



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

Ενεργειακός Έλεγχος του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Φοιτητές: Φοράδη Κωνσταντία (ΑΜ: 6772)
Μωραΐτης Σταύρος (ΑΜ: 6815)**

Επιβλέπων: Ρωμαίος Αλέξανδρος

(Δρ. Μηχ.)

Πάτρα 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία με θέμα «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε. ΤΟΥ Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ» εκπονήθηκε κατά το διάστημα Ιούνιος 2018 – Φεβρουάριος 2019 από τους φοιτητές του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, Κωνσταντία Φοράδη και Σταύρο Μωραΐτη.

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στον επιβλέπων καθηγητή κ. Αλέξανδρο Ρωμαίο για την πολύτιμη βοήθεια του και για την καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια της Πτυχιακής Εργασίας, τους καθηγητές κ. Ιωάννη Καλογήρου και κ. Αθανάσιο Γιανναδάκη για την στήριξή τους, καθώς και όλους τους καθηγητές της σχολής μας που συνέβαλαν στην απόκτηση των απαραίτητων γνώσεων για την επιτυχή φοίτησή μας. Επιπλέον θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε το τμήμα της Τεχνικής Υπηρεσίας και το τμήμα της Οικονομικής Υπηρεσίας του Ιδρύματος για την παροχή των σχεδίων του κτηρίου, καθώς και των λογαριασμών κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος.

Τέλος, θέλουμε να πούμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στις οικογένειές μας, για την στήριξη και την υπομονή τους όλα τα χρόνια των σπουδών μας. Χάριν των δικών τους στερήσεων καταφέραμε να επιτύχουμε τους στόχους μας.

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι Φοιτητές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε 565666στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι Φοιτητές

Φοράδη Κωνσταντία

Μωραΐτης Σταύρος

.....

.....

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο κτηριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας, σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή έχει ως αποτέλεσμα, εκτός της σημαντικής οικονομικής επιβάρυνσης λόγω του υψηλού κόστους της ενέργειας, τη μεγάλη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ρύπους, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Χρησιμοποιώντας νέες τεχνολογίες και υλικά, σε συνδυασμό με την προσεκτική διαχείριση των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης, η ενεργειακή κατανάλωση ενός κτηρίου μπορεί να μειωθεί σε ποσοστό 40-50%, διατηρώντας ή βελτιώνοντας τις συνθήκες διαβίωσης σε αυτό και μειώνοντας σημαντικά τους αντίστοιχους λογαριασμούς ενέργειας.

Στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία παρουσιάζεται η ενεργειακή μελέτη στο κεντρικό κτήριο του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, και πιο συγκεκριμένα στις αίθουσες που ανήκουν στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ. Το κτήριο αυτό είναι ένα δημόσιο κτήριο τριτογενούς τομέα, με χαμηλή ενεργειακή απόδοση. Στόχος της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας είναι η ενεργειακή επιθεώρηση του κτηρίου, και οι προτάσεις εφαρμογής στοχευμένων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Πιο αναλυτικά, στην Εισαγωγή παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθείται για την υλοποίηση μιας ενεργειακής μελέτης, βάση του Οδηγού Ενεργειακών Ελέγχων. Στην συνέχεια πραγματοποιείται αναλυτική καταγραφή της εγκατεστημένης ισχύος, καθώς και της πραγματικής ισχύος που καταναλώνεται στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών. Στην συνέχεια ακολουθούν οι γραμμές βάσεις, ενώ στο τέλος η πτυχιακή εργασία ολοκληρώνεται με προτάσεις προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η ενεργειακή απόδοση και η ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρόλογος.....	iii
Περίληψη	v
Πίνακας περιεχομένων	vii
Κατάλογος Πινάκων	ix
Κατάλογος εικόνων	xi
Κατάλογος διαγραμμάτων	xii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1.1 Γενικά	13
1.2 Ανασκόπηση του ενεργειακού ελέγχου.....	13
1.2.1 Εισαγωγή.....	13
1.2.2 Ιστορικό	14
1.3 Βασικά στοιχεία ενέργειας.....	16
1.3.1 Ενέργεια	16
1.3.2 Ισχύς	16
1.3.3 Μορφές ενέργειας	17
1.4 Διαδικασίες και απαιτήσεις ενεργειακού ελέγχου.....	18
1.4.1 Ελάχιστα κριτήρια σύμφωνα με το Παράρτημα VI του νόμου.....	18
1.4.2 Οι απαιτήσεις των διεθνών προτύπων	19
1.4.3 Οι απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 16247-1.....	20
1.4.4 Συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος	22
1.4.5 Εκτενής ενεργειακός έλεγχος.....	23
1.5 Μεθοδολογία ανάλυσης δεδομένων.....	24
1.5.1 Γενικά	24
1.5.2 Μέτρηση της χρήσης ενέργειας.....	25
1.6 Ισοζύγια ενέργειας και ο βαθμός απόδοσης	26
1.6.1 Ορισμοί και στόχοι των ισοζυγίων.....	26
1.6.2 Η έννοια της απόδοσης.....	27
1.7 Γραμμή βάσης	27
1.7.1 Γενικά	27
1.7.2 Απαιτήσεις.....	28
1.7.3 Χρονικό βήμα της ενεργειακής ανάλυσης.....	28
1.7.4 Απαιτήσεις ακριβείας.....	29
1.8 Τα πρωτόκολλα μέτρησης και επαλήθευσής των επιδόσεων.....	29
1.8.1 Οι τέσσερις εναλλακτικές επιλογές: Α, Β, Γ και Δ	29

1.9	Ανάλυση κόστους κύκλου ζωής – LCCA	30
1.9.1	Εισαγωγή	30
1.9.2	Ορισμοί – Προαπαιτούμενα – Λήψη & τεκμηρίωση δεδομένων	31
1.9.3	Παράμετροι για τον υπολογισμό ενεργειακών εξοικονομήσεων	31
2.	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ	33
3.	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	35
3.1	Γενικά	35
3.2	Ωράριο λειτουργίας και επιθυμητός συνθήκεσ χώρων	36
3.3	Κλιματολογικά δεδομένα	36
3.4	Περιγραφή κτηρίου	37
3.5	Προσανατολισμός – Επιφάνειεσ κτηρίου – Κατασκευαστικέσ λετομέρειεσ	43
3.6	Σύνδεση με δίκτυο ηλεκτρικήσ ενέργειασ & νερού	43
4.	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	53
4.1	Εγκατεστημένη ισχύσ στιεσ αίθουσεσ των μηχανολόγων μηχανικήσ	53
4.2	Διαχωρισμόσ συνολικού ιδρύματοσ ανά κατηγορίεσ και υπολογισμόσ εγκατεστημένησ ισχύοσ ανά κατηγορία	66
4.3	Η πραγματική ισχύσ	66
5.	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	69
5.1	Μηνιαία κατανάλωση ενέργειασ στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικήσ	69
5.2	Ετήσια κατανάλωση ενέργειασ	70
5.3	Ανάλυση κατά Pareto	73
6.	ΒΑΣΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΤΗΡΙΟΥ	77
7.	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ - ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	87
7.1	Προτεινόμενεσ επεμβάσειεσ εξοικονόμησησ ενέργειασ	87
7.2	Διαδικασία επιλογήσ παρεμβάσειων και κόστοσ	93
7.2.1	Αντικατάσταση των λαμπών φθορισμού με λάμπεσ led	94
7.2.2	Αντικατάσταση υαλοπινάκων	97
7.2.3	Εφαρμογή εξωτερικήσ θερμομόνωσησ	99
8.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	103
9.	Βιβλιογραφία	105

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 2-1:ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ	33
ΠΙΝΑΚΑΣ 3-1:ΤΥΠΙΚΟ ΩΡΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ.....	36
ΠΙΝΑΚΑΣ 3-2:ΚΑΘΟΡΙΖΟΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΗΡΙΩΝ	36
ΠΙΝΑΚΑΣ 3-3:ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΑΤΡΑΣ.....	37
ΠΙΝΑΚΑΣ 3-4: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2015.....	44
ΠΙΝΑΚΑΣ 3-5: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2016.....	46
ΠΙΝΑΚΑΣ 3-6: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2017.....	49
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-1:ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-2:ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-3: ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΑΙΘΟΥΣΩΝ ΣΕ ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ.....	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-4:ΗΜΕΡΗΣΙΕΣ ΩΡΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΙΘΟΥΣΑΣ [H].....	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-5:ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-6:ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ [ΚΩΗ] ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ "ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ"	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-7:ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [ΚΩΗ] ΓΙΑ ΨΥΞΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ "ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ"	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-8:ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [ΚΩΗ] ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ "ΦΩΤΙΣΜΟΣ".	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-9:ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [ΚΩΗ] ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ "ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ".....	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-10:ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [ΚΩΗ] ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ "ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ"	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 4-11:ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [ΚΩΗ] ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ "ΆΛΛΑ".....	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-1:ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-2:ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΚΩΗ) ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-3:ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ Τ.Ε.Ι. ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ (ΕΤΟΣ 2015).....	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-4: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ Τ.Ε.Ι. ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ (ΕΤΟΣ 2016).....	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-5: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ Τ.Ε.Ι. ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ (ΕΤΟΣ 2017).....	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-6: ΑΝΑΛΥΣΗ PARETO ΒΑΣΗ ΧΩΡΟΥ.....	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 5-7: ΑΝΑΛΥΣΗ PARETO ΒΑΣΗ ΕΙΔΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ.....	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-1: ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ ΕΠΑΛΛΗΘΕΥΣΙΜΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ ΙΡMVP ΚΑΙ ASHRAE.....	78
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-2: ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΓΡΑΜΜΗΣ ΒΑΣΗΣ ΟΠΩΣ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΑΠΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ 2016 ΕΩΣ ΚΑΙ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ 2017.....	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 6-3: ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ	81
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-1: ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΛΑΜΠΩΝ ΦΘΟΡΙΟΥ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ.....	94

ΠΙΝΑΚΑΣ 7-2: ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΛΑΜΠΩΝ LED ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ.....	94
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-3: ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΣΩΛΗΝΑ LED.....	95
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-4: ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΠΑΝΕΛ LED	96
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-5: ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΛΗΘΟΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ.....	98
ΠΙΝΑΚΑΣ 7-6: ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ.....	101

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1-1: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΕ ΚΤΗΡΙΟ.....	14
ΕΙΚΟΝΑ 1-2: ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΟ 2015.....	17
ΕΙΚΟΝΑ 3-1:ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΠΑΤΡΩΝ.....	35
ΕΙΚΟΝΑ 3-2: ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ Α.....	38
ΕΙΚΟΝΑ 3-3: ΚΑΤΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ Β.....	39
ΕΙΚΟΝΑ 3-4: ΚΑΤΟΨΗ 1ΟΥ ΟΡΟΦΟΥ Α.....	39
ΕΙΚΟΝΑ 3-5: ΚΑΤΟΨΗ 1ΟΥ ΟΡΟΦΟΥ Β.....	40
ΕΙΚΟΝΑ 3-6: ΚΑΤΟΨΗ 2ΟΥ ΟΡΟΦΟΥ.....	41
ΕΙΚΟΝΑ 3-7: ΚΑΤΟΨΗ ΥΠΟΓΕΙΟΥ.....	42
ΕΙΚΟΝΑ 7-1: ΦΑΙΝΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ.....	87
ΕΙΚΟΝΑ 7-2: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΒΕΜS ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΛΗΡΗ ΕΛΕΓΧΟ ΕΝΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	90
ΕΙΚΟΝΑ 7-3: ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ.....	91
ΕΙΚΟΝΑ 7-4: ΜΙΚΡΗ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ.....	92
ΕΙΚΟΝΑ 7-5: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	93
ΕΙΚΟΝΑ 7-6: ΛΑΜΠΑ ΣΩΛΗΝΑΣ LED.....	95
ΕΙΚΟΝΑ 7-7: ΛΑΜΠΑ ΠΑΝΕΛ LED.....	96
ΕΙΚΟΝΑ 7-8: ΟΙ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.....	98
ΕΙΚΟΝΑ 7-9: ΠΩΣ ΧΑΝΕΤΑΙ Η ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΑΠΟ ΕΝΑ ΚΤΗΡΙΟ.....	99
ΕΙΚΟΝΑ 7-10: ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΤΟΙΧΟΥ.....	100

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-1: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΚΩΗ) ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2015	45
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-2: ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€) ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2015.....	45
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-3: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ (COSΦ) ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2015	46
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-4: ΧΡΕΩΣΤΕΑ ΜΕΓΙΣΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2015.....	46
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-5: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΚΩΗ) ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2016	48
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-6: ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€) ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2016.....	48
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-7: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ (COSΦ) ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2016	49
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-8: ΧΡΕΩΣΤΙΚΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2016	49
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-9: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΚΩΗ) ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2017	51
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-10: ΚΟΣΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€) ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2017.....	51
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-11: ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ (COSΦ) ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2017	52
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3-12 ΧΡΕΩΣΤΙΚΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΖΗΤΗΣΗ ΓΙΑ ΤΟ ΕΤΟΣ 2017:	52
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-1: ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΚΩΗ) ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.	70
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-2: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PARETO ΒΑΣΗ ΧΩΡΟΥ	74
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5-3: ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PARETO ΒΑΣΗ ΕΙΔΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ	75
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6-1:ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΜΗΝΙΑΙΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ ΤΟΥ Τ.Ε.Ι. ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΜΕ ΤΗ ΜΕΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΧΡΟΝΙΚΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ ΑΠΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ 2016 ΕΩΣ ΚΑΙ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ 2017	78
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6-2:ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΗΣ ΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΠΕΡΙΟΔΟ ΧΡΗΣΗΣ, ΑΠΟ ΙΑΝΟΥΑΡΙΟ 2016 ΕΩΣ ΚΑΙ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟ 2017.....	79
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6-3:ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΤΙΜΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	82
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6-4:ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΩΡΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΑΠΟΚΛΙΣΗΣ (CUSUM) ΑΝΑ ΜΗΝΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΡΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	83
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6-5:ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΔΕΕ ΚΑΙ ΣΕΣ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	85

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την κατανάλωση ενέργειας στο κεντρικό κτήριο του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, στην Πάτρα. Πιο συγκεκριμένα διεξάγεται ενεργειακή επιθεώρηση στις αίθουσες των Μηχανολόγων Μηχανικών, οι οποίες στεγάζονται στο παραπάνω κτήριο.

Η ενεργειακή του μελέτη παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της ποικιλομορφίας των αιθουσών που βρίσκονται σε αυτό. Στο κτήριο στεγάζονται αίθουσες εργαστηρίων, αίθουσες διδασκαλίας, αμφιθέατρα, γραφεία καθηγητών και διοίκησης, καθώς και γραμματείες τμημάτων.

Αρχικά, η εργασία αναφέρεται στο τι είναι ο ενεργειακός έλεγχος και στις διαδικασίες που ακολουθούνται για να τον επιτύχουμε. Έπειτα, γίνεται μια λεπτομερής περιγραφή του υπό εξέταση κτηρίου, δίνονται οι κατόψεις του και παρουσιάζεται αναλυτικά η εγκατεστημένη ισχύς του ανά αίθουσα και ανά κατηγορία αιθουσών.

Στην συνέχεια υπολογίζεται η πραγματική ισχύς που καταναλώνει το κτήριο, καθώς και η ενεργειακή γραμμή βάσης, η οποία εκφράζει την καταναλωτική συμπεριφορά σε διάφορα επίπεδα ανάλυσης.

Τέλος, η πτυχιακή εργασία ολοκληρώνεται με προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η ενεργειακή απόδοση και η ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου.

1.2 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

1.2.1 Εισαγωγή

Ο ενεργειακός έλεγχος ορίζεται διεθνώς ως ο συστηματικός έλεγχος και ανάλυση της χρήσης και κατανάλωσης ενέργειας μιας μονάδος, ενός κτηρίου, ενός συστήματος ή μίας επιχείρησης με στόχο τον ποσοτικό προσδιορισμό των ενεργειακών ροών και των δυναμικών βελτιώσεων της ενεργειακής απόδοσης και η σχετική αναφορά αυτών.

Στον νόμο 4342/2015 για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, ο ενεργειακός έλεγχος ορίζεται ακριβώς όπως και στην Οδηγία 2012/27/ΕΕ ως εξής:

«Ενεργειακός έλεγχος»: η συστηματική διαδικασία με σκοπό την απόκτηση επαρκούς γνώσης του υφιστάμενου συνόλου χαρακτηριστικών ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτηρίου ή μίας ομάδας κτηρίων, μίας βιομηχανικής ή εμπορικής δραστηριότητας ή εγκατάστασης, καθώς και ιδιωτικών ή δημόσιων υπηρεσιών, με την οποία εντοπίζονται και προσδιορίζονται ποσοτικά οι οικονομικώς αποδοτικές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, και με την οποία συντάσσεται έκθεση αποτελεσμάτων.



Εικόνα 1-1: Ενεργειακή μελέτη σε κτήριο

Βασικό καθήκον του ενεργειακού ελέγχου είναι επομένως ο εντοπισμός και ιεράρχηση των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας με βάση τα κριτήρια της ενεργειακής και της οικονομικής απόδοσης. Υπό την έννοια αυτή ο ενεργειακός έλεγχος καλείται επίσης σε άλλες χώρες ως «ενεργειακή διάγνωση» ή «ενεργειακή διαγνωστική».

Συχνά το αντικείμενο και η διαδικασία του ενεργειακού ελέγχου επεκτείνεται ώστε να καλύψει και θέματα επαλήθευσης της εξοικονομηθείσας ενέργειας η οποία επήλθει μετά την λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

1.2.2 Ιστορικό

Οι ενεργειακοί έλεγχοι άρχισαν στην χώρα μας κατά τρόπο συστηματικό με την Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) Δ6/Β/ΥΚ/11038/8.7.1999 με τίτλο: «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τις ενεργειακές επιθεωρήσεις σε βιομηχανία και κτήρια».

Η απόφαση αυτή κατά βάση ακολούθησε το πρώτο διεθνώς πρωτόκολλο για την Μέτρηση και την Επαλήθευση των Ενεργειακών Επιδόσεων έργων εξοικονόμησης ενέργειας με τίτλο: The North American Measurement and Verification Protocol, NAMVP, Version 1 (1996). Το έγγραφο αυτό για πρώτη φορά καθόρισε τον όρο «ενεργειακός έλεγχος» με βάση τον όρο «γραμμή βάσης της ενεργειακής κατανάλωσης» ως εξής:

«Ενεργειακός έλεγχος: διαδικασία δια τον καθορισμό της γραμμής της ενεργειακής βάσης της κατανάλωσης και την επαλήθευση της επιτυγχάνομενης εξοικονόμησης

ενέργειας». Σημειώνεται ότι στην εν λόγω ΚΥΑ ο όρος «ενεργειακή επιθεώρηση» δεν έχει σχέση με τον (ΚΕΝΑΚ). Με τα σημερινά δεδομένα, ο όρος «ενεργειακή επιθεώρηση» της ΚΥΑ 11038 του 1999 αντιστοιχεί πλέον στον όρο «ενεργειακός έλεγχος».

Η «βασική γραμμή» της ενεργειακής κατανάλωσης οριζόταν ως η εκείνη η κατανάλωση ενέργειας την οποία θα είχε μία εγκατάσταση ή έστω ένα μεμονωμένο τμήμα ή μηχάνημα εάν λειτουργούσε όπως πριν την λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας (ΕΕ). Με τον τρόπο αυτό και μετά την λήψη μέτρων, η ΕΕ προσδιορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της βασικής γραμμής της κατανάλωσης ενέργειας και της νέας μετρούμενης κατανάλωσης ενέργειας μετά την λήψη μέτρων ΕΕ.

Η μεθοδολογία της εν λόγω ΚΥΑ έτυχε ευρείας εφαρμογής στην χώρα μας στα πλαίσια των επενδυτικών προγραμμάτων του τότε Υπουργείου Ανάπτυξης με τίτλο:

- ΕΠΕ (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας), 1994-1999
- ΕΠΑΝ (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανάπτυξης), 2000-2006

Με αυτά τα επενδυτικά προγράμματα συγχρηματοδοτήθηκε ένα πλήθος επενδύσεων ΕΕ σε βιομηχανία και κτήρια στην χώρα μας κατά την περίοδο 1999-2007 με συνολικό προϋπολογισμό άνω του ενός δις ευρώ. Αν και η έννοια «γραμμής βάσης» ήταν αρκετά πολύπλοκη, τελικώς εφαρμόστηκε σε μεγάλο βαθμό στα έργα που εντάχθηκαν στα προγράμματα αυτά.

Η βασική προσέγγιση της ΚΥΑ 11038/1999 παραμένει και σήμερα σωστή και έχει μάλιστα υιοθετηθεί από μια σειρά ευρωπαϊκών και διεθνών πρωτοκόλλων, προτύπων και κανονισμών στον τομέα της μέτρησης και επαλήθευσης επεμβάσεων ΕΕ.

1.2.2.1 Η οδηγία 2012/27/EC (EED) και ο νόμος 4342/2015

Με τον νόμο 4342/2015 εναρμονίστηκε στο Ελληνικό δίκαιο η νέα Οδηγία 2012/27/ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση (EED – Energy Efficiency Directive) η οποία αντικατέστησε την Οδηγία ESD (2006/32/ΕΕ).

Ο νέος νόμος ο οποίος αφορά τους ενεργειακούς ελέγχους, με την παράγραφο 6 του άρθρου 10 καθορίζεται ότι:

«Οι ενεργειακοί έλεγχοι πληρούν τα ελάχιστα κριτήρια που ορίζονται στο Παράρτημα VI και διενεργούνται με βάση τα ευρωπαϊκά πρότυπα της σειράς EN 16247 περί ενεργειακών ελέγχων, όπως ισχύουν».

Με το Παράρτημα VI του νόμου καθορίζονται τα ελάχιστα κριτήρια πληρότητας ενός ενεργειακού ελέγχου και αναφέρει εξής:

Οι ενεργειακοί έλεγχοι που αναφέρονται στο άρθρο 10 βασίζονται στις ακόλουθες κατευθυντήριες γραμμές:

- α. Βασιζόμενοι σε επικαιροποιημένα, μετρήσιμα, ανιχνεύσιμα λειτουργικά δεδομένα ως προς την κατανάλωση ενέργειας και (για την ηλεκτρική ενέργεια) σε χαρακτηριστικά φορτίου,
- β. Περιλαμβάνουν λεπτομερή επισκόπηση των χαρακτηριστικών της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτηρίου ή μιας ομάδας κτηρίων, μιας βιομηχανικής δραστηριότητας ή εγκατάστασης, περιλαμβανομένων και των μεταφορών,

- γ. Βασίζονται όπου είναι δυνατόν σε ανάλυση κόστους κύκλου ζωής και όχι σε απλές περιόδους αποπληρωμής προκειμένου να λαμβάνονται υπ' όψιν οι μακροπρόθεσμες εξοικονομήσεις, οι εναπομένουσες αξίες των μακροπρόθεσμων επενδύσεων και τα ποσοστά αναπροσαρμογής.
- δ. Είναι αναλογικοί και επαρκώς αντιπροσωπευτικοί ώστε να δίνουν μια αξιόπιστη εικόνα της συνολικής ενεργειακής απόδοσης και να εντοπίζουν με αξιοπιστία τις σημαντικότερες ευκαιρίες για βελτίωση.

Οι ενεργειακοί έλεγχοι επιτρέπουν λεπτομερείς και επικυρωμένους υπολογισμούς των προτεινόμενων μέτρων ώστε να παρέχονται σαφείς πληροφορίες ως προς το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα χρησιμοποιούμενα στους ενεργειακούς ελέγχους δεδομένα αποθηκεύονται ώστε να είναι δυνατή η εκ των υστέρων ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης.

Με τον τρόπο αυτό ο νέος νόμος 4342/2015 κατέστησε πάλι ενιαία την διαδικασία ενεργειακών ελέγχων σε βιομηχανία και κτήρια και μάλιστα περιέλαβε και τον τομέα των μεταφορών. Επίσης καθόρισε με σαφήνεια ότι οι ενεργειακοί έλεγχοι στηρίζονται στην πραγματική ενεργειακή κατανάλωση κατ' αντιδιαστολή με τις υπολογιστικές εκτιμήσεις για την κατανάλωση αυτής όπως καθορίζεται στον ΚΕΝΑΚ.

1.3 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.3.1 Ενέργεια

Οι βασικές μονάδες ενέργειας είναι: το τζάουλ (J), η θερμίδα (cal) και η βρετανική μονάδα θερμότητας (Btu). Το τζάουλ και η θερμίδα συχνά συνοδεύονται με τα αριθμητικά προθέματα k και M τα οποία προφέρονται ως «χιλιο- ή κιλο-» και «μέγα-» και σημαίνουν πολλαπλασιασμό με 1.000 και 1.000.000 αντιστοίχως.

Όπως αποδείχθηκε με το πείραμα του Joule ένα κιλοκάλ θερμότητας αντιστοιχεί σε 4,187 KJ έργου. Υπενθυμίζεται ότι 1 kcal θερμότητας επιφέρει ανύψωση θερμοκρασίας ενός λίτρου νερού στους 15^o C κατά 1^o C. Επομένως:

$$1 \text{ kcal} = 4,187 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} * 3600 \text{ s} = 3600 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kWh} = 859,8 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ Btu} = 1,55056 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kWh} = 3412,14 \text{ Btu}$$

Στην πράξη, ως μονάδα ενέργειας με πρακτική σημασία είναι η κιλοβατώρα (kWh)

1.3.2 Ισχύς

Ως γνωστόν η ισχύς ισούται με ενέργεια / χρόνο. Για την εύρεση των μονάδων ισχύος διαιρούμε τις μονάδες ενέργειας με μία μονάδα χρόνου ως ακολούθως:

$$1 \text{ kWh} = 859,9 \text{ kcal} \rightarrow \frac{1 \text{ kWh}}{1 \text{ h}} = \frac{859,9 \text{ kcal}}{1 \text{ h}} \rightarrow 1 \text{ kW} = 859,8 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \rightarrow 1 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 1,163 \text{ W}.$$

$$\text{Εργαζόμενοι ομοίως: } 1 \text{ kW} = 3412,14 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}.$$

$$\text{Επίσης: } 1 \text{ Ψυκτικός τόνος} = 12.000 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} = 3,5168 \text{ kW}.$$

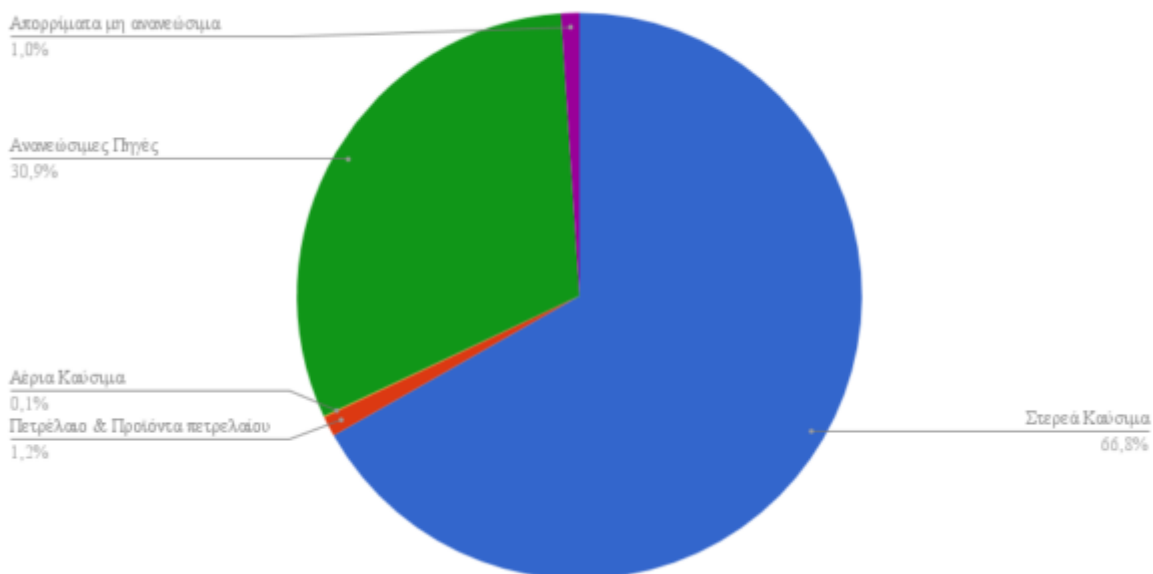
1.3.3 Μορφές ενέργειας

Οι μορφές ενέργειας τελικής χρήσης παράγονται από τις ενεργειακές πηγές μετά από σχετική επεξεργασία, αποθήκευση, μεταφορά και διανομή προς την τελική κατανάλωση. Οι πηγές αυτές περιλαμβάνουν τόσο τις ονομαζόμενες συμβατικές πηγές όσο και τις ανανεώσιμες πηγές. Οι συμβατικές πηγές εξαντλούνται σταδιακά με τον χρόνο ενώ οι ανανεώσιμες πηγές είναι ανεξάντλητες.

Πρωτογενής ενέργεια καλείται κάθε μορφή ενέργειας που δεν έχει υποστεί καμία μετατροπή ή μετασχηματισμό, μπορεί να είναι είτε συμβατική είτε ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και τροφοδοτείται ως πρώτη ύλη στην ενεργειακή βιομηχανία όπως:

1. Οι λιγνίτες και τα στερεά καύσιμα στην βιομηχανία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
2. Αργό πετρέλαιο στα διυλιστήρια παραγωγής εμπορικών καυσίμων.
3. Τα ενδιάμεσα προϊόντα του διυλιστηρίου προς τις μονάδες παραγωγής και μεταφοράς αερίων καυσίμων.
4. Η βιομάζα.

ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΓΙΑ ΤΟ 2015



Εικόνα 1-2: Πρωτογενής παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα για το 2015

Η μετατροπή της πρωτογενούς ενέργειας σε ενέργεια τελικής χρήσης υπόκεινται σε απώλειες ενέργειας και γι' αυτό η ενέργεια τελικής χρήσης είναι μικρότερη από την πρωτογενή ενέργεια.

Η πρωτογενής ενέργεια περιλαμβάνει τόσο τις συμβατικές όσο και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Συμβατικά καύσιμα καλούνται όσα προέρχονται από μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Δευτερογενής ενέργεια είναι η ενέργεια που παραδίδεται στον τελικό καταναλωτή. Τα καύσιμα τελικής χρήσης διακρίνονται τα στερεά, υγρά και αέρια.

1.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

1.4.1 Ελάχιστα κριτήρια σύμφωνα με το Παράρτημα VI του νόμου

Βάσει του Παραρτήματος VI του Νόμου 4342/2015, οι ενεργειακοί έλεγχοι που αναφέρονται στο άρθρο 10 βασίζονται στις ακόλουθες κατευθυντήριες γραμμές:

- α. Βασιζόμενοι σε επικαιροποιημένα, μετρήσιμα, ανιχνεύσιμα λειτουργικά δεδομένα ως προς την κατανάλωση ενέργειας και (για την ηλεκτρική ενέργεια) σε χαρακτηριστικά φορτίου,
- β. Περιλαμβάνουν λεπτομερή επισκόπηση των χαρακτηριστικών της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτηρίου ή μιας ομάδας κτηρίων, μιας βιομηχανικής δραστηριότητας ή εγκατάστασης, περιλαμβανομένων και των μεταφορών,
- γ. Βασίζονται όπου είναι δυνατόν σε ανάλυση κόστους κύκλου ζωής και όχι σε απλές περιόδους αποπληρωμής προκειμένου να λαμβάνονται υπ' όψιν οι μακροπρόθεσμες εξοικονομήσεις, οι εναπομένουσες αξίες των μακροπρόθεσμων επενδύσεων και τα ποσοστά αναπροσαρμογής.
- δ. Είναι αναλογικοί και επαρκώς αντιπροσωπευτικοί ώστε να δίνουν μια αξιόπιστη εικόνα της συνολικής ενεργειακής απόδοσης και να εντοπίζουν με αξιοπιστία τις σημαντικότερες ευκαιρίες για βελτίωση.

