



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Ενεργειακή Επιθεώρηση στο κτίριο των Καταστημάτων
Αφορολογήτων Ειδών**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Καρακώστας Παναγιώτης

Επιβλέπων: Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούλιος 2011



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Ενεργειακή Επιθεώρηση στο κτίριο των Καταστημάτων
Αφορολογήτων Ειδών**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Καρακώστας Παναγιώτης

Επιβλέπων: Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 20^η Ιουλίου 2011.

.....

Ιωάννης Ψαρράς

Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....

Δημήτριος Ασκούνης

Αν.Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....

Βασίλειος Ασημακόπουλος

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούλιος 2011

.....

Καρακώστας Παναγιώτης
Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών
Ε.Μ.Π

Copyright © ΚΑΡΑΚΩΣΤΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ, 2011
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι γεγονός πως με τη πάροδο των χρόνων, η κατάσταση που σκιαγραφείται σήμερα όσον αφορά την συνεχώς αυξανόμενη ενεργειακή κατανάλωση και κατά κύριο λόγο στον κτιριακό τομέα που καταλαμβάνει και το 40% επί του συνόλου της καταναλισκόμενης ενέργειας σε εθνικό και όχι μόνο επίπεδο, που ευθύνεται με τη σειρά της για την αύξηση των εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα, αποτελεί ένα θέμα που απασχολεί όλες τις κυβερνήσεις και μελετάται συστηματικά. Κάτι παραπάνω από χρήσιμη επομένως κρίνεται η αξιοποίηση κάθε πηγής ενέργειας η οποία θα συντελέσει στην κατά το δυνατόν μεγαλύτερη εξοικονόμηση της ενέργειας που είναι τόσο σημαντική.

Για την εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει προβεί σε ενέργειες πρωτοβουλίας για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, όπως η Οδηγία 2002/91/ΕΚ, βάσει της οποίας η εφαρμογή των αρχών του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων κρίνεται απαραίτητη.

Η οδηγία αυτή ακολουθείται πιστά και στην Ελλάδα με το νόμο Ν.3855/2010. Η ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων θεσμοθετήθηκε στη χώρα μας με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) και με το Προεδρικό Διάταγμα για τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, αλλά και τη σύσταση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από δύο βασικά μέρη. Στο πρώτο αναλύεται η εξελικτική πορεία και το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο της ενεργειακής επισήμανσης που χρησιμοποιείται στην Ευρωπαϊκή Ένωση και σε άλλες σημαντικές χώρες και παρατίθεται το σύνολο των ενεργειακών ετικετών.

Στο δεύτερο μέρος, παρουσιάζεται η ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιήθηκε σε κτίριο γραφείων στην περιοχή του Αγίου Στεφάνου. Η διαδικασία της επιθεώρησης αφορά αρχικά την καταγραφή του εξοπλισμού και των ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου, τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιριακού κελύφους, τη διεξαγωγή μετρήσεων με Θερμοκάμερα και Αναλυτή Καυσαερίων μαζί με την ανάλυση των αποτελεσμάτων και τέλος την τεχνοοικονομική ανάλυση, τη πρόταση δηλαδή και αξιολόγηση με οικονομικά κριτήρια δράσεων για την ενεργειακή βελτιστοποίηση του κτιρίου.

Λέξεις-Κλειδιά: Ενεργειακή Κατανάλωση, Εξοικονόμηση Ενέργειας, Ενεργειακή Απόδοση, Θερμοκάμερα, Αναλυτής Καυσαερίων, Ενεργειακή Βελτιστοποίηση, Τεχνοοικονομική Ανάλυση.

Abstract

The fact is that with the passing of years, the situation outlined so far in increasing energy consumption, primarily in the building area which occupies 40% of total energy consumption at national and worldwide level, which in turn is responsible for the increase of CO₂ in the atmosphere, is an important issue for all governments which is studied systematically. More than helpful, therefore, is the use of any energy source that will help the greatest possible energy savings which is so important.

To ensure savings, the European Union has taken action initiative to improve the energy efficiency of buildings, such as Directive 2002/91/EC, whereby the principles of energy design of buildings are considered as necessary.

The directive is followed faithfully and in Greece by Law N.3855/2010. The energy audit of buildings was introduced in our country with the Regulation of Energy Performance of Buildings (KENAK) and Presidential Decree for Energy Inspectors, and the establishment of the Special Inspector Energy

This thesis consists of two basic parts. The first part analyzes the evolution and current legal framework of the energy labeling process used in the European Union and other major countries and all the energy labels are listed in it.

In the second part, is represented, the energy audit conducted in an office building near Agios Stefanos. The inspection process includes registration of equipment and energy consumption of the building, the calculation of average U-value of the building envelope, conducting measurements with a Thermal Camera and a Gas Analyzer with the analysis of results and finally the techno-economic analysis, meaning a proposal of actions based on evaluation of economic criteria concerning energy optimization of the building.

Keywords: Energy Consumption, Saving Energy, Energy Efficiency, Thermal, Exhaust Gas Analyzer, Energy Optimization, Feasibility Analysis

Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών και Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (ΕΜΠ) κατά τη διάρκεια του τελευταίου εξαμήνου φοίτησης.

Θα ήθελα να εκφράσω τη μεγάλη μου ευγνωμοσύνη στον Καθηγητή κ. Ιωάννη Ψαρρά για την ανάθεση αυτής της διπλωματικής εργασίας, την άψογη συνεργασία που είχαμε και κυρίως το έντονο ενδιαφέρον που έδειξε σε όλα τα ζητήματα που κατά καιρούς με απασχόλησαν.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στους επιβλέποντες της διπλωματικής, διδάκτορα ΕΜΠ Αλεξάνδρα Παπαδοπούλου και υποψήφιο διδάκτορα Βαγγέλη Μαρινάκη, για την καθοδήγηση και υποστήριξη που μου παρείχαν. Οι υποδείξεις και οι συμβουλές τους υπήρξαν απαραίτητες για την επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Ακόμα, οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες σε όλο το προσωπικό της εταιρίας των Καταστημάτων Αφορολογήτων Ειδών (ΚΑΕ) για τη κατανόηση και το πνεύμα συνεργασίας που επέδειξαν. Πρωτίστως νιώθω ως υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω τον Γενικό Διευθυντή της εταιρίας κ.Βελέντζα Γεώργιο ο οποίος ενθάρρυνε εξ αρχής την προσπάθειά μου και έθεσε εαυτόν στη διάθεσή μου προς οποιαδήποτε εξυπηρέτηση, τον Τεχνικό Υπεύθυνο κ. Αντωνάκο και τη βοηθό του κ. Γκουβά Εύη που μου παρείχαν τα σχέδια του κτιρίου και τεχνικές λεπτομέρειες αυτού καθώς και τον Συντηρητή κ. Αριστείδη Πέτρο ο οποίος πάντα άμεσα και υπομονετικά κάλυπτε απορίες μου και μου παρείχε στοιχεία σχετικά με καταναλώσεις και ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό.

Τέλος, αισθάνομαι έντονα την ανάγκη να ευχαριστήσω την οικογένειά μου η οποία όπως πάντα μου παρείχε συνεχή στήριξη καθόλη την διάρκεια της περιόδου αυτής.

Πίνακας Περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο ΕΙΣΑΓΩΓΗ	15
1.1 Σκοπός – Αντικείμενο.....	17
1.2 Φάσεις υλοποίησης	18
1.3 Οργάνωση τόμου	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ	21
2.1 Εισαγωγή.....	23
2.2 Τί είναι Energy label (ενεργειακή ετικέτα)	23
2.3 Τύποι ετικετών	23
2.4 Προδιαγραφές ελαχίστης ενεργειακής απόδοσης (MEPS)	26
2.5 Ευρωπαϊκή Ένωση	27
2.5.1 Ευθύνες εμπόρων	30
2.5.2 Ευθύνες προμηθευτών	31
2.5.3 Συγκριτική ετικέτα - Ευρωπαϊκή Ένωση.....	31
2.5.3.1 Οικιακά πληντύρια πιάτων.....	32
2.5.3.2 Οικιακά πληντύρια ρούχων.....	33
2.5.3.3 Τηλεοράσεις	35
2.5.3.4 Οικιακές ψυκτικές συσκευές.....	38
2.5.4 1 ^η Ετικέτα επικύρωσης – Ευρωπαϊκή Ένωση	41
2.5.5 2 ^η Ετικέτα επικύρωσης – Ευρωπαϊκή Ένωση.....	41
2.6 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.....	42
2.6.1 Συγκριτική ετικέτα – Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	43
2.6.2 1 ^η Ετικέτα επικύρωσης – Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής	44
2.6.3 2 ^η Ετικέτα επικύρωσης – Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής.....	45
2.7 Αυστραλία.....	46
2.7.1 1 ^η Συγκριτική ετικέτα - Αυστραλία.....	47
2.7.2 2 ^η Συγκριτική ετικέτα (φυσικό αέριο) – Αυστραλία.....	48
2.7.3 Ετικέτα επικύρωσης - Αυστραλία	48
2.8 Κίνα	49
2.9 Ιαπωνία	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	55
3.1 Περιγραφή κτιριακής εγκατάστασης.....	57

3.2	Ενεργειακές καταναλώσεις κτιρίου	59
3.3.	Παρουσίαση ηλεκτρικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου βάσει τιμολογίων... 66	
3.4	Δείκτης ηλεκτρικής κατανάλωσης	68
3.5	Κατανάλωση πετρελαίου κτιρίου	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ		71
4.1	Βασικές έννοιες – Μεθοδολογία υπολογισμού συντελεστή θερμοπερατότητας	73
4.1.1	Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων.....	74
4.1.2	Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων	74
4.1.3	Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των διάφανων δομικών στοιχείων.....	75
4.1.4	Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U _m)	76
4.2	Υπολογισμός θερμομόνωσης δομικών στοιχείων.....	76
4.2.1	Εξωτερικός τοίχος	78
4.2.2	Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	79
4.2.3.	Δάπεδο πάνω σε έδαφος.....	81
4.2.4	Οροφή – ταράτσα	82
4.2.5	Υπολογισμός θερμομόνωσης περιβλήματος.....	84
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ & ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ		87
5.1	Εισαγωγή.....	89
5.2	Λειτουργία και χαρακτηριστικά θερμοκάμερας.....	89
5.3	Παρουσίαση της θερμοκάμερας FLIR b50.....	91
5.4	Υπέρυθρες φωτογραφίες των ΚΑΕ.....	94
5.5	Ανάλυση καυσαερίων λεβήτων.....	111
5.5.1	Διάταξη και διαδικασία μέτρησης.....	111
5.5.2	Επεξεργασία αποτελεσμάτων μέτρησης	115
5.5.3	Συμπεράσματα.....	116
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ.....		119
6.1	Εισαγωγή.....	121
6.2	Κριτήρια επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.....	121
6.2.1	Ενεργειακά και περιβαλλοντικά κριτήρια.....	122
6.2.2	Τεχνικά και λειτουργικά κριτήρια	122
6.2.3	Οικονομικά και χρηματοδοτικά κριτήρια	123

6.3 Δείκτες οικονομικής αξιολόγησης επεμβάσεων	124
6.3.1 Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ).....	124
6.3.2 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)	125
6.3.3 Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)	125
6.4 Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας – οικονομοτεχνική αξιολόγησή	126
6.4.1 Αντικατάσταση συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών ballast λαμπτήρων φθορισμού με ηλεκτρονικά ballast.....	127
6.4.2 Εγκατάσταση αυτοματισμών τοπικής εμβέλειας	130
6.4.3 Εγκατάσταση συστήματος ΒΕΜΣ.....	136
6.4.4 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστοιχιών στην οροφή του κτιρίου.....	142
6.4.5 Τοποθέτηση αντηλιακών μεμβράνων στα τζάμια του κτιρίου	147
6.4.6 Αντικατάσταση πετρελαίου με φυσικό αέριο	150
6.5 Άλλες επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης	152
6.6 Διαμόρφωση προτάσεων	153
<i>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ</i>	<i>157</i>
7.1 Συμπεράσματα.....	159
7.2 Προοπτικές.....	161
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	163
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	167

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Σκοπός – Αντικείμενο

Με τη πάροδο των χρόνων συνεχώς αυξάνεται η ενεργειακή κατανάλωση και συγκεκριμένα ο κτιριακός τομέας ευθύνεται για το 40% αυτής τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή αφορά τόσο τη θερμική ενέργεια (κατά βάση πετρέλαιο), όσο και την ηλεκτρική ενέργεια και είναι αυτή που ευθύνεται για τη σημαντική επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ρύπους και κατά κύριο λόγο με διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Αυτονόητη πρέπει να θεωρείται και η ιδιαίτερα υψηλή οικονομική επιβάρυνση που συνεπάγονται οι υψηλού κόστους συμβατικές πηγές ενέργειας.

Στην Ελλάδα παρατηρείται συνεχής αυξητική τάση ενεργειακής κατανάλωσης, γεγονός που δικαιολογείται από την μαζική χρήση των κλιματιστικών αφού το καλοκαίρι στην Ελλάδα είναι ως γνωστόν ιδιαίτερα θερμό. Οι οικονομικές συνέπειες που συνεπάγεται η αλόγιστη αυτή χρήση των κλιματιστικών είναι ιδιαίτερα οδυνηρές για τους καταναλωτές.

Θεμιτή θεωρείται επομένως κάθε προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας και πόσο μάλλον την εποχή αυτή που η Ελλάδα βρίσκεται αντιμέτωπη με μια δύσκολη οικονομική συγκυρία. Ο κατάλληλος κτιριακός σχεδιασμός σε συνδυασμό με τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων αποτελούν παράγοντες πρωταρχικής σημασίας για την επίτευξη της επιθυμητής εξοικονόμησης ενέργειας.

Στο σημείο αυτό γίνεται κατανοητό, πόσο σημαντική πρέπει να θεωρείται η διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης προκειμένου να επιτευχθεί η εν λόγω εξοικονόμηση ενέργειας. Ως ενεργειακή επιθεώρηση ορίζεται μία συστηματική διαδικασία που σκοπό έχει την απόκτηση μιας επαρκούς γνώσης όσον αφορά το προφίλ της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου.

Γίνεται λεπτομερής καταγραφή του υπάρχοντος εξοπλισμού, αξιολόγηση της ενεργειακής κατανάλωσης που αυτός επιφέρει κι όλα αυτά με απώτερο σκοπό την κατά το δυνατόν αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων και την προστασία του περιβάλλοντος, μέσω του προσδιορισμού και της αξιολόγησης των αποδοτικότερων οικονομικά και των περισσότερο ρεαλιστικών τρόπων βελτιστοποίησης της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων και εξοικονόμησης ενέργειας και χρημάτων.

Στα πλαίσια της δεδομένης εργασίας μελετάται η εφαρμογή των παραπάνω στο κτίριο των γραφείων των ΚΑΕ που βρίσκεται στο 23^ο χλμ. της Εθνικής Οδού Αθηνών-Λαμίας.

Καταρχήν κατεγράφησαν όλες οι υφιστάμενες ηλεκτρικές καταναλώσεις και ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του κτιρίου, ενώ ακολούθησε μελέτη

συντελεστών θερμοπερατότητας με απώτερο σκοπό την αποτίμηση της ενεργειακής ταυτότητας του κτιρίου.

Τέλος προτάθηκαν δράσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο, οι οποίες αξιολογήθηκαν μέσω τεχνοοικονομικής ανάλυσης, προκειμένου να κριθεί ποιές εξ αυτών είναι βιώσιμες.

1.2 Φάσεις υλοποίησης

Προκειμένου να αποπερατωθεί η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, η οποία πραγματοποιήθηκε την περίοδο Οκτωβρίου 2010 – Ιουλίου 2011, ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία που αποτελείται από πέντε φάσεις.

Φάση 1^η: Βιβλιογραφική αναζήτηση με σκοπό τη συγκέντρωση στοιχείων και πληροφοριών σχετικά με το καθεστώς του energy labeling στις σημαντικότερες χώρες ανά τον κόσμο.

Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης, πραγματοποιήθηκε μέσω αναζήτησης στο διαδύκτιο, μια επάρκης, για το σκοπό της δεδομένης εργασίας, έρευνα όσον αφορά τη ισχύουσα νομοθεσία για την ενεργειακή επισήμανση και τις ενεργειακές ετικέτες που χρησιμοποιούνται σήμερα τόσο στην Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και σε άλλες μεγάλες χώρες όπως την Αυστραλία, τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, την Κίνα και την Ιαπωνία. Παρουσιάστηκαν όλα τα είδη ενεργειακής επισήμανσης ανά τον κόσμο και τα προγράμματα εθελοντικά και μη που ακολουθήθηκαν κι όλα αυτά μέσα από μια μικρή ιστορική αναδρομή κυρίως όσον αφορά την Ευρωπαϊκή Ένωση.

Φάση 2^η: Καταγραφή του υπάρχοντος εξοπλισμού του κτιρίου των ΚΑΕ.

Κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής, έγινε λεπτομερής καταγραφή του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτιρίου και συλλέχθηκαν όλα τα απαραίτητα στοιχεία όσον αφορά τις λειτουργίες του κτιρίου με βάση τις ανάγκες των χρηστών των εκάστοτε χώρων. Έτσι συγκεντρώθηκαν στοιχεία αναφορικά με τα είδη του εξοπλισμού που χρησιμοποιούνται σε κάθε χώρο και τις καταναλώσεις τους προκειμένου να εκτιμηθεί η συνολική κατανάλωση ενέργειας του υπό μελέτη κτιρίου.

Φάση 3^η: Χρήση μετρητικών οργάνων για τη διεξαγωγή ενεργειακής επιθεώρησης και εξαγωγή συμπερασμάτων βάσει των μετρήσεων.

Στη φάση αυτή ελήφθησαν θερμοφωτογραφίες του κτιρίου με σκοπό να εντοπιστούν οι όποιες κατασκευαστικές ατέλειες, οι παραλείψεις και οι ζημιές που μπορεί να έχουν προκληθεί στη μόνωση του κτιρίου με τη πάροδο του χρόνου.

Έπειτα, με τη χρήση του αναλυτή καυσαερίων αξιολογήθηκε η λειτουργία των δύο λεβήτων του υπό εξέταση κτιρίου και ακολούθησε επεξεργασία και σχολιασμός των αποτελεσμάτων που προέκυψαν.

Φάση 4^η: Δράση ενεργειακής βελτιστοποίησης και τεχνοοικονομική αξιολόγηση αυτών.

Στη φάση αυτή, προτείνονται διάφορες δράσεις που αποσκοπούν στην εξοικονόμηση ενέργειας στο εξεταζόμενο κτίριο και ταυτόχρονα εξετάζεται μέσω υπολογισμού οικονομικών δεικτών κατά πόσο οι προτεινόμενες λύσεις είναι οικονομικά βιώσιμες. Τέλος γίνεται σύγκριση των διαφόρων επενδυτικών έργων και επιλέγονται τα καταλληλότερα για να τεθούν σε εφαρμογή.

Φάση 5^η: Συμπεράσματα και Προοπτικές

Αυτή αποτελεί τη τελευταία φάση της διπλωματικής. Παρατίθενται τα συμπεράσματα που εξάγονται αναφορικά με την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου και τις δυνατότητές του για ενεργειακή βελτίωση. Έπειτα, ερευνώνται οι προοπτικές για περαιτέρω προσπάθειες προκειμένου να βρεθούν οι καταναλώσεις που δεν κατεγράφησαν λόγω έλλειψης στοιχείων.

1.3 Οργάνωση τόμου

Το κύριο μέρος της διπλωματικής εργασίας αποτελείται από 7 κεφάλαια και η δομή της είναι η ακόλουθη.

- Σε πρώτη φάση παρατίθεται η **περίληψη** της διπλωματικής εργασίας τόσο στην ελληνική όσο και στην αγγλική γλώσσα, όπου παρουσιάζεται μια γενικότερη κατάσταση όσον αφορά στην ενεργειακή κατανάλωση αλλά και τα κυριότερα σημεία της εργασίας.
- Εν συνεχεία ακολουθεί ο **πρόλογος** και ο **πίνακας περιεχομένων** της εργασίας.
- Έπειτα σειρά έχει το παρόν **Κεφάλαιο 1**, το οποίο αποτελεί το εισαγωγικό κεφάλαιο όπου παρατίθενται ο σκοπός και το αντικείμενο της εργασίας, καθώς και οι φάσεις υλοποίησης της διπλωματικής.
- Το **Κεφάλαιο 2** αποτελεί το θεωρητικό κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας όπου γίνεται μια αρκετά αναλυτική περιγραφή του ισχύοντος καθεστώτος του Energy Labeling τόσο στην Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και σε άλλες μεγάλες χώρες όπως την Αυστραλία, τις ΗΠΑ, την Κίνα και την Ιαπωνία.
- Στο **Κεφάλαιο 3** παρατίθεται αρχικά μία σύντομη περιγραφή του κτιρίου και της λειτουργικότητας των χώρων του (έκταση, χρονολογία κατασκευής) και στη συνέχεια αναπτύσσεται η καταγραφή των καταναλώσεων ενέργειας ανά είδος

εξοπλισμού για όλους τους ορόφους του κτιρίου που εξετάζεται με σκοπό τον υπολογισμό του δείκτη ενεργειακής κατανάλωσης.

- Στο **Κεφάλαιο 4** γίνεται μελέτη του κτιριακού κελύφους και της επάρκειας της υπάρχουσας μόνωσης μέσω του αναλυτικού υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου (μελέτη θερμομόνωσης).
- Στο **Κεφάλαιο 5** εντοπίζονται προβλήματα της μόνωσης όπως υγρασία σε τοίχους, είσοδος ανεπιθύμητου ψυχρού αέρα κλπ. Αναφέρονται τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν (θερμοκάμερα, υγρασιόμετρο, αναλυτής καυσαερίων) και γίνεται επεξεργασία και σχολιασμός των αποτελεσμάτων τους με απώτερο σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου.
- Στο **Κεφάλαιο 6** παρουσιάζονται επενδυτικά έργα με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και τη βελτιστοποίηση αποδοτικότητας τα οποία και αξιολογούνται απο οικονομικούς δείκτες που υπολογίζονται.
- Το **Κεφάλαιο 7** που αποτελεί και το τελευταίο, αφορά την συγκεντρωτική παρουσίαση των σημαντικότερων σημείων και συμπερασμάτων που προέκυψαν από την εργασία σχετικά με την ενεργειακή συμπεριφορά και τις περαιτέρω δυνατότητες για ενεργειακή βελτίωση.

Τέλος, παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν ως πηγές για την πραγμάτωση και αποπεράτωση της διπλωματικής εργασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΤΙΚΕΤΕΣ

2.1 Εισαγωγή

Εθνικές ενεργειακές ετικέτες και πρότυπα ελαχίστης ενεργειακής απόδοσης (MEPS) γρήγορα γίνονται κοινός τόπος σε όλο τον κόσμο. Η παρούσα έκθεση παρέχει μία επισκόπηση των τρεχόντων προγραμμάτων επισήμανσης και των MEPS τόσο για την Ευρωπαϊκή Ένωση όσο και για άλλες βασικές σε παγκόσμιο επίπεδο χώρες όπως αυτές των Η.Π.Α, της Κίνας, της Αυστραλίας και της Ιαπωνίας. Σκοπός δεν αποτελεί στην προκειμένη περίπτωση ένας εξαντλητικός κατάλογος καταγραφής και παρουσίασης των προγραμμάτων που χρησιμοποιούνται σήμερα, αλλά ένας συνοψισμός αυτών που θα καταστήσει σαφή τη λειτουργία των και το σκοπό που καλούνται να εκπληρώσουν.

2.2 Τί είναι Energy label (ενεργειακή ετικέτα)

Αδιαμφισβήτητα σημαντική πρέπει να θεωρείται για τους απανταχού καταναλωτές η γνώση όχι μόνο του κόστους της εκάστοτε συσκευής προς κάλυψη υπηρεσιών ενέργειας των νοικοκυριών τους, αλλά και η ενέργεια που αυτή καταναλώνει. Οι ετικέτες ενέργειας βελτιώνουν τη λειτουργία της αγοράς εμφανίζοντας ακριβείς πληροφορίες της ενεργειακής κατανάλωσης των προϊόντων-πράγμα χρήσιμο για την απόφαση του αγοραστικού κοινού. Η ενεργειακή σήμανση των οικιακών συσκευών λειτουργεί σήμερα στις περισσότερες χώρες του ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης) και σε έναν αυξανόμενο αριθμό άλλων χωρών. Μεγάλη ποικιλία προϊόντων φέρουν ετικέτα, με τη λίστα να ποικίλει από χώρα σε χώρα. Οι συσκευές που συχνότερα επισημαίνονται είναι τα ψυγεία, οι καταψύκτες και τα κλιματιστικά αν και το εύρος αυτών επεκτείνεται πολλές φορές ακόμη και σε χύτρες ρυζιού, λέβητες, προϊόντα φωτισμού και πληντύρια ρούχων. Η επισήμανση δε περιορίζεται στα ηλεκτρικά προϊόντα, με ορισμένες χώρες, να συμπεριλαμβάνουν το φυσικό αέριο και τον εξοπλισμό πετρελαίου στα προγράμματά τους. [1]

2.3 Τύποι ετικετών

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι ετικετών: επικύρωση και σύγκριση.

Ετικέτες Επικύρωσης (Endorsement Labels) υποδεικνύουν πως τα προϊόντα ανήκουν στη κατηγορία των «πιο αποδοτικών ενεργειακά» ή ότι ανταποκρίνονται σε προκαθορισμένα πρότυπα ή κριτήρια επιλεξιμότητας. Τα προϊόντα φέρουν γενικά ένα λογότυπο ή σήμα που προσδιορίζει ότι έχουν εκπληρώσει τις προδιαγραφές ή τη κλάση του προϊόντος και οι ετικέτες περιέχουν αν όχι καμία – μικρή συγκριτική πληροφορία ενεργειακής απόδοσης. Αυτό το είδος ετικέτας

πληροφορεί απλώς τον καταναλωτή ότι το προϊόν πληροί τις απαιτούμενες προδιαγραφές. Προγράμματα που αφορούν ετικέτες επικύρωσης έχουν εθελοντικό χαρακτήρα. Μία τέτοια ετικέτα μπορεί να έχει ειδικά να κάνει με την ενεργειακή απόδοση ή μπορεί να αποτελεί και οικολογική ετικέτα «Eco-label». Προγράμματα οικολογικής σήμανσης εγκρίνουν προϊόντα που έχουν χαμηλή επίπτωση σε ένα ευρύ φάσμα περιβαλλοντικών παραγόντων, με τα επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας να έχουν συχνά υψηλή προτεραιότητα.

Ετικέτες σύγκρισης (Comparative Labels) επιτρέπουν στους καταναλωτές να διαμορφώσουν άποψη σχετικά με την ενεργειακή απόδοση (ή την ενεργειακή κατανάλωση) και τη σχετική κατάταξη των προϊόντων που φέρουν ετικέτα. Τα προγράμματα συγκριτικής επισήμανσης στις χώρες του ΟΟΣΑ είναι κατά κύριο λόγο υποχρεωτικά, ωστόσο κάποια εξ αυτών σε άλλες χώρες είναι προαιρετικά. Σήματα σύγκρισης και επικύρωσης μπορούν να συνυπάρχουν και μάλιστα σε πολλές χώρες. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες επισημάνσεις σύγκρισης αποτελούνται από μία κλίμακα με απόλυτα καθορισμένες κατηγορίες απόδοσης. Αυτός ο τύπος ετικέτας επιτρέπει στους καταναλωτές να αξιολογήσουν με ευκολία την αποτελεσματικότητα ενός προϊόντος σε σχέση με μια απόλυτη κλίμακα, με τη βοήθεια μιας απλής αριθμητικής ή ενός συστήματος κατάταξης. Η βασική ιδέα είναι ότι είναι πολύ πιο εύκολο για τον εκάστοτε καταναλωτή να θυμάται και να συγκρίνει βάσει της κατάταξης μιας απλής κλίμακας (όπως 1,2,3 ή 1αστέρι,2αστέρια,3αστέρια ή A,B,C), από το να θυμάται και να συγκρίνει τιμές κατανάλωσης ενέργειας.

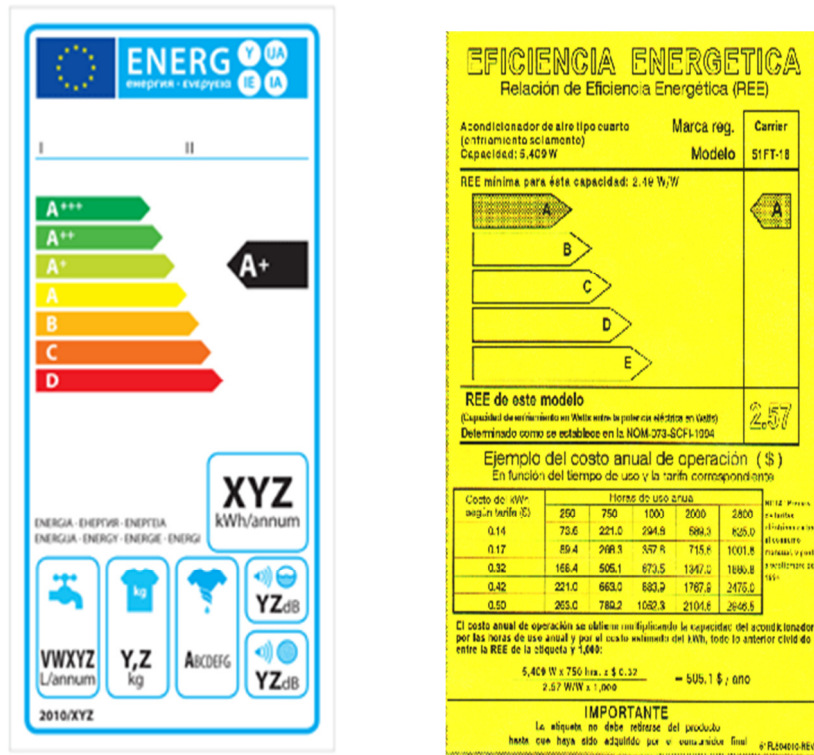
Ουσιαστικά η οπτική των σχεδίων ετικετών σύγκρισης που χρησιμοποιούνται ανά τον κόσμο, μπορεί να διακριθεί σε τρεις βασικούς διαφορετικούς τύπους.

- 1. Dial Label:** Αυτός ο τύπος ετικέτας έχει μια «γραμμή» ή μετρητή, με τη καλύτερη, συγκριτικά, αποτελεσματικότητα να συνδέεται με τη πρόοδο κατά μήκος του μετρητή (μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα εκπροσωπείται από την ωρολογιακή φορά του τόξου). Αυτός ο τύπος σήματος χρησιμοποιείται στην Αυστραλία και σε κάποιες άλλες ασιατικές χώρες. Ο αριθμός των αστεριών ή η ψηφιακή ταξινόμηση στη κλίμακα εξαρτώνται από το ηψυλότερο κατώτατο όριο ενεργειακής απόδοσης που το μοντέλο είναι σε θέση να ανταποκριθεί.



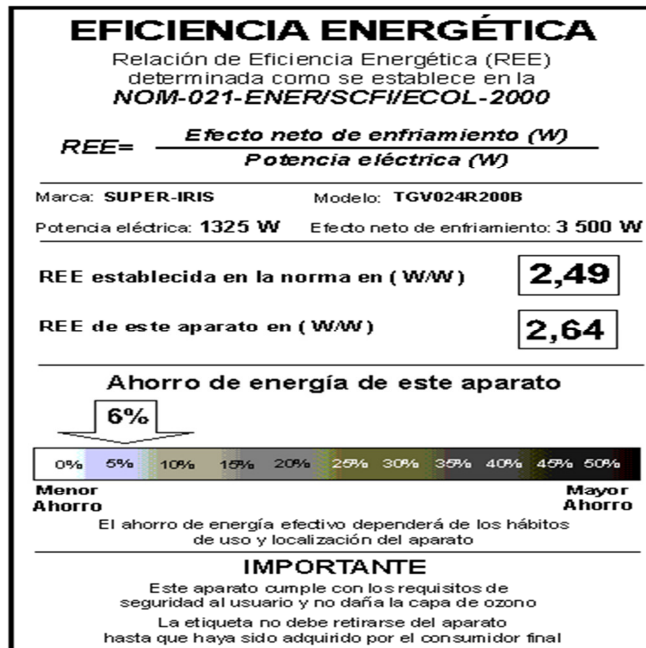
Εικόνα 2.1 Χαρακτηριστικό παράδειγμα *dial energy label* (Αυστραλία)

2. **Bar Label:** Αυτός ο τύπος ετικέτας χρησιμοποιεί ένα ιστόγραμμα με διαβάθμιση απο το καλύτερο στο χειρότερο. Όλοι οι βαθμοί των ιστών είναι ορατοί σε κάθε ετικέτα με μαρκαδόρο δίπλα στην κατάλληλη γραμμή που υποδεικνύει το βαθμό του μοντέλου. Η ετικέτα αυτή χρησιμοποιείται κυρίως στην Ευρώπη και τη Νότια Αμερική. Στο Μεξικό χρησιμοποιούν αυτή τη μορφή σε ορισμένα προϊόντα, αλλά η μορφή είναι διαφορετική.



Εικόνα 2.2: Χαρακτηριστικά παραδείγματα bar label (Ευρωπαϊκή Ένωση και Μεξικό αντίστοιχα)

3. **Linear Label:** Η ετικέτα αυτή έχει μία γραμμική κλίμακα υποδεικνύοντας την υψηλότερη και χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας των μοντέλων στην αγορά και τοποθετεί κάθε ένα εξ αυτών εντός της εν λόγω κλίμακας. Δεδομένου ότι η ενέργεια αποτελεί το μέτρο σύγκρισης (κι όχι η απόδοση), κρίνεται αναγκαίο να ομαδοποιούνται τα μοντέλα σε παρόμοιες κατά μέγεθος κατηγορίες για τη σύγκριση.



Εικόνα 2.3: Χαρακτηριστικό παράδειγμα *linear label* (Μεξικό)

Υπάρχουν επίσης πολλές άλλες ενεργειακές ετικέτες που δεν βασίζονται σε κάποια συγκεκριμένη γραφική ιδέα για να υποστηρίξουν την ένδειξη της ενεργειακής απόδοσης-αυτές γενικά βασίζονται είτε σε κείμενο που εξηγεί την αποτελεσματικότητα ή κάποια αριθμητική τιμή του δείκτη αποτελεσματικότητας (π.χ EER για τα κλιματιστικά ή κάποια κατάταξη αποδοτικότητας).

Προγράμματα επισήμανσης δεν ήταν τα περασμένα χρόνια, ούτε είναι αναγκαίο να περιορίζονται εντός των συνόρων της χώρας. Για παράδειγμα, η ετικέτα της Ευρωπαϊκής Ένωσης εκτείνεται και βρίσκει χρήση όχι μόνο σε κράτη μέλη της ΕΕ, αλλά έχει υιοθετηθεί από πολλές άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Επίσης το πρόγραμμα ENERGY STAR[®] των Η.Π.Α για τον εξοπλισμό γραφείου έχει υιοθετηθεί σε πολλές άλλες χώρες ανά τον κόσμο και στη Λατινική Αμερική επιχειρείται ο σχεδιασμός και η εφαρμογή ενός εννιαίου προγράμματος ενεργειακής επισήμανσης. [1]

2.4 Προδιαγραφές ελαχίστης ενεργειακής απόδοσης (MEPS)

Πρότυπα ελαχίστης ενεργειακής απόδοσης (MEPS) (ονομάζονται επίσης απλά “πρότυπα” σε μερικές χώρες) είναι τα ελάχιστα καθορισμένα επίπεδα ενεργειακής απόδοσης των προϊόντων που πρέπει να ανταποκρίνονται ώστε να μπορούν να πωλούνται νόμιμα. Αυτά τα υποχρεωτικά πρότυπα καθορίζονται σε επίπεδα που εξισσοροπούν την τεχνική δυνατότητα με την οικονομική βιωσιμότητα και τις ανταγωνιστικές δυνάμεις μέσα σε μια συγκεκριμένη αγορά. Τα MEPS συνήθως δεν είναι στατικά αλλά αναθεωρούνται με την πάροδο του χρόνου ώστε να αντικατοπτρίζουν τη βελτίωση των επιπέδων της ενεργειακής απόδοσης. Τα MEPS

βασίζονται στις μεθόδους δοκιμής (συχνά ονομάζονται επίσης “test Προτύπων Χρηματοοικονομικής Πληροφόρησης”), οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των επιδόσεων μιας συσκευής, της κατανάλωσης ενέργειας και κατά συνέπεια της ενεργειακής απόδοσης. Χρήζουν βαρύνουσας σημασίας διότι επιτρέπουν στα προϊόντα να συγκριθούν σε δίκαιη βάση. Ορισμένες χώρες προτιμούν να ενθαρρύνουν τους κατασκευαστές να αυξήσουν την αποτελεσματικότητα των προϊόντων τους με ένα τρόπο εθελοντικό χωρίς απειλή θέσπισης κανονισμού. Αντί για νομοθέτηση MEPS, στόχοι επιπέδων απόδοσης τίθενται συνήθως με βάση τη μέση απόδοση της αγοράς κι όχι την απόδοση των επιμέρους συσκευών και αναφέρονται ως στόχοι ή διαπραγματευθείσες συμφωνίες. [1]

2.5 Ευρωπαϊκή Ένωση

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) αποτελείται προς το παρόν από 27 κράτη μέλη τα οποία είναι η Αυστρία, το Βέλγιο, η Βουλγαρία, η Κύπρος, η Τσεχική Δημοκρατία, η Δανία, η Εσθονία, η Φινλανδία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ελλάδα, η Ουγγαρία, η Ιρλανδία, η Ιταλία, η Λεττονία, η Λιθουανία, το Λουξεμβούργο, η Μάλτα, η Ολλανδία (Κάτω Χώρες), η Πολωνία, η Πορτογαλία, η Ρουμανία, η Σλοβακία, η Σλοβενία, η Ισπανία, η Σουηδία και το Ηνωμένο Βασίλειο. Αυτή η ευρεία γεωγραφική και οικονομική κάλυψη σημαίνει ότι, πολλές από τις πρακτικές της ΕΕ έχουν θεσπιστεί / ή και απορροφηθεί από την υπόλοιπη Ευρώπη. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή είναι διοικητικό όργανο της ΕΕ, με τη Γενική Διεύθυνση Ενέργειας και Μεταφορών να είναι υπεύθυνη για την ενεργειακή πολιτική. Η επισήμανση και τα MEPS αποτελούν έργο της Μονάδας Νέων Πηγών Ενέργειας και Διαχείρισης της Ζήτησης. Μια άλλη οργάνωση ενεργειακής απόδοσης που λειτουργεί εντός της ΕΕ είναι η GEA. Οι υποδείξεις αυτής της οργάνωσης-ομίλου ακολουθούνται ευρέως, με ένα τρόπο εθελοντικό και όχι υποχρεωτικό από τα κράτη μέλη της ΕΕ. Ένα τμήμα της GEA είναι το Ευρωπαϊκό Ενεργειακό Διαδύκτιο (EnR), το οποίο είναι η ένωση των εθνικών οργανισμών περιβάλλοντος και της ενέργειας.

Πρίν από το πρόγραμμα επισήμανσης της ΕΕ, πολλές χώρες είτε είχαν σε λειτουργία είτε «έτρεχαν» την ανάπτυξη προγραμμάτων επισήμανσης. Τα πρώτα προγράμματα άρχισαν τη δεκαετία του 1960 με τη Γαλλία να θεσπίζει MEPS και στα μέσα της δεκαετίας του 1970 αμφότερες Γαλλία και Γερμανία να υλοποιούν προγράμματα επισήμανσης. Στη δεκαετία του 1980 αναπτύχθηκε ένα εθελοντικό κοινό σήμα της ΕΕ για φούρνους, αλλά ήταν κακοσχεδιασμένο και κανένας από τα κράτη μέλη δεν προσεταιρίστηκε το σύστημα αυτό. Μέχρι και το 1990, η Δανία, οι Κάτω Χώρες και το Ηνωμένο Βασίλειο είχαν ισχύουσα νομοθεσία σχετικά με τα ενεργειακά σήματα και MEPS, ενώ άλλες χώρες όπως η Ιρλανδία έτρεχαν

εθελοντικά προγράμματα επισήμανσης. Στην πραγματικότητα, ήταν επιθυμία της Δανίας να εισαγάγει ένα υποχρεωτικό σύστημα επισήμανσης ενέργειας που οδήγησε στην εισαγωγή μίας κοινής υποχρεωτικής σήμανσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Το 1990 η Δανία ανακοίνωσε ότι επιθυμεί να εφαρμόσει πρόγραμμα υποχρεωτικής Ενεργειακής Επισήμανσης. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (ΕC) δήλωσε ότι αυτό θα αποτελούσε εμπόδιο για το « Ελεύθερο Εμπόριο » και ζήτησε από τη Δανία να μην δώσει περαιτέρω διάσταση στο θέμα. Ωστόσο, δεδομένου του ενδιαφέροντος ολόκληρης της Ευρώπης για προγράμματα επισήμανσης, η Επιτροπή ανέπτυξε την οδηγία Υποχρεωτικής Επισήμανσης της ενεργειακής απόδοσης των οικιακών συσκευών, η οποία έθεσε τη συγκριτική επισήμανση υποχρεωτική σε όλα τα κράτη μέλη σαν πέρασε η οδηγία προϊόντων. Η οδηγία τέθηκε σε ισχύ το 1992 και η πρώτη ετικέτα άρχισε να ισχύει το 1995. Η φύση της εν λόγω οδηγίας σημαίνει ότι οι νέες συσκευές μπορούν να συμπεριληφθούν στο πρόγραμμα χωρίς να επιδιώκεται η περαιτέρω πολιτική έγκριση (είτε από το Κοινοβούλιο ή από το Συμβούλιο των Υπουργών- αν και υπάρχει Συμβουλευτική Επιτροπή Επισήμανσης που αποτελείται από αστικούς υπαλλήλους από τα κράτη μέλη).

Μία άλλη οδηγία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το 1992 επέτρεψε την καθιέρωση ενός ευρωπαϊκών διαστάσεων συστήματος οικολογικής επισήμανσης. Αυτό το εθελοντικό πρόγραμμα καλύπτει διάφορες συσκευές, οι οποίες πρέπει να πληρούν κάποια κριτήρια ενεργειακής αποδοτικότητας. Το οικολογικό σήμα μπορεί να ενσωματωθεί στο σχεδιασμό της συγκριτικής ετικέτας. Ο Όμιλος για αποδοτικές συσκευές (GEA), απήυθηνε προαιρετική ετικέτα επικύρωσης, η οποία επιτρέπει στους καταναλωτές να εντοπίζουν εύκολα τα πιο αποδοτικά οικιακά ηλεκτρικά προϊόντα και τον πιο αποδοτικό εξοπλισμό γραφείου. Επιπλέον αρκετά κράτη μέλη της ΕΕ θέτουν σε ισχύ δικά τους εθελοντικά προγράμματα σήμανσης τόσο αποκλειστικά για την ενεργειακή απόδοση όσο και ως μέρος της ευρύτερης οικολογικής σήμανσης.

Η ιστορία των MEPS εντός της ΕΕ έχει μια παρόμοια αρχή με το πρόγραμμα επισήμανσης. Οι Κάτω Χώρες κοινοποίησαν στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα το 1992 την επιθυμία εισαγωγής MEPS για τα ψυγεία. Και πάλι αυτό θεωρήθηκε ως εμπόδιο για τη λειτουργία της ενιαίας αγοράς. Η κοινότητα προσέλαβε συμβούλους από τρεις εθνικούς οργανισμούς ενέργειας οι οποίοι διαμόρφωσαν τη GEA για τη διεξαγωγή της μελέτης. Η GEA συνέταξε μία έκθεση με τα συνιστώμενα επίπεδα MEPS. Η Επιτροπή και τα κράτη μέλη αγνόησαν σε μεγάλο βαθμό τις συστάσεις αυτές, επιλέγοντας λιγότερο αυστηρά MEPS, τα οποία όμως εξακολουθούσαν να βασίζονται σε τεχνικούς ορισμούς αποτελεσματικότητας εγκατεστημένους στη μελέτη της GEA. Αυτή εγκρίθηκε το 1996 και τέθηκε σε ισχύ το Σεπτέμβριο του 1999. Ωστόσο, η οδηγία είναι ειδική για τα ψυγεία και τους

καταψύκτες, σε αντίθεση με το πλαίσιο της ενεργειακής νομοθεσίας για την επισήμανση, πράγμα που σημαίνει ότι τα MEPS για άλλες συσκευές θα πρέπει να υποβληθούν ξεχωριστά στο Συμβούλιο Υπουργών (που αποτελείται από εκπροσώπους των κυβερνήσεων των κρατών μελών) και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο για έγκριση. Η ΕΚ εργάζεται προς βελτίωση της αποδοτικότητας μέσω εθελοντικών συμφωνιών κατόπιν διαπραγματεύσεων για μία σειρά προϊόντων. Η ΕΚ διαπραγματεύεται με ενώσεις κατασκευαστών να μειώσουν τη συνολική κατανάλωση ενέργειας καθορίζοντας ένα επίπεδο-στόχο αποδοτικότητας για μια συσκευή και απαιτώντας την κατάργηση των προϊόντων που καταναλώνουν τη περισσότερη ενέργεια. [1]

Η Ευρωπαϊκή Νομοθεσία αποτελείται από μια οδηγία πλαίσιο, η οποία καθορίζει τις γενικές αρχές και τις υποχρεώσεις σχετικά με την ενεργειακή σήμανση. Η οδηγία πλαίσιο συνοδεύεται από μια σειρά κανονισμών που παρέχουν ειδικές πληροφορίες για κάθε κατηγορία προϊόντος. Κάθε κανονισμός αντιστοιχεί σε μια από τις κατηγορίες των προϊόντων, οι οποίες καλύπτονται από την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία.

Το 2003 ο Ευρωπαίος νομοθέτης εισήγαγε δυο νέες κατηγορίες για τις συσκευές ψύξης, A+ και A++, πάνω από την A κλάση, με σκοπό να ανταποκριθεί αρχικά στην ζήτηση της αγοράς προϊόντων ενεργειακά αποδοτικών και να δημιουργήσει κίνητρα για τους κατασκευαστές ώστε να αναπτύξουν ακόμη πιο αποδοτικά προϊόντα. Ωστόσο οι συσκευές που είχαν ήδη κατασκευαστεί, ήταν ενεργειακά πιο αποδοτικές. Αυτό σήμαινε ότι ήταν αναπόφευκτη η αναθεώρηση της παλαιάς νομοθεσίας, η οποία είχε θεσπιστεί πριν από 15 χρόνια. Η ενεργειακή σήμανση είχε βοηθήσει ώστε να οδηγηθεί η παραγωγή σε ακόμη πιο αποτελεσματικά προϊόντα ως προς την κατανάλωση ενέργειας. Ήταν καιρός πλέον να προσαρμοστεί η σήμανση στις νέες καινοτομίες της τεχνολογίας και επίσης να τονώσει περαιτέρω την εξεύρεση τεχνολογικών καινοτομιών προκειμένου να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα.

Το πιο σημαντικό είναι ότι, η σήμανση για την ενεργειακή κατανάλωση δεν μπορούσε πλέον να παρέχει σαφείς και διαφανείς πληροφορίες προς τους καταναλωτές. Είχε χάσει μεγάλο μέρος της αξίας της ως βοηθητικό εργαλείο του καταναλωτή για την αγορά μιας συσκευής.

Η νέα οδηγία πλαίσιο εγκρίθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο στις 19 Μαΐου 2010 (2010/30/ΕΕ). Εισάγει μια νέα διάταξη για την σήμανση ενεργειακής κατανάλωσης, η οποία ωστόσο έχει διατηρήσει τη μορφή και τα απλά σχεδιαστικά χαρακτηριστικά της για τις διάφορες κατηγορίες προϊόντων.

Τα βασικά στοιχεία της ετικέτας, τα οποία την καθιστούν εύκολα αναγνωρίσιμη, παραμένουν στην νέα διάταξη:

- Η κλίμακα κατάταξης από το Α έως το G.
- Τα χρώματα από το σκούρο πράσινο (υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα) έως το κόκκινο (χαμηλή ενεργειακή αποδοτικότητα).
- Το μέγεθος της ετικέτας.

Έχουν δε εισαχθεί επιπρόσθετα εργαλεία τα οποία θα επιτρέπουν στους προμηθευτές και τους αντιπροσώπους να αντιμετωπίζουν τις εκάστοτε τεχνικές βελτιώσεις:

- Προστίθενται, στην από Α έως G τρέχουσα κλίμακα ταξινόμησης, έως και τρεις πρόσθετες κλάσεις, A+,A++,A+++, ανάλογα με την κατηγορία προϊόντων.
- Η νέα ετικέτα είναι σε ουδέτερη γλώσσα. Δεν απαιτείται μετάφραση σε όλες τις επίσημες Ευρωπαϊκές γλώσσες. Το ειδικό για κάθε χώρα κείμενο αντικαθίσταται από εικονογράμματα τα οποία ενημερώνουν τους καταναλωτές για τα χαρακτηριστικά και τις επιδόσεις του (δεδομένου) προϊόντος.
- Κάθε προϊόν θα διατίθεται με την πλήρη νέα σήμανση. Η τρέχουσα τακτική πολλών χωρών να διαθέτουν ξεχωριστά την βασική ετικέτα και την ταινία των δεδομένων θα πρέπει να εγκαταλειφθεί.
- Κάθε διαφήμιση συγκεκριμένου μοντέλου πρέπει να αναφέρει την ενεργειακή κλάση του προϊόντος όταν δίδει πληροφορίες σχετικές με την ενέργεια ή την τιμή του.

Φυσικά, οι διατάξεις αυτές ισχύουν μόνο για τις κατηγορίες προϊόντων για τα οποία έχει ο σχετικός Κανονισμός ήδη τεθεί σε ισχύ.

Η Ευρωπαϊκή ενεργειακή σήμανση έχει μια πραγματική επιτυχία. Έχει εμπνεύσει χώρες όπως η Βραζιλία, η Αυστραλία, το Ισραήλ, η Κίνα κ.λ.π να προσαρμόσουν την σήμανση στις τοπικές τους ανάγκες. Οι γειτονικές με την Κοινότητα χώρες, όπως είναι η Ελβετία και η Τουρκία έχουν προσαρμόσει το εθνικό τους δίκαιο στις Ευρωπαϊκές απαιτήσεις. [2]

Από το 2010 και την τροποποίηση-κατάργηση της περασμένης οδηγίας (2009/125/ΕΚ) της ΕΚ συνεπάγονται τα ακόλουθα:

2.5.1 Ευθύνες εμπόρων

Ευθύνες φέρουν και οι έμποροι όσον αφορά στην ενεργειακή επισήμανση των προϊόντων και είναι οι εξής:

- Στο σημείο πώλησης, κάθε συσκευή πρέπει να φέρει ετικέτα που παρέχεται από τους προμηθευτές, εξωτερικά στην εμπρόσθια ή άνω πλευρά, έτσι ώστε να είναι εύκολα ορατή.

