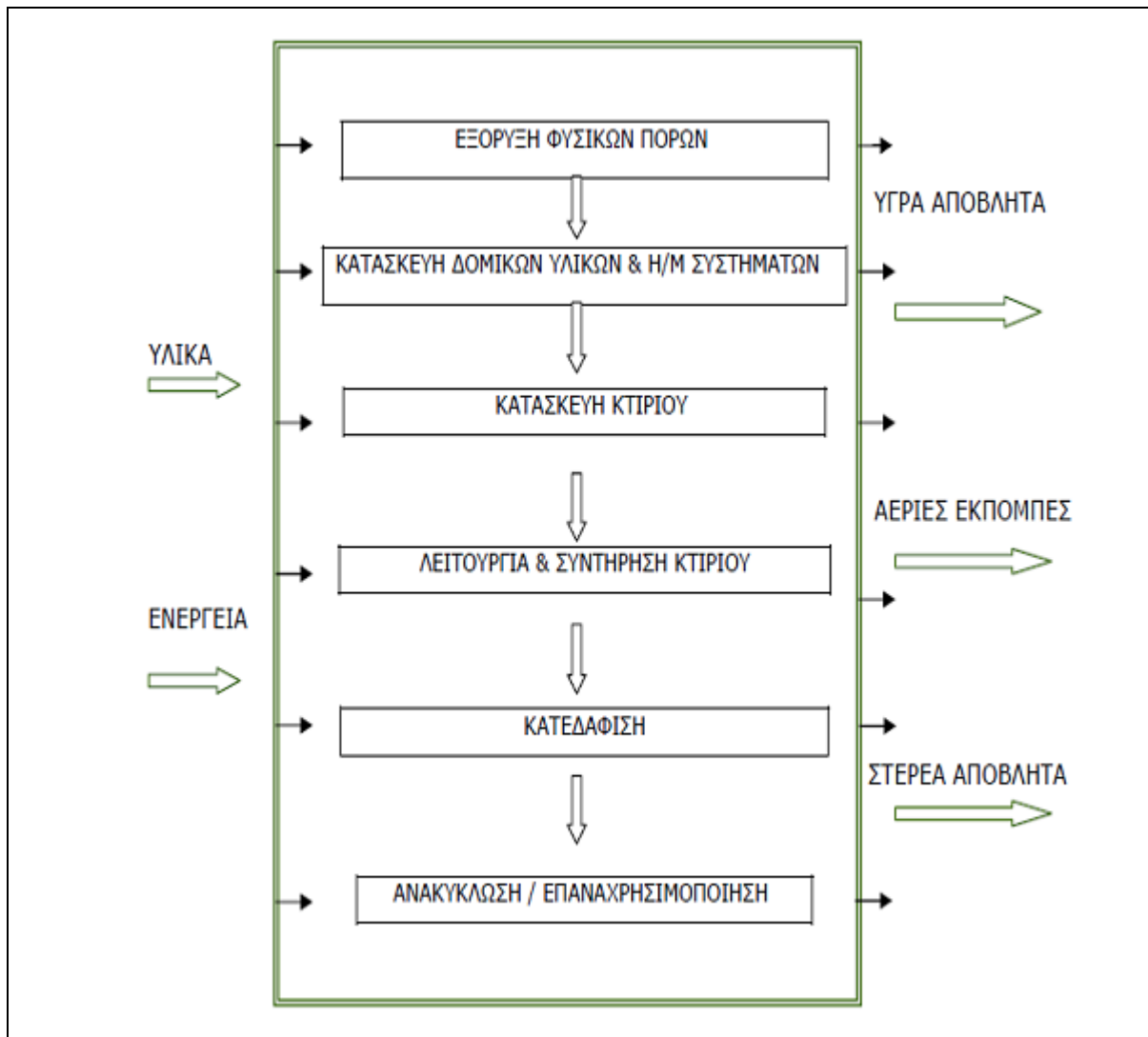
8. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η βιοκλιματική προσέγγιση τόσο στο σχεδιασμό και την κατασκευή όσο και στη λειτουργία ενός κτιρίου αποτελεί την πλέον αναγκαία συνθήκη για την εξοικονόμηση ενέργειας και την εναρμόνιση του με το φυσικό περιβάλλον, χωρίς να προκαλεί σε αυτό δυσμενείς επιπτώσεις.

Η συνειδητοποίηση του γεγονότος ότι αφ' ενός οι φυσικοί πόροι εξαντλούνται με ανησυχητικούς ρυθμούς και αφ' ετέρου το δομημένο περιβάλλον επιδρά αρνητικά στο φυσικό, έχει οδηγήσει στην ανάγκη ορθολογικής διαχείρισης πρώτων υλών και ενέργειας, καθώς και στην ανάγκη ασφαλούς διάθεσης των αποβλήτων από τα κτίρια.

Γίνεται επομένως φανερό ότι είναι απαραίτητη μια συνολική θεώρηση του κτιρίου ως μέρος του συστήματος πρώτες ύλες – ενέργεια – περιβάλλον και η οποία αφορά κάθε στάδιο της ζωής του, από την κατασκευή ως την κατεδάφισή του. Η αντίστοιχη μέθοδος γι' αυτή τη θεώρηση είναι η *Ανάλυση Κύκλου Ζωής* του κτιρίου, η οποία αποτελεί ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και λήψης αποφάσεων που έχει σκοπό την εκτίμηση των επιδράσεων από τη χρήση ενέργειας και υλικών στο περιβάλλον και στην οικονομία, καθώς και την εκτίμηση των δυνατοτήτων επίτευξης περιβαλλοντικών βελτιώσεων σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση πρώτων υλών και ενέργειας σε κάθε στάδιο της ζωής του κτιρίου [23]. Για να επιτευχθεί ο σκοπός αυτός, είναι αναγκαίος ο προσδιορισμός και η ποσοτικοποίηση της ενέργειας, των δομικών υλικών και των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται, καθώς και των αποβλήτων που ελευθερώνονται στο περιβάλλον.

Ο κύκλος ζωής ενός κτιρίου μπορεί να αποδοθεί με την *Εικ.8. 1*



Εικ.8. 1. Κύκλος Ζωής Κτιρίου, Πηγή [23]

Αναλυτικότερα, ο συνολικός καθορισμός του κύκλου ζωής του κτιρίου συνεκτιμά παράγοντες που αφορούν το ίδιο το κτίριο καθώς και την αλληλεπίδραση του με το περιβάλλον και με τα άτομα που ζουν μέσα σ' αυτό. Τα στάδια που περιλαμβάνει είναι τα εξής [23], [18], [39],[22]:

I. Μελέτη των υλικών και της ενέργειας που απαιτούνται σε όλα τα στάδια της ζωής του κτιρίου.

- **Κατασκευή:** Περιλαμβάνει την παραγωγή δομικών υλικών και Η/Μ συστημάτων, την μεταφορά τους στο εργοτάξιο και τις εργασίες κατασκευής του κτιρίου.
- **Χρήση:** Περιλαμβάνει τη λειτουργία, τη συντήρηση και την αντικατάσταση των συστημάτων που διασφαλίζουν τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες όπως: τη θέρμανση και ψύξη των χώρων, την παραγωγή ζεστού νερού, τον τεχνητό φωτισμό, τη λειτουργία των Η/Μ εγκαταστάσεων και τη λειτουργία των μικροσυσκευών (καφετιέρες, φούρνοι μικροκυμάτων κ.α.) και του εξοπλισμού γραφείου.

- **Απόρριψη:** Στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του κτιρίου πρέπει να ληφθούν υπόψη η επιλεκτική αποξήλωση υλικών και συστημάτων που θα επαναχρησιμοποιηθούν, η κατεδάφιση του κτιρίου, η διαλογή απορριμμάτων και η μεταφορά τους στους χώρους εναπόθεσης, η ανακύκλωση και η επανεπεξεργασία.

II. Εκτίμηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον και στην υγεία των ενοίκων, που σχετίζονται με τη χρήση υλικών και ενέργειας

Απαιτείται ανάλυση των επιπτώσεων των χρησιμοποιούμενων υλικών και της ενεργειακής κατανάλωσης τόσο στο εξωτερικό περιβάλλον όσο και στην ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος, η οποία σχετίζεται άμεσα με την υγεία των χρηστών.

III. Εκτίμηση των οικονομικών επιπτώσεων από τα στάδια ζωής του κτιρίου

Η συγκεκριμένη διαδικασία στοχεύει στον προσδιορισμό του κόστους που αφορά το κτίριο και διαχωρίζεται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Αρχικό κόστος: απόκτηση οικοπέδου, κατασκευή κτιρίου.
- Ενεργειακό κόστος: λειτουργία Η/Μ συστημάτων, φωτισμός, ηλεκτρικός εξοπλισμός κ.α.
- Κόστος νερού: αφορά τη χρήση νερού, καθώς και τη διάθεση του αποβλήτου ύδατος.
- Κόστος λειτουργίας, συντήρησης και ανακαίνισης του κτιρίου.
- Κόστος αντικατάστασης Η/Μ συστημάτων ή άλλων στοιχείων του κτιρίου π.χ. υαλοστάσια, πόρτες κλπ.
- Υπολειπόμενη, εναπομείνουσα αξία: είναι η αξία ενός συστήματος ή ενός στοιχείου του κτιρίου στο τέλος του κύκλου ζωής του.

IV. Προτάσεις βελτίωσης της περιβαλλοντικής και ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου

Μετά τον καθορισμό των παραπάνω παραγόντων, η ανάλυση ολοκληρώνεται με τρόπους εξοικονόμησης πρώτων υλών και ενέργειας, ώστε το κτίριο να είναι φιλικό τόσο στο περιβάλλον όσο και στο χρήστη.

Η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του κτιρίου συνίσταται σε μια πληθώρα παραγόντων που απαιτούν μια σειρά δεδομένων, τα οποία δεν είναι πάντα εύκολα να προσδιοριστούν. Ένας καίριος στόχος που μπορεί να επιτευχθεί και που ταυτόχρονα αποτελεί το πρώτο και βασικό βήμα στην εφαρμογή της Ευρωπαϊκής Οδηγίας που αφορά την απόδοση των κτιρίων, όπως αναφέρθηκε εκτενώς στην προηγούμενη παράγραφο, είναι ο υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου.

9. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ TRNSYS

Από την προηγούμενη ανάλυση, είναι κατανοητό ότι τα κτίρια αποτελούν πολύπλοκα ενεργειακά συστήματα, στα οποία επενεργούν παράγοντες κατασκευαστικοί, λειτουργικοί και περιβαλλοντικοί. Ο ακριβής καθορισμός της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου απαιτεί τη χρήση ενός ολοκληρωμένου και λεπτομερούς εργαλείου προσομοίωσης.

9.1. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ TRNSYS

Το TRNSYS (TRaNsient SYstem Simulation Program) είναι ένα δυναμικό υπολογιστικό πρόγραμμα προσομοίωσης που σχεδιάστηκε για την επίλυση σύνθετων προβλημάτων που αφορούν τα ενεργειακά συστήματα [43]. Ο βαθμός πολυπλοκότητας μπορεί να κυμαίνεται από την απλή περίπτωση ενός αγωγού ή μιας αντλίας θερμότητας έως τη μοντελοποίηση ενός πολυζωνικού κτιρίου. Είναι συνεπώς κατάλληλο για λεπτομερή ανάλυση συστημάτων που η συμπεριφορά τους είναι χρονικά εξαρτώμενη. Με ένα πρόγραμμα όπως το TRNSYS που συνδυάζει τα επιμέρους στοιχεία του προς μελέτη συστήματος, το πρόβλημα της προσομοίωσης εντοπίζεται στην αναγνώριση των στοιχείων αυτών και στη διατύπωση μιας μαθηματικής περιγραφής για το καθένα απ' αυτά. Η μαθηματική περιγραφή πραγματοποιείται με τη γλώσσα προγραμματισμού Fortran, κάθε υπορουτίνα της οποίας περιλαμβάνει την περιγραφή του κάθε υποσυστήματος, που στο TRNSYS αναφέρεται ως "Type". Το TRNSYS αναγνωρίζει τη θέση κάθε συστήματος στο πρόγραμμα από έναν αριθμό UNIT που ορίζεται από τον χρήστη και πρέπει να είναι διαφορετικός για κάθε σύστημα.

Μια προσομοίωση με το TRNSYS καθορίζεται και ελέγχεται από ένα σύνολο δηλώσεων και δεδομένων.

Βασικές προϋποθέσεις για την προσομοίωση του συστήματος είναι:

A. Ο εντοπισμός των υποσυστημάτων

Το TRNSYS διαθέτει βιβλιοθήκη των διαφορετικών τύπων (Types), τα οποία είναι οργανωμένα σε λειτουργικές ομάδες, ώστε να διευκολύνεται η κατάλληλη επιλογή σε κάθε περίπτωση. Η επιλογή των τύπων για την περιγραφή του συστήματος καθορίζει το πόσο λεπτομερές θα είναι η προσομοίωση.

B. Η σύνδεση των αριθμών των "Type" με τα υποσυστήματα

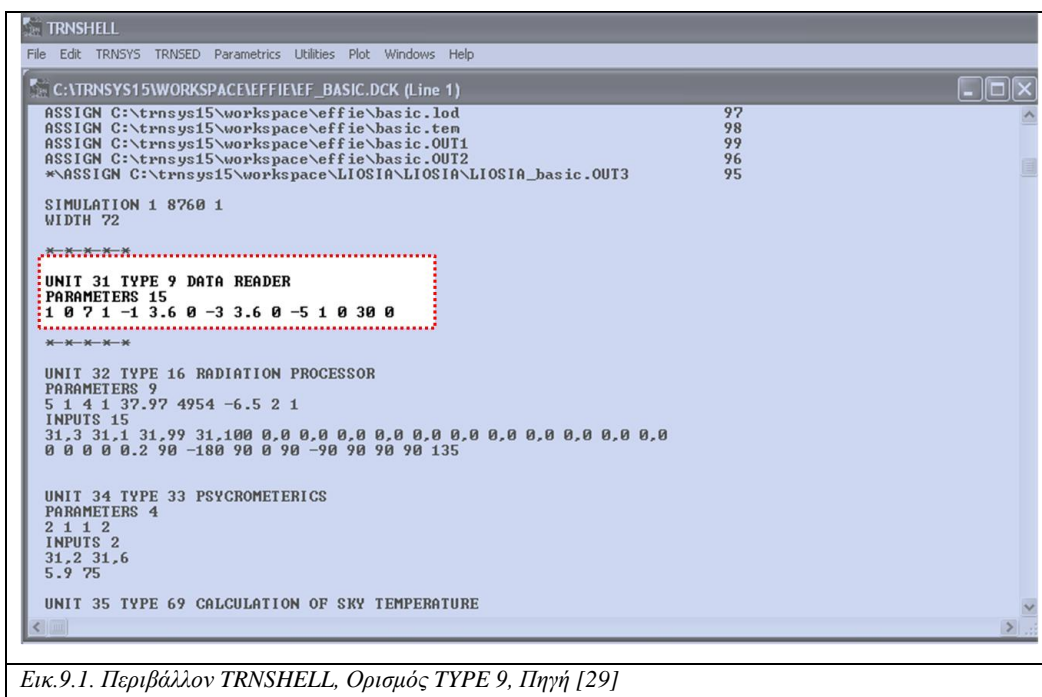
Κάθε υποσύστημα που υπάρχει στη βιβλιοθήκη αναγνωρίζεται από ένα συγκεκριμένο νούμερο Type, το οποίο συνδέει το υποσύστημα με την υπορουτίνα της Fortran που το περιγράφει.

Ο κάθε τύπος απαιτεί την εισαγωγή σταθερών παραμέτρων (Parameters) και χρονικά εξαρτημένων στοιχείων εισόδου (Inputs), τα οποία θα δώσουν έναν αριθμό χρονικά εξαρτημένων στοιχείων εξόδου (Outputs). Γενικά, τα στοιχεία εξόδου ενός τύπου μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως στοιχεία εισόδου σε άλλους τύπους.

Με τη δήλωση Assign καταχωρούνται τα απαραίτητα αρχεία και συνδέονται με τους αντίστοιχους τύπους, ενώ με τη δήλωση Simulation καθορίζεται η ώρα του χρόνου που η προσομοίωση αρχίζει και τελειώνει καθώς και το χρονικό βήμα. Η δήλωση Width δηλώνει τον αριθμό των χαρακτήρων σε κάθε γραμμή (72-132).

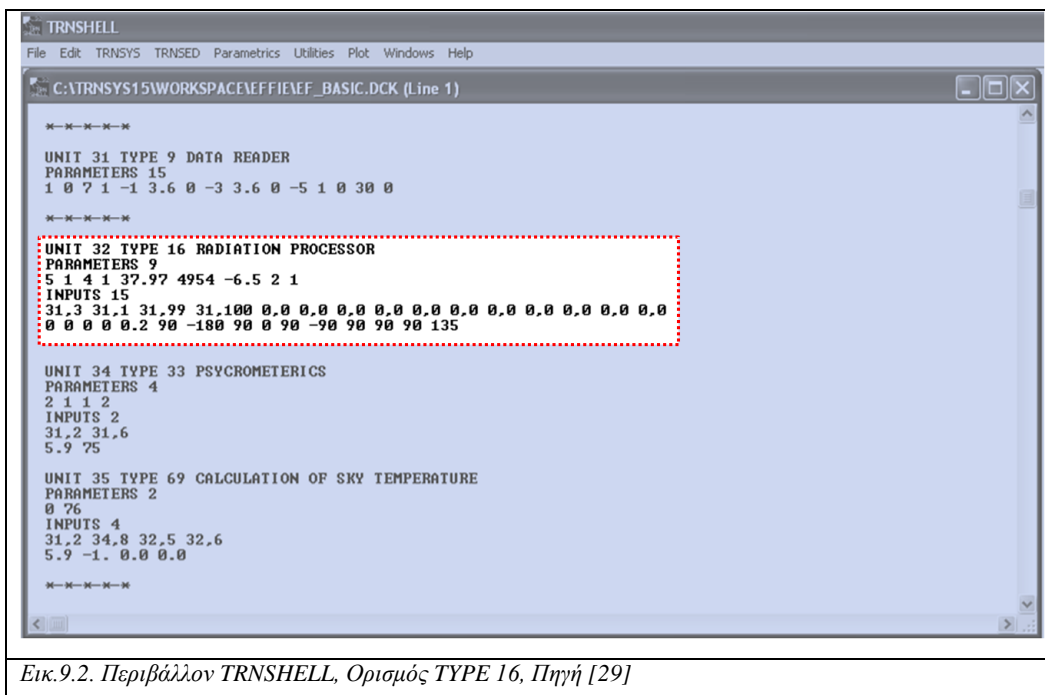
Αρχικά χρησιμοποιείται το **TYPE 9** στο οποίο, μέσω των παραμέτρων ορίζεται η ώρα εκκίνησης της προσομοίωσης και το χρονικό βήμα. Ο τύπος αυτός εξυπηρετεί την ανάγνωση του μετεωρολογικού αρχείου δεδομένων στα χρονικά διαστήματα που έχουν οριστεί και την διαθεσιμότητά τους σε όσα άλλα UNITS χρειάζονται. Το αρχείο κλιματολογικών δεδομένων αποτελεί ένα βασικό στοιχείο εισόδου. Συγκεκριμένα, στις προσομοιώσεις του κτιρίου που θα ακολουθήσει χρησιμοποιείται το αρχείο «Τυπικού Μετεωρολογικού Έτους» όπου περιλαμβάνονται οι ωριαίες τιμές των εξής μεγεθών:

- Εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος ($^{\circ}\text{C}$)
- Ταχύτητα ανέμου (m/sec)
- Διεύθυνση ανέμου (0° - 360°)
- Σχετική υγρασία (%)
- Ολική ακτινοβολία σε οριζόντια επιφάνεια (W/m^2)
- Διάχυτη ακτινοβολία σε οριζόντια επιφάνεια (W/m^2)



Εικ.9.1. Περιβάλλον TRNSHELL, Ορισμός TYPE 9, Πηγή [29]

Ένας επίσης σημαντικός τύπος είναι το **Type 16**, ο οποίος περιγράφει την εξέλιξη την ηλιακής ακτινοβολίας σε σχέση με το χρόνο. Τα δεδομένα της ηλιακής ακτινοβολίας συνήθως λαμβάνονται σε χρονικά διαστήματα μιας ώρας και σε οριζόντια επιφάνεια. Για την προσομοίωση ενός ενεργειακού συστήματος απαιτείται η ολική ακτινοβολία σε κεκλιμένη επιφάνεια. Το συγκεκριμένο Type έχει πολλές επιλογές για την εκτίμηση της, η κατάλληλη δε είναι αυτή που αξιοποιεί τα δεδομένα που διαθέτουμε, τα οποία είναι η ολική και η διάχυτη ακτινοβολία σε οριζόντια επιφάνεια. Γενικά, η ολική ακτινοβολία σε κεκλιμένη επιφάνεια υπολογίζεται με την εκτίμηση και την πρόσθεση της άμεσης, διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και της ανακλώμενης από το έδαφος ακτινοβολίας πάνω στην κεκλιμένη επιφάνεια. Σημαντικά στοιχεία εισόδου είναι η κλίση και ο προσανατολισμός των επιφανειών του κτιρίου.