Από την διατύπωση της παραγράφου α. προκύπτει ότι τα δεδομένα πρέπει να είναι:

- Επικαιροποιημένα: δηλαδή πρόσφατα και να καλύπτουν μία περίοδο κατανάλωσης των τελευταίων ετών.
- Μετρήσιμα: δηλαδή να έχουν ποσοτικό χαρακτήρα και ανεκτά επίπεδα μετρητικού σφάλματος.
- Ανιχνεύσιμα: τα στοιχεία πρέπει να καταχωρούνται συστηματικά σε βάσεις δεδομένων ώστε να αναζητούνται και να ανασύρονται ευχερώς.
- Λειτουργικά: τα δεδομένα πρέπει να καλύπτουν επίσης και άλλες παραγωγικές παραμέτρους που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας.
- Χαρακτηριστικά φορτίου: να απεικονίζουν την χρονική μεταβολή της κατανάλωσης και του φορτίου.

Από την διατύπωση της παραγράφου β. προκύπτει ότι ο ενεργειακός έλεγχος περιλαμβάνει μία «λεπτομερή επισκόπηση» των χαρακτηριστικών της ενεργειακής κατανάλωσης και είναι επομένως αρκετά αναλυτικός ώστε να καταγράφει επαρκώς τις επιμέρους χρήσεις της ενέργειας. Επίσης στην παράγραφο δ. προδιαγράφεται ότι το επίπεδο λεπτομέρειας του ελέγχου πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να οδηγεί σε αξιόπιστους υπολογισμούς και σε μία σαφή εικόνα ως προς το δυναμικό των ευκαιριών εξοικονόμησης ενέργειας.

Στο εδάφιο δ. προδιαγράφεται ότι οι έλεγχοι πρέπει να είναι «αναλογικοί» και «αντιπροσωπευτικοί», δηλαδή θα πρέπει να εξετάζουν τουλάχιστον το 90% της κατανάλωσης ενέργειας και να καλύπτουν όλες τις Σημαντικές Ενεργειακές Καταναλώσεις (ΣΕΚ) ώστε να εντοπίζουν με αξιοπιστία τις σημαντικότερες ευκαιρίες εξοικονόμησης ενέργειας.

Αναφορικά με το εδάφιο γ. και όπου είναι δυνατόν, θα πρέπει να διεξάγεται υπολογισμός οικονομικής απόδοσης σε επίπεδο κύκλου ζωής για τα μέτρα τα οποία εντοπίζονται και διαμορφώνονται κατά την διάρκεια του ενεργειακού ελέγχου. Όταν η επεξεργασία της ανάλυσης κόστους κύκλου ζωής είναι δυσανάλογα δαπανηρή, λόγω μη διαθεσιμότητας της σχετικής πληροφορίας από τον κατασκευαστή ή ασυνήθιστου υψηλού τμήματος, τότε δεν χρειάζεται να γίνει η ανάλυση αυτή. Όμως ο υπολογισμός της εντόκου αξίας του χρήματος και των αντίστοιχων χρεολυτικών περιόδων θα πρέπει να γίνεται σε κάθε περίπτωση. Επίσης, επιπροσθέτως των χρεολυτικών περιόδων θα πρέπει να γίνει ανάλυση κόστους-οφέλους π.χ. με τον υπολογισμό του εσωτερικού βαθμού απόδοσης ή της εντόκου περιόδου αποπληρωμής του αρχικού κεφαλαίου. Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να τεκμηριώνονται οι υποθέσεις της χρήσιμης ζωής του κεφαλαιουχικού εξοπλισμού, για το επιτόκιο αναγωγής και για τις τιμές της ενέργειας. Πέραν της επενδυτικής δαπάνης θα πρέπει κατά προσέγγιση έστω να υπολογίζονται οι δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης.

1.4.2 Οι απαιτήσεις των διεθνών προτύπων

Τα διεθνή πρότυπα τα οποία ασχολούνται με τον ενεργειακό έλεγχο, όπως είναι η σειρά των ευρωπαϊκών προτύπων EN 16247 -1 (γενικό μέρος), -2 (κτίρια), -3 (διεργασίες), -4 (μεταφορές) ή το διεθνές πρότυπο ENISO 50002, περιλαμβάνουν διαδικασίες και απαιτήσεις για τα ακόλουθα στάδια του ενεργειακού ελέγχου, τα οποία είναι κοινά :

1. Σχεδιασμός ενεργειακού ελέγχου
2. Προκαταρκτική επικοινωνία
3. Εναρκτήρια συνάντηση
4. Συλλογή δεδομένων
5. Επιτόπιες εργασίες
6. Ανάλυση δεδομένων
7. Έκθεση αποτελεσμάτων ενεργειακού ελέγχου
8. Συνάντηση παρουσίασης αποτελεσμάτων Στα ανωτέρω στάδια και ιδίως κατά το στάδιο της ανάλυσης δεδομένων, τα πρότυπα διατυπώνουν απαιτήσεις για την εφαρμογή τεχνικών όπως :
 - επιμερισμός (breakdown) της κατανάλωσης ενέργειας σε διάφορες χρήσεις ενέργειας
 - ισοζύγια μάζας και ενέργειας και τα διαγράμματα Sankey
 - πίνακες καταναλώσεων ενέργειας
 - καταγραφές εξοπλισμού, συστημάτων ή διεργασιών που καταναλώνουν ενέργεια, περιλαμβανομένου του ενεργειακού βαθμού απόδοσης και των ωρών λειτουργίας
 - εντοπισμός των Σημαντικών Ενεργειακών Καταναλώσεων (ΣΕΚ) δηλαδή των καταναλώσεων ενέργειας οι οποίες αντιπροσωπεύουν τον κύριο όγκο της κατανάλωσης ενέργειας

- ανάλυση παλινδρόμησης μεταξύ των καταναλώσεων ενέργειας και των παραγόντων προσαρμογής, δηλαδή των παραγόντων που επηρεάζουν σημαντικά τις καταναλώσεις αυτές.

1.4.3 Οι απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 16247-1

Το πρότυπο αυτό είναι το γενικό πρότυπο της σειράς και είναι το άμεσα εφαρμοστέο σε κάθε ενεργειακό έλεγχο, ενώ τα υπόλοιπα πρότυπα της σειράς εφαρμόζονται κατά περίπτωση και στον βαθμό που απαιτείται. Στην παράγραφο αυτή αναπτύσσονται οι βασικές απαιτήσεις κατά την διεξαγωγή των ενεργειακών ελέγχων όπως αυτοί προβλέπονται από άρθρο 10 παράγραφος 10 του νόμου 4342/2015. Οι έλεγχοι αυτοί δεν πρέπει να συγχέονται με τις εσωτερικές ή εξωτερικές ανασκοπήσεις και επιθεωρήσεις των διαχειριστικών συστημάτων ΕΛΟΤ EN ISO 50001 και EMAS. Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 16247-1, «ένας ενεργειακός έλεγχος είναι μία συστηματική επιθεώρηση και ανάλυση της χρήσης ενέργειας και της κατανάλωσης μίας εγκατάστασης, μίας βιομηχανικής μονάδας, ενός κτιρίου ή ενός οργανισμού με στόχο τον εντοπισμό και την αναφορά των ενεργειακών ροών και το δυναμικό για βελτιώσεις της ενεργειακής απόδοσης». Ο στόχος είναι να προσδιοριστούν οι ενεργειακές ροές και το δυναμικό βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Το επόμενο βήμα είναι να καθοριστούν οι χρηματικές τιμές των διαφόρων μέτρων και να γίνει ανάλυση της οικονομικής αποδόσεως των επενδύσεων, με αποτέλεσμα τον εύκολο εντοπισμό των οικονομικά αποδοτικών μέτρων από το εκάστοτε ενδιαφερόμενο μέρος. Στη συνέχεια ακολουθεί ένας περιληπτικός κατάλογος των τυπικών στοιχείων της διαδικασίας ελέγχου. Αυτός ο κατάλογος θα πρέπει να εκλαμβάνεται μόνο ως ενδεικτικά καθώς οι εφαρμοζόμενοι κανονισμοί καθορίζονται στο ΕΛΟΤ EN 16247-1.

1. Εισαγωγική επαφή: αρχικά ο ενεργειακός ελεγκτής πρέπει να θέσει το πλαίσιο των συμβουλευτικών υπηρεσιών του προς τον οργανισμό. Ειδικότερα πρέπει να καθοριστούν οι στόχοι και οι προσδοκίες των συμβουλευτικών υπηρεσιών καθώς και τα κριτήρια τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την μέτρηση της ενεργειακής απόδοσης.
2. Εναρκτήρια συνάντηση: σε αυτό το βήμα καθορίζονται τα απαιτούμενα δεδομένα που πρέπει να δοθούν στον ελεγκτή, οι απαιτήσεις για μετρήσεις και διαδικασίες για την εγκατάσταση μετρητικού εξοπλισμού. Περαιτέρω θα γίνουν σαφείς συμφωνίες για την πρακτική επίδοση του ενεργειακού ελέγχου. Αυτό περιλαμβάνει τον καθορισμό ενός προσώπου από την εταιρεία, υπεύθυνου για την υποστήριξη του ενεργειακού ελέγχου.
3. Συλλογή δεδομένων: ο ενεργειακός ελεγκτής πρέπει να συλλέξει δεδομένα σχετικά με κάθε σύστημα, διεργασία ή εγκατάσταση που καταναλώνουν ενέργεια καθώς και πληροφορίες ποσοτικοποιημένων παραμέτρων οι οποίες επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας. Επίσης θα πρέπει να λάβει υπ' όψιν τα τυχόν διαθέσιμα στοιχεία ενεργειακής απόδοσης από προηγούμενες αναλύσεις καθώς και τιμολόγια ενέργειας, έγγραφα σχετικά με την κατασκευή, την λειτουργία και την συντήρηση καθώς και σχετικά οικονομικά δεδομένα.
4. Εργασία πεδίου (επιτόπου εργασία) : ο ενεργειακός ελεγκτής πρέπει να επιθεωρήσει το προς έλεγχο αντικείμενο με σκοπό την εκτίμηση της χρήσης ενέργειας και τον εντοπισμό των περιοχών/διεργασιών όπου απαιτούνται πρόσθετα δεδομένα. Πρέπει επίσης να αξιολογείται για την επίδραση στη κατανάλωση ενέργειας και στην απόδοση τόσο η ροή των εργασιών όσο και η

συμπεριφορά των χρηστών. καθώς τα μέτρα ελέγχου της λειτουργίας αποτελούν την βάση για τις πρώτες συστάσεις βελτίωσης. Τέλος οι μετρήσεις πρέπει να λαμβάνονται σε πραγματικές συνθήκες και πρέπει να είναι αξιόπιστες.

5. Ανάλυση : σε αυτό το στάδιο, ο ενεργειακός ελεγκτής αξιολογεί την υφιστάμενη κατάσταση των επιδόσεων σχετικά με την ενέργεια. Καταρτίζει ενεργειακά ισοζύγια και επιμερίζει τόσο την παροχή όσο και την χρήση ενέργειας Σε αυτή την βάση, ο ενεργειακός ελεγκτής συστήνει προσεγγίσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Αυτές οι επιλογές βελτίωσης θα πρέπει να αξιολογούνται στη βάση ενός συνόλου κριτηρίων. Η αξιοπιστία των δεδομένων, οι μέθοδοι υπολογισμού που εφαρμόζονται και οι υποθέσεις που έγιναν θα πρέπει να παρουσιάζονται πλήρως.
6. Απολογιστική έκθεση. Η απολογιστική έκθεση του ενεργειακού ελεγκτή πρέπει να είναι διαφανής, συμπερασματική και κατανοητή. Περιλαμβάνει μία περίληψη, γενικές πληροφορίες, την τεκμηρίωση των συμβουλευτικών υπηρεσιών και ένα κατάλογο επιλογών για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης με :
 - i. προτάσεις και προγράμματα για την εφαρμογή
 - ii. υποθέσεις που έγιναν για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης
 - iii. πληροφορίες για διαθέσιμες επιχορηγήσεις και εκπτώσεις
 - iv. κατάλληλη ανάλυση ωφελειών
 - v. προτάσεις για διαδικασίες μετρήσεων και επαλήθευσης για την εκτίμηση της εξοικονόμησης μετά την υλοποίηση των προτεινόμενων μέτρων
 - vi. πιθανή αλληλεπίδραση με άλλες προτεινόμενες προτάσεις και
 - vii. συμπεράσματα
7. Τελική συνάντηση: στην τελική συνάντηση ο ενεργειακός ελεγκτής παρουσιάζει τα συμπεράσματά του, επεξηγεί αυτά όπου είναι αναγκαίο και υποβάλει την έκθεση.

Ο ενεργειακός έλεγχος πρέπει να περιλάβει μία ενδελεχή εξέταση της δομής της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ή ομάδας κτιρίων και μίας βιομηχανικής δραστηριότητας η εγκατάστασης συμπεριλαμβανομένων των μεταφορών. Ο ενεργειακός έλεγχος πρέπει να στηρίζεται σε επικαιροποιημένα, συνεχώς ή περιοδικώς μετρούμενα, επαληθεύσιμα δεδομένα λειτουργίας σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και την κατανομή των φορτίων. Επιπλέον ο ενεργειακός έλεγχος πρέπει να είναι επαρκώς αναλογικός και αντιπροσωπευτικός έτσι ώστε να παρέχει μία αξιόπιστη επισκόπηση της συνολικής ενεργειακής απόδοσης, να εντοπίζει τις σημαντικές χρήσεις ενέργειας και να εξάγει κατά τρόπο αξιόπιστο τις πιο σημαντικές δυνατές βελτιώσεις όπως προβλέπεται από το Παράρτημα VI του νόμου 4342/2015.

Επομένως η αναφορά στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 16247-1 αποκτά μία επέκταση αλλά και ένα περιορισμό μέσω του κριτηρίου της αναλογικότητας και της αντιπροσωπευτικότητας. Έτσι για παράδειγμα σε περίπτωση ενός αριθμού παρομοίων εγκαταστάσεων, μπορεί να αποφευχθούν οι εκτενείς εργασίες πεδίου, στο βαθμό που αυτές οι εγκαταστάσεις που καλύπτονται από εργασίες πεδίου παρέχουν μία αντιπροσωπευτική εικόνα τη κατανάλωσης ενέργειας της εταιρείας.

Αφού προσδιοριστεί η συνολική κατανάλωση ενέργειας, πρέπει να εντοπίζονται και να ομαδοποιούνται εκείνες οι δραστηριότητες οι οποίες αθροιστικά παρέχουν μία αξιόπιστη εικόνα της συνολικής ενεργειακής απόδοσης. Αυτό σε κάθε περίπτωση συμβαίνει όταν αυτές οι εντοπισθείσες δραστηριότητες καλύπτουν το 90% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Αυτές λοιπόν οι δραστηριότητες πρέπει να καλύπτονται από τον ενεργειακό έλεγχο.

Επομένως η εταιρεία μπορεί σε κάθε περίπτωση να αποκλείσει το 10% της κατανάλωσης ενέργειας από τον ενεργειακό έλεγχο. Επαφίεται στην εταιρεία να αποφασίσει ποιες εγκαταστάσεις, μονάδες, διεργασίες ή πηγές ενέργειας ή συνδυασμός αυτών μπορεί να αποκλειστεί μετά από σχετική αξιολόγηση και εισήγηση του ενεργειακού ελεγκτή.

Σύμφωνα με το ΕΛΟΤ EN 16246-1 επιτρέπεται η χρήση άλλων εγκεκριμένων εκτιμητικών μεθόδων κατά την συλλογή των ενεργειακών δεδομένων, πέραν από την χρήση μετρητικών διαδικασιών. Ειδικότερα στην περίπτωση χρήσεων που δεν μετρώνται συνεχώς, για τις οποίες ο προσδιορισμός της κατανάλωσης ενέργειας μέσω διαδικασίας μετρήσεων είναι είτε ανέφικτος ή δαπανηρός, η χρήση ενέργειας μπορεί να προσδιοριστεί διαμέσου λογικών προβολών υφιστάμενων χαρακτηριστικών λειτουργίας ή φορτίου (π.χ. αμπεροτσιμπίδες, θερμοδομετρητές, κ.λπ.). Για φωτισμό και συσκευές γραφείου εκτιμήσεις μπορεί να γίνουν με γνωστά και τυποποιημένα μέτρα όπως είναι οι υποδείξεις του προτύπου ΕΛΟΤ EN 15193:2008; ή των πινάκων 2.1/2.4/2.8 της TOTEE 20701-1.

Όμως τα έξοδα ενέργειας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως βάση της ενεργειακής κατανάλωσης. Οι δαπάνες αυτές μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας κατά την αρχική μέτρηση της ολικής κατανάλωσης ενέργειας, για τον εντοπισμό περιοχών με την κύρια ενεργειακή κατανάλωση.

1.4.4 Συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος

Ο συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος είναι απαραίτητος σε κάθε αρχική προσπάθεια ενεργειακού ελέγχου και συλλογής των σχετικών στοιχείων. Μπορεί να διαρκεί μία έως δύο μέρες για ένα μικρό σχετικά συγκρότημα και μπορεί να φθάσει σε 5 έως 10 μέρες για τις μεγάλες βιομηχανικές μονάδες.

Ο συνοπτικός έλεγχος στηρίζεται σε διαθέσιμα στοιχεία και δεν απαιτεί πολύπλοκες μετρήσεις. Εξαρτάται περισσότερο από την εμπειρία και την ικανότητα του ελεγκτή να εντοπίζει τις κυριότερες δυνατότητες για νοικοκύρεμα και τεχνολογικό εκσυγχρονισμό μίας εγκατάστασης ή μίας υπηρεσίας.

Τα τυπικά βήματα του συνοπτικού ενεργειακού ελέγχου περιλαμβάνουν:

- α. Συνεντεύξεις και συλλογή πληροφοριών. Ο ελεγκτής συλλέγει γραπτές ή προφορικές πληροφορίες από το λογιστήριο, την διοίκηση, τα τεχνικά στελέχη και τους χειριστές και τους συντηρητές των εγκαταστάσεων.

Κύριος στόχος εδώ είναι η κατ' αρχήν εκτίμηση των ενεργειακών μεγεθών (κατανάλωση, αξία) σε επίπεδο συγκροτήματος, καθώς και σε επίπεδο επιμέρους μονάδων και ενεργοβόρων συσκευών. Ένας δεύτερος στόχος της

φάσης αυτής είναι ο σχηματισμός μίας πρώτης εικόνας για το επίπεδο της διαχειριστικής ικανότητας και πρακτικής του συγκροτήματος.

- β. Σύντομη αυτοψία στον χώρο του συγκροτήματος. Ο ελεγκτής εντοπίζει τις προφανείς περιπτώσεις σπατάλης ή πλημμελούς λειτουργία / συντήρηση όπως διαρροές δικτύων, χαλασμένες μονώσεις, έλλειψη διαδικασιών συντήρησης, ρύθμιση θερμοκρασίας χώρων με ανοιχτά παράθυρα κ.α.
- γ. Ανάλυση των ενεργειακών μεγεθών. Ο ελεγκτής προβαίνει σε προκαταρκτική ανάλυση των ενεργειακών αναγκών της επιχείρησης ανά τελική μορφή ή φορέα ενέργειας.
- δ. Αξιολόγηση επεμβάσεων και συγγραφή έκθεσης. Με βάση τα στοιχεία της αυτοψίας και την ανάλυση, ο ελεγκτής προβαίνει σε μία πρώτη αξιολόγηση των επιμέρους επεμβάσεων με γνώμονα κυρίως την προσδοκώμενη εξοικονόμηση και το ύψος της απαιτούμενης δαπάνης. Οι επεμβάσεις παραθέτονται με σαφήνεια και οι άμεσης προτεραιότητας προτείνονται για υλοποίηση. Επίσης, οριοθετείται το αντικείμενο του εκτενούς ελέγχου και ακολουθεί η προκαταρκτική αξιολόγηση.

1.4.5 Εκτενής ενεργειακός έλεγχος

Ο εκτενής έλεγχος συνήθως έπεται του συνοπτικού αλλά μπορεί και να εκτελεστεί χωρίς να έχει προηγηθεί ο συνοπτικός έλεγχος. Ανάλογα με το μέγεθος, τον χαρακτήρα και την πολυπλοκότητα της παραγωγικής διαδικασίας, ο εκτενής έλεγχος μπορεί να χρειαστεί αρκετές εβδομάδες για να ολοκληρωθεί.

Κατά τον εκτενή έλεγχο, εκτός από τα υπάρχοντα στοιχεία, συλλέγονται νέα μετρητικά δεδομένα εφ' όσον απαιτηθεί, προκειμένου να καταρτιστούν τα ενεργειακά ισοζύγια με περισσότερη ακρίβεια στις ενεργοβόρες μονάδες ή εγκαταστάσεις. Οι μετρήσεις αφορούν περισσότερη ακρίβεια στις ενεργοβόρες μονάδες ή εγκαταστάσεις. Οι μετρήσεις αφορούν τόσο την παρεχόμενη ενέργεια τελικής χρήσης όσο και το βαθμό απόδοσης μίας συγκεκριμένης μονάδας ή εγκατάστασης.

Ο πρώτος αντικειμενικός στόχος του εκτενούς ελέγχου είναι η ακριβής εκτίμηση των μηνιαίων ή ετήσιων καταναλώσεων ενέργειας σε κάθε ενεργοβόρα εγκατάσταση και η συσχέτιση αυτών με τα αντίστοιχα μεγέθη της παραγωγής ή την παραγόμενη ωφέλιμη ενέργεια ή με άλλους παράγοντες προσαρμογής που επηρεάζουν καθοριστικά τις εν λόγω καταναλώσεις, όπως η ποιότητα των υλικών, οι κλιματικές συνθήκες ή η ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων ή υπηρεσιών.

Προκειμένου να κάνει την εκτίμηση αυτή, ο ελεγκτής επιλέγει την πλέον πρόσφορη μέθοδο, αξιοποιώντας στο μέγιστο δυνατό βαθμό τα υφιστάμενα στοιχεία. Εφ' όσον είναι εγκατεστημένοι αξιόπιστοι μετρητές ενέργειας, η εκτίμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας ανά χρήση γίνεται με βάση τις ενδείξεις των οργάνων αυτών. Όμως τέτοιοι μετρητές συνήθως απουσιάζουν. Έτσι ο ελεγκτής θα πρέπει να εκτιμά την ενέργεια βάσει μετρήσεων ισχύος ανά στάθμη φορτίου της μηχανής ή της εγκατάστασης και ωρών λειτουργίας ανά στάθμη φορτίου.

Οι μετρούμενες ή εκτιμώμενες καταναλώσεις ενέργειας συσχετίζονται με τους καθοριστικούς παράγοντες που τις επηρεάζουν. Με βάση τις συσχετίσεις αυτές ο ελεγκτής διαμορφώνει τον τύπο της γραμμής βάσης και εκτιμά τον βαθμό απόδοσης ή

την ειδική κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση ενέργειας ως συνάρτηση των παραγόντων αυτών.

Για την εκτίμηση των ωρών λειτουργίας ανά στάθμη φορτίου, ο ελεγκτής κάνει χρήση των στοιχείων των βιβλίων λειτουργίας και των ενδείξεων των συναφών ωρομετρητών. Εφ' όσον απαιτείται, ο ελεγκτής προβαίνει επιλεκτικά σε ωρομέτρηση ανά στάθμη ισχύος.

Στη συνέχεια καταρτίζονται τα ενεργειακά ισοζύγια για τις κυριότερες μονάδες και εγκαταστάσεις ή/και για το συγκρότημα στο σύνολό του. Ο ελεγκτής εκτιμά (α) το πως κατανέμεται η τελική ενέργεια στις επιμέρους χρήσεις σε μηνιαία βάση ή ετήσια βάση και (β) το πόσο αποδοτικά αξιοποιείται η ενέργεια στις επιμέρους εγκαταστάσεις και ποιες είναι οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας.

Ο δεύτερος αντικειμενικός στόχος του εκτενούς ενεργειακού ελέγχου είναι να εντοπίσει, να ιεραρχήσει και να τεκμηριώσει όλες τις ευκαιρίες εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες ικανοποιούν τα κριτήρια αξιολόγησης επενδύσεων του φορέα και δύναται να υλοποιηθούν άμεσα.

Τα βήματα του ενεργειακού ελέγχου έχουν επιγραμματικά ως εξής:

- α. Σχεδιασμός του ελέγχου.
- β. Συλλογή διαθέσιμων στοιχείων παραγωγής και ενεργειακών καταναλώσεων.
- γ. Επιτόπου επίσκεψη και αυτοψία συγκροτήματος.
- δ. Διεξαγωγή μετρήσεων για την συλλογή πρόσθετων στοιχείων.
- ε. Υπολογισμός ισοζυγίων μάζας και ενέργειας.
- στ. Εντοπισμός επεμβάσεων διαχειριστικού εκσυγχρονισμού.
- ζ. Εντοπισμός επεμβάσεων βραχυπρόθεσμης απόδοσης.
- η. Εντοπισμός επεμβάσεων μεσοπρόθεσμης απόδοσης.
- θ. Εντοπισμός επεμβάσεων μακροπρόθεσμης απόδοσης.
- ι. Συγγραφή έκθεσης.

1.5 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

1.5.1 Γενικά

Η συλλογή στοιχείων αποτελεί στην ουσία την πρώτη φάση του ενεργειακού ελέγχου. Τα απαιτούμενα στοιχεία έχουν ήδη οριοθετηθεί κατά την φάση του σχεδιασμού και συνδέονται στενά με τους διατυπωμένους στόχους και τα κριτήρια του ελέγχου. Σε όλες τις περιπτώσεις το είδος των συλλεγόμενων στοιχείων διαμορφώνεται κατά την πορεία του ελέγχου, ανάλογα με τις ειδικότερες απαιτήσεις που προκύπτουν.

Οι οδηγίες για τον εκτενή έλεγχο υποδιαιρούνται στις ακόλουθες ενότητες :

- Γενικά στοιχεία
- Στοιχεία παραγωγής
- Στοιχεία καταναλώσεων ενέργειας
- Στοιχεία εγκαταστάσεων
- Στοιχεία οργάνωσης

Σε περίπτωση συμπληρωματικών στόχων ή διαφορετικών κριτηρίων, ο ελεγκτής θα πρέπει να τροποποιήσει ανάλογα τις τυπικές οδηγίες που δίδονται εδώ, τεκμηριώνοντας αντιστοίχως την κάθε τροποποίηση, συμπλήρωση ή αφαίρεση.

1.5.2 Μέτρηση της χρήσης ενέργειας

Η παράγραφος αυτή καλύπτει τις απαιτήσεις για την μέτρηση της χρήσης ενέργειας σε συγκρότημα, η οποία καταχωρείται στο ερωτηματολόγιο αποτύπωσης.

- α. Χρονικό βήμα και χρονικό διάστημα. Το σύνηθες χρονικό βήμα των μετρήσεων είναι ο ένας μήνας, μια και στο βήμα αυτό συνήθως εκδίδονται οι λογαριασμοί των Εταιρειών Κοινής Ωφέλειας (ΕΚΩ). Στην περίπτωση αυτή, το χρονικό διάστημα των μετρήσεων θα πρέπει να είναι τουλάχιστον δώδεκα συνεχών μηνών. Εφ' όσον οι μήνες αυτοί δεν αντιπροσωπεύουν την τυπική κατανάλωση, το διάστημα αυτό θα πρέπει να επεκτείνεται μέχρι και 36 μήνες. Εναλλακτικά το χρονικό βήμα των μετρήσεων μπορεί να είναι ωριαίο, ημερήσιο, τριμηνιαίο ή ετήσιο ανάλογα με τα διατιθέμενα στοιχεία και τις απαιτήσεις τεκμηρίωσης των στόχων εξοικονόμησης ενέργειας. Στις περιπτώσεις αυτές ο ελεγκτής αποφασίζει αναλόγως για το ελάχιστο χρονικό διάστημα των απαιτούμενων μετρήσεων.
- β. Μη αποθηκευμένη ενέργεια. Η ποσότητα κάθε προμηθευόμενης και μη αποθηκευμένης μορφής ενέργειας, όπως είναι η ηλεκτρική, θα πρέπει να μετράται με τον ίδιο μετρητή βάση του οποίου διεκπεραιώνεται η προμήθεια. Ποσότητες ενέργειας που αναφέρονται στα τιμολόγια προμήθειας γίνονται αποδεκτές.
- γ. Αποθηκευμένη ενέργεια. Η κατανάλωση αποθηκευμένης μορφής ενέργειας (π.χ. υγρά καύσιμα) θα υπολογίζεται με βάση τόσο τις προμηθευόμενες ποσότητες όσο και τις μεταβολές των αντίστοιχων αποθεμάτων, κατά το χρονικό βήμα αναφοράς (π.χ. ένας μήνας).
- δ. Διαδικασίες προμήθειας υγρών καυσίμων. Τα υγρά καύσιμα παρέχονται σε διάφορες ποιότητες και μετρώνται σε λίτρα. Η τιμή ανά λίτρο εξαρτάται από την ποιότητα, την θέση του συγκροτήματος και τον όγκο της προμήθειας. Η τιμή αυτή θα πρέπει να εκτιμάται τόσο σε επίπεδο προμήθειας όσο και σε ετήσια βάση ως ο μέσος όρος για το σύνολο των αγοραζόμενων ποσοτήτων. Τα αποθέματα των δεξαμενών αποθήκευσης θα πρέπει να ελέγχονται πριν και μετά την κάθε παραλαβή και να συσχετίζονται με την προμηθευόμενη ποσότητα ενέργειας.
- ε. Διαδικασίες διακίνησης των υγρών καυσίμων. Εντός του συγκροτήματος, θα πρέπει να ελέγχεται ο τρόπος διακίνησης των υγρών καυσίμων στις επιμέρους παραγωγικές μονάδες. Εφ' όσον υπάρχουν διαθέσιμοι μετρητές, θα πρέπει να καταγράφονται αναλυτικά οι καταναλισκόμενες ποσότητες υγρών καυσίμων στις μονάδες αυτές. Αλλιώς ο ελεγκτής θα πρέπει να καταγράφει τις διαδικασίες διακίνησης των υγρών καυσίμων και να προβαίνει σε αρχικές εκτιμήσεις ως προς τον καταμερισμό της χρήσης των καυσίμων στις επιμέρους διεργασίες με βάση τις τεχνικές ισοζυγίων ενέργειας και μετρήσεων που περιγράφονται στα επόμενα κεφάλαια.