- Τα προσφερόμενα προς πώληση, μίσθωση ή αγορά με δόσεις προϊόντα, στις περιπτώσεις που δεν αναμένεται ότι ο τελικός χρήστης θα δει το εν λόγω προϊόν εκτεθειμένο στο σημείο πώλησης, πρέπει να διατίθενται στην αγορά με τις πληροφορίες που παρέχουν οι προμηθευτές.
- Πρέπει επίσης κάθε διαφήμιση συγκεκριμένου μοντέλου να περιέχει αναφορά της τάξης ενεργειακής απόδοσης, εάν η διαφήμιση περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικές με την ενέργεια ή την τιμή.
- Τέλος, κρίνεται απαραίτητο, σε κάθε διαφημιστικό τεχνικό υλικό που αφορά συγκεκριμένο μοντέλο του εν λόγω προϊόντος και περιγράφει τις συγκεκριμένες τεχνικές παραμέτρους του να αναφέρεται η τάξη ενεργειακής απόδοσης του μοντέλου αυτού. [3]

2.5.2 Ευθύνες προμηθευτών

Οι προμηθευτές έχουν ευθύνη να μεριμνούν ώστε:

- Κάθε συσκευή να φέρει τυπωμένη ετικέτα με τη μορφή και τις πληροφορίες που ορίζονται από τη τρέχουσα οδηγία.
- Να υπάρχει διαθέσιμο δελτίο προϊόντος, σύμφωνα με την οδηγία του 2010.
- Στις αρχές των κρατών μελών και στην Επιτροπή να διατίθεται, κατόπιν αιτήματος, τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με τη τρέχουσα οδηγία.
- Κάθε διαφημιστικό τεχνικό υλικό που αφορά συγκεκριμένο μοντέλο του εν λόγω προϊόντος και το οποίο περιγράφει τις συγκεκριμένες τεχνικές παραμέτρους του, να περιλαμβάνει τη τάξη ενεργειακής απόδοσης του μοντέλου αυτού.
- Ο παρών κανονισμός άρχισε να ισχύει την εικοστή μέρα μετά τη δημοσίευσή του στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Εφαρμόζεται από τις 20 Δεκεμβρίου 2011. Ωστόσο, κάποια άρθρα αυτού εφαρμόζονται από τις 20 Απριλίου 2012. Ο παρών κανονισμός είναι δεσμευτικός ως προς όλα τα μέρη του και ίσχυσε άμεσα σε κάθε κράτος μέλος. [4]

2.5.3 Συγκριτική ετικέτα - Ευρωπαϊκή Ένωση

Όνομα προγράμματος: Ετικέτα Ενέργειας

Φορέας υλοποίησης: Εθνικοί Φορείς των μελών της ΕΕ

Κατηγορία Συμμετοχής: Υποχρεωτικό

Αναγραφόμενες Συσκευές: 1994 – ψυγεία, ψυγειοκαταψύκτες και καταψύκτες

1996 – πληντύρια ρούχων, στεγνωτήρια ρούχων

1997 – συνδυασμός πληντυρίων-στεγνωτηρίων

1998 – πληντύρια πιάτων

2000 – λαμπτήρες

Σύστημα Βαθμολόγησης: Ενέργεια (kWh/έτος ή ανά κύκλο), Αποτελεσματική

Αξιολόγηση A έως G (A καλύτερη δυνατή)

Πληροφορίες Προγράμματος: Αν και μία κεντρική οδηγία εκδίδεται μέσω της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, κάθε χώρα πρέπει να θεσπίσει εθνική νομοθεσία για το πρόγραμμα που θα εκτελεστεί. Τα κράτη μέλη είναι υπεύθυνα για όλες τις πτυχές της εφαρμογής, συμπεριλαμβανομένης της συμμόρφωσης, της ακρίβειας της ετικέτας και των εκπαιδευτικών και προωθητικών ενεργειών. Προμηθευτές των προϊόντων πρέπει να παρέχουν απόδειξη της αποδοτικότητας των συσκευών και είναι επίσης υπεύθυνοι για την παροχή των ετικετών και φυλλαδίων σε κατάλληλες γλώσσες. Η απαίτηση για ετικέτα εφαρμόζεται επίσης στα προϊόντα για ενοικίαση. Στην ετικέτα εμφανίζεται η κατανάλωση ενέργειας και επίσης τα ποσοστά της συσκευής ως προς το συγκριτικό επίπεδο απόδοσης. [1]

Παρατίθενται παρακάτω οι ετικέτες σήμανσης και τα σχέδια αυτών ανά είδος προϊόντος.

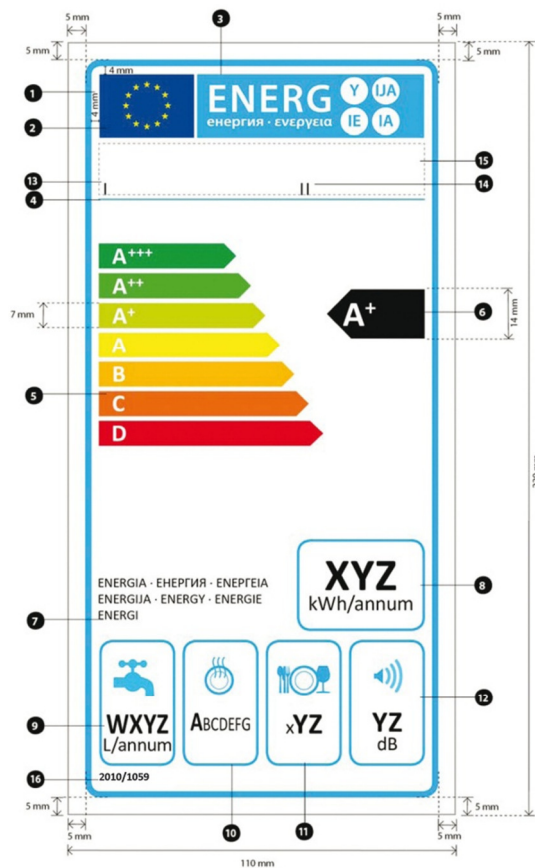
2.5.3.1 Οικιακά πληντύρια πιάτων

Η ετικέτα περιλαμβάνει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- I. Όνομα/επωνυμία του προμηθευτή ή εμπορικό σήμα.
- II. Αναγνωριστικό μοντέλου προμηθευτή, όπου ως «αναγνωριστικό μοντέλου» νοείται ο κωδικός, συνήθως αλφαριθμητικός, για τη διάκριση συγκεκριμένου μοντέλου οικιακού πλυντηρίου πιάτων από άλλα μοντέλα με το ίδιο εμπορικό σήμα ή όνομα/επωνυμία προμηθευτή.
- III. Τάξη ενεργειακής απόδοσης. Η αιχμή του βέλους που περιέχει την επισήμανση της τάξης ενεργειακής απόδοσης του οικιακού πλυντηρίου πιάτων τοποθετείται έναντι της αιχμής του βέλους της σχετικής τάξης ενεργειακής απόδοσης.
- IV. Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (AE C), σε kWh ανά έτος, στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο.

- V. Ετήσια κατανάλωση νερού (AW C), σε λίτρα ανά έτος, στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο.
- VI. Τάξη απόδοσης στεγνώματος.
- VII. Διαβαθμισμένη χωρητικότητα, ήτοι κανονικά ατομικά σερβίτσια, για τον τυπικό κύκλο καθαρισμού.
- VIII. Εκπομπές αερόφερτου ακουστικού θορύβου, σε dB(A) re 1 pW και στρογγυλοποίηση στον πλησιέστερο ακέραιο.

Όσον αφορά στο σχέδιο ετικέτας, εφόσον στο μοντέλο έχει απονεμηθεί οικολογικό σήμα της ΕΕ (EU Ecolabel) σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 66/2010 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, επιτρέπεται να προστίθεται αντίγραφο του οικολογικού σήματος της ΕΕ. [3]



Εικόνα 2.4: Σχέδιο Ετικέτας

2.5.3.2 Οικιακά πλυντήρια ρούχων

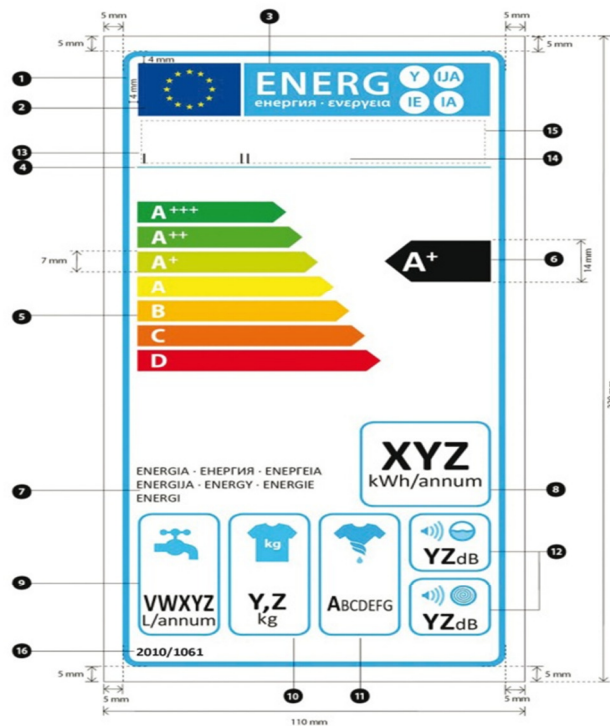
Η ετικέτα περιλαμβάνει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- I. Όνομα/επωνυμία του προμηθευτή ή εμπορικό σήμα.
- II. Αναγνωριστικό μοντέλου προμηθευτή, όπου «αναγνωριστικό μοντέλου» νοείται ο κωδικός, συνήθως αλφαριθμητικός, για τη διάκριση συγκεκριμένου

μοντέλου οικιακού πλυντηρίου ρούχων από άλλα μοντέλα με το ίδιο εμπορικό σήμα ή όνομα/επωνυμία προμηθευτή.

- III. Τάξη ενεργειακής απόδοσης όπως ορίζεται στο σημείο 1 του παραρτήματος VI: η αιχμή του βέλους που περιέχει την επισήμανση της τάξης ενεργειακής απόδοσης του οικιακού πλυντηρίου ρούχων τοποθετείται έναντι της αιχμής του βέλους της σχετικής τάξης ενεργειακής απόδοσης.
- IV. Σταθμισμένη ετήσια κατανάλωση ενέργειας (AE C), σε kWh ανά έτος, στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο σύμφωνα με το παράρτημα VII.
- V. Σταθμισμένη ετήσια κατανάλωση νερού (AW C), σε λίτρα ανά έτος, στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο σύμφωνα με το παράρτημα VII.
- VI. Διαβαθμισμένη χωρητικότητα, σε kg, για το τυπικό πρόγραμμα για βαμβακερά στους 60 °C με πλήρες φορτίο ή το τυπικό πρόγραμμα για βαμβακερά στους 40 °C με πλήρες φορτίο, ανάλογα με το ποια από τις δύο τιμές είναι μικρότερη.
- VII. Τάξη απόδοσης περιδίνησης-στεγνώματος όπως ορίζεται στο παράρτημα VI.
- VIII. Εκπομπές αερόφερτου ακουστικού θορύβου κατά τις φάσεις πλυσίματος και περιδίνησης για το τυπικό πρόγραμμα για βαμβακερά στους 60 °C με πλήρες φορτίο, εκφρασμένες σε dB(A) re 1 pW, στρογγυλοποιημένες στον πλησιέστερο ακέραιο.

Η ετικέτα είναι σχεδιασμένη όπως προβλέπεται στο σημείο 2. Κατά παρέκκλιση, εφόσον στο μοντέλο έχει απονεμηθεί οικολογικό σήμα της ΕΕ (EU Ecolabel) σύμφωνα με τον κανονισμό (ΕΚ) αριθ. 66/2010 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (1), επιτρέπεται να προστίθεται αντίγραφο του οικολογικού σήματος της ΕΕ. [3]



Εικόνα 2.5: Σχέδιο ετικέτας

2.5.3.3 Τηλεοράσεις

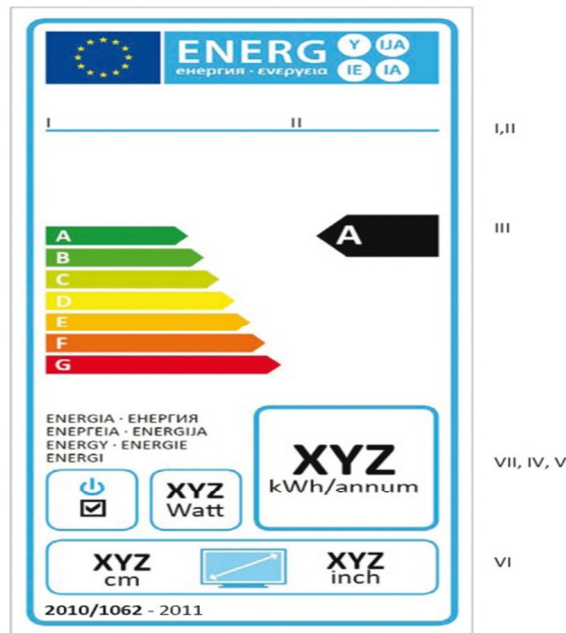
Οι ενεργειακές ετικέτες για τις τηλεοράσεις που χρησιμοποιούνται, καθορίζονται από την ενεργειακή απόδοση που αυτές έχουν.

Πίνακας 2.1: Αντιστόχιση τάξης και δείκτη ενεργειακής απόδοσης.

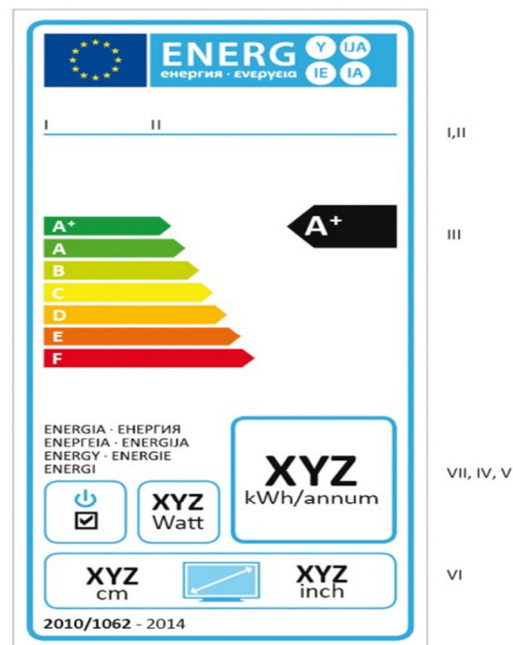
Τάξη ενεργειακής απόδοσης	Δείκτης ενεργειακής απόδοσης
A+++ (ανώτερη απόδοση)	$EEI < 0,10$
A++	$0,10 \leq EEI < 0,16$
A+	$0,16 \leq EEI < 0,23$
A	$0,23 \leq EEI < 0,30$
B	$0,30 \leq EEI < 0,42$
C	$0,42 \leq EEI < 0,60$
D	$0,60 \leq EEI < 0,80$
E	$0,80 \leq EEI < 0,90$
F	$0,90 \leq EEI < 1,00$
G (κατώτατη απόδοση)	$1,00 \leq EEI$

Όπου EEI: Energy Efficiency Index

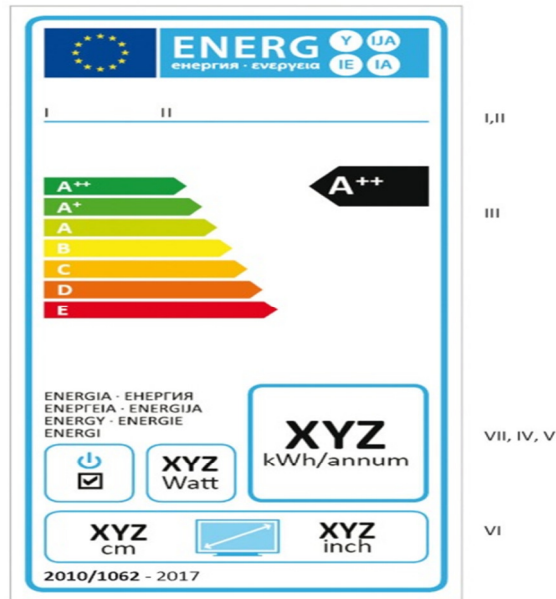
Ανάλογα με την ενεργειακή απόδοση της τηλεόρασης χρησιμοποιούνται οι ακόλουθες ετικέτες σήμανσης.



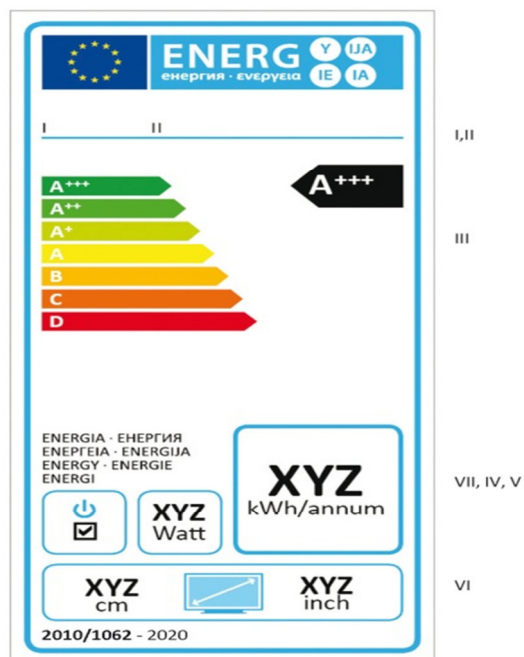
Εικόνα 2.6: Ετικέτα σύγκρισης τηλεόρασης για $EEI \geq 0,23$



Εικόνα 2.7: Ετικέτα σύγκρισης τηλεόρασης για $0,16 \leq EEI < 1,00$



Εικόνα 2.8: Ετικέτα σύγκρισης τηλεόρασης για $0,10 \leq EEI < 0,90$

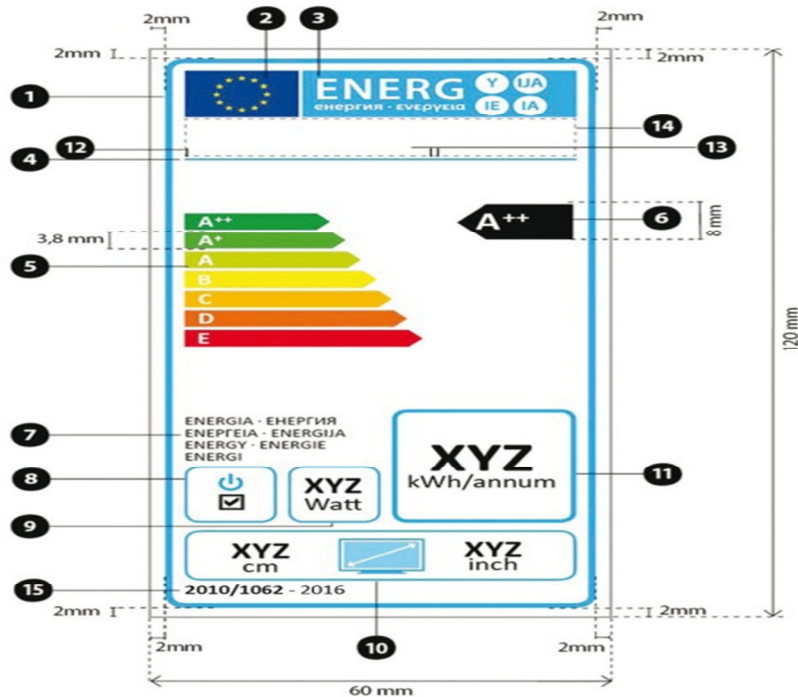


Εικόνα 2.9: Ετικέτα σύγκρισης τηλεόρασης για $0 < EEI < 0,80$

Όσον αφορά το σχέδιο της ετικέτας ισχύουν τα εξής:

- α) Η ετικέτα έχει ελάχιστο πλάτος 60 mm και ελάχιστο ύψος 120 mm. Εάν η ετικέτα τυπώνεται σε μεγαλύτερες διαστάσεις, για το περιεχόμενό της πρέπει εντούτοις να τηρούνται οι αναλογίες σύμφωνα με τις ανωτέρω προδιαγραφές.
- β) Για τηλεοράσεις με επιφάνεια οθόνης άνω των 29 dm² το φόντο είναι λευκό. Για τηλεοράσεις με επιφάνεια οθόνης 29 dm² ή μικρότερο το φόντο είναι λευκό ή διαφανές.

- γ) Τα χρώματα είναι CMYK – κυανό, ματζέντα, κίτρινο και μαύρο – και οι αναλογίες τους δίδονται κατά το παράδειγμα 00-70-X-00 όπου: 0 % κυανό, 70 % ματζέντα, 100 % κίτρινο, 0 % μαύρο.
- δ) Η ετικέτα τηρεί όλες τις ακόλουθες απαιτήσεις (οι αριθμοί αναφέρονται στην ανωτέρω απεικόνιση). [3]



Εικόνα 2.10: Σχέδιο Ενεργειακής Ετικέτας Τηλεόρασης

2.5.3.4 Οικιακές ψυκτικές συσκευές

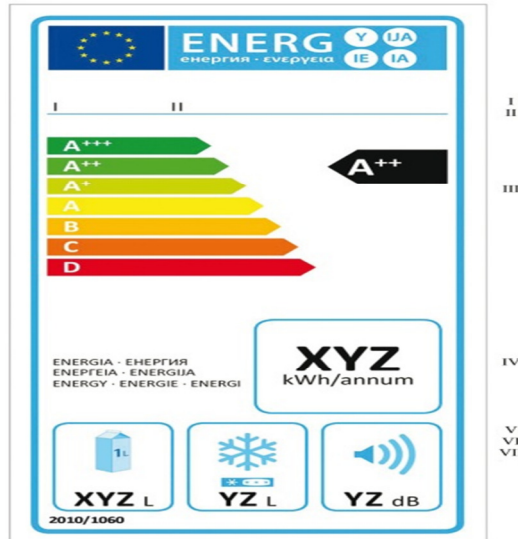
Η ετικέτα περιλαμβάνει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- I. Όνομα/επωνυμία του προμηθευτή ή εμπορικό σήμα.
- II. Αναγνωριστικό μοντέλου από τον προμηθευτή.
- III. Τάξη ενεργειακής απόδοσης που καθορίζεται σύμφωνα με το παράρτημα ΙΧ' η αιχμή του βέλους που περιέχει την ένδειξη της τάξης ενεργειακής απόδοσης της οικιακής ψυκτικής συσκευής τοποθετείται έναντι της αιχμής του βέλους της οικείας τάξης ενεργειακής απόδοσης.
- IV. Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (AE C) σε kWh ανά έτος, στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο και υπολογισμένη σύμφωνα με το σημείο 3 παράγραφος 2 του παραρτήματος VIII.
- V. Άθροισμα των όγκων αποθήκευσης όλων των θαλάμων που δεν πληρούν τα κριτήρια απονομής αστέρων (π.χ. θερμοκρασία λειτουργίας > - 6 °C), στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο.

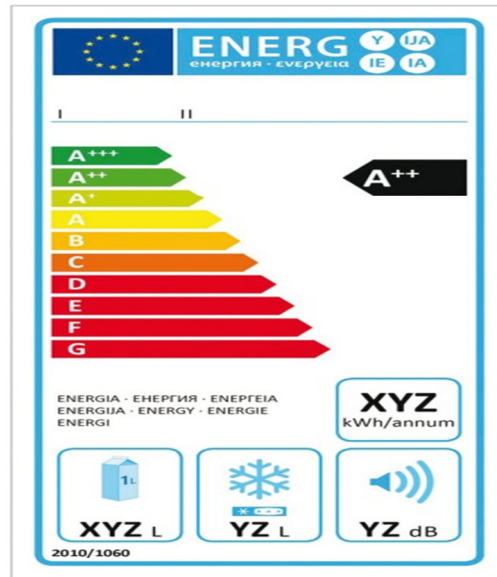
- VI.** Άθροισμα των όγκων αποθήκευσης όλων των θαλάμων αποθήκευσης κατεψυγμένων τροφίμων που πληρούν τα κριτήρια απονομής αστέρων (π.χ. θερμοκρασία λειτουργίας ≤ -6 °C), στρογγυλοποιημένη στον πλησιέστερο ακέραιο και τον αριθμό των αστέρων του θαλάμου με το μεγαλύτερο ποσοστό σε αυτό το άθροισμα· εάν η οικιακή ψυκτική συσκευή δεν διαθέτει θάλαμο ή θαλάμους αποθήκευσης κατεψυγμένων τροφίμων, ο προμηθευτής δηλώνει «-L» αντί αριθμητικής τιμής και αφήνει ασυμπλήρωτη τη θέση για τον αριθμό αστέρων.
- VII.** Εκπομπές αερόφερτου ακουστικού θορύβου εκφραζόμενες ως dB(A) re1 pW, στρογγυλοποιημένες στον πλησιέστερο ακέραιο.

Ωστόσο, για τις συσκευές συντήρησης κρασιών, τα σημεία V και VI αντικαθίστανται από τη διαβαθμισμένη χωρητικότητα εκφραζόμενη ως πλήθος συνήθων φιαλών των 75 εκατοστόλιτρων που χωρούν στη συσκευή σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

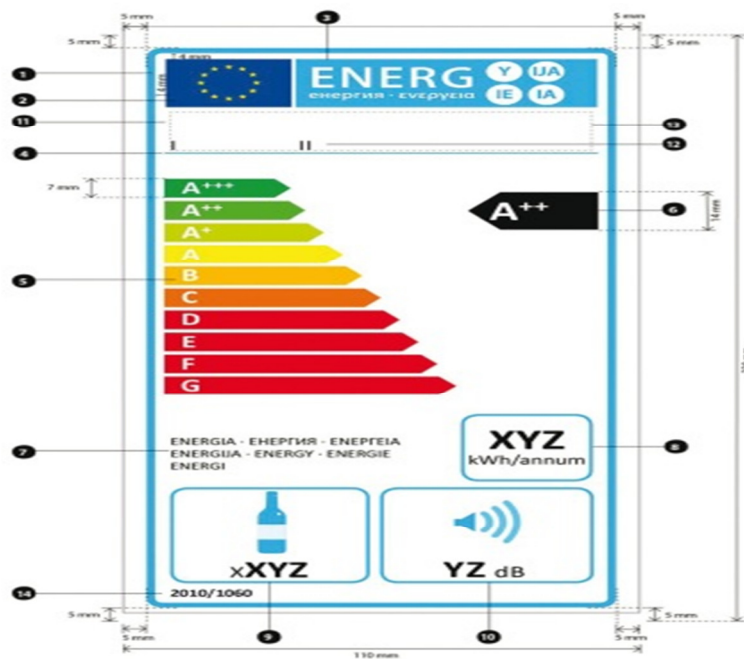
Το σχέδιο της ετικέτας θα συμφωνεί με το σημείο 3 παράγραφος 1 του παρόντος παραρτήματος. Κατ' εξαίρεση, στην περίπτωση που έχει αποδοθεί σε κάποιο μοντέλο το οικολογικό σήμα της ΕΕ βάσει του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 66/2010 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου (1), δύναται να προστεθεί στην ετικέτα αντίγραφο του οικολογικού σήματος της ΕΕ. [3]



Εικόνα 2.11: Σχέδιο Ενεργειακής Ετικέτας για οικιακές ψυκτικές συσκευές ταξινομούμενες σε τάξεις ενεργειακής απόδοσης A+++ έως C.



Εικόνα 2.12: Σχέδιο Ενεργειακής Ετικέτας για οικιακές ψυκτικές συσκευές ταξινομούμενες σε τάξεις ενεργειακής απόδοσης D έως G.



Εικόνα 2.13: Σχέδιο Ενεργειακής Ετικέτας για οικιακές ψυκτικές συσκευές ταξινομούμενες σε τάξεις ενεργειακής απόδοσης A+++ έως C.

2.5.4 1^η Ετικέτα επικύρωσης – Ευρωπαϊκή Ένωση



Όνομα Προγράμματος: Label GEA ενεργειακές συσκευές (GEA).

Φορέας Υλοποίησης: Ομάδα για αποδοτικές

Κατηγορία Συμμετοχής: Εθελοντική

Συσκευές Επισήμανσης: Ξεκίνησε το 1996 – ακουστικός εξοπλισμός, φορτιστές μπαταριών, υπολογιστές, φωτοαντιγραφικά, IRDs, DVD, φαξ, λάμπες, οθόνες, MFD, εκτυπωτές, σαρωτές, τηλεόραση.

Πληροφορίες Προγράμματος: Η ετικέτα GEA είναι ένα πρόγραμμα επικύρωσης που έχει εκδοθεί και αναπτυχθεί από την Ελβετική Ομοσπονδιακή Υπηρεσία Ενέργειας (SFOE) E200 ετικέτα. Η Ελβετική ετικέτα λειτουργεί με επιτυχία απο το 1994. Η ετικέτα αυτή ισχύει για τον εξοπλισμό γραφείου, καθώς και μια ποικιλία των καταναλωτικών ηλεκτρονικών συσκευών. Τα επίπεδα επιδόσεων καθορίζονται ετησίως και οι κατασκευαστές καλούνται να ορίσουν επιλεκτικό εξοπλισμό. Η απόδοση ενός προϊόντος κρίνεται απο την κατανάλωση ενέργειας σε κατάσταση αναμονής. Γενικά, μόνο το πρώτο 20% έως 30% της αγοράς γίνονται αποδεκτά κατά το δεδομένο έτος. Η ετικέτα φέρει το έτος συμμόρφωσης. Μέλη της GEA αποτελούν η Νορβηγία, η Ελβετία και όλα τα μέλη της ΕΕ, με εξαίρεση το Βέλγιο. Η δοκιμή του προϊόντος και η εφαρμογή των ετικετών επαυφύεται στους μεμονωμένους κατασκευαστές. [1]

2.5.5 2^η Ετικέτα επικύρωσης – Ευρωπαϊκή Ένωση



Όνομα Προγράμματος: Ευρωπαϊκό σύστημα απονομής Οικολογικού σήματος.

Φορέας Υλοποίησης: Ευρωπαϊκή Οικολογική Ένωση Σήμανσης (EUEB)

Κατηγορία Συμμετοχής: Εθελοντική

Αναγραφόμενες Συσκευές: Ξεκίνησε το 1992 – πληντύρια ρούχων, υπολογιστές (και φορητοί), πληντύρια πιάτων, καταψύκτες, οθόνες, ψυγεία, ψυγειοκαταψύκτες.

Πληροφορίες Προγράμματος: Το ευρωπαϊκό σύστημα απονομής οικολογικού σήματος λειτουργεί σε όλη την ΕΕ, Νορβηγία, Λίχτενστάιν και Ισλανδία. Το ΕΥΕΒ ιδρύθηκε πρόσφατα για να βελτιώσει τη διαχείριση του προγράμματος κι έχει αντιπροσώπους από όλες τις συμμετέχουσες χώρες. Καθορίζει τα κριτήρια απο την ΕΚ, σε συνεννόηση με τα κράτη μέλη και αυτά αναθεωρούνται κάθε τρία χρόνια για να εξασφαλιστεί ότι η επισήμανση παραμένει σχετική. Οι απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για συσκευές επιτρέπουν μόνο στο ανώτερο τμήμα της αγοράς να πληροί τις προϋποθέσεις για την ετικέτα. Για παράδειγμα, τα ψυγεία και τα πληντύρια πρέπει να έχουν ενεργειακή απόδοση καλύτερη απο την απαιτούμενη για να λαμβάνουν και Α στη συγκριτική ετικέτα. Άν ένα οικολογικό σήμα απονέμεται μπορεί να εμφανίζεται στη συγκριτική ετικέτα. Όπως με τα περισσότερα προγράμματα οικολογικής σήμανσης της ενεργειακής απόδοσης είναι μόνο ένα κριτήριο. Οι κατασκευαστές πρέπει το ζητήσουν απο τον εγκεκριμένο Εθνικό οργανισμό για να τους απονεμηθεί το σήμα. Το βάρος της απόδειξης έγκειται στο κατασκευαστή. Ο εθνικός οργανισμός ενημερώνει εν συνεχεία το ΕΥΕΒ και εφόσον δεν υπάρχουν αντιρρήσεις, έπειτα το σήμα μπορεί να απονεμηθεί. [1]

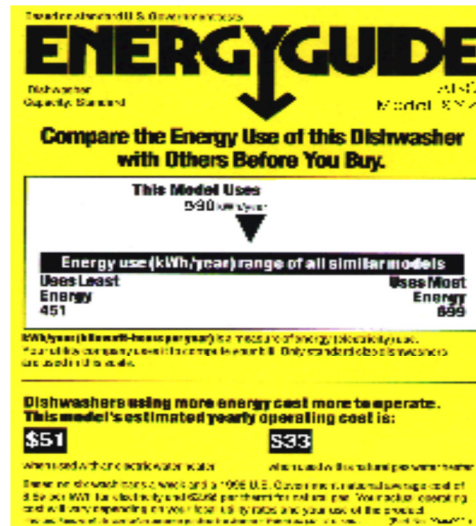
2.6 Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

Η αμερικανική ομοσπονδιακή κυβέρνηση έχει περάσει τέσσερα σημαντικά τμήματα της νομοθεσίας που θέτουν ένα ισχυρό πλαίσιο για την επισήμανση των συσκευών και τα MEPS. Το 1975 η ενεργειακή πολιτική απαίτησε από την Ομοσπονδιακή Επιτροπή Εμπορίου (FTC) την καθιέρωση προγράμματος σήμανσης και από το Υπουργείο Ενέργειας (DOE) να θέσει στόχους απόδοσης. Το πρόγραμμα επισήμανσης, Energy Guide, τέθηκε σε ισχύ από το 1980 περίπου, απ' όταν οι κατασκευαστές υποχρεούνται να διαθέτουν ενεργειακές ετικέτες που θα αναφέρουν την κατανάλωση ενέργειας των συσκευών τους. Μετά ήταν η Εθνική ενεργειακή και περί διατήρησης νόμου πολιτική του 1978, που άλλαξε τους στόχους απόδοσης για τα υποχρεωτικά MEPS και εξασφάλισε ότι ο Ομοσπονδιακός νόμος στο τομέα αυτό θα είχε το προβάδισμα έναντι μεμονωμένων νόμων του κράτους. Πολλές πολιτείες είχαν αρχίσει την θέσπιση MEPS στα τέλη του 1970 κάτι που σήμαινε πως οι κατασκευαστές έπρεπε να πληρούν ποικίλα κριτήρια. Η κατάσταση αυτή οδήγησε τους κατασκευαστές να υποστηρίζουν τον ομοσπονδιακό νόμο. Τα τρέχοντα MEPS, μαζί και η απαίτηση για επανεξέταση και αναπροσαρμογή των επιπέδων απόδοσης, έγιναν νόμος το 1988 με το ψήφισμα του Εθνικού Συμβουλίου Ενέργειας. Πρόσθετα MEPS (κυρίως εμπορικά και βιομηχανικά προϊόντα) γράφτηκαν στο νόμο το 1992 με την εισαγωγή του Energy

Policy Act. Η κίνηση αυτή του 1992 οδήγησε το DOE να υποστηρίξει ένα εθελοντικό πρόγραμμα εξοπλισμού γραφείου (ENERGY STAR®). Το ENERGY STAR® είναι μία κοινή προσπάθεια με την Αμερικανική Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA). [1]

2.6.1 Συγκριτική ετικέτα – Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

Όνομα Προγράμματος: Οδηγός Ενέργειας (Energy Guide)



Φορέας Υλοποίησης: Αμερικανική Ομοσπονδιακή Επιτροπή Εμπορίου (FTC)

Κατηγορία Συμμετοχής: Υποχρεωτική

Αναγραφόμενες Συσκευές:

- 1980 – κλιματιστικά (δωματίου), πληντύρια ρούχων, πληντύρια πιάτων, καταψύκτες, φούρνοι, ψυγεία, θερμοσίφωνες (ηλεκτρικός, φυσικό αέριο, πετρέλαιο)
- 1992 – αντλίες θερμότητας, λέβητες
- 1993 – κλιματιστικά (κεντρική μονάδα)
- 1994 – στραγγαλιστικά πηνία, λάμπες

Σύστημα Βαθμολόγησης: Ενέργεια (kWh/έτος), λειτουργικό κόστος και χαμηλότερη & υψηλότερη ενέργεια που χρησιμοποιείται για παρόμοια προϊόντα (EER και ή SEER για τα κλιματιστικά).

Πληροφορίες Προγράμματος: Η FTC είναι αρμόδια για το σχεδιασμό, την εφαρμογή και τη συμμόρφωση του εν λόγω προγράμματος. Το Εθνικό Ινστιτούτο Προτύπων και Τεχνολογίας (NIST) είναι υπεύθυνη για τις διαδικασίες δοκιμών. Η ετικέτα έδειξε αρχικά μόνο το ετήσιο κόστος λειτουργίας όμως. Προβλήματα προέκυψαν

όταν ο εθνικός μέσος όρος των τιμών ηλεκτρικής ενέργειας άλλαξε από έτος σε έτος. Το 1994, η FTC αποφάσισε να αναθεωρήσει την ετικέτα Energy Guide, έτσι ώστε η ετήσια κατανάλωση ενέργειας (σε kWh) κι όχι το μέσο ετήσιο κόστος να αποτελεί το κύριο συγκριτικό δείκτη. [1]

2.6.2 1^η Ετικέτα επικύρωσης – Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής



Όνομα Προγράμματος: ENERGY STAR®

Φορέας Υλοποίησης: US Department of Energy(DOE) and the US Environmental Protection Agency (EPA)

Κατηγορία Συμμετοχής: Εθελοντική

Αναγραφόμενες Συσκευές:

- 1992 – ηλεκτρονικοί υπολογιστές, οθόνες
- 1993 – εκτυπωτές
- 1994 – συσκευές φαξ
- 1995 – κλιματιστικά (κεντρική μονάδα), φωτοτυπικά, φούρνοι, αντλίες θερμότητας, μετασχηματιστές
- 1996 – κλιματιστικά(δωματίου), πληντύρια πιάτων, ψυγεία
- 1997 – πληντύρια ρούχων, MFD, οικιακά προϊόντα φωτισμού, σαρωτές
- 1998 – τηλεοράσεις, βίντεο
- 1999 – προϊόντα ήχου, CFL, DVDs

Πληροφορίες Προγράμματος: Το Energy Star ξεκίνησε το 1992. Ο Οργανισμός Προστασίας του Περιβάλλοντος (EPA) και το Υπουργείο Ενέργειας των ΗΠΑ (DOE) το διαχειρίζονται απο κοινού. Θα κάλυπτε αρχικά μόνο υπολογιστές, οθόνες και εκτυπωτές, αλλά έχει πλέον επεκταθεί για να καλύψει ένα ευρύ φάσμα συσκευών και εξοπλισμού, τα δομικά υλικά, ακόμα και τα σπίτια και τα παράθυρα. Για τον εξοπλισμό γραφείου όπως προσωπικούς υπολογιστές και φωτοτυπικά μηχανήματα και για τον οικιακό ηλεκτρονικό εξοπλισμό, όπως βιντεοκασέτα καταγραφής, το

σήμα ENERGY STAR δείχνει ότι το μοντέλο έχει ορισμένες δυνατότητες διαχείρισης ενέργειας, καθώς και ότι ο κατασκευαστής έχει δεσμευτεί να παραδίδει το προϊόν με τις δυνατότητες αυτές ενεργοποιημένες. Για τα άλλα είδη εξοπλισμού, το ENERGY STAR δηλώνει ότι το προϊόν είναι από τα πιο αποτελεσματικά στο είδος του, είτε επειδή είναι στη κορυφή της κλίμακας για την αγορά, είτε επειδή υπερβαίνει το επίπεδο των MEPS με ένα καθορισμένο περιθώριο. Το ποσό κατά το οποίο μία συσκευή πρέπει να υπερβαίνει τα ελάχιστα MEPS διαφέρει για κάθε προϊόν και εξαρτάται από την διαθέσιμη τεχνολογία σε κάθε κατηγορία προϊόντος. [1]

2.6.3 2^η Ετικέτα επικύρωσης – Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

Όνομα Προγράμματος: Πράσινη Σφραγίδα Έγκρισης



Φορέας Υλοποίησης: Green Seal

Κατηγορία Συμμετοχής: Εθελοντική

Αναγραφόμενες Συσκευές:

- 1992 – λαμπτήρες
- 1993 – πληντύρια ρούχων, πληντύρια πιάτων
- 1994 – στεγνωτήρας ρούχων, ψυγεία, φούρνοι
- 1995 – κλιματιστικά (κατοικίες)
- 1998 – αντλίες θερμότητας

Πληροφορίες Προγράμματος: Green Seal είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός, ο οποίος τρέχει ένα οικολογικό πρόγραμμα επισήμανσης, με την «Πράσινη Σφραγίδα Έγκρισης». Τα είδη των προϊόντων που δύνανται να φέρουν ετικέτα, επιλέγονται ανάλογα με τη σοβαρότητα των ενδεχόμενων περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων και σε διαβούλευση με τη βιομηχανία, περιβαλλοντολόγους, ομάδες καταναλωτών και κοινό. Τα κριτήρια εγκαθίστανται εν συνεχεία στις περιοχές που το προϊόν έχει τον πλέον αρνητικό αντίκτυπο. Οι κατασκευαστές πληρώνουν τη Green Seal για να οργανώσει τη δοκιμή και τον έλεγχο του προϊόντος. Μόλις το

σήμα απονέμεται, το προϊόν ελέγχεται κάθε χρόνο. Η ετικέτα εμφανίζει το λογότυπο του προγράμματος και αναφέρει σαφώς τα κριτήρια για τα οποία απονεμήθηκε π.χ. « ανταποκρίνεται στα περιβαλλοντικά κριτήρια της Green Seal για υψηλή ενεργειακή απόδοση, χαμηλό θόρυβο και ανακυκλώσιμη συσκευασία».

[1]

2.7 Αυστραλία

Στην Αυστραλία τα προγράμματα επισήμανσης και τα MEPS ελέγχονται από το κράτος κι όχι την εθνική νομοθεσία. Το Εθνικό Κοινοβούλιο δεν έχει τη συνταγματική αρμοδιότητα να νομοθετεί σε αυτόν το τομέα. Ενεργειακή σήμανση εισήχθη σε ορισμένες πολιτείες της Αυστραλίας το 1986 και τώρα όλες οι πολιτείες διαθέτουν τις αναγκαίες ρυθμίσεις. Το πρόγραμμα τώρα συντονίζεται από τη NAEEEC (National Appliance and Equipment Energy Efficiency Committee). Οι μεγαλύτεροι κατασκευαστές και εισαγωγείς αναγνωρίζουν τώρα την εμπορική αξία της επισήμανσης της ενεργειακής απόδοσης και υποστηρίζουν γενικά πολύ το πρόγραμμα. Εκτός από την επισήμανση των ηλεκτρικών συσκευών, η αυστραλιανή Gas Association (AGA) λειτουργεί επίσης ένα σύστημα επισήμανσης. Η AGA έχει μέλη τόσο στον τομέα επιχείρησης διανομής φυσικού αερίου όσο και στους κατασκευαστές συσκευών αερίου. Η AGA έχει προωθήσει διάφορες μορφές ενεργειακής επισήμανσης της ενεργειακής απόδοσης για τις συσκευές θέρμανσης και τους θερμοσίφωνες από τις αρχές της δεκαετίας του 1980. Το 1988 η AGA εισήγαγε ετικέτες παρόμοιες σε μορφή με εκείνες για τις ηλεκτρικές συσκευές. Το πρόγραμμα αυτό της επισήμανσης έχει εθελοντικό χαρακτήρα και το επίπεδο συμμόρφωσης διαφέρει σημαντικά από πολιτεία σε πολιτεία. Τα τελευταία χρόνια η AGA έχρησε τις πληροφορίες επισήμανσης απαίτησης τεχνικής εγκρίσεως. Αυτό ουσιαστικά κάνει τη συλλογή δεδομένων που απαιτούνται για την παραγωγή ενός σήματος υποχρεωτική.

Η Αυστραλία συμμετέχει επίσης στο διεθνές ENERGY STAR πρόγραμμα, χρησιμοποιώντας αυτή την ετικέτα για τον εξοπλισμό γραφείου. [1]

2.7.1 1^η Συγκριτική ετικέτα - Αυστραλία

Όνομα Προγράμματος: Star Rating Scheme (Electric)



Φορέας Υλοποίησης: Κυβερνήσεις Πολιτειών και Επικράτειας

Κατηγορία Συμμετοχής: Υποχρεωτική

Αναγραφόμενες Συσκευές:

- 1986 – ψυγεία, ψυγειοκαταψύκτες
- 1987 – κλιματιστικά (κεντρική, αίθουσα & σύστημα split), πληντύρια πιάτων
- 1989/90 – στεγνωτήρας ρούχων, πληντύρια ενδυμάτων

Σύστημα Βαθμολόγησης: Κατανάλωση ενέργειας (kWh/έτος), 1-6 αστέρια (6 τέλειο)

Πληροφορίες Προγράμματος: Το πρόγραμμα επισήμανσης απαιτεί τη συνεργασία πολλών οργανώσεων. Πρώτον, κάθε Πολιτεία και Επικράτεια είναι υπεύθυνη για τη νομοθεσία, τους κανονισμούς και τη διοίκηση. Αυτό περιλαμβάνει την απαίτηση να εμφανίζονται οι ετικέτες καθώς και τη ρύθμιση αδικημάτων και κυρώσεων σε περίπτωση μή συμμόρφωσης στον τομέα αυτό. Δεύτερον, προκειμένου να αποκτήσουν συνοχή σε όλη τη χώρα, συστάθηκε η Εθνική Επιτροπή συσκευών και εξοπλισμού για την ενεργειακή απόδοση (NAEEEC), για να παράσχει ένα συντονιστικό ρόλο για το πρόγραμμα. Η NAEEEC καθορίζει την πολιτική και τις μελλοντικές κατευθύνσεις για την επισήμανση. Τέλος, τα πρότυπα της Αυστραλίας είναι επιφορτισμένα με τη θέσπιση διαδικασιών ελέγχου. Επίσης δημοσιεύουν ειδικά κανονιστικά πρότυπα που δείχνουν πως να υπολογίζονται αξιολογήσεις και να ρυθμίζονται οι ετικέτες και καθορίζουν τις άλλες απαιτήσεις του προγράμματος. Το σύστημα βαθμολόγησης έχει πρόσφατα αναβαθμιστεί, αυξάνοντας τα επίπεδα απόδοσης που απαιτούνται για να επιτευχθεί ισοδύναμη αξιολόγηση αστέρων και οι ετικέτες έχουν οπτικά διαμορφωθεί έτσι ώστε να επιτρέπεται η σύγκριση μεταξύ παλαιών και νέων αξιολογήσεων. [1]

2.7.2 2^η Συγκριτική ετικέτα (φυσικό αέριο) – Αυστραλία

Όνομα Προγράμματος: Gas Appliance Star Rating Scheme



Φορέας Υλοποίησης: Australian Gas Association (AGA)

Κατηγορία Συμμετοχής: Εθελοντική

Αναγραφόμενες Συσκευές: 1980 – θερμοσίφωνες & θερμαντήρες

Σύστημα Βαθμολόγησης: Ενέργεια (MJ/έτος), 1-6 αστέρια (6καλύτερο)

Πληροφορίες Προγράμματος: Όντας προαιρετικό, η ετικέτα αυτή χορηγείται από την Αυστραλιανή Σύνδεση Αερίου (AGA). Για συσκευές που πρόκειται να εγκριθούν για πώληση, τεχνικές πληροφορίες πρέπει να παρέχονται στην AGA. Οι πληροφορίες αυτές επιτρέπουν την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης που καθορίζει το σύστημα με τα αστέρια. Είναι εν συνεχεία θέμα του κατασκευαστή ή/και του εμπόρου εάν θα εμφανιστεί η βαθμολογία στο σημείο πώλησης. Παρά το γεγονός ότι το πρόγραμμα ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1980, η τρέχουσα ετικέτα και το σχέδιο αυτής υιοθετήθηκε το 1988. [1]

2.7.3 Ετικέτα επικύρωσης - Αυστραλία

Όνομα Προγράμματος: Galaxy Energy Award



Φορέας Υλοποίησης: Sustainable Energy Authority Victoria, Sustainable Energy Development Authority NSW, and NAEEECC.

Κατηγορία Συμμετοχής: Εθελοντική

Αναγραφόμενες Συσκευές: Όλες οι συσκευές που διαθέτουν συγκριτική ετικέτα ενέργειας(φυσικό αέριο και ηλεκτρικά)

Πληροφορίες Προγράμματος: Οι ετικέτες αυτές παρουσιάζονται κάθε χρόνο σε όλες τις συσκευές που πετυχαίνουν την υψηλότερη βαθμολογία αστέρων στη κατηγορία τους. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στους καταναλωτές να αναγνωρίζουν αμέσως τα πιο αποδοτικά μοντέλα στην αγορά. Η ετικέτα παρουσιάζεται κάθε χρόνο με το έτος σύναψης σαφώς ορατό στο λογότυπό του. [1]

2.8 Κίνα

Η Κίνα ενέκρινε τα πρώτα MEPS το 1989. Ο νόμος για Εξοικονόμηση Ενέργειας της Κίνας εγκρίθηκε από το Εθνικό Λαϊκό Κογκρέσο της την 1^η Νοεμβρίου 1997 και τέθηκε σε ισχύ την 1^η Ιανουαρίου 1998. Προσπερνάει προηγούμενους νόμους που σε ορισμένες περιπτώσεις, έμμεσα, ασχολήθηκαν με τη διατήρηση ενέργειας. Ο νόμος έχει ως στόχο να επιτύχει την ορθολογική και αποδοτική χρήση της ενέργειας μέσω των εξής:

- Βελτιωμένη διαχείριση χρήσης της ενέργειας,
- Λήψη μέτρων, τα οποία είναι τεχνολογικά εφικτά, οικονομικά ορθολογικά και τόσο περιβαλλοντικά όσο και κοινωνικά αποδεκτά,
- Μείωση των απωλειών και των αποβλήτων της ενεργειακής παραγωγής και της αλυσίδας της κατανάλωσης.

Οι διάφορες κρατικές υπηρεσίες αρμόδιες για την τυποποίηση και πιστοποίηση του αρχικού σταδίου ήταν:

- Το τμήμα του Κινεζικού προεδρείου της Ποιότητας και τεχνικής επίβλεψης (CSBTS), το οποίο είναι υπεύθυνο για την ανάπτυξη, την υλοποίηση και την εποπτεία των MEPS.
- Το τμήμα Οικονομικής και Εμπορικής Επιτροπής (SETC) το οποίο είναι υπεύθυνο μαζί με το CSBTS, για την ανάπτυξη της ενεργειακής σήμανσης, τη πιστοποίηση αυτής και τους βαθμούς ποιότητας.
- Τα εθνικά εξεταστικά κέντρα συσκευής: Guangzhou Testing and Inspection Station for Household Electric Appliances (GTIHEA) Beijing Testing and Inspection Station for Household Electric Appliances (BTIHEA).

Σήμερα, υπάρχουν πρότυπα για ένα ευρύ φάσμα των οικιακών, εμπορικών και επιλεγμένων βιομηχανικών συσκευών. Το 1999, η Κίνα ξεκίνησε ένα εθελοντικό σήμα έγκρισης, το οποίο έχει αναπτυχθεί να καλύπτει πάνω από 40 προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των προϊόντων εξοικονόμησης νερού. Περαιτέρω, το 2005,

η Κίνα ξεκίνησε μια υποχρεωτική σήμανση πληροφοριών ενέργειας (που αναφέρεται επίσης ως "Energy Label"). Σήμερα, η Ενεργειακή Ετικέτα εφαρμόζεται σε τέσσερα προϊόντα που περιλαμβάνουν: τα κλιματιστικά, τα οικιακά ψυγεία, τα πλυντηρίων ρούχων και ενιαία κλιματιστικά.

Οι προδιαγραφές των MEPS και της εθελοντικής επικυρωτικής επισήμανσης έχουν ενημερωθεί και αναθεωρηθεί προκειμένου να εκφράζουν τη βελτίωση της τεχνολογίας στα προϊόντα αυτά στην αγορά. Αυτά τα προγράμματα είχαν σημαντικό αντίκτυπο στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των συσκευών στην Κίνα. Πράγματι, η Κίνα έχει δημιουργήσει μια ισχυρή υποδομή για την ανάπτυξη και την εφαρμογή των MEPS των προϊόντων. Ιστορικά, όμως, κύρια εστίαση της κυβέρνησης έχει να κάνει σχετικά με τις τεχνικές απαιτήσεις για τις επιδόσεις της αποδοτικότητας. Μικρότερη προσοχή έχει δοθεί στην παρακολούθηση και την εκτέλεση με ελάχιστη δέσμευση πόρων και μικρή επέκταση της διοικητικής ικανότητας στον τομέα αυτό. Έτσι, η συμμόρφωση της αγοράς και με τα δύο υποχρεωτικά πρότυπα και την επισήμανση των προγραμμάτων είναι αμφίβολη και η πραγματική εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να έχει υπονομευτεί ως αποτέλεσμα. Η δημιουργία ενός τακτοποιημένου συστήματος παρακολούθησης για τη συμμόρφωση με τις υποχρεωτικές προδιαγραφές και τις πληροφορίες της ενεργειακής ετικέτας στην Κίνα είναι ένας σημαντικός τομέας για τη βελτίωση του προγράμματος.