Εικ.9.2. Περιβάλλον TRNSHELL, Ορισμός TYPE 16, Πηγή [29]

Επιπλέον, με το **Type 69** προσδιορίζεται μια υποθετική θερμοκρασία του ουρανού, βάσει της οποίας μπορεί να υπολογιστεί η ανταλλαγή μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολίας από τις εξωτερικές επιφάνειες του κτιρίου στο περιβάλλον. Για τον υπολογισμό αυτό ο ουρανός θεωρείται ιδανικό μέλαν σώμα. Έτσι, η υποθετική θερμοκρασία του είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος, της σχετικής υγρασίας, του παράγοντα νεφοκάλυψης και της ατμοσφαιρικής πίεσης.

Ο παράγοντας **νεφοκάλυψης** υπολογίζεται από τον τύπο:

$$C_{\text{Cover}} = \left(1.4286 \frac{E_{\text{dif}}}{E_{\text{total}}} - 0.3 \right)^{0.5}$$

όπου E_{dif} , E_{total} η διάχυτη και η ολική ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο αντίστοιχα.

Η ατμοσφαιρική πίεση καθορίζεται από τον τύπο:

$$p_{atm} = p_0 e^{-\frac{\rho_0 h}{p_0}}$$

όπου p_{atm} η ατμοσφαιρική πίεση, p_0 και ρ_0 η πίεση και η πυκνότητα του αέρα στην επιφάνεια της θάλασσας και h το ύψος από την επιφάνεια της θάλασσας.

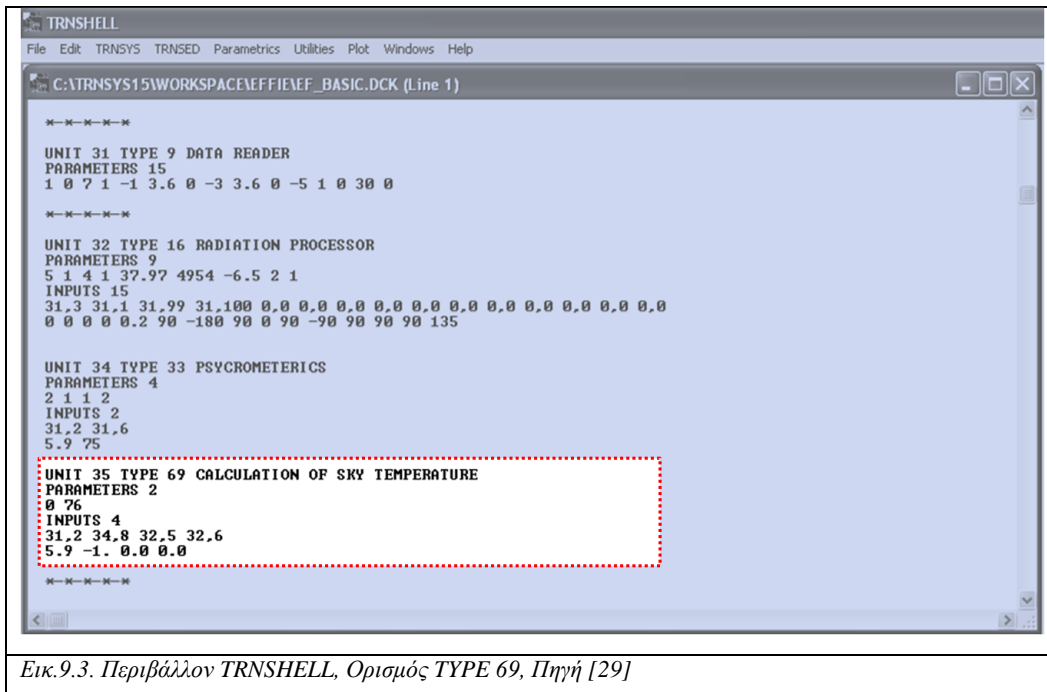
Η εκπομπή από ανέφελο ουρανό, ε_0 υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\varepsilon_0 = 0.711 + 0.005T_{sat} + 0.000073T_{sat}^2 + 0.013 \cos\left(2\pi \frac{time}{24}\right) + 0.00012(p_{atm} - p_0)$$

όπου η μεταβλητή $time$ αντιστοιχεί στην ώρα της μέρας και T_{sat} η θερμοκρασία κόρου, η οποία μπαίνει ως input σ' αυτή την υπορουτίνα, έχοντας προκύψει ως output από προηγούμενη υπορουτίνα δεδομένης της εξωτερικής θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας.

Τελικά η υποθετική θερμοκρασία του ουρανού δίνεται από τον τύπο:

$$T_{sky} = T_{amb} [\varepsilon_0 + (1 - \varepsilon_0) C_{conv} 0.8]^{0.25}$$



Εικ.9.3. Περιβάλλον TRNSHELL, Ορισμός TYPE 69, Πηγή [29]

Στη συνέχεια θα παρουσιαστεί ο τύπος του πολυζωνικού κτιρίου, μέσω του οποίου ορίζεται το υπό μελέτη κτίριο.

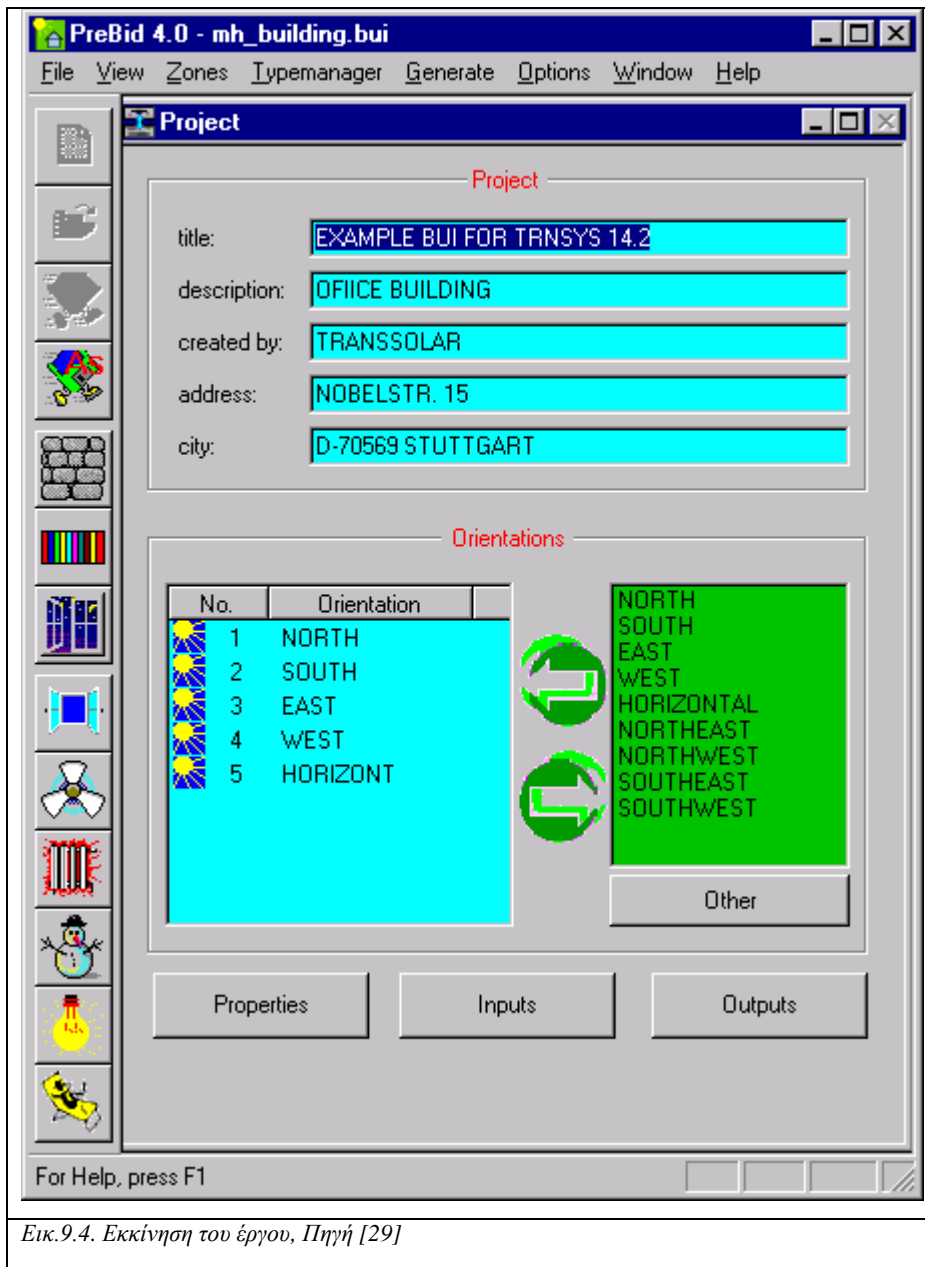
9.1. ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΟΛΥΖΩΝΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ-ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗΣ PREBID



Το σύστημα στο οποίο αναφέρεται το **TYPE 56** του TRNSYS, είναι το πολυζωνικό κτίριο. Με την παρούσα υπορουτίνα προσδιορίζεται η θερμική συμπεριφορά του κτιρίου, το οποίο διαιρείται σε διαφορετικές θερμικές ζώνες. Ως **θερμική ζώνη** θεωρείται ένας σαφώς ορισμένος χώρος ή ένα σύνολο χώρων στο εσωτερικό του κτιρίου, όπου επικρατεί η ίδια θερμοκρασία και οι απαιτήσεις θέρμανσης-ψύξης σε κάθε σημείο του χώρου είναι παρόμοιες [42],[44]. Λόγω της πολυπλοκότητας ενός πολυζωνικού κτιρίου, οι παράμετροι αυτού του τύπου δεν ορίζονται απευθείας στο αρχείο εισόδου του TRNSYS. Αντί αυτού, εκτελείται ένα πρόγραμμα διασύνδεσης, με την ονομασία “PREBID”, στο οποίο περιλαμβάνεται ένα αρχείο με την πλήρη και λεπτομερή περιγραφή του κτιρίου.

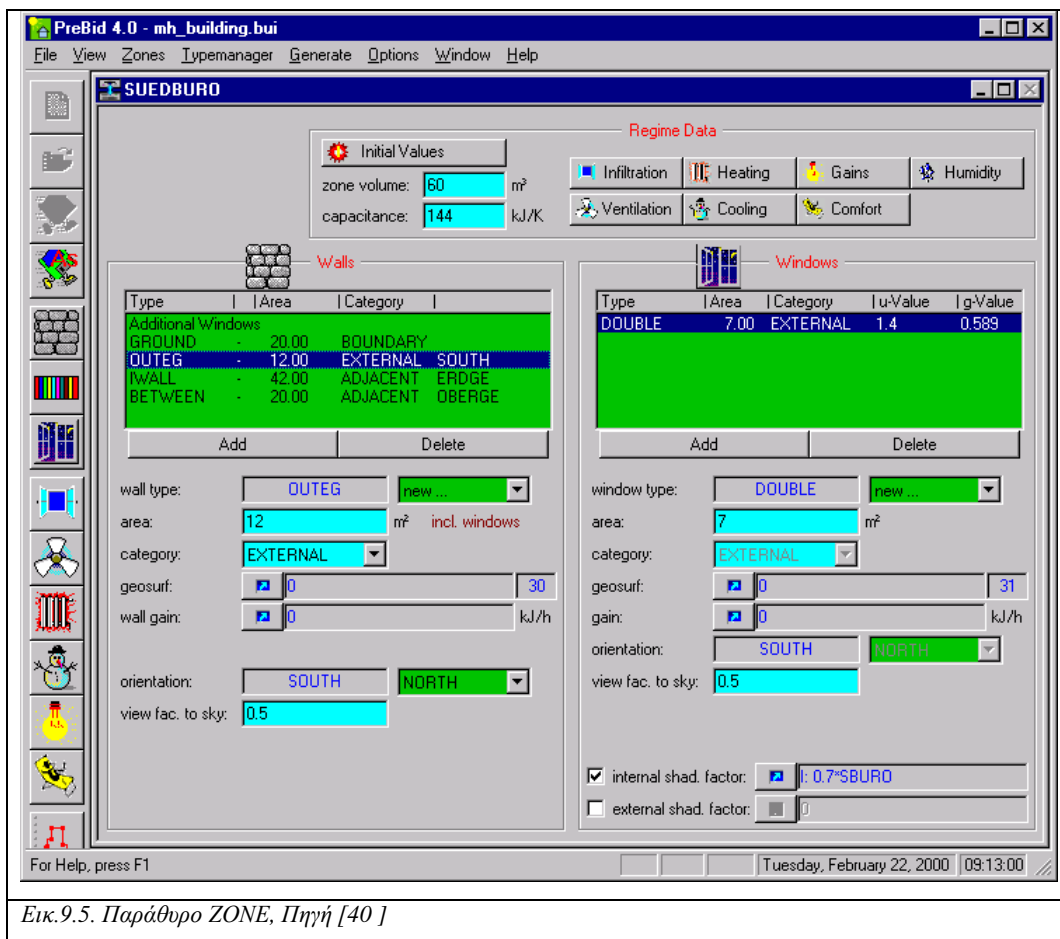
Με τις παραμέτρους αυτού του τύπου ορίζονται οι λογικές μονάδες της Fortran μέσω των οποίων διαβάζονται τα αρχεία δεδομένων με την περιγραφή του κτιρίου, καθώς και η βιβλιοθήκη δεδομένων του “PREBID” που περιέχει πληροφορίες για τα υλικά, τις θερμοφυσικές ιδιότητές τους κ.α.

Ξεκινώντας με μερικά βασικά δεδομένα του έργου, ο χρήστης περιγράφει κάθε θερμική ζώνη με τη σειρά. Όλα τα δεδομένα που έχουν εισαχθεί αποθηκεύονται σε ένα λεγόμενο αρχείο building (*. BUI), ένα αναγνώσιμο αρχείο κειμένου ASCII. Το αρχείο “BUI” είναι πολύ βολικό για τον έλεγχο των δεδομένων που καταχωρούνται στο “PREBID”. Στο παράθυρο προετοιμασίας του έργου, ο χρήστης εισάγει κάποιες γενικές πληροφορίες για το έργο (Εικ.9.4), καθορίζει τους προσανατολισμούς των τοιχωμάτων που απαιτούνται από την ανωτέρω περιγραφή του κτιρίου, καθορίζει ορισμένες βασικές ιδιότητες του υλικού, σύμφωνα με τον κατάλογο των απαιτούμενων εισροών **TYPE 56**, και επιλέγει τα επιθυμητά αποτελέσματα του **TYPE 56**. Στην Εικ.9.1 όλες οι πιθανές κατευθύνσεις των εξωτερικών τοίχων κτιρίων πρέπει να ορίζονται εδώ με μοναδικά ονόματα. Ο πίνακας στην αριστερή πλευρά περιέχει όλες τις κατευθύνσεις που δίνονται για το έργο αυτό και ο πίνακας στην δεξιά πλευρά παρέχει έναν κατάλογο των τύπων των προσανατολισμών [29].



Εικ.9.4. Εκκίνηση του έργου, Πηγή [29]

Το παράθυρο “ZONE” περιέχει όλες τις πληροφορίες που περιγράφουν μια θερμική ζώνη του κτιρίου, όπως φαίνεται στην Εικ.9.5.



Εικ.9.5. Παράθυρο ZONE, Πηγή [40]

Τα δεδομένα που περιγράφουν μια ζώνη μπορούν να διαιρεθούν σε τέσσερα βασικά τμήματα [29]:

α. τα απαιτούμενα δεδομένα του συστήματος, “REGIMEDATA”

β. Τα τείχη της ζώνης, “Walls”

γ. Τα παράθυρα της ζώνης, “Windows” και

δ. προαιρετικά στοιχεία εξοπλισμού και προδιαγραφών λειτουργίας, καθώς και στοιχεία διείσδυσης, εξαερισμού, ψύξης, θέρμανσης, κερδών και άνεσης.

Τα στοιχεία που εισάγονται στο “REGIMEDATA”, είναι:

- όγκος του αέρα μέσα στη ζώνη
- συνολική θερμική χωρητικότητα του αέρα ζώνης καθώς και κάθε μάζα που δεν θεωρείται τοίχος (π.χ. έπιπλα)
- αρχική θερμοκρασία του αέρα ζώνης
- αρχική σχετική υγρασία του αέρα ζώνης
- ένα απλό μοντέλο υγρασίας (χωρητικότητα) ή αναλυτικό μοντέλο (προσωρινής αποθήκευσης)

Για να απλουστευθεί η είσοδος, παρέχονται προκαθορισμένες τιμές για όλες τις παραμέτρους εκτός από τον όγκο (VOLUME ZONE). Η χωρητικότητα θα ρυθμιστεί αυτόματα σε μια προκαθορισμένη

τιμή του 1,2 * (όγκος). Ωστόσο, συνιστάται ο χρήστης να ελέγχει τις προεπιλεγμένες τιμές προσεκτικά και να τις προσαρμόζει αν χρειάζεται.

Οι πληροφορίες σχετικά με τους τοίχους (Walls) σε μια ζώνη εμφανίζονται στο κάτω αριστερό μέρος του παραθύρου “ZONE”. Εδώ, ο χρήστης μπορεί να προσθέσει, να διαγράψει ή να επεξεργαστεί τα τείχη μιας ζώνης. Η δημιουργία των τοίχων στο “PREBID” ξεκινάει πάντα από το εσωτερικό του χώρου και προς τα έξω. Απαιτείται επίσης ο ορισμός του συντελεστή απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας από τις επιφάνειες των τοίχων, καθώς και του συντελεστή μετάδοσης θερμότητας από μεταφορά. Ανάλογα με το πάχος του τοίχου και το είδος των κατασκευαστικών υλικών προκύπτει μια τιμή του συντελεστή θερμοδιαπερατότητας (u-value) για κάθε τοίχο.

Για να ορίσουμε ένα νέο **ΤΟΙΧΟ (wall)** είναι απαραίτητα τα εξής στοιχεία:

- **ΤΥΠΟΣ ΤΟΙΧΟΥ (Wall Type):** Ο τύπος τοίχου μπορεί να καθοριστεί χρησιμοποιώντας το αναπτυσσόμενο μενού στη δεξιά πλευρά. Το μενού αυτό προσφέρει τη δυνατότητα να καθορίζει ένα νέο είδος τοίχου, επιλέγοντας ένα τύπο τοίχου από την βιβλιοθήκη.
- **ΠΕΡΙΟΧΗ (Area):** Η περιοχή του τοίχου θα πρέπει να περιλαμβάνει το εμβαδόν όλων των παραθύρων μέσα από τον τοίχο. Για εσωτερικούς τοίχους, η περιοχή θα πρέπει να διπλασιαστεί, επειδή τα μπροστινά όσο και στην πίσω επιφάνεια του τοίχου είναι εκτεθειμένα στη ζώνη.
- **ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (Category):** Η κατηγορία τοίχου έχει οριστεί σε EXTERNAL από προεπιλογή. Οι ακόλουθες κατηγορίες τοίχου που είναι διαθέσιμες:
 - EXTERNAL: ένας εξωτερικός τοίχος
 - INTERNAL: ένας τοίχος εσωτερικά σε μια ζώνη
 - ADJACENT: Ά μέση γειτνίαση ενός τοίχου που συνορεύει με άλλη ζώνη
 - BOUNDARY: Όριο ενός τοίχου με οριακές συνθήκες
- **GEOSURF:** Η εισερχόμενη άμεση ηλιακή ακτινοβολία κατανέμεται στο χώρο σύμφωνα με τους παράγοντες κατανομής μικρού μήκους κύματος ακτινοβολίας (Geosurf) [43]. Η εξ’ ορισμού τιμή του “Geosurf” είναι μηδέν που σημαίνει ότι κατανέμεται και η διάχυτη, δηλαδή με συντελεστές βαρύτητας της απορρόφησης (absorptance weighted are aratios), βάσει των ακόλουθων:

$$f_{diff,s,s} = \frac{a_s A_s}{\sum_{surfaces} (1 - \rho_{d,s}) A_s}$$

Όπου a_s = ο συντελεστής απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας από την επιφάνεια, και $\rho_{d,s}$ = η ανακλαστικότητα για τη διάχυτη ακτινοβολία από την επιφάνεια. Για επιφάνειες τοίχων, όπου η διαπερατότητα $\tau_s=0$, $\rho_{d,s} = (1 - a_s)$.