- στ. Διαδικασίες προμήθειας και διακίνησης στερεών καυσίμων. Κάθε παραλαβή στερεών καυσίμων, θα πρέπει να ελέγχεται ως προς την ποσότητα, την ποιότητα και την τιμή μονάδος του καυσίμου. Επίσης θα πρέπει κατ' ελάχιστο να καταγράφεται το βάρος, η μέση θερμογόνος ικανότητα και η υγρασία του καυσίμου παραλαβής, όπως αυτές δίδονται από τον προμηθευτή ή μετρώνται σε εργαστήριο του φορέα του συγκροτήματος. Για τον καταμερισμό της χρήσης στέρεων καυσίμων στις επιμέρους μονάδες, θα πρέπει να γίνεται ευρεία χρήση των διαθέσιμων μετρητικών στοιχείων για το βάρος ή τον όγκο του διακινούμενου καυσίμου. Σε περίπτωση έλλειψης τέτοιων στοιχείων, ο ελεγκτής θα πρέπει να κάνει εκτιμήσεις για τις επιμέρους χρήσεις με βάση τις τεχνικές ισοζυγίων ενέργειας και μετρήσεων που περιγράφονται στα επόμενα κεφάλαια.
- ζ. Ιδιοπαραγόμενη ενέργεια. Όλες οι μορφές ιδιοπαραγόμενης ενέργειας όπως η ηλιακή ενέργεια, η θερμική ενέργεια από καύση παραπροϊόντων ή ανάκτηση θερμότητας, η συμπαραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, κ.λπ. θα πρέπει να μετρώνται με την χρήση μετρητών θερμότητας ή ηλεκτρισμού. Η ακρίβεια των μετρήσεων αυτών θα πρέπει να τεκμηριώνεται.

1.6 ΙΣΟΖΥΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ Ο ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

1.6.1 Ορισμοί και στόχοι των ισοζυγίων

Τα ισοζύγια της ενέργειας αποτελούν ένα απαραίτητο ενδιάμεσο βήμα για την ανάλυση και τον επιμερισμό των καταναλώσεων καθώς και για τεκμηρίωση των αποτελεσμάτων και γενικότερα για την επίτευξη των στόχων της επιθεώρησης. Με τα ισοζύγια αποτυπώνονται οι εισροές και οι εκροές ενέργειας σε ένα ενεργειακό σύστημα, κατά την διάρκεια μίας χρονικής περιόδου. Τα όρια του συστήματος μπορεί να αφορούν:

- μία μονάδα ή συσκευή για την μετατροπή ή χρήση της ενέργειας.
- μία συγκεκριμένη μορφή ενέργειας από το σημείο εισροής έως την διανομής της στις επιμέρους χρήσεις.
- ένα κτίριο ή ένα συγκρότημα κτιρίων και εγκαταστάσεων.

Τα όρια του συστήματος και η χρονική περίοδος για την οποία καταρτίζεται ένα ισοζύγιο επιλέγονται από τον ελεγκτή με βάση τους στόχους, το αντικείμενο και τα κριτήρια του ενεργειακού ελέγχου καθώς και τα διαθέσιμα στοιχεία. Κατά κανόνα οι στόχοι αυτοί περιλαμβάνουν :

- α. την εύρεση της κατανάλωσης ή της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας ανά κατηγορία τελικής χρήσης και συσχέτισή της με τους παράγοντες που την επηρεάζουν καθοριστικά.
- β. την εκτίμηση του βαθμού απόδοσης μίας ενεργειακής μετατροπής και συσχέτισή του με τους καθοριστικούς παράγοντες.
- γ. την εκτίμηση των διάχυτων και των συγκεντρωμένων απωλειών ενέργειας ανά μετατροπή ή τελική χρήση ενέργειας.
- δ. τον έλεγχο και διακρίβωση των επιμέρους μετρητικών δεδομένων και αποτελεσμάτων ανά χρήση και την συμπλήρωση ή διόρθωση των στοιχείων καταναλώσεων.

1.6.2 Η έννοια της απόδοσης

Σε μία εγκατάσταση ή σε ένα μηχάνημα το ενδιαφέρον συνήθως εστιάζεται στην αποδιδόμενη (ή ωφέλιμη) μορφή ενέργειας ως προς την προσδιδόμενη μορφή ενέργεια. Π.χ. σε μία εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης η ωφέλιμη ενέργεια είναι η αποδιδόμενη θερμότητα στον θερμαινόμενο χώρο ενώ η προσδιδόμενη ενέργεια είναι η τελική ενέργεια καυσίμου.

Ο «βαθμός απόδοσης» ή «απόδοση» της εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης ορίζεται τότε ως εξής:

$$\text{Απόδοση} = \frac{(\text{αποδιδόμενη ωφέλιμη ενέργεια})}{(\text{προσδιδόμενη ενέργεια})} \rightarrow \eta = \frac{E_{\Omega}}{E_{\Pi}}$$

1.7 ΓΡΑΜΜΗ ΒΑΣΗΣ

1.7.1 Γενικά

Ένας από τους κύριους στόχους των ενεργειακών ελέγχων είναι η εύρεση του τύπου της κατανάλωσης γραμμής βάσης ή της κατανάλωσης βάσης ανά τελική χρήση και ανά μορφή ενέργειας. Για τη κάθε σημαντική κατανάλωση ενέργειας, συγκεντρώνονται κατ' ελάχιστον στοιχεία κατανάλωσης για τους συνεχείς δώδεκα τελευταίους μήνες. Ο ελεγκτής διερευνά τις τυχόν μεταβολές των ανωτέρω καθοριστικών παραγόντων και την ενδεχόμενη συσχέτισή τους με την κατανάλωση ενέργειας.

Η κατανάλωση βάσης μπορεί να αφορά ένα μοναδικό φορτίο ή ένα πλήθος φορτίων. Ανάλογα με τις απαιτήσεις δύναται να ορίζεται για χρονικό διάστημα ώρας, μίας ημέρας ή ενός μήνα. Η κατανάλωση βάσης μπορεί επίσης να αφορά την εξέλιξη των αιχμών της ηλεκτρικής ισχύος. Στην περίπτωση αυτή το χρονικό διάστημα βάσης είναι το ένα τέταρτο της ώρας.

Στην περίπτωση όπου η κατανάλωση βάσης αφορά μόνο ένα φορτίο τότε η εύρεση του τύπου είναι σχετικά εύκολη. Συνήθως απαιτείται μέτρηση του βαθμού απόδοσης της συσκευής σε πλήρες φορτίο ή μερικό φορτίο. Για συσκευές που δύναται να αυξομειώνουν το φορτίο τους αναλογικά συνήθως απαιτούνται περισσότερες μετρήσεις του βαθμού απόδοσης, σε διάφορες αντιπροσωπευτικές στάθμες φορτίου.

Σε περιπτώσεις όμως όπου η κατανάλωση βάσης αφορά ένα σύνολο φορτίων, τότε η εύρεση του τύπου γίνεται με βάση τις μεθόδους της στατιστικής. Εδώ θα πρέπει να αξιοποιείται το σύνολο των διαθέσιμων στοιχείων για την κατανάλωση ενέργειας. Εφόσον η κατανάλωση ενέργειας εμφανίζει μία σταθερή συμπεριφορά, με διακύμανση των διαθέσιμων στοιχείων $\pm 3\%$, η κατανάλωση βάσης δύναται να οριστεί με βάση μόνο ενεργειακά μεγέθη.

Σε αντίθετη περίπτωση η κατανάλωση πρέπει να συσχετίζεται με ένα ή περισσότερους καθοριστικούς παράγοντες και να διαμορφώνονται ο αντίστοιχος μαθηματικός τύπος. Οι απαιτήσεις για την προβλεπτική ακρίβεια του τύπου αυτού δίδονται σε επόμενη παράγραφο.

Ο τύπος της γραμμής βάσης, δύναται να προβλέπει την κατανάλωση ενέργειας ανά κατηγορία τελικής χρήσης για την οποία αναπτύσσεται, κάτω από συνήθης μεταβολές

των καθοριστικών παραγόντων. Δύο είναι οι κυριότερες εφαρμογές του τύπου της γραμμής βάσης:

- α. Εκ των προτέρων προβλέψεις, δηλαδή προβλέψεις μελλοντικών καταναλώσεων ενέργειας κάτω από άγνωστες τιμές των καθοριστικών παραγόντων. Στη περίπτωση αυτή απαιτείται η πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών των παραγόντων αυτών πριν την εκτίμηση της μελλοντικής κατανάλωσης.
- β. Εκ των υστέρων εκτιμήσεις, δηλαδή εκτιμήσεις καταναλώσεων στο παρελθόν, κάτω από διαμορφωμένες και γνωστές τιμές των καθοριστικών παραγόντων.

1.7.2 Απαιτήσεις

Ανάλογα με τους στόχους και τα κριτήρια του ελέγχου (συνοπτικού ή εκτενούς) και με βάση τα διαθέσιμα ιστορικά στοιχεία καταναλώσεων ενέργειας, καθορίζεται η έκταση, η χρονική ανάλυση και η ακρίβεια των ισοζυγίων ενέργειας.

Ως γενική απαίτηση καθορίζεται ότι η κατανάλωση ενέργειας θα πρέπει να προσμετράται για ένα μεγάλο εύρος διακύμανσης των καθοριστικών παραγόντων, το οποίο αντιστοιχεί σε συνήθεις και τυπικές διακυμάνσεις της παραγωγικής δραστηριότητας. Οι εν λόγω διακυμάνσεις θα πρέπει επίσης να καταγράφονται όσο το δυνατόν αναλυτικότερα, στο πλαίσιο των διαθέσιμων κονδυλίων για την επιθεώρηση. Με αυτό τον τρόπο αναπτύσσονται αξιόπιστοι τύποι της κατανάλωσης αναφοράς, για όλες τις απαιτούμενες κατηγορίες τελικής χρήσης. Σε καμία περίπτωση δε γίνονται αποδεκτά στοιχεία κατανάλωσης που αντιστοιχούν σε μη τυπικής ή ακραίες συνθήκες λειτουργίας.

Για κάθε χρήση της ενέργειας για την οποία καταρτίζεται ισοζύγιο, θα διερευνάται η επίδραση κατ' ελάχιστον των κάτωθι παραγόντων:

- α. Των ωρών λειτουργίας της συναφούς εγκατάστασης,
- β. Του όγκου της παραγωγικής δραστηριότητας ή η έκταση των απασχολούμενων χώρων,
- γ. Των καιρικών μεταβολών.

1.7.3 Χρονικό βήμα της ενεργειακής ανάλυσης

Για την συνοπτική επιθεώρηση, η τυπική χρονική περίοδος ανάλυσης είναι το τελευταίο δωδεκάμηνο για το οποίο υπάρχουν πλήρη στοιχεία. Καταγράφονται και παραθέτονται τα στοιχεία καταναλώσεων σε μηνιαία βάση, όπως προκύπτουν από τα τιμολόγια και τους λογαριασμούς ενέργειας. Επιπροσθέτως παρουσιάζονται τυχόν διαθέσιμα στοιχεία για την ημερήσια κατανάλωση ενέργειας ή ωριαία κατανάλωση ενέργειας για τυπικές μέρες και ώρες του έτους.

Αντίθετα, για την εκτενή επιθεώρηση, όλα τα ανωτέρω στοιχεία είναι απαραίτητα. Η ανάλυση γίνεται σε μηνιαία ή ωριαία βάση, ενώ, ειδικότερα για την περίπτωση της ηλεκτρικής ενέργειας, η ανάλυση μπορεί να γίνει σε βάση τετάρτου, σύμφωνα με τον τρόπο μέτρησης των αιχμών της ηλεκτρικής ζήτησης όπως αυτές καθορίζονται από την Δ.Ε.Η..

Στην συνοπτική επιθεώρηση, η ειδική κατανάλωση ενέργειας εκφράζεται σε ετήσια ή εποχιακή βάση. Ο τύπος της κατανάλωσης αναφοράς συνήθως δίδεται από ένα ανηγμένο μέγεθος της κατανάλωσης ως προς τον αντίστοιχο όγκο της παραγωγής, τις

ώρες λειτουργίας, τις βαθμομέρες θέρμανσης ή ψύξης και την έκταση των απασχολούμενων χώρων.

Στην εκτενή επιθεώρηση, ο τύπος για την κατανάλωση αναφοράς έχει αναλυτική μαθηματική έκφραση και διαμορφώνεται με βάση αναλυτικά στοιχεία μηνιαίας ή ωριαίας κατανάλωσης.

1.7.4 Απαιτήσεις ακριβείας

Οι απαιτήσεις ακριβείας αφορούν:

- α. Την ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά κατηγορία τελικής χρήσης,
- β. Τις ετήσιες απώλειες ενέργειας ανά κατηγορία τελικής χρήσης,
- γ. Την προβλεπτική ικανότητα του τύπου για την κατανάλωση αναφοράς.

Για την κατηγορία (α), η απαιτούμενη ακρίβεια είναι η συνάρτηση των οικονομικών κριτηρίων της επιθεώρησης βάσει των οποίων επιλέγονται και ιεραρχούνται οι προτάσεις εξοικονόμησης. Ο χρόνος απόσβεσης αποτελεί το συνηθέστερο κριτήριο.

Ο χρόνος απόσβεσης ενός μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας, το οποίο απευθύνεται σε μία συγκεκριμένη χρήση ενέργειας, είναι αντιστρόφως ανάλογος της ποσότητας ενέργειας η οποία καταναλώνεται στην χρήση αυτή.

Για τις επεμβάσεις νοικοκυρέματος ο επιτρεπόμενος χρόνος απόσβεσης κυμαίνεται από μερικούς μήνες μέχρι ένα χρόνο. Είναι όλες οι επεμβάσεις άμεσης προτεραιότητας και εντοπίζονται σχετικά εύκολα από τον συνοπτικό έλεγχο. Οι απαιτήσεις ακριβείας κατά την εκτίμηση της ενέργειας τελικής χρήσης είναι επομένως περιορισμένες. Υπερεκτιμήσεις της τάξης του 50% δεν ανατρέπουν ουσιαστικά την προτεραιότητα υλοποίησης των προτεινόμενων επεμβάσεων μια και πάλι ο πραγματικός χρόνος απόσβεσης δεν θα υπερβαίνει το διάστημα των 18 μηνών.

Αντίθετα για τις επεμβάσεις που προτείνονται στο πλαίσιο του εκτενούς ελέγχου ο χρόνος απόσβεσης μπορεί να φθάσει έως και πέντε χρόνια και να βρίσκεται επομένως σε οριακά επίπεδα ως προς τα κριτήρια λήψης αποφάσεων του φορέα. Παράλληλα, μεγάλα σφάλματα στις εκτιμήσεις της ενέργειας τελικής χρήσης, δυνατόν να οδηγούν σε λανθασμένη ιεράρχηση επεμβάσεων. Εφόσον δεν προβλέπεται διαφορετικά, το σφάλμα εκτίμησης της ενέργειας ανά κατηγορία τελικής χρήσης δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το $\pm 15\%$ το οποίο αντιστοιχεί σε σφάλμα εκτίμησης του χρόνου απόσβεσης $-17,5\%$, $+13\%$.

1.8 ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΕΠΑΛΗΘΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ

1.8.1 Οι τέσσερις εναλλακτικές επιλογές: Α, Β, Γ και Δ

Το Διεθνές Πρωτόκολλο Μετρήσεων και Επαλήθευσης των Επιδόσεων ενέργειας διακρίνουν τέσσερις μεθοδολογικές επιλογές για την μέτρηση και επαλήθευση των αποτελεσμάτων ενός έργου εξοικονόμησης ενέργειας: Α, Β, Γ και Δ. Αυτές οι Επιλογές υποδιαιρούνται σε δύο κατηγορίες : απομόνωση επέμβασης και ολικής εγκατάστασης. Η μέθοδος της απομόνωσης επέμβασης εξετάζει μόνο τον επηρεαζόμενο εξοπλισμό

ή σύστημα, ανεξάρτητα από την υπόλοιπη εγκατάσταση. Η μέθοδος ολικής εγκατάστασης εξετάζει την συνολική χρήση ενέργειας χωρίς να δίνει έμφαση στις επιδόσεις του επιμέρους εξοπλισμού. Η βασική διαφορά σε αυτές τις προσεγγίσεις είναι το που ακριβώς σχεδιάζεται το όριο ενός Μέτρου Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΜΕΕ). Οι επιλογές Α και Β είναι μέθοδοι απομόνωσης επέμβασης, η επιλογή Γ είναι μέθοδος ολικής εγκατάστασης και η επιλογή Δ μπορεί να εφαρμοστεί και στις δύο περιπτώσεις αλλά συνήθως εφαρμόζεται ως μέθοδος ολικής εγκατάστασης.

Οι ενεργειακές επιδόσεις μπορούν να μετρηθούν με διάφορους τρόπους:

- Τιμολόγια ή μετρήσεις από μετρητές παροχών ενέργειας με τις ίδιες προσαρμογές όπως κάνει ο πάροχος ενέργειας.
- Ειδικές μετρητικές διατάξεις οι οποίες απομονώνουν ένα Μέτρο Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΜΕΕ) ή ένα τμήμα μίας εγκατάστασης από την υπόλοιπη. Οι μετρήσεις μπορεί να είναι περιοδικές για μικρά χρονικά διαστήματα ή συνεχείς καθ' όλη την περίοδο βάσης ή απολογισμού.
- Χωριστές μετρήσεις παραμέτρων που επηρεάζουν την χρήση ενέργειας.
- Μέτρηση αποδεδειγμένων διαμεσολαβητών που ελέγχουν την χρήση της ενέργειας.
- Προσομοίωση υπολογιστή η οποία έχει διακριβωθεί με μερικά πραγματικά δεδομένα επιδόσεων του εξομοιωθέντος συστήματος ή εγκατάστασης.

Εάν μία τιμή ενέργειας είναι ήδη γνωστή με επαρκή ακρίβεια ή όταν είναι πιο δαπανηρό να μετρηθεί απ' ό,τι δικαιολογείται από τις περιστάσεις, τότε η μέτρηση ενέργειας μπορεί να μην είναι αναγκαία ή κατάλληλη. Σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να γίνουν εκτιμήσεις για μερικές παραμέτρους κάποιου ΜΕΕ, αλλά οι άλλες πρέπει να μετρηθούν (Επιλογή Α).

Η εκλογή μίας εκ των ανωτέρω Επιλογών απαιτεί πολλαπλή αξιολόγηση περιλαμβανομένης και της θέσης του ορίου των μετρήσεων. Εάν αποφασιστεί η εξοικονόμηση να προσδιοριστεί σε επίπεδο εγκατάστασης, τότε μπορεί να ευνοηθούν οι Επιλογές Γ ή Δ. Εάν όμως ενδιαφέρει μόνο η καθ' αυτό επίδοση ενός ΜΕΕ, μπορεί να είναι πιο κατάλληλη μία τεχνική απομόνωσης της επέμβασης

1.9 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ – LCCA

1.9.1 Εισαγωγή

Η Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής (LCCA – Life Cycle Cost Analysis) είναι μια οικονομική μέθοδος αξιολόγησης έργων, σύμφωνα με την οποία όλες οι δαπάνες που προκύπτουν από την αρχική επένδυση, τη λειτουργία, συντήρηση και τελικά την διάθεση κάθε έργου θεωρούνται δυνητικά σημαντικές για την εν λόγω απόφαση. Συνεπώς αποτελεί για την εκάστοτε διοίκηση ένα σημαντικό εργαλείο που θέτει σε προτεραιότητες στα προτεινόμενα έργα ΕΞΕ, και άρα καθορίζει σημαντικά τα επιχειρηματικά σχέδια και πλάνα μιας διοίκησης, ακριβώς γιατί εστιάζει στην αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης οικονομικής αποτελεσματικότητας κάθε έργου ΕΞΕ, και όχι μόνο ως προς το αρχικό κόστος ή το βραχυπρόθεσμο κόστος λειτουργίας, σε αντίθεση με άλλες εναλλακτικές μεθόδους. Συνάμα παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες στον επενδυτή προκειμένου εκείνος να είναι σε θέση να αξιολογήσει την οικονομική αποδοτικότητα της κάθε προτεινόμενης επένδυσης από τη σκοπιά του,

λαμβάνοντας υπόψη το μειωμένο κόστος ενέργειας και τις υπόλοιπες οικονομικές επιπτώσεις κατά την διάρκεια της φυσικής ζωής του έργου ή του χρονικού ορίζοντα που έχει θέσει ο ίδιος ο επενδυτής. Πέραν όμως αυτού, όταν υφίστανται περισσότερες της μίας οικονομικά αποδοτικές εναλλακτικές προτάσεις έργων ΕΞΕ για μια συγκεκριμένη ενεργειακή κατανάλωση, η LCCA εντοπίζει την πλέον οικονομικά αποδοτική εναλλακτική λύση.

Πολλές φορές παρουσιάζεται η ανάγκη ιεράρχησης στην κατανομή της χρηματοδότησης για έναν αριθμό ανεξάρτητων επενδυτικών σχεδίων εντός μιας εγκατάστασης ή ενός οργανισμού, κυρίως όταν δεν υφίσταται επαρκής χρηματοδότηση για την ταυτόχρονη εφαρμογή του συνόλου των προτεινόμενων σχεδίων.

Υπάρχουν τρεις συμπληρωματικοί δείκτες οικονομικής επίδοσης που είναι συμβατοί με την μέθοδο αξιολόγησης έργων LCC. Αυτοί είναι:

- α. Η καθαρή εξοικονόμηση (NS-Net Savings)
- β. Ο Λόγος Επενδύσεων/εξοικονόμησης (SIR-Savings to Investments Ratio) και
- γ. Ο Σταθμισμένος Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης της Επένδυσης (AIRR-Adjusted Internal Rate of Return).

1.9.2 Ορισμοί – Προαπαιτούμενα – Λήψη & τεκμηρίωση δεδομένων

Οι μελέτες LCCA, ανεξαρτήτως του όγκου τους και του βάθους τους, πρέπει να τεκμηριώνονται προσεκτικά, ώστε να αποτυπώνουν τη διαδικασία αξιολόγησης και να αρχειοθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση σε κάθε υποστηρικτικό στοιχείο ή έγγραφο οποτεδήποτε αναζητηθεί στο μέλλον. Η μορφή των δεδομένων θα πρέπει να είναι απλή και εύκολα κατανοητή σε τρίτους.

Τα απαιτούμενα δεδομένα τεκμηρίωσης μιας ανάλυσης κόστους κύκλου ζωής συνοπτικά είναι:

- α. Ορισμός του προβλήματος και καθορισμός του στόχου.
- β. Προσδιορισμός των εφικτών εναλλακτικών λύσεων.
- γ. Καθιέρωση κοινών παραδοχών και παραμέτρων.
- δ. Εκτίμηση του κόστους και οι χρόνοι εμφάνισής του για κάθε εναλλακτική.
- ε. Προεξόφληση κάθε μελλοντικού κόστους στην παρούσα αξία.
- στ. Υπολογισμός και σύγκριση του LCC για κάθε εναλλακτική.
- ζ. Υπολογισμός συμπληρωματικών μέτρων, εφόσον απαιτούνται για την ιεράρχηση των έργων.
- η. Εκτίμηση της αβεβαιότητας των δεδομένων εισόδου.
- θ. Εκτίμηση των επιπτώσεων για τις οποίες δεν μπορεί να εκτιμηθεί το κόστος και τα νομισματικά οφέλη.
- ι. Παροχή συμβουλών σχετικά με την απόφαση.

1.9.3 Παράμετροι για τον υπολογισμό ενεργειακών εξοικονομήσεων

Παράμετροι κατά τον υπολογισμό της ενέργειας που σχετίζονται με το κόστος σε μια LCCA:

- Μετράται η ποσότητα της ενέργειας που χρησιμοποιείται στο κτίριο ή τον εξοπλισμό, με βάση τον τύπο της ενέργειας σε όρους τελικής χρήσης.

- Χρησιμοποιούνται τα τιμολόγια του προμηθευτή λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους τιμολόγησης. Η χρήση μέσων τιμών δεν είναι αποδεκτή μέθοδος σύμφωνα με το Διεθνές Πρωτόκολλο Μέτρησης και Επαλήθευσης των Εξοικονομήσεων (IPMVP). Κατ' εξαίρεση και ειδικά για τις τιμές ενέργειας και ισχύος που αφορούν του πελάτες Υψηλής Τάσης (ΥΤ), ακριβώς επειδή οι τιμές αυτές είναι προϊόν διαπραγμάτευσης άκρως εμπιστευτικού χαρακτήρα, θα λαμβάνονται προκαθορισμένες τιμές μόνο για το ανταγωνιστικό τιμολόγιο σε ευρώ/kWh και ευρώ/kW, ύστερα από ειδικές εγκυκλίους της Γενικής Γραμματείας Επιθεωρητών Ενέργειας του Υπουργείου. Το ίδιο ισχύει και για μεγάλους καταναλωτές της μέσης και της χαμηλής τάσης που έχουν συνολική ετήσια κατανάλωση μεγαλύτερη από 50GWh ετησίως.
- Τα ποσοστά κλιμάκωσης των τιμών της ενέργειας, εφόσον χρησιμοποιηθούν, θα πρέπει να παρέχονται από επίσημους φορείς (όπως η ΡΑΕ), εκτός εάν υπάρχουν διαθέσιμα προβλεπόμενα ποσοστά κλιμάκωσης από τον προμηθευτή ενέργειας.

2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ

Πίνακας 2-1:Στοιχεία Ιδρύματος

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΕΤΟΣ ΙΔΡΥΣΗΣ : 1983
Επωνυμία :	ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
Επιφάνεια θερμαινόμενων χώρων	10.704 τ.μ.
Ταχυδρομική Διεύθυνση	Μεγ. Αλεξάνδρου 219, Πάτρα 26334
Ιστοσελίδα	www.teiwest.gr
Τηλέφωνο	2610325101

3. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το Τεχνολογικό εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας ιδρύθηκε το 2013 μετά από την συγχώνευση του Τ.Ε.Ι. Πατρών (1983) και του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου. Η έδρα του Τ.Ε.Ι. είναι η Πάτρα και αποτελείται από τέσσερις σχολές και δεκατρία τμήματα, μοιρασμένα σε έξι πόλεις της Δυτικής Ελλάδας. Στην παρούσα Πτυχιακή Εργασία θα εξετάσουμε ενεργειακά τα Παλαιά Κτήρια, τα οποία βρίσκονται στις εγκαταστάσεις της Πάτρας, και πιο συγκεκριμένα θα μελετήσουμε τους χώρους που ανήκουν στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε.. Στην Εικόνα 11-1 απεικονίζεται η ακριβής τοποθεσία του κτηρίου.



Εικόνα 3-1:Φωτογραφία Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πατρών

Το κτήριο αποτελείται από το υπόγειο (597,53 τ.μ.), το ισόγειο (10.704,33 τ.μ.), τον 1^ο όροφο (3.314,08 τ.μ.) και τον 2^ο όροφο (1.064 τ.μ.) και έχει συνολικό όγκο 74.197,48 κ.μ.

Σε αυτό στεγάζονται αίθουσες διδασκαλίας, γραφεία καθηγητών, τα γραφεία της κεντρικής διοίκησης, αίθουσες εργαστηρίων, γραφεία γραμματείας, 2 αμφιθέατρα, 1 κυλικείο, μαγειρείο και χώρος σερβιρίσματος σίτισης.

Το κτήριο είναι ελεύθερο σε όλες τις πλευρές του, δεν σκιάζεται από άλλα κτήρια και έχει ανοίγματα σε όλες τις όψεις του.

3.2 ΩΡΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΧΩΡΩΝ

Στον Πίνακα 3-1 που ακολουθεί δίνεται το τυπικό ωράριο λειτουργίας του κτηρίου, ως κτήριο Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης, ενώ στον Πίνακα 3-2 δίνονται η επιθυμητή θερμοκρασία και σχετική υγρασία εσωτερικού χώρου κατά την χειμερινή και την θερινή περίοδο, βασισμένο στο ΚΕΝΑΚ (ΤΟΤΕΕ 20701-1 3rd edition σελ. 20-21, 24-25).

Πίνακας 3-1:Τυπικό ωράριο λειτουργίας ανά χρήση

Χρήση Κτηρίου	Ώρες λειτουργίας	Ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα	Περίοδος λειτουργίας σε μήνες
Τριτοβάθμια εκπαίδευση	13	5	10 (Σεπτ-Ιουν)

Πίνακας 3-2:Καθοριζόμενες τιμές θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας εσωτερικών χώρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων

Χρήση Κτηρίου	Θερμοκρασία [°C]		Σχετική υγρασία [%]	
	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος	Χειμερινή περίοδος	Θερινή περίοδος
Τριτοβάθμια εκπαίδευση	20	26	35	45

3.3 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Στον Πίνακα 3-3 παρουσιάζονται τα κλιματολογικά δεδομένα της περιοχής που βρίσκεται το κτήριο, και πιο συγκεκριμένα η μέση μηνιαία θερμοκρασία εξωτερικού αέρα και οι βαθμοημέρες θέρμανσης. Τα δεδομένα είναι από το ΤΟΤΕΕ-20701 3RD ΤΕΕ 2 (σελ. 19-20 , 31-32).