Κατά τη διάρκεια των ετών, το πρόγραμμα συνεργατικής επισήμανσης και εφαρμογής προτύπων των συσκευών (CLASP) έχει συνεργαστεί με αρκετούς κινεζικούς θεσμούς για την προώθηση ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων στη Κίνα. Η CLASP, καθώς και οι εκτελεστικοί εταίροι Lawrence Berkeley του Εθνικού Εργαστηρίου (LBNL), βοήθησε την Κίνα για την ανάπτυξη και την επικαιροποίηση της προαναφερθείσας διαμόρφωσης προτύπων και της επισήμανσης των προγραμμάτων. Λόγω της αυξανόμενης ανάγκης για την ανάπτυξη ενός συστήματος παρακολούθησης της συμμόρφωσης με τα πρότυπα και την επισήμανση, η CLASP, με την υποστήριξη από το Ιαπωνικό Υπουργείο Οικονομίας, Εμπορίου και Βιομηχανίας, έχει επεκτείνει την εξέλιξη της συνεργασίας με την China National Institute of Standards (CNIS) για να συμπεριληφθεί η επιβολή και η παρακολούθηση. Η CNIS έχει ήδη αρχίσει να εργάζεται για το θέμα της συμμόρφωσης.

Η CNIS πραγματοποίησε δοκιμές με δειγματοληψία το 2006 για καταψύκτες ψυγεία, και αίθουσα με κλιματιστικά, και επανέλαβε το ίδιο έργο το 2007 με ένα παρόμοιο μέγεθος δείγματος για τρία προϊόντα (ψυγεία, καταψύκτες, κλιματιστικά και πλυντήρια ενδυμάτων). Και, η CNIS, με τεχνική υποστήριξη από την LBNL, ανέλυσε τα δεδομένα που συλλέχθηκαν μέσω δοκιμών. Ταυτόχρονα, παράλληλη προσπάθεια έχει καταβληθεί για να εξεταστεί ο πιθανός αντίκτυπος

του σήματος το 2020. Σε συνδυασμό με τη CNIS, τεχνικοί εμπειρογνώμονες της CLASP εξέτασαν το χρονοδιάγραμμα ανάπτυξης των προτύπων από τα τέσσερα προϊόντα που υπόκεινται σήμερα στις πληροφορίες υποχρεωτικής ετικέτας ενέργειας. Η CLASP, με την υποστήριξη του METI / IEEJ, συνεργάστηκε με CNIS για να αναπτύξει τους βαθμούς απόδοσης, παρέχοντας: τεχνική συμβολή για τη διαδικασία και συμβουλές για συγκεκριμένα τεχνικά ζητήματα καθώς και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Επιπλέον, προκειμένου να αξιολογηθούν αποτελεσματικά οι επιπτώσεις της ετικέτας στην αγορά της Κίνας, η CLASP παρείχε περαιτέρω βοήθεια στη CNIS για τη συλλογή δεδομένων τόσο για την κατανομή της αποτελεσματικότητας των προϊόντων όσο και της κατανομής του όγκου των ψυγείων στην αγορά. [4-8]

Η Κίνα είναι σήμερα ένας από τους μεγαλύτερους παραγωγούς στον κόσμο και τους καταναλωτές των οικιακών συσκευών, φωτισμού, καθώς και άλλο οικιακό και εμπορικό εξοπλισμό. Το 1981, λίγο αφότου άρχισαν οι οικονομικές μεταρρυθμίσεις της Κίνας, η κυριότητα συσκευών ήταν εξαιρετικά περιορισμένη και ακόμη και οι τηλεοράσεις ήταν ένα ασυνήθιστο εμπόρευμα. Σε αντίθεση, έως το 2005, κάθε ένα από τα σχεδόν 190 εκατομμύρια αστικά νοικοκυριά της Κίνας είχαν κατά μέσο όρο 1,3 έγχρωμες τηλεοράσεις, και σχεδόν όλα είχαν στη κατοχή τους ένα πλυντήριο ρούχων, ψυγείο και κλιματιστικό. Σε μόλις 7 χρόνια, το ποσοστό ιδιοκτησίας προσωπικού υπολογιστή εκτοξεύθηκε από μηδέν σε πάνω από 40%. Η ταχεία υιοθέτηση των συσκευών και ηλεκτρονικών σε κινεζικά νοικοκυριά έχει οδηγήσει σε σταθερή βελτίωση χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας των νοικοκυριών με μέσο όρο 14% ετησίως μεταξύ 1980 και 2004.

Ο αντίκτυπος αυτής της ανάπτυξης ώθησε την κυβέρνηση να ξεκινήσει το πρώτο πρόγραμμα της Κίνας σχετικά με τις προδιαγραφές εξοπλισμού το οποίο ιδρύθηκε το 1990. Μέχρι τα μέσα του 1990, η αυξανόμενη έμφαση στην εξοικονόμηση ενέργειας και για την εναρμόνιση των κινεζικών εγχώριων προτύπων με τα διεθνή πρότυπα οδήγησε στην έναρξη ενός προγράμματος για τον εκσυγχρονισμό τυποποιημένου σύστημα της Κίνας. Περαιτέρω ώθηση δόθηκε από το Νόμο Εξοικονόμησης Ενέργειας του 1998, στον οποίο τοποθετείται ειδική έμφαση και στα δύο: στα πρότυπα ελάχιστης απόδοσης και την επισήμανση της ενεργειακής απόδοσης. Μέχρι το 1999, τα θεμέλια του νέου συστήματος για τις προδιαγραφές και την επισήμανση ήταν έτοιμα όταν αναθεωρήθηκαν πρότυπα και νέα εθελοντικά κριτήρια επισήμανσης κυκλοφόρησαν για τα ψυγεία και τα κλιματιστικά. Επί του παρόντος, η Κίνα έχει τρία μεγάλα προγράμματα που συνδέονται με τα πρότυπα και την επισήμανση [8]:

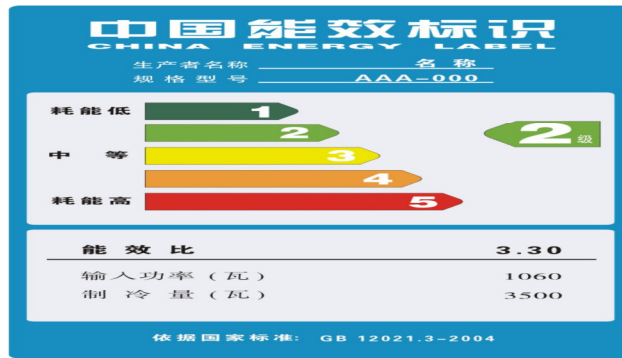
- **Υποχρεωτικές ελάχιστες προδιαγραφές απόδοσης.** Αναπτύχθηκαν από τη CNIS, υποχρεωτικά ενεργειακά πρότυπα αποδοτικότητας και τώρα καλύπτουν τις περισσότερες οικιακές και επαγγελματικές συσκευές, εξοπλισμό

φωτισμού,θέρμανσης και ψύξης, και συνολικά 22 ή και περισσότερες. Ξεκινώντας το 1999, η CNIS ανέπτυξε μια σειρά από νέα πρότυπα μίας περιόδου, με βάση διεθνή πρακτική, και το 2003 άρχισε την ανάπτυξη των «επιδιωκόμενων» προτύπων. Τα προτεινόμενα πρότυπα του 2007, (που τυπικά ήταν ένα μέρος των προτύπων του 2003) θα αντικατασταθούν από τα πρότυπα του 2008(τα οποία έχουν αυστηρότερα πρότυπα να φθάσουν 2011).

- **Εθελοντική επισήμανση της ενεργειακής απόδοσης.** Το εθελοντικό επικυρωτικό πρόγραμμα επισήμανσης ενεργειακής απόδοσης, ανάλογο με αυτο των ΗΠΑ (Energy Star) με το οποίο συνεργάζεται στενά, έχει χορηγηθεί από την CSC από το 1998. Επί του παρόντος, το πρόγραμμα καλύπτει 50 προϊόντα σε πάνω από 300 συμμετέχοντες κατασκευαστές, συμπεριλαμβανομένων: οικιακών συσκευών, ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης, εξοπλισμού γραφείου, φωτισμού και επιλεγμένου βιομηχανικού εξοπλισμού. Το πρόγραμμα απαιτεί από τους κατασκευαστές: να υποβληθούν σε έλεγχο στο χώρο των εγκαταστάσεων παραγωγής, να υποστούν τον έλεγχο από τρίτους σε πιστοποιημένα εργαστήρια και να ανταποκρίνονται στα πρότυπα ISO 9000. Οι έλεγχοι επαναλαμβάνονται σε ετήσια βάση.

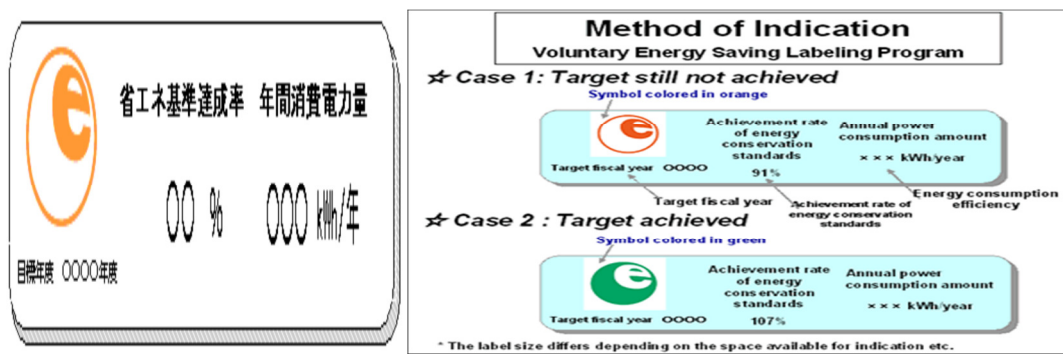


- **Υποχρεωτικές πληροφορίες ενεργειακής επισήμανσης.** Το 2005, η Κίνα ξεκίνησε μια κατηγορηματικά υποχρεωτική σήμανση ενεργειακών πληροφοριών, που υιοθέτησε από την κατηγορηματική ενεργειακή επισήμανση της ΕΕ. Συμπεριλαμβανομένων πέντε κατηγοριών αποτελεσματικότητας, από 1 (το πιο αποτελεσματικό) έως το 5. Η ετικέτα καλύπτει αρχικά δύο προϊόντα και το 2007 επεκτάθηκε για να καλύψει τέσσερα προϊόντα που περιλαμβάνουν: τα κλιματιστικά, οικιακά ψυγεία, πλυντήρια ρούχων και ενιαία κλιματιστικά. Η CNIS έχει την ευθύνη για τη διαχείριση αυτού του προγράμματος. Σε αντίθεση, τόσο με τα υποχρεωτικά πρότυπα όσο και με την εθελοντική ενεργειακή ετικέτα της αποτελεσματικότητας, οι κατασκευαστές μπορούν να κάνουν δική τους έκθεση της ενεργειακής κατανάλωσης του κάθε μοντέλου.



2.9 Ιαπωνία

Το 1979 εισήχθη νόμος αναφορικά με την ορθολογική χρήση της ενέργειας και της εξοικονόμησης αυτής και χρησιμοποιήθηκε ως βάση στο τομέα ανάπτυξης προγράμματος επισήμανσης και προτύπων. Ο νόμος έχει αναθεωρηθεί και ενημερωθεί αρκετές φορές μετά την θέσπισή του, διευρύνοντας τόσο τα προϊόντα που καλύπτονται όσο και τα επιθυμητά επίπεδα απόδοσης. Από το 1986, η Ιαπωνία έχει απαιτήσει να εμφανίζονται οι πληροφορίες ενεργειακής κατανάλωσης στις εσωτερικές πλάκες της πόρτας των ψυγείων και των καταψυκτών. Ωστόσο, τον Αύγουστο του 2000 ένα πρόγραμμα συγκριτικής επισήμανσης εισήχθη επιτρέποντας στους καταναλωτές να διακρίνουν ευκολότερα τα αποδοτικότερα μοντέλα. Επιπλέον, η Ιαπωνία συμμετέχει στο διεθνές πρόγραμμα Energy Star για τον εξοπλισμό γραφείου. Δεν υπάρχουν MEPS στην Ιαπωνία. Έχει όμως ένα πρόγραμμα στόχου αποτελεσματικότητας το οποίο ενθαρρύνει τους κατασκευαστές να φθάσουν σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο απόδοσης σε ορισμένη ημερομηνία- το πρόγραμμα αυτό λέγεται Top Runner. [1]



Όνομα Προγράμματος: Σύστημα Επισήμανσης Εξοικονόμησης Ενέργειας

Φορέας Υλοποίησης: Υπουργείο Εμπορίου Οικονομίας & Βιομηχανίας

Κατηγορία Συμμετοχής: Υποχρεωτική

Αναγραφόμενες Συσκευές:

- 2000 – κλιματιστικά, ψυγεία, λαμπτήρες, ψυγείο-καταψύκτης, τηλεοράσεις.
- Εώς 2004 και – θερμαντήρες, οικιακές συσκευές φυσικού αερίου, θερμοσίφωνες (φ.αερίου και πετρελαίου), υπολογιστές και μαγνητικοί δίσκοι.

Σύστημα Βαθμολόγησης: Ετήσια κατανάλωση (kWh/έτος Lm/W). Ετήσιος στόχος Top Runner αποτελεί ένα ποσοστό % προς επίτευξη. Λιγότερο από 100% (κίτρινη ετικέτα) σημαίνει ότι το προϊόν δεν ανταποκρίθηκε, ενώ πάνω από 100% (πράσινη ετικέτα) σημαίνει ότι το προϊόν υπερέβησε το στόχο.

Πληροφορίες Προγράμματος: Η ετικέτα της Ιαπωνίας επιτρέπει στους καταναλωτές να γνωρίζουν κατά πόσο μία συσκευή ανταποκρίνεται στον στόχο Top Runner. Κατ'αρχάς οι ετικέτες κωδικοποιούνται χρωματικά (κίτρινο-πράσινο). Δεύτερον, η ετικέτα εμφανίζει το ποσοστό % κατά το οποίο έχει επιτευχθεί η πρότυπη λειτουργία. Τρίτον, η ετικέτα εμφανίζει την ετήσια κατανάλωση ενέργειας της συσκευής και επίσης το έτος κατά το οποίο ο στόχος πρέπει να επιτευχθεί. Η Πολιτική Διεύθυνση Ενεργειακής Απόδοσης του Οργανισμού Φυσικών Πόρων και Ενέργειας, η οποία εδρεύει στο Υπουργείο Οικονομίας, Εμπορίου και Βιομηχανίας, διαχειρίζεται το πρόγραμμα. Οι ετικέτες πρέπει να είναι εμφανείς στη συσκευή, καθώς και στη συσκευασία και τη διαφήμιση. [1, 6]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

3.1 Περιγραφή κτιριακής εγκατάστασης

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, επιλέχτηκε η μελέτη του κτιρίου των κεντρικών γραφείων των ΚΑΕ. Το κτίριο αυτό βρίσκεται στο 23ο χιλιόμετρο της Εθνικής Οδού Αθηνών – Λαμίας στον Άγιο Στέφανο. Η άδεια υλοποίησης του κτιρίου εκδόθηκε το 1999 και κατασκευάστηκε το 2003, επομένως κρίνεται ως ένα νέο κτίριο.

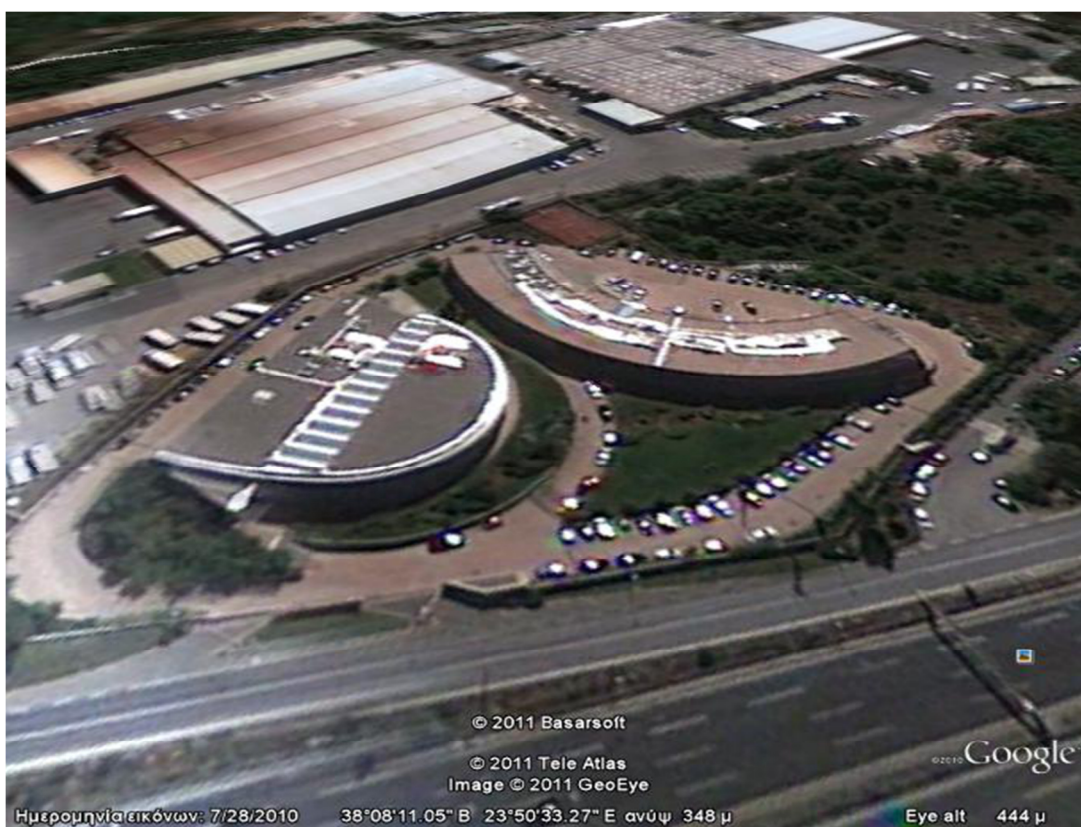
Το κτίριο αποτελείται από πέντε ορόφους: 2^ο υπόγειο (χώρος parking), 1^ο υπόγειο (χώρος αποθηκών), ισόγειο, Α' όροφος και Β' όροφος εκ των οποίων μελετώνται τα τρία τελευταία επίπεδα που παρουσιάζουν και ενδιαφέρον ως προς την κάλυψη υπηρεσιών τους και τη κατανάλωση ενέργειας που σε αυτά πραγματοποιείται. Η επιφάνεια των τριών εν λόγω επιπέδων είναι 3.656 τ.μ χωρίς φυσικά να περιλαμβάνεται η οροφή. Οι χώροι του λειτουργούν αποκλειστικά ως γραφεία και αίθουσες συνεδριάσεων (π.χ. συνεδρίαση διοικητικού συμβουλίου, σεμινάρια εργαζομένων) αφού εκτός αυτών παρεμβάλλονται τα WC και τα μικρά κουζινάκια προς κάλυψη βασικών αναγκών των εργαζομένων. Το κτίριο παραμένει ανοιχτό περί τις 9 ώρες ημερησίως, 5 μέρες την εβδομάδα και 12 μήνες το χρόνο.



Εικόνα 3.1: Άποψη της μπροστινής πλευράς του κτιρίου των ΚΑΕ



Εικόνα 3.2: Άποψη της πίσω πλευράς του κτιρίου των ΚΑΕ



Εικόνα 3.3: Δορυφορική φωτογραφία από το Google Earth. Το δεξί κτίριο είναι των ΚΑΕ

Γεωγραφικό πλάτος: 38° 8'11.05"Β

Γεωγραφικό μήκος: 23°50'33.27"Α

3.2 Ενεργειακές καταναλώσεις κτιρίου

Σαφής καθίσταται η εικόνα της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου μέσω των διαθέσιμων τιμολογίων της ΔΕΗ για τρία χρόνια 2007-2010. Πιό κατανοητή όμως τη καθιστά η λεπτομερής καταγραφή σχεδόν όλων των ηλεκτρικών συσκευών για κάθε γραφείο ξεχωριστά που πραγματοποιήθηκε μέσω μίας σύντομης επίσκεψης σε αυτά και ύστερα από απαντήσεις σε σχετικές ερωτήσεις που τέθηκαν στους κατόχους των. Η καταγραφή αυτή αποτέλεσε αφορμή για τη κατάστρωση σχετικού πίνακα ο οποίος αποτελεί σημαντικό και αναντικατάστατο εργαλείο ένδειξης της ενεργειακής εικόνας του κτιρίου σε διάστημα ενός έτους (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'). Η εν λόγω ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για τον φωτισμό, τη τροφοδότηση ηλεκτρικών συσκευών όπως των Η/Υ καθώς και κατά ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό για την ψύξη-θέρμανση των χώρων. Υπάρχει κεντρικό σύστημα θέρμανσης-ψύξης, δύο ψύκτες που καταναλώνουν ονομαστική ισχύ 164 kW έκαστος και δύο λέβητες 405 kW έκαστος που κυκλοφορεί νερό σε περίπου 130 fan coil.

Για το έτος 2011 η συνολική κατανάλωση πετρελαίου ήταν 21.650lt. Το πετρέλαιο έχει θερμογόνο δύναμη περίπου 10.000 kcal/lt και για μια θερμική kWh χρειάζεται $860/(10.000) = 0,086$ lt. Θεωρώντας μια απόδοση του λέβητα περίπου 95% η ποσότητα αυτή πρακτικά αντιστοιχεί σε 0,09 lt. Άρα συνολικά αποδόθηκαν $21.650/0,09 \approx 240.555$ θερμικές kWh.

Κατανάλωση ψυκτών

Όσον αφορά την κατανάλωση που συνεπάγεται η χρήση των δύο ψυκτών οι οποίοι καταναλώνουν 164 kW έκαστος, συμπεραίνονται τα ακόλουθα:

$$2(\text{πλήθος}) * 164 \text{ kW} * 9(\text{ώρες/μέρα}) * 21(\text{μέρες/μήνα}) * 5(\text{μήνες}) = 309.960 \text{ kWh}$$

Δεδομένου του EER=1,5 συνεπάγεται πως η πραγματική κατανάλωση είναι ίση με 206.640 kWh.

Η ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας (ηλεκτρική μόνο) είναι επομένως ίση με $(206.640+2.460+50.297+215.171+9.904+9.904+6468) = 500.844$ kWh βάσει της καταγραφής που έγινε. Λαμβάνοντας υπόψιν τη τιμή της kWh για το εν λόγω κτίριο, αυτό μεταφράζεται στο ακόλουθο ετήσιο κόστος:

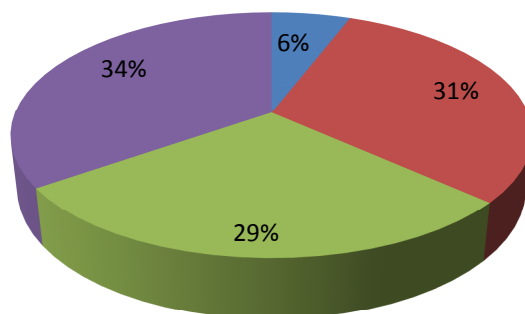
$$500.844 \text{ kWh} * 0,09412 \text{ €/kWh} \approx 47.140 \text{ €}$$

Τιμολόγιο (ΔΕΗ) Β2 για γραφεία

Το ισόγειο έκτασης 1.046 m² αποτελείται από τη reception, τους διαδρόμους, τα είκοσι γραφεία, μία κουζίνα και ένα WC.

ΙΣΟΓΕΙΟ

■ Φωτισμός ■ Η/Υ ■ Ψύξη ■ Θέρμανση



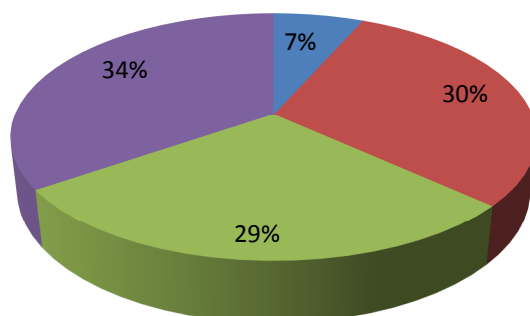
Σχήμα 3.4: Κατανομή της ενέργειας ανά χρήση για το ισόγειο

- Φωτισμός: 6% συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας ισογείου που αντιστοιχεί σε 12.035,93 kWh που καταναλώνουν 112 φωτιστικά σώματα ψευδοροφής φθορισμού 2*PL-L 36W ($112 \cdot 72 = 8064$ W συνολικά) και 80 φωτιστικά σώματα ψευδοροφής τύπου spot με λαμπτήρα αλογόνων 50W/12V και μετασχηματιστή 230V/12V ($80 \cdot 50 = 4000$ W συνολικά).
- Η/Υ: 31% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας ισογείου που αντιστοιχεί σε 47.301 kWh που καταναλώνουν 47 Η/Υ και servers των 250 και 1200 W αντίστοιχα.
- Ψύξη: 29% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας ισογείου που αντιστοιχεί σε 2.570 kWh που καταναλώνουν τα 34 fan coil κατά τη ψύξη (0,09 kW) του χώρου και 56.470 kWh που βάσει επιφάνειας αντιστοιχούν στη κατανάλωση των ψυκτών.
- Θέρμανση: 34% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας ισογείου που αντιστοιχεί σε 2.570 kWh που καταναλώνουν τα 34 fan coil κατά τη θέρμανση (0,09kW) του χώρου και 68.730 kWh που βάσει επιφάνειας αντιστοιχούν στη κατανάλωση των λεβήτων.

Ο Α΄ Όροφος έκτασης 1.046 m² αποτελείται από είκοσι πέντε (25) γραφεία, διαδρόμους, κεντρικό hall και ένα WC.

Α΄ ΟΡΟΦΟΣ

■ Φωτισμός ■ Η/Υ ■ Ψύξη ■ Θέρμανση



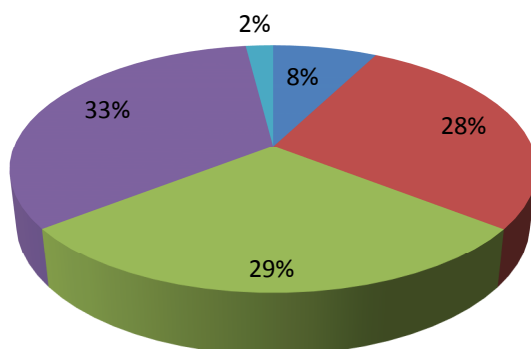
Σχήμα 3.5: Κατανομή της ενέργειας ανά χρήση για τον Α΄ όροφο

- Φωτισμός: 7% συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας Α΄ Ορόφου που αντιστοιχεί σε 13.642,5 kWh που καταναλώνουν 122 φωτιστικά σώματα ψευδοροφής φθορισμού 2*PL-L 36W ($122 \cdot 72 = 8784$ W συνολικά) και 63 φωτιστικά σώματα ψευδοροφής τύπου spot με λαμπτήρα αλογόνων 50W/12V και μετασχηματιστή 230V/12V ($63 \cdot 50 = 3150$ W συνολικά).
- Η/Υ: 30% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας Α΄ Ορόφου που αντιστοιχεί σε 48.177 kWh που καταναλώνουν 52 Η/Υ και servers των 250 W και 1200 W αντίστοιχα.
- Ψύξη: 29% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας Α΄ Ορόφου που αντιστοιχεί σε 2.570 kWh που καταναλώνουν τα 34 fan coil κατά τη κατά τη ψύξη (0,09kW) του χώρου και 56.470 kWh που βάσει επιφάνειας αντιστοιχούν στη κατανάλωση των ψυκτών.
- Θέρμανση: 34% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας Α΄ Ορόφου που αντιστοιχεί σε 2.570 kWh που καταναλώνουν τα 34 fan coil κατά τη κατά τη θέρμανση (0,09 kW) του χώρου και 68.730 kWh που βάσει επιφάνειας αντιστοιχούν στη κατανάλωση των λεβήτων.

Ο Β΄ Όροφος έκτασης 1.564 m² αποτελείται από τριάντα τρία (33) γραφεία, δύο (2) WC, δύο (2) διαδρόμους και το κεντρικό hall.

Β' ΟΡΟΦΟΣ

■ Φωτισμός ■ Η/Υ ■ Ψύξη ■ Θέρμανση ■ Περιφερειακά



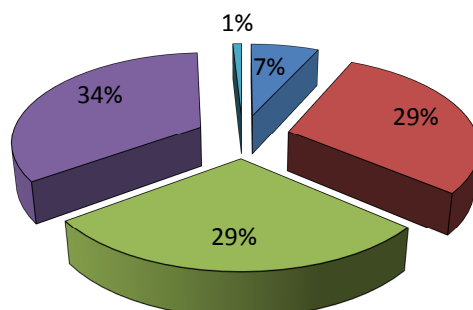
Σχήμα 3.6: Κατανομή της ενέργειας ανά χρήση για τον Β' όροφο

- Φωτισμός: 8% συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας Β' Ορόφου που αντιστοιχεί σε 24.618,72 kWh που καταναλώνουν 220 φωτιστικά σώματα ψευδοροφής φθορισμού 2*PL-L 36W (220*72 = 15840 W συνολικά) και 104 φωτιστικά σώματα ψευδοροφής τύπου spot με λαμπτήρα αλογόνων 50W/12V και μετασχηματιστή 230V/12V (104*50 = 5200 W συνολικά).
- Η/Υ: 28% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας Β' Ορόφου που αντιστοιχεί σε 73.103 kWh που καταναλώνουν 62 Η/Υ και servers των 250 W και 1200 W αντίστοιχα.
- Ψύξη: 29% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας ισογείου που αντιστοιχεί σε 4.763 kWh που καταναλώνουν τα 34 fan coil κατά τη ψύξη (0,09 kW) του χώρου και 88.560 kWh που βάσει επιφάνειας αντιστοιχούν στη κατανάλωση των ψυκτών.
- Θέρμανση: 33% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας ισογείου που αντιστοιχεί σε 4.763 kWh που καταναλώνουν τα 34 fan coil κατά τη θέρμανση (0,09 kW) του χώρου και 103.095 kWh που βάσει επιφάνειας αντιστοιχούν στη κατανάλωση των λεβήτων.
- Περιφερειακά: 2% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας του Β' ορόφου που αντιστοιχεί σε 6468 kWh που καταναλώνουν πολυμηχανήματα, εκτυπωτές, fax και σαρωτές.

Έπειτα παρατίθενται διαγράμματα για την κατανάλωση ενέργειας ανάλογα με τη χρήση για ολόκληρο το κτίριο πλέον.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ

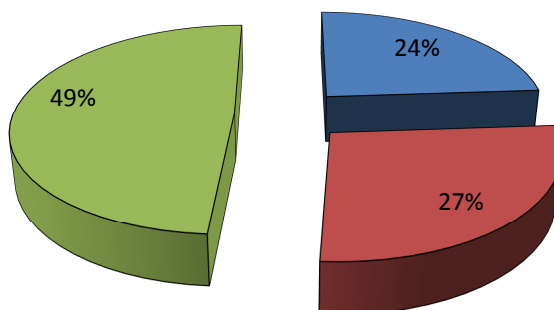
■ Φωτισμός ■ Η/Υ ■ Ψύξη ■ Θέρμανση ■ Περιφερειακά



Σχήμα 3.7: Κατανομή της ενέργειας ανά χρήση για ολόκληρο το κτίριο (χωρίς ψύκτες)

ΦΩΤΙΣΜΟΣ

■ Ισόγειο ■ Α' όροφος ■ Β' όροφος



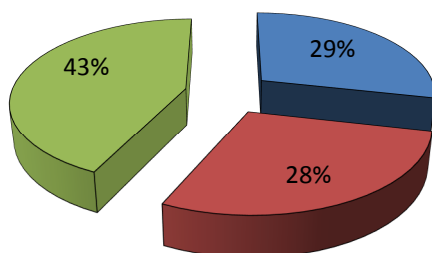
Σχήμα 3.8: Κατανομή της ενέργειας μόνο για φωτισμό ολόκληρου του κτιρίου.

Παρατηρείται πως η κατανάλωση ενέργειας για τον φωτισμό στο ισόγειο και στον Α' όροφο είναι ποσοστιαία επί του συνόλου σχεδόν η ίδια κάτι που ουσιαστικά ήταν αναμενόμενο αφού στους δύο αυτούς ορόφους ίδιας συνολικής επιφάνειας, υπάρχουν ομοειδή και ισάριθμα σχεδόν φωτιστικά. Ένα θέμα που παρατηρήθηκε κατά τη καταγραφή είναι πως σε χώρους όπως τα WC και οι κουζίνες, τα φώτα πολλές φορές δεν σβήνουν ποτέ αφού οι διερχόμενοι στους χώρους αυτούς εργαζόμενοι συχνά τα ξεχνούν αναμμένα με αποτέλεσμα να παραμένουν έτσι για πολλές ώρες ημερησίως. Το θέμα αυτό θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί με την τοποθέτηση ανιχνευτών κίνησης στους χώρους αυτούς ώστε με το που

εκκενώνεται ο χώρος, αυτόματα να διακόπτεται η λειτουργία του φωτισμού. Ο φωτισμός του κτιρίου είναι συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 45,038 kW και σύμφωνα με τα στοιχεία που κατεγράφησαν για τη διάρκεια λειτουργίας τους, η ετήσια κατανάλωσή τους προκύπτει 50.297,15 kWh.

ΘΕΡΜΑΝΣΗ

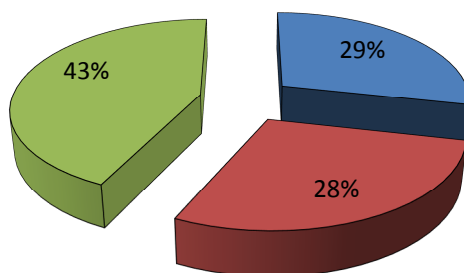
■ Ισόγειο ■ Α' όροφος ■ Β' όροφος



Σχήμα 3.9: Κατανομή της ενέργειας μόνο για θέρμανση ολόκληρου του κτιρίου

ΨΥΞΗ

■ Ισόγειο ■ Α' όροφος ■ Β' όροφος



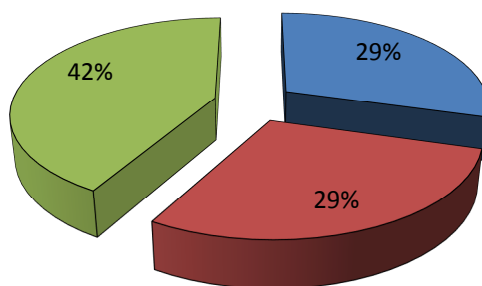
Σχήμα 3.10: Κατανομή της ενέργειας μόνο για ψύξη ολόκληρου του κτιρίου (fan coil)

Όπως προαναφέρθηκε, υπάρχει κεντρικό σύστημα ψύξης-θέρμανσης με δύο ψύκτες και δύο λέβητες των 405 kW και νερό να κυκλοφορεί σε 130 fan coil. Τα fan coil αυτά καταναλώνουν 0,09 kW τόσο κατά τη λειτουργία ψύξης όσο και κατά τη λειτουργία θέρμανσης έκαστο. Σύμφωνα με απαντήσεις των χρηστών περί των ωρών λειτουργίας των, εκτιμάται πως η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας φτάνει περί τις 19.807 kWh (50% για θέρμανση και 50% για ψύξη).

Μία άλλη και τελευταία κατηγορία αφορά τη κατανάλωση που προέρχεται από τους Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές που είναι τοποθετημένοι σκόρπια στα γραφεία ανά το κτίριο. Στη προκειμένη περίπτωση εμπεριέχονται και οι καταναλώσεις των περιφερειακών ηλεκτρονικών συσκευών (πολυμηχανήματα, εκτυπωτές, σαρωτές, φωτοτυπικά, fax). Κατά τη καταγραφή απαριθμήθηκαν 161 Η/Υ και servers, καθώς και περιφερειακές ηλεκτρονικές συσκευές συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 8,07 kW με ετήσια συνολική ενεργειακή κατανάλωση 215.170 kWh και 6468 kWh αντίστοιχα.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ

■ Ισόγειο ■ Α' όροφος ■ Β' όροφος

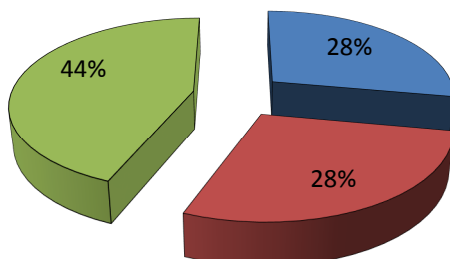


Σχήμα 3.11: Κατανομή της ενέργειας μόνο για Η/Υ ολόκληρου του κτιρίου

Βάσει της διενεργηθείσας καταγραφής και της σχετικής έλλειψης ακρίβειας που αυτή συνεπάγεται, έχουμε το ακόλουθο διάγραμμα.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΟΡΟΦΟ

■ Ισόγειο ■ Α' όροφος ■ Β' όροφος



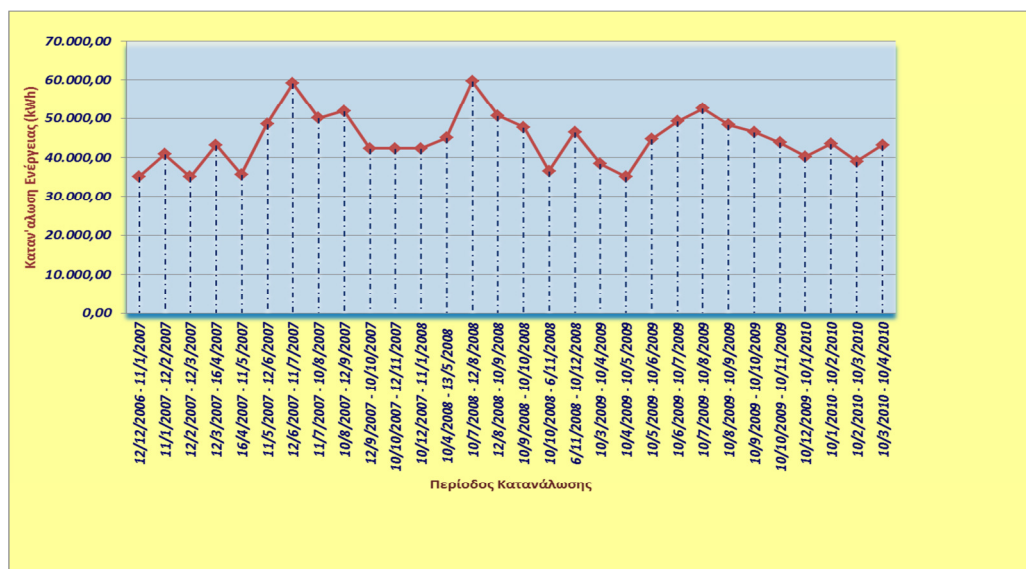
Σχήμα 3.12: Κατανομή συνολικής κατανάλωσης ενέργειας ανά όροφο

Κατανάλωση ανελκυστήρων

Όσον αφορά τη μέση ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος του μηχανικού ανελκυστήρα, αυτή ανέρχεται περί τις 3 kWh ημερησίως. Επομένως η εβδομαδιαία κατανάλωση του ανελκυστήρα προκύπτει 15 kWh ενώ κατά τον ίδιο τρόπο η μηνιαία κατανάλωση αυτού ανέρχεται στις 60 kWh. Με δεδομένη τη λειτουργία του ανελκυστήρα για 12 μήνες ετησίως, καθώς η χρήση αυτού απο το προσωπικό είναι συνεχής και καθώς φυσικά το κτίριο είναι πάντα «ενεργό», η ετήσια κατανάλωση ενός ανελκυστήρα εκτιμάται οτι θα είναι $12 \cdot 60 = 820$ kWh. Εφόσον στο εν λόγω κτίριο υπάρχουν τρεις όμοιοι μηχανικοί ανελκυστήρες, η συνολική ετήσια κατανάλωση για τη λειτουργία των ανελκυστήρων εκτιμάται στις $820 \cdot 3 = 2.460$ kWh.

3.3. Παρουσίαση ηλεκτρικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου βάσει τιμολογίων.

Στο σημείο αυτό καλό κρίνεται να αξιολογηθεί και η εικόνα που μας παρέχουν τα τιμολόγια της ΔΕΗ για τρία συναπτά έτη 2007-2010.



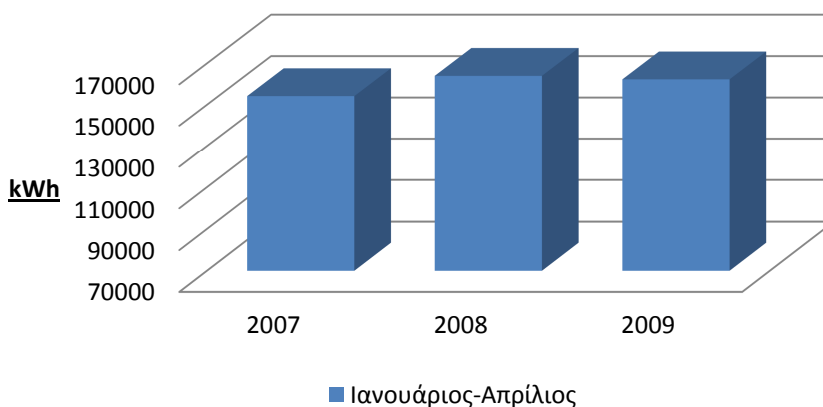
Σχήμα 3.13: Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας βάσει δεδομένων τιμολογίων

Όσον αφορά στο παραπάνω διάγραμμα, παρατηρείται αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τη θερινή περίοδο κάθε έτους γεγονός που δικαιολογεί η εκτεταμένη χρήση του κλιματισμού το διάστημα αυτό. Παρατηρείται επίσης πως το 2009, κατά τη θερινή περίοδο η ενεργειακή κατανάλωση είναι μικρότερη συγκριτικά με τα προηγούμενα δύο έτη. Δεδομένου ότι ο συντηρητής του κτιρίου

δεν παρείχε κάποια σαφή εξήγηση για αυτό, γίνεται υπόθεση πως απλά το καλοκαίρι του 2009 ήταν ηπιότερο με χαμηλότερες θερμοκρασίες.

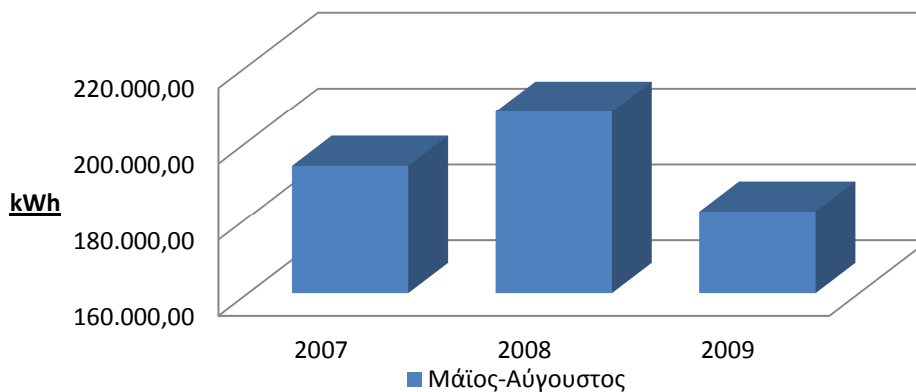
Μία ακόμη πολύ καλή συγκριτική εικόνα της ενεργειακής κατανάλωσης μας δίνουν τα ακόλουθα τρία ραβδογράμματα που παρουσιάζουν τις καταναλισκόμενες kWh για τρία συναπτά έτη για κοινό κάθε φορά ημερολογιακά τετράμηνο.

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

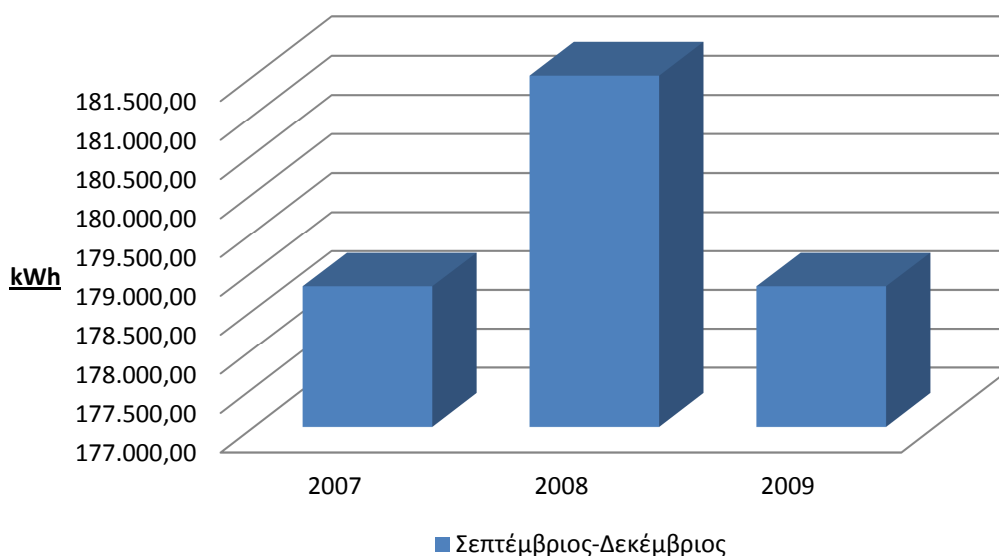


Σχήμα 3.14: Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας για το τετράμηνο Ιανουάριος – Απρίλιος για τρία χρόνια 2007-2009

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ



Σχήμα 3.15: Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας για το τετράμηνο Μάιος – Αύγουστος για τρία χρόνια 2007-2009

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

Σχήμα 3.16: Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας για το τετράμηνο Σεπτέμβριος – Δεκέμβριος για τρία χρόνια 2007-2009

Πίνακας 3.1: Ετήσιες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας βάσει τιμολογίων

2007	2008	2009
504.000 kWh	542.500	522.600

Παρατηρείται πως η πραγματική κατανάλωση είναι μεγαλύτερη απο αυτή που εκτιμήθηκε βάσει της καταγραφής, κάτι που δικαιολογείται από το γεγονός πως δε συνυπολογίσθηκαν κάποιες ελάχιστες καταναλώσεις όπως των λεβήτων, των ψυκτών πόσιμου νερού, δύο φούρνων μικροκυμάτων και τριών μικρών ψυγείων. Όλα αυτά σε συνδυασμό με την αναμενόμενη έλλειψη ακρίβειας της καταγραφής μας οδηγούν στην απόκλιση 20.000-40.000 kWh ανάλογα με το έτος.

3.4 Δείκτης ηλεκτρικής κατανάλωσης

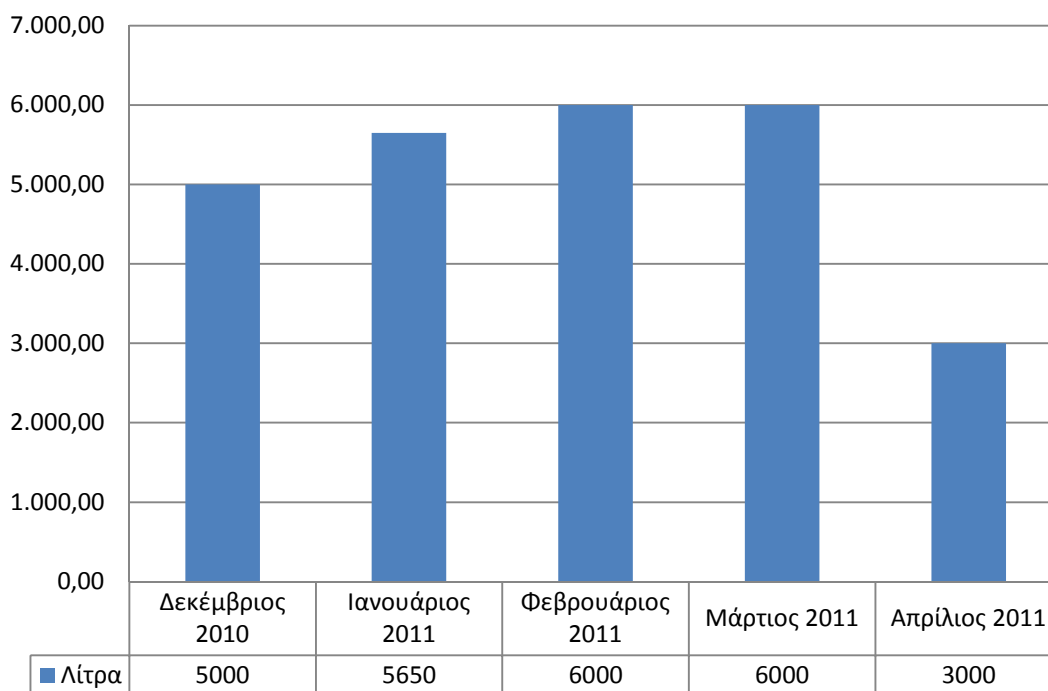
Ο δείκτης ηλεκτρικής κατανάλωσης προκύπτει από το πηλίκο της συνολικής ηλεκτρικής κατανάλωσης (εδώ γίνεται χρήση της κατανάλωσης του 2009) προς τη συνολική επιφάνεια του υπό μελέτη χώρου. Επομένως θα ισούται με:

$$\text{Δείκτης ηλεκτρικής κατανάλωσης} = \frac{\text{Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας}}{\text{Συνολική επιφάνεια}} \Rightarrow$$

$$\text{Δείκτης ηλεκτρικής κατανάλωσης} = \frac{522.600kWh}{3.656m^2} = 142,943 \text{ kWh/m}^2$$

3.5 Κατανάλωση πετρελαίου κτιρίου

Η κατανάλωση πετρελαίου του κτιρίου κατά τη διάρκεια ενός έτους γίνεται πιο εύκολα κατανοητή με τη βοήθεια του ακόλουθου ραβδογράμματος.



Σχήμα 3.17: Κατανάλωση πετρελαίου του κτιρίου των ΚΑΕ

Σημείωση: Αρχικά υπήρχαν 2.500 λίτρα στη δεξαμενή και έμειναν 6.500 λίτρα απόθεμα για την επόμενη χρονιά. Επομένως καταναλώθηκαν κατά τη διάρκεια του έτους: $2.500 + 5.000 + 5.650 + 6.000 + 6.000 + 3.000 - 6.500 = 21.650$ λίτρα και δαπανήθηκε το οικονομικό ποσό των 24.392 €.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

ΚΤΙΡΙΟΥ

4.1 Βασικές έννοιες – Μεθοδολογία υπολογισμού συντελεστή θερμοπερατότητας

Με τη θερμομονωτική προστασία των δομικών στοιχείων των κτιριακών κατασκευών επιδιώκεται ο περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και η επίτευξη ενός ευχάριστου εσωκλίματος στο εσωτερικό των κτιρίων με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, κατά μεν τη χειμερινή (ψυχρή) περίοδο περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον, κατά δε τη θερινή (θερμή) περίοδο περιορίζεται η υπερθέρμανση λόγω θερμικών προσόδων από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Η απαίτηση για θερμομονωτική προστασία των κτιριακών κατασκευών που επιβάλλει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ. συμβάλλει προς αυτήν την κατεύθυνση, επιβάλλοντας τον έλεγχο επάρκειας της θερμομονωτικής προστασίας του κτιρίου σε δύο στάδια:

- Κατά το πρώτο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια ενός εκάστου των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτιρίου. Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού, θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας U εξεταζ. αυτού του δομικού στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας U_{max} που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων. Πρέπει, δηλαδή να ισχύει:

$$U_{\text{εξεταζ.}} \leq U_{\text{max}} \text{ [W/(m}^2\text{K)]} \quad (4.1)$$

- Κατά το δεύτερο στάδιο ελέγχεται η θερμική επάρκεια του συνόλου του κτιρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτιρίου (U_m) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτίριο (U_m, max), αυτού εντασσομένου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας (U_m, max) υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου της εξωτερικής περιμετρικής επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του (F/V). Πρέπει δηλαδή να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m, \text{max}} \text{ [W/(m}^2\text{*K)]} \quad (4.2)$$

Η αντίσταση που προβάλλει μία ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από το γενικό τύπο:

$$R=d/\lambda[m^2\cdot K/W] \quad (4.3)$$

όπου:

$R[W/(m^2\cdot K)]$: η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση,

$d [m]$: το πάχος της στρώσης,

$\lambda[W/(m\cdot K)]$: ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης,

Μεθοδολογία υπολογισμού

Κατά τον έλεγχο του πρώτου σταδίου θα πρέπει να εξετασθούν ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια όλα τα επί μέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτιρίου, διαφανή και μή. Ειδικότερα, οφείλουν να είναι θερμομονωμένα και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια όλα τα δομικά στοιχεία του κελύφους που περικλείουν τη θεωρούμενη ως θερμαινόμενη περιοχή του κτιρίου. Επιπλέον όμως, θερμαινόμενα οφείλουν να είναι και όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν μεταξύ τους δύο διαφορετικά διαμερίσματα του ίδιου κτιρίου ή χώρους με διαφορετική χρήση ή χώρους με διαφορετικά ωράρια λειτουργίας.