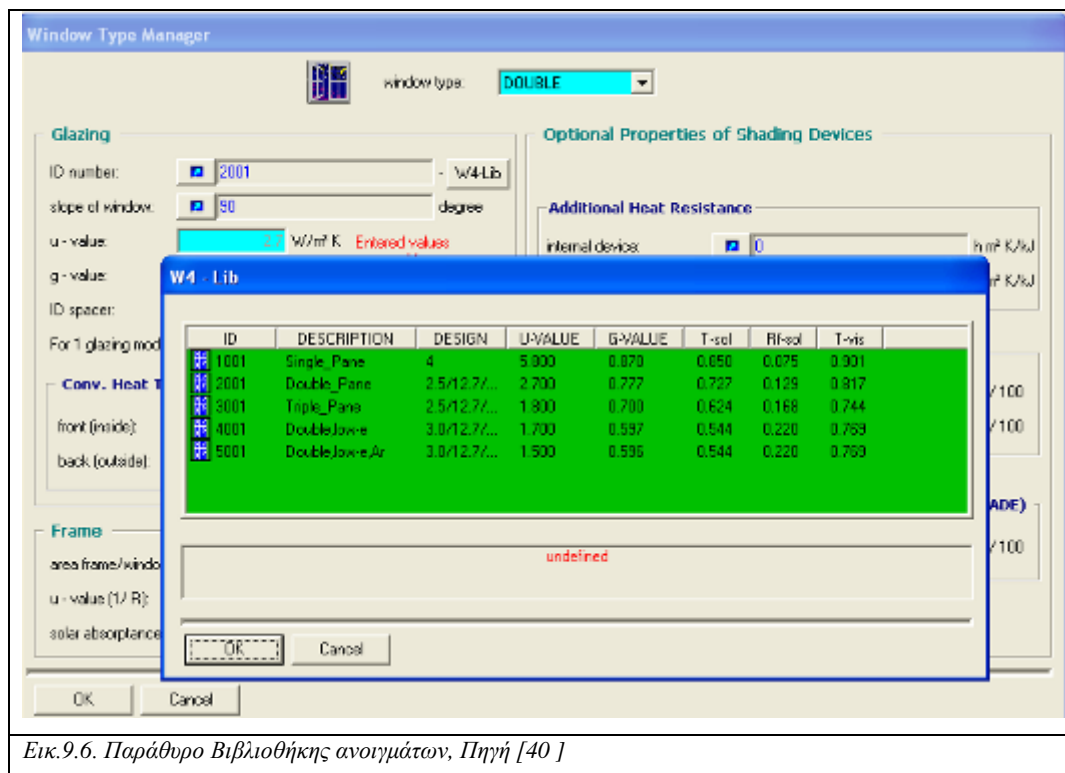
- **ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ (Surface Number):** Ο αριθμός επιφάνειας είναι ένας μοναδικός αριθμός που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό επιφάνειας. Ο αριθμός προέρχεται από το PREBID αυτόματα και εμφανίζεται πίσω από το πλαίσιο επεξεργασίας των GEOSURF σε μπλε χρώμα.
- **ΚΕΡΔΗ ΤΟΙΧΟΥ (Wall Gain):** Κέρδη ενός τοίχου μπορεί να οριστεί η ροή ενέργειας προς την εσωτερική επιφάνεια των τοίχων. Η τιμή "view factor to the sky" χρησιμοποιείται ως συντελεστής στάθμισης μεταξύ του περιβάλλοντος και της θερμοκρασίας του ουρανού (1 για μια οριζόντια επιφάνεια, 0,5 για μια κάθετη επιφάνεια με ανεμπόδιστη θέα) [29].

Σύμφωνα με την παραπάνω μεθοδολογία, η αρχική διαδικασία για την εισαγωγή δεδομένων στο περιβάλλον *BUI, είναι:

- Να ορίσουμε τις θερμικές ζώνες του κτιρίου, σύμφωνα με τον τρόπο λειτουργίας τους και τον προσανατολισμό τους.
- Να επιμετρήσουμε κάθε ζώνη, ορίζοντας την επιφάνεια του τοίχου ανά προσανατολισμό.
- Να εισάγουμε όλες τις επιφάνειες των ζωνών, «χτίζοντας βήμα – βήμα» το υπό μελέτη κτίριο, στο περιβάλλον *BUI.

Προκειμένου να οριστούν νέα **ΠΑΡΑΘΥΡΑ (window)** για τους εξωτερικούς και τους παρακείμενους τοίχους χρειάζονται:

- **ΤΥΠΟΣ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ (WINDOWTYPE).** Το όνομα του επιλεγμένου τύπου παραθύρου εμφανίζεται στο πλαίσιο οθόνης. Επίσης, το PREBID εμφανίζει το U-value (που περιγράφει τις απώλειες παραθύρου) και το g-value (συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους) του επιλεγμένου παραθύρου για πληροφορίες χρήστη (εάν υπάρχει). Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει τον τύπο του παραθύρου που αφορά στο υπό μελέτη κτίριο, μέσα από την βιβλιοθήκη που του παρέχει το PREBID.



Εικ.9.6. Παράθυρο Βιβλιοθήκης ανοιγμάτων, Πηγή [40]

- **ΠΕΡΙΟΧΗ (Area)**. Όταν το αρχείο *: BUI είναι γραμμένο, η εισερχόμενη επιφάνεια του παραθύρου θα αφαιρείται αυτόματα από την περιοχή τοίχου.
- **ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (Category)**: Η κατηγορία δημιουργείται αυτόματα από το PREBID ανάλογα με την κατηγορία τοίχου (external ή adjacent).
- **GEOSURF**
- **ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ (Surface Number)**.
- **ΚΕΡΛΟΣ (Gain)**
- **ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ (Orientation)**
- **ΣΥΣΚΕΥΗ ΣΚΙΑΣΗΣ (Shading Device)**: Για ένα εξωτερικό παράθυρο ο χρήστης μπορεί να επιλέξει μια εσωτερική και / ή εξωτερική συσκευή σκίασης και πρέπει να προσδιορίζει τον παράγοντα της σκίασης που μπορεί να είναι μια σταθερά, μια εισροή ή ένα χρονοδιάγραμμα [29].

Προσδιορισμός στοιχείων που σχετίζονται με θέρμανση, ψύξη και αερισμό των χώρων

Διείσδυση (Infiltration):

Ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης (διείσδυση του αέρα), πραγματοποιείται μέσω των χαραμιάδων των κουφωμάτων του κελύφους ή των θυρίδων αερισμού ή των καμινάδων εστιών καύσης καθώς επίσης και από τους αρμούς των δομικών αδιαφανών επιφανειών του κτιρίου. Η διείσδυση εξωτερικού αέρα στις ζώνες καθορίζεται με βάση τις αλλαγές αέρα ανά ώρα (ACH).

Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω αεροστεγανότητας η διείσδυση του αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτιριακού κελύφους θεωρείται αμελητέα και λαμβάνεται ίση με μηδέν.

Ο αερισμός μέσω θυρίδων αερισμού ή καμινάδων εστίων καύσης λαμβάνονται κατά περίπτωση και σύμφωνα με τον αριθμό θυρίδων του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτιρίου. Στον πίνακα δίνονται τυπικές τιμές για την διείσδυση αέρα ανά θυρίδα αερισμού, που θα λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης κτιρίου.

Είδος θυρίδας	Διείσδυση αέρα (m³/h)
Καμινάδα τζακιού, καπνοδόχος θερμάστρας ξύλου ή πετρελαίου ή άλλης εστίας καύσης	20
Θυρίδες αερισμού, π.χ. για χρήση συσκευών φυσικού αερίου	10

Εικ. 9.7. Τυπικές τιμές για την διείσδυση αέρα από θυρίδα αερισμού για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, Πηγή [παράρτημα]

Αερισμός (Ventilation):

Ο προσδιορισμός του μηχανικού αερισμού συνίσταται στις αλλαγές αέρα την ώρα καθώς και στη θερμοκρασία και σχετική υγρασία της ροής αέρα. Στα δυο τελευταία μεγέθη υπάρχει η δυνατότητα επιλογής είτε των τιμών του εξωτερικού περιβάλλοντος είτε των τιμών που θα ορίσει ο χρήστης.

Θέρμανση (Heating):

Καθορίζεται η θερμοκρασία ρύθμισης (set point temperature), δηλαδή η ελάχιστη θερμοκρασία στο εσωτερικό των χώρων ώστε να επιτυγχάνεται η θερμική άνεση. Κάτω από αυτή τη θερμοκρασία ο χώρος θερμαίνεται με τη χρήση κλιματιστικών συστημάτων.

Ψύξη (Cooling):

Αντίστοιχα, προσδιορίζεται η θερμοκρασία ρύθμισης για την καλοκαιρινή περίοδο, την μέγιστη δηλαδή θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου για τη θερμική άνεση, πάνω από την οποία ο χώρος θα αρχίσει να ψύχεται με μηχανικό τρόπο.

Εσωτερικά θερμικά κέρδη (Gains):

Εσωτερικά θερμικά κέρδη συμπεριλαμβάνουν τα άτομα, ηλεκτρικές συσκευές, κ.λπ. Οι προδιαγραφές των κερδών είναι προαιρετικές. Από προεπιλογή, δεν έχουν οριστεί κέρδη. Συνεπώς, καθορίζουμε εσωτερικά κέρδη λόγω ανθρώπινης παρουσίας και δραστηριότητας, βάσει του διεθνούς προτύπου ISO 7730, λόγω χρήσης υπολογιστών, λόγω φωτισμού.

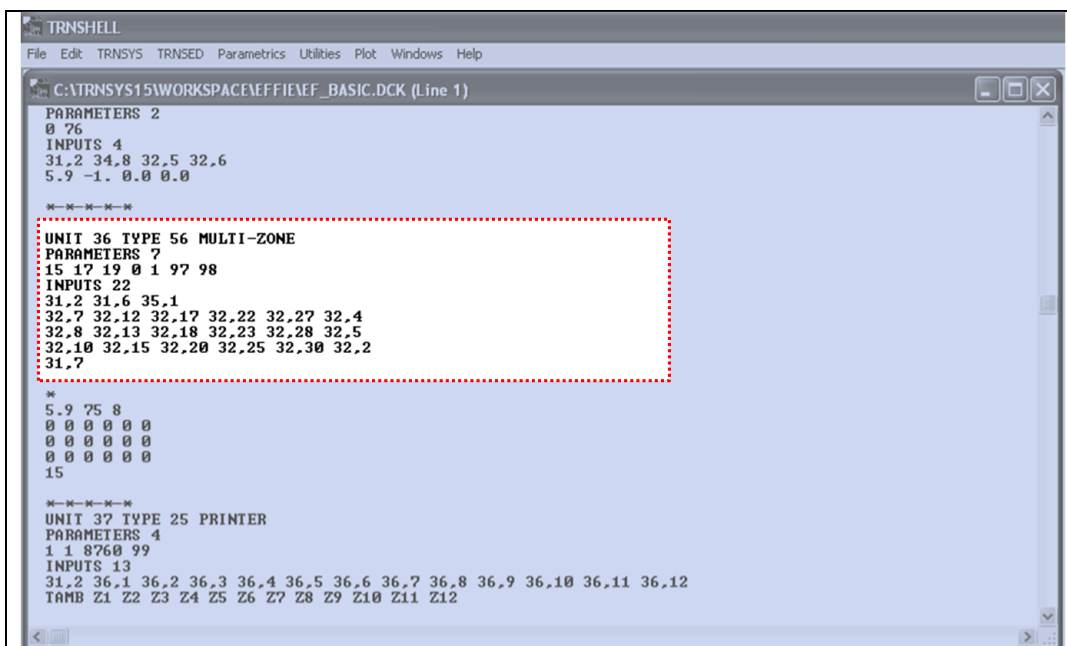
Θερμική άνεση (Comfort):

Είναι ένα νέο χαρακτηριστικό στην PREBID 4.0. που βασίζεται στο πρότυπο ENISO 7730. Οι προδιαγραφές άνεσης είναι προαιρετικές και η προεπιλεγμένη ρύθμιση είναι "off".

Ο καθορισμός της θερμοκρασίας ρύθμισης γίνεται αφού συνεκτιμηθούν ο αερισμός του χώρου, οι δραστηριότητες των ενοίκων του κτιρίου κ.α. Τέλος, ο προσδιορισμός τόσο των στοιχείων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού, όσο και των εσωτερικών θερμικών κερδών του χώρου ακολουθεί πρόγραμμα βάσει των ωρών λειτουργίας του κτιρίου [29].

Δημιουργία αρχείων ΤΥΠΟΥ 56 (Generating Type56 files):

Οι πληροφορίες που καταχωρίζονται στο PREBID και αποθηκεύονται στο αρχείο *. BUI χρησιμοποιούνται για να παράγουν δύο νέα αρχεία: ένα αρχείο που περιέχει τις γεωμετρικές πληροφορίες για το κτίριο (*. BLD) και ένα άλλο αρχείο που περιέχει το ASHRAE λειτουργίες μεταφοράς για τους τοίχους (*.TRN). Τα αρχεία αυτά χρησιμοποιούνται από το Type 56 κατά τη διαδικασία προσομοίωσης. Επιπλέον, ένα αρχείο πληροφοριών (*. INF) παράγεται που δείχνει την επεξεργασία του αρχείου BUI καθώς και τις απαιτούμενες εισροές (inputs) και εκροές (outputs) στη διάθεση του Type 56. Αν παρουσιαστεί σφάλμα, τότε δεν υπάρχουν αρχεία. Εμφανίζεται ένα παράθυρο για λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με το σφάλμα [29].



```
TRNSHELL
File Edit TRNSYS TRNSED Parametrics Utilities Plot Windows Help
C:\TRNSYS15\WORKSPACE\EFFIEVEF_BASIC.DCK (Line 1)
PARAMETERS 2
0 76
INPUTS 4
31,2 34,8 32,5 32,6
5,9 -1. 0.0 0.0
*-*-*-*
UNIT 36 TYPE 56 MULTI-ZONE
PARAMETERS 7
15 17 19 0 1 97 98
INPUTS 22
31,2 31,6 35,1
32,7 32,12 32,17 32,22 32,27 32,4
32,8 32,13 32,18 32,23 32,28 32,5
32,10 32,15 32,20 32,25 32,30 32,2
31,7
*
5,9 75 8
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0
0 0 0 0 0
15
*-*-*-*
UNIT 37 TYPE 25 PRINTER
PARAMETERS 4
1 1 8760 99
INPUTS 13
31,2 36,1 36,2 36,3 36,4 36,5 36,6 36,7 36,8 36,9 36,10 36,11 36,12
TAMB Z1 Z2 Z3 Z4 Z5 Z6 Z7 Z8 Z9 Z10 Z11 Z12
```

Εικ.9.8. Περιβάλλον TRNSHELL, Ορισμός TYPE 56, Πηγή [29]

```

basic.inf - Notepad
File Edit Format View Help
*****
* Prebid 4.1.1
*****
* BUILDING DESCRIPTIONS FILE TRNSYS
* FOR BUILDING: C:\trnsys15\workspace\efflie\basic.inf
* GET BY WORKING WITH PreBid 4.0 for windows
*****
* Comments
-----
* Project
-----
*+++ PROJECT
*+++ TITLE=THOMAIDEIO
*+++ DESCRIPTION=UNDEFINED
*+++ CREATED=EFFIE ANDRITSOU
*+++ ADDRESS=UNDEFINED
*+++ CITY=UNDEFINED
*+++ SWITCH=UNDEFINED
-----
* Properties
-----
PROPERTIES
DENSITY=1.204 : CAPACITY=1.012 : HVAPOR=2454.0 : SIGMA=2.041e-007 : RTEMP=293.15
*
*+++++
* TYPES
*+++++
*
* Layers
-----
LAYER GYPSUM_PLA
CONDUCTIVITY= 1.26 : CAPACITY= 1 : DENSITY= 1200
LAYER POLYSTYREN
CONDUCTIVITY= 0.11 : CAPACITY= 1.25 : DENSITY= 20
LAYER BRICK
CONDUCTIVITY= 3 : CAPACITY= 1 : DENSITY= 1800
LAYER COMMON_CON
CONDUCTIVITY= 7.56 : CAPACITY= 1 : DENSITY= 2400
LAYER TILE
CONDUCTIVITY= 3.6 : CAPACITY= 1 : DENSITY= 2000
-----
* Inputs
-----
INPUTS EDAFOS
-----
* Schedules
-----

```

Εικ.9.9. Αρχείο πληροφοριών (*.INF)

```

basic.trn - Notepad
File Edit Format View Help
6 46 39 1.00000
1 11 20 27 34 40 47
1 10 18 23 29 34 40
4.42245916323E+01 -1.54335852180E+02 2.12478486220E+02 -1.46898510050E+02 5.38435889176E+01
-1.01854534596E+01 9.11001027736E-01 -3.58163462010E-02 5.15291979841E-04 -2.64708771482E-06
4.28501478480E+01 -1.29689179667E+02 1.45022581384E+02 -7.31841349807E+01 1.65372910111E+01
-1.58827352482E+00 6.14185299333E-02 -7.31614268454E-04 1.71999018045E-06 6.11732768793E+01
-9.29837521971E+01 3.85736450384E+01 -4.34538778789E+00 1.00054366057E-01 -2.37406782497E-04
2.09137907513E-08 9.79082270703E+01 -1.79532248462E+02 1.00810600265E+02 -1.94209536736E+01
6.60431502668E-01 -9.01924203856E-04 2.92960366121E-07 4.37376296186E+01 -9.68873447717E+01
6.85128407341E+01 -1.56651134526E+01 5.15418413513E-01 -4.69112690900E-04 2.68844593765E+01
-5.80547070199E+01 4.01249319043E+01 -9.05022703212E+00 2.99051606606E-01 -3.40590962143E-04
6.50949839599E-08
5.49960077478E-12 9.16973465656E-08 2.54979122483E-05 3.82020560081E-04 1.08458159440E-03
8.40271349379E-04 2.00649192038E-04 1.49646817499E-05 3.31007395501E-07 1.96405495272E-09
1.99278815671E-10 1.49522748465E-05 7.70826414926E-04 3.71719121955E-03 3.66072616260E-03
9.00965754028E-04 5.52925680053E-05 7.49803128256E-07 1.84570359568E-09 1.03483324541E-02
6.54841938335E-01 1.45980497007E+00 3.81383041889E-01 1.11980080571E-02 2.26205916226E-05
1.48208851486E-09 1.25733500298E-03 9.48582805891E-02 2.48557358451E-01 7.77541953241E-02
2.72136619731E-03 6.53528072775E-06 6.83544676688E-10 9.00078151240E-04 5.57059357668E-02
1.24566489467E-01 3.10584762857E-02 7.29627344417E-04 8.26121852824E-07 5.92468687920E-04
4.61173728883E-02 1.19337603032E-01 3.59089528644E-02 1.20870179492E-03 3.20990196803E-06
4.56937201271E-10
4.42245916323E+01 -1.54335852180E+02 2.12478486220E+02 -1.46898510050E+02 5.38435889176E+01
-1.01854534596E+01 9.11001027736E-01 -3.58163462008E-02 5.15291979841E-04 -2.64708726012E-06
4.45006234205E+01 -1.25013597258E+02 1.32836086972E+02 -6.73649489238E+01 1.69043498915E+01
-1.92707849510E+00 7.43605843683E-02 -6.76795416149E-04 1.31028970696E-06 6.11732768793E+01
-9.29837521971E+01 3.85736450384E+01 -4.34538778789E+00 1.00054366057E-01 -2.37406782497E-04
2.09137907513E-08 1.50606524028E+02 -2.98363705035E+02 1.73653116395E+02 -2.65819320842E+01
1.11258915048E+00 -1.43781593274E-03 4.33046898656E-07 5.78362939236E+01 -9.59734782289E+01
4.33994848305E+01 -5.16928783583E+00 1.20048040052E-01 -9.92979982737E-05 5.78362939236E+01
-9.60957717625E+01 4.35667896909E+01 -5.23036482827E+00 1.26459948296E-01 -2.38776574298E-04
1.14179504390E-07
1.00000000000E+00 -2.95058851723E+00 3.28363538480E+00 -1.71882297900E+00 4.33431173481E-01
-4.87012280916E-02 2.35516641093E-03 -4.13079276870E-05 2.61387749433E-07 1.00000000000E+00
-2.30667137937E+00 1.87370969240E+00 -6.55178334198E-01 9.73300579326E-02 -4.85079670085E-03
6.33328011016E-05 -1.54093447875E-07 1.00000000000E+00 -1.04302798685E+00 2.43874281913E-01
-9.86100818777E-03 3.25388845701E-05 1.00000000000E+00 -1.30726695095E+00 4.37792134882E-01
-2.45183349463E-02 4.18497862301E-05 -1.81422094325E-08 1.00000000000E+00 -1.31729197619E+00
3.85158981316E-01 -1.31534741030E-02 1.21285013046E-05 1.00000000000E+00 -1.31940644661E+00
3.87328800779E-01 -1.36445086656E-02 2.74256476664E-05 -1.39766081644E-08
2.00986