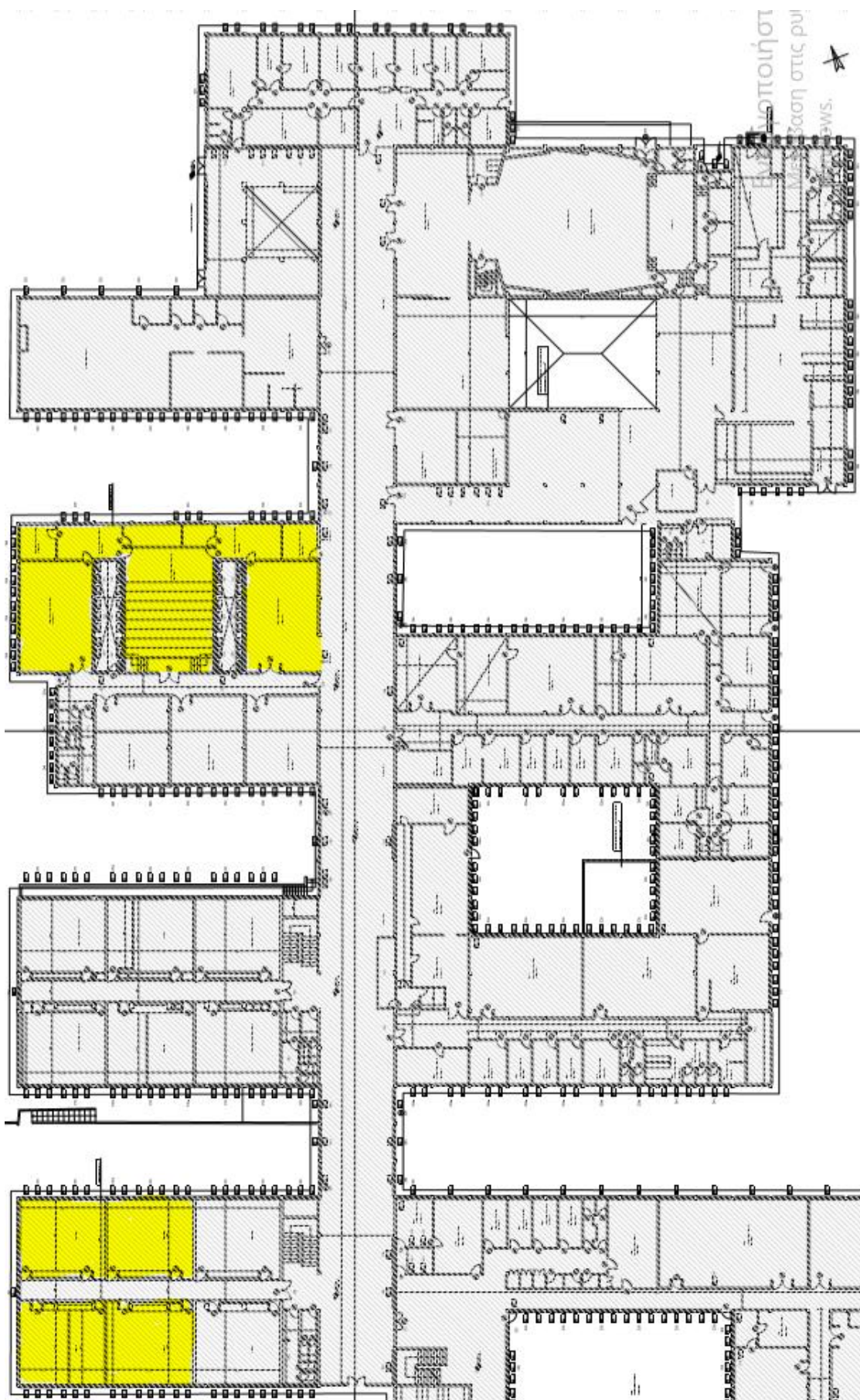
Πίνακας 3-3:Κλιματολογικά δεδομένα Πάτρας

Μήνας	Μέση μηνιαία θερμοκρασία (°C)	Βαθμοημέρες θέρμανσης
Ιανουάριος	10	248
Φεβρουάριος	10,6	207
Μάρτιος	12,5	171
Απρίλιος	15,6	72
Μάϊος	20,1	-
Ιούνιος	24,1	-
Ιούλιος	26,4	-
Αύγουστος	26,7	-
Σεπτέμβριος	23,5	-
Οκτώβριος	19	-
Νοέμβριος	14,5	105
Δεκέμβριος	11,4	205

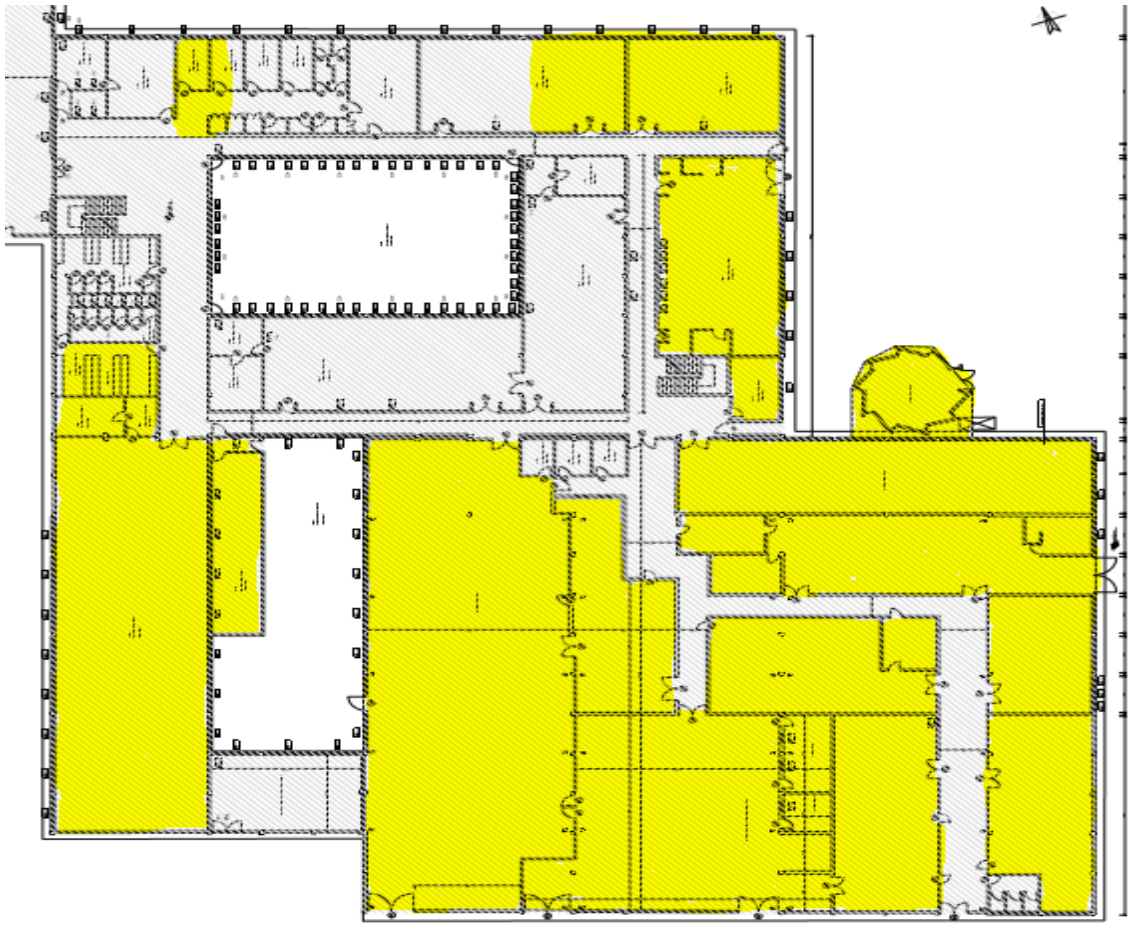
3.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

Τα Παλαιά Κτήρια του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας βρίσκονται στην Πάτρα, στην οδό Μεγάλου Αλεξάνδρου 219.

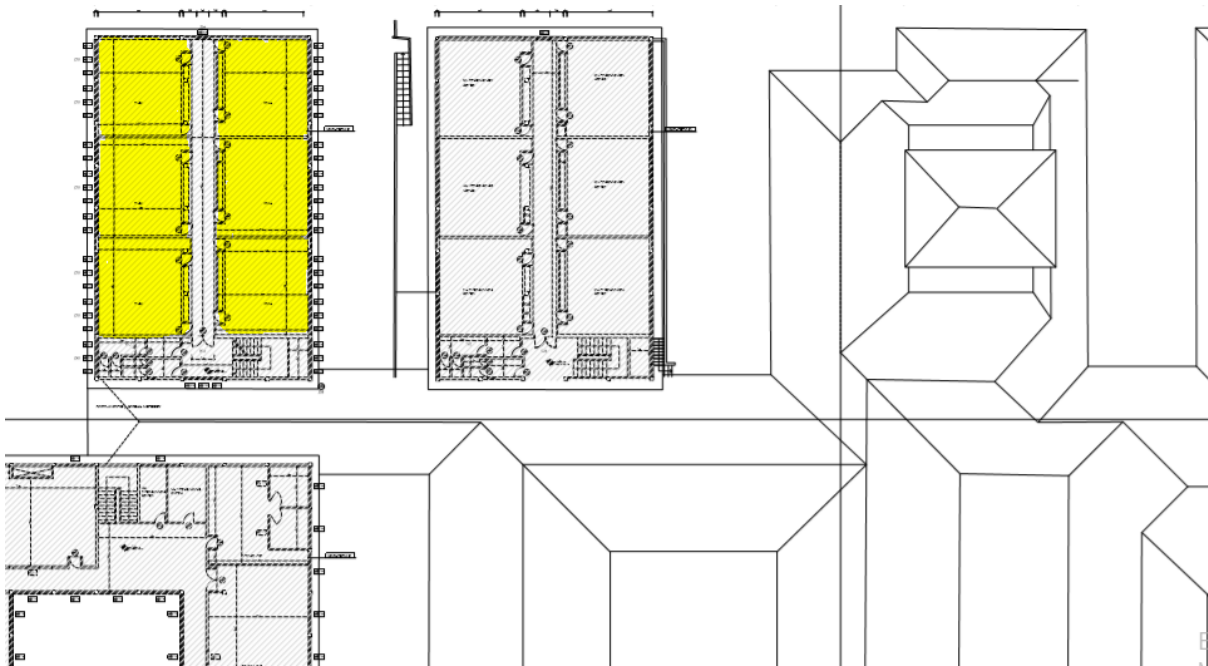
Στις Εικόνες 3-2, 3-3,3-4, 3-5, 3-6, 3-7 παρουσιάζονται οι κατόψεις του κτηρίου, καθώς ως επισημασμένα με έντονο κίτρινο χρώμα οι αίθουσες που ανήκουν στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε..



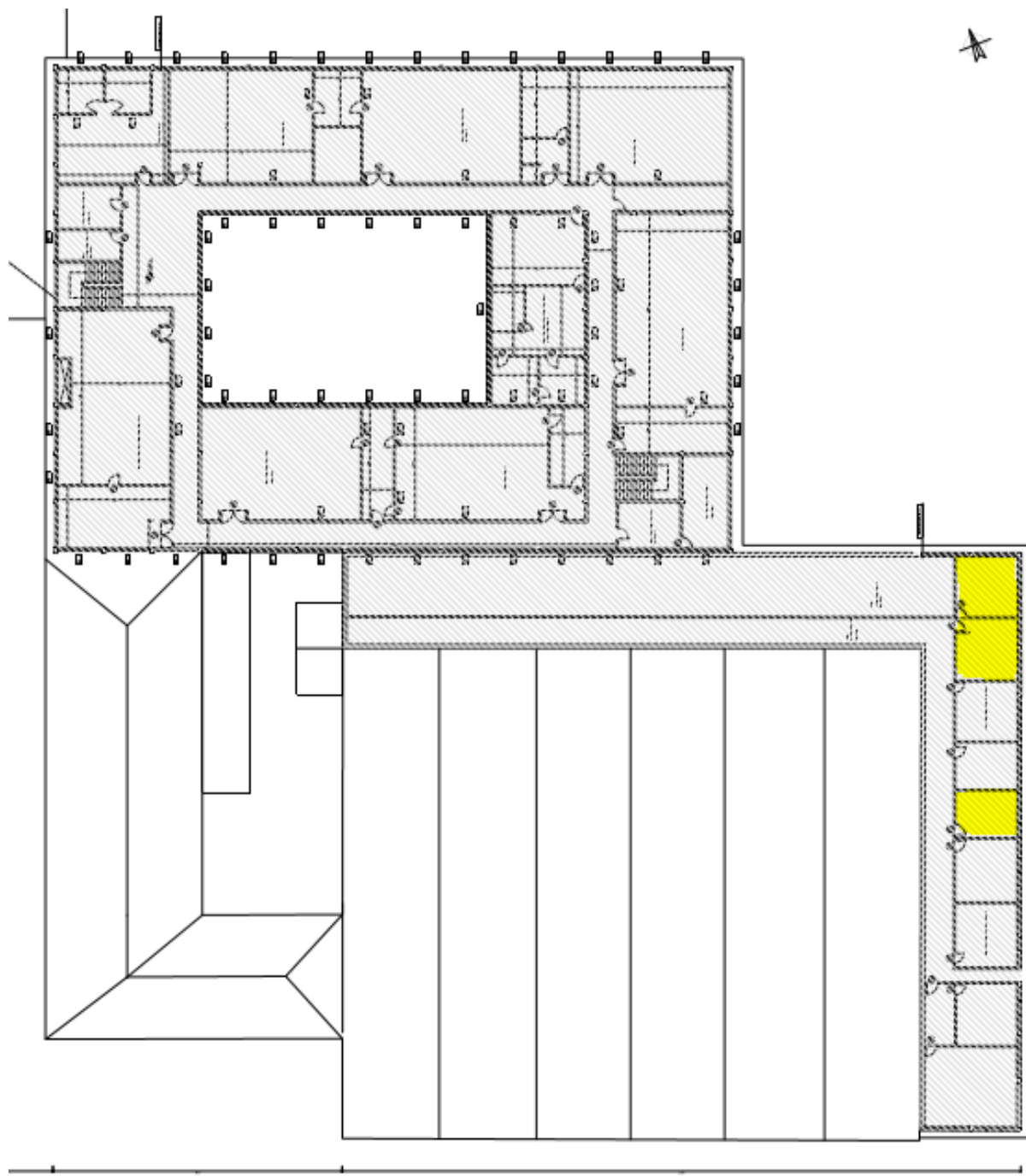
Εικόνα 3-2: Κάτοψη Ισογείου Α



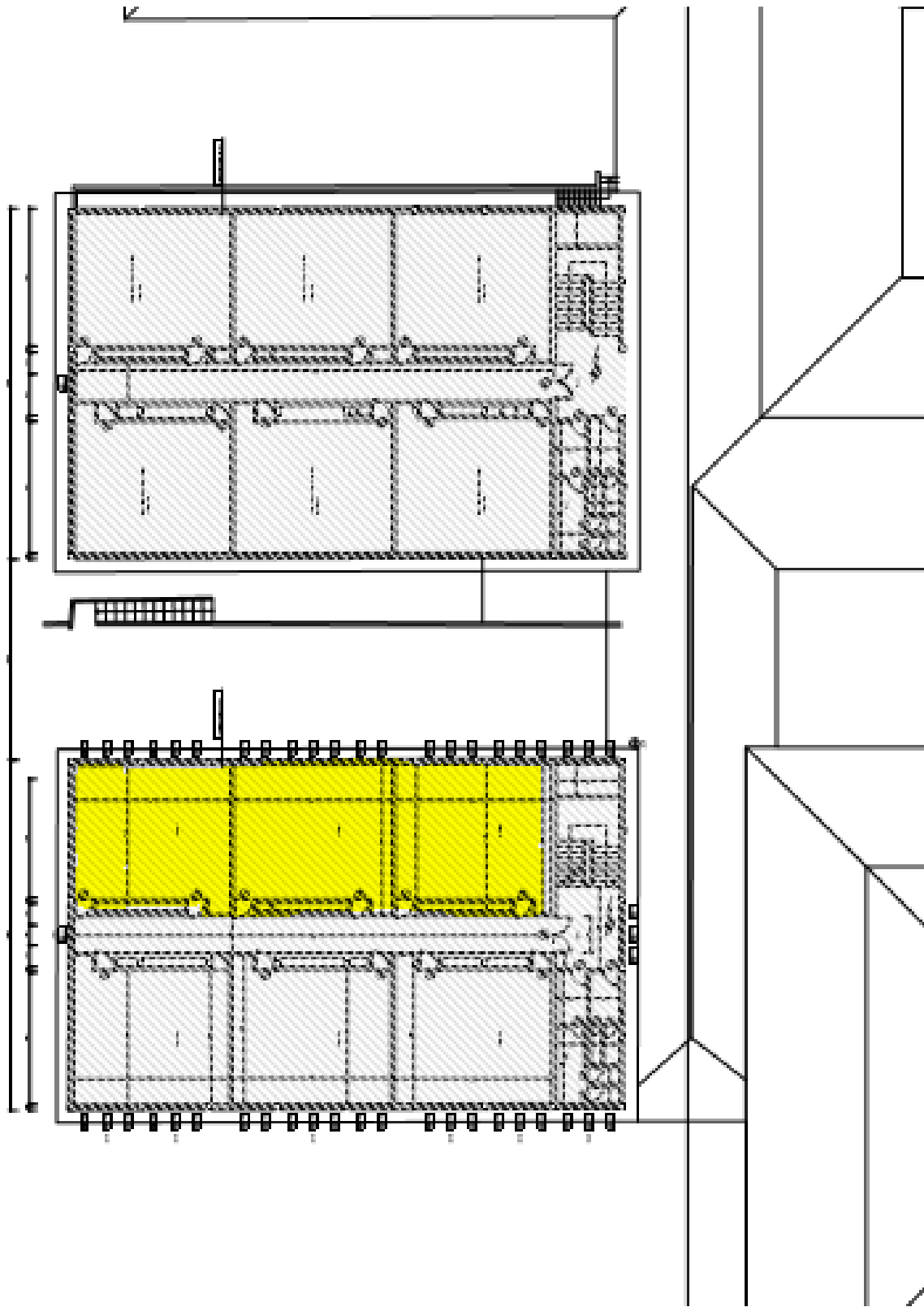
Εικόνα 3-3: Κάτοψη Ισογείου Β



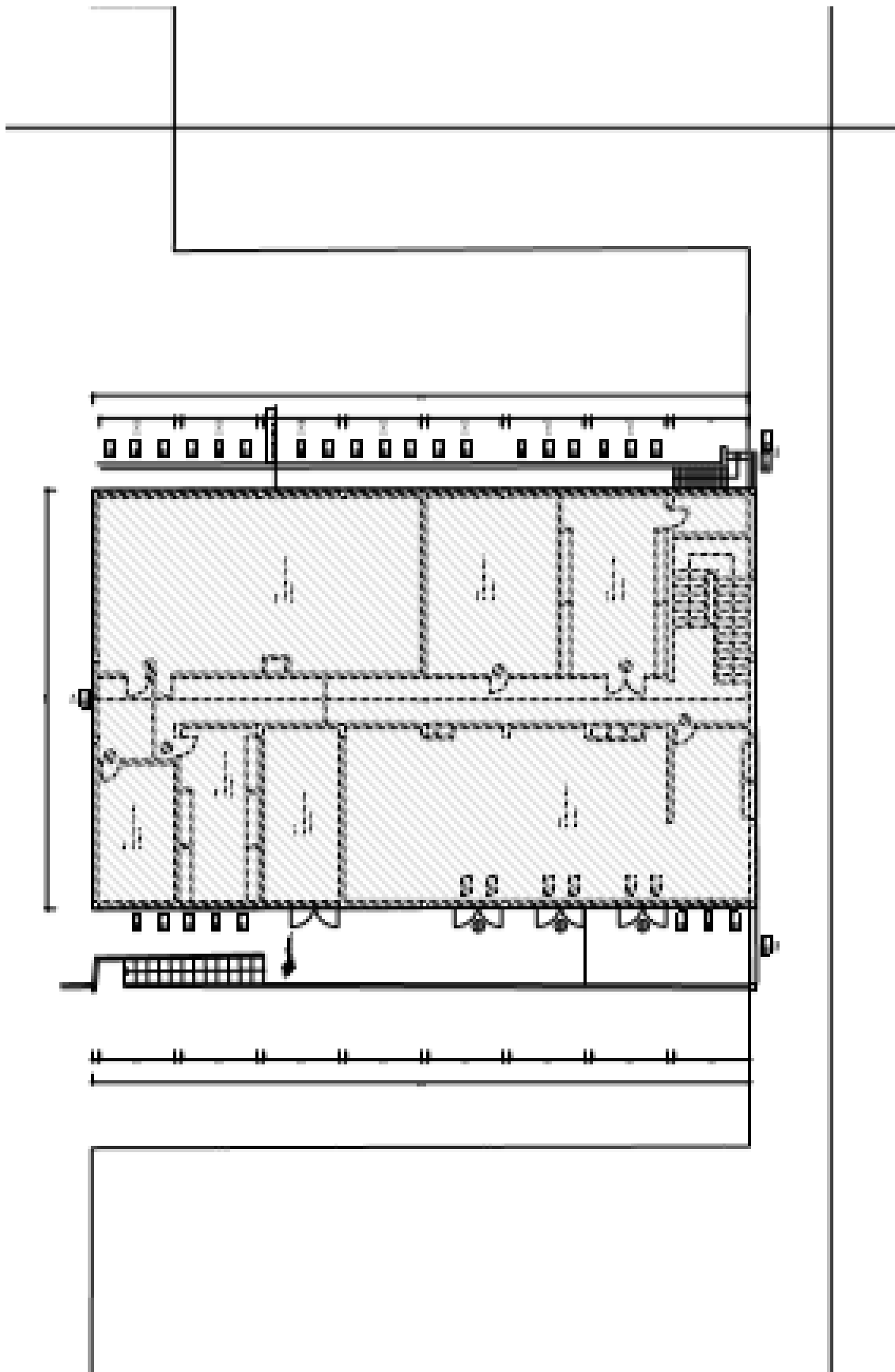
Εικόνα 3-4: Κάτοψη 1ου ορόφου Α



Εικόνα 3-5: Κάτοψη 1ου ορόφου Β



Εικόνα 3-6: Κάτοψη 2ου ορόφου



Εικόνα 3-7: Κάτοψη Υπογείου

3.5 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ – ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΚΤΗΡΙΟΥ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

Ο προσανατολισμός της κύριας πλευράς του κτηρίου, όπου βρίσκεται και η κύρια είσοδος του είναι βορειοδυτικός.

Επίσης, σε όλες τις πλευρικές επιφάνειες του κτηρίου υπάρχουν ανοίγματα.

Τα εξωτερικά παράθυρα είναι μεταλλικά απλά με συντελεστή θερμοπερατότητας $k=6,0 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Το υλικό κατασκευής της τοιχοποιίας είναι οπλισμένο σκυρόδεμα, με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=1,731 \text{ kcal/h}^*\text{m}^*\text{grad}$, και τούβλο πάχους 6cm με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=0,727 \text{ kcal/h}^*\text{m}^*\text{grad}$.

Τέλος, η στέγη είναι κατασκευασμένη από κεραμίδια με συντελεστή θερμοπερατότητας $k=1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

3.6 ΣΥΝΔΕΣΗ ΜΕ ΔΙΚΤΥΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΝΕΡΟΥ

Το κτήριο είναι συνδεδεμένο με το Δίκτυο της ΔΕΗ, καθώς και με το δίκτυο της ΔΕΥΑΠ.

Όσο αφορά τις καταναλώσεις νερού, δεν έχουμε στην διάθεσή μας τους μηνιαίους λογαριασμούς.

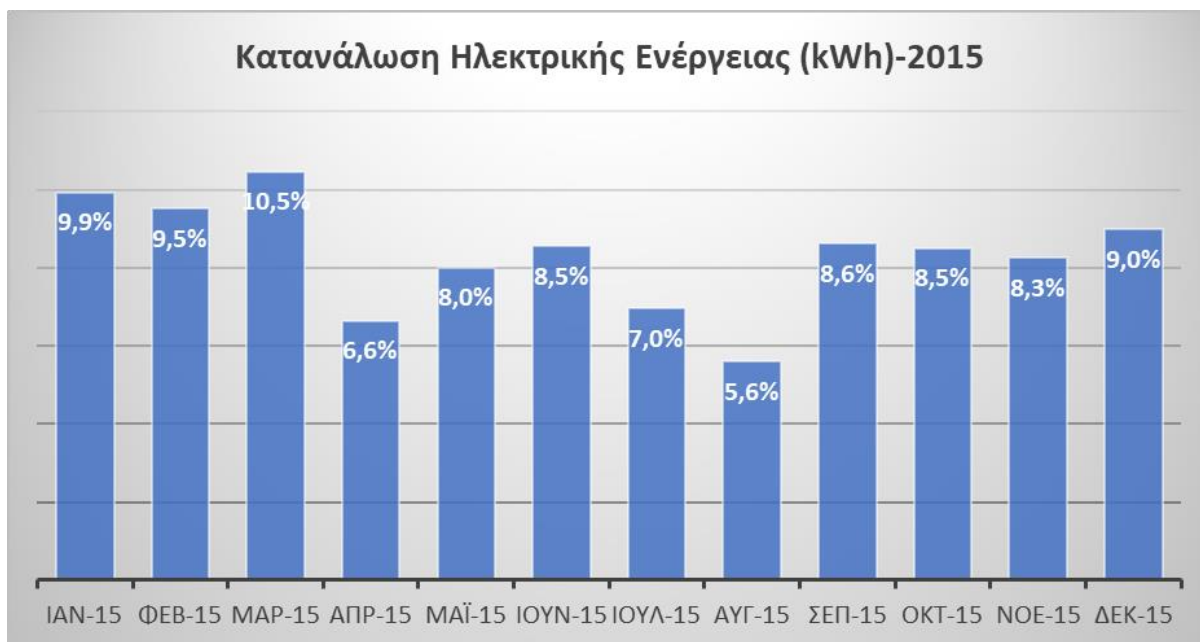
Από την άλλη, έχουμε αναλυτικά τους μηνιαίους λογαριασμούς κατανάλωσης ρεύματος για τα έτη 2015-2016-2017. Επισημαίνεται ότι για όλο το κτήριο υπάρχει μόνο ένας μετρητής ΔΕΗ, με αριθμό παροχής 3 83014045-02 4. Το τιμολόγιο είναι ΒΓ Εμπορικής Χρήσης, κι η Συμφωνημένη Ισχύς Παροχής είναι 450kVA.

Στους παρακάτω Πίνακες 3-4, 3-5, 3-6 παρουσιάζονται όλα τα στοιχεία των τιμολογίων, όπως το σύνολο κατανάλωσης ενεργών KWh, το σύνολο κατανάλωσης άεργων KWh, ο συντελεστής ισχύος ($\cos\phi$), κ.α..

Τους πίνακες συμπληρώνουν και τα διαγράμματα που παρουσιάζουν την Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh), το Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας (€), την Κατανάλωση Ισχύος ($\cos\phi$), και το ΧΜΖ και για τα τρία έτη.

Πίνακας 3-4: Κατανάλωση για το έτος 2015

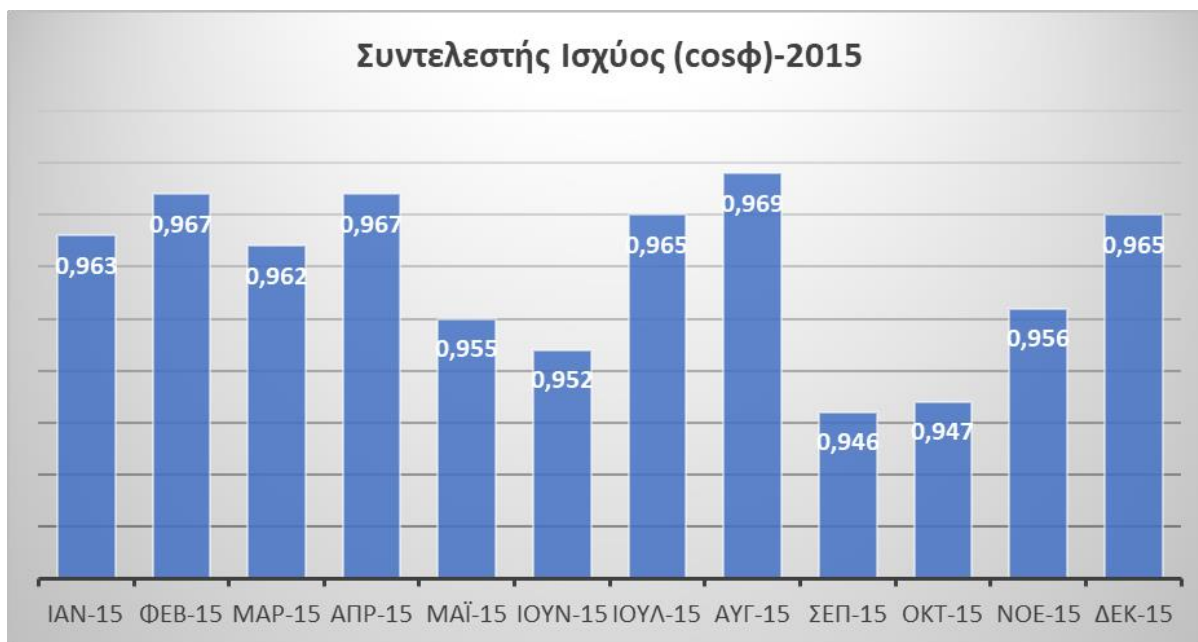
ΕΤΟΣ 2015	Σύνολο Κατανάλωσης Ενεργιών (kWh)	Σύνολο Κατανάλωσης 'Αεργων (kVarh)	Σύνολο Κατανάλωσης (kWh)	Σύνολο Κατανάλωσης (%)	cosφ	X/M/Z	ΑΕΙΑ ΧΩΡΙΣ ΦΠΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΕΙΑ
ΜΗΝΑΣ								
Ιαν-15	138.827	39.023	176.406	9,9%	0,963	533,8	19.671 €	22.199 €
Φεβ-15	134.830	35.312	168.976	9,5%	0,967	448,4	18.480 €	20.855 €
Μαρ-15	146.000	41.439	185.865	10,5%	0,962	466,4	19.893 €	22.435 €
Απρ-15	93.969	24.870	118.018	6,6%	0,967	337,8	13.108 €	14.786 €
Μαϊ-15	109.529	34.064	142.060	8,0%	0,955	317,4	14.369 €	16.227 €
Ιουν-15	116.192	37.385	151.783	8,5%	0,952	404,6	15.978 €	18.045 €
Ιουλ-15	98.054	26.546	123.671	7,0%	0,965	325,1	13.374 €	15.095 €
Αυγ-15	79.669	20.406	99.442	5,6%	0,969	323,2	11.509 €	12.976 €
Σεπ-15	115.659	39.582	153.103	8,6%	0,946	387,4	16.051 €	18.104 €
Οκτ-15	114.043	38.876	150.858	8,5%	0,947	361,9	15.107 €	17.051 €
Νοε-15	113.402	34.670	146.546	8,3%	0,956	369,0	15.065 €	17.011 €
Δεκ-15	126.278	34.383	159.458	9,0%	0,965	475,3	17.464 €	19.709 €
ΣΥΝΟΛΟ:	1.386.450	406.556	1.776.186	100,0%	0,9595	395,9	190.068 €	214.493 €



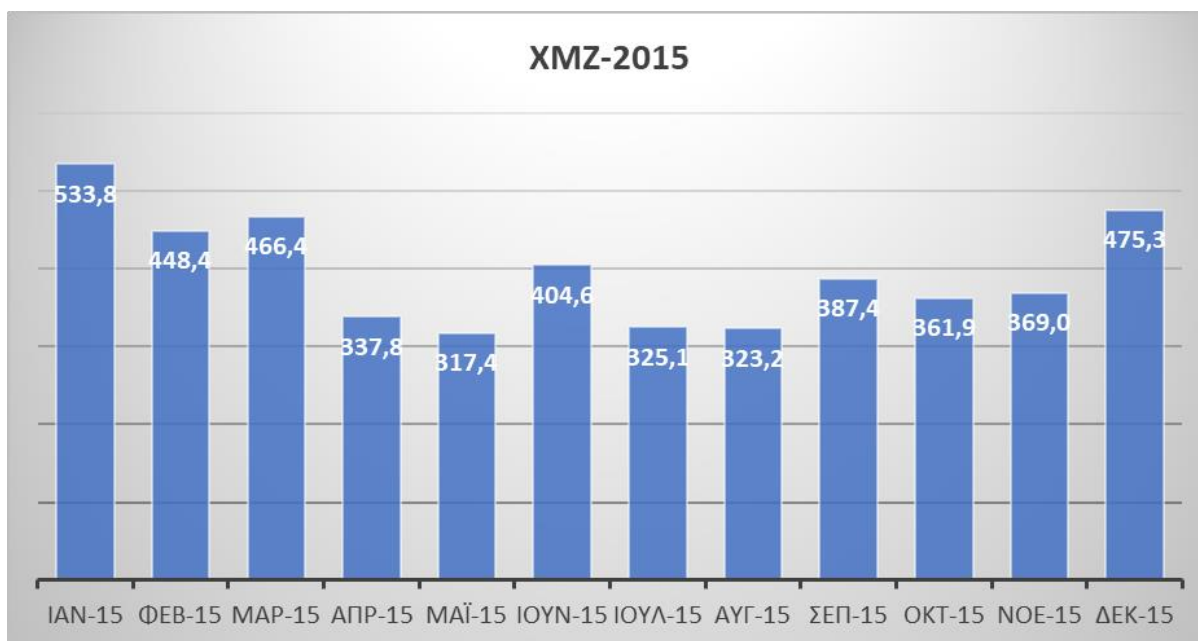
Διάγραμμα 3-1: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh) για το έτος 2015