4.1.1 Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{al} + R_a} \quad (4.4)$$

Όπου R_{al} : η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος. [9]

4.1.2 Υπολογισμός σύνθετων δομικών στοιχείων

Ως σύνθετα δομικά στοιχεία θεωρούνται αυτά που προκύπτουν από την εφαρμογή του ίδιου δομικού υλικού με διαφορετικά πάχη κατά τη δόμηση του στοιχείου ή από την εφαρμογή διαφορετικών δομικών υλικών, τα οποία συνδέονται άρρηκτα μεταξύ τους, παρουσιάζουν μία σχετική επαναληπτικότητα και διαμορφώνουν ένα δομικό στοιχείο με συγκεκριμένη λειτουργία. Παραδείγματα σύνθετων δομικών υλικών είναι η πλάκα σκυροδέματος με διοδοκιδώσεις, οι ξυλόπηκτες τοιχοποιίες, τα δομικά στοιχεία με φέροντα οργανισμό από χάλυβα ή ξύλο και πλήρωση από θερμομονωτικά υλικά κ.α.

Τα σύνθετα δομικά στοιχεία μπορούν να υπεισέλθουν στους υπολογισμούς και να ελεγχθούν ως προς την ικανοποίηση των απαιτήσεων του κανονισμού με δύο τρόπους:

- Είτε λαμβάνοντας ξεχωριστά υπόψη το συντελεστή θερμοπερατότητας για κάθε επι μέρους διατομή του σύνθετου δομικού στοιχείου κατά το εμβαδό που αναλογεί σε μια εκάστη εξ αυτών
- Είτε με έναν εννιαίο συντελεστή θερμοπερατότητας που προκύπτει από τους συντελεστές των επί μέρους διατομών κατά την αναλογία εμβαδού που αυτοί καταλαμβάνουν στο συνολικό εμβαδό του δομικού στοιχείου σύμφωνα με τον τύπο:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n U_j \cdot A_j}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad (4.5)$$

Όπου:

A_i : η επιφάνεια που καταλαμβάνει η κάθε επί μέρους διαφορετική διατομή στη συνολική επιφάνεια του σύνθετου δομικού στοιχείου.

n : το πλήθος των διαφορετικών διατομών του σύνθετου δομικού στοιχείου. [9]

4.1.3 Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των διάφανων δομικών στοιχείων

Στα διαφανή δομικά στοιχεία, δηλαδή στα κουφώματα, η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας του κουφώματος U_K μπορεί:

- Να υπολογισθεί αναλυτικά
- Να θεωρηθεί δεδομένη με αποδοχή της πιστοποιημένης τιμής που διαθέτει ο κατασκευαστής.

Για τον αναλυτικό υπολογισμό του U_K , χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι αναλόγως το είδος του κουφώματος:

- Μονό κούφωμα με μονό/διπλό/τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου
- Μονό κούφωμα με πέτασμα με μονό/διπλό/τριπλό υαλοπίνακα επί ενιαίου πλαισίου
- Διπλό κούφωμα (κούφωμα αποτελούμενο από δυο χωριστά κουφώματα με τους υαλοπίνακες τους)

όπου και λαμβάνονται υπόψη οι συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου (U_f), του υαλοπίνακα (U_g) καθώς επίσης και ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα (Ψ_g).

4.1.4 Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m)

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου (U_m) προκύπτει από το συνυπολογισμό των συντελεστών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου χώρου του κτιρίου κατά την ποσοστιαία αναλογία των αντίστοιχων εμβαδών τους. Στον υπολογισμό του U_m θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι γραμμικές θερμογέφυρες που αναπτύσσονται στα δομικά στοιχεία, ιδίως στα όρια της περιμέτρου των δομικών στοιχείων.

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j * U_j * b + \sum_{i=1}^k l_i * \Psi_g * b}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (4.6)$$

Όπου:

n: το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου,

k: το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας F του κελύφους,

A_i : εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου,

l_i : το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου,

Ψ_g : συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου

b: μειωτικός συντελεστής. [9]

4.2 Υπολογισμός θερμομόνωσης δομικών στοιχείων

Σύμφωνα με το πίνακα 4.3 του Κ.Ε.Ν.Α.Κ, ο μέγιστος επιτρεπτός συντελεστής θερμοπερατότητας για την εξωτερική τοιχοποιία ενός κτιρίου που ανήκει στη Β κλιματική ζώνη, αντιστοιχεί σε 0,6 W/m²K.

Πίνακας 4.1: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας τοιχοποιίας για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες. [10]

Ζώνη	Τοιχοποιία U_t (W/m^2K)	Οροφή U_o (W/m^2K)	Δάπεδο U_d (W/m^2K)	Ανοίγματα U_{oa} (W/m^2K)
Α κλιματική ζώνη	$\leq 0,7$	$\leq 0,5$	≤ 2	$\leq 3,8$
Β κλιματική ζώνη	$\leq 0,6$	$\leq 0,5$	$\leq 1,5$	$\leq 3,2$
Γ κλιματική ζώνη	$\leq 0,5$	$\leq 0,4$	$\leq 0,7$	$\leq 2,8$
Δ κλιματική ζώνη	$\leq 0,4$	$\leq 0,35$	$\leq 0,5$	$\leq 2,8$

Σημειώνεται στο σημείο αυτό πώς θερμαινόμενοι χώροι θεωρούνται μόνο το ισόγειο, Α΄ όροφος και Β΄ όροφος σε αντίθεση με τα δύο υπόγεια του κτιρίου. Σε πρώτη φάση υπολογίστηκαν οι συντελεστές θερμοπερατότητας U , για κάθε δομικό στοιχείο του κτιρίου που μελετήθηκε, σύμφωνα με την ανάλυση που προηγήθηκε. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του κελύφους του κτιρίου, παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες. Όλες οι ζητούμενες τιμές για τους συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας λήφθηκαν από την τεχνική οδηγία του (68) του Τ.Ε.Ε που παρατίθεται παρακάτω.

Πίνακας 4.2: Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης (m^2K/W) [10]

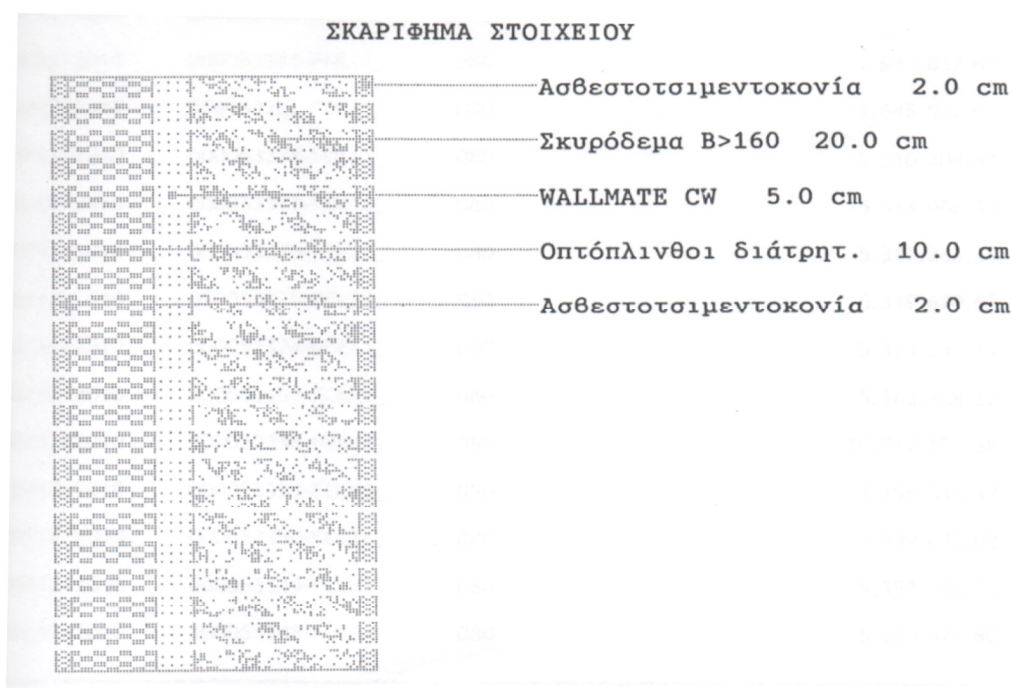
Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης m^2K/W	$1/a_i$ (εσωτερ.)	$1/a_e$ (εξωτερ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα	0,13	0,04
Στέγη, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0,10	0,04
Τοίχος με μή θερμαινόμενο χώρο	0,13	0,13
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0,13	0,00
Δάπεδο πάνω από μή θερμαινόμενο χώρο	0,17	0,17
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0,17	0,00
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση	0,17	0,04
Οροφή με μή θερμαινόμενο χώρο	0,10	0,10

Αρχικά υπολογίζεται η αντίσταση θερμοδιαφυγής ($1/\Lambda$) κάθε δομικού στοιχείου. Ο επόμενος πίνακας παρουσιάζει συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα για κάθε θερμική αντίσταση d/λ , σε m^2K/W .

4.2.1 Εξωτερικός τοίχος

Πίνακας 4.3: Θερμικές Αντιστάσεις d/λ σε m²K/W (Εξωτερικός τοίχος)

Στρώσεις Δομικού Στοιχείου	Πάχος Στρώσεως d σε m	Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας λ σε W/mK	Θερμική Αντίσταση d/λ σε m ² K/W
Ασβεστοτσιμεντοκονία	0,020	0.87	0.023
Σκυρόδεμα B > 160	0,200	2.03	0.098
Wallmate CW	0,050	0.029	1.725
Οπτόπλινθοι διάτρητ.	0,100	0.522	0.191
Ασβεστοτσιμεντοκονία	0,020	0.87	0.023



Εικόνα 4.1: Σκαρίφημα δομικών στοιχείων που συνθέτουν τον εξωτερικό τοίχο

Σύμφωνα με τη θεωρία, η αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/λ προκύπτει ως το άθροισμα των επιμέρους θερμικών αντιστάσεων d/λ. Κατά συνέπεια, η αντίσταση θερμοδιαφυγής προκύπτει:

$$1/\lambda = 0,023 + 0,098 + 1,725 + 0,191 + 0,023 = 2,06 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Πίνακας 4.4: Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης και Αντίσταση Θερμοδιαφυγής

Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερική)	1/α _i	m ² K/W	0,13
Αντίσταση θερμοδιαφυγής	1/λ	m ² K/W	2,06
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερική)	1/α _e	m ² K/W	0,04

Άθροισμα		2,23
-----------------	--	------

Η αντίσταση θερμοπερατότητας ($1/U$) προκύπτει ως το άθροισμα των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης και της αντίστασης θερμοδιαφυγής και αντιστοιχεί σε $2,23 \text{ m}^2\text{K/W}$. Το αντίστροφο μέγεθος εκφράζει το συντελεστή θερμοπερατότητας (U) και αυτός προκύπτει ίσος με $0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Για τις εξωτερικές επιφάνειες που είναι καλυμμένες από υαλοπίνακες στη πρόσοψη του κτιρίου δίνεται συντελεστής θερμοπερατότητας $U = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ (από μελέτη θερμομόνωσης) και για τους διαφορετικού τύπου υαλοπίνακες στο πίσω μέρος του κτιρίου και στο αριστερό κομμάτι της πρόσοψης δίνεται συντελεστής θερμοπερατότητας $U = 3,71 \text{ W/m}^2\text{K}$ (από μελέτη θερμομόνωσης).

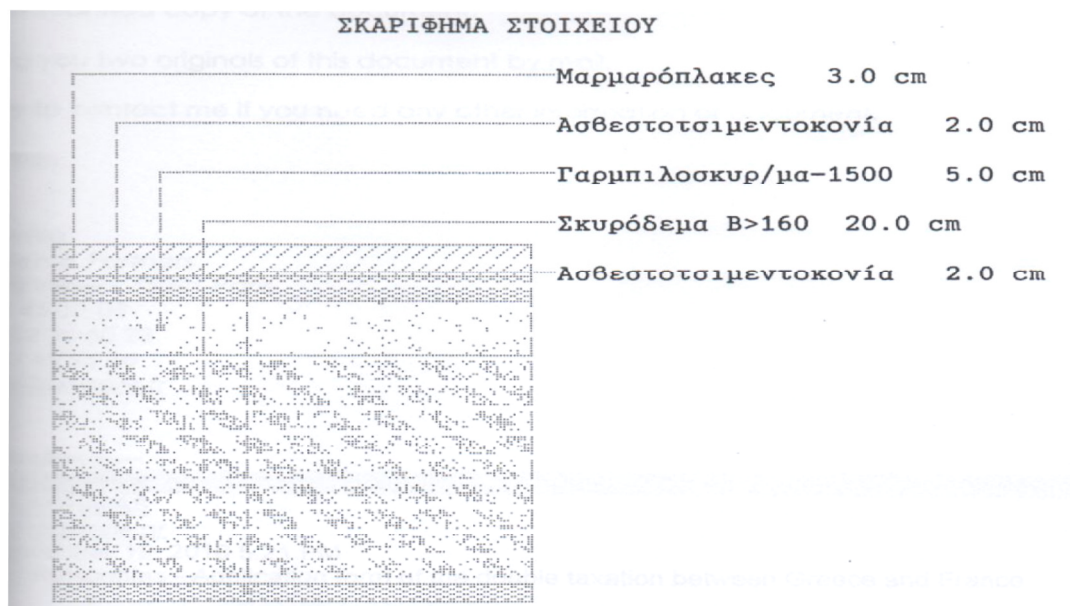
Για τις οριζόντιες επιφάνειες των δαπέδων μελετούνται τα δομικά στοιχεία που τις αποτελούν. Για το κτίριο που μελετάται, αναγκαίος θεωρείται ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας για δάπεδο σε επαφή με μή θερμαινόμενο χώρο και για δάπεδο σε επαφή με το έδαφος (χώμα).

4.2.2 Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο

Όσον αφορά το δάπεδο προς μή θερμαινόμενο χώρο, παρατίθεται ο ακόλουθος πίνακας.

Πίνακας 4.5: Θερμικές Αντιστάσεις d/λ σε $\text{m}^2\text{K/W}$ (δάπεδο προς μή θερμαινόμενο χώρο)

ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ ΑΠΟ ΠΑΝΩ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ρ kg/m^3	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΩΤΗΤΑΣ λ (W/mK)	ΠΑΧΟΣ ΣΤΡΩΣΗΣ D m	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ d/λ $\text{m}^2\text{K/W}$
Μαρμαρόπλακες	3000	3.48	0.030	0.00862
Ασβεστοτσιμεντοκτονία	1900	0.87	0.020	0.023
Γαρμπιλοσκυρόδεμα 1500	1500	0.638	0.050	0.0785
Σκυρόδεμα $B>160$	2400	2.03	0.200	0.098
Ασβεστοτσιμεντοκτονία	1900	0.87	0.020	0.023



Εικόνα 4.2: Σκαρίφημα δομικών στοιχείων που συνθέτουν το δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο

Σύμφωνα με τη θεωρία, η αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda$ προκύπτει ως το άθροισμα των επιμέρους θερμικών αντιστάσεων d/λ . Κατά συνέπεια, η αντίσταση θερμοδιαφυγής προκύπτει:

$$1/\Lambda = 0,00862 + 0,023 + 0,0785 + 0,098 + 0,023 \approx 0,23 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Πίνακας 4.6: Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης και Αντίσταση Θερμοδιαφυγής

Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερική)	$1/\alpha_i$	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,17
Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$1/\Lambda$	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,23
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερική)	$1/\alpha_a$	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,17
Άθροισμα			0,57

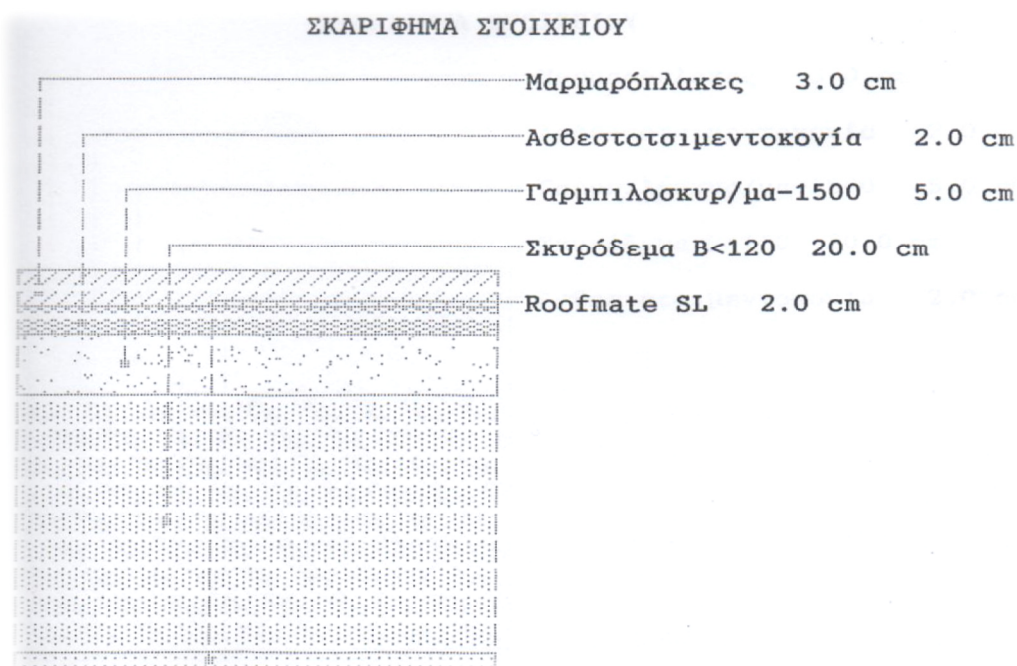
Σύμφωνα με τα παραπάνω, η αντίσταση θερμοδιαφυγής του δαπέδου προς μη θερμαινόμενο χώρο υπολογίστηκε $0,23 \text{ m}^2\text{K/W}$ και αθροίζοντας μαζί και τις αντιστάσεις θερμικής μετάβασης υπολογίζεται η ζητούμενη αντίσταση θερμοπερατότητας ίση με $0,57 \text{ m}^2\text{K/W}$. Τελικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας με αντιστροφή υπολογίζεται ίσος με $1,75 \text{ W/m}^2\text{K}$.

4.2.3. Δάπεδο πάνω σε έδαφος

Όσον αφορά το δάπεδο πάνω σε έδαφος, παρατίθεται ο ακόλουθος πίνακας.

Πίνακας 4.7: Θερμικές Αντιστάσεις d/λ σε m²K/W (δάπεδο πάνω σε δάπεδο)

ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ ΑΠΟ ΠΑΝΩ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ρ kg/m ³	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ λ (W/mK)	ΠΑΧΟΣ ΣΤΡΩΣΗΣ D m	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ d/λ m ² K/W
Μαρμαρόπλακες	3000	3.48	0.030	0.00862
Ασβεστοτσιμεντοκονία	1900	0.87	0.020	0.023
Γαρμπιλοσκυρ όδεμα 1500	1500	0.638	0.050	0.0785
Σκυρόδεμα B<120	2300	1.508	0.200	0.13276
Roofmate SL	32	0.02784	0.020	0.72



Εικόνα 4.3: Σκαρίφημα δομικών στοιχείων που συνθέτουν το δάπεδο πάνω σε έδαφος

Σύμφωνα με τη θεωρία, η αντίσταση θερμοδιαφυγής 1/λ προκύπτει ως το άθροισμα των επιμέρους θερμικών αντιστάσεων d/λ. Κατά συνέπεια, η αντίσταση θερμοδιαφυγής προκύπτει:

$$1/\lambda = 0,00862 + 0,023 + 0,0785 + 0,13276 + 0,72 \approx 0,96 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Πίνακας 4.8: Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης και Αντίσταση Θερμοδιαφυγής

Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερική)	1/α _i	m ² K/W	0,17
Αντίσταση θερμοδιαφυγής	1/λ	m ² K/W	0,96
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερική)	1/α _e	m ² K/W	0,00
Άθροισμα	/		1,13

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η αντίσταση θερμοδιαφυγής του δαπέδου πάνω σε έδαφος υπολογίστηκε 0,96 m²K/W και αθροίζοντας μαζί και τις αντιστάσεις θερμικής μετάβασης υπολογίζεται η ζητούμενη αντίσταση θερμοπερατότητας ίση με 1,13 m²K/W. Τελικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας με αντιστροφή υπολογίζεται ίσος με 0,88 W/ m²K.

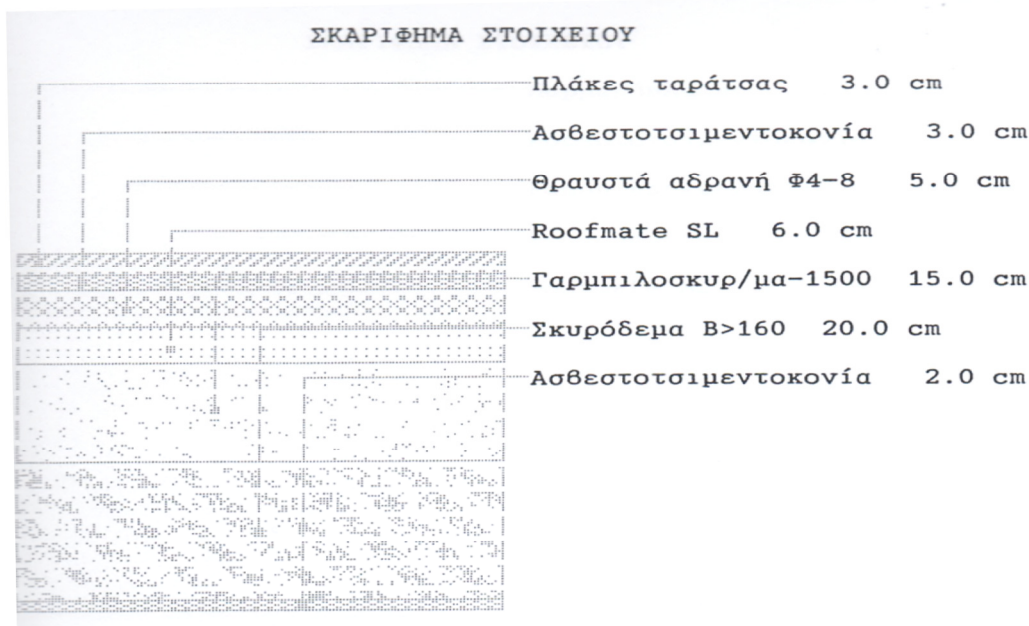
4.2.4 Οροφή – ταράτσα

Ο υπολογισμός για τα δομικά στοιχεία ολοκληρώνεται με τον υπολογισμό των συντελεστών για την οροφή-ταράτσα.

Ακολουθεί ο σχετικός πίνακας.

Πίνακας 4.9: Θερμικές Αντιστάσεις d/λ σε m²K/W (οροφή ταράτσα)

ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΥΛΙΚΩΝ ΑΠΟ ΠΑΝΩ ΠΡΟΣ ΤΑ ΚΑΤΩ	ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ρ kg/m ³	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ λ (W/mK)	ΠΑΧΟΣ ΣΤΡΩΣΗΣ D m	ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ d/λ m ² K/W
Πλάκες ταράτσας	2000	1.044	0.030	0.0284
Ασβεστοτσιμεντοκτονία	1900	0.87	0.030	0.0345
Θραυστά αδρανή Φ4-8		0.812	0.050	0.0612
Roofmate SL	32	0.02784	0.060	2.155
Γαρμπιλοσκυρόδεμα 1500	1500	0.638	0.150	0.235
Σκυρόδεμα B>160	2400	2.03	0.200	0.098
Ασβεστοτσιμεντοκτονία	1900	0.87	0.020	0.0233



Εικόνα 4.4: Σκαρίφημα δομικών στοιχείων που συνθέτουν την οροφή

Σύμφωνα με τη θεωρία, η αντίσταση θερμοδιαφυγής $1/\Lambda$ προκύπτει ως το άθροισμα των επιμέρους θερμικών αντιστάσεων d/λ . Κατά συνέπεια, η αντίσταση θερμοδιαφυγής προκύπτει:

$$1/\Lambda = 0,0284 + 0,0345 + 0,0612 + 2,155 + 0,235 + 0,098 + 0,0233 \approx 2,64 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Πίνακας 4.10: Αντιστάσεις Θερμικής Μετάβασης και Αντίσταση Θερμοδιαφυγής

Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερική)	$1/a_i$	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,10
Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$1/\Lambda$	$\text{m}^2\text{K/W}$	2,64
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερική)	$1/a_a$	$\text{m}^2\text{K/W}$	0,10
Άθροισμα			2,84

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η αντίσταση θερμοδιαφυγής της οροφής-ταράτσας υπολογίστηκε $2,64 \text{ m}^2\text{K/W}$ και αθροίζοντας μαζί και τις αντιστάσεις θερμικής μετάβασης υπολογίζεται η ζητούμενη αντίσταση θερμοπερατότητας ίση με $2,84 \text{ m}^2\text{K/W}$. Τελικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας με αντιστροφή υπολογίζεται ίσος με $0,35 \text{ W/ m}^2\text{K}$.

4.2.5. Υπολογισμός θερμομόνωσης περιβλήματος

Η μελέτη κάθε ορόφου λόγω του ότι οι όροφοι χωρίζονται από τοίχο αλλά είναι όλοι οι χώροι θερμαινόμενοι, απλοποιεί τη διαδικασία και την περιορίζει στον υπολογισμό του συντελεστή θερμομόνωσης για το κέλυφος του κτιρίου.

Χρησιμοποιούνται όλοι οι συντελεστές που υπολογίστηκαν πριν και με δεδομένα για την επιφάνεια των τοίχων και των παραθύρων που βρίσκονται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β κατασκευάζεται ο ακόλουθος πίνακας.

Πίνακας 4.11: Συγκεντρωτικός πίνακας επιφανειών και συντελεστών θερμοπερατότητας

Δομικό Στοιχείο	Επιφάνεια F (m ²)	Συντελεστής U	U*F
Εξωτερικοί τοίχοι	1.171,6	0,45	525,38
Υαλοπίνακας	722,7	1,80	1.300,86
Παράθυρα	213	3,71	790,66
Δάπεδο πάνω σε έδαφος	68	0,88	60,02
Δάπεδο πάνω από μη θερμ.χώρο	1.496	1,75	2.619,50
Οροφή μεταξύ θερμ. Χώρου και αέρα	1.564	0,35	551,62
Σύνολο	5.235,3		5848,04

Από την τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε και αναλόγως με την κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτίριο υπολογίζεται η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{m,max}$. Ο λόγος της περιβάλλουσας επιφάνειας κτιρίου προς τον όγκο (F/V) δίνει για το κτίριο των ΚΑΕ τα ακόλουθα:

$$F/V \approx 0,3$$

Ο μειωτικός συντελεστής (η) προσαρμόζει τις υπολογισθείσες θερμικές απώλειες από κάθε επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου στις πραγματικές θερμοκρασιακές συνθήκες. Η κάθε ποσότητα F·U (συντελεστής μεταφοράς θερμότητας) ορίζει τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω των επί μέρους δομικών στοιχείων του κελύφους του κτιρίου στη μονάδα του χρόνου και για διαφορά θερμοκρασίας εσωτερικού - εξωτερικού περιβάλλοντος 1°C (ή 1 K). Όμως σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε επιφάνειες που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους ή με το έδαφος η ποσότητα αυτή είναι υπερεκτιμημένη (ή υποτιμημένη, όπως στην περίπτωση αντεστραμμένου τύπου δώματος). Με το μειωτικό συντελεστή επιχειρείται η επαναφορά της σε μεγέθη πλησιέστερα στην πραγματικότητα.

Έτσι ο μειωτικός συντελεστής (η) λαμβάνει τιμές όπως ορίζονται σε καθεμιά από τις παρακάτω περιπτώσεις:

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.**

Ο συντελεστής λαμβάνει τιμή $n = 1,0$, καθώς η ποσότητα $F \cdot U$ θεωρείται η πραγματικά υπολογισθείσα. Η τιμή $n = 1,0$ ισχύει τόσο για κατακόρυφες επιφάνειες, όσο και για οριζόντιες, είτε είναι η ροή θερμότητας στις τελευταίες από επάνω προς τα κάτω είτε από κάτω προς τα επάνω.

- **Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους του ίδιου κτιρίου.**

Σε περίπτωση που υφίστανται χώροι του ίδιου κτιρίου οι οποίοι, αν και θερμαινόμενοι, δεν συνυπολογίζονται στη μελέτη θερμικής προστασίας και επομένως παραμένουν ενδεχομένως αδιαβατικοί, τα διαχωριστικά δομικά στοιχεία προς αυτούς τους χώρους λαμβάνονται κατά τον υπολογισμό κατά απλοποιητική παραδοχή με τιμή μειωτικού συντελεστή $n = 0,5$.

- **Σε οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.**

Ο μειωτικός συντελεστής διατηρεί την τιμή $n = 1,0$, καθώς η διόρθωση στην απόκλιση έχει ήδη γίνει κατά τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας k της διατομής, λαμβάνοντας υπόψη την αντίσταση R_{or}/σ του στρώματος αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης. Σ' αυτήν την τιμή, όπως έχει αναφερθεί στην παράγραφο 2.1.5., συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση των στρώσεων της μη θερμομονωμένης στέγης.

- **Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το έδαφος.**

Για επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με έδαφος θεωρείται ότι η διόρθωση των θερμικών ροών με χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι επαρκής και δεν απαιτείται περαιτέρω διόρθωση. Συνεπώς σε αυτήν την περίπτωση λαμβάνεται $n = 1,0$ [10]

Οπότε από τον Πίνακα του Τ.Ο.Τ.Ε.Ε και αφού το κτίριο των ΚΑΕ βρίσκεται στην Β' κλιματική ζώνη, προκύπτει ότι ο μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας είναι $U_{m,max} = 1,12 \text{ W/m}^2\text{K}$. Για το εν λόγω κτίριο όμως το U_m προκύπτει:

$$U_m = \{ \Sigma(U \cdot F) / \Sigma F \} = (5848,0394 - 0,5 \cdot 60,0236) / 5235,3 = 1,11 \text{ W/m}^2\text{K}.$$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Στις παραπάνω μετρήσεις και στα συμπεράσματα που εξήχθησαν, δεν λήφθηκαν υπόψη οι θερμογέφυρες που παρουσιάζει το κτίριο. Για το λόγο αυτό προσδίδεται μια προσάυξηση στο τελικό συντελεστή θερμοπερατότητας της τάξης του $+0,1$. Έτσι προκύπτει $U_m = 1,21$ ελάχιστα παραπάνω από το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο.

Πίνακας 4.12: Όρια συντελεστή θερμοπερατότητας ανά κλιματική ζώνη και όγκο

F/V m ⁻¹	U _m σε kcal/m ² h°C			U _m σε W/m ² K		
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ
≤0,2	1,335	1,015	0,807	1,553	1,180	0,938
0,3	1,245	0,955	0,760	1,448	1,111	0,884
0,4	1,160	0,897	0,715	1,349	1,043	0,831
0,5	1,092	0,845	0,675	1,270	0,983	0,775
0,6	1,030	0,795	0,635	1,198	0,924	0,738
0,7	0,985	0,750	0,600	1,145	0,872	0,698
0,8	0,947	0,717	0,575	1,101	0,834	0,669
0,9	0,927	0,695	0,550	1,078	0,808	0,640
≥1,0	0,920	0,680	0,530	1,070	0,791	0,616

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

&

ΚΑΤΑΓΡΑΦΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

5.1 Εισαγωγή

Η θερμογραφία αποτελεί διαδικασία απαραίτητη προκειμένου να διενεργηθεί η επιθυμητή ολοκληρωμένη ενεργειακή επιθεώρηση ενός κτιρίου. Πρακτικά η θερμογραφία αποτελεί μέθοδο ανίχνευσης θερμοκρασιών που παρουσιάζουν διάφορα υλικά. Μέσω της μεθόδου αυτής προσδιορίζονται και επεξηγούνται θερμοκρασιακές διαφορές που πιθανώς εμφανίζονται σε διάφορα αντικείμενα. Έπειτα μπορούν εύκολα να εξαχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα προκειμένου να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή θερμική θωράκιση.

5.2 Λειτουργία και χαρακτηριστικά θερμοκάμερας

Η θερμοκάμερα αποτελεί μια συσκευή καθαρά επαγγελματική που δίνει εικόνα σε κάτι που ουσιαστικά δεν είναι ορατό. Καθιστά την υπέρυθρη ακτινοβολία ορατή και οι πληροφορίες που το αποτέλεσμα αυτό συνεπάγεται, είναι ιδιαίτερα σημαντικές και η θερμοκάμερα αναπόφευκτα γίνεται αναντικατάστατο εργαλείο στα χέρια των μηχανικών. Του λόγου το αληθές, ενώ κάθε σώμα στη φύση, με θερμοκρασία πάνω από το απόλυτο μηδέν εκπέμπει ποσότητα υπέρυθρης ακτινοβολίας, η θερμοκάμερα σχηματίζει εικόνα αυτής έχοντας ένα σχεδιασμό όμοιο τουλάχιστον με μια πρώτη ματιά με την κοινή κάμερα η οποία σχηματίζει εικόνα χρησιμοποιώντας την ορατή ακτινοβολία. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με τη λειτουργία αυτής σε μήκη κύματος της τάξεως των 14000nm πολύ μακριά από αυτά της ορατής ακτινοβολίας.

Τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής της θερμογραφίας είναι τα ακόλουθα:

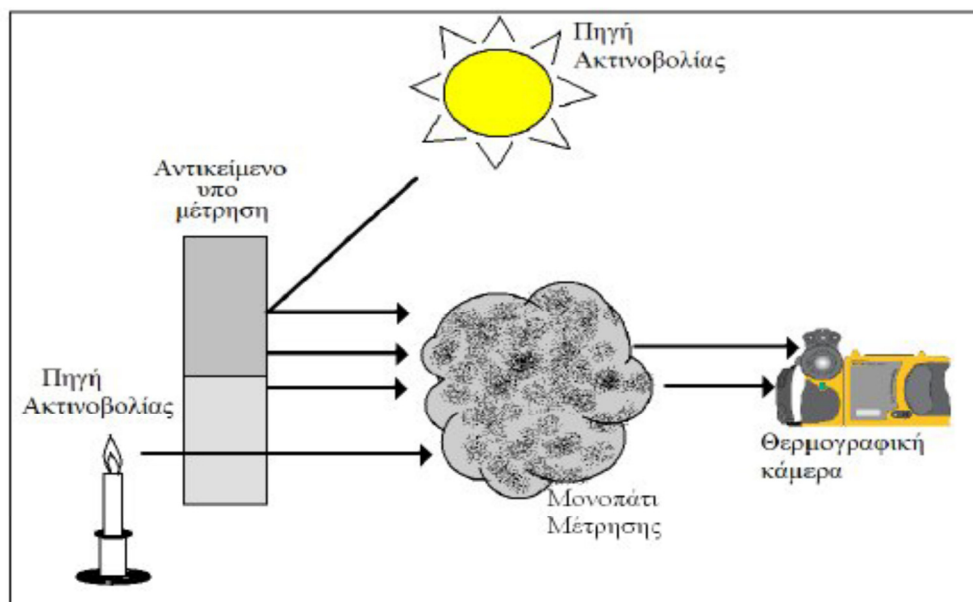
- Διατηρείται αλώβητη η δομή του στοιχείου που εξετάζεται.
- Φαίνονται άμεσα τα αποτελέσματα της μέτρησης.
- Εύκολη ανάγνωση των θερμογραφημάτων με τη χρήση ειδικών λογισμικών.

Η υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπει ένα σώμα είναι ανάλογη της θερμοκρασίας που αυτό έχει αναπτύξει. Οι θερμοκάμερες μετρούν την υπέρυθρη ακτινοβολία και την αντιστοιχίζουν με τις σημειακές επιφανειακές θερμοκρασίες του σώματος, λαμβάνοντας φυσικά πάντα υπόψη όλες τις σχετικές με τη μέτρηση παραμέτρους. Οι παράμετροι αυτές είναι οι ακόλουθες:

- Ο συντελεστής εκπομπής του αντικειμένου ο οποίος εκφράζει τη σχετική με την ακτινοβολία ενός μέλανος σώματος (σώμα που δεν ανακλά τίποτα και που η όλη ακτινοβολία του οφείλεται στη θερμοκρασία του) ποσότητα ακτινοβολίας που ένα αντικείμενο εκπέμπει, στην ίδια θερμοκρασία. Λαμβάνει

τιμές μεταξύ 0 και 1. Τα δομικά υλικά που μας ενδιαφέρουν στη προκειμένη περίπτωση έχουν μεγάλο συντελεστή εκπομπής $> 0,8$.

- Η απόσταση του αντικειμένου από τη κάμερα.
- Η σχετική υγρασία.
- Η σχετική υπέρυθη διαπερατότητα περιβάλλοντος.
- Η φαινόμενη θερμοκρασία ανάκλασης (αντισταθμίζει τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος που ανακλάται πάνω στο αντικείμενο και καταλήγει πάνω στη κάμερα).
- Και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος.
- Ένας άλλος πολύ βασικός παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει το αποτέλεσμα μίας θερμοφωτογραφίας αποτελεί η ύπαρξη εξωτερικών θερμικών πηγών στο χώρο των μετρήσεων, όπως θερμαντικά σώματα. Φυσικό είναι επομένως να μην καθίσταται ασφαλής και ακριβής η λήψη μιας θερμοφωτογραφίας υπό πολύ δυνατή ηλιοφάνεια αφού το ποσοστό των ανακλάσεων είναι πολύ υψηλό και γίνεται ιδιαίτερα δύσκολο να προσδιοριστεί, με συνέπεια αυτό που μετράται να απέχει από αυτό που πραγματικά το σώμα εκπέμπει. Ανάλογα προβλήματα προκαλούν και πιθανοί ψυχροί άνεμοι ή σώματα κλιματισμού.



Εικόνα 5.1: Διαδρομή ακτινοβολίας μέχρι τη θερμοκάμερα

Η παραπάνω εικόνα κάνει πιο κατανοητό το που βασίζεται η λειτουργία μίας θερμοκάμερας. Οι συνιστώσες ακτινοβολίας που καταλήγουν στο αντικείμενο προέρχονται από την εκπομπή από το αντικείμενο, από εκπομπή μέσω ανάκλασης από την πηγή του περιβάλλοντος και από εκπομπή από την ατμόσφαιρα. Έτσι στην

οθόνη της θερμοκάμερας εμφανίζεται μια γραφική εικόνα που απεικονίζει την κατανομή θερμοκρασιών στις εκάστοτε επιφάνειες και μάλιστα με δυνατότητα να εντοπίζει θερμοκρασιακές διακυμάνσεις της τάξεως των 0,1 Κ. [12-14]

5.3 Παρουσίαση της θερμοκάμερας FLIR b50

Η εν λόγω θερμοκάμερα είναι μία αρκετά καλή κάμερα υπερύθρων με ποικίλες δυνατότητες, με μπαταρίες λιθίου που επιτρέπουν την εργασία ως και πέντε ώρες χωρίς τη παραμικρή διακοπή για φόρτιση. Επειδή μία θερμοκάμερα μπορεί να φανεί εξίσου χρήσιμη και σε συνθήκες συσκότισης, ευκολότερη καθιστούν τη λειτουργία της σε μια τέτοια περίπτωση τα φώτα LED που αυτή διαθέτει. Η δεδομένη θερμοκάμερα έχει τη δυνατότητα λήψης και ψηφιακής εικόνας (2.3 Μpixel) κάτι πολύ χρήσιμο για την μετέπειτα επεξεργασία. Περεταίρω δυνατότητα ανάλυσης και επεξεργασίας των φωτογραφιών στον υπολογιστή παρέχει το λογισμικό FLIR QuickReport, [12]

Βασικά χαρακτηριστικά της κάμερας αποτελούν τα ακόλουθα:

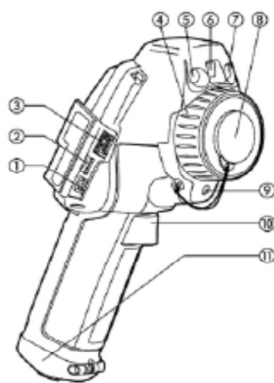
- Ενσωματωμένος φωτισμός LED.
- Ανάλυση υπέρυθρης φωτογραφίας 140*140 pixels.
- Βάρος: 600g.
- Σκόπευση με λήζερ.
- Δυνατότητα απευθείας αντιγραφής σε USB.
- Μίξη εικόνας (τριπλή λειτουργία) και εικόνα μέσα σε εικόνα.
- Μπαταρία λιθίου διάρκειας 5 ωρών.
- Κατάλογος 21 γλωσσών.
- Συναγερμός μόνωσης και σημείου δρόσου.
- Μεγάλο εύρος θερμοκρασίας απο -20 °C έως +120 °C.
- Σφάλμα ακρίβειας $\pm 2\%$.
- Micro SD κάρτα μνήμης για αποθήκευση έως και 2000 JPEG εικόνες.
- Διαθέσιμο λογισμικό πρόγραμμα για ανάλυση και επεξεργασία κάθε εικόνας.

Πρίν γίνει λήψη μίας υπέρυθρης φωτογραφίας με τη θερμοκάμερα πρέπει να πληρούνται κάποιες βασικές προϋποθέσεις προκειμένου να εξαχθούν μετέπειτα ασφαλή συμπεράσματα.

- Δε πρέπει η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα εντός του τμήματος του κτιρίου που μελετάται να είναι μικρότερη των 10 °C τόσο πριν την λήψη της φωτογραφίας όσο και κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής.
- Τόσο κατά τη διάρκεια της θερμογραφικής απεικόνισης όσο και για αρκετές ώρες πριν, δεν ενδुकνείται να φωτίζεται το σχετικό τμήμα του κτιρίου απευθείας απο τον ήλιο.
- Προκειμένου να εντοπιστούν διαρροές αέρα στα περιβάλλοντα τμήματα του κτιρίου, οι απαιτήσεις ως προς τις συνθήκες είναι πιο χαλαρές. Μια διαφορά των 5 °C μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας περιβάλλοντος φαντάζει αρκετή για τον εντοπισμό τέτοιων ατελειών.
- Πρέπει η αρνητική πίεση στο εσωτερικό της κατασκευής να κυμαίνεται μεταξύ 10 και 50 Pa.



Εικόνα 5.2: Η κάμερα FLIR b50 που χρησιμοποιήθηκε στις λήψεις των φωτογραφιών



1. υποδοχή σύνδεσης USB mini-B (για τη σύνδεση της κάμερας με υπολογιστή)
2. κάρτας μνήμης MicroSD™.
3. υποδοχή σύνδεσης USB A (για τη σύνδεση μιας συσκευής κάρτας μνήμης (memory stick) USB ή άλλης συσκευής USB με την κάμερα)
4. δακτύλιος εστίασης πάνω στο φακό υπερύθρων
5. λυχνία ψηφιακής κάμερας
6. ψηφιακή κάμερα
7. λυχνία ψηφιακής κάμερας
8. καπάκι φακού
9. δείκτης λέιζερ
10. προγραμματιζόμενο πλήκτρο για την αποθήκευση εικόνων
11. κάλυμμα για τη υποδοχή της μπαταρίας, συμπεριλαμβανομένου του κουμπιού απασφάλισης.

1. Προστατευτικό ελαστικό πλαίσιο
2. Οθόνη LCD
3. Κουμπιά κατεύθυνσης
4. Αριστερό κουμπι επιλογής
5. Κουμπι κάμερας/αρχαιοθέτησης
6. Κουμπι για την ενεργοποίηση του δείκτη λέιζερ.
7. Ενδεικτική λυχνία λειτουργίας.
8. Δεξί κουμπι επιλογής
9. Κουμπι On/Off.



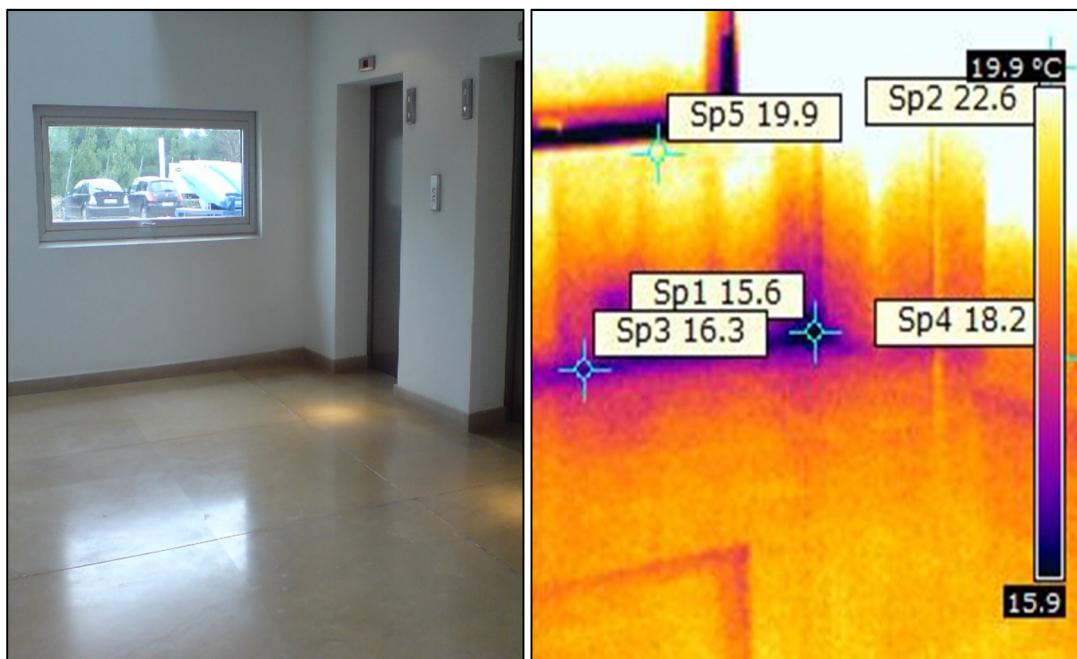
Εικόνα 5.3: Γνωριμία με τη κάμερα. Εγχειρίδιο αυτής

5.4 Υπέρυθρες φωτογραφίες των ΚΑΕ



Εικόνα 5.4: Πρόσοψη του κτιρίου των ΚΑΕ

Σε αυτό το σημείο κρίνεται σκόπιμο να αποσαφηνιστούν κάποια πράγματα όσον αφορά τα γραφικά μίας υπέρυθρης φωτογραφίας. Σκούρα χρώματα όπως το μπλέ και το μώβ απεικονίζουν δροσερές και ψυχρές επιφάνειες καθώς και τον καθαρό ουρανό (η θερμοκρασία στα σημεία αυτά είναι λανθάνουσα αφού δεν αφορά επιφάνεια και δεν είναι δυνατόν να μετρηθεί με τη μέθοδο της υπέρυθρης θερμογράφησης). Με σκούρο μπλέ απεικονίζονται επίσης οι γυάλινες επιφάνειες των παραθύρων λόγω της ανακλαστικότητας του περιβάλλοντος. Τα φωτεινότερα χρώματα (κόκκινο, κίτρινο) απεικονίζουν επιφάνειες με υψηλότερη θερμοκρασία. Η κατανομή των χρωμάτων και η πιθανή επικάλυψη αυτών φανερώνουν τα εκάστοτε προβλήματα. Η κάμερα είναι ρυθμισμένη στο αυτόματο και η ίδια επιλέγει το κατάλληλο εύρος θερμοκρασιών για την ορθή αντιστοίχιση με τα χρώματα. Εύρος άνω των 5°C δικαιολογείται είτε από πιθανές υπάρχουσες μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές στο χώρο λόγω κάποιου προβλήματος είτε λόγω παρουσίας θερμαντικών σωμάτων είτε της απευθείας έκθεσης κάποιων επιφανειών στην ηλιακή ακτινοβολία.



Εικόνα 5.5: Ισόγειο: Reception – Χώρος υποδοχής

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 21,8 °C

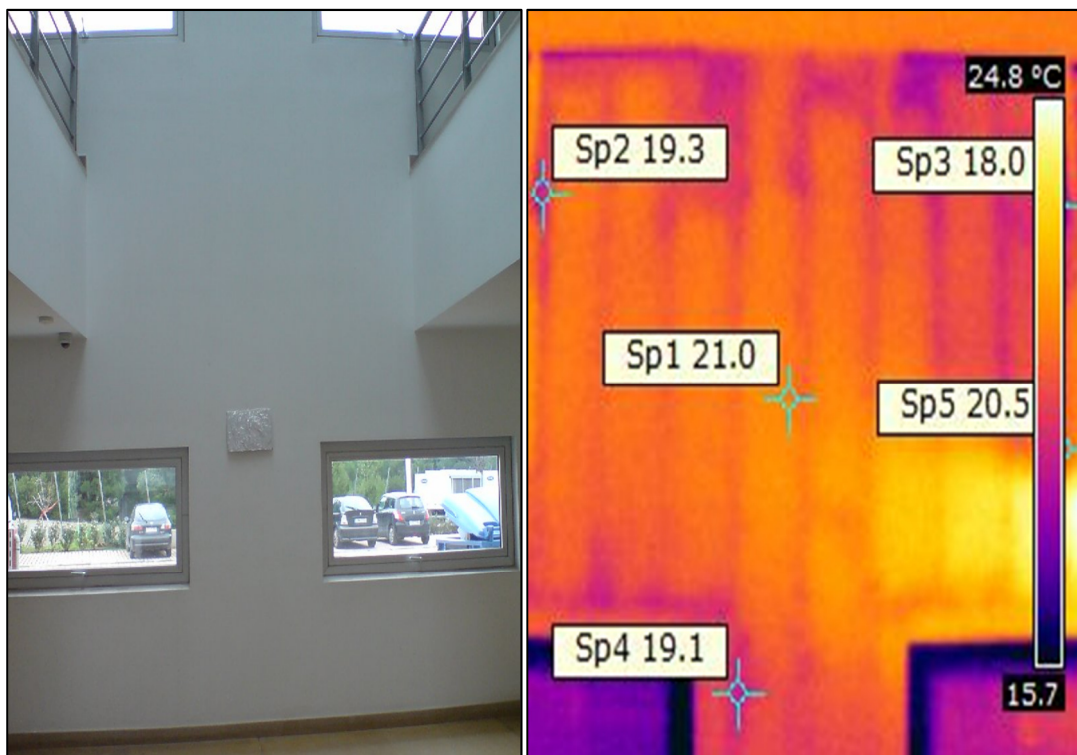
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 3 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 21,1 °C

Σχετική υγρασία -> 46%

Σχολιασμός: Τόσο στη reception όσο και σε όλους τους χώρους παρατηρείται ότι από τους υαλοπίνακες διαπερνά γρήγορα μεγάλο ποσό θερμότητας. Όπως φαίνεται και στη φωτογραφία από τον υαλοπίνακα εισέρχεται πολύ μεγάλο ποσό θερμότητας σε σχέση με αυτό που εισέρχεται από την τοιχοποιία. Παράλληλα παρατηρείται κάποια υγρασία στη γωνία, στην ένωση των τοίχων εκεί που η επιφάνεια στην υπέρυθρη φωτογραφία είναι πιο σκουρόχρωμη.