```

Εικ.9.10. Περιβάλλον (*.TRN)

10. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ «ΘΩΜΑΪΔΕΙΟ ΚΕΝΤΡΟ ΕΚΔΟΣΕΩΝ 10»

10.1. ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Προκειμένου να ολοκληρωθεί η παρέμβαση στην παραγωγή συγγραμμάτων και εκπαιδευτικού υλικού, το ΕΜΠ σχεδίασε και οικοδόμησε ένα κτήριο κατάλληλο να στεγάσει τη συνοδική εκδοτική δραστηριότητα του Ιδρύματος. Για τη χρηματοδότηση αυτού του έργου αξιοποιήθηκε το Κληροδότημα Δημητρίου Θωμαΐδου, από τους πόρους του οποίου διατέθηκε ποσό 120 εκ. δρχ., και εξασφαλίστηκε συγχρηματοδότηση από το Β΄ ΚΠΣ με ποσό 250 εκ. δρχ. Το έργο αυτό ολοκληρώθηκε και στεγάζει τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Εκτυπωτική Μονάδα στελεχωμένη με κατάλληλο προσωπικό και εξοπλισμένη με μηχανήματα σύγχρονα, στα οποία συμπεριλαμβάνονται μηχανήματα ψηφιακής τεχνολογίας και για τις δύο χρησιμοποιούμενες τεχνικές (offset, φωτοαντιγραφική) παραγωγής εντύπου. Σ' αυτήν παράγεται ο συνοπτικός όγκος των σημειώσεων και βιβλίων που εκδίδονται με ευθύνη του Ιδρύματος.
- Τις δραστηριότητες των Πανεπιστημιακών Εκδόσεων ΕΜ.Π. που περιλαμβάνουν:
 - α) Το Γραφείο των Εκδόσεων με το κατάλληλο προσωπικό και με λειτουργίες συντονισμού, εποπτείας, διοικητικές και διαχειριστικές, καθώς και συνεργασίες με εξωτερικούς και εσωτερικούς συνεργάτες των Πανεπιστημιακών Εκδόσεων ΕΜΠ.
 - β) Το Εργαστήριο των Εκδόσεων με το κατάλληλο προσωπικό και ένα σύγχρονο και επαρκή εξοπλισμό μιας Μονάδας Επιτραπέζιας Ηλεκτρονικής Τυπογραφίας για τις προεκτυπωτικές εργασίες και για τη γλωσσική επιμέλεια των προς έκδοση κειμένων.
 - γ) Ακαδημαϊκές λειτουργίες που αφορούν στη λειτουργία των Πανεπιστημιακών Εκδόσεων ΕΜΠ.
- Μόνιμο εκθετήριο για τα παραγόμενα από τις *Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Ε.Μ.Π.* Βιβλία, αλλά και για το έντυπο και ψηφιακό εκπαιδευτικό υλικό που παράγεται συνολικά στο Ε.Μ.Π., όπου ενημερώνονται οι σπουδαίες του Ε.Μ.Π. και τα άλλα μέλη της πολυτεχνειακής κοινότητας.
- Διανομή των σημειώσεων και συγγραμμάτων στους σπουδαστές σε χώρο κατάλληλα διαμορφωμένο και εξοπλισμένο, ώστε να εξασφαλίζεται και η με ηλεκτρονικά μέσα εποπτεία της κίνησης των σημειώσεων και συγγραμμάτων.
- Αποθήκευση σε επαρκείς και κατάλληλους χώρους των παραγόμενων και διακινούμενων Βιβλίων και σημειώσεων για τις ανάγκες της συνολικής εκδοτικής δραστηριότητας του Ε.Μ.Π [32].

Η κεντρική είσοδος του κτιρίου βρίσκεται στην ανατολική όψη (Εικ.10.1 και Εικ.10.2) και όλες οι όψεις βλέπουν σε ανοιχτό χώρο.



Εικ.10.1: Θωμαϊδειο κτίριο, Πηγή [52]



Εικ.10.2: Δυτική όψη του κτιρίου



Εικ.10.3 Ανατολική όψη του κτιρίου

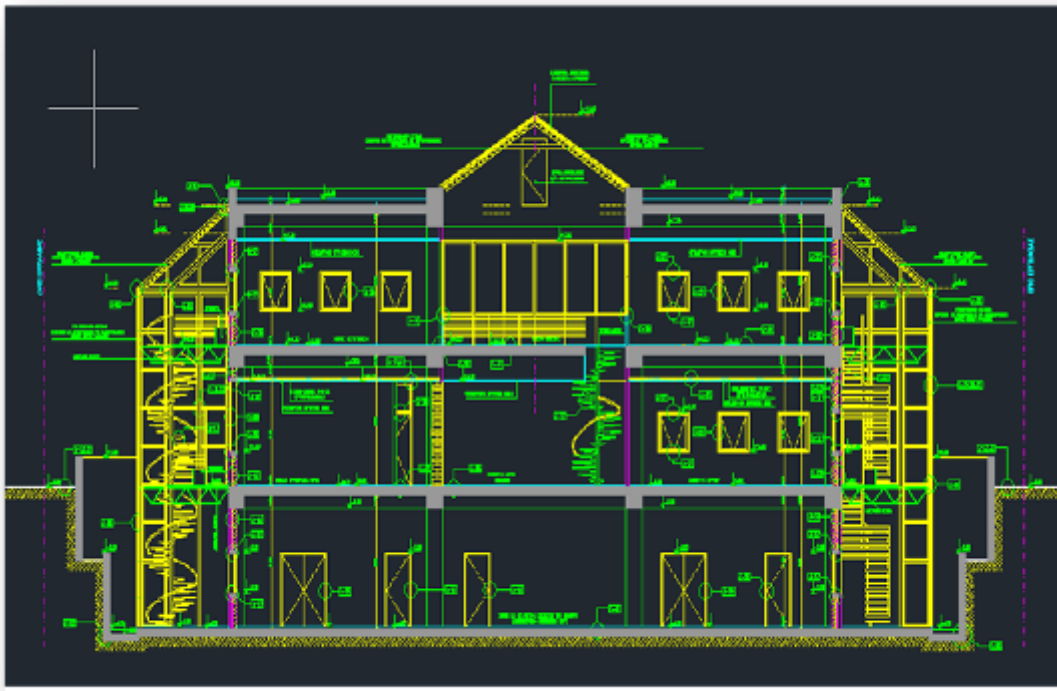


Εικ.10.4. Τμήμα εσωτερικού χώρου

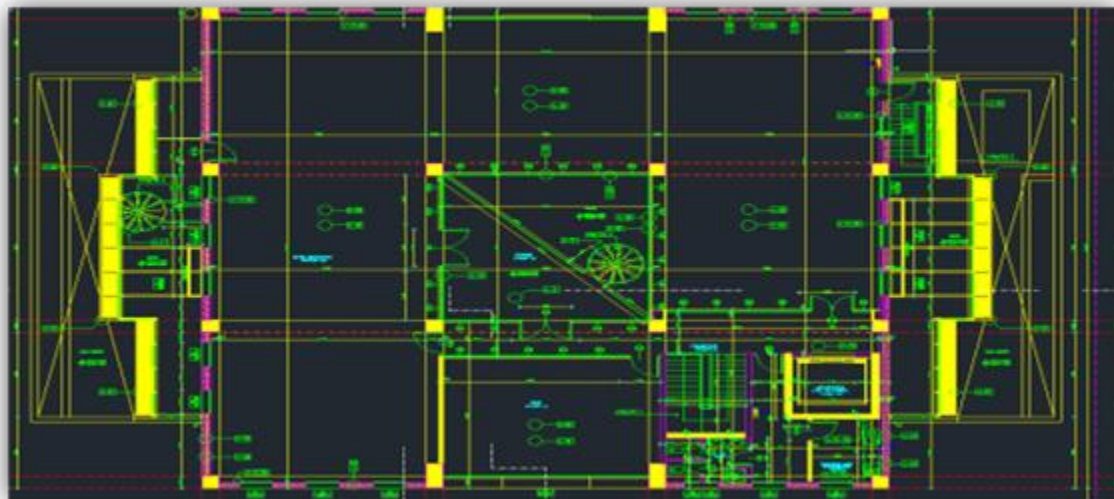
10.2. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το κτίριο αποτελείται από δύο ορόφους, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με εσωτερικές σκάλες και έναν υπόγειο χώρο. Το σχήμα του είναι τετραγωνικό, μήκους 24,34m, πλάτους 24,34m και ύψους 11,05m. Το εμβαδό του ισογείου και του ορόφου είναι περίπου 520m² το καθένα, ενώ του υπογείου περίπου 913 m². Το ύψος του κάθε ορόφου είναι 3m. Οι αποθηκευτικοί χώροι βρίσκονται στο επίπεδο -4,20m του υπογείου. Η κεντρική είσοδος του κτιρίου, στο επίπεδο 4,20m, βλέπει σε ανοιχτό χώρο. Μέσω σκάλας, υπάρχει πρόσβαση στα επίπεδα 0,0m του υπογείου και 7,20m του ορόφου.. Το κτίριο έχει δύο ανελκυστήρες που καλύπτουν την κίνηση από το υπόγειο μέχρι τον 1ο όροφο και η χρήση τους γίνεται από όλο το προσωπικό και τους φιλοξενούμενους, καθώς και για τη μεταφορά βαρέων αντικειμένων. Το κτίριο είναι εξοπλισμένο με όλες τις τυπικές συσκευές (Η/Υ, φωτοαντιγραφικά μηχανήματα, εκτυπωτές, κλπ.) .

Η περιγραφή φαίνεται στη τομή και την κάτοψη του κτιρίου (Εικ.10.5 και Εικ.10. 6), καθώς και στη φωτογραφία του εσωτερικού του (Εικ.10.4).



Εικ.10.5. Τομή κτιρίου, Πηγή [44]



Εικ.10. 6. Κάτωψη ορόφου, Πηγή [41]

10.3. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ TRNSYS

Όπως αναφέρθηκε στην περιγραφή του προγράμματος TRNSYS, είναι αναγκαία η εισαγωγή της βασικής γεωμετρίας του κτιρίου και των υλικών κατασκευής του. Στη συνέχεια εισάγονται οι παράμετροι λειτουργίας του στο PREBID, το οποίο παράγει ως αρχεία εξόδου, τα αναγκαία αρχεία εισόδου για την υπορουτίνα Type 56 του TRNSYS (multi-zone building).

A. ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Για την εκτίμηση της ενεργειακής του απόδοσης το κτήριο χωρίζεται σε «θερμικές ζώνες», δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση, ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί 3 κανόνες:

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

Το Θωμαΐδειο κτίριο έχει ωφέλιμο εμβαδόν 938 m², αποτελείται από υπόγειο, ισόγειο και ένα όροφο ενώ δεν συνορεύει με άλλο κτίριο. Για την επιμέτρηση ζωνών και τον ορισμό των επιφανειών των τοίχων χρησιμοποιήθηκαν τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου σε μορφή cad. Με βάση λοιπόν αυτούς τους κανόνες το Θωμαΐδειο κτίριο χωρίστηκε σε δώδεκα ζώνες:

- **Ζώνη 1:** οι αποθηκευτικοί χώροι που βρίσκονται στο υπόγειο. (εμβαδό 852m², όγκος 2556m³)
- **Ζώνη 2:** το κλιμακοστάσιο που υπάρχει και στα τρία επίπεδα του υπογείου του ισογείου και του ορόφου. (εμβαδό 13m², όγκος 117m³)
- **Ζώνη 3:** το κλιμακοστάσιο, ο ανελκυστήρας φορτίων, και η τουαλέτα στα τρία επίπεδα του υπογείου του ισογείου και του ορόφου. (εμβαδό 48 m², όγκος 432 m³)
- **Ζώνη 4:** τα γραφεία και η αίθουσα συσκέψεων που βρίσκονται στο ισόγειο. (εμβαδό 154m², όγκος 462m³)

- **Ζώνη 5:** το παρασκευαστήριο και οι τουαλέτες του ισόγειου. (εμβαδό 44 m^2 , όγκος 132 m^3)
- **Ζώνη 6:** η αποθήκη βιβλίου και η αποθήκη χάρτου που βρίσκονται στο ισόγειο. (εμβαδό 177 m^2 , όγκος 531 m^3)
- **Ζώνη 7:** το βιβλιοπωλείο του ισόγειου. (εμβαδό 25 m^2 , όγκος 75 m^3)
- **Ζώνη 8:** ο χώρος εισόδου και το εκθετήριο που βρίσκονται στο ισόγειο. (εμβαδό 56 m^2 , όγκος 168 m^3)
- **Ζώνη 9:** το ατελιέ που βρίσκεται στον όροφο. (εμβαδό 56 m^2 , όγκος 168 m^3)
- **Ζώνη 10:** ο χώρος εκτυπώσεων που βρίσκεται στον όροφο. (εμβαδό 375 m^2 , όγκος 1125 m^3)
- **Ζώνη 11:** το καθιστικό του ορόφου. (εμβαδό 26 m^2 , όγκος 78 m^3)
- **Ζώνη 12:** το παρασκευαστήριο και οι τουαλέτες του ορόφου. (εμβαδό 14 m^2 , όγκος 42 m^3)

B. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

i. Κατασκευή αδιαφανών στοιχείων

Μετά από ερωτήσεις στους χρήστες του κτιρίου οι ώρες λειτουργίας του κτιρίου για τους συγκεκριμένους υπολογισμούς, είναι οκτάωρη από Δευτέρα έως Παρασκευή. Στην *Εικ.10.7* συνοψίζονται τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του κελύφους και το πάχος τους, όπως εισήχθησαν στο PREBID. Σε δύο διαφορετικές στήλες δίνεται το πάχος και η u-value κάθε στοιχείου του κτιρίου. Παρατηρούμε ότι η μείωση του πάχους των υλικών και ιδιαίτερα της μόνωσης έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του συντελεστή θερμοδιαπερατότητας.

Είδος	BUI_name	Υλικό (από το εξωτερικό προς το εσωτερικό)	Πάχος (m)	U-Value (W/m ² K)
Τοίχοι εξωτερικοί	TOUVLO	γύψινοσσοβάς	0.002	0.510
		σκυρόδεμα	0.01	
		αλουμίνιο	0.001	
		πολυστερίνη	0.3	
		σκυρόδεμα	0.01	
		πολυστερίνη	0.1	
	γύψινοσσοβάς	0.002		
Σύνολο		0.43		
Εσωτερικές κολώνες	BETON	γύψινοσσοβάς	0.002	0.524
		σκυρόδεμα	0.22	
		πολυστερίνη	0.1	
	γύψινοσσοβάς	0.002		
Σύνολο		0.32		
Τοίχοι εσωτερικοί	INTERNAL	γύψινοσσοβάς	0.002	2.257
		πολυστερίνη	0.1	
	γύψινοσσοβάς	0.002		
Σύνολο		0.10		
Δάπεδο υπογείου	PATOMA_0	γύψινοσσοβάς	0.002	0.936
		σκυρόδεμα	0.2	
	πλακάκι	0.02		
Σύνολο		0.22		
Δάπεδο ισογείου	PATOMA_1	γύψινοσσοβάς	0.002	0.913
		σκυρόδεμα	0.15	
		πολυστερίνη	0.15	
		γύψινοσσοβάς	0.002	
	πλακάκι	0.02		
Σύνολο		0.32		
Δάπεδο ορόφου	PATOMA_2	γύψινοσσοβάς	0.002	0.883
		σκυρόδεμα	0.15	
		πολυστερίνη	0.15	
		γύψινοσσοβάς	0.002	
	πλακάκι	0.02		
Σύνολο		0.32		
Στέγηδυτική	STEGH_WEST	ξύλο	0.02	0.116
		πολυστερίνη	0.25	
	κεραμικά	0.02		
Σύνολο		0.29		
Στέγη ανατολική	STEGH_EAS T	σκυρόδεμα	0.05	0.192
		πολυστερίνη	0.15	
	κεραμικά	0.02		
Σύνολο		0.22		

Εικ.10.7. Θωμαϊδείο Κτίριο –Κατασκευαστικά υλικά

ii. Παράθυρα

Οι επιφάνειες των παραθύρων, καθώς και ο προσανατολισμός τους για κάθε ζώνη παρουσιάζονται στην *Εικ.10.8*. Έξω από την παρένθεση αναφέρεται ο αριθμός των παραθύρων. Τα υαλοστάσια είναι διπλά με u-value ίση με 2,7W/m²K.

ΖΩΝΕΣ	ΒΟΡΡΑΣ	ΝΟΤΟΣ	ΑΝΑΤΟΛΗ	ΔΥΣΗ
1	3 * (1,44)	3 * (1,44)		2 * (1,20) 2 * (1,41)
2		1 * (1,44)		
3				
4				2 * (1,44)
5				3 * (39,96)
6	1 * (1,44)			2 * (6,87) 3 * (1,44)
7			3 * (1,44)	
8		1 * (4,14)	2 * (1,44)	
9			1 * (39,96)	5 * (3,72)
10	4 * (1,44)	6 * (1,44) 6 * (3,72)	3 * (1,44) 10 * (3,72) 1 * (2,48)	6 * (1,44) 1 * (39,96)
11		4 * (3,72)	4 * (3,72)	
12			2 * (1,44) 1 * (0,66)	

Εικ.10.8. Θωμάιδειο Κτίριο - Επιφάνεια και προσανατολισμός παραθύρων

iii. Σκίαση

Ο παράγοντας σκίασης που έχει εισαχθεί στο PREBID τόσο για την χειμερινή όσο και για την εαρινή περίοδο είναι 0.5.

Γ. ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΚΕΡΔΗ

i. Τεχνητός Φωτισμός, συστήματα θέρμανσης και ψύξης

Ο τεχνητός φωτισμός στο κτίριο παρέχεται από 436 λαμπτήρες φθορισμού των 18 W, που λειτουργούν χειροκίνητα. Η εγκατεστημένη ισχύς για το φωτισμό είναι 13 W/m², με ποσοστό μετάδοσης θερμότητας με μεταφορά από τους λαμπτήρες 40% καθώς και σε 9 W/ m² για τους χώρους εξυπηρέτησης (κλιμακοστάσια, WC). Η θέρμανση του κτιρίου επιτυγχάνεται με ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης με λέβητες φυσικού αερίου που βρίσκονται στο υπόγειο. Η ψύξη γίνεται σε κάθε χώρο από κλιματιστικά συμβατικής λειτουργίας ενώ δεν υπάρχει κεντρικό σύστημα για ψύξη ή αερισμό.

ii. Χρήστες και εξοπλισμός

Τα άτομα και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές σε κάθε ζώνη κατανέμονται σύμφωνα με πίνακα της *Εικ.10.9*.

ΖΩΝΕΣ	ΑΤΟΜΑ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	20	5
5	4	
6	15	10
7	3	4
8	20	-
9	5	-
10	20	10
11	5	-
12	3	-

Εικ.10.9. Αριθμός χρηστών και υπολογιστών

Για τη συλλογή των απαραίτητων στοιχείων για την ηλεκτρική και θερμική κατανάλωση κάθε χώρου του κτιρίου, συμπληρώθηκε το παρακάτω δελτίο καταγραφής για κάθε χώρο-δωμάτιο (γραφείο, βιβλιοθήκη, αίθουσες συνεδριάσεων) (*Εικ.10. 10*). Πρέπει να σημειωθεί ότι τα αρχιτεκτονικά σχέδια δεν ήταν διαθέσιμα από το υπεύθυνο γραφείο της σχολής. Συνεπώς, η αναζήτηση των σχεδίων έγινε από την υπεύθυνη τεχνική εταιρεία (που είχε αναλάβει την μελέτη αυτού του κτιρίου) η οποία δεν ήταν καθόλου συνεργάσιμη για την παράδοση αυτών. Επίσης, όσον αφορά το ιστορικό της κατανάλωσης για το Θωμαΐδειο κτίριο , δεν υπήρχαν ξεχωριστά ενεργειακά δεδομένα (πχ. ο μετρητής της Δ.Ε.Η. αφορά όλα τα κτίρια της Πολυτεχνικής Σχολής).