Διάγραμμα 3-2: Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας (€) για το έτος 2015



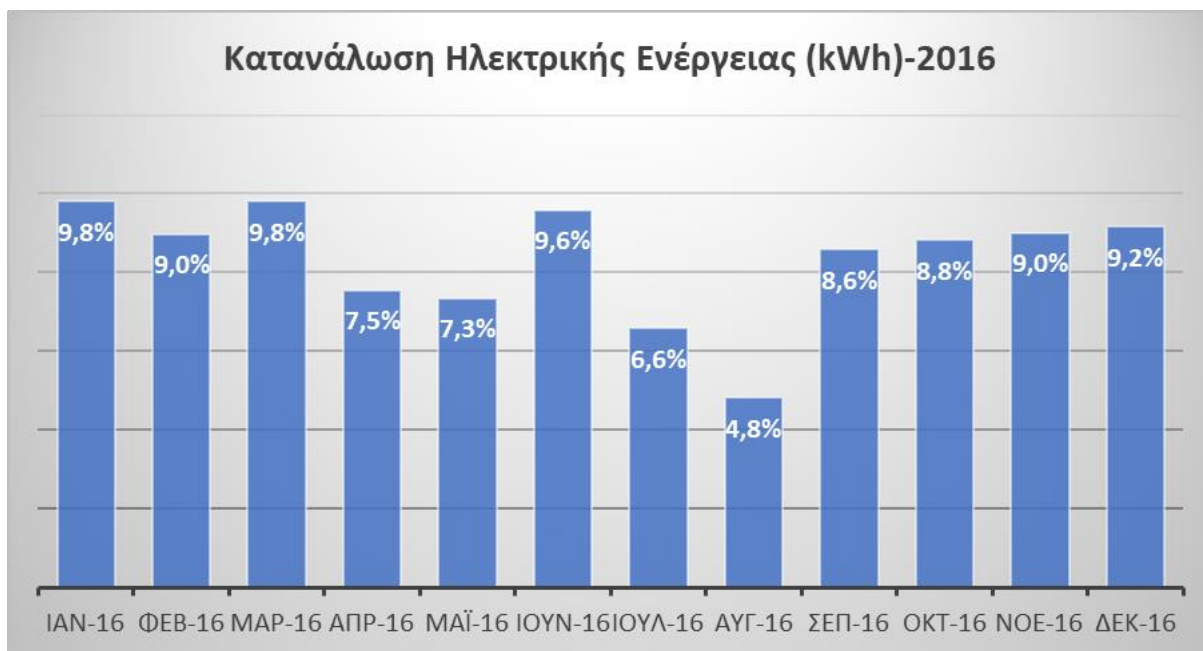
Διάγραμμα 3-3: Συντελεστής ισχύος (cosφ) για το έτος 2015



Διάγραμμα 3-4: Χρεωστέα Μέγιστη Ζήτηση για το έτος 2015

Πίνακας 3-5: Κατανάλωση για το έτος 2016

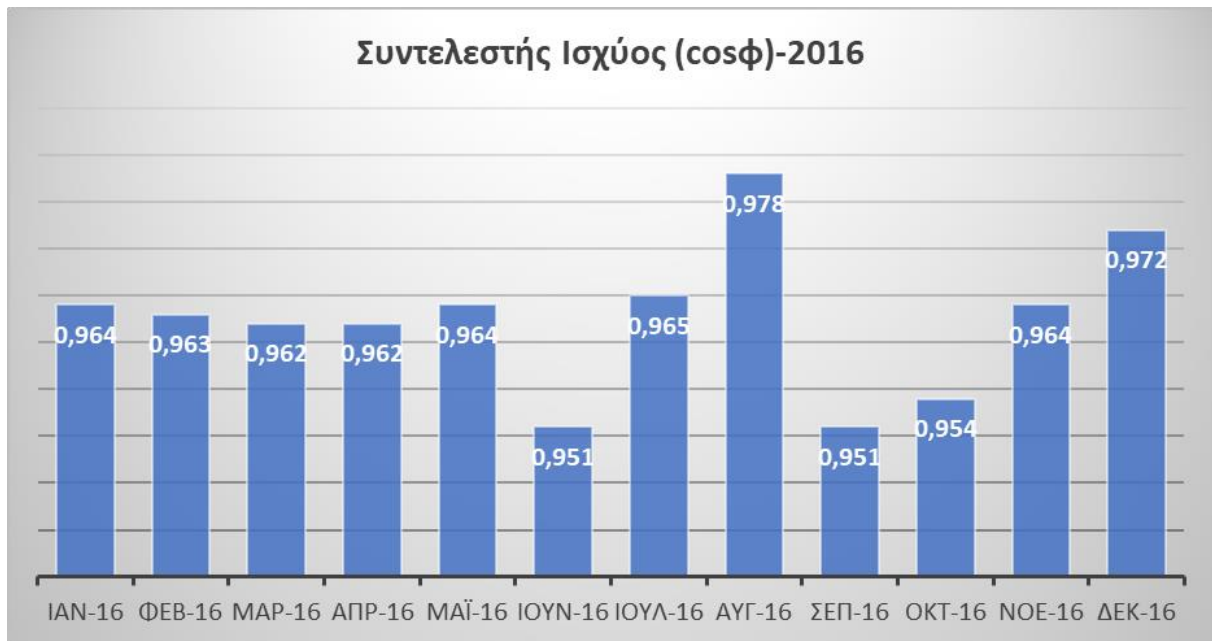
ΕΤΟΣ 2016	ΜΗΝΑΣ	Σύνολο Κατανάλωσης Ενέργιών (kWh)	Σύνολο Κατανάλωσης 'Αερίων (kVarh)	Σύνολο Κατανάλωσης (kWh)	Σύνολο Κατανάλωσης (%)	cosφ	ΧΜΖ	ΑΕΙΑ ΧΩΡΙΣ ΦΠΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΕΙΑ
	Ιαν-16	129.149	35.528	163.398	9,8%	0,964	484,2	17.357€	19.600€
	Φεβ-16	117.785	33.043	149.605	9,0%	0,963	384,9	15.234€	17.200€
	Μαρ-16	128.449	36.430	163.494	9,8%	0,962	430,9	16.420€	18.543€
	Απρ-16	98.790	27.869	125.600	7,5%	0,962	327,2	12.540€	14.160€
	Μαϊ-16	96.500	26.664	122.204	7,3%	0,964	308,8	12.122€	13.682€
	Ιουν-16	122.020	39.805	159.874	9,6%	0,951	406,4	14.789€	17.562€
	Ιουλ-16	86.928	23.602	109.704	6,6%	0,965	332,3	11.461€	12.925€
	Αυγ-16	66.510	14.098	80.298	4,8%	0,978	257,7	8.891€	10.009€
	Σεπ-16	109.247	35.583	143.087	8,6%	0,951	375,6	14.068€	15.878€
	Οκτ-16	113.232	35.399	147.003	8,8%	0,954	343,1	14.179€	15.999€
	Νοε-16	118.294	32.847	149.959	9,0%	0,964	383,4	14.964€	16.873€
	Δεκ-16	123.617	29.905	152.684	9,2%	0,972	459,8	16.278€	18.380€
	ΣΥΝΟΛΟ:	1.310.521	370.772	1.666.910	100,0%	0,9625	374,5	168.303€	190.810€



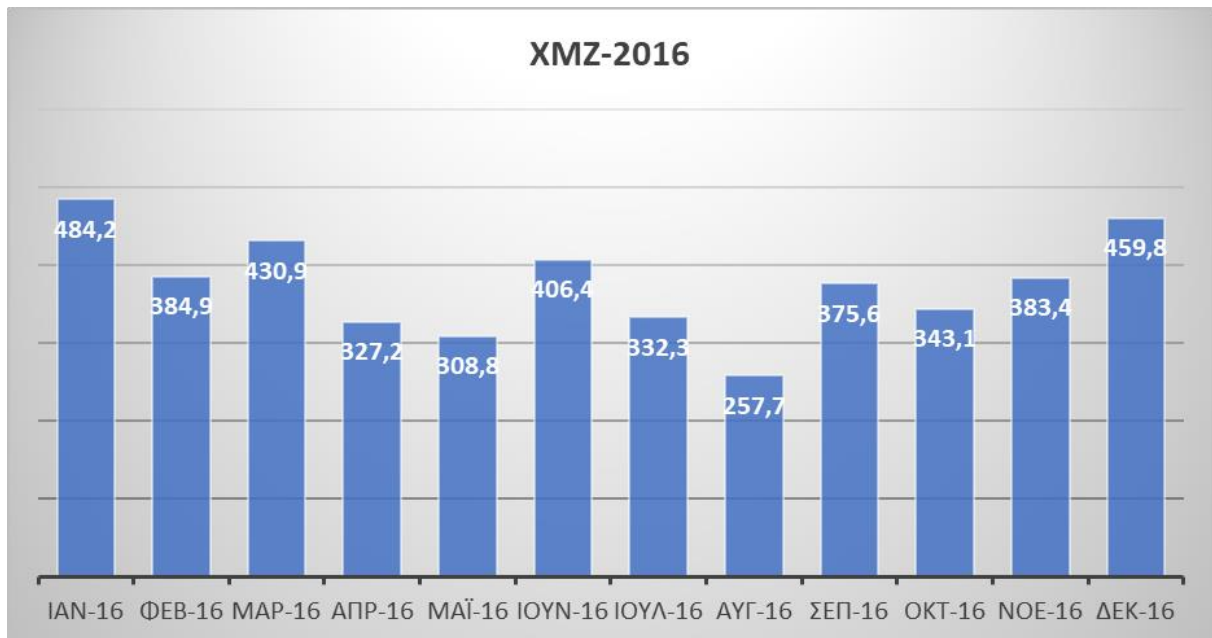
Διάγραμμα 3-5: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh) για το έτος 2016



Διάγραμμα 3-6: Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας (€) για το έτος 2016



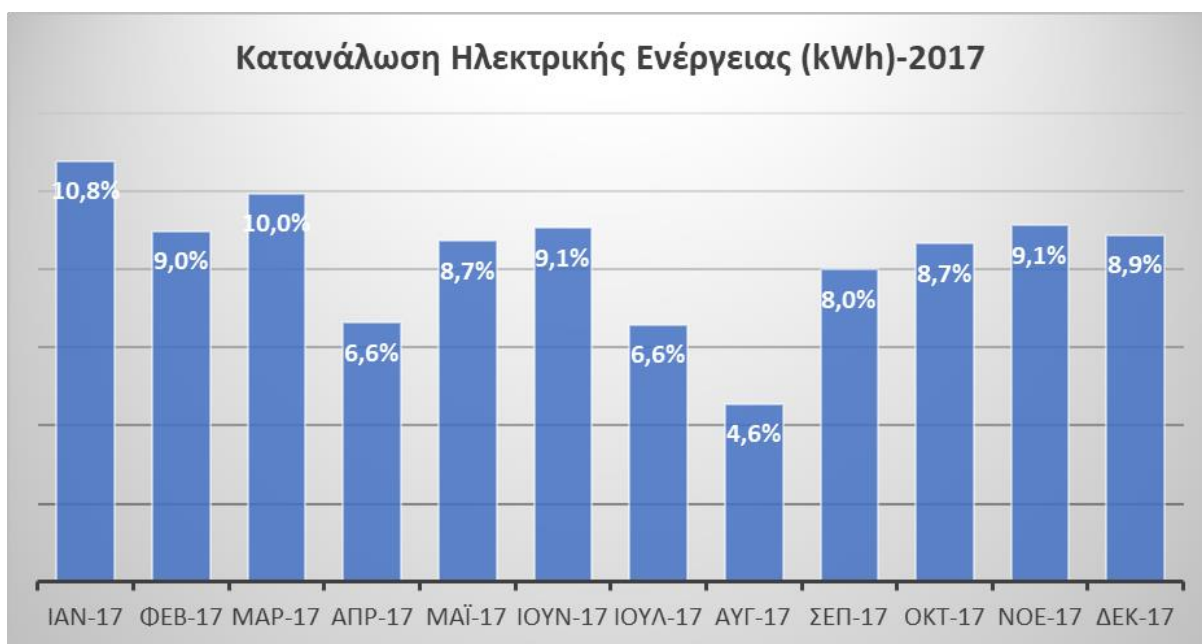
Διάγραμμα 3-7: Συντελεστής ισχύος (cosφ) για το έτος 2016



Διάγραμμα 3-8: Χρεωστική Μέγιστη Ζήτηση για το έτος 2016

Πίνακας 3-6: Κατανάλωση για το έτος 2017

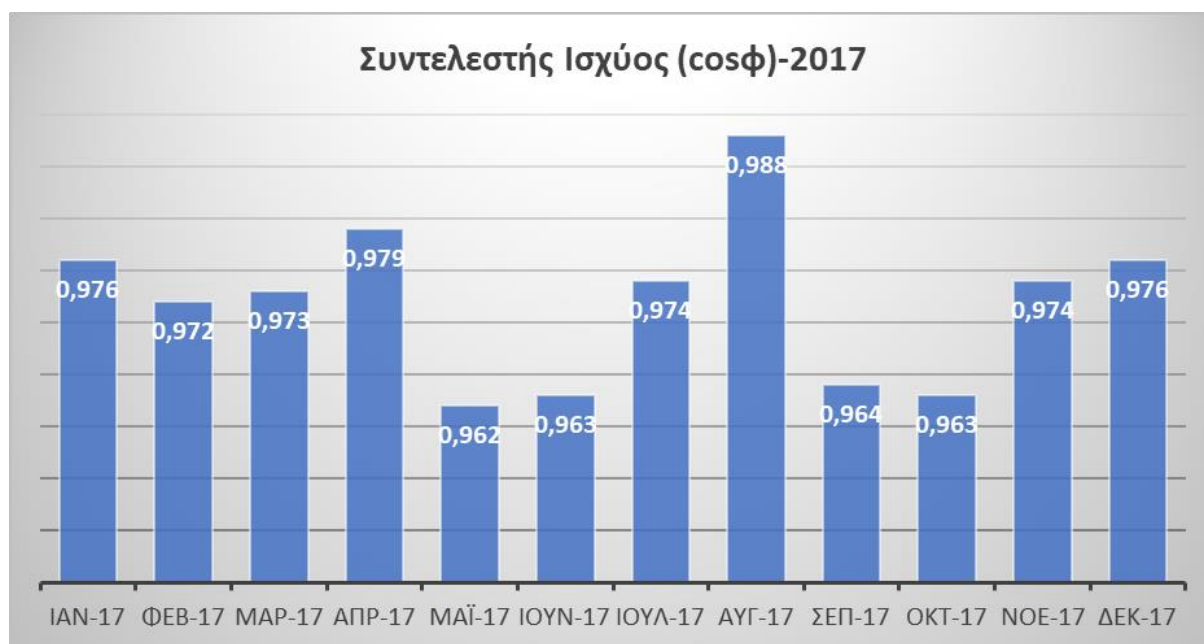
ΕΤΟΣ 2017	ΜΗΝΑΣ	Σύνολο Κατανάλωσης Ενεργιών (kWh)	Σύνολο Κατανάλωσης Καταναλώσεως 'Αεργιών (kVarh)	Σύνολο Καταναλώσεως (kWh)	Σύνολο Καταναλώσεως (%)	cosφ	ΧΜΖ	ΑΕΙΑ ΧΩΡΙΣ ΦΠΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΕΙΑ
	Ιαν-17	138.675	31.074	169.003	10,8%	0,976	574,5	18.817€	21.245€
	Φεβ-17	113.875	27.629	140.731	9,0%	0,972	391,8	14.830€	16.733€
	Μαρ-17	126.664	30.106	155.957	10,0%	0,973	410,8	16.263€	18.358€
	Απρ-17	86.278	18.024	103.924	6,6%	0,979	315,8	11.118€	12.548€
	Μαϊ-17	107.621	30.383	136.849	8,7%	0,962	303,8	13.384€	15.090€
	Ιουν-17	111.747	31.487	142.069	9,1%	0,963	399,0	14.664€	16.534€
	Ιουλ-17	84.006	19.618	103.115	6,6%	0,974	361,4	11.449€	12.911€
	Αυγ-17	62.111	9.529	71.526	4,6%	0,988	190,7	7.674€	8.664€
	Σεπ-17	99.091	27.277	125.386	8,0%	0,964	340,8	12.766€	14.409€
	Οκτ-17	106.894	30.036	135.818	8,7%	0,963	308,1	13.319€	15.043€
	Νοε-17	116.604	27.239	143.135	9,1%	0,974	404,8	15.166€	17.127€
	Δεκ-17	115.641	24.240	139.298	8,9%	0,976	474,1	15.797€	17.841€
	ΣΥΝΟΛΟ:	1.269.207	306.641	1.566.810	100%	0,97	373,0	165.248€	186.501€



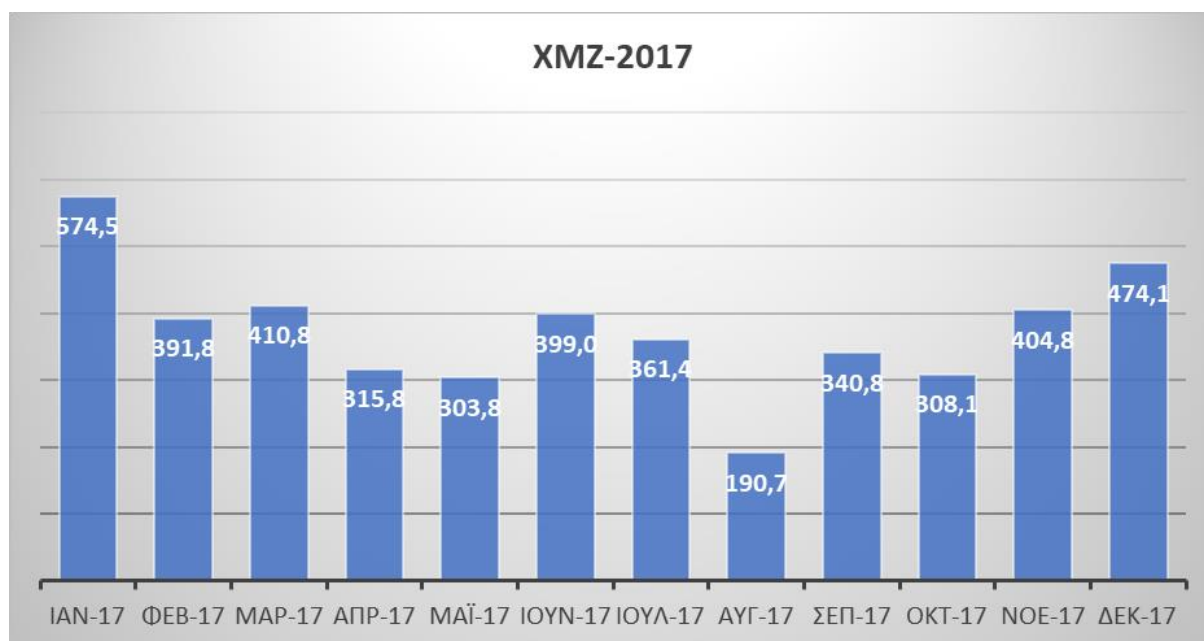
Διάγραμμα 3-9: Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh) για το έτος 2017



Διάγραμμα 3-10: Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας (€) για το έτος 2017



Διάγραμμα 3-11: Συντελεστής Ισχύος (cosφ) για το έτος 2017



Διάγραμμα 3-12 Χρεωστική Μέγιστη Ζήτηση για το έτος 2017:

4. ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΚΑΙ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ

4.1 ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΤΙΣ ΑΙΘΟΥΣΕΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Στον παρακάτω Πίνακα 4-1 παρουσιάζεται αναλυτικά ο εγκατεστημένος εξοπλισμός ανά αίθουσα που ανήκει στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., η ποσότητα του, καθώς και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς.

Πίνακας 4-1: Εγκατεστημένη Ισχύς ανά αίθουσα στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε.

ΟΡΟΦΟΣ:	2ος		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Ζ1		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
1	κλιματισμός	2009,7	2009,71
18	φωτισμός	36	648,00

ΟΡΟΦΟΣ:	2ος		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Ζ18		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
1	κλιματισμός	7034	7034,00
18	φωτισμός	36	648,00

ΟΡΟΦΟΣ:	2ος		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Ζ πίσω δεξιά		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
18	φωτισμός	36	648,00
1	φωτισμός	230	230,00
1	προτζέκτορας	410	410,00
1	κλιματισμός	3516	3516,00

ΟΡΟΦΟΣ:	1ος		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Ζ12		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
18	φωτισμός	36	648,00

ΟΡΟΦΟΣ:	1ος		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Z09		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
18	φωτισμός	36	648,00

ΟΡΟΦΟΣ:	1ος		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Z10		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
18	φωτισμός	36	648,00

ΟΡΟΦΟΣ:	1ος		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Z07		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
18	φωτισμός	36	648,00
1	κλιματισμός	7034	7034,00

ΟΡΟΦΟΣ:	1ος		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Z08		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
18	φωτισμός	36	648,00
1	κλιματισμός	7034	7034,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Φωτοτυπικά		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
18	φωτισμός	36	648,00
1	κλιματισμός	7034	7034,00
1	τηλέφωνο	12	12,00
1	οθόνη	45	45,00
1	πύργος	150	150,00
1	ψυγείο	85	85,00
2	μεγάλοι εκτυπωτές		0,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Z05		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
18	φωτισμός	36	648,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Συνεργείο Καθαρισμού		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
12	φωτισμός	36	432,00
1	fax	37	37,00
1	πλυντήριο	2200	2200,00
1	ψυγείο	85	85,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Συνεργείο Καθαρισμού		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
18	φωτισμός	36	648,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Α19		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
32	φωτισμός	36	1152,00
2	κλιματισμός	7034	14068,00
1	ανεμιστήρας	82	82,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Εργαστήριο CNC		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
50	φωτισμός	36	1800,00
1	μηχάνημα	15000	15000,00
21	οθόνη	45	945,00
21	πύργος	170	3570,00
1	προτζέκτορας	240	240,00
1	μηχάνημα	100	100,00
1	μηχάνημα	500	500,00
1	μηχάνημα	1000	1000,00
1	μηχάνημα	1864	1864,00
1	μηχάνημα	1491	1491,00
1	μηχάνημα	1500	1500,00
1	εκτυπωτής	140	140,00
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Καθηγητή		

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
8	φωτισμός	36	288,00
2	οθόνη	45	90,00
2	πύργος	150	300,00
1	εκτυπωτής	470	470,00
1	κλιματισμός	3516	3516,00
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
1	ψυγείο	85	85,00
1	καφετιέρα	1075	1075,00
1	σκούπα	2000	2000,00
4	φωτισμός	36	144,00
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Καθηγητή		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
1	εκτυπωτής	470	470,00
1	ανεμιστήρας	50	50,00
1	σόμπα	1200	1200,00
1	σόμπα	1000	1000,00
8	φωτισμός	36	288,00
1	πορτατίφ	55	55,00
1	εκτυπωτής	40	40,00
1	οθόνη	50	50,00
1	πύργος	170	170,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Εργαστήριο Μηχανικής Ρευστών		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
112	φωτισμός	36	4032,00
1	σκούπα	1800	1800,00
1	μηχάνημα	750	750,00
1	μηχάνημα	11190	11190,00
2	μηχάνημα	650	1300,00
1	μηχάνημα	559	559,00
1	μηχάνημα	1100	1100,00
1	μηχάνημα	2200	2200,00
1	μηχάνημα	10593	10593,00
1	μηχάνημα	11000	11000,00
1	μηχάνημα	5500	5500,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Καθηγητή		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
6	φωτισμός	36	216,00
1	ανεμιστήρας	45	45,00
1	ανεμιστήρας	25	25,00
2	τηλέφωνο	12	24,00
1	οθόνη	50	50,00
1	πύργος	150	150,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Καθηγητή		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
6	φωτισμός	36	216,00
2	οθόνη	50	100,00
2	πύργος	170	340,00
1	χτυπητήρι	15	15,00
1	εκτυπωτής	100	100,00
1	κλιματισμός	2637	2637,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Σχεδιαστήριο		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
30	φωτισμός	36	1080,00
1	οθόνη	50	50,00
1	πύργος	150	150,00
1	προτζέκτορας	240	240,00
1	εκτυπωτής	88	88,00
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Καθηγητή		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
4	φωτισμός	36	144,00
3	οθόνη	50	150,00
3	πύργος	150	450,00
3	ηχοσύστημα	50	150,00
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Καθηγητή		

ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
8	φωτισμός	36	288,00
2	κλιματισμός	3516	7032,00
1	καφετιέρα	800	800,00
1	χτυπητήρι	15	15,00
1	εκτυπωτής	250	250,00
1	εκτυπωτής	88	88,00
1	εκτυπωτής	225	225,00
2	οθόνη	50	100,00
2	πύργος	150	300,00
1	ψυγείο	130	130,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Ελασματοουργείο		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
20	φωτισμός	36	720,00
1	μηχάνημα	22156	22156,00
2	μηχάνημα	8579	17158,00
1	μηχάνημα	2238	2238,00
1	φούρνος	5800	5800,00
1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα	440	440,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Εργαστήριο Τεχνολογίας Υλικών - Σύνθετα Υλικά		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
18	φωτισμός	36	648,00
1	μηχάνημα	115	115,00
1	μηχάνημα	320	320,00
1	τηλέφωνο	12	12,00
1	μικροσκόπιο	50	50,00
1	μικροσκόπιο	150	150,00
2	μικροσκόπιο	170	340,00
1	μικροσκόπιο	100	100,00
1	μικροσκόπιο	70	70,00
2	ενισχυτές	120	240,00
1	μηχάνημα	1500	1500,00
1	μηχάνημα	3000	3000,00

1	μηχάνημα	352	352,00
1	μηχάνημα	1000	1000,00
2	φούρνος	5800	11600,00
1	μηχάνημα	170	170,00
1	μηχάνημα	200	200,00
1	μηχάνημα	180	180,00
1	μοτέρ	120	120,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Μηχανουργείο		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
144	φωτισμός	36	5184,00
2	μηχάνημα	2238	4476,00
9	μηχάνημα	2200	19800,00
1	μηχάνημα	373	373,00
1	μηχάνημα	1500	1500,00
1	μηχάνημα	746	746,00
1	μηχάνημα	4000	4000,00
1	μοτέρ	1119	1119,00
1	μηχάνημα	187	187,00
1	μηχάνημα	1119	1119,00
1	μηχάνημα	370	370,00
1	μηχάνημα	550	550,00
1	μοτέρ	1100	1100,00
1	μοτέρ	726	726,00
1	μηχάνημα	11200	11200,00
1	μηχάνημα	900	900,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Εργαστήριο Στοιχεία Μηχανών		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
8	φωτισμός	36	288,00
1	κινητήρας	100	100,00
1	κινητήρας	250	250,00
1	βολτόμετρο	384	384,00

ΟΡΟΦΟΣ:	1ος		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Καθηγητή		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS

16	φωτισμός	18	288,00
1	κλιματισμός	3516	3516,00
1	οθόνη	50	50,00
1	πύργος	150	150,00
2	τηλέφωνο	12	24,00
2	εκτυπωτής	100	200,00

ΟΡΟΦΟΣ:	1ος		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Καθηγητή		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
16	φωτισμός	18	288,00
1	καλοριφέρ	2400	2400,00
1	τηλέφωνο	12	12,00
1	ψυγείο	85	85,00
1	κλιματισμός	3516	3516,00
2	οθόνη	50	100,00
2	πύργος	150	300,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Καθηγητή		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
24	φωτισμός	18	432,00
1	κλιματισμός	3516	3516,00
1	οθόνη	45	45,00
1	πύργος	170	170,00
1	τηλέφωνο	12	12,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Προέδρου		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
24	φωτισμός	18	432,00
1	ψυγείακι	90	90,00
2	κλιματισμός	2637	5274,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Formula Lab		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
16	φωτισμός	40	640,00

1	προτζέκτορας	410	410,00
1	οθόνη	50	50,00
1	πύργος	170	170,00
4	φωτισμός	40	160,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραμματεία		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
12	φωτισμός	36	432,00
3	οθόνη	50	150,00
3	πύργος	170	510,00
1	κλιματισμός	7033	7033,00
2	καλοριφέρ	2500	5000,00
2	τηλέφωνα	12	24,00
1	ψυγείο	88	88,00
1	φαξ	40	40,00
1	μεγάλος εκτυπωτής	1440	1440,00
1	μεσαίος εκτυπωτής	990	990,00
1	μικρός εκτυπωτής	100	100,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Εργαστήριο Υπολογιστών		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
16	φωτισμός	36	576,00
24	οθόνη	50	1200,00
24	πύργος	170	4080,00
1	προτζέκτορας	240	240,00
1	κλιματισμός	7033	7033,00
2	server	9	18,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Εργαστήριο Φυσικής		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
36	φωτισμός	36	1296,00
1	κλιματισμός	2637	2637,00
8	τροφοδοτικά	290	2320,00
1	μηχάνημα	20	20,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Καθηγητή		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
16	φωτισμός	18	288,00
1	βραστήρας	2000	2000,00
1	κλιματισμός	3516	3516,00
2	ψυγείακι	90	180,00
1	καφετιέρα	1230	1230,00
1	μεγάλος εκτυπωτής	700	700,00
1	μικρός εκτυπωτής	120	120,00
2	οθόνη	50	100,00
2	πύργος	170	340,00
1	φούρνος μικροκυμάτων	800	800,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Καθηγητή		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
16	φωτισμός	18	288,00
1	κλιματισμός	2637	2637,00
1	οθόνη	50	50,00
1	πύργος	150	150,00
1	μικρός εκτυπωτής	100	100,00
1	καφετιέρα	800	800,00
1	ψυγείακι	88	88,00
1	ηχοσύστημα	50	50,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Εργαστήριο Θ.Ψ.Κ.		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
30	φωτισμός	36	1080,00
2	κλιματισμός	14067	28134,00
1	αντλία θερμ.	2000	2000,00
3	αντλία θερμ.	1500	4500,00
1	αντλία θερμ.	1700	1700,00
1	αντλία θερμ.	3000	3000,00

2	αντλία θερμ.	300	600,00
1	αντλία θερμ.	400	400,00
2	τηλέφωνο	12	24,00
1	ψυκτικός Θάλαμος	7920	7920,00
1	μηχάνημα	500	500,00
4	ανεμιστήρας	100	400,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Εργαστήριο Χημείας		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
34	φωτισμός	36	1224,00
1	φούρνος	1100	1100,00
1	κλιματισμός	3516	3516,00
2	ζυγαριές	132	264,00
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Δωμάτιο 1		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
1	φωτισμός	36	36,00
1	κινητήρας	320	320,00
1	μηχάνημα	350	350,00
1	μηχάνημα	110	110,00
1	μηχάνημα	415	415,00
1	μηχάνημα - φυγόκεντρος	440	440,00
1	κινητήρας	3000	3000,00
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Δωμάτιο 2		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
4	φωτισμός	36	144,00
1	εκτυπωτής	690	690,00
1	ψυγείο	100	100,00
1	ψυγείο	330	330,00
1	ψυγείο	960	960,00
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Δωμάτιο 3		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
4	φωτισμός	36	144,00
1	οθόνη	50	50,00
1	πύργος	170	170,00
1	κινητήρας	200	200,00
1	μηχάνημα	7040	7040,00
1	μηχάνημα	550	550,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Γραφείο Καθηγητή		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
4	φωτισμός	36	144,00
1	οθόνη	50	50,00
1	πύργος	170	170,00
1	καφετιέρα	1230	1230,00
1	ηχοσύστημα	30	30,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Εργαστήριο Μ.Ε.Κ.		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
46	φωτισμός	36	1656,00
1	μηχάνημα	50000	50000,00
1	μηχάνημα	10000	10000,00
1	μηχάνημα	1046	1046,00
1	μηχάνημα	1870	1870,00
1	μηχάνημα	17500	17500,00
1	μηχάνημα	330	330,00
1	προτζέκτορας	410	410,00

ΟΡΟΦΟΣ:	ισόγειο		
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Εργαστήριο Μηχανικής		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
60	φωτισμός	36	2160,00
1	προτζέκτορας	240	240,00
2	κινητήρας	5500	11000,00
3	κλιματισμός	3516	10548,00
7	οθόνη	50	350,00
7	πύργος	150	1050,00
2	ηχείο	30	60,00
1	μηχάνημα στρέψης	750	750,00
1	μηχάνημα κόπωσης	373	373,00
1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα		0,00

1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα		0,00
1	μηχάνημα		0,00
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Δωμάτιο 1		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
6	φωτισμός	36	216,00
2	οθόνη	45	90,00
2	πύργος	150	300,00
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Δωμάτιο 2		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
6	φωτισμός	36	216,00
1	οθόνη	50	50,00
1	πύργος	170	170,00
ΑΙΘΟΥΣΑ:	Δωμάτιο 3		
ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΥΠΟΣ	WATTS	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
6	φωτισμός	36	216,00
1	ψυγείο	110	110,00

Στον παρακάτω Πίνακα 4-2 παρουσιάζεται ομαδοποιημένα ο εξοπλισμός όλου το τμήματος σε 11 βασικές κατηγορίες:

Πίνακας 4-2:Συνολικά Watts ανά κατηγορία εξοπλισμού

ΤΥΠΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
Φωτισμός	1067,00	36041,00
Εργαστηριακό Μηχάνημα	130,00	300328,00
Οθόνη	81,00	3915,00
Πύργος	81,00	13310,00
Οικιακός Εξοπλισμός	33,00	14476,00
Κλιματισμός	28,00	141790,00
Εκτυπωτής	18,00	5971,00
Ψυγείο	14,00	2331,00
Ανεμιστήρας	8,00	602,00

Προτζέκτορας	7,00	2190,00
Σόμπα / Καλοριφέρ	5,00	9600,00

4.2 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΑΝΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

Αρχικά, χωρίζεται το σύνολο των αιθουσών όλου του Ιδρύματος σε βασικές κατηγορίες, όπως αίθουσες διδασκαλίας, εργαστήρια, γραφεία καθηγητών και λοιπού προσωπικού, κ.α.. Στην συνέχεια υπολογίζεται ο μέσος όρος της εγκατεστημένης ισχύος της κάθε κατηγορίας. Τα δεδομένα παρουσιάζονται στον κάτωθι Πίνακα 4-3.