Εικόνα 5.6: Ισόγειο: Reception – Χώρος υποδοχής

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 22,0 °C

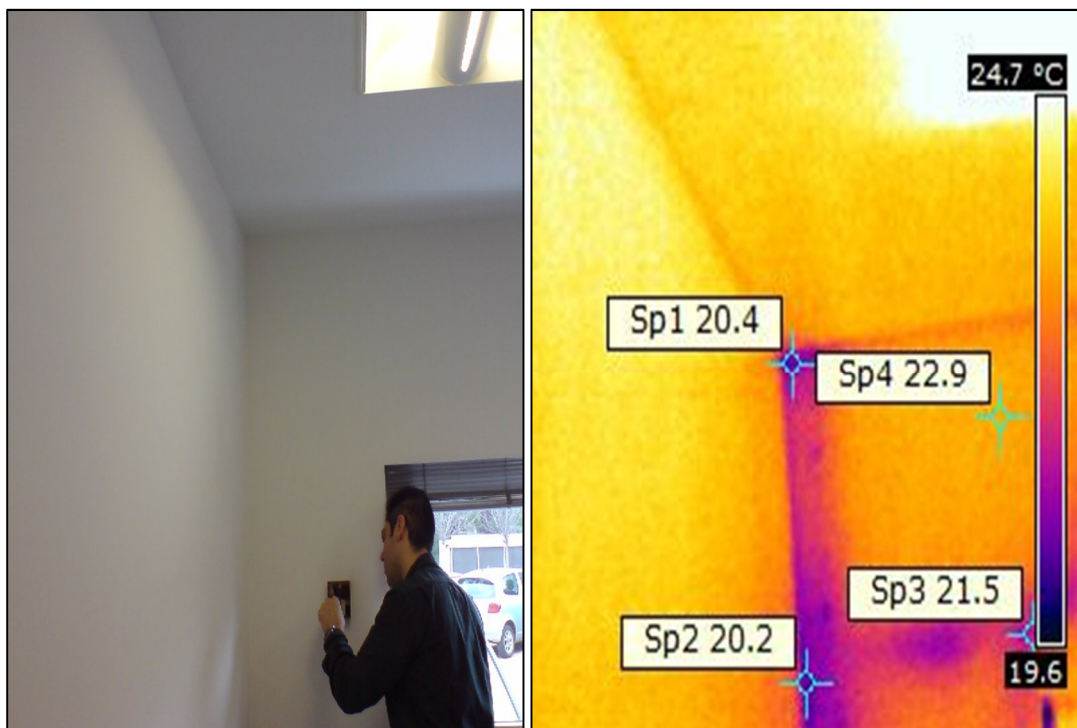
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 3 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 21,1 °C

Σχετική υγρασία -> 46%

Σχολιασμός: Από την παραπάνω υπέρυθρη εικόνα συμπεραίνεται πως ο τοίχος είναι κατά κάποιο τρόπο κατασκευασμένος υπο την μορφή πάνελ, η κακή σύνδεση των οποίων δημιουργούν θερμογέφυρες στις ενώσεις μεταξύ τους. Η φωτογραφία πάρθηκε από το εσωτερικό της κατασκευής και δείχνει τη ροή θερμότητας που εισέρχεται λόγω της κακής σύνδεσης των πάνελ. Επομένως πρόκειται για διαρροή αέρα που είναι ένα ανεξέλεγκτο πέρασμα αέρα μέσα από τα στοιχεία του κτιριακού κελύφους, όπως τα σημεία σύνδεσης τοίχων και πατωμάτων και τα πλαίσια των παραθύρων. Η υπερβολική μετακίνηση αέρα μειώνει τη θερμική ακεραιότητα του κτιρίου και απόδοση του κελύφους και έτσι αυξάνει την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων.



Εικόνα 5.7: Ισόγειο: Δωμάτιο οδηγών

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 24,4 °C

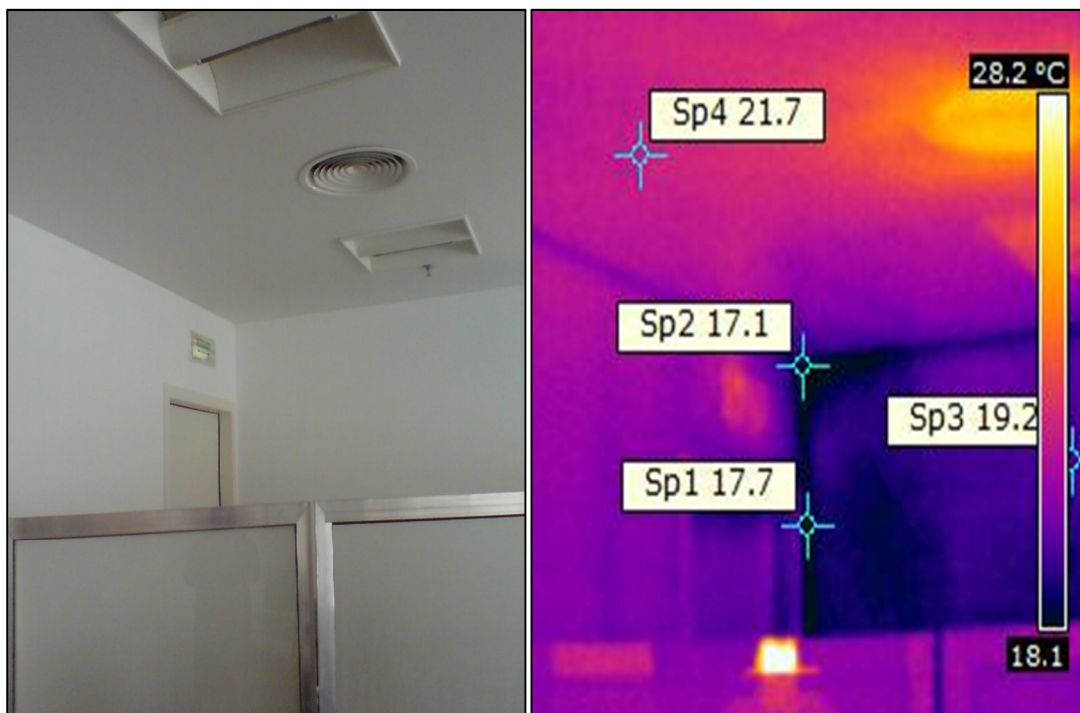
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 2,5 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 24,3 °C

Σχετική υγρασία -> 30%

Σχολιασμός: Στη φωτογραφία αυτή η υγρασία στην ένωση των τοίχων κι όχι μόνο όπως φαίνεται και στο μέσο του τοίχου, είναι εμφανής. Οι σκούρες επιφάνειες απεικονίζουν τις πιο ψυχρές λόγω της συγκεκριμένης υγρασίας επιφάνειες, η οποία δείχνει και πιο έντονη κατά τις πρωινές ώρες όπως αυτή που λήφθηκε η δεδομένη φωτογραφία.



Εικόνα 5.8: Ισόγειο: Αίθουσα

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 20,1 °C

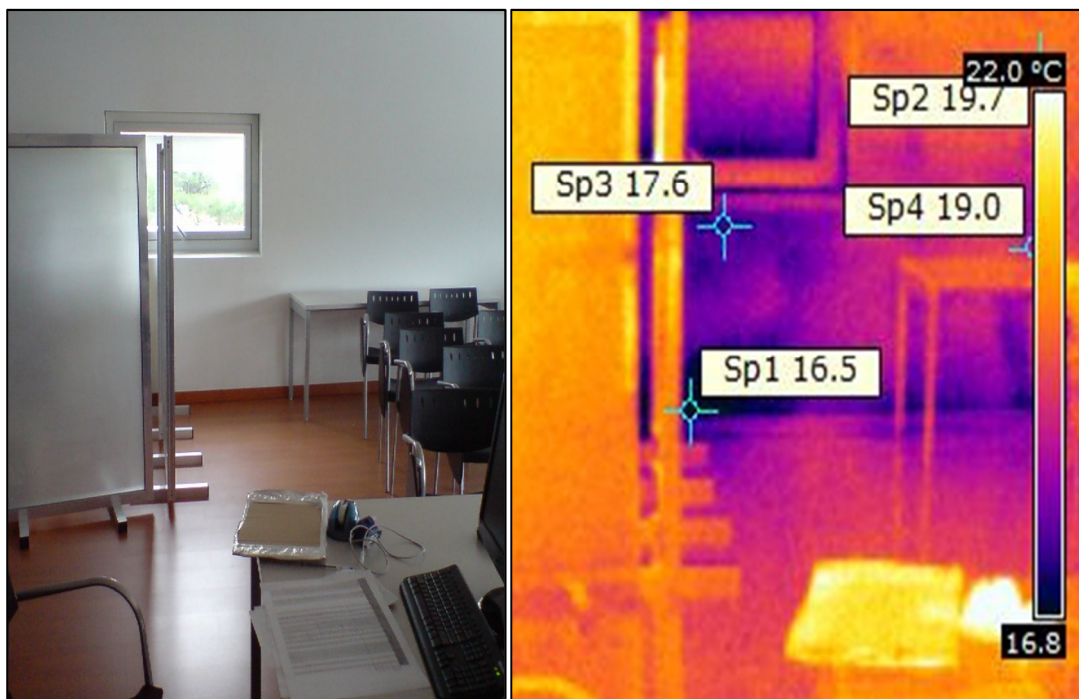
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 5 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 20,8 °C

Σχετική υγρασία -> 30%

Σχολιασμός: Έντονο πρόβλημα υγρασίας παρατηρείται σε όλη σχεδόν την επιφάνεια του τοίχου κάτι που μαρτυρά ανεπαρκή και πρόχειρη μόνωση στο δεδομένο τοίχο τουλάχιστον. Υγρασία που ξεκινάει στη γωνία της αίθουσας και ανεβαίνει μέχρι την πάνω γωνία που σχηματίζεται με το ταβάνι, καθώς και στην υπόλοιπη επιφάνεια του τοίχου όπου η θερμοκρασία είναι αρκετά χαμηλότερη από αυτή του περιβάλλοντος. Στη γωνία πάνω αριστερά φαίνεται και ο σχηματισμός κάποιων γραμμών που δημιουργεί υποψία σημαντικής διείσδυσης αέρα. Στην αίθουσα αυτή που βρίσκεται στο δεξί άκρο του κτιρίου υπάρχει σοβαρό πρόβλημα υγρασίας κάτι που μαρτυρά και η ακόλουθη φωτογραφία που έχει ληφθεί στην προέκταση του ίδιου τοίχου.



Εικόνα 5.9: Ισόγειο: Αίθουσα

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 20,1 °C

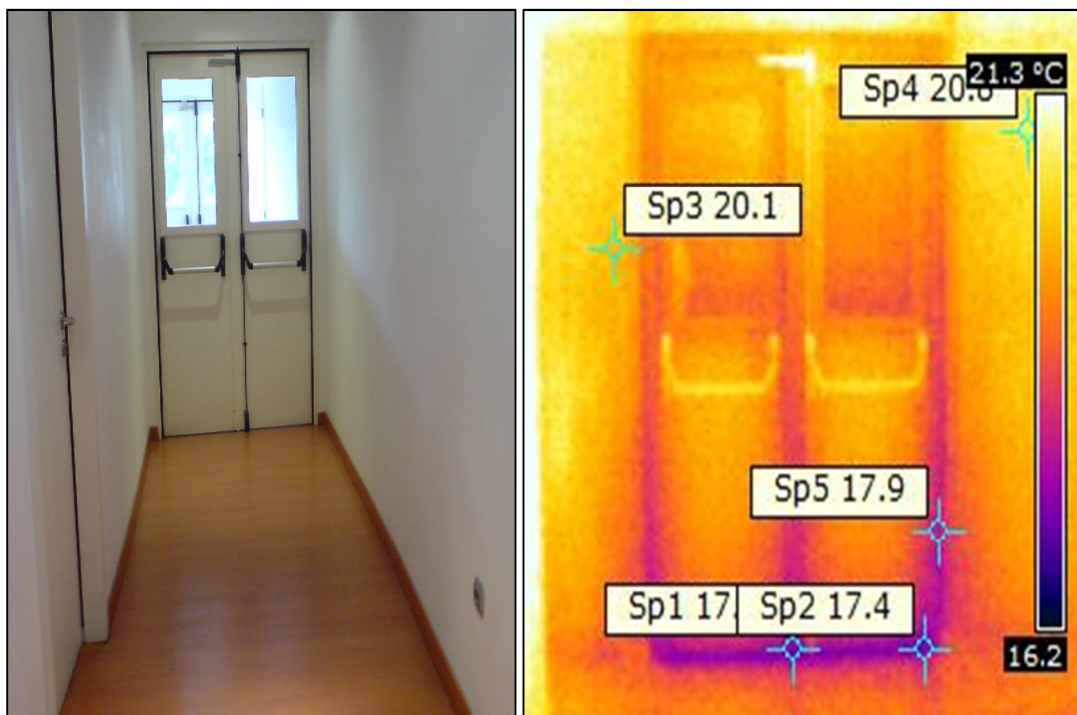
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 3,5 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 20,8 °C

Σχετική υγρασία -> 30%

Σχολιασμός: Η θερμοκρασία στο σημείο της ένωσης του τοίχου με το αλουμίνιο τείνει να γίνει ίση με αυτή του εξωτερικού περιβάλλοντος χώρου λόγω του μικρού συντελεστή θερμοπερατότητας στο σημείο αυτό. Παράλληλα έκδηλη και ιδιαίτερα έντονη είναι η αναπτυσσόμενη υγρασία πιο χαμηλά στο τοίχο αλλά όχι μόνο αφού διάσπαρτες είναι οι κηλίδες σε όλη την επιφάνειά του, που υποδηλώνουν την παρουσία της υγρασίας.



Εικόνα 5.10: Ισόγειο: Κατάληξη διαδρόμου στη πίσω πλευρά του κτιρίου

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 23,8 °C

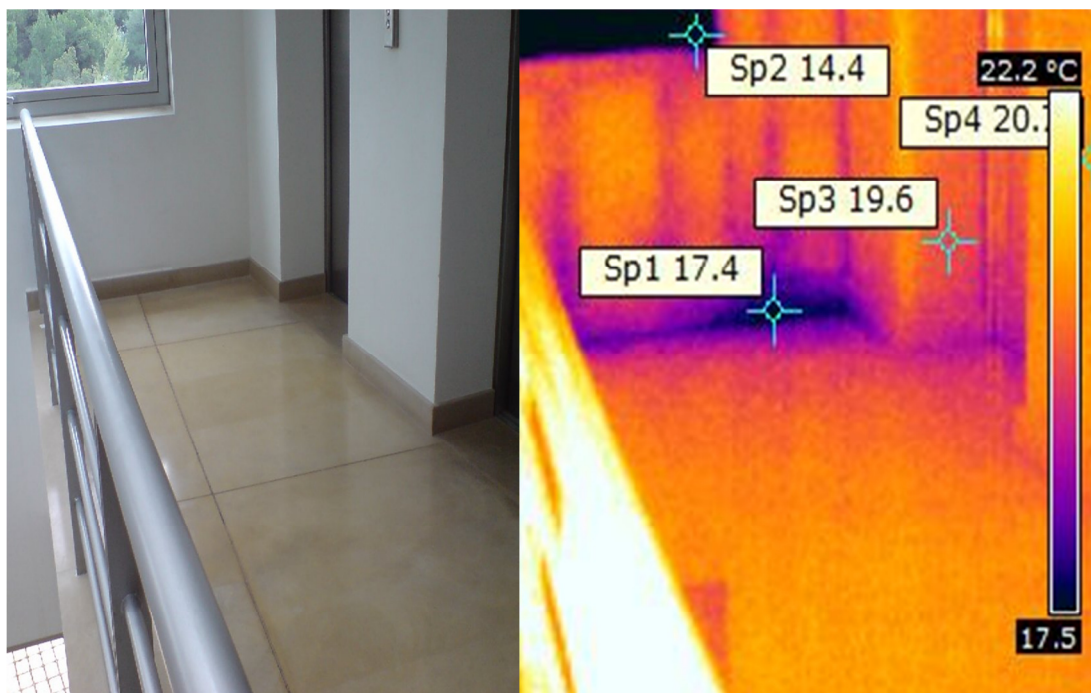
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 2,5 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 24 °C

Σχετική υγρασία -> 28%

Σχολιασμός: Στην εσωτερική όψη της κατασκευής υπάρχουν γύρω από το κάσωμα της πόρτας ψυχρότερα σημεία σε σχέση με τον υπόλοιπο τοίχο. Αυτά οφείλονται στη ροή αέρα που εισέρχεται μέσω του κουφώματος προς το εσωτερικό του χώρου. Συνεπώς, υπάρχει πιο χαμηλή θερμοκρασία σε σχέση με το διάδρομο αφού και ο αέρας που περνά από το κούφωμα της πόρτας έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτόν.



Εικόνα 5.11: Α' όροφος: Κεντρικό hall

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 21,8 °C

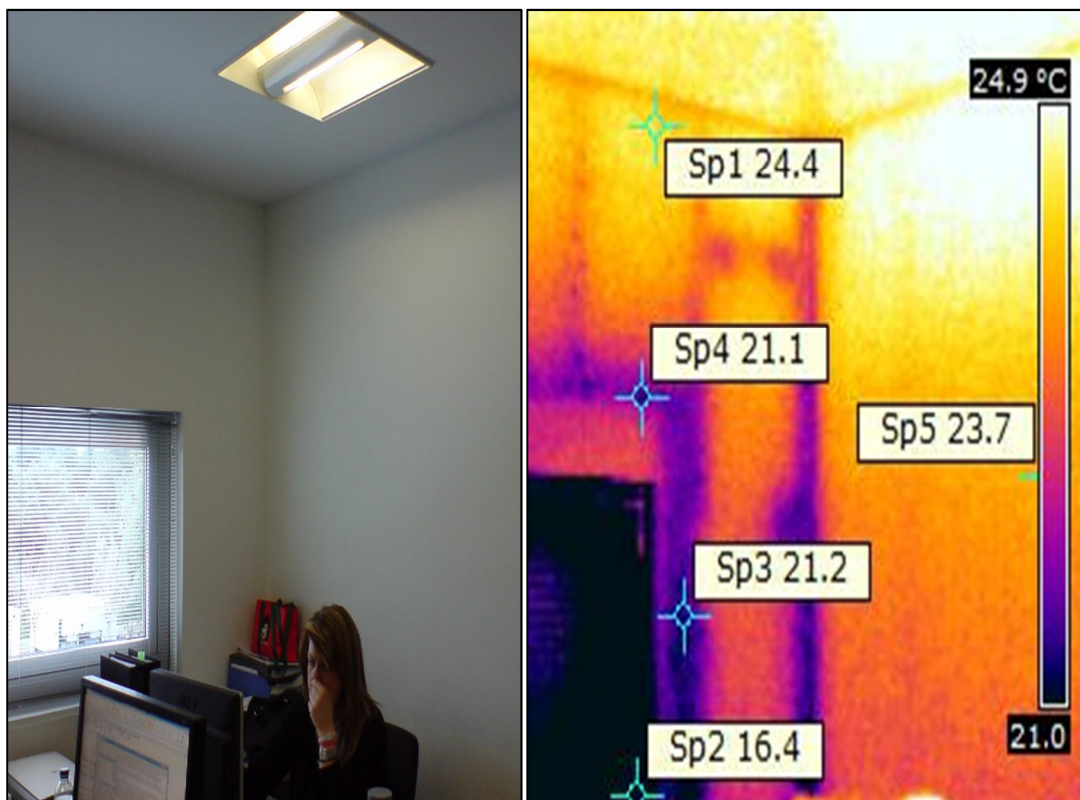
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 3 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 24 °C

Σχετική υγρασία -> 28%

Σχολιασμός: Υπάρχει υγρασία στη γωνία, στην ένωση των τοίχων και κάτω από το παράθυρο. Στα σημεία αυτά η θερμοκρασία είναι μικρότερη σε σχέση με τα σημεία της υπόλοιπης τοιχοποιίας διότι η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού βοηθά ώστε να γίνονται πιο αργά οι μεταβολές της θερμοκρασίας σε σχέση με τα υπόλοιπα υλικά. Έτσι κατά τις πρωινές ώρες που πάρθηκε η φωτογραφία το νερό διατηρεί ακόμα χαμηλή τη θερμοκρασία του ενώ η τοιχοποιία έχει απορροφήσει θερμότητα από την ακτινοβολία του ήλιου.



Εικόνα 5.12: Α' όροφος: Δ.Τ.Ε

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 26,4 °C

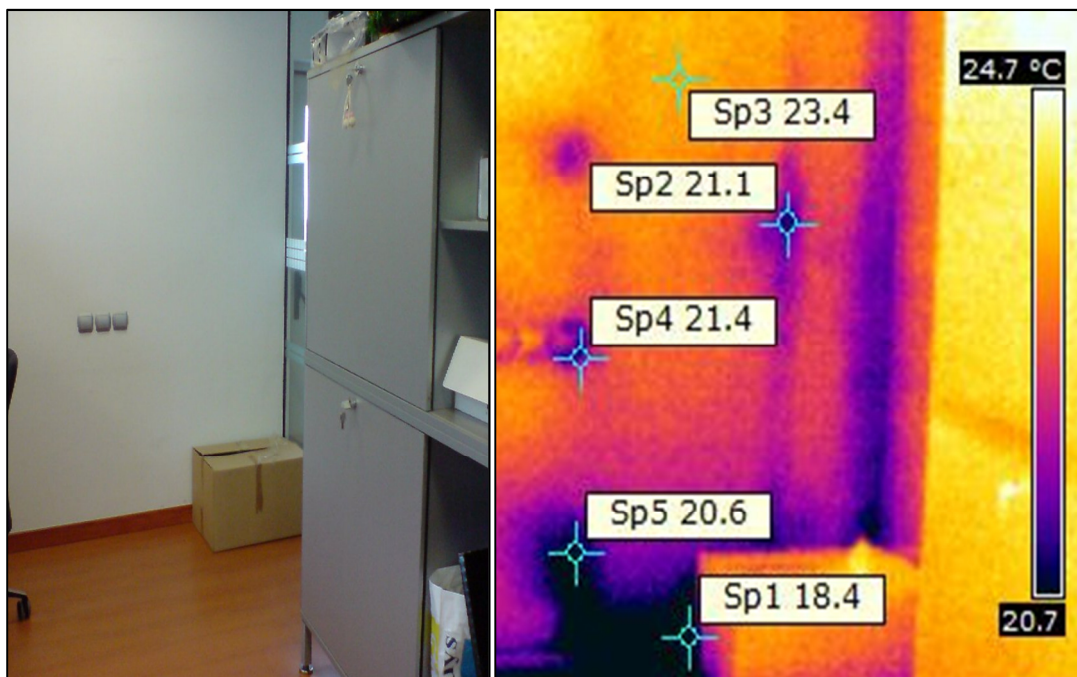
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 3 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 24,3 °C

Σχετική υγρασία -> 30%

Σχολιασμός: Όπως φαίνεται στην υπέρυθρη φωτογραφία παραπάνω η επαφή της κάσας του κουφώματος και της τοιχοποιίας δημιουργεί θερμογέφυρα που αφήνει ροή θερμότητας να διαπεράσει την κατασκευή από μέσα προς τα έξω και αντίστροφα. Έτσι ο χώρος ζεσταίνεται πιο γρήγορα, ειδικά το καλοκαίρι. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται και όταν ο χώρος θερμαίνεται το χειμώνα. Τα σημεία αυτά δεν είναι σε θέση να συγκρατήσουν την θερμότητα στο εσωτερικό της κατασκευής αλλά υπάρχει διαρροή προς το εξωτερικό περιβάλλον και έτσι ο χώρος χρειάζεται μεγαλύτερο ποσό θερμότητας για να φτάσει την επιθυμητή θερμοκρασία. Παρατηρείται επίσης, ακόμη μια περίπτωση υγρασίας στη γωνία που σχηματίζουν οι τοίχοι κάτι που αποτελεί ένα βασικό πρόβλημα και πολλές φορές έχει διαπιστωθεί στο εν λόγω κτίριο.



Εικόνα 5.13: Α' όροφος: Marketing

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 24,4 °C

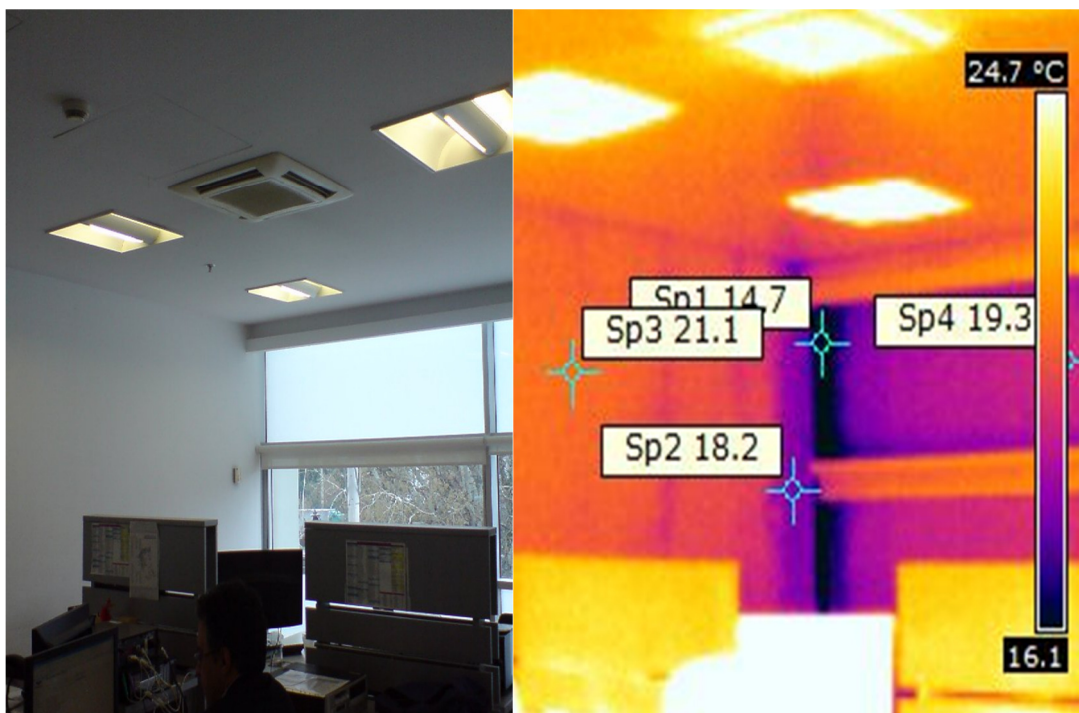
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 2,5 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 23,7 °C

Σχετική υγρασία -> 30%

Σχολιασμός: Κάτω χαμηλά και προς τη γωνία του δωματίου παρατηρείται συμπύκνωση, δηλαδή ιδιαίτερα αναπτυγμένη υγρασία η οποία όπως φαίνεται είναι και ανερχόμενη. Ιδιαίτερα σκουρόχρωμες κηλίδες στην υπέρυθη φωτογραφία παρουσιάζουν την έκταση του προβλήματος.



Εικόνα 5.14: Α' όροφος: Καπνιστού

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 27,7 °C

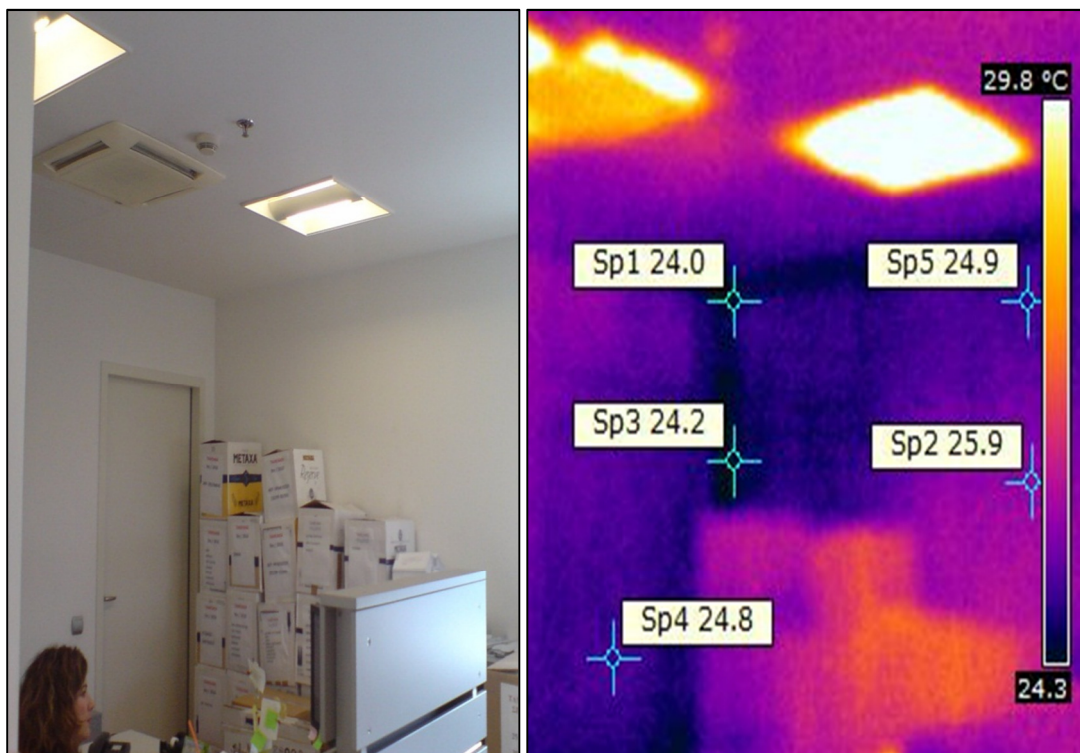
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 3 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 26,3 °C

Σχετική υγρασία -> 28%

Σχολιασμός: Η θερμοκρασία στο σημείο της ένωσης του τοίχου με το αλουμίνιο τείνει να γίνει ίση με αυτή του εξωτερικού περιβάλλοντος χώρου λόγω του μικρού συντελεστή θερμοπερατότητας στο σημείο αυτό. Ευαίσθητα σημεία αποτελούν πολύ συχνά τα σημεία συναρμογής των κουφωμάτων με τις τοιχοποιίες. Καθώς κανένας συμβατικός τοίχος επιχρισμένων οπτόπλινθων στο τελείωμά του δεν σχηματίζει απόλυτη ευθεία, είναι πρακτικά αδύνατη η πλήρης επαφή μεταξύ κάσας του κουφώματος και τοιχοποιίας. Τα κενά που δημιουργούνται κατά την εφαρμογή –άλλοτε ευμεγέθη και άλλοτε σχεδόν αδιόρατα– λειτουργούν πάντα ως θερμογέφυρες. Η θερμογέφυρα αντιμετωπίζεται με την πλήρη κάλυψη των δημιουργούμενων κενών μεταξύ τοιχοποιίας και κάσας του κουφώματος με αφρό πολυουρεθάνης ή με οποιοδήποτε άλλο θερμομονωτικό υλικό που θα εγχυθεί ενδιάμεσα και θα τα φράξει. Οφείλει κατόπιν να καλυφθεί με αρμοκάλυπτρο προκειμένου να αποφύγει την επίδραση της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας.



Εικόνα 5.15: Β' όροφος: Λογιστήριο

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 25,1 °C

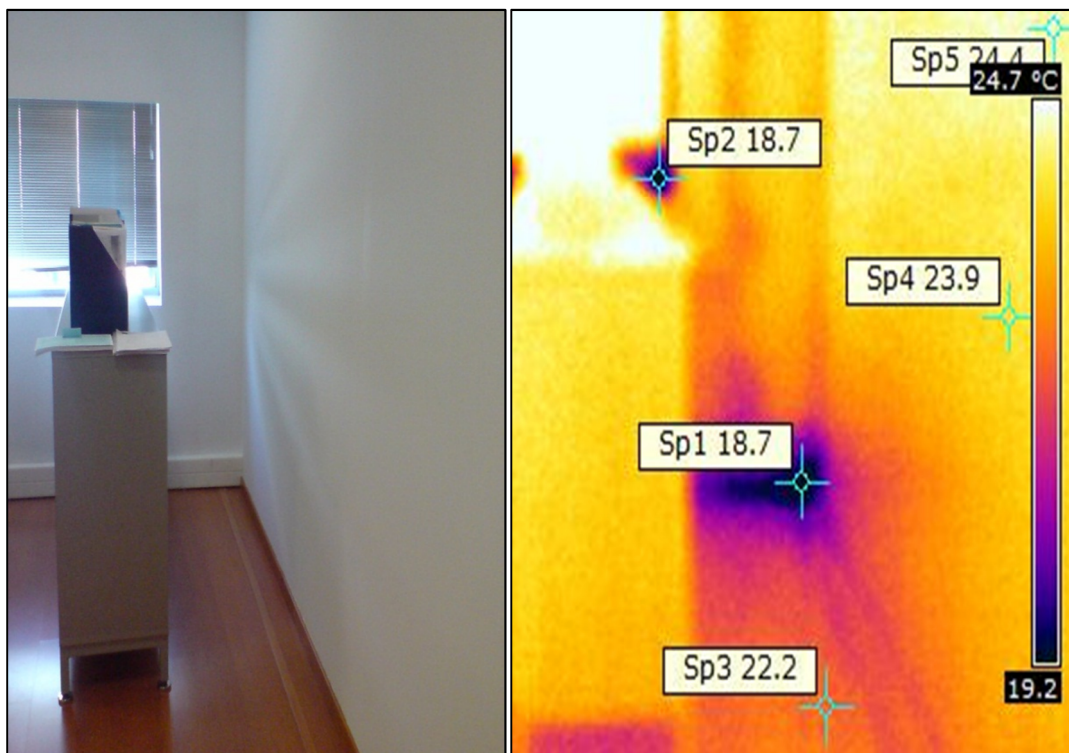
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 3 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 23,8 °C

Σχετική υγρασία -> 36%

Σχολιασμός: Ένα ακόμη παράδειγμα της πρόχειρης μόνωσης όπως φαίνεται που υπάρχει στο κτίριο, αφού η υγρασία είναι ένα βασικό θέμα που σίγουρα ενεργειακά αδικεί και υποβαθμίζει τη κατασκευή του. Ιδιαίτερα αναπτυγμένη υγρασία παρατηρείται στη γωνία του τοίχου η οποία σιγά σιγά απλώνεται και στην υπόλοιπη επιφάνεια αυτού όπως φαίνεται από τα μελανά χρώματα που παρουσιάζει η παραπάνω υπέρυθη φωτογραφία.



Εικόνα 5.16: Β' όροφος: Ταμείο

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 26,1 °C

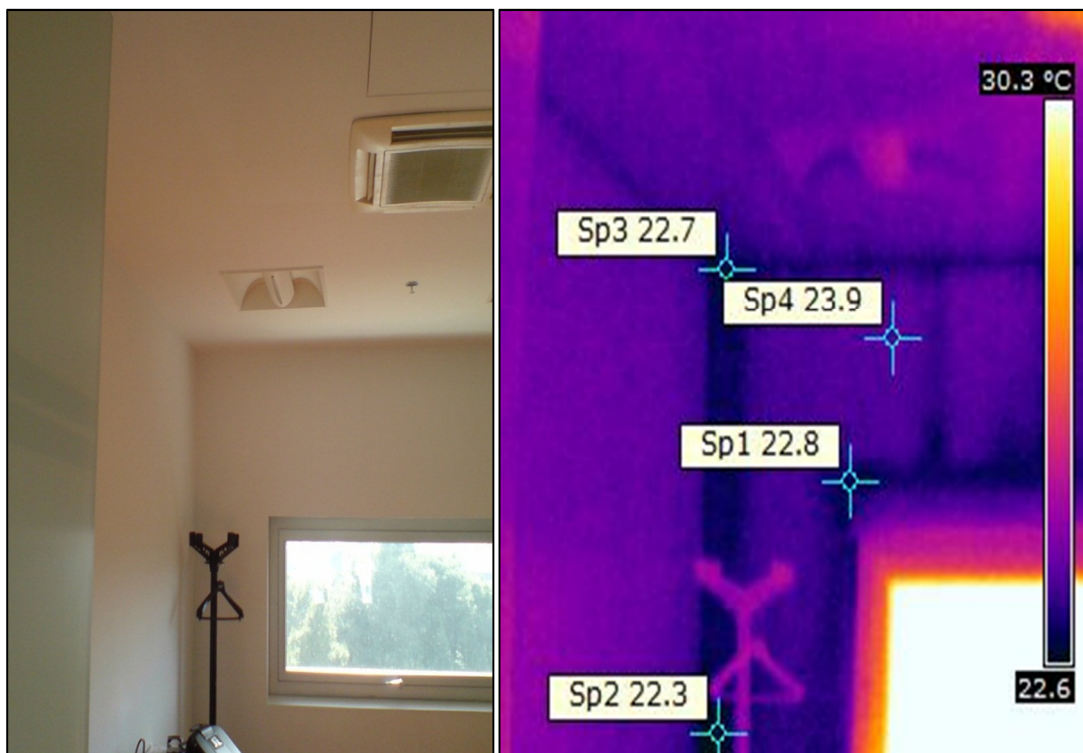
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 3 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 26,7 °C

Σχετική υγρασία -> 31%

Σχολιασμός: Στο χώρο αυτό δεν φαίνεται να έχει πάρει ακόμη μεγάλες διαστάσεις όπως σε κάποιους προηγούμενους, αλλά στη γωνία που σχηματίζεται από τους δύο τοίχους παρατηρείται έντονη παρουσία υγρασίας η οποία δεν έχει αρχίσει ακόμη να ανεβαίνει προς τα πάνω στην υπόλοιπη επιφάνεια του τοίχου, φυσικά όμως δε μπορεί να θεωρηθεί και αμελητέα.



Εικόνα 5.17: Β' όροφος: Μωραΐτης

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 23,6 °C

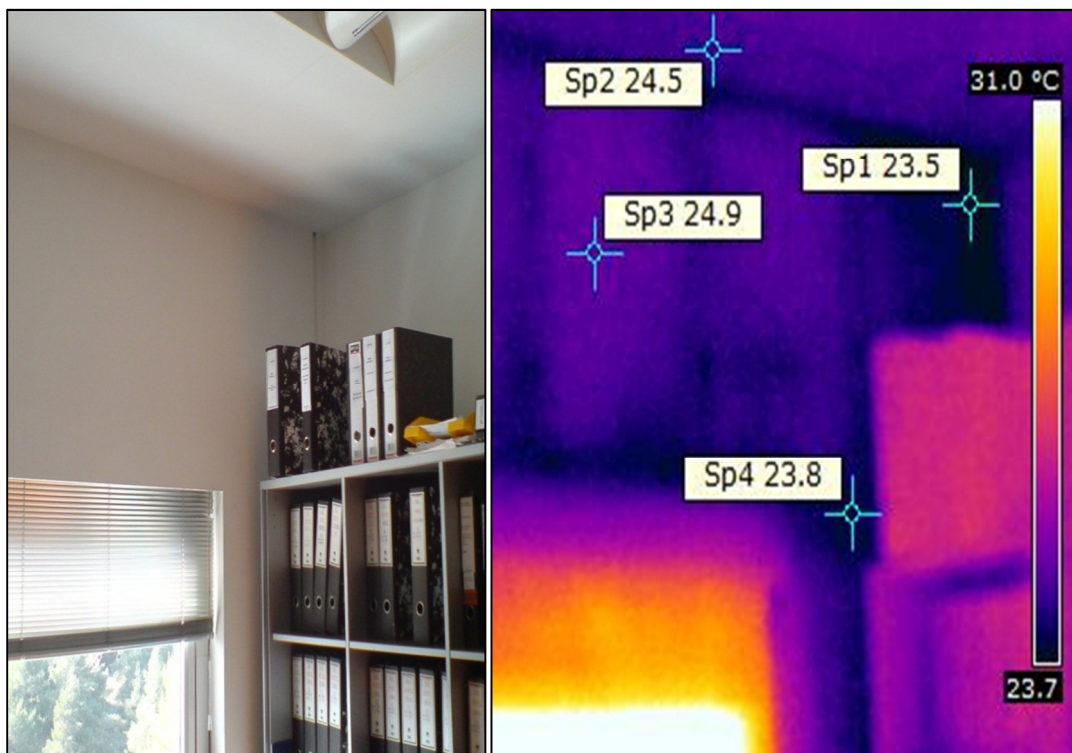
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 3 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 24,9 °C

Σχετική υγρασία -> 34%

Σχολιασμός: Στο εσωτερικό του κτιρίου στην θέση του αρμού του κουφώματος αναπτύσσονται χαμηλές θερμοκρασίες. Η ροή αέρα παρουσιάζεται σε μορφή γραμμών. Κάτι τέτοιο είναι εμφανές τόσο γύρω από το κούφωμα του παραθύρου όπου παρατηρείται σημαντική διείσδυση αέρα που αλλοιώνει φυσικά την θερμοκρασία του δωματίου, όσο και κατά μήκος της κατακόρυφης επιφάνειας που σχηματίζεται στη γωνία του δωματίου που οφείλεται στη κακή εναπόθεση της μόνωσης.



Εικόνα 5.18: Β' όροφος: Ε.Δ

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 25,9 °C

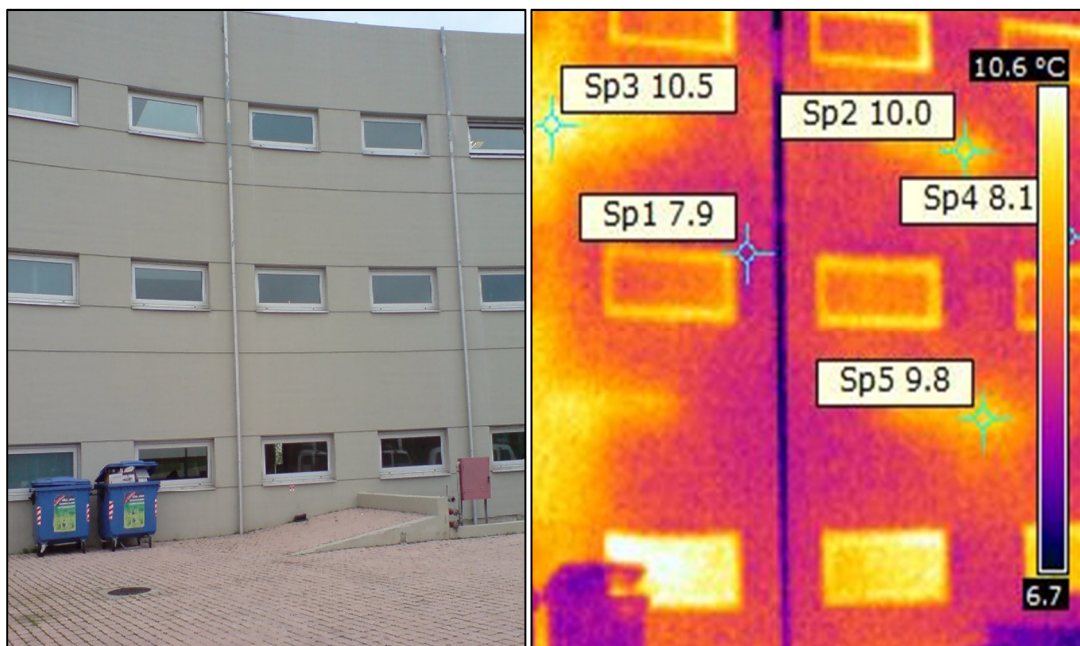
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 3 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 24,4 °C

Σχετική υγρασία -> 33%

Σχολιασμός: Σε αυτή τη φωτογραφία παρατηρείται για ακόμη μια φορά το σύννητες αλλά σοβαρό ταυτόχρονα θέμα εισαγωγής αέρα απο το κούφωμα του παραθύρου. Η θερμοκρασία γύρω απο αυτό είναι χαμηλότερη συγκριτικά με την υπόλοιπη επιφάνεια του τοίχου. Πρόβλημα επίσης παρουσιάζεται και ψηλά εκεί που σχηματίζεται γωνία στο ταβάνι αφού έκδηλη είναι η ύπαρξη υγρασίας που ευθύνεται για τις επίσης χαμηλές θερμοκρασίες που εμφανίζονται στην εν λόγω επιφάνεια.



Εικόνα 5.19: Εξωτερική πίσω όψη κτιρίου

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης -> 17,5 °C

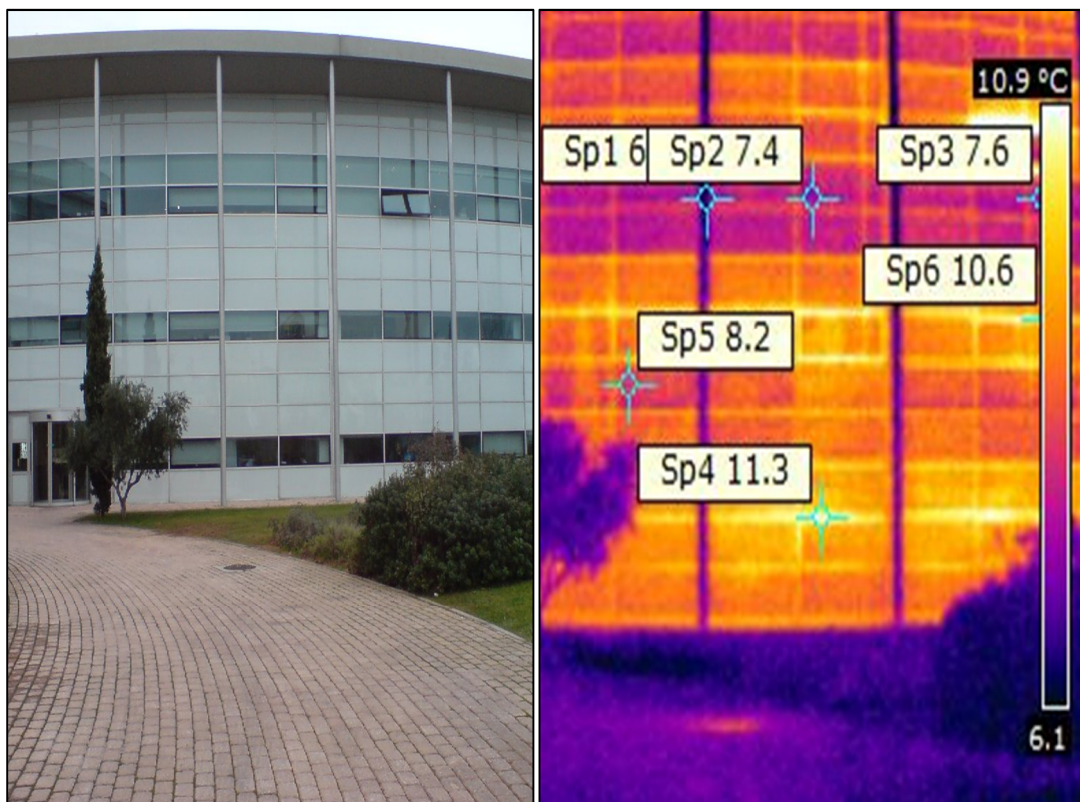
Απόσταση λήψης φωτογραφίας -> 2 m

Συντελεστής εκπομπής -> 0,97

Θερμοκρασία περιβάλλοντος -> 16,8 °C

Σχετική υγρασία -> 52%

Σχολιασμός: Στο σημείο ένωσης του τοίχου με τον φέροντα οργανισμό (μέτωπο πλάκας και κολώνες) η θερμοκρασία είναι υψηλότερη σε σχέση με τα σημεία της υπόλοιπης τοιχοποιίας. Δημιουργήθηκε θερμογέφυρα λόγω της διακοπής της μειωμένης θερμικής αντίστασης στα σημεία αυτά. Έτσι υπάρχει ροή θερμότητας από το εσωτερικό προς το εξωτερικό της κατασκευής (η θερμότητα στα σημεία αυτά δεν καταφέρνει να συγκρατηθεί εντός του κτιρίου).



Εικόνα 5.20 Εξωτερική μπροστινή όψη κτιρίου

Στοιχεία θερμογράφησης: Θερμοκρασία ανάκλασης $\rightarrow 3,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Απόσταση λήψης φωτογραφίας $\rightarrow 7 \text{ m}$

Συντελεστής εκπομπής $\rightarrow 0,97$

Θερμοκρασία περιβάλλοντος $\rightarrow 11,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Σχετική υγρασία $\rightarrow 76\%$

Σχολιασμός: Στην παραπάνω υπέρυθρη φωτογραφία διακρίνονται ουσιαστικά οριζόντια επίπεδα με διαφορετικές θερμοκρασίες. Το γεγονός αυτό αιτιολογεί η διαφορά στα δομικά υλικά που υπάρχει αφού όπου η φωτογραφία είναι πιο ανοιχτόχρωμη (κίτρινη, κόκκινη) το κτίριο καλύπτεται από διπλό υαλοπίνακα και μόνο, ενώ στις πιο σκούρες επιφάνειες (σκούρο μπλε, μώβ) ακριβώς πίσω από τον ίδιο διπλό υαλοπίνακα βρίσκεται τοίχος που πρακτικά χωρίζει τους ορόφους τον έναν από τον άλλο.

5.5 Ανάλυση καυσαερίων λεβήτων

Κάθε λέβητας αποτελείται από τον θερμαντήρα ή φλογοθάλαμο, τους φλογαυλούς ή αεραυλούς και τον υδροθάλαμο, ή τον ατμοθάλαμο για λέβητες ατμού, ή αεροθάλαμο για αερολέβητες.

Φλογοθάλαμος είναι ο χώρος όπου γίνεται η καύση. Υδροθάλαμος είναι ο χώρος που υπάρχει το νερό για την μεταφορά θερμότητας. Φλογαυλοί είναι διαδρομές του λέβητα, μέσα από τις οποίες οδηγούνται τα καυσαέρια προς την καπνοδόχο. Οι φλογαυλοί σε λέβητες χαλύβδινους, είναι συνήθως σωλήνες μεγάλου μήκους και περιβάλλονται από το προς θέρμανση νερό ή αέρα ή ατμό.

Ορισμένοι κατασκευαστές τοποθετούν μειωτήρες καυσαερίων μέσα στους φλογαυλούς. [15]

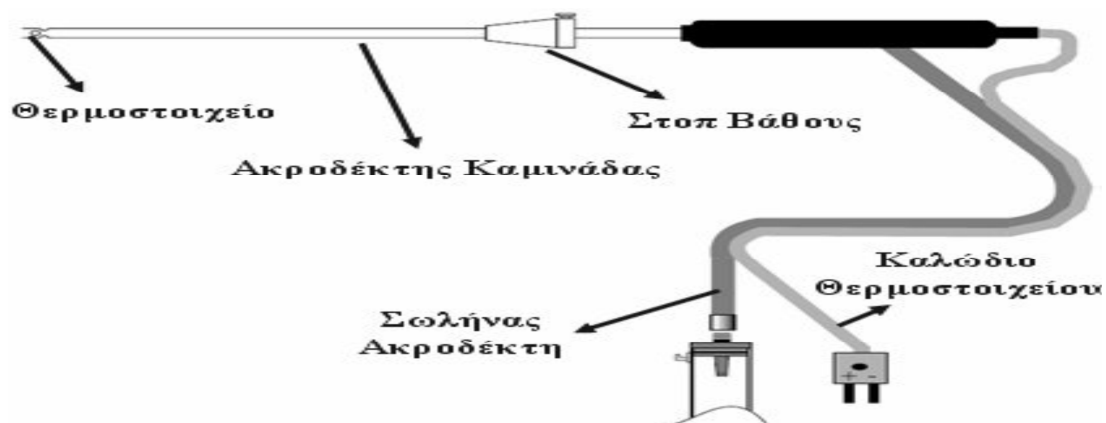
Τίθεται θέμα ανάλυσης καυσαερίων προκειμένου να μελετηθούν και να αξιολογηθούν τόσο η αποδοτικότητα όσο και οι εκπομπές των λεβήτων. Τα μεγέθη αυτά δύναται να διευκρινιστούν πλέον με ακρίβεια αρκετά καλή μέσω εξελιγμένων κι όχι ιδιαίτερα ακριβών ηλεκτρονικών συσκευών. Η καταγραφή-ανάλυση αυτή είναι βαρύνουσας σημασίας μιας και οι ισχύοντες περιβαλλοντικοί κανονισμοί είναι ιδιαίτερα αυστηροί. Όσον αφορά τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν, είναι «εργαλεία» χειρός, εύχρηστα και ακριβή όπως προαναφέρθηκε.

Στη προκειμένη περίπτωση η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε ήταν τέτοιου τύπου ώστε οι μετρήσεις που προκύπτουν να καθιστούν επαρκή τα συμπεράσματα που εξήχθησαν. Στη διαδικασία καύσης, είσοδοι αποτελούν το καύσιμο και αέρας. Ως λογικό συμπέρασμα επομένως προκύπτει πως η σύνθεση των καυσαερίων αποτελείται κατά κύριο λόγο από οξυγόνο, άζωτο, υδρογόνο και άνθρακα. Ουσιαστικά την απόδοση της καύσης επηρεάζουν το οξυγόνο (O) και ο άνθρακας (C), ενώ παράλληλα οι όποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις οφείλονται στα οξείδια του αζώτου (NOx), το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και το μονοξείδιο του άνθρακα (CO).