ΟΡΟΦΟΣ		ΖΩΝΗ			
PC	#ΑΤΟΜΩΝ	#ΛΑΜΠΙΤΗΡΩΝ	ΕΙΔΟΣ	ΠΑΡΑΘΥΡΑ	ΩΡΑΡΙΟ
ΩΡΑΡΙΟ HEATING		ΩΡΑΡΙΟ COOLING		ΩΡΑΡΙΟ VENTILATION	

Εικ.10. 10. Δελτίο καταγραφής

Δ. ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΣΟΔΟΥ

Τα απαιτούμενα στοιχεία εισόδου για την υπορουτίνα Type 56 (multi zone building), όπως καθορίζονται από το TRNSYS είναι τα εξής:

- Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)
- Σχετική υγρασία (%)
- Υποθετική θερμοκρασία ουρανού (T)
- Προσπίπτουσα ακτινοβολία για προσανατολισμό βόρειο, νότιο, ανατολικό, δυτικό και για το οριζόντιο επίπεδο (kJ/m²hr)
- Άμεση ακτινοβολία για προσανατολισμό βόρειο, νότιο, ανατολικό, δυτικό και για το οριζόντιο επίπεδο (kJ/m²hr)
- Γωνία πρόσπτωσης για προσανατολισμό βόρειο, νότιο, ανατολικό, δυτικό και για το οριζόντιο επίπεδο (°)

Οι δυο πρώτες παράμετροι δίνονται από το κλιματικό αρχείο (Εικ.10.11), ενώ οι υπόλοιπες προκύπτουν ως αρχεία εξόδου από άλλες υπορουτίνες, όπως έχουν περιγραφεί σε προηγούμενη παράγραφο.

Μήνας	Ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο (kWh/m ²)		Θερμοκρασία αέρα (°C)	Σχετική υγρασία (%)	Ταχύτητα ανέμου (m/sec)
	Ολική	Διάχυτη			
Ιανουάριος	66	31	9.3	72	5.1
Φεβρουάριος	75	36	9.8	71	6.7
Μάρτιος	104	52	11.7	68	5.1
Απρίλιος	146	62	15.5	61	4.6
Μάιος	182	71	20.2	57	4.1
Ιούνιος	200	68	24.6	51	4.6
Ιούλιος	213	65	27	48	4.6
Αύγουστος	200	57	26.6	49	4.6
Σεπτέμβριος	156	49	23.3	56	4.6
Οκτώβριος	106	43	18.3	65	6.2
Νοέμβριος	66	32	14.4	73	4.6
Δεκέμβριος	53	28	11.1	72	5.1

Εικ.10.11. Μέσες μηνιαίες τιμές κλιματικών παραμέτρων, Πηγή [41]

Η θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων του κτιρίου καθορίστηκε με βάση τις συνιστώμενες τιμές στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15251:2007 για την θερινή και χειμερινή περίοδο. Επίσης για τον βέλτιστο έλεγχο των εσωτερικών συνθηκών στα κτίρια εγκαθίστανται συστήματα κλιματισμού, στα οποία εκτός της θερμοκρασίας του αέρα, ελέγχεται και ρυθμίζεται και η σχετική υγρασία. Οι τιμές θερμοκρασίας και

σχετικής υγρασίας για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου καθορίστηκαν από τον επόμενο πίνακα (Εικ.10.12).

ΖΩΝΕΣ	ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ	ΑΕΡΙΣΜΟΣ (εναλλαγές ανά ώρα)	ΘΕΡΜΑΝΣΗ (θερμοκρασία ρύθμισης)	ΨΥΞΗ (θερμοκρασία ρύθμισης)
1	0,5	-	-	-
2	0,5	-	-	-
3	0,5	-	-	-
4	0,5	1,1	20	26
5	0,5	0,8	19	26
6	0,5	0,7	20	25
7	0,5	1,0	20	26
8	0,5	3,0	20	26
9	0,5	0,8	20	26
10	0,5	0,4	20	26
11	0,5	1,6	20	25
12	0,5	1,8	19	26

Εικ.10.12. Συνθήκες ρύθμισης του κλιματισμού /θέρμανσης

10.3. ΕΤΗΣΙΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ

Πρέπει να σημειωθεί ότι χρειάστηκε αρκετός αριθμός επισκέψεων ώστε να επιθεωρηθούν όλοι οι χώροι λόγω της δυσκολίας συνάντησης με το προσωπικό ορισμένων γραφείων.

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων των δελτίων καταγραφής έγινε στο Excel με σκοπό την εύρεση των τιμών της απαιτούμενης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη ανά μήνα για ένα έτος στο κτίριο όπως ακριβώς είναι χωρίς καμία επέμβαση και πρόταση για βελτίωση. Στην **Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.** παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι τιμές των φορτίων ανά μήνα και συνολικά για το Θωμαιδείο κτίριο. Στην ψύξη δεν συμπεριλαμβάνονται οι μήνες Ιούλιος Αύγουστος, διότι την περίοδο εκείνη το κτήριο παραμένει κλειστό (σύμφωνα με τα στοιχεία καταγραφής του κτηρίου).

ΜΗΝΑΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ (kwh/m ² /y)	ΨΥΞΗ (kwh/m ² /y)
ΙΑΝ.	7,7	0,0
ΦΕΒ.	6,4	0,0
ΜΑΡ.	5,2	0,0
ΑΠΡ.	0,6	0,2
ΜΑΙ.	0,0	4,1
ΙΟΥΝ.	0,0	11,5
ΙΟΥΛ.	0,0	16,6
ΑΥΓ.	0,0	16,9
ΣΕΠΤ.	0,0	10,1
ΟΚΤ.	0,0	2,5
ΝΟΕΜ.	0,7	0,1
ΔΕΚ.	5,5	0,0

Σύνολο (ετήσια)	26,0	28,5
<i>Εικ.10.13. Μηνιαίες τιμές ψυκτικού και θερμικού φορτίου για το σύνολο των ζωνών(kwh/m²/y)ανά μήνα</i>		

11. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΘΩΜΑΪΔΕΙΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σε αυτή την φάση προτείνεται μια σειρά από μέτρα τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν για να αυξηθεί η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και υπολογίζεται το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί κάθε φορά με την χρήση του λογισμικού TRNSYS. Στη συγκεκριμένη μελέτη του κτιρίου, τα σενάρια που προτείνονται είναι τα εξής:

1. Αυξημένη μόνωση στα δάπεδα και στα τοιχία του ισογείου, καθώς και στα δάπεδα προς μη θερμαινόμενους χώρους (πάτωμα υπογείου προς μη θερμαινόμενους χώρους, τοιχίο προς έδαφος - boundary)
2. Αυξημένη μόνωση στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία
3. Αυξημένη μόνωση στο δώμα και οροφή
4. Ανεμιστήρες οροφής
5. Ανάκτηση θερμότητας
6. Αντικατάσταση των διπλών υαλοπινάκων με επιλεκτικούς υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (low-e)
7. Συνδυαστικό σενάριο, το οποίο περιλαμβάνει το σύνολο των προαναφερθέντων σεναρίων ώστε να προκύψει η βέλτιστη ενεργειακή λύση για την αναβάθμιση του υπό μελέτη κτιρίου.

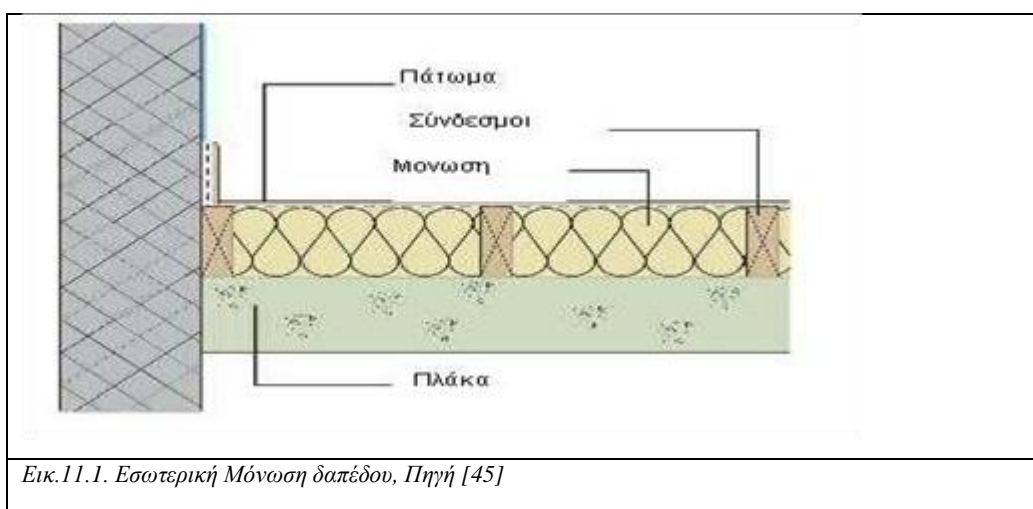
Αξίζει να αναφερθεί ότι κάτω από συνθήκες οικονομικά προσιτές, μια καλή θερμική μόνωση πρέπει να εξασφαλίζει:

- Την υγιεινή, άνετη κι ευχάριστη διαβίωση, χωρίς να διαταράσσεται το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος και να προκαλούνται σοβαρές θερμικές αλληλοεπιδράσεις κρύου ή ζέστης ανάμεσα σ' αυτό και στο χώρο που το περιβάλλει. Το θερμικό ισοζύγιο είναι αυτό που κυρίως καθορίζει το αίσθημα άνεσης του ανθρώπινου οργανισμού.
- Την οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας, με τον περιορισμό των θερμικών απωλειών των εσωτερικών χώρων.
- Τον περιορισμό του αρχικού κόστους κατασκευής της εγκατάστασης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης ή κλιματισμού.

- Την αποφυγή των προβλημάτων που μπορεί να προκαλέσουν οι αυξομειώσεις της θερμοκρασίας, όπως είναι η διάρρηξη των σωληνώσεων του νερού από τον παγετό, η αποκόλληση κατασκευών από την επίδραση των υδρατμών κ.λπ.
- Την ταυτόχρονη προστασία από τους θορύβους, αφού τα περισσότερα από τα θερμομονωτικά υλικά είναι και ηχομονωτικά. Έτσι μία μελέτη θερμομόνωσης θεωρείται απόλυτα σωστή όταν η θερμική και ηχητική μόνωση συνδυάζονται σε μία και μόνη κατασκευή.
- Τη βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος γενικότερα, αφού ελαττώνοντας την ποσότητα των εκλυόμενων καυσαερίων μειώνεται αντίστοιχα, η ρύπανση της ατμόσφαιρας [44].

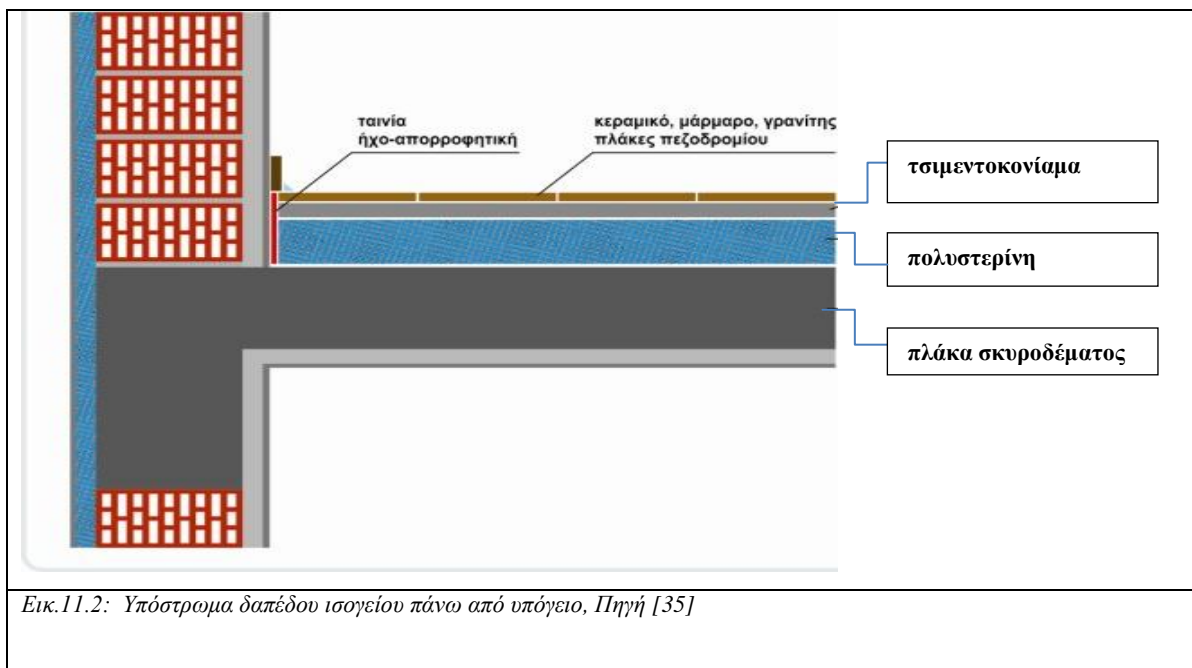
ΣΕΝΑΡΙΟ 1: Αυξημένη μόνωση στα δάπεδα και στα τοιχία του ισογείου, καθώς και στα δάπεδα προς μη θερμαινόμενους χώρους (πάτωμα υπογείου προς μη θερμαινόμενους χώρους, τοιχίο προς έδαφος – boundary)

Η μετάδοση θερμότητας μέσα από το κέλυφος του κτιρίου (τοιχίο, δώμα, πυλωτή) είναι υπεύθυνη για το 10% με 25% της συνολικής ενέργειας που χρησιμοποιείται από τα περισσότερα κτίρια, ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες και τα υλικά κατασκευής. Η αλλαγή των κατασκευαστικών υλικών σε υπάρχοντα κτίρια απαιτεί εκτεταμένες παρεμβάσεις που μπορούν να γίνουν μόνο στα πλαίσια μιας συνολικής ανακαίνισης του κτιρίου.



Η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης από την εσωτερική πλευρά του δομικού στοιχείου έχει ως αποτέλεσμα τη μη εκμετάλλευση της θερμοχωρητικότητας του. Ωστόσο, χρησιμοποιείται για χώρους με διακοπόμενη χρήση στους οποίους απαιτείται ο άμεσος έλεγχος της θερμοκρασίας (γρήγορη θέρμανση/ψύξη) και δεν ενδιαφέρει η διατήρηση της θερμοκρασίας μετά το πέρας της

λειτουργίας. Τέτοιοι χώροι είναι τα κτίρια γραφείων, τα κτίρια εκπαίδευσης, οι αίθουσες συνάθροισης, οι εξοχικές κατοικίες κ.α. (Εικ.11.1) [30]. Η θερμομόνωση του δαπέδου του υπογείου για οικονομικούς λόγους θεωρήθηκε στο πρόγραμμα εσωτερική. Στα δάπεδα όμως του ισογείου και του ορόφου η θερμομόνωση εφαρμόστηκε εξωτερικά (Εικ.11.2) προκειμένου να αποφύγουμε την δημιουργία θερμικών γεφυρών και να εξοικονομήσουμε ενέργεια για θέρμανση και ψύξη (έως 60%).



Επίσης στον παρακάτω πίνακα (Εικ.11.3) εμφανίζεται ενδεικτικά ο χρόνος απόσβεσης μιας υφιστάμενης κατασκευής μετά από εφαρμογή συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης με EPS 80 (5cm & 7cm). Όπως εύκολα παρατηρείται, με την αύξηση του πάχους του θερμομονωτικού υλικού αυξάνεται η εξοικονόμηση για ψύξη/θέρμανση και άρα η απόσβεση του συστήματος επέρχεται σε ποιο σύντομο χρονικό διάστημα.

ΓΙΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΑ			
Πάχος EPS 80	%ΔU	% Μείωση εξόδων για ψύξη/θέρμανση ανά χρόνο	Απόσβεση της συνολικής κατασκευής (χρόνια)
5	-53,3	53,3	6
7	-62,2	62,2	5

Εικ.11.3: Εξωτερική θερμομόνωση με πολυστερίνη, Πηγή[37]

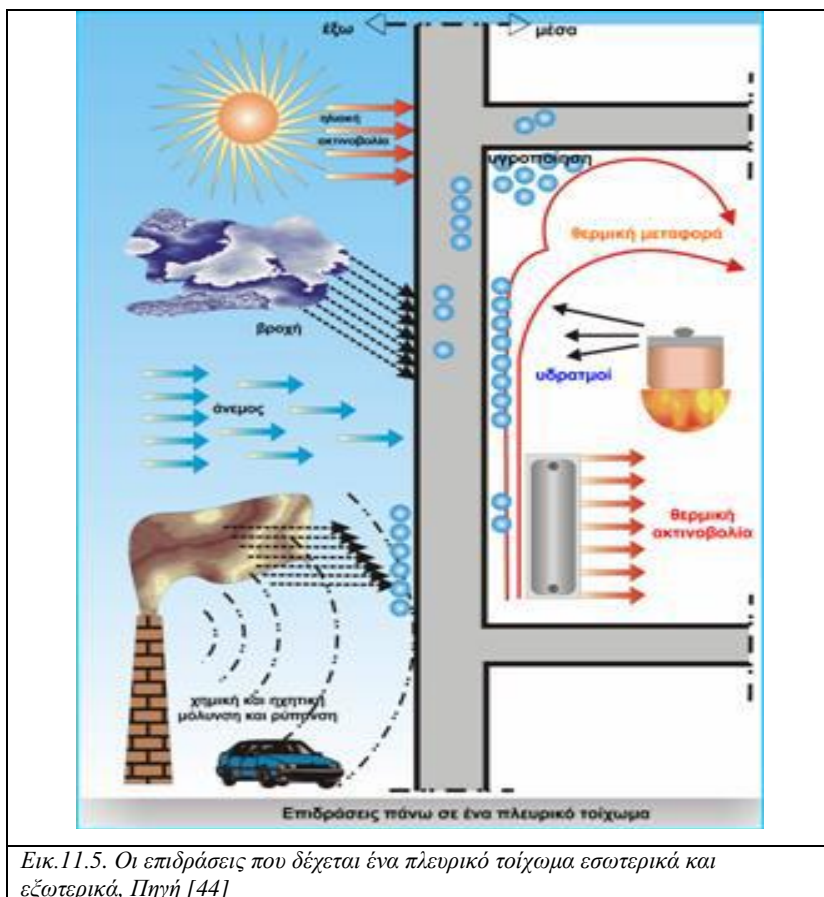
Εφαρμόζοντας λοιπόν θερμομόνωση (εσωτερική στο δάπεδο υπογείου και εξωτερική στο δάπεδο ισογείου και ορόφου) πάχους 5cm με διογκωμένη πολυστερίνη (πυκνότητας 20kg/m³ και θερμοαγωγιμότητας 0,033W/Mk) οι μη διαφανείς επιφάνειες του Θωμαΐδειου κτιρίου θα έχουν μικρότερο συντελεστή θερμοπερατότητας όπως φαίνεται στην *Εικ.11.4*.

Είδος	U-Value (W/m ² K)	U [W/ m ² K] – διογκωμένη πολυστερίνη 5cm
Τοίχοι εξωτερικοί	0.510	Υπόγειο :0,278
		Ισόγειο :0,218
Εσωτερικές κολώνες	0.524	Υπόγειο :0,282
		Ισόγειο: 0,2
Δάπεδο υπογείου	0.936	0,37
Δάπεδο ισογείου	0.913	0,166
Δάπεδο ορόφων	0.883	0,166
<i>Εικ.11.4: Τιμές θερμοπερατότητας για διαφορετικά δομικά στοιχεία του κτιρίου</i>		

Από τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν με το πρόγραμμα TRNSYS, η εφαρμογή του πρώτου σεναρίου έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας για την θέρμανση του κτιρίου κατά 23% και αύξηση του δροσισμού κατά 4%.

ΣΕΝΑΡΙΟ 2: Αυξημένη μόνωση στα κατακόρυφα δομικά στοιχεία

Όπως προαναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 5, θερμικές απώλειες προκαλούνται σε ένα κτίριο από τη μετάδοση της θερμότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου προς την ατμόσφαιρα ή προς ψυχρότερους γειτονικούς χώρους ή και αντίστροφα. Το χειμώνα που οι χώροι του κτιρίου είναι θερμαινόμενοι προκαλείται μία συνεχής ροή θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το περιβάλλον και το καλοκαίρι αντίστροφα, από τον εξωτερικό θερμό αέρα προς το δροσερότερο εσωτερικό του κτιρίου (*Εικ.11.5*).