Πίνακας 4-3: Διαχωρισμός αιθουσών σε βασικές κατηγορίες και εγκατεστημένη ισχύς ανά κατηγορία

Κατηγορία Αίθουσας	Μέσος Όρος Εγκατεστημένης Ισχύος [Watt]	Ποσότητα στο Ίδρυμα	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς ανά κατηγορία [Watt]
αίθουσα διδασκαλίας	4221,48	32,00	135087,36
Γραφείο Καθηγητή	3680,00	77,00	283360,00
εργαστήριο	25823,71	34,00	878006,14
υπολογιστικό κέντρο	20648,50	7,00	144539,50
γραμματεία	15807,00	10,00	158070,00
άλλα	5364,00	4,00	21456,00

4.3 Η ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ

Γνωρίζοντας την εγκατεστημένη ισχύ στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., τις ώρες λειτουργίας της κάθε βασικής κατηγορίας αιθουσών (Πίνακας 4.4), και χρησιμοποιώντας κάποιους συντελεστές λειτουργίας (Πίνακας 4.5) υπολογίστηκε η πραγματική ισχύς ανά κατηγορία εξοπλισμού στους παρακάτω Πίνακες.

Πίνακας 4-4: Ημερήσιες ώρες λειτουργίας ανά κατηγορία αίθουσας [h]

Ημερήσιες ώρες λειτουργίας ανά κατηγορία αίθουσας [h]	
Αίθουσα Διδασκαλίας	8
Γραφείο Καθηγητή	8
Εργαστήριο	6
Υπολογιστικό Κέντρο	10
Γραμματεία	8
Άλλα	6

Πίνακας 4-5: Συντελεστής λειτουργίας

Συντελεστής λειτουργίας	
Αίθουσα Διδασκαλίας	1
Γραφείο Καθηγητή	1
Εργαστήριο	0,5
Υπολογιστικό Κέντρο	1
Γραμματεία	1
Άλλα	1

Πίνακας 4-6: Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας για Θέρμανση [kWh] για την κατηγορία "Κλιματισμός"

Τύπος	Χώρος	Εγκατεστημένη Ισχύς [kW]	Συντελεστής Αποδοτικότητας (Θέρμανση)	Συντελεστής φορτίου θέρμανσης	Ημερήσιες Ώρες λειτουργίας Θέρμανσης [h]	Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας για Θέρμανση [kWh]
Κλιματισμός	Αίθουσα Διδασκαλίας	40,70	3,5	0,6	8	56
Κλιματισμός	Γραφείο Καθηγητή	35,16	3,5	0,6	8	48
Κλιματισμός	Εργαστήριο	44,84	3,5	0,6	6	46
Κλιματισμός	Υπολογιστικό Κέντρο	7,03	3,5	0,6	10	12
Κλιματισμός	Γραμματεία	7,03	3,5	0,6	8	10
Κλιματισμός	Άλλα	7,03	3,5	0,6	6	7

Πίνακας 4-7: Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας [kWh] για Ψύξη για την κατηγορία "Κλιματισμός"

Τύπος	Χώρος	Εγκατεστημένη Ισχύς [kW]	Συντελεστής Αποδοτικότητας (Ψύξη)	Συντελεστής φορτίου ψύξης	Ημερήσιες Ώρες λειτουργίας Ψύξης [h]	Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας για Ψύξη [kWh]
Κλιματισμός	Αίθουσα Διδασκαλίας	40,70	2,7	0,6	8	72
Κλιματισμός	Γραφείο Καθηγητή	35,16	2,7	0,6	8	63
Κλιματισμός	Εργαστήριο	44,84	2,7	0,6	6	60
Κλιματισμός	Υπολογιστικό Κέντρο	7,03	2,7	0,6	10	16
Κλιματισμός	Γραμματεία	7,03	2,7	0,6	8	12
Κλιματισμός	Άλλα	7,03	2,7	0,6	6	9

Πίνακας 4-8: Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας [kWh] για την κατηγορία "Φωτισμός"

Τύπος	Χώρος	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	Ημερήσιες Ώρες Λειτουργίας [h]	Συνολική Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας [kWh]
Φωτισμός	Αίθουσα Διδασκαλίας	8,94	8	71,52
Φωτισμός	Γραφείο Καθηγητή	4,45	8	35,60
Φωτισμός	Εργαστήριο	19,25	6	115,50
Φωτισμός	Υπολογιστικό Κέντρο	2,38	10	23,80
Φωτισμός	Γραμματεία	0,43	8	3,44
Φωτισμός	Άλλα	1,08	6	6,48

Πίνακας 4-9: Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας [kWh] για την κατηγορία "Υπολογιστής"

Τύπος	Χώρος	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	Ημερήσιες Ώρες Λειτουργίας [h]	Συντελεστής Λειτουργίας	Συνολική Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας [kWh]
Υπολογιστής	Γραφείο Καθηγητή	4,74	8	1	37,92
Υπολογιστής	Εργαστήριο	0,22	6	0,5	0,66
Υπολογιστής	Υπολογιστικό Κέντρο	9,80	10	1	98,00
Υπολογιστής	Γραμματεία	0,66	8	1	5,28
Υπολογιστής	Άλλα	0,20	6	1	1,20

Πίνακας 4-10: Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας [kWh] για την κατηγορία "Εργαστηριακό Μηχάνημα"

Τύπος	Χώρος	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	Ημερήσιες Ώρες Λειτουργίας [h]	Συντελεστής Λειτουργίας	Συνολική Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας [kWh]
Εργαστηριακό Μηχάνημα	Εργαστήριο	312,85	6	0,5	938,55

Πίνακας 4-11: Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας [kWh] για την κατηγορία "Άλλα"

Τύπος	Χώρος	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	Ημερήσιες Ώρες Λειτουργίας [h]	Συντελεστής Λειτουργίας	Συνολική Ημερήσια Κατανάλωση Ενέργειας [kWh]
Άλλα	Αίθουσα Διδασκαλίας	0,82	8	1	6,56
Άλλα	Γραφείο Καθηγητή	18,54	8	1	148,32
Άλλα	Εργαστήριο	4,16	6	0,5	12,48
Άλλα	Υπολογιστικό Κέντρο	0,64	10	1	6,40
Άλλα	Γραμματεία	7,68	8	1	61,44
Άλλα	Άλλα	2,42	6	1	14,52

5. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

5.1 ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Γνωρίζοντας την εγκατεστημένη ισχύ σε κάθε μία από τις αίθουσες που ανήκουν στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε., καθώς και κάνοντας μία εκτίμηση για τις ημέρες λειτουργίας του κτηρίου υπολογίζεται η μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε [kWh] και παρουσιάζεται στον κάτωθι Πίνακα 5-1. Στην τελευταία στήλη του Πίνακα 5-1 καταγράφεται το ποσοστό της κατανάλωσης ενέργειας του κάθε μήνα βάση της ετήσιας κατανάλωσης.

Πίνακας 5-1: Μηνιαία Κατανάλωση Ενέργειας στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε.

Μήνας	Ημέρες Λειτουργίας	Μηνιαία Κατανάλωση Ενέργειας (kWh)	Μηνιαία Κατανάλωση Ενέργειας (%)
Ιανουάριος	13	23.069	6,3%
Φεβρουάριος	20	35.492	9,7%
Μάρτιος	20	35.492	9,7%
Απρίλιος	18	31.942	8,7%
Μάιος	15	26.619	7,2%
Ιούνιος	20	35.492	9,7%
Ιούλιος	18	31.942	8,7%
Αύγουστος	10	17.746	4,8%
Σεπτέμβριος	20	35.492	9,7%
Οκτώβριος	20	35.492	9,7%

Νοέμβριος	20	35.492	9,7%
Δεκέμβριος	13	23.069	6,3%
ΣΥΝΟΛΟ:	207	367337,3963	1

Τον παραπάνω Πίνακα 5-1 τον συμπληρώνει το Διάγραμμα 5-1, στο οποίο παρουσιάζεται η μεταβολή της κατανάλωσης ενέργειας σε κάθε μήνα. Η μεταβολή αυτή οφείλεται κατά κύριο λόγο στις μέρες λειτουργίας του κτηρίου τον εκάστοτε μήνα.



Διάγραμμα 5-1: Μηνιαία Κατανάλωση Ενέργειας (kWh) στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε.

5.2 ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στον Πίνακα 5-2 καταγράφεται η Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας (kWh), ανά κατηγορία χώρου, στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. Γνωρίζοντας το πλήθος των χώρων ανά είδος στο τμήμα των Μηχανολόγων, καθώς και σε ολόκληρο το Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, στην τελευταία στήλη του Πίνακα 5-2 παρουσιάζεται η αναλογία των Μηχανολόγων Μηχανικών σε σχέση με όλο το Τ.Ε.Ι. Αυτό μας βοηθάει στον υπολογισμό της Εκτίμησης Κατανάλωσης Ενέργειας στο Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας (Πίνακας 5-3, 5-4, 5-5) και στην σύγκρισή του με βάση την Πραγματική Κατανάλωση ανά έτος (2015,2016,2017), η οποία είναι γνωστή από τα Τιμολόγια σε παραπάνω Κεφάλαιο.

Πίνακας 5-2:Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας (kWh) ανά κατηγορία χώρου

Χώρος	Ετήσια Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας Τμ. Μηχανολόγων Μηχ. (kWh)	Ετήσια Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας Τμ. Μηχανολόγων Μηχ. (%)	Πλήθος χώρων Τμ. Μηχ. Μηχανικών	Πλήθος χώρων ΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας	Αναλογία Μηχ. Μηχ. στο ΤΕΙ
Αίθουσα Διδασκαλίας	29.428	7,9%	12	32	37,5%
Γραφείο Καθηγητή	57.381	15,5%	17	77	22,1%
Εργαστήριο	231.870	62,5%	14	34	41,2%
Υπολογιστικό Κέντρο	29.402	7,9%	2	7	28,6%
Γραμματεία	16.814	4,5%	1	10	10,0%
Άλλα	6.314	1,7%	2	4	50,0%
ΣΥΝΟΛΟ:	371.209	100%	48	164	29,3%

Πίνακας 5-3: Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας για το Τ.Ε.Ι. και σύγκρισή της με την πραγματική (έτος 2015)

Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας ΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας (kWh)	Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας ΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας (kWh)	Πραγματική Κατανάλωση Ενέργειας ΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας (kWh)	Απόκλιση (kWh)	Απόκλιση (%)
78.476	1.185.169	1.386.450	-201.281	14,5%
259.902				
563.112				
102.906				
168.145				
12.628				
1.185.169				

Πίνακας 5-4: Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας για το Τ.Ε.Ι. και σύγκρισή της με την πραγματική (έτος 2016)

Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας ΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας (kWh)	Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας ΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας (kWh)	Πραγματική Κατανάλωση Ενέργειας ΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας (kWh)	Απόκλιση (kWh)	Απόκλιση (%)
78.476	1.185.169	1.310.521	-125.352	9,6%
259.902				
563.112				
102.906				
168.145				
12.628				
1.185.169				

Πίνακας 5-5: Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας για το Τ.Ε.Ι. και σύγκρισή της με την πραγματική (έτος 2017)

Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας ΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας (kWh)	Εκτίμηση Κατανάλωσης Ενέργειας ΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας (kWh)	Πραγματική Κατανάλωση Ενέργειας ΤΕΙ Δυτ. Ελλάδας (kWh)	Απόκλιση (kWh)	Απόκλιση (%)
78.476	1.185.169	1.269.207	-84.038	6,6%
259.902				
563.112				
102.906				
168.145				
12.628				
1.185.169				

5.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑ PARETO

Η ανάλυση κατά Pareto είναι μία τεχνική στατιστικής ανάλυσης που βοηθάει στην σωστή λήψη αποφάσεων για την βελτίωση μιας κατάστασης. Με την ανάλυση Pareto δεν επικεντρωνόμαστε σε όλες τις αιτίες ενός προβλήματος, αλλά μόνο στις πιο σημαντικές.

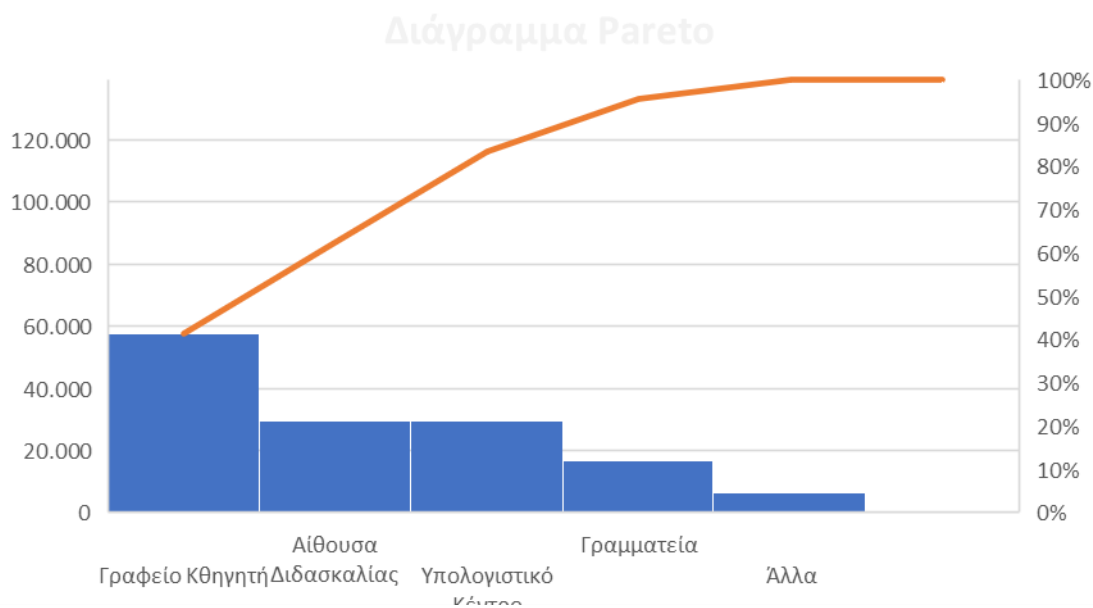
Στην συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιούμε το διάγραμμα Pareto και τον κανόνα του 80/20 για να εντοπίσουμε το 20% των αιτιών που προκαλούν το 80% των προβλημάτων, δηλαδή την κατανάλωση ενέργειας.

Στο Διάγραμμα 5.2 οι αιτίες παρουσιάζονται ως προς το είδος του χώρου που μελετάμε, ενώ στο Διάγραμμα 5.3 οι αιτίες παρουσιάζονται ως προς το είδος εξοπλισμού.

Η ανάλυση του τελικού διαγράμματος βοηθάει στην επιλογή των κατάλληλων προβλημάτων προς επίλυση. Πιο συγκεκριμένα, στην επιλογή κατάλληλων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Πίνακας 5-6: Ανάλυση Pareto βάση χώρου

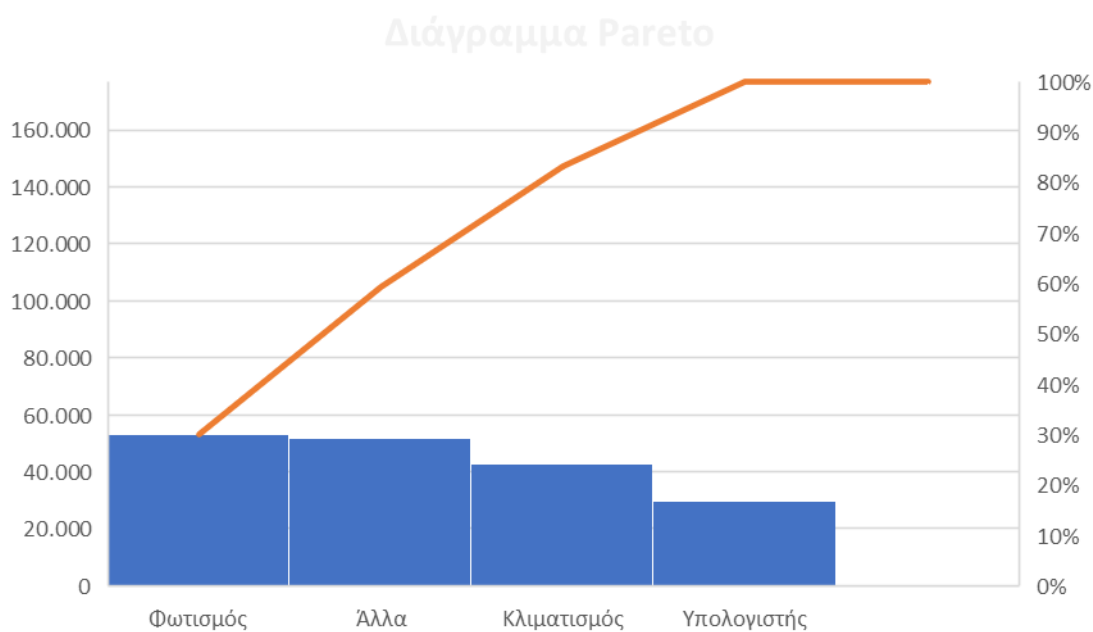
Χώρος	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	Ποσοστό επι της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστική κανανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστική κατανομή ποσοστού κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας
Γραφείο Κθηγητή	57.381	15,5%	289.251	77,9%
Αίθουσα Διδασκαλίας	29.428	7,9%	318.679	85,8%
Υπολογιστικό Κέντρο	29.402	7,9%	348.081	93,8%
Γραμματεία	16.814	4,5%	364.895	98,3%
Άλλα	6.314	1,7%	371.209	100,0%



Διάγραμμα 5-2: Διάγραμμα Pareto βάση χώρου

Πίνακας 5-7: Ανάλυση Pareto βάση είδος εξοπλισμού

Τύπος	Ετήσια Κατανάλωση (kWh)	Ποσοστό επί της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστική κανανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστική κατανομή ποσοστού κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας
Φωτισμός	53.062	30,0%	53.062	30,0%
Άλλα	51.692	29,2%	104.754	59,2%
Κλιματισμός	42.562	24,1%	147.316	83,3%
Υπολογιστής	29.613	16,7%	176.929	100,0%



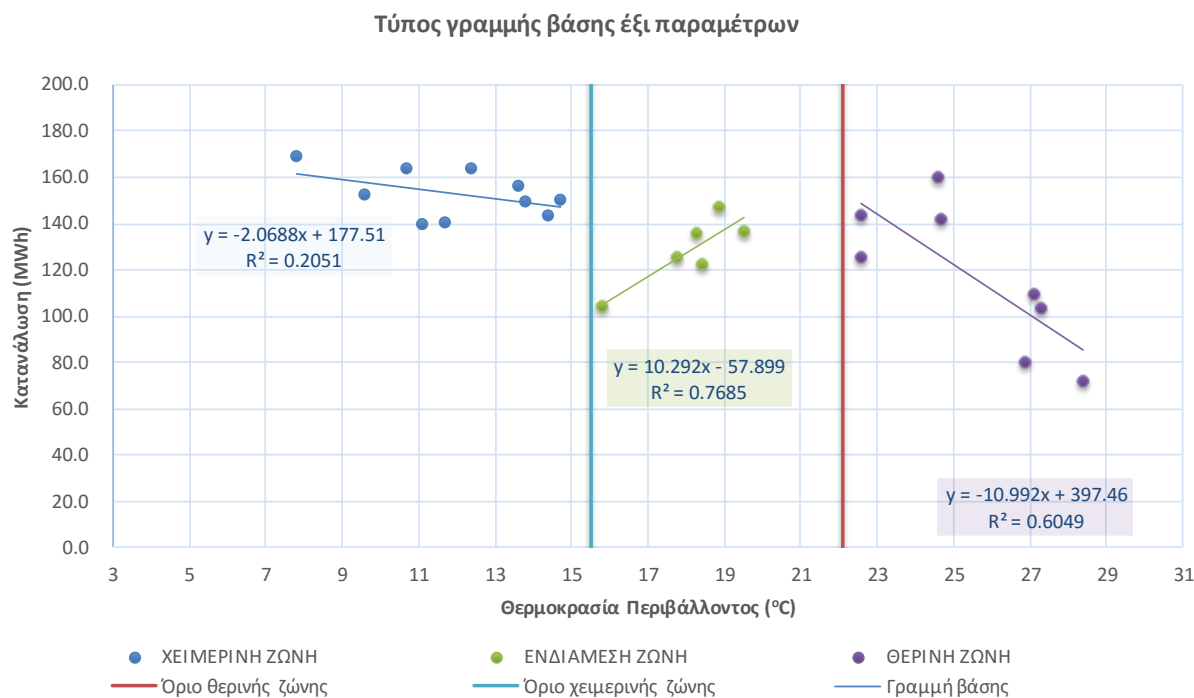
Διάγραμμα 5-3: Διάγραμμα Pareto βάση είδος εξοπλισμού

6. ΒΑΣΙΚΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Πρωταρχικό ζήτημα κατά τη διαδικασία του ενεργειακού ελέγχου είναι ο προσδιορισμός των ενεργειακών παραμέτρων και δεικτών, που είναι αντιπροσωπευτικοί της συνολικής ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης, αλλά και των επιμέρους δεικτών ανά χρήση ή υπομονάδα παραγωγής, στην περίπτωση που υπάρχουν διαθέσιμα και επιμέρους δεδομένα.

Βάσει των διαθέσιμων δεδομένων για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κεντρικού κτηρίου του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, όπως αυτά αποτυπώνονται στους Πίνακες 6-1 και 6-2, κατασκευάστηκε η γραμμή βάσης κατανάλωσης (baseline consumption), η οποία συσχετίζει την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια του κτιρίου για τα έτη 2016 και 2017 με τη μέση μηνιαία εξωτερική θερμοκρασία της αντίστοιχης περιόδου. Ο τύπος της γραμμής βάσης είναι έξι παραμέτρων με επιμερισμό σε τρεις ζώνες, Χειμερινή ζώνη με θερμοκρασίες $T_{εξ} \leq 15.5 \text{ } ^\circ\text{C}$, Ενδιάμεση ζώνη με θερμοκρασίες $15.5 < T_{εξ} \leq 22.0 \text{ } ^\circ\text{C}$ και τη Θερινή ζώνη με θερμοκρασίες $T_{εξ} > 22.0 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Στο Διάγραμμα 6-1, παρουσιάζεται η κατανομή της μηνιαίας ηλεκτρικής κατανάλωσης σε σχέση με τη μέση μηνιαία εξωτερική θερμοκρασία και οι αντίστοιχες γραμμές βάσης για τις διαφορετικές θερμοκρασιακές ζώνες.



Διάγραμμα 6-1: Συσχέτιση μηνιαίων καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας του κεντρικού κτηρίου του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας με τη μέση εξωτερική θερμοκρασία για το χρονικό διάστημα από Ιανουάριο 2016 έως και Δεκέμβριο 2017

Πίνακας 6-1: Ελάχιστος επαληθεύσιμος στόχος εξοικονόμησης ενέργειας κατά IPMVP και ASHRAE

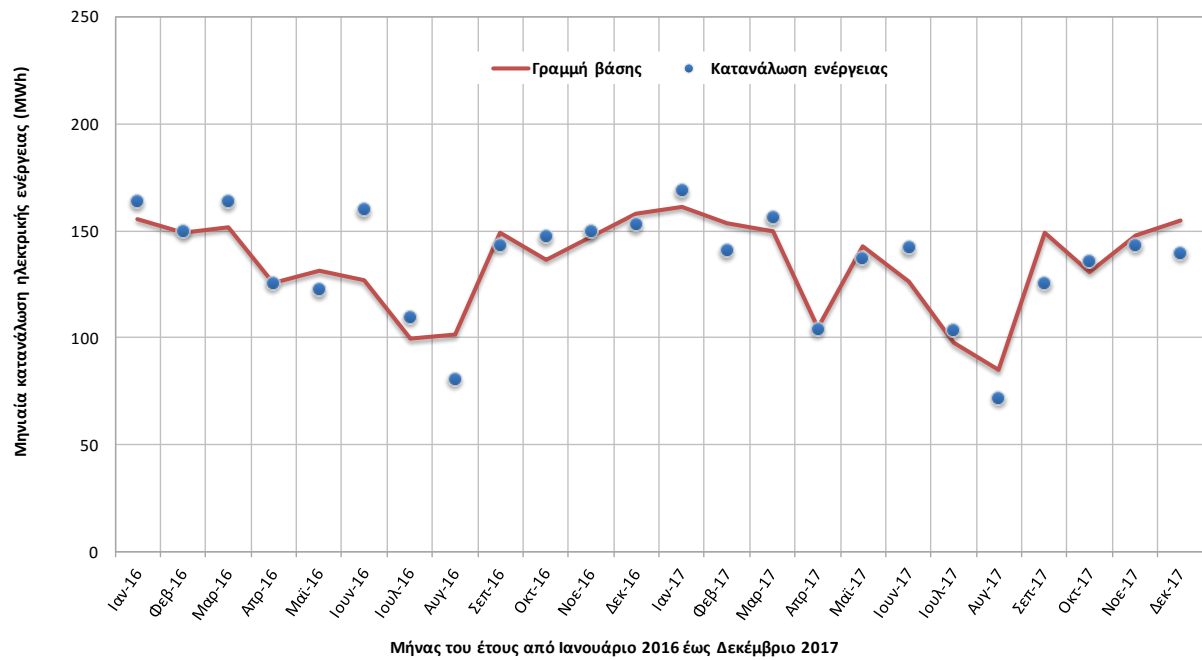
Ζώνη	Μέση τιμή της κατανάλωσης βάσης (MWh)	Τυπικό σφάλμα γραμμής βάσης RMSE (MWh)	Ελάχιστος επαληθεύσιμος στόχος ΕΕ κατά IPMVP	Ελάχιστος επαληθεύσιμος στόχος ΕΕ κατά ASHRAE
Χειμερινή ζώνη	152,7	9,7	12,60%	17,50%
Ενδιάμεση ζώνη	128,6	8,1	12,50%	18,20%
Θερινή ζώνη	116,9	21,3	36,40%	51,30%

Από τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων για τη γραμμή βάσης, προέκυψε ο ελάχιστος επαληθεύσιμος στόχος εξοικονόμησης ενέργειας (ΕΕΣΕΕ) βάσει των πρωτόκολλων IPMVP και ASHRAE (Πίνακας 6-1). Αναλυτικά στοιχεία της επεξεργασίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-2 που ακολουθεί.

Η μέθοδος της ASHRAE, στην συγκεκριμένη περίπτωση εφαρμογής του κεντρικού κτηρίου του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, θέτει έναν υπερεκτιμημένο στόχο ο οποίος δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί με υψηλό βαθμό βεβαιότητας. Για το λόγο αυτό, οι στόχοι ΕΕ που θέτονται είναι βάσει του προτύπου IPMVP οι οποίοι είναι εφικτοί και ανταποκρίνονται και στους στόχους του Ιδρύματος.

Για τη θερινή ζώνη ο στόχος ΕΕ είναι αρκετά υψηλός, 36.4%, σε αντίθεση με τη Χειμερινή και Ενδιάμεση ζώνη όπου οι στόχοι είναι 12.6% και 12.5% αντίστοιχα. Η χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τη θερινή περίοδο αποδίδεται στην περιορισμένη λειτουργία του Ιδρύματος. Στο Διάγραμμα 6-2 παρουσιάζονται τα δεδομένα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με τη γραμμή βάσης

κατανάλωσης χρονολογικά από τον Ιανουάριο του 2016 έως και το Δεκέμβριο του 2017.