5.5.1 Διάταξη και διαδικασία μέτρησης

Η διαδικασία που ακολουθείται για τη διεξαγωγή της ανάλυσης καυσαερίων είναι η εξής: Εισάγεται ένας ακροδέκτης μέσα στη φλόγα του καυστήρα, περίπου μέχρι το μέσο της καπνοδόχου, ανάμεσα στο τελευταίο ενναλάκτη θερμότητας και στον εκτροπέα ή σε κάθε πηγή αέρα που εισέρχεται σε καύσιμο και δεν πέρασε τη διαδικασία της καύσης, οπότε και αρχίζει η δειγματοληψία των καυσαερίων χάρη στο θερμοστοιχείο που βρίσκεται στο άκρο του ακροδέκτη. Το βάθος στο οποίο θα

εισαχθεί ο ακροδέκτης ρυθμίζεται με τη βοήθεια ενός στοπ βάθους που μπορεί να μετακινηθεί κατά μήκος του ακροδέκτη και να σταθεροποιηθεί στο επιθυμητό σημείο. Αυτά φαίνονται στο ακόλουθο σχήμα.



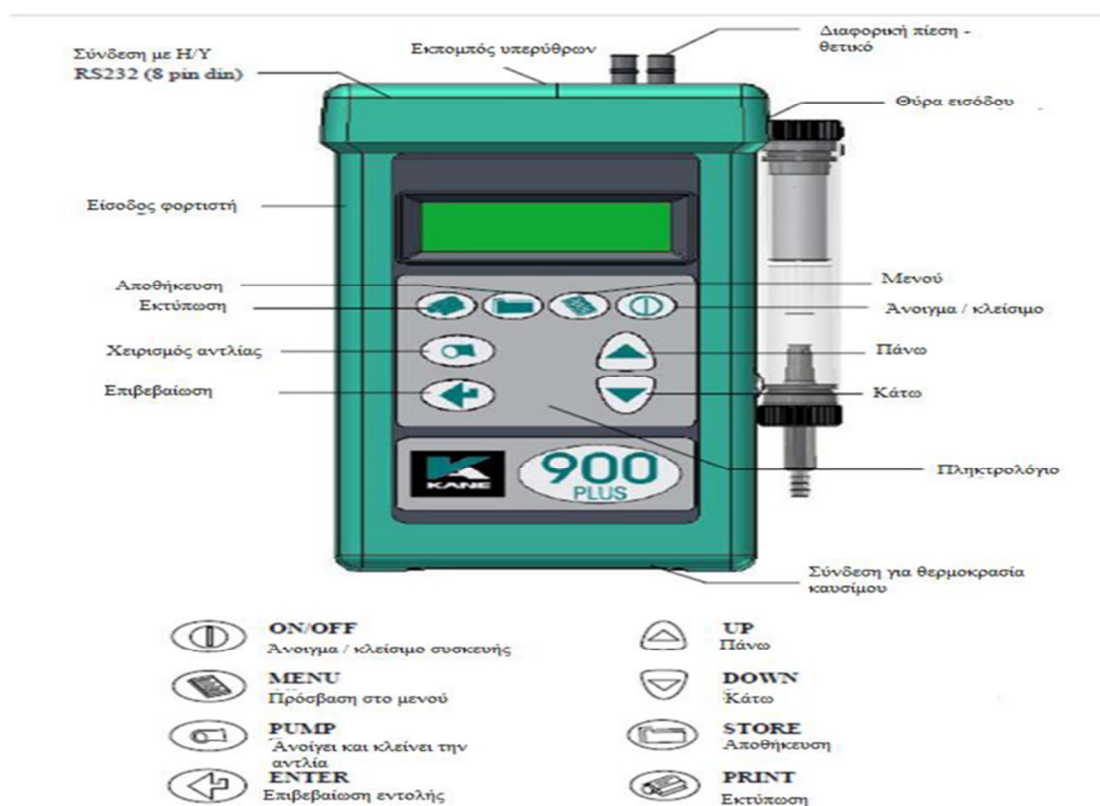
Εικόνα 5.21: Σύνδεση ακροδέκτη

Κρίνεται επίσης απαραίτητο να μετρηθεί η θερμοκρασία του αέρα από την καύση ή της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος αν αυτή είναι η πηγή του αέρα της καύσης.

Όταν ο ακροδέκτης βρεθεί σε σημείο όπου δεν υπάρχει επαρκής «καθαρός αέρας», στον αναλυτή θα εμφανίζεται χαμηλή ένδειξη οξυγόνου ή χαμηλή ένδειξη «Poison Index».

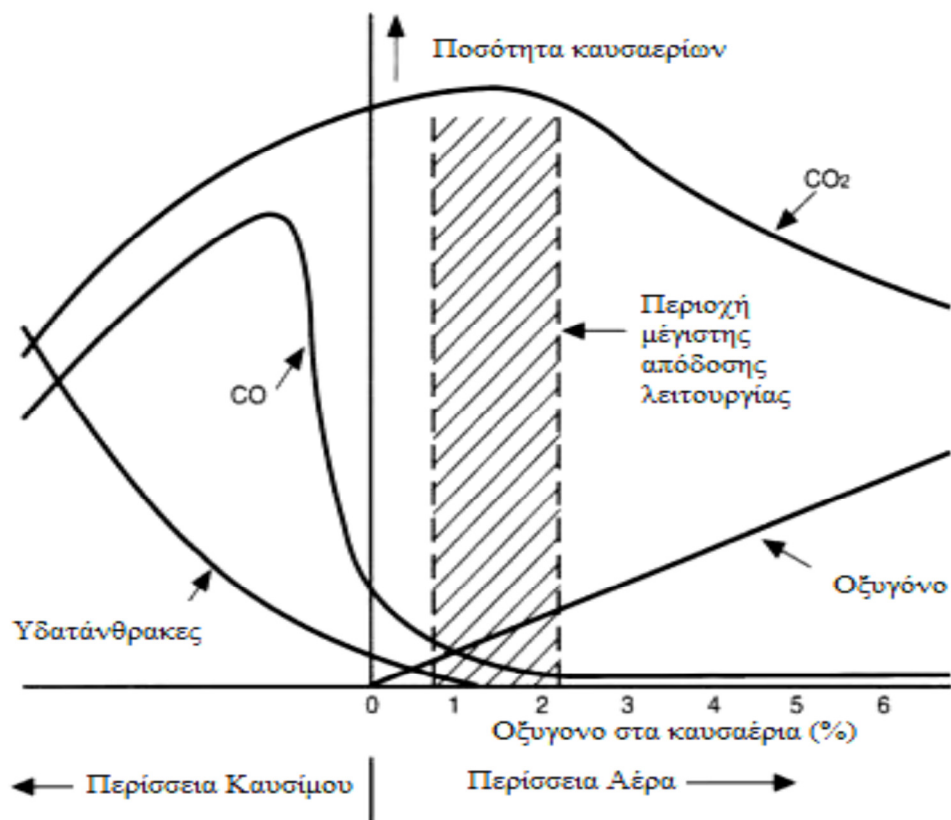
Οι ακροδέκτες και οι αισθητήρες δεν έχουν απεριόριστο χρόνο ζωής. Ηλεκτροχημικά μέρη φθείρονται λόγω της έκθεσής τους σε ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες και διαβρωτικά αέρια κατά την διαδικασία των μετρήσεων. Οι συνθήκες πολλές φορές για αυτό το λόγο προτρέπουν στη χρήση υπέρυθρων αισθητήρων παρότι είναι ακριβότεροι.

Ο αναλυτής που χρησιμοποιήθηκε φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



Εικόνα 5.22: Αναλυτής καυσαερίων

Τα μεγέθη που μετρώνται υπολογίζονται είτε σε rpm είτε σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) ανάλογα πάντα με το εκάστοτε μέγεθος. Οι πιο σύνηθεις μετρήσεις που συνδέονται με την αποδοτικότητα είναι αυτές του οξυγόνου (O), του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και της θερμοκρασίας. Ένας ακόμα χρήσιμος δείκτης είναι το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), αν και σε περίπτωση που το οξυγόνο βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις δε πρέπει αυτό να παρουσιάζεται σε μεγάλες ποσότητες. Αν παρουσιάζεται σε μετρήσιμες ποσότητες, αυτό θα πεί πως η μονάδα χρειάζεται περισσότερο οξυγόνο προκειμένου να μη γίνεται ατελής καύση του άνθρακα. Είναι γεγονός πως στη περίσσεια οξυγόνου συχνά οφείλεται η χαμηλή απόδοση του καυστήρα, ενώ παράλληλα η έλλειψη οξυγόνου συνεπάγεται τη παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα, κάπνισμα του λέβητα και πιθανή καταστροφή αυτού. Περίσσεια του οξυγόνου συνεπάγεται περίσσεια του αέρα στη καύση κάτι που οδηγεί σε άμεση πτώση της απόδοσης. [16]



Εικόνα 5.23 Συμπεριφορά της απόδοσης καύσης συναρτήσει διαφόρων παραμέτρων

Αφού επιτευχθεί η επιδιωκόμενη-ορθή δειγματοληψεία, ακολουθεί ο προσδιορισμός του δείκτη της αιθάλης των καυσαερίων του καυστήρα. Ο αναλυτής καυσαερίων είναι εύχρηστος αρκετά, ώστε τοποθετώντας το ειδικό χάρτινο φίλτρο στο ακροστοιχείο δειγματοληψείας του να προκύψει κατευθείαν η μέτρηση του δείκτη αιθάλης κατόπιν σύγκρισης αυτού με το πρότυπο έντυπο της κλίμακας Bacharach. Η αξιολόγηση των ειλημένων μετρήσεων του δείκτη αιθάλης γίνεται οπτικά με εναπόθεση του ειδικού χάρτινου φίλτρου υπό την κλίμακα σύγκρισης του δείκτη αιθάλης έτσι ώστε η κηλίδα της αιθάλης να καλύπτει ολόκληρη την επιφάνεια μιας οπής της κλίμακας σύγκρισης. Το δείκτη αιθάλης υποδεικνύει η πλησιέστερη προς τη κηλίδα της αιθάλης σε επίπεδο μαυρίσματος επιφάνεια της κλίμακας σύγκρισης.

Η απόδοση καύσης του αναλυτή που υπολογίζεται, εκφράζει το ποσοστό ενέργειας του καυσίμου που αποδίδεται σαν χρήσιμη θερμική ενέργεια. Πιο αναλυτικά, σε μια ορισμένη ποσότητα καυσίμου που καταναλώνεται αντιστοιχεί παραγωγή μιας μέγιστης ποσότητας θερμότητας, που μεταφέρεται στο νερό του λέβητα. Πρακτικά όμως, το σύστημα καυστήρα-λέβητα ποτέ δεν μπορεί να εκμεταλλευτεί ολόκληρη αυτή τη θερμογόνα δύναμη του καυσίμου, αλλά μόνο ένα ποσοστό, καθώς

υπάρχουν κάποιοι παράγοντες όπως οι απώλειες από τα τοιχώματα του λέβητα, η θέρμανση κάποιας ποσότητας αέρα, η ατελής καύση και η απαγωγή θερμών καυσαερίων στο περιβάλλον που αναστέλλουν την εξολοκλήρου μετατροπή του καυσίμου σε θερμική ενέργεια. Το ποσοστό εκμετάλλευσης της ενέργειας του καυσίμου λέγεται βαθμός απόδοσης και αποτελεί μία καθοριστική παράμετρο της καλής και οικονομικής ταυτόχρονα λειτουργίας μίας εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης.

Τον βαθμό απόδοσης ενός λέβητα μπορούμε να τον βρούμε κατά προσέγγιση από την ακόλουθη σχέση:

$BA=100*QA/B*HK$ όπου:

BA =Βαθμός απόδοσης

QA =Η ονομαστική ισχύς του λέβητα σε Kcal/h

B = Η ωριαία κατανάλωση καυσίμου σε Kg/h

HK =Κατώτερη θερμική δύναμη καυσίμου σε Kcal/h (για πετρέλαιο 10.500) [16]

5.5.2 Επεξεργασία αποτελεσμάτων μέτρησης

Στον ακόλουθο πίνακα καταγράφονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης καυσαερίων. Μελετήθηκαν δύο λέβητες, οι οποίοι τέθηκαν σε εκτός προγράμματος λειτουργία καθώς την περίοδο που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις, δε λειτουργούσε η κεντρική θέρμανση.

Πίνακας 5.1: Αποτελέσματα ανάλυσης καυσαερίων λεβήτων

ΚΤΙΡΙΟ	ΓΡΑΦΕΙΑ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΦΟΡΟΛΟΓΗΤΩΝ ΕΙΔΩΝ	
	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΛΕΒΗΤΑ	405 kW (Α' ΛΕΒΗΤΑΣ)
ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ	
ΕΤΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	Σεπτέμβριος 2010	Σεπτέμβριος 2010
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	180 °C	180 °C
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	24,8 °C	24,8 °C
ΟΞΥΓΟΝΟ - O₂	4,7 %	5,7 %
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ - CO₂	12 %	11,3 %
SMOKE (Brigon smoke scale 0-9)	1	1
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ - CO	29 ppm	24 ppm

ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ - NOx	65 ppm	62 ppm
ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ ΑΕΡΑ - λ	1,26	1,37
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	5 %	5,3 %
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ - EFF (N)*	95 %	94,7 %

Για υψηλό βαθμό απόδοσης απαιτείται:

- Λέβητας και σωληνώσεις ισχυρά μονωμένες.
- Ο λέβητας να μην βρίσκεται σε αναμονή, για να αποφεύγονται οι απώλειες διακοπής και λειτουργίας.
- Υψηλός βαθμός απόδοσης καύσης (πάνω από 90%).
- Μικρός σε διαστάσεις λέβητας, με μικρή περιεκτικότητα νερού και σύμφωνα με τις απαιτήσεις (όχι πολύ μεγαλύτερος από αυτόν που απαιτείται). [16]

5.5.3 Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων προκύπτει ότι η απόδοση καύσης είναι πολύ καλή και για τους δύο λέβητες, δεδομένου ότι ελάχιστη απαιτούμενη απόδοση είναι το 80% ενώ και οι δύο λέβητες του κτιρίου έχουν απόδοση περί το 95%.

Επίσης, η ποσότητα οξυγόνου και στους δύο λέβητες δεν είναι αμελητέα κάτι που δικαιολογείται από τη περίσσεια αέρα στον κάθε λέβητα. Περίσσεια αέρα είναι ο λόγος του περιεχόμενου αέρα στον καυστήρα προς τον στοιχειομετρικά απαιτούμενο για ιδανική καύση. Επιβεβαιώνεται και από τις μετρήσεις πως όσο μεγαλύτερη είναι η περίσσεια αέρα τόσο μεγαλύτερη είναι και η ποσότητα οξυγόνου. Έτσι στον λέβητα Α', η περίσσεια αέρα κυμαίνεται στο 1,26 και η ποσότητα οξυγόνου στο 4,7%, ενώ στον λέβητα Β' η περίσσεια αέρα είναι 1,37 με αντίστοιχη ποσότητα οξυγόνου 5,7%.

Σε αντίθεση με το οξυγόνο, το ποσοστό του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που περιέχεται στα καυσαέρια είναι αντιστρόφως ανάλογο της περισσειας αέρα κι αυτό φαίνεται από τα νούμερα στο πίνακα παραπάνω (12% και 11,3% για τους λέβητες Α' και Β' αντίστοιχα). Με άλλα λόγια, όσο πιο υψηλό είναι το ποσοστό CO₂, τόσο η καύση πλησιάζει την τέλεια (άρα μικρή περίσσεια αέρα).

Όσον αφορά στη θερμοκρασία καυσαερίων, και στους δύο λέβητες είναι μέσα στα όρια καλής λειτουργίας ώστε να αποφεύγεται η συμπύκνωση υδρατμών. Η θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων όπως προαναφέρθηκε αποτελεί βασική ένδειξη του βαθμού απόδοσης των λεβήτων.

Σε γενικές γραμμές, η υψηλή θερμοκρασία καυσαερίων οφείλεται κυρίως σε κακές συνθήκες λειτουργίας του λέβητα τις οποίες αποτελούν κατά κύριο λόγο:

- Στη πολύ μικρή ή μεγάλη περίσσεια αέρα καύσης.
- Στις αποθέσεις πάνω στους αυλούς είτε από την πλευρά του νερού είτε από την πλευρά της καύσης.
- Στην λειτουργία του λέβητα σε μεγαλύτερο απο το κανονικό φορτίο.
- Στη κακή ρύθμιση του καυστήρα ή χρησιμοποίηση ακατάλληλου καυστήρα για τον υπάρχοντα τύπο λέβητα και καυσίμου.

Σύμφωνα με την ενότητα 4.2 του Κ.Ε.Ν.Α.Κ «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΛΕΒΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ» για υφιστάμενο λέβητα υγρού καυσίμου ισχύουν τα εξής όρια εκπομπών:

- Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή απωλειών θερμότητας 14%.
- Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO) 60ppm.
- Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε οξείδια του αζώτου (NOx) 80ppm.
- Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του δείκτη αιθάλης 1 Bacharach.
- Ελάχιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία καυσαερίων 180 °C.
- Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία καυσαερίων 280 °C.
- Ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) 10%.

Παρατηρείται πως οι μετρήσεις είναι εντός των επιτρεπόμενων ορίων, επομένως οι υπάρχοντες λέβητες κρίνονται ως αρκετα ικανοποιητικοί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

6.1 Εισαγωγή

Είναι γεγονός, το δομημένο περιβάλλον επιφέρει σοβαρότατες επιπτώσεις στο ευρύτερο περιβάλλον κάτι που φυσικά δεν πρέπει και δεν αφήνει κανέναν αδιάφορο. Η ύπαρξη κάθε κτιρίου χωριστά επιδρά σημαντικά στο περιβάλλον αφού καταναλώνει σημαντικές ποσότητες φυσικών πόρων αλλά και ενέργεια. Η κατανάλωση ενέργειας σε ένα κτίριο συμπεριλαμβανομένων της θέρμανσης, του κλιματισμού, του τεχνητού φωτισμού καθώς και όλων των ηλεκτρονικών συσκευών, δεν είναι αμελητέα και συνεπάγεται εκπομπές ρύπων και διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).

Προβληματισμό προξενεί η αλόγιστη σπατάλη ενέργειας που παρατηρείται σε μεγάλα κυρίως κτίρια, είτε του δημόσιου είτε του ιδιωτικού τομέα και πόσο μάλλον όταν πρόκειται για κτίρια (π.χ. γραφείων) που δεν δικαιολογείται κάτι τέτοιο τόσο λόγω της χρήσης τους όσο και του ωραρίου τους.

Βάσει Κ.Ε.Ν.Α.Κ, την ενεργειακή επιθεώρηση ακολουθεί ο προσδιορισμός από τον επιθεωρητή των πεδίων αυτών που επιδέχονται βελτίωση. Ο ίδιος ο επιθεωρητής συντάσσει έκθεση Ενεργειακής Επιθεώρησης με τα αποτελέσματα αυτής αλλά και προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Η εν λόγω έκθεση περιλαμβάνει τόσο τα καταγεγραμμένα στοιχεία του κτιρίου όσο και συστάσεις για βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. Εκτός αυτού εκδίδεται και Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης του κτιρίου στο οποίο αυτό εντάσσεται σε ενεργειακή κατηγορία.

Στόχος του ενεργειακού ελέγχου και καταγραφής είναι η εξεύρεση επεμβάσεων που θα βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας. Οι επεμβάσεις αυτές που προτείνονται στον εκάστοτε καταναλωτή ενέργειας πρέπει να είναι τεχνικά και οικονομικά τεκμηριωμένες, έτσι ώστε να γίνει μία ιεράρχηση και να μπορούν να επιλεγούν οι βέλτιστες κατά περίπτωση λύσεις. Βασική αρχή για τις επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας είναι ότι σε κάθε περίπτωση, πριν από αντικαταστάσεις εξοπλισμού ή εισαγωγή νέων τεχνολογιών, πρέπει να εξαντλούνται τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας, έτσι ώστε να γίνεται ορθολογική τεχνικά και οικονομικά επιλογή.

6.2 Κριτήρια επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας

Τίθεται θέμα ορισμού των κριτηρίων και των διαδικασιών προκειμένου να επιτευχθεί μία συνολική αξιολόγηση και ιεράρχηση των προτεινόμενων μέτρων και επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Τα εν λόγω κριτήρια αφορούν ενεργειακά, τεχνικά, λειτουργικά, περιβαλλοντικά, οικονομικά και χρηματοδοτικά

χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου κτιρίου των ΚΑΕ. Βασικότερα εξ αυτών, καθώς αποτελούν και αντικείμενο της διενεργηθείσας ενεργειακής επιθεώρησης κρίνονται τα οικονομικά και τα ενεργειακά. [17, 18]

6.2.1 Ενεργειακά και περιβαλλοντικά κριτήρια

Μετά το πέρας της ενεργειακής επιθεώρησης, εξετάζονται τα ακόλουθα ενεργειακά και περιβαλλοντικά κριτήρια προκειμένου να εξοικονομηθεί ενέργεια:

- Η ετήσια ποσότητα εξοικονομούμενων καυσίμων (εκφρασμένη σε φυσικές ποσότητες και σε ισοδύναμη θερμότητα).
- Η ετήσια ποσότητα εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας (εκφρασμένη σε kWh).
- Το ετήσιο οικονομικό όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας (ή λόγω των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που ελήφθησαν).
- Την εξομάλυνση της μηνιαίας ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος εκφραζόμενη ως μείωση του συντελεστή ηλεκτρικού φορτίου, όπως επίσης και τα ετήσια οικονομικά οφέλη από την εξομάλυνση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα παραπάνω οικονομικά οφέλη συνδέονται στενά με τα τιμολόγια ενέργειας και τις διακυμάνσεις των σχετικών τιμών. Γι' αυτό, όλα τα ενεργειακά κριτήρια θα πρέπει να εκφράζονται τόσο σε ενεργειακές όσο και σε οικονομικές μονάδες. [17, 18]

6.2.2 Τεχνικά και λειτουργικά κριτήρια

Τα βασικότερα κριτήρια αυτού του είδους περιλαμβάνουν:

- Την αξιοπιστία λειτουργίας.
- Την τεχνολογική στάθμη και ετοιμότητα του δικτύου τεχνικής υποστήριξης σε τοπικό επίπεδο.
- Τη διαθεσιμότητα λειτουργίας σε ετήσια βάση. Αξιολογούνται οι παρεχόμενες εγγυήσεις για τον ελάχιστο αριθμό ωρών λειτουργίας σε ετήσια βάση, καθώς και το πρόγραμμα της συντήρησης και των διακοπών λειτουργίας.
- Τις δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης, συγκριτικά με τις αντίστοιχες δαπάνες πριν τη λήψη του μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας.

- Το χρόνο προσαρμογής και πλήρους απόδοσης του μέτρου. Αξιολογούνται επίσης οι απαιτήσεις για εκπαίδευση του προσωπικού. [17, 18]

6.2.3 Οικονομικά και χρηματοδοτικά κριτήρια

Τα οικονομικά κριτήρια αποτελούν τα συνήθη κριτήρια για την οριοθέτηση του έργου της ενεργειακής επιθεώρησης και την αξιολόγηση των επιμέρους επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτά περιλαμβάνουν:

- Το ύψος των απαιτούμενων κεφαλαίων για την κάλυψη των δαπανών υλοποίησης του μέτρου.
- Την οικονομική απόδοση της επένδυσης. Αξιολογείται το ετήσιο όφελος ως προς τη δαπάνη του μέτρου. Το ετήσιο όφελος περιλαμβάνει όχι μόνο τα καθαρά οφέλη από τη μειωμένη χρήση ενέργειας, αλλά και τα οφέλη (ή την επιβάρυνση) από τις ενδεχόμενες μεταβολές των δαπανών λειτουργίας και συντήρησης. Πολλές φορές περιλαμβάνει ακόμα και τα οφέλη από τη μείωση των εκπομπών ρύπων, εφόσον οι εκπομπές αυτές συμβάλλουν έμμεσα ή άμεσα στη διαμόρφωση των λειτουργικών εξόδων.
- Το ύψος της χρηματοδότησης από τρίτους. Αξιολογείται η δυνατότητα τυχόν χρηματικής υποστήριξης η οποία είναι δυνατόν να διατίθεται από αντίστοιχα εθνικά ή/και κλαδικά προγράμματα. Επίσης αξιολογείται η δυνατότητα συνεισφοράς άλλου επιχειρηματικού κεφαλαίου στη χρηματοδότηση του μέτρου (ή χρηματοδότηση από τρίτους).

Σχεδόν σε όλες τις εφαρμογές και επεμβάσεις, αναπόφευκτες κρίνονται αρχικές επενδύσεις για την υλοποίηση των εξοικονομικών μέτρων ενέργειας. Φυσικά αυτά τα αρχικά κόστη θα πρέπει κάπως να δικαιολογηθούν με τη μείωση των λειτουργικών εξόδων (που οφείλονται σε μείωση του κόστους που επιφέρει η κατανάλωση ενέργειας).

Συνεπώς γίνεται κατανοητό πως η πλειοψηφία των βελτιώσεων αποδοτικότητας των ενεργειακών συστημάτων οδηγούν όχι σε άμεση αλλά λίγο καθυστερημένη απόδοση οφέλους αφού χρειάζεται ένα διάστημα αναπλήρωσης των εξόδων στην αρχή της επέμβασης. Προκειμένου ένα έργο να θεωρείται οικονομικά αξιόλογο, πρέπει η απαιτούμενη αρχική επένδυση να είναι χαμηλότερη από το άθροισμα των ποσών εξοικονόμησης που με τη σειρά τους προκύπτουν από τη μείωση των λειτουργικών εξόδων κατά τη διάρκεια ζωής του έργου. Διαπιστώνεται επομένως πόσο σημαντική είναι η σωστή σύγκριση των διαφόρων οικονομικών μεγεθών, τόσο των εξόδων όσο και των οφέλων κατά τη διάρκεια ζωής του έργου μιας και αξία ενός χρηματικού ποσού στην αρχή του έτους είναι μικρότερη απότι στο τέλος αυτού.

Εδώ σημειώνεται ότι η διαφορά ανάμεσα στα έσοδα (εισροές) και τα έξοδα (εκροές) για μία δεδομένη περίοδο ονομάζεται χρηματορροή. Συνεπώς χρηματορροές θετικού προσήμου αντιπροσωπεύουν εισροές και αυτές με αρνητικό πρόσημο εκροές. Σημειώνεται ότι οι χρηματορροές δεν μπορούν να προστίθενται έτσι απλά αφού η αξία του χρήματος δεν παραμένει σταθερή. [17, 18]

6.3 Δείκτες οικονομικής αξιολόγησης επεμβάσεων

Στη παρούσα διπλωματική εργασία οι μέθοδοι αξιολόγησης έργων ενεργειακής βελτίωσης και οι οικονομικοί δείκτες που θα χρησιμοποιηθούν είναι οι ακόλουθοι:

- Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)
- Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)
- Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ) [17, 18]

6.3.1 Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι το συνολικό καθαρό όφελος μιας επένδυσης, που προκύπτει ως διαφορά μεταξύ του λειτουργικού κόστους και του συνόλου των δαπανών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της επένδυσης. Όλα τα ποσά εκφράζονται σε παρούσα αξία, ανηγμένα συνήθως στην αρχή του πρώτου έτους λειτουργίας της επένδυσης. Η Καθαρή Παρούσα Αξία προσδιορίζεται από την εξίσωση.

$$\text{ΚΠΑ} = -K + \sum_{i=0}^N \frac{F_i}{(1+d)^i} + \frac{Y_{AN}}{(1+d)^i} \quad (6.1)$$

Όπου, Κ: αρχική επένδυση

F_i : ετήσιο καθαρό όφελος

N: οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης

d: επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία (επιθυμητή απόδοση κεφαλαίου)

YAN: υπολλειμματική αξία της επένδυσης στο τέλος του οικονομικού κύκλου ζωής

Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

- ΚΠΑ > 0 ⇔ η επένδυση είναι βιώσιμη.

- $KPA = 0 \Leftrightarrow$ η επένδυση είναι βιώσιμη με μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης ίσο με d , πρακτικά δηλαδή υπάρχει αδιαφορία του επενδυτή ως προς την επένδυση.
- $KPA < 0 \Leftrightarrow$ η επένδυση δεν είναι βιώσιμη.

Φυσικά, όσο μεγαλύτερη είναι η ΚΠΑ, τόσο οικονομικά αποδοτικότερο θα είναι το έργο. Συχνά, η μέθοδος ΚΠΑ ονομάζεται μέθοδος καθαρής εξοικονόμησης, καθώς οι πρόσοδοι προέρχονται συνήθως από την εξοικονόμηση λειτουργικών εξόδων λόγω της πραγματοποίησης του έργου. [17, 18]

6.3.2 Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (EBA)

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης είναι η τιμή του επιτοκίου αγοράς που μηδενίζει την παρούσα αξία μίας σειράς πληρωμών και εισπράξεων. Εκφράζει ουσιαστικά την απόδοση του κεφαλαίου της αρχικής επένδυσης κατά τη διάρκεια του οικονομικού κύκλου ζωής της επένδυσης. Όσο μεγαλύτερη η τιμή του εσωτερικού βαθμού απόδοσης, τόσο πιο συμφέρον θεωρείται το επενδυτικό σχέδιο. Προσδιορίζεται ως η λύση της εξίσωσης:

$$KPA (d=EBA) = 0 \quad (6.2)$$

Διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

- $EBA > d \Leftrightarrow$ η επένδυση είναι αποδεκτή.
- $EBA = d \Leftrightarrow$ ο επενδυτής είναι αδιάφορος ως προς την επιλογή της επένδυσης.
- $EBA < d \Leftrightarrow$ η επένδυση απορρίπτεται.

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης προτιμάται από τους επιχειρηματίες παρόλο που το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας μίας επένδυσης θεωρείται περισσότερο ακαδημαϊκό. Αυτό συμβαίνει, εκτός των άλλων, γιατί ο EBA προκύπτει ως ποσοστό, συνεπώς αποτελεί καλύτερο εργαλείο σύγκρισης, αποφεύγοντας τους εγχώριους νομισματικούς όρους. [17, 18]

6.3.3 Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (EPA)

Η Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μία εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου (επιτόκιο αγοράς). Επισημαίνεται ότι δεν εκφράζει αποτελέσματα κέρδους, ούτε εξετάζει την πορεία της επένδυσης μετά την περίοδο αποπληρωμής. Προσδιορίζεται ως η λύση της εξίσωσης:

$$\text{ΚΠΑ (N=ΕΠΑ)} = 0 \quad (6.3)$$

Μία επιχειρησιακή μονάδα θεωρείται οικονομικά βιώσιμη εάν η τιμή της έντοκης περιόδου αποπληρωμής ικανοποιεί τις προσδοκίες του επενδυτή ως προς το χρόνο αποπληρωμής. Πρακτικά, εάν η ΕΠΑ είναι μικρότερη από τη διάρκεια ζωής του έργου, τότε το έργο είναι οικονομικά βιώσιμο.

Όταν συγκρίνονται εναλλακτικά επενδυτικά σχέδια με χρήση των παραπάνω κριτηρίων οικονομικής αξιολόγησης, επιλέγονται εκείνα που παρουσιάζουν είτε τη μεγαλύτερη ΚΠΑ για την ίδια πάντα χρονική διάρκεια ζωής της επένδυσης, είτε εκείνα με το μεγαλύτερο ΕΒΑ, είτε τέλος όσα παρουσιάζουν τη μικρότερη ΕΠΑ. Επισημαίνεται ότι κάνοντας οικονομική ανάλυση με τη μέθοδο του ΕΒΑ, εξάγονται θετικότερα συμπεράσματα για επεμβάσεις με μεγαλύτερες χρηματοροές τα πρώτα χρόνια, ενώ με τη μέθοδο της ΚΠΑ μετά από μερικά χρόνια. Επομένως, για τα έργα εξοικονόμησης ενέργειας που δεν αποδίδουν αμέσως, προτιμάται η μέθοδος της ΚΠΑ. [17, 18]

6.4 Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας – οικονομοτεχνική αξιολόγησή

Όσον αφορά τη παρούσα διπλωματική εργασία, θεωρείται μηδενική υπολειμματική αξία για όλες τις επενδύσεις και επιτόκιο αναγωγής ίσο με 5%.

Το κτίριο των ΚΑΕ αποτελεί καταναλωτή Μέσης Τάσης και πληρώνει τιμολόγιο Β2 γενικής χρήσης. Σύμφωνα με τη ΔΕΗ, οι τιμές πώλησης στο τιμολόγιο Β2 γενικής χρήσης ορίζονται ως εξής:

Ισχύς: χρεωστέα ζήτηση (ΧΖ)	4,3497 ευρώ/kW
Ενέργεια: όλες οι kWh	0,09412 ευρώ/kWh
Ελάχιστη χρέωση για ΧΖ ≤ 5 kW	276,38 ευρώ
Ελάχιστη χρέωση για ΧΖ > 5 kW	2,7575*(ΧΖ-5) + 276,38 ευρώ

6.4.1 Αντικατάσταση συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών ballast λαμπτήρων φθορισμού με ηλεκτρονικά ballast

Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως έως και 25% μπορεί να επιτευχθεί μέσω της αντικατάστασης των συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών ballast από ηλεκτρονικά ballast. Η κατανάλωση μειώνεται για τους παρακάτω κυρίως λόγους.

- Καλύτερη απόδοση του λαμπτήρα.
- Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας στο λαμπτήρα.
- Μικρότερες απώλειες ενέργειας στο ballast.



Εικόνα 6.1 Ηλεκτρομαγνητικά (πάνω) και ηλεκτρονικά (κάτω) ballast

Η χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών ballast συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας με την αξιοποίησή τους από τεχνολογίες αυτοματισμών που δεν μπορούν να λειτουργήσουν με μαγνητικά ballast:

- Ρύθμιση της φωτεινότητας του λαμπτήρα (dimming) μέσω αισθητήρων και ρυθμιστών φωτισμού. Η ρύθμιση αυτή είναι αδύνατη με συμβατικά ballast. Η εξοικονόμηση που μπορεί να επιτευχθεί με τοπικά συστήματα dimming κυμαίνεται από 10% έως 20% ανάλογα με τη χρήση του χώρου.
- Ένταξη της εγκατάστασης φωτισμού σε σύστημα κεντρικής διαχείρισης (BMS). Η δυνατότητα αυτή θα ήταν αδύνατη με συμβατικά ballast διότι αυτά, πρακτικά, δεν συνεργάζονται με τα συστήματα BMS. Η εξοικονόμηση ενέργειας με συστήματα BMS κυμαίνεται από 10% έως 35% ανάλογα με τη χρήση του χώρου. Επισημαίνεται και πάλι ότι η εξοικονόμηση αυτή δεν προστίθεται σ' αυτή που επιτυγχάνεται με το dimming αλλά την εμπεριέχει.



Εικόνα 6.2 Ηλεκτρονικά ballast με δυνατότητα ρύθμισης φωτεινότητας (dimming)

Επισημαίνεται ότι η απόδοση των λαμπτήρων του εμπορίου έχει μετρηθεί από τις κατασκευάστριες εταιρείες με πολύ καλής ποιότητας ballast πρότυπα- ενώ τα μαγνητικά ballast του εμπορίου εμφανίζουν σημαντικά μικρότερη απόδοση. Άρα αν αντικατασταθούν τέτοια ballast από καλής ποιότητας ηλεκτρονικά, θα αυξήσουν ακόμη περισσότερο την εξοικονόμηση ενέργειας. Υπάρχουν και άλλοι λόγοι για τους οποίους εξοικονομείται ενέργεια και χρήμα λόγω της χρησιμοποίησης ηλεκτρονικών ballast:

- Δυνατότητα λειτουργίας περισσότερων λαμπτήρων (έως 4) με 1 μόνο ηλεκτρονικό ballast. Το μαγνητικό ballast δεν μπορεί να λειτουργήσει με περισσότερους των 2 λαμπτήρων π.χ. τυπικό φωτιστικό 4X18W καταναλώνει 86,8W όταν λειτουργεί με 2 συμβατικά ballast ενώ η κατανάλωσή του μειώνεται στα 74 W όταν 1 ηλεκτρονικό αντικαταστήσει τα 2 συμβατικά.
- Το ηλεκτρονικό ballast διακόπτει τη λειτουργία του όταν ο λαμπτήρας δεν λειτουργεί ενώ το συμβατικό συνεχίζει να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και να καταναλώνει ενέργεια.
- Μεγαλώνει σημαντικά η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων (έως 50%). Άρα, μειώνεται στο ήμισυ το κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων.
- Βελτιώνεται ο συντελεστής συντήρησης των λαμπτήρων, δηλαδή η απόδοση των λαμπτήρων μειώνεται λιγότερο κατά τη διάρκεια ζωής τους απ' ότι αν λειτουργούσαν με συμβατικά ballast. Συνεπώς η στάθμη φωτισμού επιτυγχάνεται με λιγότερα φωτιστικά π.χ. σ' ένα καθαρό εργασιακό χώρο, τα απαιτούμενα φωτιστικά μπορούν να μειωθούν κατά 6% περίπου.
- Τα ηλεκτρονικά ballast βελτιώνουν επίσης την ποιότητα του φωτισμού διότι λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες (>24kHz) οπότε εξαλείφεται το βουΐσμα και το τρεμόσβημα που χαρακτηρίζουν τα μαγνητικά ballast λόγω χαμηλής συχνότητας λειτουργίας τους (50 Hz). Οι λαμπτήρες φθορισμού με μαγνητικό ballast «τρεμοσβήνουν» 100 φορές ανά δευτερόλεπτο, ενώ οι λαμπτήρες με ηλεκτρονικό ballast περισσότερο από 40.000 φορές ανά δευτερόλεπτο, οπότε το φαινόμενο δεν είναι αντιληπτό από το ανθρώπινο μάτι.
- Τέλος, επισημαίνεται ότι σύντομα δεν θα επιτρέπεται η διάθεση των ενεργοβόρων ηλεκτρομαγνητικών ballast σύμφωνα με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η φωτεινή ροή του λαμπτήρα αυξάνεται όταν λειτουργεί με ηλεκτρονικό ballast σε σχέση με τη ροή που παράγεται όταν λειτουργεί με μαγνητικό. Η πραγματική απόδοση των λαμπτήρων με μαγνητικό ballast κυμαίνεται συνήθως σε ποσοστά 80%-95% της ονομαστικής ενώ δεν είναι σπάνιο τα ηλεκτρονικά ballast να ανυψώσουν την απόδοση κατά 12% περίπου (έχουν μετρηθεί και υψηλότερες αποδόσεις). Αυτό σημαίνει ότι μια εγκατάσταση φωτισμού που λειτουργεί με ηλεκτρονικά ballast απαιτεί 18% περίπου λιγότερα φωτιστικά από την ίδια εγκατάσταση με μαγνητικά ballast καλής ποιότητας.

Το πλεονέκτημα αυτό είναι αξιοποιήσιμο κυρίως στις νέες εγκαταστάσεις οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν με λιγότερα φωτιστικά χωρίς να μειώνεται η στάθμη φωτισμού και να υποβαθμίζεται η ποιότητά τους. Τότε μειώνεται το κόστος λειτουργίας (εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση του κόστους συντήρησης) αλλά και το κόστος εγκατάστασης (λιγότερα φωτιστικά). [19-22]

Η κατανάλωση του λαμπτήρα είναι χαμηλότερη όταν αυτός λειτουργεί με ηλεκτρονικό ballast π.χ. ο λαμπτήρας ονομαστικής ισχύος 36 W καταναλώνει 32 W ενώ με συμβατικό ballast η κατανάλωσή του θα ήταν ίση με την ονομαστική (36 W). Επιπροσθέτως, οι απώλειες του ηλεκτρονικού ballast είναι μικρότερες του συμβατικού π.χ. σε ένα τυπικό φωτιστικό 2Χ36 W απαιτείται 1 ηλεκτρονικό ballast με απώλειες 8 W ενώ στη συμβατική λειτουργία απαιτούνται 2 μαγνητικά ballast με απώλειες 16,2 W, άρα το φωτιστικό με ηλεκτρονική λειτουργία θα καταναλώνει 72 W ενώ με τη συμβατική 88,2 W. Το ποσοστό εξοικονόμησης εξαρτάται από τον τύπο του συμβατικού φωτιστικού που χρησιμοποιείται ως αναφορά. Η εξοικονόμηση ανέρχεται κατά μέσο όρο στο 25%.

Το πλεονέκτημα αυτό των ηλεκτρονικών ballast είναι αξιοποιήσιμο στις νέες αλλά και στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις π.χ. σε φωτιστικά που λειτουργούν με λαμπτήρες φθορισμού T8 με την προϋπόθεση ότι υπάρχει ο απαιτούμενος χώρος για την τοποθέτηση του ηλεκτρονικού ballast και αφού γίνουν οι απαραίτητες αλλαγές στην καλωδίωση. [23]

Για να πραγματοποιηθεί οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης, θα θεωρηθεί ότι το κόστος είναι 6,15€ ανά λαμπτήρα, μιας και το ballast κοστίζει μεν 12,3€, αλλά τροφοδοτεί 2 λαμπτήρες. Προσθέτοντας και τα εργατικά (2€ ανά ballast) προκύπτει ότι το ολικό κόστος για κάθε λαμπτήρα είναι 7,15€.

Στο κτίριο υπάρχουν 908 λαμπτήρες των 36W (224 στο ισόγειο, 244 στον Α' όροφο και 440 στον Β' όροφο) οι οποίοι ανήκουν στην κατηγορία των λαμπτήρων φθορισμού T8 στους οποίους άλλωστε γίνεται και αντικατάσταση ballast. Επομένως, το αρχικό κεφάλαιο για την αντικατάσταση είναι $908 \cdot 7,15 \text{ €} = 6.492,2 \text{ €}$, ενώ η τωρινή κατανάλωση των λαμπτήρων όπως υπολογίζεται από το κεφάλαιο

της καταγραφής είναι συνολικά 37.126 kWh/έτος. Με την αντικατάσταση των ballast προκύπτει εξοικονόμηση $37.126 * 0,25 \text{ kWh/έτος} \approx 9.281 \text{ kWh/έτος}$.

Για την αποτίμηση της επένδυσης, χρησιμοποιούμε το κριτήριο Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ).

Όπου $N=10$, $d=5\%$, $K=6492 \text{ €}$ και $Ft= 9.281 \text{ kWh} * 0,09412 \text{ €/kWh} \approx 873 \text{ €}$

$KPA = - 6492,2 + 6.741,075 \approx 249 \text{ €}$

Με θετική ΚΠΑ προβαίνουμε στο συμπέρασμα πως τυχόν επένδυση για αντικατάσταση ballast καθίσταται βιώσιμη.

Πίνακας 6.1: Παρουσίαση οικονομικών δεικτών επένδυσης σε ηλεκτρονικά ballast

ΕΤΗ	ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ
1ο έτος	831
2ο έτος	780
3ο έτος	754
4ο έτος	718
5ο έτος	684
6ο έτος	651
7ο έτος	620
8ο έτος	590
9ο έτος	562
10ο έτος	535
ΣΥΝΟΛΟ	6.741
Οικονομικοί Δείκτες Επένδυσης	
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία	5%
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου	10 έτη
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης K	6492 €
Ετήσιο καθαρό όφελος Ft	873 €
Καθαρή παρούσα αξία ΚΠΑ	249 €
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής ΕΠΑ	9,3 έτη
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου EBA	5,78%

6.4.2 Εγκατάσταση αυτοματισμών τοπικής εμβέλειας

Η εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού μπορεί να επιτελέσει ρόλο κλειδί αποφέροντας σημαντικά ενεργειακά οφέλη στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων. Περισσότερες απο μία είναι οι παρεμβάσεις που δύναται να γίνουν προς αυτή τη κατεύθυνση. Η πιο ρεαλιστική και υλοποιήσιμη σε υφιστάμενα κτίρια είναι η χρησιμοποίηση αυτόνομων αυτοματισμών στους επί μέρους χώρους. Το κόστος είναι εντός κάποιων λογικών πλαισίων και η επένδυση αποσβέννεται αρκετά σύντομα. Σημαντικό αποτελεί επίσης το γεγονός πως οι απαραίτητες εργασίες

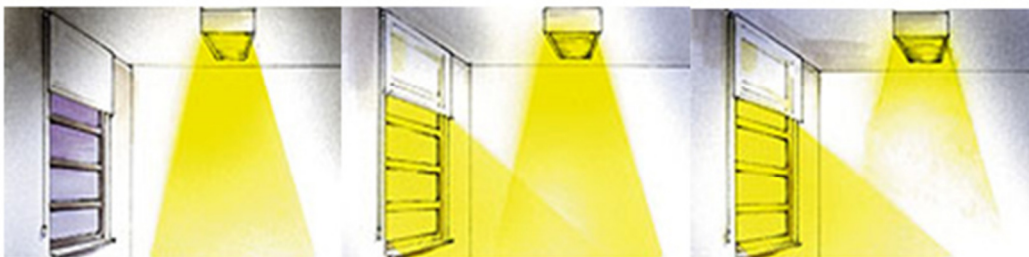
εγκατάστασης δύνανται να διεξαχθούν χωρίς ιδιαίτερη διατάραξη της επαγγελματικής δραστηριότητας και λειτουργικότητας των εργαζομένων και του κτιρίου αντίστοιχα.

Μία λύση για την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού που φαντάζει ιδανική αφού είναι απλή και αποτελεσματική ταυτόχρονα, είναι τοποθέτηση αισθητήρα φωτός, τόσο στους χώρους εργασίας όσο και στους κοινόχρηστους χώρους, ο οποίος μετρά την ένταση του φωτισμού και ρυθμίζει την ένταση του τεχνητού φωτισμού στο επιθυμητό επίπεδο μέσω ρυθμιστή φωτός (dimmer). Το σύστημα αυτό είναι τοπικού χαρακτήρα και δεν συνδυάζεται ούτε επικοινωνεί με συστήματα εγκατεστημένα σε άλλους χώρους.

Το σύστημα λειτουργεί με φωτοκύτταρο το οποίο τοποθετείται είτε εξωτερικά είτε σε θέση που να βλέπει έξω από το παράθυρο, ώστε να δέχεται μόνο φυσικό φώς. Μπορεί να τοποθετηθεί και μέσα στο χώρο ώστε να μετρά το συνολικό φωτισμό (φυσικό και τεχνητό). Σ' αυτή την περίπτωση ένας φωτοηλεκτρικός αισθητήρας μπορεί να ελέγχει ομάδα φωτιστικών ή να είναι τοποθετημένος σε μεμονωμένο φωτιστικό και να ελέγχει μόνο αυτό.

Τα πιο κοινά συστήματα σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού είναι:

- Συστήματα έναυσης / σβέσης: ένα τέτοιο σύστημα το οποίο προκαλεί ξαφνικές και έντονες αλλαγές της στάθμης φωτισμού μπορεί να προκαλεί δυσαρέσκεια στους χρήστες. Αυτός ο τύπος ενδείκνυται για χώρους που δέχονται άπλετο φυσικό φώς και η συχνότητα έναυσης / σβέσης είναι περιορισμένη. Επίσης, είναι σημαντικό να προβλέπεται χρονική υστέρηση στο σύστημα ελέγχου ώστε να αποφεύγεται επαναλαμβανόμενη συχνή έναυση / σβέση, που μπορεί να προκαλείται π.χ. από κινούμενη νέφωση.
- Βηματικά συστήματα: είναι ίδια με τα προηγούμενα αλλά με μία ή δύο ενδιάμεσες θέσεις μεταξύ των θέσεων έναυσης και σβέσης.
- Συστήματα ρύθμισης φωτεινής ροής: Αυτά εξασφαλίζουν ότι η συνολική ποσότητα φυσικού και τεχνητού φωτισμού φτάνει πάντοτε τη στάθμη στην οποία έχει ρυθμιστεί το σύστημα. Εάν η απαιτούμενη στάθμη εξασφαλίζεται μόνο με φυσικό φώς τότε η ροή του τεχνητού συστήματος μηδενίζεται. Σε αντίθεση με το σύστημα έναυσης / σβέσης, το σύστημα ελέγχου φωτεινής ροής δεν ενοχλεί τους χρήστες και η δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας είναι μεγαλύτερη. Η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών διατάξεων επέτρεψε τη χρήση των συστημάτων αυτών και στο φωτισμό φθορισμού, ιδιαίτερα σε εμπορικούς χώρους.



Εικόνα 6.3: Ο φυσικός και τεχνητός φωτισμός φτάνουν πάντα στην επιθυμητή στάθμη που έχει ρυθμιστεί

Γενικά, εάν ο φυσικός φωτισμός είναι επαρκής, ώστε να καλύπτει τις απαιτήσεις φωτισμού για μεγάλο διάστημα της ημέρας, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντική. Έρευνες έχουν δείξει ότι η πιθανότητα έναυσης του τεχνητού συστήματος, από τους εργαζόμενους όταν εισέρχονται στο χώρο εργασίας, έχει άμεση σχέση με την παροχή φυσικού φωτισμού και επίσης όταν οι χρήστες ανάψουν το τεχνητό σύστημα κατά την είσοδό τους στο χώρο, σπανίως το σβήνουν κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Το κριτήριο για την επιλογή συστήματος σύζευξης φυσικού/τεχνητού φωτισμού είναι η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού στο χώρο. Ενδεικνυόμενες εφαρμογές για συστήματα σύζευξης είναι οι χώροι με άπλετο φυσικό φως.

Η εφαρμογή κατάλληλων συστημάτων ελέγχου του φωτισμού μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση της ενέργειας που καταναλώνεται. Σε κτίρια γραφείων η κατανάλωση ενέργειας, στατιστικά, μπορεί να μειωθεί κατά 30% έως 50%. Η απόσβεση του κόστους εφαρμογής μπορεί συχνά να επιτευχθεί σε 2-3 έτη. Τόσο η αυτόματη, όσο και η χειροκίνητη έναυση και σβέση των λαμπτήρων έχει επιπτώσεις στο χρόνο ζωής των λαμπτήρων. Εντούτοις, αυτή η επίδραση είναι ελάχιστη, ενώ το ενεργειακό όφελος από το σβήσιμο των λαμπτήρων καλύπτει το κόστος μείωσης του χρόνου ζωής τους. Υπό την προϋπόθεση ότι οι λαμπτήρες πρόκειται να παραμένουν σβηστοί για χρονικό διάστημα περισσότερο των δύο ή τριών λεπτών, είναι πάντα οικονομικά αποδοτικότερο να σβήνουν. [21, 23, 25]

Απαραίτητη προϋπόθεση είναι τα υφιστάμενα φωτιστικά να λειτουργούν με ηλεκτρονικά ballast.

Ύστερα όμως από μελέτη που έγινε, αποδείχθηκε ότι δε θα συνέφερε η αντικατάσταση των συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών ballast από ηλεκτρονικά. Επομένως δε θεωρείται σκόπιμη και η τοποθέτηση των εν λόγω αισθητήρων φωτός.



Εικόνα 6.4 Αισθητήρες φωτός για ρύθμιση φωτεινότητας των λαμπτήρων

Δεύτερο είδος αισθητήρων που μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο είναι οι αισθητήρες παρουσίας (ή αισθητήρες κίνησης) οι οποίοι είναι αισθητά απλούστεροι από άποψη τεχνολογίας από τους αισθητήρες φωτισμού και που διακόπτουν τη λειτουργία των φωτιστικών όταν δεν ανιχνεύουν την παρουσία ή κίνηση αντίστοιχα ατόμων στο χώρο για παραπάνω από ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα.