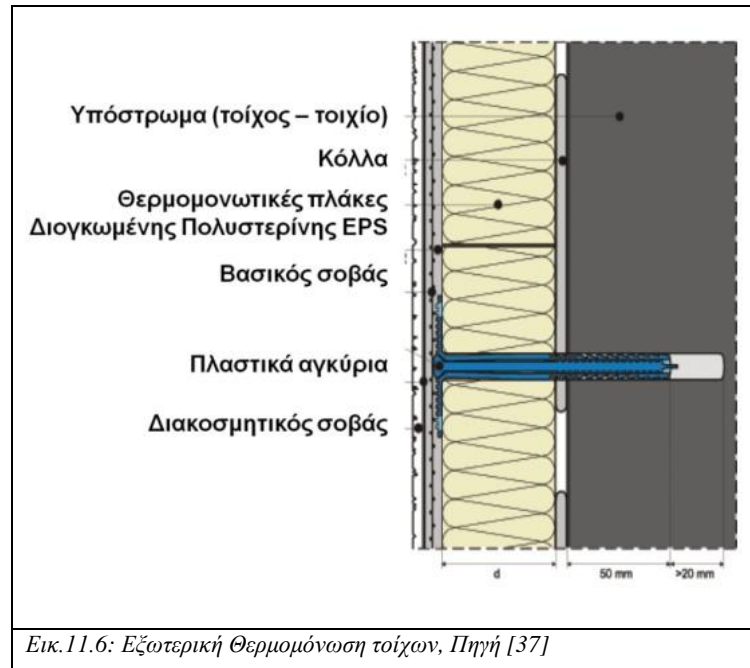


Εικ.11.5. Οι επιδράσεις που δέχεται ένα πλευρικό τοίχωμα εσωτερικά και εξωτερικά, Πηγή [44]

Προκειμένου να μειωθούν οι θερμικές απώλειες εφαρμόζονται διάφοροι τρόποι θερμομόνωσης. Οι βασικοί τρόποι θερμομόνωσης των τοίχων γίνεται με τέσσερις τρόπους:

- στο εσωτερικό της επιφάνειας
- στο εξωτερικό
- στον πυρήνα (διάκενο)
- με χρήση θερμομονωτικών τούβλων.

Κάθε τεχνική έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της, όμως σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να παρέχει επαρκή θερμική αντίσταση έτσι ώστε να πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης, να παρέχει ένα συνεχές θερμομονωτικό στρώμα χωρίς θερμογέφυρες, να μην επιτρέπει την διείσδυση του νερού και να παρέχει και μία ελάχιστη προστασία από τον θόρυβο. Όλα αυτά αποτελούν πλεονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης (Εικ.11.6). Επιπλέον, άλλα οφέλη της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι αποφυγή σχηματισμού ρωγμών στην όψη, αύξηση ωφέλιμου χώρου στο εσωτερικό (νέες κατασκευές), μεγάλη διάρκεια ζωής συστήματος, μέγιστη προστασία προσώπων, ευέλικτος αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, προστασία του περιβάλλοντος (μείωση εκπομπών CO₂) [37].



Αντίστοιχα, για το σενάριο 2 εφαρμόζοντας εξωτερική θερμομόνωση πάχους 8 cm στους κατακόρυφους τοίχους του ισογείου και του ορόφου, μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση κατά 12% ενώ για δροσισμό αυξάνεται κατά 3%.

ΣΕΝΑΡΙΟ 3: Αυξημένη μόνωση στο δώμα και οροφή

Ανάμεσα στις εξωτερικές επιφάνειες, η οροφή είναι συχνά αυτή από την οποία χάνεται η περισσότερη θερμότητα. Εντούτοις, η μόνωσή της είναι μία εργασία σχετικά εύκολη και φθηνή.

Εάν η οροφή είναι *επίπεδη*, ο πλέον αποτελεσματικός τρόπος μόνωσης είναι εξωτερικός και αποτελείται από την εφαρμογή υλικών, κατά σειρά, μονωτικών, υδατοστεγών και προστατευτικών από τις καιρικές συνθήκες και τους πιθανούς χρήστες της οροφής (κοινόχρηστες ταράτσες). Εναλλακτικά μπορούν να εφαρμοστούν κατάλληλοι πίνακες μονωτικού υλικού στο εσωτερικό της οροφής του κτιρίου, το πάχος των οποίων εξαρτάται από την επιθυμητή θερμομόνωση.

Για *κεκλιμένες* οροφές μπορούν να εφαρμοστούν επίσης λύσεις εξωτερικής ή εσωτερικής μόνωσης. Στην πρώτη περίπτωση, η μόνωση τοποθετείται κάτω από τα κεραμίδια ή τις πλάκες επικάλυψης της οροφής, ενώ ειδική μνεία πρέπει να ληφθεί για την μόνωση από τους υδρατμούς. Εάν η στέγη είναι προσβάσιμη από το εσωτερικό του κτιρίου (σοφίτα), η μόνωση τοποθετείται απευθείας στην υποδομή της στέγης. Ξανά, είναι απαραίτητο να ληφθούν μέτρα για την αντιμετώπιση των υδρατμών. Εάν η σοφίτα δεν κατοικείται, η μόνωση μπορεί να εφαρμοστεί απευθείας στο πάτωμα της σοφίτας. Σε αυτή τη προσέγγιση, δεν χρησιμοποιούνται συνδετικές ουσίες (κόλλες) ή προστατευτικά κονιάματα παρά

μόνο απλώνεται στο πάτωμα ένα στρώμα υλικού για προστασία από την υγρασία και ένα στρώμα θερμομονωτικού υλικού.

Για το σενάριο 3 εφαρμόζοντας εξωτερική θερμομόνωση πάχους 15 cm στην οροφή, από τους υπολογισμούς στο πρόγραμμα TRNSYS έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας για την θέρμανση του κτιρίου κατά 18% και του δροσισμού κατά 26%.

ΣΕΝΑΡΙΟ 4: Ανεμιστήρες οροφής

Οι ανεμιστήρες οροφής βελτιώνουν σημαντικά τις συνθήκες άνεσης, επιτρέποντας να αισθανόμαστε άνετα μέχρι και τους 29°C. Επεκτείνεται η ζώνη θερμικής άνεσης λόγω της κυκλοφορίας του αέρα παράλληλα με την επιφάνεια του σώματος με αποτέλεσμα την ενίσχυση της εξατμισοδιαπνοής του σώματος, με πολύ χαμηλή κατανάλωση ενέργειας [41].

Στην περίπτωσή μας, αυξάνουμε την επιθυμητή τιμή (setpoint) στους 26,5°C (+1,5%). Από τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν με το πρόγραμμα TRNSYS, η χρήση ανεμιστήρων οροφής έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας για το δροσισμό του κτιρίου κατά 24%. Φυσικά αυτή η λύση ωφελεί μόνο την περίοδο δροσισμού.



Εικ.11.7. Ανεμιστήρας οροφής, Πηγή [50]

ΣΕΝΑΡΙΟ 5: Ανάκτηση θερμότητας

Ανάκτηση θερμότητας είναι η διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται αξιοποίηση μέρους της θερμότητας που απορρίπτεται στο περιβάλλον από κάποια μονάδα παραγωγής θερμότητας. Η ανάκτηση θερμότητας από τα απορριπτόμενα θερμά ρεύματα επιτυγχάνεται με εναλλάκτες

θερμότητας. Εναλλάκτης θερμότητας ονομάζεται η συσκευή που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της θερμικής ενέργειας μεταξύ δύο ρευστών διαφορετικής θερμοκρασίας.

➤ Ανάκτηση θερμότητας από κλιματιστικές συσκευές

Σκοπός του συστήματος ανάκτησης θερμότητας είναι η εκμετάλλευση της θερμότητας που απορρίπτεται στο περιβάλλον από το συμπυκνωτή κατά την περίοδο λειτουργίας του συστήματος της ψύξης. Η ανάκτηση αυτή γίνεται μέσω κατάλληλου εναλλάκτη θερμότητας. Η θερμότητα που απορρίπτεται από το σύστημα ψύξης μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

- στις εγκαταστάσεις παραγωγής θερμού νερού χρήσης
- στα στοιχεία νερού μεταθέρμανσης για έλεγχο της υγρασίας
- στο σύστημα κλιματισμού των περιφερειακών ζωνών του κτιρίου
- στις μονάδες προκλιματισμού

➤ Ανάκτηση θερμότητας από συστήματα αερισμού κτιρίων

Οι απώλειες θερμότητας από τον αερισμό αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό ποσοστό των απωλειών θερμότητας του συστήματος κλιματισμού ενός κτιρίου. Το 70% μπορεί να ανακτηθεί, χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες κατά περίπτωση μεθόδους ανάκτησης θερμότητας. Συνήθως χρησιμοποιούνται πλακοειδείς εναλλάκτες θερμότητας αέρα-αέρα ή θερμικοί τροχοί [38].

Σε αυτήν την εναλλακτική λύση αν μειώσουμε τον αερισμό στο μισό τότε για την περίοδο θέρμανσης και μόνο παρατηρούμε ότι έχουμε μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά 16%.

ΣΕΝΑΡΙΟ 6: Αντικατάσταση των διπλών υαλοπινάκων με επιλεκτικούς υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (low-e)

Η εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει από τα τζάμια καθώς και από τη βελτίωση της ποιότητας των κουφωμάτων που συνεπάγεται την εξάλειψη των διαρροών του αέρα από χαραμάδες. Εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιφέρουν τα παράθυρα με διπλά τζάμια λόγω μειωμένων θερμικών ανταλλαγών με το περιβάλλον, παρουσιάζουν και μια σειρά από πλεονεκτήματα, όπως: μειώνουν την ακτινοβολία από ή προς τον εσωτερικό χώρο καθώς παρουσιάζουν επιφανειακή θερμοκρασία πλησιέστερη με αυτή των άλλων επιφανειών του χώρου και περιορίζουν τα ρεύματα του αέρα κοντά

στο παράθυρο με αποτέλεσμα να προσφέρουν βελτιωμένες συνθήκες θερμικής άνεσης, αποτρέπουν τη συμπύκνωση υδρατμών το χειμώνα στην επιφάνειά τους, αλλά και μειώνουν το θόρυβο.

Σημαντικός δείκτης της θερμομονωτικής ικανότητας ενός συστήματος υαλοπίνακα είναι η **θερμοπερατότητα**, η οποία δίνεται από τους κατασκευαστές με την τιμή (K ή U) και εκφράζεται σε $W/m^2 \text{ } ^\circ C$. Εκτός όμως από την θερμοπερατότητα, και άλλες ιδιότητες επηρεάζουν τη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά ενός παραθύρου ή τζαμιού (αεροπερατότητα, φωτοδιαπερατότητα, συντελεστής εκπομπής, κ.ά.), η οποία αφορά τη θερμική αλλά και την οπτική άνεση που προσδίδει το παράθυρο και τη συνεπαγόμενη εξοικονόμηση ενέργειας.



Η χρήση βελτιωμένων ειδικών υαλοπινάκων μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης που διαμορφώνονται στους εσωτερικούς χώρους. Οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι σταθερές, μεταβαλλόμενες (ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες) ή ρυθμιζόμενες.

Υπάρχει ένα εύρος από ενεργειακά αποδοτικούς τύπους υαλοπινάκων και κουφωμάτων που μπορεί να επιλέξει κανείς για το κτίριό του, ανάλογα με τη χρήση του και το μέγεθος του κτιρίου καθώς και το κόστος του κάθε συστήματος. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει ο αγοραστής να ζητά από τον κατασκευαστή να τον ενημερώνει τουλάχιστον για την θερμοπερατότητα του παραθύρου που θα τοποθετήσει.

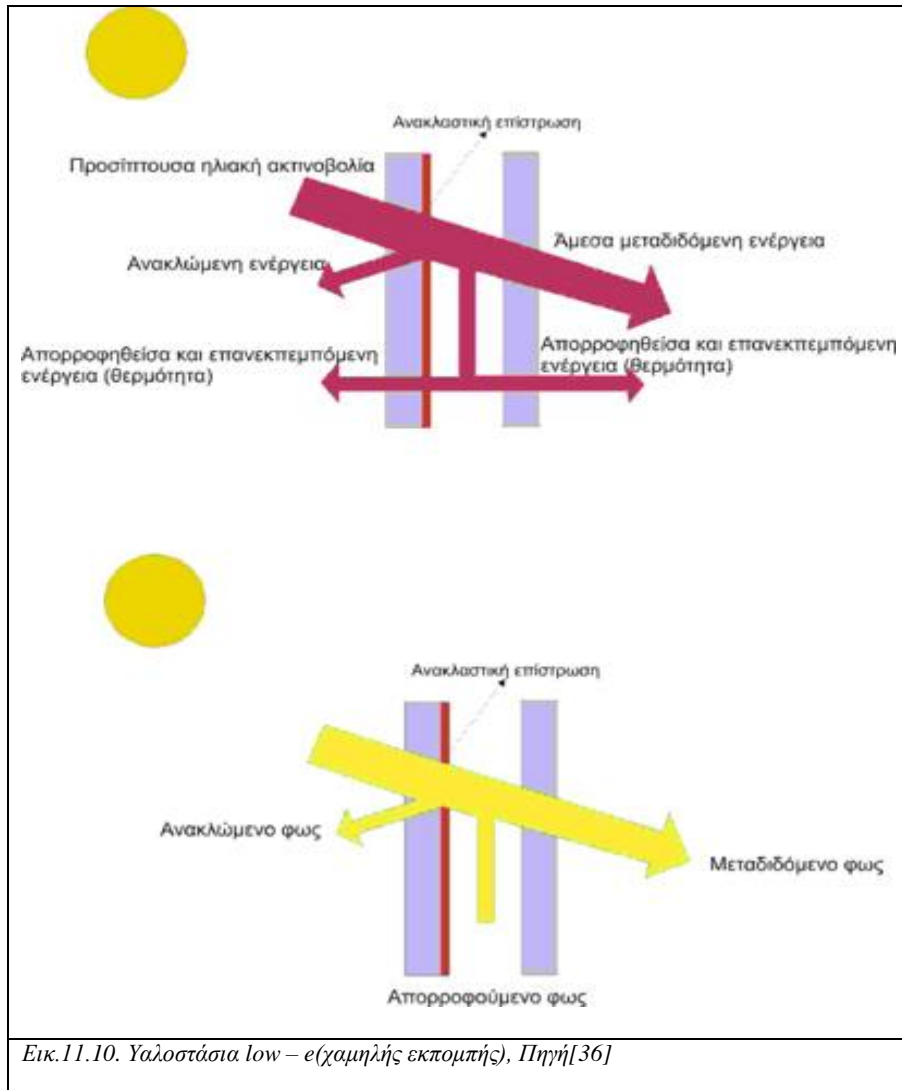
Στον πίνακα που ακολουθεί (), παρουσιάζεται ενδεικτικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας για διαφορετικούς τύπους υαλοπινάκων (μονών-διπλών, απλών ή χαμηλής εκπομπής, με πλήρωση αέρα ή αργό στο διάκενο)(Εικ. 11.9).

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ			
Τύπος υαλοπίνακα	Πάχος υαλοπίνακα-διακένου-υαλοπίνακα (mm)	Αέριο διακένου	Συντελεστής Θερμοπερατότητας (W/m ² K)
Μονός	6	-	5,7
Μονός	8	-	5
Διπλός	4-6-4	Αέρας	3,4
Διπλός	4-12-4	Αέρας	2,9
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-10-4	Αέρας	2,0 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αέρας	1,7 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-6-4	Αργό	2,1 - 2,6
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αργό	1,3 - 1,7

Εικ.11.9. Συντελεστές θερμοπερατότητας για διαφορετικούς τύπους υαλοπινάκων, Πηγή[38]

Αντικαθιστώντας τα παλιά παράθυρα με νέα, ενεργειακά αποδοτικά με διπλά τζάμια (low-e), αν και έχει κάποιο κόστος, μπορεί να ανατρέψει κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό την κακή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, με πολλαπλά οφέλη, ενεργειακά, περιβαλλοντικά και οικονομικά.

Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e) : Εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτίριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται). Συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτιρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται. Όπως παρουσιάζεται και στην *Εικ.11.10* το ορατό φως είναι ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας ακριβώς αυτό που γίνεται αντιληπτό από το ανθρώπινο μάτι. Ο ενεργειακός υαλοπίνακας διαχειρίζεται την ηλιακή ακτινοβολία, όχι μόνο το ορατό φως. Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στην επιφάνεια του υαλοπίνακα χωρίζεται σε ένα μέρος που ανακλάται σε ένα μέρος που απορροφάται και σε ένα μέρος που περνάει στον εσωτερικό χώρο δηλ. μεταδίδεται.



Χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου τύπου υαλοπινάκων που εφαρμόσαμε για την περίπτωση μας παρουσιάζονται στην Εικ.11.11.

Φωτοδιαπερατότητα	76%
Ολική διαπερατότητα	48%
Συντελεστής θερμοπερατότητας (u- value)	1.50W/m ² K
Συντελεστής σκίασης (SC)	0.64

Εικ.11.11. Υαλοπίνακες low – e (χαμηλής εκπομπής), Πηγή[36]

Συνεπώς, η αντικατάσταση των διπλών υαλοπινάκων με διπλούς υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας για την θέρμανση του κτιρίου κατά 11% και του δροσισμού κατά 6%.

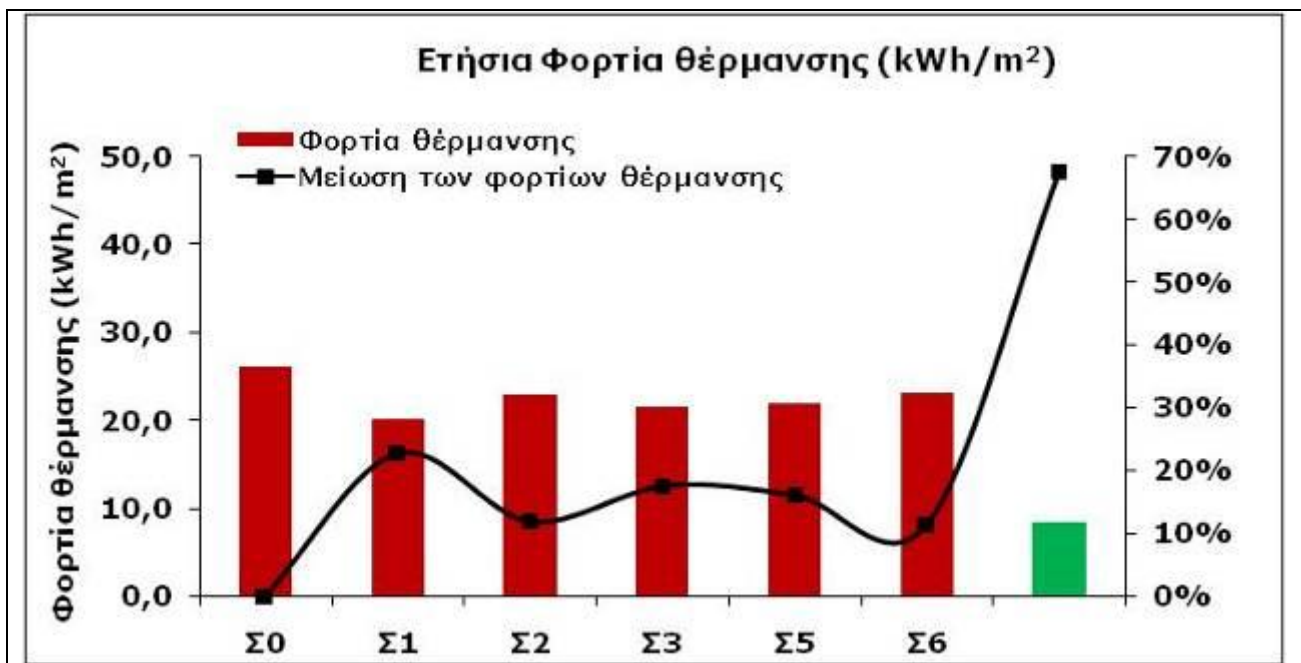
ΣΕΝΑΡΙΟ 7: Συνδυαστικό σενάριο

Η τελευταία προτεινόμενη λύση είναι να συνδυαστούν τα προηγούμενα σενάρια ώστε να αποφέρουν πιο θετικά αποτελέσματα. Επομένως, για την περίοδο θέρμανσης αν συνδυάσουμε τα σενάρια 1,2,3,5,6 θα έχουμε μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά 68% σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Αντίστοιχα, για την περίοδο δροσισμού εφαρμόζοντας τα σενάρια 1,2,3,4,6 θα έχουμε μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά 43%. Συνεπώς, παρατηρούμε ότι το πιο αποτελεσματικό σενάριο από τεχνική άποψη είναι το συνδυαστικό.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται συνοπτικά και στον επόμενο πίνακα (Εικ.11.12) καθώς και σε διαγράμματα (Εικ.11.13 και Εικ.11.14).