Διάγραμμα 6-2: Συσχέτιση καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και γραμμής βάσης για περίοδο χρήσης, από Ιανουάριο 2016 έως και Δεκέμβριο 2017

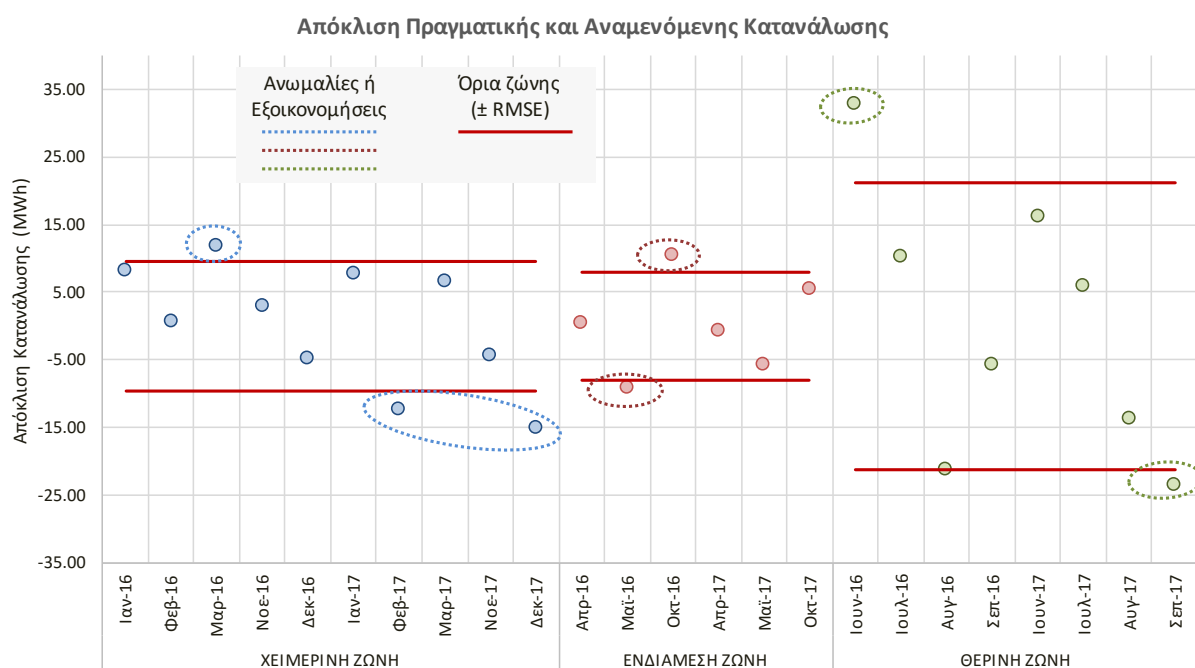
Πίνακας 6-2: Στατιστικά αποτελέσματα για τον υπολογισμό της γραμμής βάσης όπως προκύπτουν για τις διαφορετικές θερμοκρασιακές ζώνες από Ιανουάριο 2016 έως και Δεκέμβριο 2017

ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΖΩΝΗ					
Στατιστικά αποτελέσματα για τον τύπο της γραμμής βάσης					
df	RMSE	R²	τα 95%	τμ 95%	Π(t=2)
8	4.400.919	0.452	2.306	1.860	0.960
	b	s	t	Άνω 95%	Κάτω 95%
X0	70.345.245	6.482.101	10.852	55.397.494	85.292.996
X1	-1.448.035	563.753	-2.569	-2.748.051	-148.019
54083.8	: Μέση τιμή της καταναλώσεως βάσεως				
16.3%	: Ελάχιστος Επαληθεύσιμος Στόχος ΕΕ κατά IPMVP				
22.5%	: Ελάχιστος Επαληθεύσιμος Στόχος ΕΕ κατά ASHRAE				
ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΖΩΝΗ					
Στατιστικά αποτελέσματα για τον τύπο της γραμμής βάσης					
df	RMSE	R²	τα 95%	τμ 95%	Π(t=2)
4	3.237.722	0.807	2.776	2.132	0.942
	b	s	t	Άνω 95%	Κάτω 95%
X0	-16.734.975	16.991.092	-0.985	-63.909.810	30.439.860
X1	3.731.189	912.366	4.090	1.198.054	6.264.324
52540.8	: Μέση τιμή της καταναλώσεως βάσεως				
12.3%	: Ελάχιστος Επαληθεύσιμος Στόχος ΕΕ κατά IPMVP				
17.9%	: Ελάχιστος Επαληθεύσιμος Στόχος ΕΕ κατά ASHRAE				
ΘΕΡΙΝΗ ΖΩΝΗ					
Στατιστικά αποτελέσματα για τον τύπο της γραμμής βάσης					
df	RMSE	R²	τα 95%	τμ 95%	Π(t=2)
6	7.816.334	0.136	2.447	1.943	0.954
	b	s	t	Άνω 95%	Κάτω 95%
X0	27.306.477	39.568.675	0.690	-69.514.584	124.127.538
X1	1.463.113	1.503.697	0.973	-2.216.302	5.142.528
65713.2	: Μέση τιμή της καταναλώσεως βάσεως				
23.8%	: Ελάχιστος Επαληθεύσιμος Στόχος ΕΕ κατά IPMVP				
33.5%	: Ελάχιστος Επαληθεύσιμος Στόχος ΕΕ κατά ASHRAE				

Πίνακας 6-3: Εκτίμηση ενεργειακών δεικτών

	Μήνας	Θερμοκρ.	Καταναλ.	Κατανάλ.	Απόκλιση Υπολοίπων	CUSUM	Δείκτης Ενεργειακής Επίδοσης	Συντελεστής
	/Έτος	Περιβαλ.	Ηλεκτρ. Ενέργεια	Γραμμής Βάσης	(MWh)	(MWh)	(MWh/Μήνα) $\times 10^1$	Ενεργειακού Στόχου
		(°C)	(MWh)	(MWh)				
ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΖΩΝΗ	Ιαν-16	10.7	163.4	155.4	8.02	8.02	1.53	1.05
	Φεβ-16	13.8	149.6	149.0	0.64	8.67	1.08	1.00
	Μαρ-16	12.4	163.5	151.9	11.64	20.30	1.32	1.08
	Νοε-16	14.7	150.0	147.1	2.86	23.16	1.02	1.02
	Δεκ-16	9.6	152.7	157.7	-4.97	18.20	1.59	0.97
	Ιαν-17	7.8	169.0	161.4	7.63	25.83	2.17	1.05
	Φεβ-17	11.7	140.7	153.3	-12.57	13.25	1.20	0.92
	Μαρ-17	13.6	156.0	149.4	6.58	19.83	1.15	1.04
	Νοε-17	14.4	143.1	147.7	-4.59	15.25	0.99	0.97
	Δεκ-17	11.1	139.3	154.5	-15.25	0.00	1.25	0.90
ΕΝΔΙΑΜΕΣΗ ΖΩΝΗ	Απρ-16	17.8	125.6	125.3	0.29	0.29	0.71	1.00
	Μαϊ-16	18.4	122.2	131.5	-9.28	-8.99	0.66	0.93
	Οκτ-16	18.9	147.0	136.6	10.37	1.39	0.78	1.08
	Απρ-17	15.8	103.9	104.7	-0.80	0.59	0.66	0.99
	Μαϊ-17	19.5	136.8	142.8	-5.96	-5.36	0.70	0.96
Οκτ-17	18.3	135.8	130.5	5.36	0.00	0.74	1.04	
ΘΕΡΙΝΗ ΖΩΝΗ	Ιουν-16	24.6	159.9	127.1	32.82	32.82	0.65	1.26
	Ιουλ-16	27.1	109.7	99.6	10.13	42.96	0.40	1.10
	Αυγ-16	26.9	80.3	101.8	-21.47	21.49	0.30	0.79
	Σεπ-16	22.6	143.1	149.0	-5.95	15.54	0.63	0.96
	Ιουν-17	24.7	142.1	126.0	16.12	31.66	0.58	1.13
	Ιουλ-17	27.3	103.1	97.4	5.74	37.40	0.38	1.06
	Αυγ-17	28.4	71.5	85.3	-13.75	23.65	0.25	0.84
Σεπ-17	22.6	125.4	149.0	-23.65	0.00	0.55	0.84	

Στον Πίνακα 6-3, δίνονται αναλυτικά οι μηνιαίες πραγματικές καταναλώσεις καθώς και οι αναμενόμενες αντίστοιχες τιμές, υπολογισμένες από τη γραμμή βάσης, για την περίοδο από Ιανουάριο 2016 έως και Δεκέμβριο 2017. Τα δεδομένα είναι καταναλωμένα σε τρεις ζώνες με βάση την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος της περιοχής (όπως περιγράφεται παραπάνω). Επίσης, στον ίδιο πίνακα παρουσιάζονται οι εκτιμώμενοι ενεργειακοί δείκτες απόδοσης και αξιολόγησης της υφιστάμενης κατάστασης καθώς και της δυνατότητας παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.



Διάγραμμα 6-3: Διάγραμμα διασποράς τιμών πραγματικής και αναμενόμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

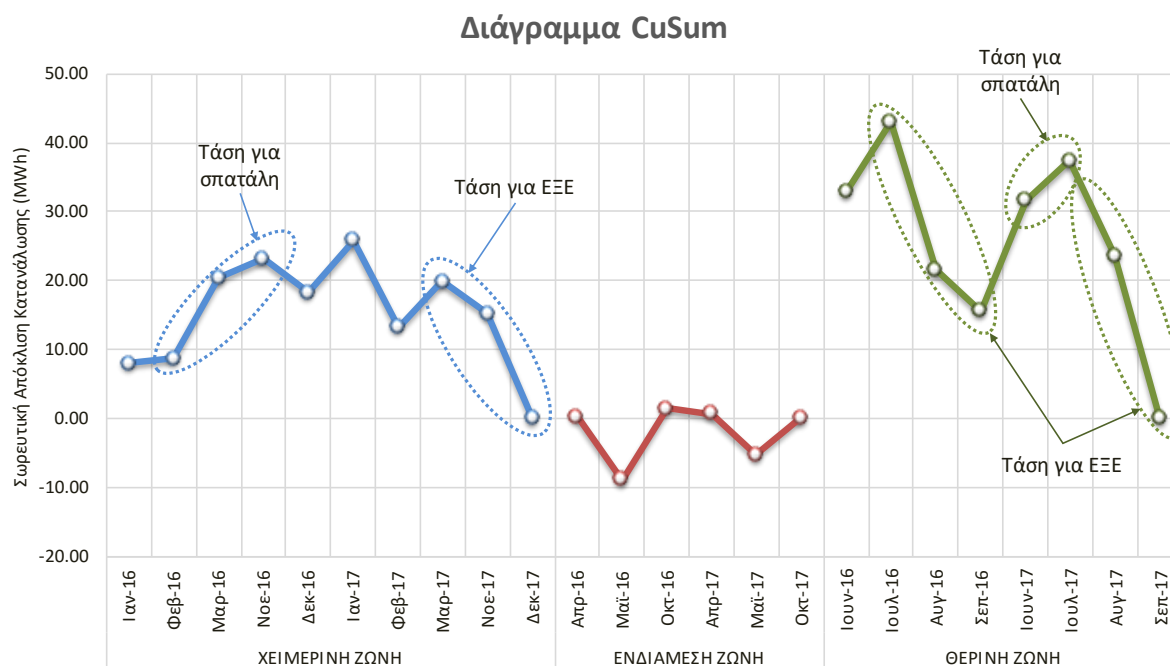
Στο Διάγραμμα 6-3, αποτυπώνεται η απόκλιση των τιμών μεταξύ πραγματικής και αναμενόμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά μήνα (πραγματική μείον την αναμενόμενη) για τις τρεις θερμοκρασιακές ζώνες.

Στο παραπάνω σχήμα διακρίνονται (κόκκινες συνεχείς γραμμές) τα όρια αποκλίσεων προσδιορισμένα με βάση την τιμή της τυπικής απόκλισης, $\pm RMSE$, της γραμμής βάσης. Οι τιμές τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.1. Στο διάγραμμα παρατηρούμε αποκλίσεις που βρίσκονται έξω από τα όρια του $\pm RMSE$ και αντιστοιχίζονται στους μήνες που έχουν σημειωθεί με διακεκομμένες γραμμές. Αυτές οι αποκλίσεις είναι πιθανό να προέρχονται, είτε από εξοικονόμηση ενέργειας (ΕΞΕ) ή αποφυγή κάποιας απώλειας ενέργειας ή κάποια τυχόν συντήρηση (αρνητικές τιμές), είτε από υπερκατανάλωση λόγω κάποιας έκτακτης διαδικασίας ή και χωρίς πραγματική ανάγκη (θετικές τιμές).

Στη Χειμερινή ζώνη, ο Μάρτιος του 2016 παρουσιάζει υπερκατανάλωση (θετική απόκλιση), ενώ οι Φεβρουάριος και Δεκέμβριος του 2017 εξοικονόμηση (αρνητικές τιμές απόκλισης).

Στην ενδιάμεση ζώνη, υπερκατανάλωση παρουσιάζεται τον Οκτώβριο του 2016, ενώ εξοικονόμηση τον Μάιο του 2016.

Η θερινή ζώνη, παρουσιάζει ιδιαίτερα μεγάλο εύρος αποκλίσεων το οποίο εν μέρει αποδίδεται στην περιορισμένη λειτουργία του Ιδρύματος τους Καλοκαιρινούς μήνες. Εν τούτοις, ο Ιούνιος του 2016 φαίνεται να έχει υπερκατανάλωση σε αντίθεση με το Σεπτέμβριο του 2017 που παρουσιάζει εξοικονόμηση.



Διάγραμμα 6-4: Διάγραμμα σωρευτικής κατανομής των τιμών απόκλισης (CuSum) ανά μήνα για τις τρεις διαφορετικές θερμοκρασιακές ζώνες

Στο Διάγραμμα 6-4, παρουσιάζεται η σωρευτική κατανομή των τιμών απόκλισης από την οποία μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για τη γενική τάση για ΕΞΕ ή σπατάλη. Από το διάγραμμα διακρίνεται μία τάση εξοικονόμησης το έτος 2017 σε σχέση με το 2016. Σε όλες τις θερμοκρασιακές ζώνες, με εξαίρεση την ενδιάμεση περίοδο όπου η κατανομή είναι σχετικά σταθερή (η διαφορά καταναλισκόμενης από αναμενόμενη είναι πολύ μικρή), στις υπόλοιπες ζώνες η αρνητική κλίση της καμπύλης για τους περισσότερους μήνες που αντιστοιχούν στο 2017 υποδηλώνει τη σαφή τάση εξοικονόμησης. Αντίθετα, η θετική κλίση για τους περισσότερους μήνες του 2016 δείχνει την τάση για σπατάλη ενέργειας.

Στη θερινή ζώνη φαίνεται ότι ο Ιούνιος είναι ο μήνας με τη σημαντικότερη τάση σπατάλης τόσο για το 2016 όσο και για το 2017. Αντίστοιχα, στη χειμερινή ζώνη, με εξαίρεση το Μάρτιο, φαίνεται να υπάρχει μία έστω και μικρή τάση εξοικονόμησης για το 2017.

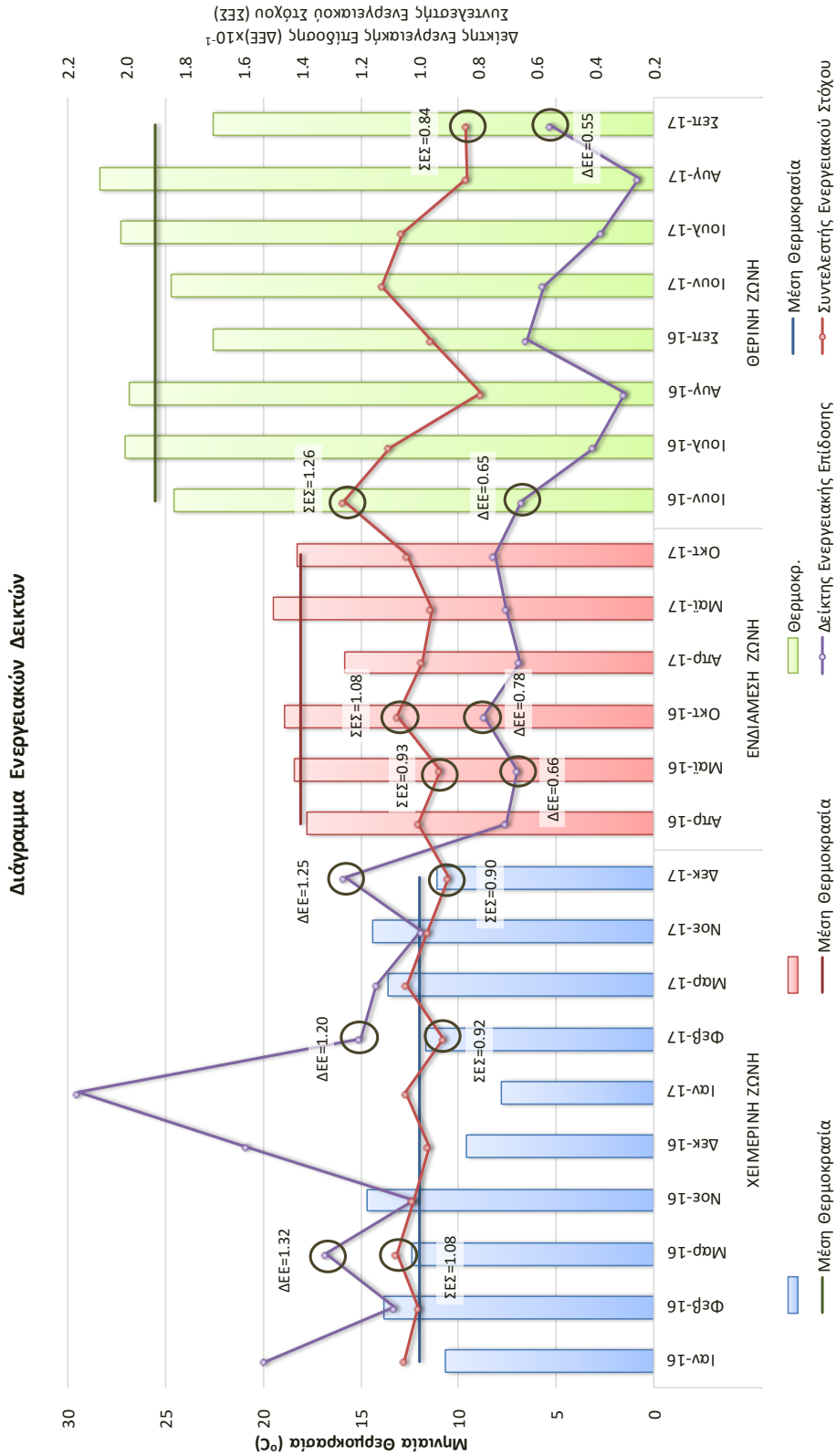
Πληρέστερη αποτύπωση και ερμηνεία της συνολικής ενεργειακής απόδοσης προκύπτει και από την παρακολούθηση των δεικτών ΔΕΕ-Δείκτης Ενεργειακής Επίδοσης (Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια προς Μέση Μηνιαία Εξωτερική Θερμοκρασία) και ΣΕΣ-Συντελεστής Ενεργειακού Στόχου (Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια προς Αναμενόμενη Κατανάλωση). Οι τιμές των συγκεκριμένων δεικτών παρουσιάζονται στον Πίνακα 6-3, ενώ γραφικά αποτυπώνονται σε συνάρτηση με τη μέση μηνιαία εξωτερική θερμοκρασία στο Διάγραμμα 6-5. Επίσης, στο ίδιο γράφημα έχουν επισημανθεί κάποιες χαρακτηριστικές τιμές ΔΕΕ και ΣΕΣ ανά ζώνη.

Για τη χειμερινή ζώνη οι πιο αποδοτικοί μήνες φαίνεται να είναι ο Φεβρουάριος (ΔΕΕ=1.20, ΣΕΣ=0.92) και ο Δεκέμβριος (ΔΕΕ=1.25, ΣΕΣ=0.90) του 2017 με

θερμοκρασία περιβάλλοντος λίγο κάτω από τη μέση τιμή. Αντίθετα, ο Μάρτιος του 2016 φαίνεται να είναι ο χειρότερος μήνας ($\Delta EE=1.32$, $\Sigma ES=1.08$), παρότι η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι λίγο πάνω από τη μέση τιμή της ζώνης.

Στην ενδιάμεση ζώνη οι μεταβολές είναι μικρές. Ο μήνας με την καλύτερη επίδοση φαίνεται να είναι ο Μάιος του 2016 με $\Delta EE=0.66$ και $\Sigma ES=0.93$. Αντίθετα, ο Οκτώβριος του 2016 είναι ο μήνας με τη χειρότερη επίδοση, $\Delta EE=0.78$ και $\Sigma ES=1.08$.

Τέλος, στη θερινή ζώνη φαίνεται να υπάρχει μία τάση εξοικονόμησης με εξαίρεση τον Ιούνιο του 2016 και 2017. Για τον Ιούνιο του 2016 οι δείκτες είναι $\Delta EE=0.65$ και $\Sigma ES=1.26$ ενώ για τον Ιούνιο του 2017 $\Delta EE=0.58$ και $\Sigma ES=1.13$. Ως ο πιο αποδοτικός μήνας μπορεί να χαρακτηριστεί ο Σεπτέμβριος του 2017 με $\Delta EE=0.55$ και $\Sigma ES=0.84$. Ο Ιούλιος και ο Αύγουστος μπορεί να έχουν χαμηλή κατανάλωση, η οποία όμως οφείλεται στη μη πλήρη λειτουργία του Ιδρύματος τη συγκεκριμένη περίοδο.



Διάγραμμα 6-5: Ενεργειακοί δείκτες ΔΕΕ και ΣΕΣ σε σχέση με την μέση μηνιαία εξωτερική θερμοκρασία

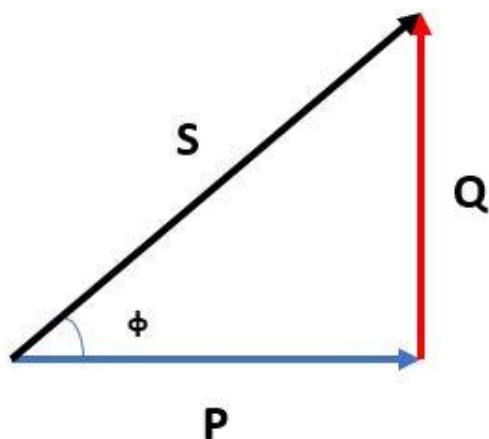
7. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ - ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

7.1 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στόχος της Ενεργειακής Μελέτης των Παλαιών Κτηρίων του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας είναι η λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς και η ενεργειακή αναβάθμιση του υπό μελέτη κτηρίου. Έχοντας ολοκληρώσει τον εκτενή ενεργειακό έλεγχο και έχοντας καταγράψει αναλυτικά τα στοιχεία ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου, παρουσιάζονται στην συνέχεια προτεινόμενες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

1. Διόρθωση συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$)

Πρώτο βήμα για να επιτύχουμε εξοικονόμηση ενέργειας είναι η διόρθωση του συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$), δηλαδή η μείωση της άεργης ισχύος. Όπως παρατηρούμε από τους Πίνακες 3-4 και 3-5, η κατανάλωση άεργης ισχύος είναι αρκετά υψηλή. Η έννοια του «άεργου» έχει να κάνει με τα ποσά ενέργειας που παλινδρομούν μεταξύ πηγής (ΔΕΗ) και ηλεκτρικής εγκατάστασης. Τα μαγνητικά πεδία μεταβάλλονται και εναλλάσσονται συνεχώς, στη φάση της δημιουργίας ή αύξησης της έντασης τους απορροφούν ηλεκτρική ενέργεια από την πηγή (ΔΕΗ), κατά τη μείωση της έντασης ή την κατάρρευσή τους επιστρέφουν το ίδιο ποσό ενέργειας πίσω στην πηγή. Το πηλίκο της πραγματικής ισχύος δια τη φαινόμενη ονομάζεται «συντελεστής ισχύος» και αποτελεί μέτρο απόδοσης μιας εγκατάστασης. Σκοπός είναι ο συντελεστής ισχύος να πλησιάζει την μονάδα.



Συνολική (Φαινόμενη) Ισχύς S

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

Ενεργός Ισχύς P

$$P = S \cos \phi$$

Άεργος Ισχύς Q

$$Q = S \sin \phi$$

Εικόνα 7-1: Φαινόμενη ισχύς

Ορισμένα ηλεκτρικά φορτία παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή ισχύος, της τάξης του 0,60-0,75. Σημειώνεται ότι οι μεγάλοι εμπορικοί και βιομηχανικοί καταναλωτές ηλεκτρισμού επιβαρύνονται από τη ΔΕΗ με υψηλότερη χρέωση για χαμηλό συντελεστή ισχύος. Ο χαμηλός συντελεστής ισχύος των επαγωγικών φορτίων, ιδιαίτερα αυτών στη μέση τάση, επηρεάζει τη σωστή λειτουργία του ηλεκτρικού συστήματος ως εξής: τα φορτία πρέπει να καλυφθούν υπό υψηλότερη ένταση όσο χαμηλότερη είναι η τιμή του $\cos\phi$ λόγω της υψηλής έντασης, απαιτείται χρήση μεγαλύτερου μετασχηματιστή ισχύος και αγωγών μεγαλύτερης διατομής. Συνέπεια των παραπάνω είναι η υψηλότερη χρέωση από τη ΔΕΗ. Ο πλέον κατάλληλος τρόπος διόρθωσης του συντελεστή ισχύος είναι η χωρητική αντιστάθμιση, με την παράλληλη ζεύξη πυκνωτών. Υπάρχουν δύο τύποι πυκνωτών: οι στατικοί πυκνωτές, οι οποίοι ενδείκνυται για εγκαταστάσεις χαμηλής ισχύος (<50 kVar) και για τοπική αντιστάθμιση. Η αυτόματα ρυθμιζόμενη συστοιχία πυκνωτών, η οποία εφαρμόζεται κυρίως σε εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος, με φορτία έντονης διακύμανσης. Η παραπάνω μέθοδος αντιστάθμισης χρησιμοποιείται ευρέως στις βιομηχανίες.

Τα πλεονεκτήματα από την βελτίωση της άεργου ισχύος με τα συστήματα αντιστάθμισης είναι:

- Άμεση μείωση του ρεύματος, με αποτέλεσμα οι ίδιοι αγωγοί να επαρκούν για μεγαλύτερα φορτία.
- Ελάττωση των απωλειών ισχύος στα καλώδια, λόγω της μείωσης του ρεύματος, με αποτέλεσμα μικρότερους λογαριασμούς.
- Αύξηση παραγωγικότητας και βελτίωση λειτουργίας συσκευών, λόγω βελτίωσης της ποιότητας του ρεύματος.
- Μείωση της Χρεωστέας Μέγιστης Ζήτησης (ΧΜΖ), με αποτέλεσμα μικρότερους λογαριασμούς.
- Δυνατότητα χρήσης μικρότερης ισχύος μετασχηματιστών, διακοπών, καλωδίων κτλ.
- Μερική προστασία συσκευών από πιθανές πτώσεις τάσεις δικτύου.
- Μερική προστασία συσκευών από τις αναπτυσσόμενες υπερτάσεις, μετά τις διακοπές της ΔΕΗ.
- Αύξηση της ζωής των συσκευών λόγω της ομαλότερης λειτουργίας τους.

2. Φωτισμός

Στο ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας χρησιμοποιούνται λάμπες φθορισμού λόγω της σχετικής αποδοτικότητας και πολλαπλής χρήσης τους.

Η λειτουργία των λαμπτήρων φθορισμού στηρίζεται στην εκφόρτιση αερίου Hg σε χαμηλή πίεση. Μέσα σε σωλήνα εκφορτίσεως περιέχεται ποσότητα ευγενούς αερίου, συνήθως αργού, και μικρές σταγόνες καθαρού υδραργύρου. Στα άκρα του σωλήνα υπάρχουν ηλεκτρόδια επικαλυμμένα με κατάλληλο υλικό ώστε να έχουν την δυνατότητα να εκπέμπουν ηλεκτρόνια λόγω θέρμανσης. Με την εφαρμογή υψηλής τάσης τα θερμικά παραγόμενα ελεύθερα ηλεκτρόνια επιταχυνόμενα συγκρούονται με τα άτομα του αργού τα οποία διεγείρουν και ιονίζουν. Από την παραγόμενη θερμότητα εξατμίζονται τα άτομα υδραργύρου με τα οποία συγκρούονται τα ηλεκτρόνια και έτσι

μεγάλος αριθμός ατόμων Hg διεγείρονται ενώ κάποια ιονίζονται. Τα διεγερόμενα άτομα Hg είναι αυτά που παράγουν φωτόνια στην υπεριώδη όμως περιοχή του φάσματος τα οποία προσπίπτοντας στην εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα, η οποία είναι επιστρωμένη με φθορίζουσα ουσία, μετατρέπονται σε ορατά φωτόνια.

Τα μειονεκτήματα λαμπτήρων οικονομίας υπάρχουν, καθώς και ορισμένοι περιορισμοί στην χρήση τους, όπως κόπωση, διότι οι λαμπτήρες αυτοί είναι ευαίσθητοι στο συχνό άνοιγμα / κλείσιμό τους. Η διάρκεια ζωής τους είναι περίπου 10.000 ώρες, η οποία μειώνεται δραστικά αν ανοίγουν και κλείνουν συχνά, σε αντίθεση με τους λαμπτήρες LED που έχουν 50.000 ώρες ζωής και δεν επηρεάζονται από συχνό άνοιγμα και κλείσιμο. Σημαντικό θέμα αποτελεί και η ύπαρξη υδράργυρου στο εσωτερικό τους ο οποίος ο οποίος είναι τοξικός. Ο υδράργυρος μπορεί να απελευθερωθεί αν ο λαμπτήρας σπάσει κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες.

Η αντικατάσταση των λαμπτήρων αυτών με λαμπτήρες LED έχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως η διάρκεια ζωής τους που είναι έως και δέκα φορές μεγαλύτερη από τους λαμπτήρες οικονομίας και εξαιρετικά μεγαλύτερη από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Η ανθεκτικότητά τους είναι αρκετά μεγάλη διότι δεν έχουν λεπτό γυάλινο περίβλημα και αποτελούνται κυρίως από πολυκαρβονικό υλικό. Είναι ανθεκτικοί στην θραύση, ενώ δεν εκπέμπουν θερμότητα κατά την διάρκεια λειτουργίας τους. Παράγουν 3,4 BTU / ώρα. Τα οποία αποτρέπουν τον λαμπτήρα από το να θερμανθεί και να συμβάλει στην αύξηση θερμοκρασίας του χώρου στον οποίο βρίσκεται. Δεν περιέχουν υδράργυρο και καταναλώνουν από 3 – 17 Watts. Το κυριότερο μειονέκτημά τους είναι το κόστος κτήσης ανά μονάδα μέτρησης φωτεινότητας και η κατευθυνόμενες δέσμες φωτός που παράγουν προς μία κατεύθυνση, κάνοντας έτσι δυσκολότερη τη διάχυσή του.

Η χρήση των λαμπτήρων LED οδηγεί σε μείωση του ηλεκτρικού φορτίου λόγω φωτισμού, σε ποσοστό 50-75% σε σχέση με τους λαμπτήρες φθορισμού.

Μία ακόμη επέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας πάνω στα συστήματα φωτισμού είναι η χρήση συστημάτων ελέγχου φωτισμού. Τα πιο ενεργειακά αποδοτικά συστήματα ελέγχου είναι:

- Τοπικοί διακόπτες έναυσης: Οι τοπικοί διακόπτες έναυσης ελέγχουν τη λειτουργία των φωτιστικών κατά ομάδες και ρυθμίζουν το φωτισμό σε συγκεκριμένες ζώνες του χώρου. Με τους τοπικούς διακόπτες εξασφαλίζεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μεγαλύτερη άνεση του χρήστη, σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα στα οποία το σύνολο των φωτιστικών σωμάτων του χώρου ελέγχεται με έναν διακόπτη.
- Χρονοπρογραμματισμός: Με αυτό το σύστημα ελέγχου, τα φωτιστικά σώματα σβήνουν από ένα κεντρικό πίνακα, την ίδια ώρα κάθε ημέρα.
- Έλεγχος παρουσίας: Επιτυγχάνεται με αισθητήρες παρουσίας οι οποίοι σβήνουν τα φώτα όταν δεν ανιχνεύουν κίνηση στο χώρο για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. 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

του 35-45%. Είναι σημαντικό να έχει προβλεφθεί κάποια υστέρηση στο σύστημα, καθώς ο χρήστης μπορεί να παραμείνει ακίνητος για μικρά χρονικά διαστήματα ενώ συνεχίζει να βρίσκεται μέσα στον χώρο.