Δύο τύποι τεχνολογιών ανίχνευσης κίνησης είναι οι:

- Ανιχνευτές υπερύθρων που καταγράφουν την υπέρυθρη ακτινοβολία από τις διάφορες επιφάνειες του χώρου καθώς και από το ανθρώπινο σώμα. Όταν ο επεξεργαστής που είναι συνδεδεμένος με τους ανιχνευτές υπερύθρων λάβει μια σταθερή μεταβολή στη θερμική κατάσταση του περιβάλλοντος (π.χ. όταν υπάρξει κίνηση στο χώρο), τότε ανάβουν τα φώτα. Τα φώτα παραμένουν αναμμένα μέχρις ότου να μην καταγράφονται σημαντικές θερμοκρασιακές μεταβολές. Οι ανιχνευτές υπερύθρων λειτουργούν ικανοποιητικά μόνον εάν υπάρχει άμεση οπτική επαφή με τους ενοίκους και συνιστάται η χρήση τους σε μικρούς κλειστούς χώρους με κανονικό σχήμα και χωρίς διαχωριστικά.
- Ανιχνευτές υπερήχων, που λειτουργούν σύμφωνα με την αρχή του σονάρ, όπως τα ραντάρ των υποβρυχίων και των αεροδρομίων, εκπέμποντας έναν υψηλής συχνότητας (25-40 kHz) ήχο που δεν είναι αντιληπτός από τον άνθρωπο, ο οποίος ανακλάται από τις επιφάνειες του χώρου (έπιπλα, ένοικοι, κ.λπ.) και καταγράφεται από ένα δέκτη. Όταν στο χώρο κινούνται άνθρωποι, η μορφή των ηχητικών κυμάτων μεταβάλλεται. Τα φώτα παραμένουν αναμμένα μέχρις ότου να μην ανιχνεύεται καμία κίνηση σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα (π.χ. 5 λεπτά). Αντίθετα με την υπέρυθρη ακτινοβολία, τα εμπόδια δεν παρενοχλούν τα ηχητικά κύματα. Όμως, οι αισθητήρες αυτοί μπορεί να μη λειτουργούν σωστά σε μεγάλους χώρους, όπου υπάρχει τάση να δημιουργούνται ασθενείς ανακλάσεις.

Προσοχή πρέπει να δοθεί στο ότι όσον αφορά τους αισθητήρες παρουσίας δε θεωρείται σκόπιμη η χρήση λαμπτήρων εκκένωσης μεγάλης έντασης, καθώς οι

λαμπτήρες αυτοί απαιτούν κάποιο χρόνο έως την πλήρη έναυσή τους και επομένως αρκετά λεπτά για να επανέλθουν σε πλήρη λειτουργία

Οι αισθητήρες παρουσίας μπορεί να είναι:

- είτε αυτόνομοι είτε συνδεδεμένοι σε σύστημα ελέγχου και μπορούν να τοποθετηθούν σε τοίχο ή σε οροφή. Αυτοί ήταν οι πρώτοι τύποι ανιχνευτών παρουσίας που χρησιμοποιήθηκαν και παραμένουν ιδιαίτερα δημοφιλείς. Η εγκατάστασή τους απαιτεί διάνοιξη της οροφής ή του τοίχου, δεδομένου ότι πρέπει να καλωδιωθούν με το σύστημα ηλεκτρική παροχής. Αυτό συνεπάγεται σχετικά υψηλό κόστος εγκατάστασης όταν η εγκατάσταση γίνεται εκ των υστέρων (στις περιπτώσεις ανακαινίσεων)
- είτε να υπάρχουν όλα τα εξαρτήματα στο ίδιο κεντρικό πίνακα-σημείο και να μπορούν εύκολα να καλωδιωθούν σε υπάρχοντα κουτιά στον χώρο. Αυτή είναι πιο πρόσφατη τεχνολογία, η οποία χρησιμοποιείται κυρίως σε μικρούς χώρους γραφείων, σε περιπτώσεις ανακαίνισης, με αντικατάσταση των κοινών διακοπών τοίχου. Έχουν περιορισμένη ευελιξία δεδομένου ότι η θέση του πίνακα είναι σταθερή, συνήθως σε ύψος 110 εκ. από τη στάθμη του δαπέδου. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι οι διαχωριστικοί τοίχοι και τα έπιπλα μπορεί να περιορίσουν την εμβέλειά του. Ωστόσο, σε κατάλληλους χώρους (μικρά γραφεία και αίθουσες συνεδριάσεων που έχουν επίτοιχους διακόπτες) οι πίνακες είναι πολύ οικονομικοί δεδομένης της χαμηλής τιμής τους και το κόστος εγκατάστασης είναι σχεδόν αμελητέο.

Η εξοικονόμηση ενέργειας, με την εγκατάσταση ενός αισθητήρα παρουσίας, ποικίλει αναλόγως του μεγέθους του χώρου και του τρόπου χρήσης του χώρου, αλλά συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 35% και 45%. Είναι σημαντικό να έχει προβλεφθεί κάποια χρονική υστέρηση στο σύστημα, καθώς ο χρήστης μπορεί να παραμείνει ακίνητος για μικρά χρονικά διαστήματα ενώ συνεχίζει να βρίσκεται μέσα στο χώρο και δεν επιθυμεί να σβήνουν τα φώτα πριν την έξοδό του από το χώρο. Απαιτείται προσοχή στην επιλογή των ανιχνευτών καθώς ο βαθμός ευαισθησίας τους ποικίλει.

Κριτήριο για την επιλογή ενός συστήματος ελέγχου παρουσίας είναι η χρήση του χώρου. Οι ενδεικνυόμενες εφαρμογές για συστήματα ελέγχου παρουσίας είναι οι χώροι στους οποίους η χρήση είναι διακοπτόμενη ή απρόβλεπτη, π.χ. χώροι φωτοτυπικών, αποθήκες, υπηρεσιακοί διάδρομοι. [25, 28]

Από τα παραπάνω κρίνεται αναγκαίο να τοποθετηθούν αυτοί οι αισθητήρες παρουσίας στους διαδρόμους και στα WC όπου η χρήση τους είναι απαραίτητη αφού τα φώτα εκεί παραμένουν πολλές φορές ανοιχτά χωρίς ουσιαστικά να υπάρχει λόγος. Άρα, θα επιλεγεί η πρώτη κατηγορία αισθητήρων. Όσον αφορά

τους διαδρόμους, υπάρχουν συνολικά 191 φωτιστικά αλογόνου τύπου spot 50W (66 στο ισόγειο, 49 στον Α' όροφο και 76 στον Β' όροφο) και 18 φωτιστικά φθορισμού 2*36 W (6 στο ισόγειο, 6 στον Α' όροφο και 6 στον Β' όροφο), επομένως το αρχικό κόστος για την εγκατάσταση είναι $K = 209 * 73 = 15.257 \text{ €}$.

Ακόμη, επειδή η συχνή κίνηση στους διαδρόμους αλλά και στα WC αφού 4 συνολικά καλύπτουν τις ανάγκες πολλών εργαζομένων θα ενεργοποιούσε το μηχανισμό σε συνεχή βάση με αποτέλεσμα την καταπόνηση αυτού και την ανάγκη για τακτική συντήρησή του ή ακόμα και αντικατάστασή του, οι αισθητήρες που θα τοποθετηθούν θα ρυθμιστούν να έχουν σχετικά μεγάλη χρονοκαθυστέρηση έως και 10 λεπτά. Αυτό θα φανεί επίσης χρήσιμο και κατά τις περιπτώσεις που κάποιος μπορεί να παραμείνει εντός του χώρου για ένα μικρό χρονικό διάστημα ακίνητος χωρίς να θέλει ο ίδιος να σβήσει τα φώτα.

Βάσει κάποιων υπολογισμών οι οποίοι φυσικά δε δύνανται να είναι ιδιαίτερης ακρίβειας, βρέθηκε πως ο φωτισμός τόσο στους διαδρόμους όσο και στα WC θα ήταν ενεργός για 2,5 ώρες λιγότερο απότι πριν. Εξοικονομούνται λοιπόν:

$$(191 * 50 + 18 * 72) * 3 * 21 * 9 \approx 6.150 \text{ kWh (σχεδόν 40\%)}$$

Η αρχική κατανάλωση στους εν λόγω χώρους για το φωτισμό είναι 15.287 kWh όπως προκύπτει από την καταγραφή των καταναλώσεων του κτιρίου. Συνεπώς το ετήσιο καθαρό όφελος είναι $6.150 \text{ kWh} * 0,09412 \text{ €/kWh} \approx 579 \text{ €}$

$$\text{ΚΠΑ} = - 15.257 + 4.471 = - 10.786 \text{ € (μη βιώσιμη επένδυση)}$$

$$\text{ΕΒΑ: } < 0$$

$$\text{ΕΠΑ: } -$$

Πίνακας 6.2: Παρουσίαση οικονομικών δεικτών επένδυσης σε αισθητήρες φωτισμού

ΕΤΗ	ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ
1ο έτος	551
2ο έτος	525
3ο έτος	500
4ο έτος	476
5ο έτος	453
6ο έτος	432
7ο έτος	411
8ο έτος	391
9ο έτος	373
10ο έτος	355
ΣΥΝΟΛΟ	4.470
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία	5%

Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου	10 έτη
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης Κ	15.257 €
Ετήσιο καθαρό όφελος Ft	579 €
Καθαρή παρούσα αξία ΚΠΑ	-10.786 €
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής ΕΠΑ	> >
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου ΕΒΑ	< 0

6.4.3 Εγκατάσταση συστήματος BEMS

Το BEMS, ή αλλιώς το Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου, είναι ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει στον χρήστη να παρακολουθεί και να ρυθμίζει την λειτουργία όλων των συστημάτων που υπάρχουν σε ένα κτίριο ηλεκτρικών και ηλεκτρομηχανολογικών αλλά και ενεργοβόρων μονάδων, μέσω μιας οθόνης ή ενός Η/Υ. Το σύστημα BEMS εφαρμόζεται κυρίως σε κτίρια όπου υπάρχουν πολλοί χώροι ίδιας ή διαφορετικής φύσεως και επισκεψιμότητας, και που λόγω αυτού καθίσταται πολύ δύσκολη έως αδύνατη η παρακολούθηση και η διαχείριση τους. Η εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης δε μπορεί να αποδώσει το επιθυμητό κατά το δοκούν αποτέλεσμα αν δεν συνοδευθεί από συμπληρωματικά μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Απαραίτητοι κρίνονται: σωστός προγραμματισμός, συνεχής έλεγχος και τέλος ανάδραση επαναπρογραμματισμού. [29]

Η εγκατάσταση του εν λόγω συστήματος ενεργειακής διαχείρισης δεν είναι ιδιαίτερα υψηλού κόστους και είναι κατά προτίμηση τυποποιημένη. Ως επί το πλείστον με χρήση κατάλληλων αισθητήρων παρακολουθούνται σε ένα χώρο μέσω τηλεμέτρησης και τηλεδιαχείρισης ποικίλες παράμετροι που σχετίζονται με την άνετη και ορθολογική λειτουργία όπως είναι η θερμοκρασία, η υγρασία και ο φωτισμός. Το κόστος ενός τέτοιου αισθητήρα είναι περί τα 50€.

Με το σύστημα BEMS καθίσταται δυνατή και η δημιουργία αρχείου με στατιστικά στοιχεία όσον αφορά τα επι μέρους συστήματα που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο.

Ένα σύστημα ενεργειακής διαχείρισης σε ένα κτίριο παρακολουθεί και ελέγχει τα ακόλουθα συστήματα:

- Συστήματα κλιματισμού-θέρμανσης.
- Παθητικά συστήματα (αίθρια, αερισμός κλπ.).
- Ανοίγματα, σκίαστρα κλπ.
- Εγκατάσταση φωτισμού.

- Συστήματα δροσισμού.
- Ηλεκτρικές καταναλώσεις.
- Ποιότητα αέρα.
- Εγκαταστάσεις ασφαλείας.

Το σύστημα αποτελείται από ένα Κεντρικό Σταθμό Παρακολούθησης και Ελέγχου, τα αισθητήρια όργανα, τις συσκευές εκτέλεσης εντολών, καθώς και τις συνδεδεμένες καλωδιώσεις. Οι αισθητήρες που έχουν τοποθετηθεί στα διάφορα συστήματα του κτιρίου συλλέγονται και «μεταφράζονται» από ένα ή πολλά P.L.Cs (programmable logic controller). Ο προγραμματισμός και ο χειρισμός του συστήματος γίνεται μέσω του κεντρικού σταθμού ελέγχου. Σε κάποιους τομείς η λειτουργία και η επιλογή διαφόρων καταστάσεων λειτουργίας γίνεται μέσω επιμέρους χειριστηρίων, τα οποία διαθέτουν ανάλογους επιλογείς. Ο σχεδιασμός ενός τέτοιου συστήματος έχει σαν πεδίο εφαρμογής την παρακολούθηση και επίβλεψη της λειτουργίας, των παρακάτω υποσυστημάτων ενός κτιρίου:

- Εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας θερμού νερού.
- Εγκατάσταση ψύξης και τροφοδοσίας ψυχρού νερού.
- Εγκατάσταση κλιματισμού.
- Εξαερισμός και φυσικός αερισμός.
- Φωτισμός κτιρίων (εσωτερικός και εξωτερικός).
- Εγκατάσταση διανομής ηλεκτρικού ρεύματος.
- Υποσταθμός ενέργειας για συλλογή στοιχείων και μεγεθών (για μεγάλες κτιριακές εγκαταστάσεις).
- Εφεδρικά ηλεκτροπαραγόνα ζεύγη για επίβλεψη κατάστασης και σήματα για βλάβη.
- Συστήματα ελέγχου λειτουργιών επιμέρους χώρων κτιρίων.
- Αντλιοστάσια όμβριων και λυμάτων.



Εικόνα 6.5 Σύστημα BEMS

Ωστόσο, είναι σημαντικό να μπορεί κάθε ένοικος να έχει στο χέρι του κάποιον επιμέρους έλεγχο προκειμένου να νιώθει ο ίδιος άνεση με το εν λόγω σύστημα. Παραδείγματος χάρη καλό θα είναι να έχει τη δυνατότητα ο εκάστοτε ένοικος να χρησιμοποιήσει το φωτισμό πέραν της προγραμματισμένης ώρας διακοπής λειτουργίας.

Το BEMS δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να έχει την εποπτεία όλου του κτιρίου σε μία οθόνη, καθώς και να μελετά και να οργανώνει τα χρονοπρογράμματα και ένα προσεκτικό σενάριο λειτουργίας του κτιρίου. Έτσι, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας και καλή λειτουργία των υφιστάμενων στον έλεγχο συστημάτων.

Επίσης, στην περίπτωση που υπάρχουν δύο συστήματα όπου το ένα είναι εφεδρεία του άλλου το σύστημα BEMS φροντίζει ώστε ο χρόνος λειτουργίας να είναι ίδιος και για τα δύο, και με αυτόν τον τρόπο να εξασφαλίσει περισσότερο χρόνο καλής λειτουργίας των συστημάτων αυτών. Στα κτίρια όπου υπάρχει κεντρικός κλιματισμός, το BEMS παίζει καταλυτικό ρόλο στον συντονισμό των λειτουργιών των συστημάτων που χρειάζονται για την υλοποίηση του κλιματισμού, όπως είναι οι ανεμιστήρες (προσαγωγής/απαγωγής αέρα), οι ψυκτικές μονάδες, οι λέβητες, οι κυκλοφορητές, οι μονάδες Fan coil κλπ. Εκτός από τον φωτισμό και τον κλιματισμό, το σύστημα BEMS μπορεί να ελέγχει και άλλα ενεργειακά συστήματα σε ένα κτίριο, όπως την ομαλή λειτουργία των ανελκυστήρων, του Η/Ζ, των αντλιών όμβριων και ακαθάρτων νερών, των πεδίων χαμηλής τάσης, της μεταγωγής των ηλεκτρικών φορτίων από την κύρια παροχή (ΔΕΗ) στην εφεδρική (Η/Ζ), των UPS κλπ.

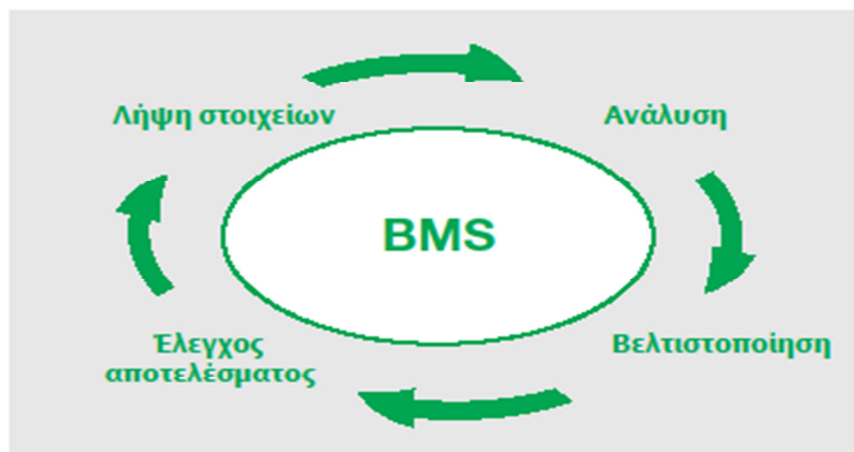
Τα οφέλη που συνεπάγεται η εφαρμογή συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης, γενικά, είναι ποικίλα όπως:

- Ενεργειακά (εξοικονόμηση ενέργειας).

- Οικονομικά (μείωση καυσίμων και κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων θέρμανσης – ψύξης – αερισμού – φωτισμού).
- Περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων, περιορισμός φαινομένου του θερμοκηπίου).
- Κοινωνικά (βελτίωση της ποιότητας ζωής).

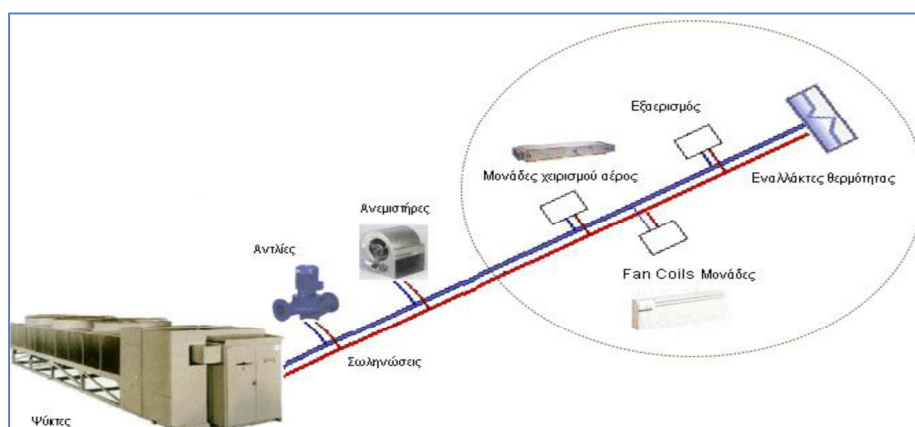
Η ενεργειακά αποδοτικότερη και συνεπώς οικονομικά πιο συμφέρουσα λειτουργία των εγκαταστάσεων είναι ένα «βρόχο ανάδρασης», στο οποίο τα BEMS έχουν έναν κεντρικό ρόλο:

- Αρχικά πρέπει να καταγραφούν τα στοιχεία κατανάλωσης και άλλα στοιχεία λειτουργίας των εγκαταστάσεων, προκειμένου να δημιουργηθούν οι προϋποθέσεις για λήψη αποφάσεων βασισμένες σε πραγματικά γεγονότα. Ο ρόλος του συστήματος διαχείρισης κτιρίων ξεπερνά τη απλή καταγραφή των στοιχείων. Τις περισσότερες φορές χρησιμεύει και ως ενδιάμεση μνήμη, στην οποία τα στοιχεία καταχωρούνται και ταξινομούνται, καθώς και ως «διανομέας στοιχείων», προκειμένου τα επιθυμητά στοιχεία να είναι στη διάθεση των διαφόρων χρηστών μέσω της απομακρυσμένης πρόσβασης. Στην περίπτωση αυτή οι χρήστες μπορεί να είναι άνθρωποι (π.χ. συνεργάτες) αλλά και υπολογιστές, που επεξεργάζονται περαιτέρω τα στοιχεία.
- Τα ανεπεξέργαστα στοιχεία αναλύονται - αυτόματα ή χειροκίνητα -, προκειμένου να υπολογιστεί η δυνατότητα βελτιστοποίησης ποιοτικά και ποσοτικά. Η αυτόματη ανάλυση μπορεί σ' αυτή την περίπτωση να πραγματοποιηθεί από το ίδιο το BEMS ή μέσω ενός συνδεδεμένου, εξειδικευμένου συστήματος διαχείρισης ενέργειας. Αφού οι αναλύσεις πρέπει να είναι στη διάθεση των διαφόρων χρηστών, είναι και εδώ επιθυμητή η απομακρυσμένη πρόσβαση, π.χ. μέσω ενός προγράμματος πλοήγησης στο διαδίκτυο.
- Εφόσον διαπιστωθεί η ανάγκη βελτιστοποίησης, τότε μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω τηλεχειρισμού του BEMS απευθείας από το πρόγραμμα πλοήγησης, χωρίς να είναι απαραίτητη γι' αυτό η επίσκεψη στην εγκατάσταση.
- Μετά τη βελτιστοποίηση που εφαρμόζεται, εξετάζεται το αποτέλεσμα. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να ληφθούν και να αναλυθούν εκ νέου στοιχεία από το σύστημα κτιριακού ελέγχου, προκειμένου αυτά να συγκριθούν με την προηγούμενη κατάσταση. [30-35]



Εικόνα 6.6 Κύκλωμα ελέγχου της ενεργειακά αποδοτικής και οικονομικά συμφέρουσας λειτουργίας της εγκατάστασης

Όσον αφορά το κτίριο των Καταστημάτων Αφορολογήτων Ειδών, η εγκατάσταση ενός συστήματος BEMS θα μπορούσε να περιλαμβάνει την εγκατάσταση αισθητήρων σε όλα τα δωμάτια προκειμένου οι πληροφορίες που λαμβάνονται να αξιοποιούνται για την ρύθμιση του φωτισμού και της ψύξης. Σκοπός είναι να αποφεύγεται η σπατάλη ενέργειας λόγω άσκοπης χρήσης είτε φωτιστικών είτε κλιματιστικών σωμάτων. Εκτιμάται πως με την εγκατάσταση του συστήματος BEMS θα εξοικονομηθεί περίπου 20% της ηλεκτρικής ενέργειας που οφείλεται στο φωτισμό και 25% αυτής που οφείλεται στη λειτουργία των fan coil. Το κόστος εφαρμογής υπολογίζεται περίπου 50.000 €.



Εικόνα 6.7 Δυνατά σημεία παρέμβασης στο σύστημα ψύξης

Βάσει της καταγραφής που έχει παρατεθεί στο 3^ο κεφάλαιο έχουμε τα ακόλουθα στοιχεία:

Συνολική κατανάλωση για φωτισμό 50.297 kWh/έτος

Συνολική κατανάλωση για ψύξη – θέρμανση (fan coil και ψύκτες) 221.307 kWh/έτος

Άρα επιδιώκεται εξοικονόμηση: $(0,2 \cdot 50.297 + 0,25 \cdot 221.307)$ kWh/έτος =

$$= 10.059 + 55.327 \approx 65.386 \text{ kWh/έτος}$$

καθώς και $(0,25 \cdot 21.650)$ lt/έτος εξοικονόμηση πετρελαίου $\Leftrightarrow 0,25 \cdot 24.392 = 6.098$ € (βλ.Κεφ 3.5)

Με δεδομένο το κόστος ανά kWh: 0,09412 €/kWh και ανα lt(πετρ.)

Επομένως, το ετήσιο καθαρό όφελος αγγίζει το ποσό των 65.386 kWh/έτος * 0,09412 €/kWh = 6.154 €.

$$\text{ΚΠΑ} = - 50.000 + 94.607 = 44.607 \text{ €}$$

$$\text{ΕΒΑ} = 21\%$$

$$\text{ΕΠΑ} = 4,7 \text{ έτη}$$

Διαπιστώνεται λοιπόν πως το εν λόγω επενδυτικό έργο θα απέφερε εξαιρετικά ενεργειακά-οικονομικά οφέλη για το κτίριο.

Πίνακας 6.3: Παρουσίαση οικονομικών δεικτών επένδυσης σε σύστημα ΒEMS

ΕΤΗ	ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ	ΕΒΑ≈21%
1 ^ο έτος	11.668	10.126
2 ^ο έτος	11.113	8.368
3 ^ο έτος	10.584	6.916
4 ^ο έτος	10.080	5.716
5 ^ο έτος	9.600	4.724
6 ^ο έτος	9.142	3.904
7 ^ο έτος	8.707	3.226
8 ^ο έτος	8.293	2.666
9 ^ο έτος	7.898	2.204
10 ^ο έτος	7.522	1.821
ΣΥΝΟΛΟ	94.606	49.671
Οικονομικοί Δείκτες Επένδυσης		
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία		5%
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου		10 έτη
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης Κ		50.000 €
Ετήσιο καθαρό όφελος Ft		12.252 €
Καθαρή παρούσα αξία ΚΠΑ		44.607 €
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής ΕΠΑ		4,7 έτη
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου ΕΒΑ		21%

6.4.4 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστοιχιών στην οροφή του κτιρίου

Το κτίριο των ΚΑΕ έχει αρκετά μεγάλη οροφή η οποία κατά ένα μεγάλο ποσοστό παραμένει ανεκμετάλλευτη. Ένα μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας αλλά και πηγή εσόδων που βρίσκει όλο και μεγαλύτερη απήχηση στη χώρα μας είναι η εγκατάσταση Φ/Β στις οριζόντιες ή και κάθετες ακόμα επιφάνειες των κτιρίων. Η διαφορά εδώ έγκειται στο ότι σκοπός της εν λόγω επένδυσης δεν είναι μόνο η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου αυτού καθεαυτού αλλά και η πώληση της πλεονάζουσας παραγόμενης από τα Φ/Β ενέργειας στη ΔΕΗ.

Τα πολυκρυσταλλικά πλαίσια κατασκευάζονται από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλομένου πυριτίου. Το πάχος τους είναι αντίστοιχο των μονοκρυσταλλικών. Έχουν ελαφρώς χαμηλότερη απόδοση από τα μονοκρυσταλλικά σε ποσοστό 13%-15%, και επίσης χαμηλότερο κόστος διότι η μέθοδος παραγωγής τους είναι λιγότερο δαπανηρή.

Τα μονοκρυσταλλικά πλαίσια κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Το πάχος του φωτοβολταϊκού στοιχείου κυμαίνεται γύρω στα 0.3 χιλιοστά. Χρησιμοποιούνται για μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις λόγω της υψηλής απόδοσης τους 15%-18%.

Παρά τη καλύτερη απόδοση των μονοκρυσταλλικών πλαισίων, δεν αντισταθμίζεται η σημαντικότερη διαφορά που αφορά το υψηλότερο κόστος τους συγκριτικά με αυτό των πολυκρυσταλλικών πλαισίων. Οικονομικότερη επίσης αποτελεί η επιλογή Φ/Β πλαισίων μεγάλης απόδοσης των οποίων η εγκατάσταση συνεπάγεται λιγότερες συνδέσεις και χαμηλότερου κόστους εγκατάσταση.

Ένα σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο σχεδιαστής μιας διάταξης είναι το που θα στερεωθούν οι βασικές μονάδες, αν θα στερεωθούν σε σταθερές θέσεις ή οι προσανατολισμοί τους θα ακολουθούν (ιχνηλατούν) την κίνηση του ηλίου. Στις περισσότερες διατάξεις οι βασικές μονάδες στερεώνονται σ' ένα σταθερό κεκλιμένο επίπεδο με την πρόσοψη προς τον ισημερινό. Αυτό έχει την αρετή της απλότητας, δηλαδή κανένα κινούμενο τμήμα και χαμηλό κόστος. Η άριστη γωνία κλίσης εξαρτάται κυρίως από το γεωγραφικό πλάτος, την αναλογία της διάχυτης ακτινοβολίας στην τοποθεσία και το είδος του φορτίου. Στερεώνοντας τη διάταξη πάνω σε σύστημα με δύο άξονες παρακολούθησης του Ηλίου, μπορεί να συλλεχθεί μέχρι 25% περισσότερη ηλιακή ενέργεια κατά τη διάρκεια ενός έτους, σε σύγκριση με την εγκατάσταση σταθερής κλίσης. Κάτι τέτοιο όμως αυξάνει την πολυπλοκότητα και έχει ως αποτέλεσμα μια χαμηλότερης αξιοπιστίας και υψηλότερου κόστους συντήρηση. Η μονού άξονα παρακολούθηση (ιχνηλάτηση) είναι λιγότερο σύνθετη αλλά παρουσιάζει μικρότερο κέρδος. Ο προσανατολισμός μπορεί να ρυθμίζεται χειροκίνητα, εκεί που η προσφορά εργασίας είναι διαθέσιμη, αυξάνοντας έτσι τις όποιες απολαβές. Έχει υπολογιστεί ότι σε κλίματα με

ηλιοφάνεια μια διάταξη επίπεδης κινούμενης πλάκας που έχει κατάλληλη ρύθμιση ώστε να στρέφεται προς τον ήλιο δυο φορές την ημέρα και να παίρνει την κατάλληλη κρίση τέσσερις φορές το χρόνο, μπορεί να συλλαμβάνει το 95% της ενέργειας, που συλλέγεται με ένα σύστημα δυο αξόνων παρακολούθησης πλήρως αυτοματοποιημένο. Το σύστημα παρακολούθησης είναι ιδιαίτερα σημαντικό στα συστήματα, που λειτουργούν κάτω από συγκεντρωμένο ηλιακό φως. Η δομή αυτών των συστημάτων εκτείνεται από έναν απλό σχεδιασμό βασισμένο πάνω σε πλευρικούς ενισχυτικούς καθρέπτες μέχρι τα συγκεντρωτικά συστήματα, τα οποία χρησιμοποιούν υπερσύγχρονες οπτικές τεχνικές, για να αυξήσουν την είσοδο φωτός προς τα ηλιακά στοιχεία κατά μερικές τάξεις του μεγέθους. Αυτά τα συστήματα πρέπει να προνοούν για ένα σημαντικό γεγονός, ότι δηλαδή συγκεντρώνοντας το ηλιακό φως ελαττώνουν το γωνιακό άνοιγμα των ακτίνων, που το σύστημα μπορεί να δεχθεί. Η παρακολούθηση γίνεται απαραίτητη από τη στιγμή που ο λόγος συγκέντρωσης υπερβαίνει το 10 περίπου και το σύστημα μπορεί να μετατρέψει μόνο την άμεση συνιστώσα της ηλιακής ακτινοβολίας.

Από μελέτες έχει αποδειχθεί πως βέλτιστη γωνία κλίσης των Φ/Β πλαισίων στην Ελλάδα είναι 30°. [36-39]

Η τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας κλειδώνει τη στιγμή που υπογράφεται η σύμβαση αγοραπωλησίας με το ΔΕΣΜΗΕ. Στη συνέχεια, το έργο πρέπει να έχει ολοκληρωθεί σε δεκαοχτώ μήνες. Αν για οποιοδήποτε λόγο υπάρξει καθυστέρηση στην εγκατάσταση του Φ/Β συστήματος, με αποτέλεσμα να μπει σε λειτουργία μετά την πάροδο του συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος, η τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας θα είναι μειωμένη πλέον. [38]

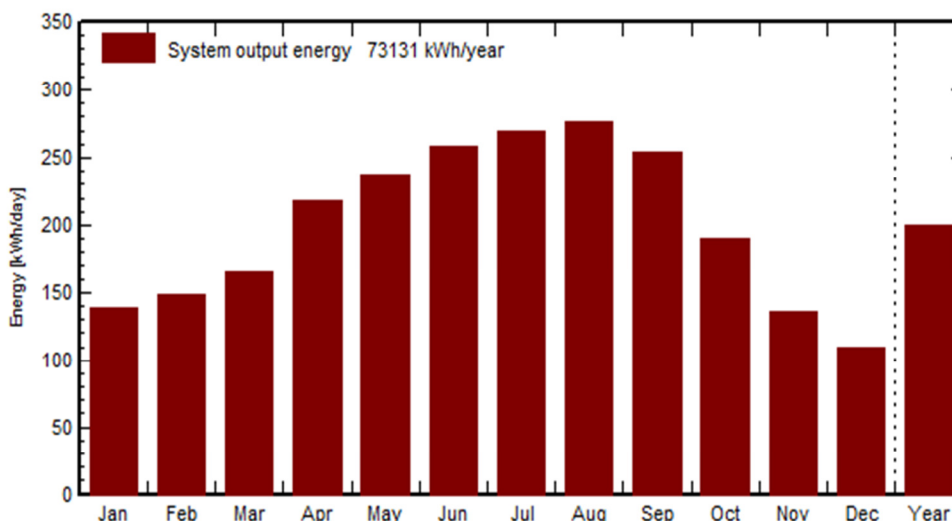
Όσον αφορά τη παρούσα διπλωματική εργασία, εξετάζεται η περίπτωση που η σύμβαση αγοραπωλησίας υπογράφεται τον Αύγουστο του 2011 και το Φ/Β σύστημα τίθεται σε λειτουργία εντός δεκαοχτώ μηνών. Σύμφωνα λοιπόν με το παρακάτω πίνακα, η τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας είναι 394,88 ευρώ/MWh. Η τιμή αυτή αναπροσαρμόζεται ετησίως προς τα πάνω με το 25% του δείκτη τιμών καταναλωτή, δηλαδή του πληθωρισμού. [38]

Έτος	Συστήματα σε οικιακές & εμπορικές στέγες ≤10 kWp (€/MWh)	Μήνας	Ηπειρωτικό δίκτυο (€/MWh)		Μη διασυνδεδεμένα νησιά (€/MWh)
			>100kWp	≤100kWp	Ανεξαρτήτως ισχύος (με εξαίρεση τα μικρά συστήματα έως 10 kWp σε κτίρια όπου ισχύουν ενιαίες τιμές για όλη τη χώρα)
2009		Φεβρουάριος	400	450	450
		Αύγουστος			
2010	550	Φεβρουάριος	392,04	441,05	441,05
		Αύγουστος			
2011		Φεβρουάριος	372,83	419,43	419,43
		Αύγουστος			
2012	522,5	Φεβρουάριος	333,81	375,53	375,53
		Αύγουστος			
2013	496,38	Φεβρουάριος	298,38	336,23	336,23
		Αύγουστος			
2014	471,56	Φεβρουάριος	288,94	302,56	302,56
		Αύγουστος			
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά μΟΤΣ _{ν-1} = Μέση Οριακή Τιμή Συστήματος κατά το προηγούμενο έτος ν-1	-5% ετησίως		1,3*μΟΤΣ _{ν-1}	1,4*μΟΤΣ _{ν-1}	1,4*μΟΤΣ _{ν-1}
Διάρκεια σύμβασης	25 έτη		20 έτη		
Οι τιμές που καθορίζονται στον ανωτέρω πίνακα αναπροσαρμόζονται κάθε έτος, κατά ποσοστό 25% του δείκτη τιμών καταναλωτή του προηγούμενου έτους					

Εικόνα 6.9 Τιμή πώλησης ηλιακής κιλοβατώρας [38]

Το εμβαδόν της οροφής του κτιρίου είναι 1564 τ.μ αλλά δε μπορεί να αξιοποιηθεί όλη αυτή η επιφάνεια για εγκατάσταση Φ/Β παρά μόνο περί τα 500 τ.μ.

Βάσει του προγράμματος προσωμίωσης PVSYST V5.1, προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα για τη συγκεκριμένη επένδυση, η οποία αφορά την εγκατάσταση Φ/Β συστήματος συνολικής ισχύος 52,5 kWp:



Εικόνα 6.10 Ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Πίνακας 6.4: Παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκό σύστημα

Μήνες	System output (kWh/day)	System output (kWh)
Ιανουάριος	138,3	4.287
Φεβρουάριος	148,9	4.168
Μάρτιος	165,2	5.123
Απρίλιος	217,8	6.534
Μάιος	237,4	7.359
Ιούνιος	258,4	7.751
Ιούλιος	269,4	8.352
Αύγουστος	276,9	8.585
Σεπτέμβριος	254,0	7.621
Οκτώβριος	189,8	5.885
Νοέμβριος	135,7	4.071
Δεκέμβριος	109,5	3.395
ΕΤΟΣ	200,4	73.131

Άρα η ετήσια παραγόμενη ηλιακή ενέργεια από την εξεταζόμενη Φ/Β εγκατάσταση είναι 73.131 kWh, κάτι που οδηγεί σε εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας που αντιστοιχεί στο ποσό των 28.878 ευρώ. Τονίζεται ότι αυτό το οικονομικό μέγεθος αφορά το πρώτο έτος, καθώς τα υπόλοιπα έτη, η τιμή πώλησης της ηλιακής κιλοβατώρας υπόκειται σε αναπροσαρμογή με βάση το δείκτη του πληθωρισμού. Όσον αφορά τη δεδομένη διπλωματική εργασία, εξετάζεται μόνο το υπάρχον σενάριο για την τιμή του πληθωρισμού που ανέρχεται στο 3,3%. Για την πραγματοποίηση της χρηματοοικονομικής ανάλυσης, έγινε αποπληθωρισμός της καθαρής χρηματοροής. [40]

Στο σημείο αυτό επισημαίνεται πως η τιμή πώλησης της ηλιακής κιλοβατώρας έχει ισχύ είκοσι χρόνων. Ταυτόχρονα, η Φ/Β εγκατάσταση έχει εγγύηση απόδοσης 25 ετών. Επομένως η επένδυση Φ/Β εγκατάστασης αναλύεται σε εικοσαπενταετή κύκλο ζωής.

Τέλος, έπειτα από κάποια διενεργηθείσα έρευνα αγοράς και εγκατάστασης του Φ/Β συστήματος εκτιμάται πως το κόστος της εν λόγω επένδυσης θα είναι περί τα 210.000 ευρώ (4.000 ευρώ ανά kWp). Μία διασυνδεδεμένη Φ/Β εγκατάσταση έχει μηδαμινά κόστη συντήρησης, καθώς δεν περιλαμβάνει συσσωρευτές.

Επομένως προκύπτει η ακόλουθη αξιολόγηση του επενδυτικού έργου:

- Για πληθωρισμό 3,3%:

Πίνακας 6.5: Παρουσίαση οικονομικών δεικτών επένδυσης σε εγκατάσταση συστήματος φωτοβολταϊκών

Αναπροσαρμογή 25% επί του πληθωρισμού	Αποπληθωρ. Κ.Τ.Ρ	Ανηγγεμένες Κ.Τ.Ρ	EBA ≈ 10,3%
28.878	27.955	26.624	25.345
29.116	27.286	24.749	22.428
29.356	26.632	23.006	19.846
29.599	25.994	21.385	17.562
29.843	25.371	19.879	15.540
30.089	24.763	18.479	13.752
30.337	24.170	17.177	12.169
30.588	23.591	15.967	10.768
30.840	23.026	14.842	9.529
31.094	22.474	13.797	8.432
31.351	21.935	12.825	7.461
31.609	21.410	11.922	6.602
31.870	20.897	11.082	5.843
32.133	20.396	10.301	5.170
32.398	19.908	9.576	4.575
32.666	19.431	8.901	4.048
32.935	18.965	8.274	3.582
33.207	18.511	7.692	3.170
33.481	18.067	7.150	2.805
33.757	17.634	6.646	2.482
34.035	17.212	6.178	2.196
34.316	16.799	5.743	1.944
34.599	16.397	5.338	1.720
34.885	16.004	4.962	1.522
35.173	15.621	4.612	1.347
ΣΥΝΟΛΟ	-	317.109	209.838

$$\text{ΚΠΑ} = -210.500 + 317.109 = 106.604\text{€}$$

$$\text{ΕΒΑ} = 10,3 \%$$

$$\text{ΕΠΑ} = 11,2 \text{ έτη}$$

Άρα η επένδυση είναι βιώσιμη.

Πίνακας 6.6: Παρουσίαση οικονομικών δεικτών για επένδυση σε εγκατάσταση φωτοβολταϊκών

Οικονομικοί Δείκτες Επένδυσης	
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία	5%
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου	25 έτη
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης Κ	210.000 €
Ετήσιο καθαρό όφελος Ft (1 ^ο έτος)	28.878 €
Καθαρή παρούσα αξία ΚΠΑ	106.604 €
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής ΕΠΑ	11,2 έτη
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου ΕΒΑ	10,3%

6.4.5 Τοποθέτηση αντιηλιακών μεμβράνων στα τζάμια του κτιρίου

Πολλά κτίρια όπως και αυτό των ΚΑΕ χρησιμοποιούν εκτεταμένα τις γυάλινες επιφάνειες ως αποτέλεσμα της σύγχρονης αρχιτεκτονικής προσέγγισης κυρίως στην κατασκευή γραφείων και χώρων εργασίας. Οι γυάλινες επιφάνειες προσδίδουν καλαίσθητη εξωτερική εμφάνιση. Ωστόσο η ηλιακή ακτινοβολία που διαπερνά το γυαλί και εγκλωβίζεται στο κτίριο συμβάλλει στην αύξηση της θερμοκρασίας στους εσωτερικούς χώρους, ακριβώς όπως συμβαίνει και σε ένα θερμοκήπιο. Το ζητούμενο είναι η κατά το μέτρο του δυνατού ελαχιστοποίηση της ανάγκης χρήσης συσκευών κλιματισμού. Στο πρόβλημα αυτό τη λύση μπορούν να δώσουν οι αντιηλιακές μεμβράνες καθώς μειώνουν πάνω από 70% το ποσοστό της εισερχόμενης ενέργειας που οφείλεται στον καλοκαιρινό ήλιο.

Η δεύτερη ιδιότητα των αντιηλιακών μεμβρανών είναι η παροχή θερμικής ενέργειας το χειμώνα καθώς η επίστρωση της μεμβράνης μειώνει την απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον. Έως 30% εξοικονόμηση ενέργειας είναι εφικτή ως αποτέλεσμα της μειωμένης απώλειας ενέργειας. Σε συνδυασμό και με την εξοικονόμηση ενέργειας από τη μειωμένη ηλιακή ακτινοβολία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, οι αντιηλιακές μεμβράνες σύντομα αντισταθμίζουν το αρχικό κόστος δαπάνης για την αγορά και τοποθέτησή τους και μεσοπρόθεσμα μειώνουν σημαντικά τα λειτουργικά κόστη των ενεργοβόρων κτιρίων.

Επίσης οι αντιηλιακές μεμβράνες εμποδίζουν τις ενοχλητικές εισερχόμενες αντανακλάσεις του φωτός και προσφέρουν ένα πιο άνετο και ευχάριστο εσωτερικό

περιβάλλον. Ειδικότερα σε χώρους εργασίας συμβάλλουν στην αύξηση της παραγωγικότητας του προσωπικού. [41]

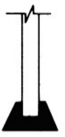
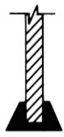
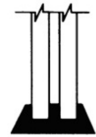
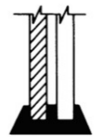
Η αντηλιακή μεμβράνη είναι μία σύνθεση πολλαπλών στρώσεων κρυσταλλικού πολυεστέρα, μορίων μετάλλου και πανίσχυρης ακρυλικής κόλλας. Τοποθετείται πάνω στο υπάρχον τζάμι και γίνεται ένα μ' αυτό. [42]

Κάποια εκ των βασικών χαρακτηριστικών των εν λόγω μεμβράνων είναι:

- Μειώνουν τη θερμότητα που διαπερνά το τζάμι. (από έξω προς τα μέσα).
- Μειώνουν την απώλεια της θερμότητας. (από μέσα προς τα έξω).
- Μειώνουν την κατανάλωση της ενέργειας.
- Μειώνουν την αντηλιά.
- Προστατεύουν από την υπεριώδη ακτινοβολία (UV).
- Μεγαλώνουν το χρόνο ζωής των υφασμάτων.
- Προσφέρουν ασφάλεια.
- Αυξάνουν την άνεση στους εσωτερικούς χώρους και βελτιώνουν τις συνθήκες εργασίας για τους υπαλλήλους.
- Δημιουργούν μια μοντέρνα αισθητική στην εξωτερική εμφάνιση του κτιρίου. [41]

Για τους σκοπούς του εξεταζόμενου κτιρίου επιλέχθηκε ο ακόλουθος τύπος μεμβράνης.

Πίνακας 6.7: Παρουσίαση προτεινόμενης μεμβράνης και των χαρακτηριστικών της

				
Μείωση της ηλιακής θερμότητας	69%	57%	57%	49%
Μείωση της αντηλιάς	65%	62%	63%	62%
Προστασία από την UV ακτινοβολία	99%	99%	99%	99%
Μείωση της απώλειας θερμότητας	30%	30%	20%	20%
Συνολική απόρριψη ηλιακής ενέργειας	75%	74%	70%	76%
Αντανάκλαση ορατού φωτός	56%	18%	54%	22%
Μετάδοση ορατού φωτός	31%	19%	29%	17%

Συντελεστής σκίασης	0.29	0.30	0.35	0.28
----------------------------	-------------	-------------	-------------	-------------

- Μεμβράνη με όψη καθρέπτη (χρυσασφί).
- Μειώνει την απώλεια θερμότητας μέσω των παραθύρων τους χειμερινούς μήνες.
- Προστατεύει από την ηλιακή ακτινοβολία και θερμότητα το καλοκαίρι.
- Αυξάνει την αποτελεσματικότητα του κλιματισμού.
- Βοηθάει στην εξοικονόμηση ενέργειας.
- Μειώνει την ενοχλητική αντηλιά.
- Προστατεύει από την βλαβερή UV ακτινοβολία ώστε τα έπιπλα και τα υφάσματα να διατηρούν το χρώμα τους αναλλοίωτο για περισσότερο χρόνο.
- Μειώνει την πιθανότητα τραυματισμού από σπάσιμο τζαμιού. [44]

Το κόστος αγοράς της εν λόγω μεμβράνης είναι 40,11 €/τ.μ. [45]

Με δεδομένη τη συνολική επιφάνεια του υαλοπίνακα (722,7 τ.μ) και των παραθύρων (213 τ.μ) του κτιρίου το κόστος επένδυσης ανέρχεται στο ποσό των

$$(722,7 \text{ m}^2 + 213 \text{ m}^2) * 40,11 \text{ €/m}^2 = 37.530,927 \text{ €}$$

Επομένως $K = 37.530,927 \text{ €}$

Από έρευνες που έχουν διεξαχθεί κατά καιρούς, η εναπόθεση αντιηλιακών μεμβράνων επί των γυάλινων επιφανειών του κτιρίου μπορούν να οδηγήσουν σε εξοικονόμηση της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται για θέρμανση και ψύξη, σε ποσοστό 30% περίπου.

Συνολική κατανάλωση για ψύξη – θέρμανση 221.307 kWh/έτος και 21.650 lt πετρέλαιο.

Επομένως προκύπτει ετήσιο καθαρό όφελος

$$F_t = 0,3 * (20.829 + 24.392) \approx 13.566$$

Πίνακας 6.6: Παρουσίαση οικονομικών δεικτών επένδυσης σε αντιηλιακές μεμβράνες

ΕΤΗ	ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ	ΕΒΑ≈34%
1 ^ο έτος	12.920	10.124
2 ^ο έτος	12.305	7.555
3 ^ο έτος	11.719	5.638
4 ^ο έτος	11.161	4.208
5 ^ο έτος	10.629	3.140

6 ^ο έτος	10.124	2.343
7 ^ο έτος	9.641	1.749
8 ^ο έτος	9.182	1.305
9 ^ο έτος	8.745	974
10 ^ο έτος	8.329	727
ΣΥΝΟΛΟ	104.755	37.763
Οικονομικοί Δείκτες Επένδυσης		
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία		5%
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου		10 έτη
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης Κ		37.531 €
Ετήσιο καθαρό όφελος Ft		13.566 €
Καθαρή παρούσα αξία ΚΠΑ		67.225 €
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής ΕΠΑ		3 έτη
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου ΕΒΑ		34%

6.4.6 Αντικατάσταση πετρελαίου με φυσικό αέριο

Η διαφορά της τιμής του αερίου από το πετρέλαιο είναι 20%, ενώ σε σχέση με το ηλεκτρικό ρεύμα το φυσικό αέριο είναι φθηνότερο κατά 65-70%. Αυτό σημαίνει ότι η θέρμανση χώρων με κλιματιστικά κοστίζει ακριβότερα σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης το οποίο με τη σειρά του είναι οικονομικά ασύμφορο συγκριτικά με το φυσικό αέριο. [45]

Το φυσικό αέριο προσφέρει ιδιαίτερη ευκολία καθώς:

- Δεν χρειάζεται αποθήκευση, είναι διαθέσιμο κάθε στιγμή μέσα από το δίκτυο.
- Δεν χρειάζεται να γίνεται παραγγελία ή να είναι κάποιος σε ετοιμότητα για τη παραλαβή του.
- Η μέτρηση της κατανάλωσης γίνεται με ακρίβεια και γίνεται πληρωμή μόνο της ποσότητας που καταναλώνεται και πάντα μετά τη κατανάλωση. [46]

Άλλο συγκριτικό πλεονέκτημα αποτελεί το γεγονός πως ο εξοπλισμός έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής με φυσικό αέριο. Επίσης το φυσικό αέριο είναι και φιλικότερο στο περιβάλλον όντας πιο καθαρό και λιγότερο ρυπογόνο καύσιμο. Η χρήση του συμβάλλει σημαντικά στη μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Δεν περιέχει ενώσεις του θείου που ρυπαίνουν το περιβάλλον και προκαλούν το φαινόμενο της όξινης βροχής. [46, 47]

Η τρέχουσα τιμή αγοράς ενισχυμένου πετρελαίου θέρμανσης στο Νομό Αττικής είναι 0,88358 €/lt με ΦΠΑ. Επομένως με δεδομένη την αποδιδόμενη στο σύστημα ενέργεια ανά λίτρο καυσίμου 10,71 kWh/lt (θερμογόνο δύναμη*τυπικός βαθμός απόδοσης πετρελαίου = 11,9 kWh/lt*0,9) προκύπτει πως η τιμή πετρελαίου

θέρμανσης είναι και 0,0825 €/kWh. Επομένως η τιμή του φυσικού αερίου είναι ίση με $0,8 \cdot 0,0825 \text{ €/kWh} = 0,066 \text{ €/kWh}$. [48, 49]

Όσον αφορά το έτος 2010-2011 σύμφωνα με το 3^ο Κεφάλαιο καταναλώθηκαν 21.650 Lt πετρελαίου δηλαδή 231.871,5 kWh. Το οικονομικό ποσό που θα εξοικονομούταν αντικαθιστώντας το πετρέλαιο με το φυσικό αέριο σε ένα έτος είναι ίσο με:

$$F_t = 231.871,5 \text{ kWh} \cdot (0,0825 - 0,066) \text{ €/kWh} \approx 3.826 \text{ €}$$

Το αρχικό κόστος επένδυσης αφορά το κόστος αντικατάστασης του ήδη υπάρχοντος καυστήρα πετρελαίου από ένα καυστήρα φυσικού αερίου αφού οι λέβητες που χρησιμοποιούνται μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για πετρέλαιο όσο και για φυσικό αέριο.

$$\text{Κόστος καυστήρων φυσικού αερίου (Κ)} = \text{Τιμή Καυστήρων} + \text{Τιμή γραμμών αερίου} \\ = 2 \cdot 4.100 \text{ €} + 2 \cdot 2010 \text{ €} = 12.220 \text{ €}$$

Σημείωση: Υπάρχουν δύο λέβητες όμοιοι ονομαστικής ισχύος 405 kW.