ΘΩΜΑΪΔΕΙΟ	ΦΟΡΤΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (kwh/m²)	ΦΟΡΤΙΟ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ (kwh/m²)	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ (%)	ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΓΙΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟ (%)
ΑΡΧΙΚΗ/ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	26,0	28,5	-	-
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΛΥΣΕΙΣ				
Σ1	20,1	29,5	-23%	4%
Σ2	23,0	29,3	-12%	3%
Σ3	21,5	21,0	-18%	-26%
Σ4	-	21,6	-	-24%
Σ5	21,9	-	-16%	-
Σ6	23,1	26,7	-11%	-6%
Σ7	8,4	16,3	-68%	-43%

Εικ.11.12. Συγκριτικός πίνακας των σεναρίων σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου



Εικ.11.13. Ποσοστιαία μεταβολή των φορτίων θέρμανσης



Εικ.11.14. Ποσοστιαία μεταβολή των φορτίων δροσισμού

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Η σημασία της ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίων γίνεται ολοένα και σημαντικότερη στις μέρες μας. Με την ολοκλήρωση της Διπλωματικής μου Εργασίας, έχει δημιουργηθεί ένα πολύτιμο πληροφοριακό υπόβαθρο όσον αφορά στα χαρακτηριστικά του υπό μελέτη κτιρίου.

Η μελέτη διεξήχθη σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Ελληνικού Κανονισμού Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (KENAK) και με βάση τα διεθνή στάνταρ που ορίζει το πρότυπο ISO 13790. Η τήρηση των προδιαγραφών αυτών σε συνδυασμό με τη συγκροτημένη και προσεκτική δουλειά από μέρους μου εξασφαλίζει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων.

Το Θωμαΐδείο κτίριο στην περιοχή Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, είναι ένα κτίριο που αφήνει πολλά περιθώρια για επεμβάσεις με στόχο την βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης. Έπειτα από πολυήμερη προσπάθεια για συλλογή στοιχείων και δεδομένων από το προσωπικό του κτιρίου, έγινε καταγραφή όλων των ηλεκτρικών συσκευών και θερμαντικών σωμάτων και επιχειρήθηκε ο υπολογισμός του ετήσιου ψυκτικού και θερμικού φορτίου χρησιμοποιώντας το δυναμικό πρόγραμμα προσομοίωσης TRNSYS.

Τέλος, προτάθηκαν ορισμένες παρεμβάσεις διορθωτικού χαρακτήρα με σκοπό τη βελτίωση της αποδοτικότητας του κτιρίου. Μάλιστα, συγκρίνοντας τις προτεινόμενες λύσεις, αποδεικνύεται ότι τα πιο θεαματικά αποτελέσματα είναι αν συνδυάσουμε τα σενάρια. Το κόστος μιας τέτοιας επιχείρησης δεν θα ήταν μικρό, αλλά οι απαιτήσεις του κτιρίου για θέρμανση θα μειώνονταν κατά περίπου 68% και αντίστοιχα για δροσισμό κατά 43%

Όλα τα παραπάνω συνηγορούν στο γεγονός ότι με μικρή προσπάθεια από μέρους μου και με μια πιο εμπειρισταωμένη οικονομοτεχνική μελέτη (και όχι μόνο τεχνική, όπως η παρούσα) θα μπορούσε να επιδεχθεί η καταλληλότερη λύση για την εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο.

Τέλος αξίζει να αναφέρω και ορισμένα από τα συμπεράσματα, τα οποία αφορούν την χρηστικότητα του προγράμματος με το οποίο δούλεψα. Σε γενικές γραμμές το πρόγραμμα αποδίδει καλά σε σύγκριση με εργαλεία δυναμικής προσομοίωσης, τα οποία είναι ικανά να λαμβάνουν υπόψη όλες τις δοσμένες κλιματικές συνθήκες και το ακριβές μοντέλο του κτιρίου. Οι ετήσιες απαιτήσεις θέρμανσης και ψύξης που υπολογίζει το TRNSYS, στο κτίριο είναι αρκετά ακριβείς. Προφανώς, με τα συγκεκριμένα υπολογιστικά εργαλεία μπορεί να μελετηθεί η επίδραση πολύ περισσότερων παραμέτρων σχετικών με τη θέση, τον προσανατολισμό του κτιρίου, την ύπαρξη γειτονικών κτιρίων, το κλίμα της περιοχής, τα υλικά κατασκευής, τα ωράρια λειτουργίας του κτιρίου κτλ. Επίσης, οι σχετικοί υπολογισμοί μπορούν να επεκταθούν με πιο λεπτομερή τρόπο ώστε να υποστηρίξουν τη

φάση της οριστικής μελέτης, όπου θα ληφθούν υπόψη οι λεπτομέρειες σχεδιασμού των συστημάτων θέρμανσης – κλιματισμού και οι επιμέρους βαθμοί απόδοσης του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η αναγκαιότητα της ενεργειακής επιθεώρησης των κτιρίων στη σημερινή εποχή είναι αδιαμφισβήτητη. Με βάση τα παραπάνω, η ενεργειακή προσομοίωση αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο στα χέρια του Δομικού Μηχανικού, που ανοίγει τους ορίζοντες στο κύκλωμα μελέτης – κατασκευής των κτιρίων, καθώς επιτρέπει την οικονομοτεχνική προ αξιολόγηση διαφορετικών παραδοχών σχεδιασμού, που αναμένεται να οδηγήσουν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα την ερχόμενη δεκαετία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. A Primer on Life Cycle Assessment for Sustainable Building Projects - Paladino Consulting 2000
2. A study of the thermal performance of reflective coatings for the urban environment - A. Synnefa, M. Santamouris, I. Livada (2005)
3. Advances in Glazing Materials for Windows - DOE/CH10093-332,FS219, November 1994
4. Buildings Manual - Energy Star
5. Doubleglass – Υαλοπίνακες. Doubleglass.gr
6. European Methodologies and Software tools for Building Refurbishment, Assessment of Energy Savings and IEQ- C. Balaras, E Daskalaki, P.Droutsas, S. Kontoyannidis
7. Greek Practical Guide, enforce-eeen.eu/intro.html
8. Heat Transfer at Building Surfaces - Canadian Building Digest
9. <http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/clear/about/tree.html>
10. International Energy Outlook 2004 – Energy Information Administration
11. Kathimerini.gr, Μανδράκου Αλεξάνδρα-Ανεμιστήρες Οροφής ,13/06/09
12. Life Cycle assessment of environmentally significant aspects of an office building - S.Junnila
13. ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3661 " Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις"
14. OFFICE Passive Retrofitting of office buildings to improve their energy performance and indoor working conditions - Research Proposal submitted to JOULE programme
15. Optimised thermal zone controller for integration within a Building Energy Management System - M.Kummert, Ph. Andre, J. Nicolas
16. Rehabilitation of existing air-conditioned buildings - M. Santamouris, D. Assimakopoulos
17. Thermal Performance, Planning for Efficiency - J. Manville
18. TOBUS-A European diagnosis and decision making tool for office building upgrading - D.Caccavelli, H.Gugerli (2002)
19. TRNSYS, A Transient System Simulation Program, Reference Manual 2000 - Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin, Madison
20. Unisol.gr Εξωτερική θερμομόνωση
21. White Paper - ASHRAE, IES/90.1 1999
22. Whole Building Design Guide, Life Cycle Cost Analysis - S. Fuller
23. Ανάλυση Κύκλου Ζωής και Ενεργειακό Ισοζύγιο - Α. Παπαδόπουλου, Α. Μπούρα

24. Αρχιτεκτονικά σχέδια του Θωμαΐδειου κτιρίου
25. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός -Ε. Ευαγγελινός, Η. Ζαχαρόπουλος-Κεφ.13, σελ.87
26. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής - ΚΑΠΕ 2002
27. Δομικά Υλικά και Οικολογία - Α.Κορωνάιος, Γ.Σαργέντης 2005
28. Δρ.Ηλίας Σωφρόνης: «Απαιτήσεις της Οδηγίας 2002/91/ΕΚ και εφαρμογή της στις χώρες της Ευρ. Ένωσης», Ημερίδα ΚΑΠΕ, Μάιος 2006
29. Εγχειρίδιο του προγράμματος διασύνδεσης PREBID
30. Εθνικό αστεροσκοπείο Αθηνών-Οδηγός για εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες, 2001
31. Εικόνες από αρχείο
32. Εκπαίδευση και Έρευνα - www.ntua.gr/old/gr_academics/social_benefits.htm
33. Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων και οι νέες τεχνικές για τη μείωσή της – Μ. Σανταμούρης
34. Ενεργειακή μελέτη δημόσιου κτιρίου-κτίριο Δ της Πολυτεχνικής σχολής ΑΠΘ-Παπαδόπουλος Ν. ,Σπανός Γ., Τουρτουγιάν Μ. 2010
35. Ζαπουνίδης.gr, Τεχνικές λύσεις θερμομονωτικά υποστρώματα δαπέδων (site από internet)
36. Η επίδραση του αστικού περιβάλλοντος στον ενεργειακό σχεδιασμό κτιρίων - Μ. Σανταμούρης, Κ. Παπακωνσταντίνου
37. Κανονισμός Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (KENAK), Υπουργείο περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
38. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας – ΚΑΠΕ: www.cres.gr Ανάκτηση θερμότητας
39. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας: Ενεργειακή επιθεώρηση 25 δημόσιων κτιρίων. Γιώργος Μαρκογιαννάκης , Ειρήνη Κορωνάκη 2004
40. Κτίρια κατά βασική χρήση και χρονική περίοδο κατασκευής (πίν.8) - Εθνική Στατιστική Υπηρεσία
41. Λογισμικό πρόγραμμα ΜΕΤΕΟΝΟΡΜ
42. ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 16ης Δεκεμβρίου 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων
43. ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΝΤΥΠΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ, ΛΕΒΗΤΩΝ & ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, και ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ
44. Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας μέσω θερμομόνωσης - ΚΑΠΕ 1999
45. Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στα συστήματα HVAC– ΚΑΠΕ
46. Πράσινη βίβλος για την ενεργειακή απόδοση - Γενική Διεύθυνση Ενέργειας και Μεταφορών, Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2005

47. Προδιαγραφές εμπειρογνωμοσύνης εφαρμογής αρχών αειφορίας & βιοκλιματικού σχεδιασμού, 2006
48. Πρωτόκολλο του Κιότο, τί είναι, τι προβλέπει – Greenpeace 2003
49. Στοιχεία από την Eurostat
50. Στοιχεία από το Υπουργείο Ανάπτυξης
51. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας- ΤΕΕ: www.tee.gr Εφαρμογή ΚΕΝΑΚ
52. ΦΕΚ Α'140 13.6.2000 ΝΟΜΟΣ ΥΠ'ΑΡΙΘ.2831 Τροποποίηση των διατάξεων του ν. 1577/1985 "Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός" και άλλες πολεοδομικές διατάξεις
53. Χτίζοντας το μέλλον, ΚΑΠΕ 2010

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘ. 3661

Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις.

Τεύχος πρώτο

Άρθρο 1

Σκοπός

Με τις διατάξεις του παρόντος νόμου, εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16^{ης} Δεκεμβρίου 2002 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων» (ΕΕ L1 της 4.1.2003).

Άρθρο 2

Ορισμοί

Για την εφαρμογή του παρόντος νόμου, οι ακόλουθοι ορισμοί έχουν την εξής έννοια:

1. «Κτίριο»: Στεγασμένη κατασκευή με τοίχους, για την οποία χρησιμοποιείται ενέργεια προς ρύθμιση των εσωτερικών κλιματικών συνθηκών. Ο όρος «κτίριο» μπορεί να αφορά το κτίριο στο σύνολό του ή σε τμήματα αυτού, τα οποία έχουν μελετηθεί ή έχουν τροποποιηθεί για να χρησιμοποιούνται χωριστά.
2. «Ενεργειακή απόδοση κτιρίου»: Η ποσότητα ενέργειας που πράγματι καταναλώνεται ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτιρίου, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη θέρμανση, την παραγωγή θερμού νερού, την ψύξη, το εξαερισμό και το φωτισμό. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με έναν ή περισσότερους αριθμητικούς δείκτες, οι οποίοι έχουν υπολογισθεί λαμβάνοντας υπόψη τη μόνωση, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, το σχεδιασμό και τη θέση του κτιρίου σε σχέση με κλιματολογικούς παράγοντες, την έκθεση στον ήλιο και την επίδραση γειτονικών κατασκευών, την παραγωγή ενέργειας του ίδιου του κτιρίου και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση, στους οποίους περιλαμβάνονται και οι κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό του κτιρίου.
3. «Ενεργειακή επιθεώρηση»: Η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν, καθώς και των μεθόδων βελτίωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.
4. «Ενεργειακός επιθεωρητής»: Φυσικό ή νομικό πρόσωπο που διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων ή λεβήτων και/ή κλιματιστικών.
5. «Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου»: Πιστοποιητικό αναγνωρισμένο από το Υπουργείο Ανάπτυξης ή άλλον φορέα που αυτό ορίζει, το οποίο εκδίδεται από τον Ενεργειακό Επιθεωρητή Κτιρίων και αποτυπώνει την ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου.
6. «ΣΗΘ (συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας)»: Η ταυτόχρονη παραγωγή χρήσιμης θερμικής ενέργειας και ηλεκτρικής ή/και μηχανικής ενέργειας από την ίδια αρχική ενέργεια.
7. «Σύστημα κλιματισμού»: Ο συνδυασμός όλων των απαιτούμενων κατασκευαστικών στοιχείων για την παροχή μιας μορφής επεξεργασίας του αέρος, κατά την οποία ελέγχεται ή μπορεί να ελαττωθεί η θερμοκρασία, ενδεχομένως σε συνδυασμό με τον έλεγχο του αερισμού, της υγρασίας και της καθαρότητας του αέρα.
8. «Λέβητας»: Ο συνδυασμός σώματος λέβητα και μονάδας καυστήρα που είναι σχεδιασμένος για να μεταβιβάζει στο νερό τη θερμότητα που παράγεται από την καύση.
9. «Ωφέλιμη ονομαστική ισχύς» (εκφραζόμενη σε kW): Η μέγιστη θερμική ισχύς, την οποία αναφέρει και εγγυάται ο κατασκευαστής, ως παρεχόμενη κατά τη συνεχή λειτουργία με ταυτόχρονη τήρηση της ωφέλιμης απόδοσης που προσδιορίζεται από τον κατασκευαστή.
10. «Αντλία θερμότητας»: Διάταξη ή συσκευή, η οποία χρησιμοποιεί μηχανική ενέργεια για να μεταφέρει θερμότητα από ένα χώρο («πηγή») σε χαμηλότερη θερμοκρασία, προς άλλο χώρο («δεξαμενή θερμότητας») σε υψηλότερη θερμοκρασία.

11. «Νέο κτίριο»: Το κτίριο για την κατασκευή του οποίου υποβάλλεται αίτηση με τα κατά νόμο δικαιολογητικά, για έκδοση οικοδομικής άδειας στην αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία, μετά την έναρξη ισχύος του Κανονισμού του άρθρου 3 του παρόντος.

12. «Ριζική ανακαίνιση κτιρίου»: Η ανακαίνιση κτιρίου της οποίας το συνολικό κόστος που αναφέρεται στα δομικά στοιχεία ή και στις ενεργειακές ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, όπως οι εγκαταστάσεις θέρμανσης, παροχής θερμού νερού, κλιματισμού, εξαερισμού και φωτισμού, υπερβαίνει το 25% της συνολικής αξίας του κτιρίου, μη περιλαμβανομένης της αξίας του οικοπέδου, ή όταν η ανακαίνιση αφορά σε ποσοστό άνω του 25% του εξωτερικού περιβλήματος του κτιρίου.

13. «Συνολική επιφάνεια κτιρίου»: Τα συνολικά τετραγωνικά μέτρα της οικοδομής, όπως αυτά προσμετρώνται στο συντελεστή δόμησης κατά το Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό και καταγράφονται στο φύλλο της οικοδομικής άδειας.

Άρθρο 3

Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων

1. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, η οποία εκδίδεται υποχρεωτικώς εντός έξι (6) μηνών από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου, εγκρίνεται Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (εφεξής «Κανονισμός»). Με τον Κανονισμό καθορίζεται η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοσή τους, ο τύπος και το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, τα αρμόδια για την εκπόνησή της πρόσωπα, η διαδικασία και η συχνότητα διενέργειας ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, των λεβήτων, των εγκαταστάσεων θέρμανσης και των συστημάτων κλιματισμού, ο τύπος και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης που προβλέπεται στο άρθρο 6, η διαδικασία έκδοσής του, ο έλεγχος αυτής και τα προς τούτο αρμόδια όργανα, το ύψος της δαπάνης έκδοσής του και ο τρόπος υπολογισμού της, τυχόν πρόβλεψη κινήτρων για την εφαρμογή πρόσθετων μέτρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, καθώς και κάθε άλλο ειδικότερο θέμα ή αναγκαία λεπτομέρεια.

2. Η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων περιλαμβάνει τουλάχιστον:

- α) τα θερμικά χαρακτηριστικά των στοιχείων του κτιρίου, περιλαμβανομένης και της αεροστεγανότητας,
- β) την εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας θερμού νερού, περιλαμβανομένων και των χαρακτηριστικών των μονώσεών τους,
- γ) την εγκατάσταση κλιματισμού,
- δ) τον εξαερισμό και το φυσικό αερισμό,
- ε) την ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού κτιρίων άλλων χρήσεων, πλην της κατοικίας,
- στ) τη θέση και τον προσανατολισμό των κτιρίων, περιλαμβανομένων και των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών,

ζ) τα παθητικά ηλιακά συστήματα, κατά το άρθρο 1 παράγραφος 7α του Γ.Ο.Κ., και την ηλιακή προστασία,

η) τις επικρατούσες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες, περιλαμβανομένων και των επιδιωκόμενων.

3. Κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση:

α) των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων, κατά το άρθρο 1 παράγραφος 7β του Γ.Ο.Κ., και άλλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ηλεκτροπαραγωγής, που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας,

β) της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται μέσω ΣΗΘ,

γ) των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση, τηλεψύξη) και

δ) του φυσικού φωτισμού.

4. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και την εφαρμογή των επί μέρους ρυθμίσεων του Κανονισμού, τα κτίρια κατατάσσονται, κατά κατηγορία, σε:

α) κατοικίες διαφόρων τύπων, όπως μονοκατοικίες, διαμερίσματα και συγκροτήματα αυτών,

β) πολυκατοικίες,

γ) γραφεία,

δ) εκπαιδευτικά κτίρια,

ε) νοσοκομεία,

στ) ξενοδοχεία και εστιατόρια,

ζ) αθλητικές εγκαταστάσεις,

η) κτίρια υπηρεσιών χονδρικού και λιανικού εμπορίου,

θ) κάθε άλλη κατηγορία κτιρίων που καταναλώνουν ενέργεια.

5. Οι ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων αναθεωρούνται τουλάχιστον κάθε πενταετία και αναπροσαρμόζονται κατά περίπτωση, λαμβανομένης υπόψη της τεχνικής προόδου στον τομέα των κτιριακών κατασκευών. Ειδικότερα, η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σύμφωνα με τις παραγράφους 2 και 3 του παρόντος άρθρου επανεξετάζεται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, τα οποία δεν μπορεί να είναι μικρότερα των δύο(2) ετών.

Άρθρο 4

Νέα κτίρια

1. Τα νέα κτίρια πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που ορίζονται στον Κανονισμό.

2. Για τα νέα κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των χιλίων (1.000) τ.μ., πριν την έναρξη της ανέγερσης, πρέπει να εκπονείται και να υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία μελέτη, που συνοδεύει τη μελέτη της παραγράφου 1 του άρθρου 3 και η οποία περιλαμβάνει την τεχνική, περιβαλλοντική και οικονομική σκοπιμότητα εγκατάστασης τουλάχιστον ενός εκ των εναλλακτικών συστημάτων παροχής ενέργειας, όπως αποκεντρωμένων συστημάτων παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας.