Πίνακας 6.7: Παρουσίαση οικονομικών δεικτών επένδυσης σε αντικατάσταση πετρελαίου από φυσικό αέριο

ΕΤΗ	ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ	ΕΒΑ \approx 30,75 %
1 ^ο έτος	3.643	2.926
2 ^ο έτος	3.470	2.237
3 ^ο έτος	3.304	1.711
4 ^ο έτος	3.147	1.309
5 ^ο έτος	2.997	1.001
6 ^ο έτος	2.854	765
7 ^ο έτος	2.718	585
8 ^ο έτος	2.589	447
9 ^ο έτος	2.466	342
10 ^ο έτος	2.348	262
11 ^ο έτος	2.236	200
12 ^ο έτος	2.130	153
13 ^ο έτος	2.028	117
14 ^ο έτος	1.932	89
15 ^ο έτος	1.840	68
ΣΥΝΟΛΟ	39.711	12.218
Οικονομικοί Δείκτες Επένδυσης		
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία		5%
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου		15 έτη

Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης Κ	12.220 €
Ετήσιο καθαρό όφελος Ft	3.826 €
Καθαρή παρούσα αξία ΚΠΑ	27.491 €
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής ΕΠΑ	3,4 έτη
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου ΕΒΑ	30,75%

6.5 Άλλες επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης

Φυσικά μπορούν να γίνουν κι άλλες παρεμβάσεις προκειμένου να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας και μερικές εξ αυτών χωρίς να υπόκεινται σε χρηματοοικονομική ανάλυση είναι οι ακόλουθες:

- Τακτική συντήρηση και καθαρισμός των λαμπτήρων και των φωτιστικών. Η απόδοση μίας εγκατάστασης φωτισμού μειώνεται με τη πάροδο του χρόνου λόγω της επικάλυψης ρύπων στις επιφάνειες των φωτιστικών και των λαμπτήρων, της γήρανσης των υλικών των φωτιστικών τα οποία συμμετέχουν στην εκπομπή φωτός (ανακλαστήρες, διαχύτες κλπ) καθώς και της γήρανσης των λαμπτήρων και των ballast. Έχει διαπιστωθεί ότι η μείωση του φωτισμού στις κακώς συντηρημένες εγκαταστάσεις υπερβαίνει το 40% όταν στις αντιθέτως καλώς συντηρημένες εγκαταστάσεις η μείωση αυτή δεν υπερβαίνει το 25%. Χρήσιμος κρίνεται επομένως ο καθαρισμός των φωτιστικών κάθε έτος αλλά και η αντικατάσταση πολλών εξ αυτών που με τα χρόνια χάνουν από την απόδοσή τους.
- Αντικατάσταση λαμπτήρων φθορισμού T8 με λαμπτήρες T5. Αυτοί οι λαμπτήρες είναι μπορούμε να πούμε οι πιο σύγχρονοι λαμπτήρες φθορισμού. Μπορούν να συμβάλλουν σε εξοικονόμηση ενέργειας έως και 25%. Λειτουργούν με ηλεκτρονικό ballast μόνο κάτι λοιπόν που αυτόματα καθιστά την επιλογή τους ανεπιθύμητη αφού στο κτίριο που εξετάζεται στη παρούσα διπλωματική εργασία έχει απορριφθεί το επενδυτικό έργο αντικατάστασης των συμβατικών ballast από τα ηλεκτρονικά.
- Η εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού όσο καλύτερα μπορεί αυτό να γίνει. Οι περισσότερες εκ των παρεμβάσεων που μπορούν να λάβουν χώρα προς τη κατεύθυνση αυτή, στοχεύουν στην αρχιτεκτονική σχεδίαση και εσωτερική διαρρύθμιση των κτιρίων (βιοκλιματική αρχιτεκτονική) ή στη χρησιμοποίηση συστημάτων προσαγωγής του φωτός στους εσωτερικούς χώρους (οπτικοί σωλήνες, κάτοπτρα κ.λ.π).
- Έλεγχος και επισκευή τυχόν φθαρμένων κουφωμάτων, υαλοπινάκων και μονώσεων στους χώρους των γραφείων.

- Μείζονος σημασίας θα μπορούσε να αποδειχθεί η χρήση του φυσικού αερισμού. Κατι τέτοιο θα καθιστούσε αποτελεσματική την αποθήκευση δροσιάς τις νύχτες κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, δημιουργώντας έτσι χαμηλότερες απαιτήσεις ψύξης κατά τη διάρκεια της ερχόμενης ημέρας.
- Όσον αφορά το κλιματισμό, διαρκής πρέπει να είναι ο καθαρισμός των φίλτρων και η αντικατάσταση αυτών όποτε κάτι τέτοιο κρίνεται απαραίτητο καθώς και ο καθαρισμός των fan coil προκειμένου να αυξάνεται η απόδοση.

6.6 Διαμόρφωση προτάσεων

Στο πίνακα που ακολουθεί, παρατίθενται συγκεντρωτικά οι επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης που εξετάστηκαν, καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χρηματοοικονομική ανάλυση.

Πίνακας 6.8: Αποτελέσματα χρηματοοικονομικής ανάλυσης των επεμβάσεων ενεργειακής βελτίωσης.

Επέμβαση	Αρχικό κόστος (ευρώ)	Ετήσιο όφελος (ευρώ)	ΚΠΑ (ευρώ)	EBA (%)	ΕΠΑ (έτη)
Αντικατάσταση συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών ballast λαμπτήρων φθορισμού με ηλεκτρονικά ballast	6.492	873	+249	5,78	9,3
Εγκατάσταση αισθητήρων φωτισμού στους λαμπτήρες	15.257	579	-10.786	< 0	>>
Εγκατάσταση συστήματος BEMS	50.000	12.252	44.607	21	4,7
Φ/Β εγκατάσταση στην οροφή του κτιρίου (πληθωρισμός 3,3%)	210.500	28.878 (1 ^ο έτος)	106.604	10,3	11,2
Τοποθέτηση αντηλιακών μεμβράνων στις γυάλινες επιφάνειες	37.531	13.566	67.225	34	3
Αντικατάσταση πετρελαίου με φ.α	12.220	3.826	27.491	30,75	3,4

Σύμφωνα με το παραπάνω πίνακα προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η αντικατάσταση συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών ballast λαμπτήρων φθορισμού με ηλεκτρονικά ballast θεωρείται ως βιώσιμη λόγω τόσο της θετικής ΚΠΑ όσο και λόγω του θετικού ΕΒΑ και της ΕΠΑ έστω και οριακά δεν υπερβαίνει το κύκλο ζωής της επένδυσης.
- Βάσει των αποτελεσμάτων της οικονομικής αξιολόγησης όσον αφορά την εγκατάσταση αισθητήρων παρουσίας στους λαμπτήρες δεν είναι καθόλου οικονομικά βιώσιμη εξαιτίας του εξαιρετικά υψηλού, συγκριτικά με το πολύ χαμηλό καθαρό ετήσιο όφελος, αρχικού κόστους. Η ΚΠΑ είναι κατά πολύ μικρότερη του μηδενός και κατά παρόμοιο τρόπο ο ΕΒΑ. Η ΕΠΑ ξεπερνά τα 20 χρόνια.
- Αντίθετα με τα παραπάνω επενδυτικά έργα, η επένδυση εγκατάστασης συστήματος BEMS είναι αποδοτική, κάτι που δικαιολογούν οι οικονομικοί δείκτες της. Είναι γεγονός πως το συγκεκριμένο σύστημα είναι η μόνη ολοκληρωμένη επέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς παρεμβαίνει σε όλα σχεδόν τα ενεργοβόρα συστήματα του κτιρίου, τα οποία καταναλώνουν την περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια. Άρα, η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας που επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος είναι συνολική και, μέχρι ένα σημείο, αντικαθιστά επί μέρους επενδύσεις ενεργειακής βελτίωσης οι οποίες βασίζονται στον αυτοματισμό.
- Όσον αφορά τη Φ/Β εγκατάσταση γίνεται εύκολα κατανοητό πως όσο αυξάνεται ο πληθωρισμός τόσο δυσμενέστερα είναι τα αποτελέσματα των οικονομικών δεικτών και επομένως λιγότερο αποδοτική η επένδυση, αφού μειώνεται η τιμή πώλησης στη ΔΕΗ της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί πως σε αντίθεση με τα υπόλοιπα επενδυτικά σχέδια που μελετήθηκαν με δεκαετή κύκλο ζωής, όσον αφορά το Φ/Β σύστημα, αυτό στη πράξη έχει εικοσαετές κύκλο ζωής, τόσο από την πλευρά της εγγύησης της Φ/Β τεχνολογίας όσο και από την πώληση της παραγόμενης από τα Φ/Β ηλεκτρικής ενέργειας. Από την μελέτη που πραγματοποιήθηκε διαπιστώθηκε πως η επένδυση Φ/Β εγκατάστασης στο εξεταζόμενο κτίριο είναι αποδοτική στη περίπτωση της «σημερινής» τιμής του πληθωρισμού (3,3% πληθωρισμός).
- Το κτίριο των ΚΑΕ στη πρόσοψή του είναι ως επί το πλείστον γυάλινο και αυτό μαρτυρά την ανάγκη τοποθέτησης αντιηλιακών μεμβράνων που συμβάλλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας, στο περιορισμό υπεριώδους ακτινοβολίας καθώς και της αντηλιάς που πιθανότατα κάποιες ώρες της μέρας καθίσταται εξαιρετικά ενοχλητική για τους εργαζόμενους καθώς και στην προστασία των επίπλων από την έκθεσή τους στην ηλιακή ακτινοβολία.

Πρόκειται για μία πολύ συνετή και οφέλιμη επενδυτική ενέργεια, κάτι που αποδεικνύουν και οι χρηματοοικονομικοί δείκτες που υπολογίστηκαν παραπάνω. Θετική ΚΠΑ, υψηλός ΕΒΑ και ΕΠΑ μόλις 3 έτη επιβεβαιώνουν πόσο σημαντική μπορεί να αποβεί η εν λόγω παρέμβαση.

- Ιδιαίτερα αποδοτική όπως προκύπτει κι απο τους οικονομικούς δείκτες που υπολογίστηκαν κρίνεται και η αντικατάσταση του πετρελαίου ως βασικού καυσίμου καύσης απο το φυσικό αέριο. Πραγματοποιήθηκε μελέτη του εν λόγω επενδυτικού έργου με δεκαπενταετή κύκλο ζωής και τα αποτελέσματα ήταν κάτι παραπάνω απο ενθαρρυντικά. Στη προκειμένη περίπτωση δεν κρίθηκε αναγκαία η αντικατάσταση του υπάρχοντος λέβητα αφού και οι δύο μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για φυσικό αέριο. Απαραίτητη ωστόσο κρίνεται η αντικατάσταση των δύο καυστήρων.

Ολοκληρώνοντας, αξίζει να επισημανθεί πως στην εν λόγω χρηματοοικονομική ανάλυση, το ετήσιο κέρδος θεωρήθηκε σταθερό κάτι που συνεπάγεται πως θεωρήθηκε σταθερή και η τιμή αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας από την ΔΕΗ και ίση με 0,09412 ευρώ/kWh. Κάτι παρόμοιο δε συμβαίνει στη περίπτωση της Φ/Β εγκατάστασης, όπου ελήφθη υπόψιν η προσαύξηση λόγω πληθωρισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

7.1 Συμπεράσματα

Στη παρούσα διπλωματική εργασία, αντικειμενικός σκοπός υπήρξε η παρουσίαση της ενεργειακής εικόνας που παρουσιάζει το κτίριο των ΚΑΕ. Η επιθυμητή απόδοση της ενεργειακής αυτής εικόνας περιλαμβάνει την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας κατά κύριο λόγο αλλά και την κατανάλωση πετρελαίου στο βαθμό που αυτό κατέστησε ευφικτό. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε, προκειμένου να επιτευχθούν τα ανωτέρω, φέρει το όνομα «Ενεργειακή Επιθεώρηση» και διενεργήθηκε όπως η εφαρμογή του Κ.Ε.Ν.Α.Κ υπαγορεύει. Απώτερος σκοπός αποτελεί η ένταξη του υφιστάμενου, του ενεργειακού ελέγχου κτιρίου, στην ανάλογη ενεργειακή κατηγορία και οι σχετικές προτάσεις βελτίωσης του ενεργειακού του προφίλ.

- Επιδιώκεται η ως επί το πλείστον αποδοτικότερη και περιβαλλοντικά πιο υπεύθυνη χρήση ενέργειας και σε αυτή τη κατεύθυνση αποσκοπούν τα προτεινόμενα επενδυτικά έργα. Τα αποτελέσματα ελέγχου του κτιριακού κελύφους και της θερμομόνωσης στην οποία αυτό υπόκειται επέδειξαν οριακή επάρκεια αφού ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου έχει τιμή ιδιαίτερος παραπλήσια με το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο. Παρά την ύπαρξη μόνωσης σε κάθε επιφάνεια του κτιρίου παρατηρούνται ατέλειες. Η θερμογράφιση του κτιρίου έφερε στην επιφάνεια τοίχους με υγρασία παρά τη μόνωση. Απαραίτητη λοιπόν πρέπει να θεωρείται η παρέμβαση στις υπάρχουσες ατέλειες της μόνωσης αλλά και αυτές που αφορούν τα ελλατωματικά κουφώματα που όπως φάνηκε ξεκάθαρα «επιτρέπουν» την είσοδο ετερόθερμου αέρα από την επιθυμητή θερμοκρασία δωματίου. Δε μελετήθηκε με χρηματοοικονομικά μεγέθη η παραπάνω επιθυμητή βελτίωση, γιατί στη προκειμένη περίπτωση χρειάζεται κατά τόπους παρέμβαση και όχι κάποιο ολοκληρωμένο επενδυτικό έργο.
- Αν και ο φωτισμός αφορά ένα μικρό ποσοστό κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου, η όποια παρέμβαση σε αυτόν μπορεί να αποφέρει κέρδη ενεργειακά και οικονομικά όχι αμελητέα. Αξιολογήθηκαν και αποδείχθηκαν ως μη βιώσιμα τα μέτρα που αφορούν στην αντικατάσταση των συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών ballast από ηλεκτρονικά και των λαμπτήρων φωτισμού T8 από T5 κατ'επέκταση αφού το αρχικό κόστος της εν λόγω επένδυσης απεδείχθη ιδιαίτερα υψηλό συγκριτικά με το καθαρό ετήσιο κέρδος που αυτή θα απέφερε κάτι που αποδεικνύει και αρνητική ΚΠΑ. Παρόλα αυτά όμως σκόπιμο κρίνεται, να αναπτύξουν οι εργαζόμενοι του κτιρίου κάποια αυξημένη συνείδηση αφού η σπατάλη και η αλόγιστη χρήση της ενέργειας εκ μέρους τους ως τώρα είναι μείζονος σημασίας. Αναμμένα φώτα σε διαδρόμους, σε WC και σε γραφεία, ακόμη και παρά την απουσία των, αποτέλεσαν εικόνες που δίνουν ένα σαφές δείγμα της νοοτροπίας που έχει

αναπτυχθεί. Η λελογισμένη χρήση των φωτιστικών σε συνδυασμό με κάποια συντήρηση αυτών σε ετήσια βάση μπορεί να αποβεί καθοριστική τακτική για εξοικονόμηση ενέργειας. Τέλος, εξετάστηκε η προοπτική εγκατάστασης αισθητήρων παρουσίας στους λαμπτήρες, μέτρο που αρχικά τουλάχιστον φαντάζει αναγκαίο. Εντούτοις, οι οικονομικοί δείκτες αποτρέπουν από ένα τέτοιο επενδυτικό σχέδιο.

- Ρόλο καταλύτη, όπως φάνηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο δύναται να παίξει η εγκατάσταση συστήματος BEMS. Το σύστημα αυτό είναι ένα ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό σύστημα μέτρησης και καταγραφής της ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα κτίριο. Με την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος στο εξεταζόμενο κτίριο, προκύπτουν ακριβή στοιχεία σχετικά με τις καταναλώσεις των διαφορετικών ηλεκτρικών φορτίων του, και ειδικά της κλιματιστικής (ψύξη - θέρμανση) μονάδας που αποτελεί εν προκειμένω και τη πιο ενεργοβόρα αφού συνολικά ευθύνεται για το 63% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου. Συμβάλλει λοιπόν στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας από όλους τους τομείς του κτιρίου. Όσον αφορά τη τεχνοοικονομική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, η επένδυση εγκατάστασης συστήματος BEMS κρίνεται εξαιρετικά αποδοτική όπως καταδεικνύουν οι υπολογισθέντες οικονομικοί συντελεστές.
- Ακολούθως, οφέλιμη όπως φάνηκε από την οικονομοτεχνική ανάλυση, θα ήταν μία επένδυση σε Φ/Β εγκατάσταση. Η Φ/Β εγκατάσταση δύναται να παίξει διπλό ρόλο, καθώς αποτελεί μία ακόμα πηγή ενέργειας αλλά και εσόδων αφού η πλεονάζουσα παραγόμενη από αυτή ενέργεια πωλείται στη ΔΕΗ με τιμή πολλαπλάσια της τιμής αγοράς της κιλοβατώρας του καταναλωτή από αυτή. Πιο συγκεκριμένα, όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του πληθωρισμού, τόσο μικρότερη είναι η τιμή πώλησης της ηλιακής κιλοβατώρας και τόσο λιγότερο αποδοτική η επένδυση σε Φ/Β εγκατάσταση. Στη περίπτωση του κτιρίου που μελετάται, η τιμή 3,3% του πληθωρισμού καθιστά βιώσιμη την επένδυση αποφέροντας κέρδη.
- Έπειτα, μελετάται η εγκατάσταση αντιηλιακών μεμβράνων στις γυάλινες επιφάνειες καθώς κρίνονται ικανές να «απαλύνουν» τις ανάγκες για θέρμανση-ψύξη του κτιρίου αφού εμποδίζουν την είσοδο της θερμής ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι και την έξοδο του θερμού αέρα στο περιβάλλον το χειμώνα αποφέροντας εξοικονόμηση περί το 30 % στη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη-θέρμανση. Ως επενδυτικό έργο κρίνεται ιδιαίτερα οφέλιμο κάτι που υποδεικνύουν και οι οικονομικοί συντελεστές που υπολογίστηκαν.
- Εν τέλει, με δεδομένο ότι έχουν περάσει τα χρόνια που το πετρέλαιο είναι αναντικατάστατο, μελετήθηκε η εγκατάσταση συστήματος φυσικού αερίου η οποία στην δεδομένη περίπτωση έγκειται στην αντικατάσταση των καυστήρων πετρελαίου από καυστήρες φυσικού αερίου. Η σταθερά χαμηλότερη τιμή του

φυσικού αερίου κατά 20% αποτελεί μία ελκυστική περίπτωση που στο εν λόγω κτίριο έπειτα και από υπολογισμό των κατάλληλων οικονομικών δεικτών κρίνεται ως πρωταρχική δράση προς εξοικονόμηση ενέργειας. Χαμηλή έντοκη περίοδος αποπληρωμής σε συνδυασμό με υψηλό ΕΒΑ και θετική ΚΠΑ αποδεικνύουν του λόγου το αληθές.

7.2 Προοπτικές

Προοπτική σημαντική για το κτίριο θα μπορούσε να αποτελέσει η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της κατανάλωσης ενέργειας (με αναλυτή ενέργειας), προκειμένου να επιτευχθεί η κατά το δυνατόν καλύτερη διαχείρησή της, όπως επίσης ο συνεχής έλεγχος όσον αφορά την αποδοτική χρήση του υπάρχοντος εξοπλισμού του κτιρίου ο οποίος μπορεί να περιλαμβάνει συστήματα αυτόματου ελέγχου, νέα υλικά, μονωτικές παρεμβάσεις, συστήματα ψύξης-θέρμανσης, φωτισμού και άλλων νέων τεχνολογιών. Σκόπιμη ίσως να ήταν επίσης η πρόσληψη μόνιμου προσωπικού τεχνικά καταρτισμένου σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας. Ίσως και ο ορισμός κάποιου ενεργειακού διαχειριστή – υπευθύνου να ήταν μία σωστή τακτική προκειμένου να αποτρέπεται η σπατάλη και οι κακοτεχνίες.

Αξίζει να αναφερθεί πως έγινε απόπειρα πρότασης πρόσθετων μέτρων βελτιστοποίησης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, όπως εγκατάσταση αντλίας θερμότητας και χρήση συμπαραγωγής θερμότητας-ηλεκτρισμού. Η έλλειψη όμως ηλεκτρομηχανολογικών σχεδίων του κτιρίου και η πολυπλοκότητα μιας τέτοιας μελέτης λόγω του μεγέθους του κτιρίου και των φορτίων που πρέπει να καλυφθούν, κάτι τέτοιο δε κατέστη δυνατόν. Η ύπαρξη στην εταιρία ενός προσώπου με περεταίρω μηχανολογικές γνώσεις επί του δικτύου και των σωληνώσεων θα αποτελούσε ρόλο καταλύτη προκειμένου να πραγματοποιηθεί πληρέστερη οικονομοτεχνική ανάλυση και να προταθούν δράσεις ενεργειακά αποδοτικότερες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- (1) “Energy labeling and standards programs throughout the world” by the National Appliance and Energy Efficiency Committee, Australia
<http://www.energyrating.gov.au/library/pubs/int-label.pdf>
- (2) European Committee of Domestic Equipment Manufacturers (Ceced)
<http://www.newenergylabel.com/el/background>
- (3) European Commission, Energy
http://ec.europa.eu/energy/efficiency/labelling/energy_labelling_en.htm
- (4) China Energy Group <http://china.lbl.gov/publications/status-chinas-energy-efficiency-standards-and-labels-appliances-and-international-colla>
- (5) Κινεζικό τμήμα απόδοσης ενεργειακής επισήμανσης
<http://www.energylabel.gov.cn/UserFiles/TOR%20of%20China%20Energy%20Label%20Survey.pdf>
- (6) ICF International
<http://www.clasponline.org/files/Energy%20Efficiency%20SL%20in%20China%20and%20Asia%20-%20ICF%20International.pdf>
- (7) IEEJ (The Institute of Energy Economics of Japan)
<http://eneken.ieej.or.jp/data/en/data/pdf/487.pdf>
- (8) Berkeley National Laboratory (University of California)
http://escholarship.org/uc/item/96s1n8rp;jsessionid=7417B26BC2B50A4F2E7530992DD036DB#page_5
- (9) Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ) 2010 (θερμοφυσικές ιδιότητες)
- (10) Κανονισμός Ενεργειακής Αναβάθμισης Κτιρίων (KENAK)
- (11) Wikipedia: “The free encyclopedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Thermographic_camera
- (12) Εγχειρίδιο (manual) θερμοκάμερας Flir
- (13) Πανελλήνιος Σύνδεσμος Εταιριών Μόνωσης <http://www.psem.gr> (μονώσεις)
- (14) <http://e-domisi.gr>
- (15) Βιομηχανική Ανάπτυξη ΕΠΕ <http://www.ban.gr>
- (16) ρhpBB Creating Communities <http://levitostasia.net>
- (17) “Διαχείριση ενέργειας και περιβαλλοντικής πολιτικής” (Ιωάννης Ψαρράς)
- (18) “Οικονομική ανάλυση των επιχειρήσεων” (Κάπρος-Ντελκής)
- (19) <http://ergotel.blogspot.com>
- (20) Εταιρία «Εκδοτική 3D», περιοδικό «Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση»
<http://www.technicalreview.gr>
- (21) Κατάστημα Pals Save Energy <http://www.energy-save.gr>
- (22) ΤΕΕ Τμήμα Κέρκυρας – Ψηφιακή Βιβλιοθήκη ΣΧΕΡΙΑ <http://www.libteeker.gr>

- (23) Πρόγραμμα SEDO <http://www.electronik.gr>
- (24) ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας)
<http://www.cres.gr>
- (25) Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών <http://www.noa.gr>
- (26) Energy Performance Assessment for Existing Non Residential Buildings
<http://www.epa-nr.org>
- (27) Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας <http://www.energycon.org>
- (28) International Energy Agency <http://www.iea.org>
- (29) Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/Building_management_system
- (30) A/S Energifirma JAUDA
http://www.jauda.com/html/electrical_equipment/bms/html
- (31) Κατασκευαστική Εταιρεία Ηλεκτρομηχανολογικών Έργων ΚΕΗΛΕ
<http://www.keile.gr>
- (32) Ερευνητικό group του ΕΜΠ (Medialab) με επωνυμία INTELEN
<http://www.plugme.eu>
- (33) LDK consultants <http://www.ldk.gr>
- (34) Greek Women's Engineering Association <http://www.edem-net.gr>
- (35) Εταιρία FirstGreen <http://www.firstgreen.biz>
- (36) Wikipedia <http://el.wikipedia.org/wiki/Φωτοβολταϊκά>
- (37) ΗΜΕΡΗΣΙΑ-ONLINE
<http://www.imerisia.gr/article.asp?catid=12930&subid=2&pubid=10325137>
- (38) Διαχειριστής Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας Α.Ε
<http://www.desmie.gr>
- (39) Εταιρία Φωτοβολταϊκών «Solar Systems»
http://www_solar_systems.gr/2010_photo
- (40) PVSYST: Software for Photovoltaic Systems <http://www.pvsyst.com>
- (41) GlassFilm: Αντιηλιακές Μεμβράνες Κτιρίων
http://www.glassfilm.gr/index.php?page=membranes_thermotitas
- (42) American Window Standard Film (ASWF) <http://www.ctg.gr/>
- (43) SSL Επίσημος Διανομέας και Εγκαταστάτης 3M http://www.3m-ssl.gr/index.php?cat_id=41
- (44) ALPHATEC 3M authorized dealer http://www.atec.gr/pdf/Windows_Film.pdf
- (45) Λεωνίδας Στεργίου -> Άρτεμις-Ελευθερία Στεργίου
http://www.eranistis.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=230:-vs-&catid=34:2010-06-19-20-13-32&Itemid=54
- (46) Εταιρία Παροχής Αερίου Αττικής Α.Ε «Φυσικό Αέριο Αττικής»
<http://www.aerioattikis.gr/Default.aspx?pid=18&la=1>
- (47) Εγκαταστάσεις Φυσικού Αερίου - Εγκαταστάσεις Κεντρικής και Ενδοδαπέδιας Θέρμανσης - Υδραυλικές Εγκαταστάσεις - Εγκαταστάσεις Κλιματισμού.
Εταιρία HEAT & COOL SYSTEMS
<http://www.heatcool.com.gr/category.html?c=4&l=1&title=%CE%95%CE%B3>

[%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82%20%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D%20%CE%91%CE%B5%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85](#)

(48) ΕΚΟ ΑΒΕΕ (εμπορία πετρελαιοειδών) <http://www.eko.gr/prices.aspx?lan=1>

(49) GRV Energy solutions

http://www.greenconstructions.gr/images/HeatingOil_VS_heatpump.pdf

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'**Καταγραφή Ηλεκτρολογικού – Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού****Πίνακας Π.Α.1:** Καταγραφή καταναλώσεων σε φωτισμό στο ισόγειο

Χώρος	Ισχύς (W)	Ώρες/Μέρα	Μέρες/Μήνα	Μήνες/Έτος	Ενέργεια/Έτος (kWh)
Reception	1400	5	21	12	1764
Αναγνώστου	288	7	21	10	423,360
ΜΧΓΡ	576	5	21	9	544,320
Ζουρούδης	288	4	21	9	217,728
Κουντουρή	288	5	21	9	272,160
Μάνου	288	5	21	9	272,160
Δαφνομήλης	288	7	21	8	338,688
Φραγκούδη	288	4	21	8	193,536
Ράλλη	288	6	21	9	326,592
Παπαχαντζής	288	4	21	9	217,728
Αίθουσα	1152	5	5	8	230,400
Ταμεία	144	5	5	8	28,800
Η/Μ χώρος	72	2	3	12	5,184
ΜΧΓΡ'	288	2	21	12	145,152
WC	700	7	21	12	1234,800
Κουζίνα	144	5	21	12	181,440
Σωματείο	576	2	12	9	124,416
Οδηγοί	288	2	21	12	145,152
Κουζίνα-Καθιστικό	576	5	10	12	345,600
Lobby	288	7	21	10	423,360
ΠΜ2	288	2	21	9	108,864
ΠΜ1	288	5	21	10	302,400
Computer	576	7	21	9	762,048
Διάδρομοι	2332	7	21	10	3.428,040

Πίνακας Π.Α.2: Καταγραφή καταναλώσεων σε Η/Υ στο ισόγειο

Χώρος	Η/Υ πλήθος	Ώρες/Μέρα	Μέρες/Μήνα	Μήνες/Έτος	Ενέργεια/Έτος (kWh)
Reception	2	8	21	12	1.008
Αναγνώστου	3	8	21	12	7.257,6
ΜΧΓΡ	8	7	21	12	16.934,4
Ζουρούδης	3	8	21	12	7.257,6
Κουντουρή	1	7	21	11	404,25
Μάνου	3	7	21	12	1.323

Δαφνομήλης	2	8	21	12	1.008
Φραγκούδη	3	7	21	12	1.323
Ράλλη	2	8	21	12	1.008
Παπαχαντζής	1	7	21	11	1.940,4
Αίθουσα	10	6	15	11	6.930
Ταμεία	0	0	0	0	0
Η/Μ χώρος	0	0	0	0	0
ΜΧΓΡ'	0	0	0	0	0
WC	0	0	0	0	0
Κουζίνα	0	0	0	0	0
Σωματείο	1	6	21	11	346,5
Οδηγοί	1	6	21	12	378
Κουζίνα-Καθιστικό	0	0	0	0	0
Lobby	0	0	0	0	0
ΠΜ2	2	8	21	11	4.435,2
ΠΜ1	2	8	21	11	4.435,2
Computer	3	8	21	12	7.257,6
Διάδρομοι	0	0	0	0	0

Πίνακας Π.Α.3: Καταγραφή καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας σε ψύξη-θέρμανση

Χώρος	Πλήθος Fan Coil	Ώρες/Μέρα	Μέρες/Μήνα	Μήνες/Ετος	Ενέργεια/Ετος (kWh)
Reception	5	8	21	10	756
Αναγνώστου	1	8	21	10	151,2
ΜΧΓΡ	2	8	21	10	302,4
Ζουρούδης	1	8	21	10	151,2
Κουντουρής	1	8	21	10	151,2
Μάνου	1	8	21	10	151,2
Δαφνομήλης	1	8	21	10	151,2
Φραγκούδη	1	8	21	10	151,2
Ράλλη	1	8	21	10	151,2
Παπαχαντζής	1	8	21	10	151,2
Αίθουσα	4	8	21	10	604,8
Ταμείο	1	8	21	10	151,2
Η/Μ χώρος	0	8	21	10	0
ΜΧΓΡ'	1	8	21	10	151,2
WC	0	8	21	10	0
Κουζίνα	0	8	21	10	0
Σωματείο	2	8	21	10	302,4
Οδηγοί	1	8	21	10	151,2
Κουζίνα-Καθιστικό	4	8	21	10	604,8
Lobby	1	8	21	10	151,2
ΠΜ2	1	8	21	10	151,2

ΠΜ1	1	8	21	10	151,2
Computer	2	8	21	10	302,4
Διάδρομοι	1	8	21	10	151,2

Πίνακας Π.Α.4: Καταγραφή καταναλώσεων σε φωτισμό στον α' όροφο

Χώρος	Ισχύς (W)	Ώρες/Μέρα	Μέρες/Μήνα	Μήνες/Έτος	Ενέργεια/Έτος (kWh)
Κοντονίκα	576	7	21	8	677,376
Ζερβάνου	576	7	21	8	677,376
Καπνιστού	288	6	21	8	290,304
Μπανίλα	288	7	21	8	338,688
Σαραμαντής	288	5	21	9	272,160
Παυλόπουλος	288	7	21	8	338,688
Πανουσάκης	288	7	21	8	338,688
Χυτήρης	288	8	21	7	338,688
Μαθιανάκης	288	6	21	7	254,016
Ντζιός	288	8	21	8	387,072
Κορμάς	576	6	21	8	580,608
Ρακτιβάν	432	8	21	8	580,608
Καπλάνης	144	7	21	9	190,512
Αρχείο	288	4	10	12	138,240
Κατσούλα	432	7	21	11	698,544
WC	700	5	21	12	882,000
Φ/Α	150	4	21	12	151,200
Plotter	144	8	21	12	290,304
Αντωνάκος	288	8	21	10	483,840
Κωσταγεώργου	288	8	21	9	435,456
Σωτηρακοπούλου	288	7	21	9	381,024
Δ.Τ.Ε	576	8	21	9	870,912
Ράπτη	288	7	21	9	381,024
Μπρούζου	288	7	21	9	381,024
Διευθυντής	288	7	21	9	381,024
Marketing	720	8	21	8	967,680
Διάδρομοι	1932	3	21	9	1.095,444
Κεντρικό hall	800	5	21	10	840,000

Πίνακας Π.Α.5: Καταγραφή καταναλώσεων σε Η/Υ στον α' όροφο

Χώρος	Η/Υ πλήθος	Ώρες/Μέρα	Μέρες/Μήνα	Μήνες/Έτος	Ενέργεια/Έτος (kWh)
Κοντονίκα	6	6	21	12	10.886,4
Ζερβάνου	3	6	21	12	5.443,2
Καπνιστού	4	5	21	12	6.048
Μπανίλα	1	6	21	12	378
Σαραμαντής	1	5	21	11	288,75

Παυλόπουλος	1	6	21	11	346,5
Πανουσάκης	1	6	21	12	378
Χυτήρης	1	5	21	12	315
Μαθιανάκης	3	6	21	12	1.134
Ντζιός	2	7	21	11	808,5
Κορμάς	5	6	21	12	9.072
Ρακτιβάν	4	4	21	12	4.838,4
Καπλάνης	1	4	21	11	231
Αρχείο	0	0	0	0	0
Κατσούλα	2	7	21	12	882
WC	0	0	0	0	0
Φ/Α	0	0	0	0	0
Plotter	0	0	0	0	0
Αντωνάκος	1	4	21	12	252
Κωσταγεώργου	2	5	21	12	3.024
Σωτηρακοπούλου	1	4	21	11	231
Δ.Τ.Ε	3	6	21	12	5.443,2
Ράπτη	2	5	21	12	630
Μπρούζου	1	5	21	12	315
Διευθυντής	1	4	21	11	231
Marketing	6	6	21	12	10.886,4
Διάδρομοι	0	0	0	0	0
Κεντρικό hall	0	0	0	0	0

Πίνακας Π.Α.6: Καταγραφή καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας σε ψύξη-θέρμανση στον α' όροφο

Χώρος	Πλήθος Fan Coil	Ώρες/Μέρα	Μέρες/Μήνα	Μήνες/Ετος	Ενέργεια/Ετος (kWh)
Κοντονίκα	2	8	21	10	302,4
Ζερβάνου	2	8	21	10	302,4
Καπνιστού	1	8	21	10	151,2
Μπανίλα	1	8	21	10	151,2
Σαραμαντής	1	8	21	10	151,2
Παυλόπουλος	1	8	21	10	151,2
Πανουσάκης	1	8	21	10	151,2
Χυτήρης	1	8	21	10	151,2
Μαθιανάκης	1	8	21	10	151,2
Ντζιός	1	8	21	10	151,2
Κορμάς	2	8	21	10	302,4
Ρακτιβάν	1	8	21	10	151,2
Καπλάνης	1	8	21	10	151,2
Αρχείο	1	8	21	10	151,2
Κατσούλα	1	8	21	10	151,2
WC	0	8	21	10	0
Φ/Α	0	8	21	10	0
Plotter	1	8	21	10	151,2
Αντωνάκος	1	8	21	10	151,2

Κωσταγεώργου	1	8	21	10	151,2
Σωτηρακοπούλο υ	1	8	21	10	151,2
Δ.Τ.Ε	2	8	21	10	302,4
Ράπτη	1	8	21	10	151,2
Μπρούζου	1	8	21	10	151,2
Διευθυντής	1	8	21	10	151,2
Marketing	3	8	21	10	453,6
Διάδρομοι	1	8	21	10	151,2
Κεντρικό hall	3	8	21	10	453,6

Πίνακας Π.Α.7: Καταγραφή καταναλώσεων σε φωτισμό στον β' όροφο

Χώρος	Ισχύς (W)	Ώρες/ Μέρα	Μέρες/ Μήνα	Μήνες/ Έτος	Ενέργεια/Έτος (kWh)
Δημοσθενοπούλου	288	8	21	10	483,840
Παυλίδης	288	8	21	9	435,456
Τσαγκάρη	288	8	21	8	387,072
Αδάμου	288	8	21	9	435,456
Καλαματιανός	288	7	21	9	381,024
Γραμματεία	288	6	21	9	326,592
Γ.Δ	576	7	21	9	762,048
Γραμματεία 1	288	7	21	10	423,360
V.I.P	288	7	10	12	241,920
Γραμματεία 2	288	7	21	9	381,024
Δ.Σ	576	4	21	10	483,840
Αρχείο	288	3	21	10	181,440
WC	700	5	21	12	882,000
Φ/Α	150	4	21	12	151,200
Ορκωτοί 1	432	5	21	11	498,960
Ε.Δ 1	288	8	21	9	435,456
Ε.Δ 2	288	8	21	9	435,456
Ε.Δ 3	288	7	21	9	381,024
Κουμπούρας	288	7	21	10	423,360
Ορκωτοί 2	288	7	21	9	381,024
Ηλιόπουλος	288	8	21	9	435,456
Δομένικος	288	8	21	8	387,072
Γκίτζος	288	8	21	9	435,456
Αίθουσα Δ.Σ	864	7	15	10	907,200
Μωραίτης	432	8	21	9	653,184
Ταμείο	864	8	21	8	1.161,216
Αποσκιτής	864	7	21	8	1.016,064
Λογιστήριο 1	432	8	21	8	580,608
Επιτροπάκη	576	8	21	8	774,144
Αρχείο 2	432	5	21	12	544,320
Φ/Α 2	150	5	21	12	189,000
WC 2	700	5	21	12	882,000
Μπουγά	288	8	21	8	387,072

Νεζέρης	288	7	21	8	338,688
Λογιστήριο 2	2160	8	21	10	3.628,800
Κεντρικό hall	800	5	21	10	840,000
Διάδρομοι 1	1932	6	21	9	2.190,888
Διάδρομοι 2	1200	3	21	10	756,000

Πίνακας Π.Α.8: Καταγραφή καταναλώσεων σε Η/Υ στον β' όροφο

Χώρος	Η/Υ πλήθος	Ώρες/ Μέρα	Μέρες/ Μήνα	Μήνες /Έτος	Ενέργεια/Έτος (kWh)
Δημοσθενοπούλου	1	8	21	12	504
Παυλίδης	2	8	21	12	1.008
Τσαγκάρη	1	8	21	12	504
Αδάμου	2	8	21	12	1.008
Καλαματιανός	1	8	21	12	504
Γραμματεία	2	8	21	12	1.008
Γ.Δ	2	8	21	11	924
Γραμματεία 1	2	8	21	12	1.008
V.I.P	1	8	21	12	504
Γραμματεία 2	2	8	21	12	1.008
Δ.Σ	2	7	21	12	882
Αρχείο	0	0	0	0	0
WC	0	0	0	0	0
Φ/Α	0	0	0	0	0
Ορκωτοί 1	2	7	21	12	882
Ε.Δ 1	2	7	21	12	4.233,6
Ε.Δ 2	1	7	21	12	441
Ε.Δ 3	1	7	21	11	404,25
Κουμπούρας	1	8	21	12	504
Ορκωτοί 2	2	8	21	12	4.838,4
Ηλιόπουλος	2	8	21	11	924
Δομένικος	1	8	21	12	504
Γκίτζος	2	8	21	12	4.838,4
Αίθουσα Δ.Σ	0	0	0	0	0
Μωραίτης	3	7	21	12	6.350,4
Ταμείο	4	8	21	12	9.676,8
Αποσκιτής	5	8	21	12	12.096
Λογιστήριο 1	3	8	21	12	1512
Επιτροπάκη	5	8	21	12	12.096
Αρχείο 2	0	0	0	0	0
Φ/Α 2	0	0	0	0	0
WC 2	0	0	0	0	0
Μπουγά	1	7	21	11	404,25
Νεζέρης	1	7	21	11	1.940,4
Λογιστήριο 2	8	8	21	12	19.353,6
Κεντρικό hall	0	0	0	0	0
Διάδρομοι 1	0	0	0	0	0
Διάδρομοι 2	0	0	0	0	0

Πίνακας Π.Α.9: Καταγραφή καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας σε ψύξη-θέρμανση στον β' όροφο

Χώρος	Πλήθος Fan Coil	Ώρες/Μέρα	Μέρες/Μήνα	Μήνες/Έτος	Ενέργεια/Έτος (kWh)
Δημοσθενοπούλου	1	8	21	10	151,2
Παυλίδης	1	8	21	10	151,2
Τσαγκάρη	1	8	21	10	151,2
Αδάμου	1	8	21	10	151,2
Καλαματιανός	1	8	21	10	151,2
Γραμματεία	1	8	21	10	151,2
Γ.Δ	2	8	21	10	302,4
Γραμματεία 1	1	8	21	10	151,2
V.I.P	2	8	21	10	302,4
Γραμματεία 2	1	8	21	10	151,2
Δ.Σ	2	8	21	10	302,4
Αρχείο	1	8	21	10	151,2
WC	0	8	21	10	0
Φ/Α	1	8	21	10	151,2
Ορκωτοί 1	1	8	21	10	151,2
Ε.Δ 1	1	8	21	10	151,2
Ε.Δ 2	1	8	21	10	151,2
Ε.Δ 3	1	8	21	10	151,2
Κουμπούρας	1	8	21	10	151,2
Ορκωτοί 2	1	8	21	10	151,2
Ηλιόπουλος	1	8	21	10	151,2
Δομένικος	1	8	21	10	151,2
Γκίτζος	1	8	21	10	151,2
Αίθουσα Δ.Σ	3	8	21	10	453,6
Μωραίτης	2	8	21	10	302,4
Ταμείο	4	8	21	10	604,8
Αποσκιτής	4	8	21	10	604,8
Λογιστήριο 1	2	8	21	10	302,4
Επιτροπάκη	3	8	21	10	453,6
Αρχείο 2	1	8	21	10	151,2
Φ/Α 2	1	8	21	10	151,2
WC 2	0	8	21	10	0
Μπουγά	1	8	21	10	151,2
Νεζέρης	1	8	21	10	151,2
Λογιστήριο 2	11	8	21	10	1663,2
Κεντρικό hall	3	8	21	10	453,6
Διάδρομοι 1	1	8	21	10	151,2
Διάδρομοι 2	1	8	21	10	151,2

Πίνακας Π.Α.10: Καταγραφή καταναλώσεων περιφερειακών των Η/Υ στον β' όροφο

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ (όλα στους διαδρόμους)		
Panasonic FP-7830	AC120V, 60Hz, 1.35kw	Copier
Panasonic kx-fl611	AC 110/230 V (0.8333333 Hz) # Power Consumption Operational 900.0 Watt # Power Consumption Standby 3.0 Watt	Laser Fax/Copier
Lexmark c782	/	Laser Printer
Lexmark w812	# Power Device Power supply - Integrated # Power Consumption Operational 650.0 Watt # Power Consumption Stand by / Sleep 100.0 Watt	Laser Printer
Xerox phaser 7500	Voltage/Power/Frequency 220 to 240VAC / 50 to 60Hz Power Consumption Printing/Standby/Sleep Modes 670W / 95W / 11W	Color Tabloid Printer
Xerox phaser 6180mfp	# Power AC 230 V (0.8333333 Hz) # Power Consumption Operational 500.0 Watt # Power Consumption Standby 90.0 Watt # Power Consumption Sleep 17.0 Watt	D - multifunction (fax / copier /printer / scanner)
Panasonic uf-7100	Voltage Required AC 230 V (50/60Hz) Power Consumption Operational 1000 Watt Power Consumption Standby 13 Watt Power Consumption Sleep 8 Watt	Copier / fax / printer
Panasonic Panafax uf-885	Power consumption (Room temperature = 77°F (25°C)) Standby (Sleep Mode) Approx. 1.3 Wh (Energy Saver Mode: On) Approx. 10 Wh (Energy Saver Mode: Off) Approx. 85 Wh Transmission Approx. 23 W Reception Approx. 460 W Copy Approx. 470 W Maximum Approx. 470 W	Plain Paper Laser Fax
Konica 7040	Power: AC 230V 50Hz (This equipment selects the correct voltage automatically.) Power consumption: 1.5kW max. (with option)	PRINTER/COPIER/SCANNER
Xerox workcenter pro 245	# Power Consumption Operational 1230.0 Watt # Power Consumption Standby 290.0 Watt # Power Consumption Sleep 41.0 Watt	multifunction (copier / printer)

Xerox phaser 7500	<i>Voltage/Power/Frequency 220 to 240VAC / 50 to 60Hz Power Consumption Printing/Standby/Sleep Modes 670W / 95W / 11W</i>	Color Tabloid Printer
Konica 7040	<i>Power: AC 230V 50Hz (This equipment selects the correct voltage automatically.) Power consumption: 1.5kW max. (with option)</i>	PRINTER/COPIER/SCANNER
Panasonic Panafax uf-885	<i>Power consumption (Room temperature = 77°F (25°C)) Standby (Sleep Mode) Approx. 1.3 Wh (Energy Saver Mode: On) Approx. 10 Wh (Energy Saver Mode: Off) Approx. 85 Wh Transmission Approx. 23 W Reception Approx. 460 W Copy Approx. 470 W Maximum Approx. 470 W</i>	Plain Paper Laser Fax
Lexmark c782	/	Laser Printer
Workio 8020	<i>Power Supply Hertz 50 - 60 Hz Voltage (V) 220 - 240 V AC Power Consumption Maximum 1,3 kW Power save mode 19,5 W Sleep mode 9,5 W</i>	Digital Copier
Konica 7040	<i>Power: AC 230V 50Hz (This equipment selects the correct voltage automatically.) Power consumption: 1.5kW max. (with option)</i>	PRINTER/COPIER/SCANNER
Lexmark c534n	<i>Power (W) Operation 410 Standby 120 Power Save 18 Off 0.25</i>	Laser Printer

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄**ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΔΩΜΑΤΙΩΝ – ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ****Πίνακας Π.Β.1:** Επιφάνειες δωματίων, υαλοπινάκων και εξωτερικών τοίχων στο ισόγειο

Χώρος	Επιφάνεια	Πλήθος παραθύρων	Επιφάνεια παραθύρων (m ²)	Μήκος εξωτ.τοιχοποιίας (m)	Συνολική επιφ. Εξ. Τοιχ (m ²)	Μόνο τοιχ. (m ²)
Reception	90 τ.μ	μπροστά συνδυασμός -πίσω 3	1,7248 έκαστο -> 5,1744+19,44 =24,6144	10,05+9,6=19,65	53,055	28,44
Αναγνώστου	33 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
ΜΧΓΡ	67 τ.μ	μόνο παράθυρα	26	9,6	26	0
Ζουρούδης	33 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Κουντουρής	33 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Μάνου	33 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Δαφνομήλης	33 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Φραγκούδη	33 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Ράλλη	33 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Παπαχαντζής	33 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Αίθουσα	82 τ.μ	μπροστά μόνο παράθυρα-πλάι 1	25,92+1,7248 =27,6448	9,6+9,8=19,4	52,38	24,74
Ταμείο	16.4 τ.μ	0	0	0	0	0
Η/Μ χώρος	10 τ.μ	0	0	0	0	0
ΜΧΓΡ'	13.25 τ.μ	0	0	0	0	0
WC	19.2 τ.μ	0	0	0	0	0
Κουζίνα	8 τ.μ	0	0	0	0	0
Σωματείο	34.5 τ.μ	2	1,7248 έκαστο -> 3,4496	6,7+5,45=12,15	32,805	29,36
Οδηγοί	16.7 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Κουζίνα-Καθιστικό	33.9 τ.μ	3	1,7248 έκαστο -> 5,1744	10,05	27,135	21,96
Lobby	/	0	0	0	0	0

PM2	16.7 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
PM1	16.7 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Computer	36.3 τ.μ	2	1,7248 έκαστο -> 3,4496	6,7	18,09	14,64
Διάδρομοι	/	0	0	0	0	0

Πίνακας Π.Β.2: Επιφάνειες δωματίων, υαλοπινάκων και εξωτερικών τοίχων στον α' όροφο

Χώρος	Επιφάνεια	Πλήθος παραθύρων	Επιφάνεια παραθύρων (m ²)	Μήκος εξωτ.τοιχοποιίας (m)	Συνολική επιφ. Εξ. Τοιχ (m ²)	Μόνο τοιχ. (m ²)
Κοντονίκα	44.80 τ.μ	συνδυασμός	19,44	9,6	26	6,56
Ζερβάνου	44.80 τ.μ	μόνο παράθυρα	26	9,6	26	0
Καπνιστού	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Μπανίλα	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Σαραμαντής	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Παυλόπουλος	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Πανουσάκης	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Χυτήρης	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Μαθιανάκης	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Ντζιός	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Κορμάς	40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Ρακτιβάν	28 τ.μ	μπροστά μόνο παράθυρα -πλάι 1	12,96+1,7248=14,6848	4,8+6,6=11,4	30,78	16,47
Καπλάνης	12 τ.μ	0	0	3	8,1	8,1
Αρχείο	16 τ.μ	0	0	0	0	0
Κατσούλα	21 τ.μ	0	0	0	0	0
WC	19.20 τ.μ	0	0	0	0	0
Φ/Α	6 τ.μ	0	0	0	0	0
Plotter	6 τ.μ	0	0	0	0	0
Αντωνάκος	18.80 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Κωσταγεώργου	16.70 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32

Σωτηρακοπούλου	16.70 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Δ.Τ.Ε	33.40 τ.μ	2	1,7248 έκαστο -> 3,4496	6,7	18,09	14,64
Ράπτη	16.70 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Μπρούζου	16.70 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Διευθυντής	16.70 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Marketing	51.80 τ.μ	3	1,7248 έκαστο -> 5,1744	10,05+5,45=1 5,5	41,85	36,68
Διάδρομοι	/	0	0	0	0	0
Κεντρικό hall	45 τ.μ	3	1,7248 έκαστο -> 5,1744	10,05	27,135	21,96

Πίνακας Π.Β.3: Επιφάνειες δωματίων, υαλοπινάκων και εξωτερικών τοίχων στον β' όροφο

Χώρος	Επιφάνεια	Πλήθος παραθύρων	Επιφάνεια παραθύρων (m ²)	Μήκος εξω. τοιχοποιίας (m)	Συνολική επιφ. Εξ. Τοιχ (m ²)	Μόνο τοιχ. (m ²)
Δημοσθενοπούλου	22.40 τ.μ	συνδυασμός	6,5	4,8	13	6,5
Παυλίδης	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Τσαγκάρη	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Αδάμου	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Καλαματιανός	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Γραμματεία	21 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Γ.Δ	43 τ.μ	μόνο παράθυρα	26	9,6	26	0
Γραμματεία 1	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
V.I.P	22.40 τ.μ	μόνο παράθυρα	26	9,6	26	0
Γραμματεία 2	21 τ.μ	μόνο παράθυρα	13	4,8	13	0
Δ.Σ	43 τ.μ	μπροστά μόνο παράθυρα-	26	9,6+5,3 =14,9	40,23	14,23

		πλάι τοίχος				
Αρχείο	21 τ.μ	0	0	0	0	0
WC	19.20 τ.μ	0	0	0	0	0
Φ/Α	6 τ.μ	0	0	0	0	0
Ορκωτοί 1	23 τ.μ	0	0	0	0	0
Ε.Δ 1	18.80 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Ε.Δ 2	18.80 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Ε.Δ 3	18.80 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Κουμπούρας	18.80 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Ορκωτοί 2	18.80 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Ηλιόπουλος	18.80 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Δομένικος	18.80 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Γκίτζος	18.80 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Αίθουσα Δ.Σ	51.80 τ.μ	3	1,7248 έκαστο -> 5,1744	10,05+ 5,1=15, 15	40,905	35,73
Μωραίτης	33 τ.μ	2	1,7248 έκαστο -> 3,4496	5	13,5	10,05
Ταμείο	67 τ.μ	4	1,7248 έκαστο -> 6,8992	10	27	20,10
Αποσκιτής	67 τ.μ	4	1,7248 έκαστο -> 6,8992	10	27	20,10
Λογιστήριο 1	33 τ.μ	2	1,7248 έκαστο -> 3,4496	5	13,5	10,05
Επιτροπάκη	46 τ.μ	4	1,7248 έκαστο -> 6,8992	10+3=1 3	35,1	28,20
Αρχείο 2	20 τ.μ	0	0	0	0	0
Φ/Α 2	6 τ.μ	0	0	0	0	0
WC 2	19.20 τ.μ	0	0	0	0	0
Μπουγά	18.80 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	3,35	9,045	7,32
Νεζέρης	18.80 τ.μ	1	1,7248 έκαστο ->	3,35	9,045	7,32

			1,7248			
Λογιστήριο 2	116 τ.μ	7	1,7248 έκαστο -> 12,0736	23,45+ 10=33, 45	90,315	78,24
Κεντρικό hall	45 τ.μ	3	1,7248 έκαστο -> 5,1744	10,05	27,135	21,96
Διάδρομοι 1	138 τ.μ	1	1,7248 έκαστο -> 1,7248	2	5,4	3,68
Διάδρομοι 2	94 τ.μ	0	0	0	0	0