Άρθρο 5

Υφιστάμενα κτίρια

1. Στα κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των χιλίων(1.000) τ.μ. που υφίστανται ριζική ανακαίνιση, η ενεργειακή απόδοσή τους αναβαθμίζεται, στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό, ώστε να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, όπως αυτές καθορίζονται στον Κανονισμό. Οι απαιτήσεις αυτές θεσπίζονται είτε για το ανακαινιζόμενο κτίριο ως σύνολο είτε μόνο για τις ανακαινιζόμενες εγκαταστάσεις ή τα δομικά στοιχεία αυτού, εφόσον αποτελούν μέρος ανακαίνισης που πρέπει να ολοκληρωθεί εντός περιορισμένου χρονικού διαστήματος, με στόχο τη βελτίωση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

2. Με απόφαση των Υπουργών Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, είναι δυνατόν οι απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης να εφαρμόζονται και στις ριζικές ανακαινίσεις κτιρίων, συνολικής επιφάνειας κάτω των χιλίων (1.000) τ.μ..

Άρθρο 6

Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης

1. Μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή νέου κτιρίου ή η ριζική ανακαίνιση υφιστάμενου κτιρίου κατά το άρθρο5, ο ιδιοκτήτης υποχρεούται να ζητήσει την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Κατά την πώληση ή τη μίσθωση κτιρίων διατίθεται από τον ιδιοκτήτη στον αγοραστή ή τον μισθωτή αυτών πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης. Η εφαρμογή των διατάξεων των προηγούμενων εδαφίων δεν μπορεί να αποκλεισθεί με συμφωνία των συμβαλλόμενων μερών. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, καθορίζονται οι ειδικότεροι όροι έκδοσης και διάθεσης του ανωτέρω πιστοποιητικού, καθώς και οι διοικητικές κυρώσεις σε βάρος του υπόχρεου, σε περίπτωση μη έκδοσης ή μη διάθεσής του. Με

την ίδια απόφαση καθορίζεται, σε περίπτωση επιβολής προστίμου, η διαδικασία είσπραξης αυτού, καθώς και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια.

2. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου εκδίδεται από τους επιθεωρητές του άρθρου 9, κατά τα οριζόμενα στον Κανονισμό, και ισχύει, κατά ανώτατο όριο, για δέκα (10) έτη. Εάν στο κτίριο γίνει ριζική ανακαίνιση ή προσθήκη σε έκταση που επηρεάζει την ενεργειακή απόδοσή του, η ισχύς του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου λήγει κατά το χρόνο ολοκλήρωσης της ανακαίνισης ή της προσθήκης, πριν παρέλθει το διάστημα των δέκα (10) ετών.

3. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τιμές αναφοράς, όπως ισχύουσες νομικές απαιτήσεις και κριτήρια συγκριτικής αξιολόγησης, ώστε να επιτρέπει στους καταναλωτές να συγκρίνουν και να αξιολογούν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Το πιστοποιητικό συνοδεύεται από συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, σε σχέση με το κόστος που μπορεί αυτή να συνεπάγεται.

4. Η ενεργειακή πιστοποίηση οριζοντίων ιδιοκτησιών κατά την έννοια του άρθρου 1 του ν. 3741/1929 (ΦΕΚ 4Α΄) και ιδιοκτησιών κατά την έννοια του άρθρου 1 του ν.δ. 1024/1971 (ΦΕΚ 232 Α΄) βασίζεται σε κοινή πιστοποίηση ολόκληρου του κτιρίου, εφόσον πρόκειται για συγκροτήματα με κοινόχρηστο σύστημα θέρμανσης. Η δαπάνη έκδοσης του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου βαρύνει, κατά περίπτωση, τον κύριο ή τους συγκυρίους ολόκληρου του κτιρίου, κατά το ποσοστό συγκυριότητας εκάστου.

5. Σε κτίρια τα οποία χρησιμοποιούνται από δημόσιες υπηρεσίες και φορείς του ευρύτερου δημόσιου τομέα όπως αυτός ορίζεται κάθε φορά, τοποθετείται, σε ευδιάκριτη θέση, πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, του οποίου η ισχύς δεν μπορεί να υπερβαίνει τα δέκα (10) έτη. Στα κτίρια αυτά μπορεί να αναρτάται πίνακας, όπου αναγράφονται οι συνιστώμενες και οι επικρατούσες εσωτερικές θερμοκρασίες, καθώς και κάθε κλιματικός παράγων που επηρεάζει τις θερμοκρασίες αυτές.

Άρθρο 7

Επιθεώρηση λέβητων

1. Για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, διενεργείται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές επιθεώρηση στους λέβητες κτιρίων που θερμαίνονται με συμβατικά ορυκτά καύσιμα, ως εξής: α) τουλάχιστον κάθε πέντε (5) έτη, στους λέβητες με ωφέλιμη ονομαστική ισχύ από είκοσι (20) έως και εκατό (100) kW, β) τουλάχιστον κάθε δύο (2) έτη, στους λέβητες με ωφέλιμη ονομαστική ισχύ ανώτερη των εκατό (100) kW και, αν αυτοί θερμαίνονται με αέριο καύσιμο, τουλάχιστον κάθε τέσσερα (4) έτη. Οι επιθεωρητές συντάσσουν

έκθεση, στην οποία αξιολογείται η αποτελεσματικότητα του λέβητα και διατυπώνονται οδηγίες και συστάσεις για τη ρύθμιση, συντήρηση, επισκευή ή αντικατάστασή του, εφόσον συντρέχει περίπτωση.

2. Εγκαταστάσεις θέρμανσης με λέβητες παλαιότερους των δεκαπέντε (15) ετών και ωφέλιμη ονομαστική ισχύ ανώτερη των είκοσι (20) kW επιθεωρούνται, στο σύνολό τους, από τους ενεργειακούς επιθεωρητές μία μόνο φορά, σε χρόνο και σύμφωνα με τη διαδικασία που ορίζεται στον Κανονισμό. Οι επιθεωρητές συντάσσουν έκθεση, στην οποία αξιολογείται η αποτελεσματικότητα του λέβητα και των διαστάσεών του σε σχέση με τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου και διατυπώνονται οδηγίες και συστάσεις για τυχόν επιβαλλόμενη αντικατάσταση του λέβητα, τροποποιήσεις του συστήματος θέρμανσης και εναλλακτικές λύσεις.

Άρθρο 8

Επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού

1. Για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, διενεργείται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές επιθεώρηση στις εγκαταστάσεις κλιματισμού κτιρίων, με ωφέλιμη ονομαστική ισχύ ανώτερη των δώδεκα (12) kW, τουλάχιστον κάθε πέντε (5) έτη. Οι επιθεωρητές συντάσσουν έκθεση, στην οποία αξιολογούνται η αποτελεσματικότητα και οι διαστάσεις της εγκατάστασης κλιματισμού σε σχέση με τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου και διατυπώνονται κατάλληλες οδηγίες και συστάσεις για βελτίωση ή αντικατάσταση της εγκατάστασης του κλιματισμού.

2. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, καθορίζονται οι διοικητικές κυρώσεις που επιβάλλονται σε περίπτωση μη συμμόρφωσης προς τις υποχρεώσεις που προκύπτουν από τις διατάξεις των άρθρων 7 και 8.

Άρθρο 9

Επιθεωρητές κτιρίων και επιθεωρητές λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού

1. Η πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και η επιθεώρηση των λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού διεξάγονται από ειδικευμένους και για το σκοπό αυτόν διαπιστευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές.

2. Με διάταγμα που εκδίδεται κατόπιν πρότασης των Υπουργών Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, εντός έξι (6) μηνών από την έναρξη ισχύος του παρόντος νόμου, καθορίζονται τα προσόντα των επιθεωρητών κτιρίων και των επιθεωρητών λεβήτων και

εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων, οι κανόνες και οι αρχές που διέπουν την εκτέλεση του έργου τους, η διαδικασία διαπίστευσής τους και χορήγησης αντίστοιχης άδειας, οι ιδιότητες που είναι ασυμβίβαστες με το έργο τους, τα ζητήματα που αφορούν στην εγγραφή τους σε αντίστοιχα μητρώα, η αμοιβή τους και ο τρόπος καθορισμού της, οι εις βάρος τους διοικητικές κυρώσεις, τα όργανα που επιβάλλουν αυτές, οι διοικητικές προσφυγές κατά των κυρώσεων, οι προθεσμίες άσκησής τους, καθώς και κάθε άλλο ειδικότερο θέμα ή αναγκαία λεπτομέρεια. Με το ίδιο διάταγμα μπορεί να προβλέπεται η συγκρότηση επιτροπής, η οποία γνωμοδοτεί για τα ζητήματα που αφορούν στη χορήγηση ή αφαίρεση άδειας ενεργειακού επιθεωρητή και εισηγείται προς τον Υπουργό Ανάπτυξης κάθε αναγκαία πράξη ή ρύθμιση σχετική με τους ενεργειακούς επιθεωρητές και το αντικείμενο των ενεργειακών επιθεωρήσεων.

3. Από την αρμόδια Διεύθυνση του Υπουργείου Ανάπτυξης τηρείται, σε ηλεκτρονική μορφή, Αρχείο Επιθεωρήσεως Κτιρίων, στο οποίο καταχωρίζονται, σε ξεχωριστές μερίδες: α) τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, β) οι εκθέσεις επιθεώρησης λεβήτων κτιρίων και γ) οι εκθέσεις επιθεώρησης εγκαταστάσεων κλιματισμού κτιρίων. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, η οποία εκδίδεται εντός έξι (6) μηνών από την έναρξη ισχύος του παρόντος, ρυθμίζονται η διαδικασία των καταχωρίσεων στις μερίδες του Αρχείου, ζητήματα σχετικά με την ενημέρωση, τη διαγραφή και την τροποποίηση των καταχωρίσεων αυτών, ο τρόπος της διαχείρισης και της αξιοποίησης των στοιχείων του Αρχείου, όπως επίσης της συνεργασίας της ανωτέρω Διεύθυνσης με τις αρμόδιες πολεοδομικές και άλλες υπηρεσίες ή αρχές σε θέματα εφαρμογής της παρούσας παραγράφου, καθώς και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια.

Τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας	20	26	35	45
Φροντιστήριο, ωδείο	20	26	35	45
Νοσοκομείο, κλινική	22	26	35	50
Αίθουσα ασθενών (δωμάτιο)	22	25	35	50
Χειρουργείο (τακτικό)	18	20	35	55
Χρήσεις κτηρίων ή θερμικών ζωνών	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδο	Θερινή περίοδο	Χειμερινή περίοδο	Θερινή περίοδο
Εξωτερικών ιατρείων	20	26	35	50
Αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο	22	26	35	50
Ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομεία	22	26	40	45
Βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός	20	26	40	45
Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή	20	26	40	45
Αστυνομική διεύθυνση	20	26	35	45
Εμπορικό κέντρο, αγορά και υπεραγορά	19	25	35	45
Κατάστημα, φαρμακείο,	20	26	35	45
Ινστιτούτο γυμναστικής, κουρείο, κομμωτήριο	20	26	35	45
Γραφείο	20	26	35	45
Βιβλιοθήκη	20	26	35	50
Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο	19	25	40	50
Παρασκευαστήριο τροφίμων	19	25	35	45
Καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων	19	25	40	50
Αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης	20	26	35	45
Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου	20	26	35	50
Χώρος στάθμευσης, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων	19	25	35	45

Το πρότυπο EN ISO 13790

Σύμβολα και βασικές εξισώσεις για τον υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων όπως αυτά ορίζονται στο πρότυπο EN ISO 13790

Εισαγωγή

Η οδηγία (ντιρεκτίβα) για την Ενεργειακή Απόδοση (ΕΑ) των Κτιρίων (**E**nergy **P**erformance in **B**uilding **D**irective = EPBD 2002) εκδόθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση το 2002 και απαιτούσε πριν από το 2006 όλα τα Κράτη Μέλη της Ε.Ε. να εφαρμόσουν την ΕΑ που θα περιλάμβανε :

Ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις για τα νέα κτίρια Πιστοποιητικό ΕΑ για όλα τα υπάρχοντα κτίρια όταν επισκευάζονται, πωλούνται ή ενοικιάζονται. Παράλληλα ο **Οργανισμός Ευρωπαϊκής Τυποποίησης** (European Committee for Standardisation = CEN) σε σύντομο χρονικό διάστημα ενός έως δύο ετών ανέπτυξε ένα πλήρες σετ προτύπων που θα διευκόλυναν τα Κράτη Μέλη με κατάλληλες μεθόδους υπολογισμού. Αυτές οι μέθοδοι καλύπτουν τις θερμικές απώλειες από μεταφορά και αερισμό, εσωτερικά και ηλιακά θερμικά κέρδη, φυσικό φωτισμό, απαιτήσεις για θέρμανση και ψύξη, απώλειες των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, κατανάλωση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης, αερισμό και φωτισμό. Βεβαίως περιλαμβάνουν και τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το διεθνές πρότυπο ENISO 13790 ανήκει σε αυτό το σετ των προτύπων και είναι ο διάδοχος του παλαιότερου και πολύ γνωστού προτύπου **EN 832**.

Με χρονική υστέρηση μεγαλύτερη των δύο ετών ψηφίστηκε ο Νόμος **3661/08 (ΦΕΚ 89 Α΄ 19-5-08)** που εναρμονίζει την Ελληνική νομοθεσία με την Κοινοτική Οδηγία 2002/91/ΕΚ/16.12.2002 για την **Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων**. Τουλάχιστον άλλοι έξι μήνες από τη δημοσίευση του νόμου θα απαιτηθούν προκειμένου να αρχίσει η υλοποίησή του, αφού στο μεταξύ πρέπει να εκδοθούν μια σειρά από Υπουργικές Αποφάσεις και ένα Προεδρικό Διάταγμα.

Από την άλλη, οι έως τώρα προσπάθειες εξοικονόμησης ενέργειας και εξορθολογισμού της ενεργειακής κατανάλωσης (γνωστό και σαν ΚΟΧΕΕ) απέτυχαν, γιατί δεν υπήρξε ένα σαφές, συνεκτικό και φιλόδοξο πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας εστιασμένο στον μεγαλύτερο καταναλωτή ενέργειας, που δεν είναι άλλος από τα κτίρια.

Πολλά άρθρα έχουν δημοσιευτεί στα τεχνικά περιοδικά στις εφημερίδες και στο διαδίκτυο σχετικά με τον τρόπο εφαρμογής του ΚΕΝΑΚ στα υπάρχοντα αλλά και στα νέα κτίρια κατοικιών και του τριτογενή τομέα. Σκοπός του παρόντος άρθρου είναι η παρουσίαση της τεχνικής πλευράς του νέου Κανονισμού.

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

1. Στο πρότυπο ENISO 13790 αλλά και σε όλα τα παρόμοια πρότυπα οι παραδοσιακοί αγγλικοί όροι **losses** και **gains** έχουν αντικατασταθεί από τους όρους **heattransfer** και **heatsources** αντίστοιχα.

Αυτό έγινε για δύο λόγους:

διότι σε λειτουργία ψύξης οι απώλειες μεταφοράς και αερισμού μπορεί να γίνουν πρακτικά κέρδη και από φυσική άποψη είναι σημαντικό να υπάρχει σαφής διάκριση μεταξύ θερμοροής που πρέπει να μοντελοποιηθεί σαν πηγή θερμότητας (π.χ. ηλιακή ακτινοβολία) και θερμοροής που πρέπει να μοντελοποιηθεί σαν θερμική αντίσταση με διαφορά θερμοκρασίας (ηλεκτρικό ισοδύναμο). Στο κείμενο που ακολουθεί χρησιμοποιούμε τους παλαιούς όρους **θερμικές απώλειες** και **θερμικά κέρδη** για να μην δημιουργήσουμε σύγχυση στους παλαιότερους συναδέλφους. Στο άμεσο μέλλον οι όροι αυτοί πρέπει να αντικατασταθούν με τους νέους όρους **μετάδοση θερμότητας** και **πηγές θερμότητας** αντίστοιχα.

2. Το πρότυπο ENISO 13790 προβλέπει κάθε Κράτος Μέλος να επιλέξει την χρονική περίοδο που θα χρησιμοποιείται στους υπολογισμούς. Ήδη τα περισσότερα μέλη έχουν επιλέξει σαν χρονική περίοδο το μήνα.
3. Παρακάτω διατηρήσαμε και τις αγγλικές περιγραφές όλων των φυσικών μεγεθών όπως αυτές αναφέρονται στα πρότυπα ώστε ο αναγνώστης να μπορεί να την συγκρίνει με την Ελληνική μετάφραση.

Απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση και ψύξη

- **Απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση**

Υπολογίζεται για κάθε ζώνη και για κάθε μήνα από την παρακάτω εξίσωση :

$$Q_{NH} = Q_{L,H} - \eta_{G,H} \cdot Q_{GH} \text{ πρέπει } Q_{NH} \geq 0$$

Όπου:

Q_{NH} : Απαιτούμενη ενέργεια για θέρμανση (Energy need for heating) (MJ)

$Q_{L,H}$: Συνολικές θερμικές απώλειες για λειτουργία θέρμανσης (Total heat transfer for the heating mode) (MJ)

Q_{GH} : Συνολικά θερμικά κέρδη για λειτουργία θέρμανσης (Total heat sources for the heating mode) (MJ)

$\eta_{G,H}$ Συντελεστής χρήσης θερμικού κέρδους για λειτουργία θέρμανσης

(Dimensionless gain utilization factor for heating mode)

- **Απαιτούμενη ενέργεια για ψύξη**

Υπολογίζεται για κάθε ζώνη και για κάθε μήνα από την παρακάτω εξίσωση :

$$Q_{NC} = Q_{G,C} - \eta_{L,C} \cdot Q_{L,C} \text{ πρέπει } Q^{NC} \geq 0$$

Όπου:

Q_{NC} : Απαιτούμενη ενέργεια για ψύξη (Energy need for cooling) (MJ)

$Q_{L,C}$: Συνολικές θερμικές απώλειες για λειτουργία ψύξης (Total heat transfer for the cooling mode) (MJ)

$Q_{G,C}$: Συνολικά θερμικά κέρδη για λειτουργία ψύξης (Total heat sources for the cooling mode) (MJ)

$\eta_{L,C}$ Συντελεστής χρήσης θερμικών απωλειών για λειτουργία ψύξης

(Dimensionless heat losses utilization factor for cooling mode)

- **Συντελεστής χρήσης θερμικού κέρδους για λειτουργία θέρμανσης ($\eta_{G,H}$)**

Ο συντελεστής χρήσης των εσωτερικών και ηλιακών κερδών λαμβάνει υπόψη το γεγονός ότι μόνο ένα μέρος των κερδών αυτών χρησιμοποιείται στη μείωση της απαιτούμενης ενέργειας για θέρμανση. Το υπόλοιπο καταλήγει σε μια ανεπιθύμητη αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας πάνω από το σημείο ρύθμισης του θερμοστάτη (θ_i).

Από άποψη θερμικής ισορροπίας αγνοούμε το μη χρησιμοποιημένο κέρδος και ταυτόχρονα αγνοούμε τις προκύπτουσες επιπλέον απώλειες μεταφοράς και αερισμού λόγω της αυξημένης εσωτερικής θερμοκρασίας.

Ο συντελεστής $\eta_{G,H}$ είναι συνάρτηση του λόγου $\gamma_H = Q_{G,H}/Q_{L,H}$ και μίας αριθμητικής παραμέτρου α_H που εξαρτάται από τη σταθερά χρόνου τ (θερμική αδράνεια) της ζώνης του κτιρίου. Υπολογίζεται για κάθε ζώνη και για κάθε μήνα από τις παρακάτω εξισώσεις :

Όπου:

γ_H : Αριθμός θερμικής ισορροπίας σε λειτουργία θέρμανσης (Dimension less heat balance number for the heating mode, τ)

α_H : Αριθμητική παράμετρος που εξαρτάται από την σταθερά χρόνου (Dimension less numerical parameter depending on the time constant, τ)

$\alpha_{0,H}$: Αριθμητική σταθερά αναφοράς που εξαρτάται από τον τρόπο υπολογισμού (Dimensionless reference numerical parameter , determined according to calculation method)

τ_a : Σταθερά χρόνου της ζώνης (Time constant of the building zone) (h)

$\tau_{0,H}$ Σταθερά χρόνου αναφοράς που εξαρτάται από τον τρόπο υπολογισμού (Reference time constant, determined according to calculation method) (h)

Οι σταθερές $\alpha_{0,H}$ και $\tau_{0,H}$ ορίζονται σε εθνικό επίπεδο και συνεπώς θα οριστούν από τον ΚΕΝΑΚ.

Μέχρι τότε, στους ενεργειακούς υπολογισμούς που κάνει το ThermoCAD έχουν ληφθεί:

$$\alpha_{0,H} = 0.8 \text{ και } \tau_{0,H} = 70 \text{ h}$$