3. Επεμβάσεις στο κέλυφος του κτηρίου.

Πρώτο βήμα στις επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο κέλυφος του κτηρίου είναι η κατάργηση των περιπτώσεων ανοιγμάτων με ταυτόχρονη θερμική προστασία των επιφανειών που καλύπτουν.

Επίσης, επιβάλλεται η αντικατάσταση υαλοπινάκων και θυρών με άλλα από υλικά με ειδική προστασία και μικρότερη θερμοπερατότητα. Μια ασφαλής επιλογή είναι η αντικατάστασή τους με διπλούς υαλοπίνακες. Οι παραπάνω κατασκευάζονται από δύο ή περισσότερους υαλοπίνακες διαχωριζόμενοι από ένα μεταλλικό πήχη με τον οποίο είναι κολλημένοι και σφραγισμένοι. Αποτέλεσμα του εγκλωβισμού ενός στρώματος αέρα ανάμεσά τους είναι η αύξηση της θερμικής μόνωσης, το οποίο έχει ως επακόλουθο την μείωση του κόστους ψύξης-θέρμανσης.

Ακόμη, επιτυγχάνουμε βελτίωση του κελύφους του κτηρίου μέσω της εφαρμογής θερμομόνωσης στην τοιχοποιία και σε όλα τα δομικά στοιχεία του κτηρίου. Μία καλή επιλογή είναι αυτή της εξωτερικής θερμομόνωσης, η οποία τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου. Τα πλεονεκτήματά της είναι ότι:

- Ο χώρος διατηρεί τη θερμότητα και μετά τη διακοπή της θέρμανσης από την θερμοχωρητικότητα των τοίχων.
- Δεν μειώνεται ο ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος.
- Εξασφαλίζεται κάλυψη των θερμογεφυρών ιδιαίτερα στις πλάκες σκυροδέματος, στα δοκάρια και στις κολώνες.

Τέλος, ωφέλιμη είναι και η εφαρμογή μηχανισμών αυτόματης επαναφοράς θυρών, καθώς και η εφαρμογή εξωτερικών διατάξεων σκίασης.

4. Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω συστημάτων BEMS.

Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτηρίου ή αλλιώς BEMS (Building Energy



Εικόνα 7-2: Συστήματα BEMS για τον πλήρη έλεγχο ενός κτηρίου

Management System) είναι ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει στον χρήστη να παρακολουθεί και να ρυθμίζει την λειτουργία όλων των συστημάτων που υπάρχουν σε ένα κτίριο μέσω μιας οθόνης ενός Η/Υ. Το BEMS απαρτίζεται από ένα ή πολλά PLCs (programmable logic controller), τα οποία συλλέγουν και "μεταφράζουν" τα δεδομένα από τους αισθητήρες που έχουν

τοποθετηθεί στα διάφορα συστήματα που υπάρχουν στο κτήριο και θέλουμε να ελέγχουμε την λειτουργία τους. Το BEMS αποτελεί το σημαντικότερο δομικό στοιχείο για τη λειτουργία μιας ολοκληρωμένης ενεργειακής διαχείρισης. Οι εφαρμογές του BEMS είναι εξαιρετικά χρήσιμες για το κτήριο και τους ανθρώπους που το χρησιμοποιούν. Μπορεί να ανοίξει ή/και να κλείσει εγκαταστάσεις σε προγραμματισμένο χρόνο, περιβάλλον ή μέρα. Για παράδειγμα μπορεί να ελέγχει τον φωτισμό του κτηρίου για αποφευχθεί άσκοπη χρήση του σε μη εργάσιμες ώρες ή όταν ο φυσικός φωτισμός επαρκεί για τις ανάγκες. Μπορεί να βελτιστοποιήσει την λειτουργία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτηρίου, όπως για παράδειγμα στον έλεγχο της θέρμανσης κάθε χώρου του κτηρίου ξεχωριστά, στα επιθυμητά επίπεδα, παρακολουθώντας τις ανάγκες του χρήστη σε συνδυασμό με το εξωτερικό περιβάλλον. Επίσης ελέγχει την κατάσταση λειτουργίας του εξοπλισμού και του περιβάλλοντος, ειδοποιώντας έγκυρα τον διαχειριστή για τις προγραμματισμένες συντηρήσεις, τυχόν αστοχίες αλλά και οποιοδήποτε άλλο πρόβλημα. Έτσι τα συστήματα BEMS μπορούν να βελτιστοποιήσουν την λειτουργία και την συντήρηση του εξοπλισμού, μέσω των πληροφοριών που παρέχουν στον διαχειριστή. Τα συστήματα BEMS μπορούν να τοποθετηθούν σε κάθε είδους κτήριο, από μια απλή κατοικία μέχρι σε ξενοδοχεία, κτήρια γραφείων και εργοστάσια.

5. Παραγωγή ενέργειας μέσω ΑΠΕ.

- Φωτοβολταϊκά στο κτήριο: Τα τελευταία χρόνια έχει εκδηλωθεί έντονο



Εικόνα 7-3: Φωτοβολταϊκά στο κτήριο

ενδιαφέρον για εφαρμογές φ/β συστημάτων ενσωματωμένων σε κτίρια. Στις εφαρμογές αυτές τα φ/β συστήματα εγκαθίσταται σε κτίρια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ συγχρόνως τα φωτοβολταϊκά πλαίσια χρησιμοποιούνται και σαν δομικά στοιχεία για την κάλυψη εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου, όπως

π.χ. σε οροφές, προσόψεις, σκίαστρα κλπ. Επίσης μπορούν να εγκατασταθούν ομοίως και σε κατασκευές του ευρύτερου οικιστικού περιβάλλοντος όπως σε υπαίθρια πάρκινγκ, στέγαστρα κ.α. Τα οφέλη από τη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή των φ/β σε κτίρια είναι πολλαπλά. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από φ/β είναι η μόνη τεχνολογία που μπορεί να εφαρμοσθεί σε αστικό περιβάλλον με μηδενική ρύπανση. Η παραγωγή των φ/β προκύπτει κατά τις ώρες αιχμής της ζήτησης, υποστηρίζοντας το σύστημα παραγωγής ενέργειας σε περιόδους υψηλού κόστους παραγωγής. Λόγω δε της κατανεμημένης παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στα σημεία ζήτησης μειώνονται οι απώλειες στο σύστημα μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος των φ/β πλαισίων αποτελεί το μεγαλύτερο μειονέκτημα για την ευρεία εξάπλωση της εν λόγω τεχνολογίας. Στην περίπτωση μας, που το κτήριο είναι

διασυνδεδεμένο στο δίκτυο, η ενέργεια που παράγεται εντάσσεται στο καθεστώς net metering μέσω του οποίου επιτυγχάνεται συμψηφισμός της ηλεκτρικής ενέργειας.

- **Μικρές ανεμογεννήτριες:** Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών είναι από τις πιο ώριμες και πλέον διαδεδομένες σε όλη της Ευρώπη τεχνολογίες ΑΠΕ. Εκτός από τα αιολικά πάρκα που τροφοδοτούν απευθείας το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας όπου είναι εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες μεγάλης ονομαστικής ισχύος, εγκαθίσταται και οι μικρές ανεμογεννήτριες για εφαρμογές μικρής κλίμακας.



Εικόνα 7-4: Μικρή ανεμογεννήτρια

Η εγκατάστασή τους συνιστάται σε μη αστικές περιοχές καθώς απαιτείται μία έκταση γύρω από αυτές χωρίς εμπόδια ώστε να μην επηρεάζεται η λειτουργία τους και να είναι εκτεθειμένες στον άνεμο. Το συνολικό κόστος για την αγορά και εγκατάσταση μιας μικρής ανεμογεννήτριας ανέρχεται στα 3000€. Όσον αφορά τον θόρυβο που παράγει μία μικρή ανεμογεννήτρια πρέπει να

αναφερθεί ότι είναι μικρότερος από τον θόρυβο που παράγει ένα πλυντήριο, οπότε θέματα σχετικά με την επίπτωση λόγω του θορύβου στο περιβάλλον και την ενόχληση γειτονικών σπιτιών πρακτικά δεν υφίστανται.

- **Βιομάζα:** Στον κτιριακό τομέα η κύρια χρήση της βιομάζας είναι η καύση της για θέρμανση και παραγωγή ΖΝΧ. Η βιομάζα που χρησιμοποιείται μπορεί να είναι ακατέργαστη όπως καυσόξυλα, σπασμένα κουκούτσια κλπ. ή επεξεργασμένη για ευκολότερη χρήση αποθήκευση και μεταφορά όπως μπρικέτες. Για την καύση της βιομάζας μπορούν να χρησιμοποιηθούν τυπικά τζάκια, ενεργειακά τζάκια, σόμπες και λέβητες.
- **Ηλιακά συστήματα:** Τα θερμικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία για την παραγωγή θέρμανσης, ψύξης και ΖΝΧ. Η χρήση των θερμικών ηλιακών συστημάτων για τη θέρμανση ΖΝΧ είναι ευρέως διαδεδομένη στη χώρα μας. Επίσης η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την παραγωγή θέρμανσης μέσω των συστημάτων combi. Στα συστήματα combi το νερό θέρμανσης χώρων θερμαίνεται από τους ηλιακού συλλέκτες και αποθηκεύεται σε ένα θερμό δοχείο νερού. Το ζεστό νερό χρήσης αποθηκεύεται σε ένα δεύτερο δοχείο θερμού νερού μικρότερου όγκου. Βέβαια το σύστημα combi είναι απαραίτητο να είναι συνδεδεμένο και με το υπάρχον σύστημα θέρμανσης για κάλυψη των φορτίων στην περίπτωση μη επάρκειας της ηλιακής ενέργειας. Η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται και στην παραγωγή ψύξης. Πιο

συγκεκριμένα, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για τη λειτουργία συστημάτων κλιματισμού χώρων είναι ελκυστική, δεδομένου ότι το ψυκτικό φορτίο συμπίπτει γενικά με τη διαθεσιμότητα της ηλιακής ενέργειας και επομένως οι απαιτήσεις σε ψύξη ενός κτιρίου συμπίπτουν με την υψηλή ηλιακή ακτινοβολία. Τα συστήματα ηλιακής ψύξης έχουν το πλεονέκτημα ότι χρησιμοποιούν απολύτως αβλαβή ρευστά όπως το νερό ή διαλύματα αλάτων για την λειτουργία τους. Είναι ενεργειακά αποδοτικά και περιβαλλοντικά φιλικά. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ως αυτόνομα συστήματα είτε σε συνδυασμό με συμβατικό κλιματισμό για να βελτιώσουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας του εσωτερικού όλων των τύπων κτιρίου. Τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού ταξινομούνται σε: κλειστά συστήματα και ανοιχτά συστήματα. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται τα εν λόγω συστήματα

7.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ

Για την επιλογή των παρεμβάσεων πρέπει να υπάρξει αξιολόγηση των υπάρχουσών τεχνολογικών λύσεων, αναφορικά με τις ηλεκτρομηχανολογικές διατάξεις και τα υλικά, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και τυχόν συνδυασμού τους με τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η επιλογή θα συνυπολογίζει κοινωνικούς και οικονομικούς παράγοντες, για κατανόηση του τοπικού κλίματος, της επιρροής του στο κτήριο, την προσαρμογή του σχεδιασμού του κτηρίου, για την κατάλληλη χρήση της ηλιακής ενέργειας και τον συνυπολογισμό της ενεργειακής ζήτησης. Η συνήθης ευρωπαϊκή τακτική για την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των δημοσίων κτηρίων περιλαμβάνει παρεμβάσεις που σχετίζονται με τον σχεδιασμό και αφορούν παθητικές ή υβριδικές τεχνικές δροσίσιμου, χαμηλής ενέργειας, το φωτισμό, τα στοιχεία κατασκευής (κέλυφος, κουφώματα, υαλοπίνακες κτλ.) Επίσης, περιλαμβάνονται τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και κεντρικά συστήματα διαχείρισης και ελέγχου κτηρίων (BEMS), συστήματα ZNX, συστήματα θέρμανσης – ψύξης και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (CHP) κλπ.



Εικόνα 7-5: Ενεργειακή αναβάθμιση κτηρίου

Με βάση τη συλλογή δεδομένων και την ανάλυση τους, όπου και περιγράφηκαν στα παραπάνω κεφάλαια, και συνεκτιμώντας τις συνθήκες θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης που πρέπει να υφίστανται σε ένα κτήριο, ακολουθούν οι προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που είναι χρήσιμο να εφαρμοστούν στο κτήριο, καθώς επίσης και το κόστος της εκάστοτε παρέμβασης.

7.2.1 Αντικατάσταση των λαμπών φθορισμού με λάμπες led

Το πρώτο βήμα για την ενεργειακή εξοικονόμηση είναι η αντικατάσταση των λαμπών φθορισμού με λάμπες LED. Η ποσότητα, καθώς και τα συνολικά Watts που καταναλώνονται στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών καταγράφονται στον παρακάτω Πίνακα 7-1.

Πίνακας 7-1: Ποσότητα και συνολική κατανάλωση λαμπών φθορίου στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ

ΛΑΜΠΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ			
ΕΙΔΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	WATT	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
Σωλήνας φθορίου	925	36	33.300
Πάνελ φθορίου (4*18)	28	72	2.016

Από πίνακες είναι γνωστή η αντιστοιχία που υπάρχει ανάμεσα στις λάμπες φθορίου και στις λάμπες LED.

Ένας σωλήνας φθορίου 36 Watt αντιστοιχεί σε ένα σωλήνα led 20 Watt. Επίσης, ένα πάνελ φθορίου (4*18) Watt αντιστοιχεί σε ένα LED πάνελ των 40 Watt. Με τα παραπάνω καταλήγουμε εύκολα στον Πίνακα 7-2.

Πίνακας 7-2: Ποσότητα και συνολική κατανάλωση λαμπών LED στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ

ΛΑΜΠΕΣ LED			
ΕΙΔΟΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	WATT	ΣΥΝΟΛΙΚΑ WATTS
Σωλήνας LED	925	20	18.500
Πάνελ LED	28	40	1.120

Πιο συγκεκριμένα, ο ακριβής τύπος φωτιστικών που επιλέγουμε να τοποθετήσουμε στην θέση των υπαρχουσών είναι ο εξής:

Στην θέση των σωλήνων φθορίου επιλέγουμε σωλήνες LED T8 20W. Τα τεχνικά του χαρακτηριστικά περιγράφονται στον παρακάτω Πίνακα 7-3:

Πίνακας 7-3: Τεχνικά χαρακτηριστικά λαμπτήρων σωλήνα LED

Ισχύς:	20 Watt
Τάση:	230 V AC
Φωτεινότητα:	1800 Lumen
Dimming:	Όχι
Τύπος χρώματος:	Ψυχρό φως 6000K
Γωνία διάχυσης φωτός:	Δέσμης 320° μοιρών
Ώρες διάρκειας ζωής:	> 30.000 ώρες
Χρόνος εκκίνησης:	0.2 sec
Ενεργειακή κλάση:	A' Class
Πιστοποιητικά:	CE και RoHS
Συντελεστής ισχύος:	0.99 (cosφ)
Εγγύηση:	2 χρόνια άμεσης αντικατάστασης
Διαστάσεις:	T8 - 1200 mm



Εικόνα 7-6: Λάμπα σωλήνας LED

Το κόστος αγοράς για το έναν λαμπτήρα ανέρχεται στα 4,00 €. Έχοντας να αντικαταστήσουμε 925 λαμπτήρες, το κόστος υπολογίζεται στα 3.700€.

Στην θέση του πάνελ φθορίου επιλέγεται να τοποθετηθεί πάνελ LED 40 Watt 60x60 cm. Τα τεχνικά του χαρακτηριστικά περιγράφονται στον παρακάτω Πίνακα 7-4:

Πίνακας 7-4: Τεχνικά χαρακτηριστικά λαμπτήρων πάνελ LED

Ισχύς:	40 Watt
Τάση:	AC100V - 240V
Υλικό κατασκευής:	Aluminium & PC Cover
Επιφάνεια καλύμματος:	Γαλακτούχο
Led chip:	Epistar
Φωτεινή ροή Lumen:	3000-3600 lm
Αποδοτικότητα:	80 - 90 lm/w
Πηγή Φωτεινότητας:	240 ΣΜΔ 4014 0.2W
Δείκτης χρωματικής απόδοσης (CRI):	> 80
Συντελεστής ισχύος:	> 0.95
Γωνία φωτισμού:	160°
Δείκτης χρώματος (Κέλβιν):	Ζεστό Λευκό (3000K)
Διάρκεια ζωής:	30.000 - 50.000 ώρες
Διαστάσεις:	60 x 60 cm
Πιστοποιητικά:	CE, RoHS, TUV
Εγγύηση:	5 έτη



Εικόνα 7-7: Λάμπα πάνελ LED

Το κόστος αγοράς για το έναν λαμπτήρα πάνελ ανέρχεται στα 14,95 €. Έχοντας να αντικαταστήσουμε 28 λαμπτήρες, το κόστος υπολογίζεται στα 418,6€.

Προσθέτοντας και το κόστος των σωλήνων LED, το συνολικό κόστος ανέρχεται στα 4.118,6€.

Βάση των υπολογισμών σε παραπάνω κεφάλαιο, όσο αφορά στην κατανάλωση ισχύος από τους προηγούμενους λαμπτήρες σε σχέση και συγκρίνοντάς τους με την κατανάλωση των νέων, προκύπτει εξοικονόμηση 24.909 kWh ετησίως. Υπολογίζεται έτσι η συνολική ετήσια εξοικονόμηση, λαμβάνοντας υπ' όψιν την τιμή της κιλοβατώρας από τα τιμολόγια της ΔΕΗ ως 0,16585 €/kWh, σε 4.131,2€ ετησίως.

7.2.2 Αντικατάσταση υαλοπινάκων

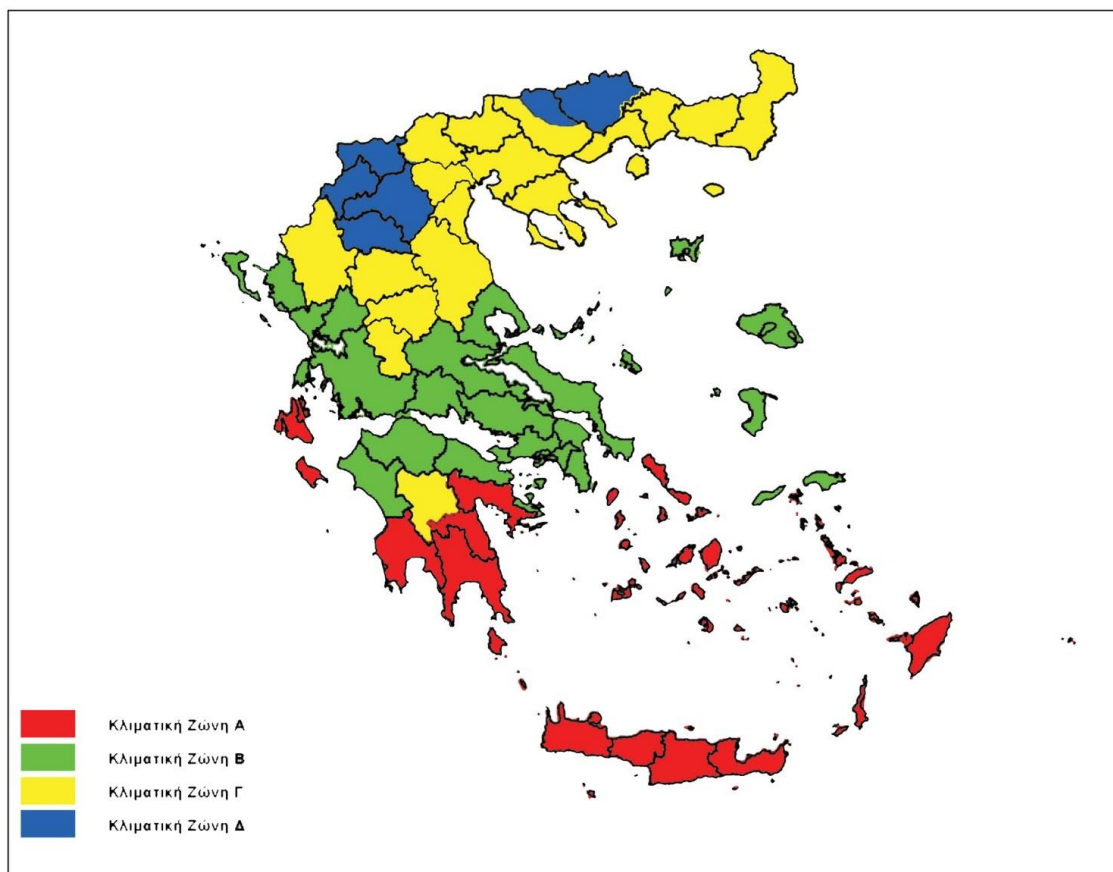
Μία ιδιαίτερα σημαντική παρέμβαση για την αναβάθμιση του κτηρίου, αποτελεί η αντικατάσταση των κουφωμάτων του με σύγχρονα, ενεργειακά αποδοτικά κουφώματα με πιστοποιημένες ιδιότητες.

Η αντικατάσταση παλαιών κουφωμάτων με μονούς υαλοπίνακες, με νέα, τα οποία διαθέτουν διπλούς υαλοπίνακες και θερμομονωτικό πλαίσιο οδηγεί σε εξοικονόμηση ενέργειας που ανέρχεται σε ποσοστό 20 έως 25%, ενώ η βελτίωση της θερμικής άνεσης είναι, χειμώνα – καλοκαίρι, εντυπωσιακή, εξαφανίζοντας τον χειμώνα φαινόμενα συμπύκνωσης υδρατμών στα παράθυρα και μειώνοντας την υπερθέρμανση του χώρου το καλοκαίρι.

Έχοντας υπ' όψιν τις κατόψεις του κτηρίου παρατηρούμε ότι το είδος παραθύρου που χρησιμοποιείται στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ είναι ανοιγόμενο παράθυρο χωρίς εξώφυλλο. Είναι μεταλλικό, απλό, με συντελεστή θερμοπερατότητας $k = 6,0 \text{ kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{grad}$.

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας χαρακτηρίζει τις θερμικές απώλειες Q από το κούφωμα συνολικά. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας τόσο πιο ενεργειακά αποδοτικό είναι το κούφωμα και προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων.

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης των Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ) ορίζει μέγιστο συντελεστή θερμοπερατότητας ανοιγμάτων, για κάθε μία από τις τέσσερις κλιματικές ζώνες που χωρίζεται η Ελλάδα.



Εικόνα 7-8: Οι τέσσερις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας

Η Πάτρα, στην οποία βρίσκεται και το κτήριο που εξετάζουμε, ανήκει στην Κλιματική Ζώνη Β. Ο μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας για ανοίγματα για την ζώνη αυτή είναι $3,00 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{grad}$.

Για την αντικατάσταση των υφιστάμενων κουφωμάτων επιλέγονται κουφώματα αλουμινίου με διπλό τζάμι, ανοιγόμενα με συντελεστή θερμοπερατότητας $2,7 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{grad}$.

Το πλήθος των κουφωμάτων που ανήκουν στο τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ καταγράφεται στον παρακάτω Πίνακα 7-5:

Πίνακας 7-5: Διαστάσεις και πλήθος κουφωμάτων τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ

Πλήθος	Είδος
85	1.03/3.00 1.00
26	1.03/3.00 1.40
25	1.03/3.00 2.45
6	1.03/3.00 2.80

Κάνοντας έρευνα αγοράς υπολογίζεται το κόστος αγοράς των νέων κουφωμάτων.

Για το κούφωμα με διαστάσεις: Πλάτος=103 cm και Μήκος=200 cm η τιμή της μονάδας υπολογίζεται στα 263 €. Πολλαπλασιάζοντας επί το πλήθος το κόστος ανέρχεται στα $263 * 85 = 22.355€$.

Για το κούφωμα με διαστάσεις: Πλάτος=103 cm και Μήκος=160 cm η τιμή της μονάδας υπολογίζεται στα 235 €. Πολλαπλασιάζοντας επί το πλήθος το κόστος ανέρχεται στα $235 * 26 = 6.110€$.

Για το κούφωμα με διαστάσεις: Πλάτος=103 cm και Μήκος=55 cm η τιμή της μονάδας υπολογίζεται στα 180 €. Πολλαπλασιάζοντας επί το πλήθος το κόστος ανέρχεται στα $180 * 25 = 4.500€$.

Για το κούφωμα με διαστάσεις: Πλάτος=103 cm και Μήκος=80 cm η τιμή της μονάδας υπολογίζεται στα 190 €. Πολλαπλασιάζοντας επί το πλήθος το κόστος ανέρχεται στα $190 * 6 = 1.140€$.

Αθροίζοντάς τα, το συνολικό κόστος από την αντικατάσταση όλων των κουφωμάτων ανέρχεται στα 34.105€.

7.2.3 Εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης

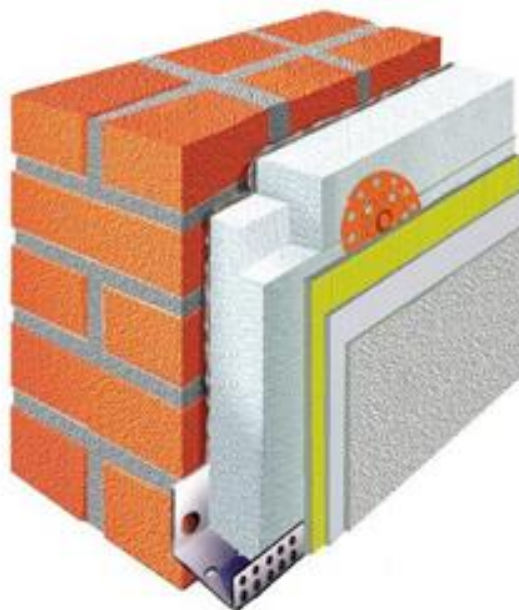
Στην Εικόνα 7-9 βλέπουμε σε ποσοστά τον τρόπο που χάνεται η θερμότητα από ένα κτήριο.



Εικόνα 7-9: Πως χάνεται η θερμότητα από ένα κτήριο

Παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (35%) απωλειών θερμότητας το έχουμε από τους τοίχους. Για αυτό, ένας τρόπος εξοικονόμησης ενέργειας είναι η εφαρμογή εξωτερικής ή εσωτερικής θερμομόνωσης.

Στην εξωτερική θερμομόνωση το μονωτικό υλικό τοποθετείται με κόλλα στην εξωτερική πλευρά του τοίχου.



Εικόνα 7-10: Εξωτερική θερμομόνωση τοίχου

Στην συνέχεια πάνω σε αυτό τοποθετείται με κόλλα ένα πλέγμα οπλισμού και ακολουθεί η κάλυψη του πλέγματος με ειδικό επίχρισμα.

Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζουμε και την θερμομόνωση του σκελετού, οι χώροι αργούν να θερμανθούν αλλά παραμένουν θερμοί για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την διακοπή της θέρμανσης και το κόστος κατασκευής είναι υψηλό.

Η εξωτερική θερμομόνωση αυξάνει την διάρκεια μεταβολής των συνθηκών θερμοκρασίας στους χώρους και γίνεται σε κατασκευές με συνεχή χρήση. Ακόμη, μπορεί να ανακαινίσει εξωτερικά τις όψεις του σπιτιού, ειδικά όταν υπάρχει φθορά λόγω παλαιότητας. Επιπλέον, προστατεύει τις προσόψεις από την έκθεσή τους σε ήλιο και βροχές. Συγκριτικά με την εσωτερική θερμομόνωση κοστίζει περισσότερο, αλλά παρέχει περισσότερη στεγάνωση.

Από την άλλη, στην εσωτερική θερμομόνωση το μονωτικό υλικό τοποθετείται στην εσωτερική πλευρά του τοίχου και προστατεύεται από κάποιο στέρεο δομικό υλικό, που λειτουργεί όπως το εσωτερικό επίχρισμα.

Με τον τρόπο αυτό έχουμε μείωση του ωφέλιμου χώρου, μη θερμομόνωση του σκελετού, σύντομη θέρμανση και ψύξη των χώρων και πολύ χαμηλό κόστος.

Η εσωτερική θερμομόνωση γίνεται σε κατασκευές με περιοδική χρήση και απαίτηση γρήγορης θέρμανσης. Κοστίζει πιο λίγο από την εξωτερική θερμομόνωσης.

Το είδος θερμομόνωσης που επιλέχθηκε για το κτήριο των Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ είναι η εξωτερική θερμομόνωση.

Κάνοντας μία σχετική έρευνα αγοράς στον παρακάτω Πίνακα 7-6 παρουσιάζεται το κόστος της εξωτερικής θερμομόνωσης ανά m^2 , βάση των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και του κόστους εργασίας.

Πίνακας 7-6: Υλικά και κόστος εξωτερικής θερμομόνωσης

Προϊόν	Διαστάσεις	Μονάδα μέτρησης	Τιμή	Κατανάλωση/m ²	Τιμή/m ² εφαρμογής
Θερμομονωτικό υλικό 3ης γενιάς Durosol eXternal	1000x500x500	m ²	5,75 €	1 m ² /m ²	6,34 €
Υλικό επικάλυψης FGL-Thermo I		m ²	0,39 €	4 kg/m ²	1,56 €
Υαλόπλεγμα ενίσχυσης FGL-Mesh 5x5mm white 160gr/m ²	1x50m	m ²	0,84 €	1 m ² /m ²	0,84 €
Βύσματα στερέωσης FGL-Dowel	90mm	Τεμάχια	0,12 €	5 τεμχ/m ²	0,60 €
Βασικό επίχρισμα FGL-Thermo III		kg	0,51 €	4 kg/m ²	2,04 €
Ασάρι πρόσφυσης Primer		litres	3,20 €	0,1 litre/m ²	0,32 €
Τελικό σιλικονούχο επίχρισμα Χρωμοσοβάς Leoplast	κοκκομετρία 1-2,5mm	kg	2,10 €	1,8-3,6 kg/m ²	3,78 €
ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ					13 €/m ²
ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ					15,47 €/m ²
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ					28,47 €/m ²

Έτσι, το συνολικό κόστος για εξωτερική θερμομόνωση υπολογίζεται στα 28,47 €/m²

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ενεργειακή μελέτη του κεντρικού κτηρίου του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, και πιο συγκεκριμένα οι αίθουσες του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ, ώστε να επιτευχθεί ενεργειακή εξοικονόμηση και ταυτόχρονη εξοικονόμηση χρηματικών πόρων.

Από τα αποτελέσματα της επιθεώρησης, προέκυψε η αναμενόμενη εικόνα των ενεργειακά μη αποδοτικών κτηρίων. Οι υψηλές καταναλώσεις ενέργειας κατέδειξαν τον ελλιπή σχεδιασμό του κτηριακού κελύφους και έδειξαν την κατεύθυνση για βελτιωτικές επεμβάσεις.

Επομένως, το πρώτο βήμα για την εξοικονόμηση ενέργειας δεν θα μπορούσε να είναι άλλο από την διόρθωση του συντελεστή ισχύος ($\cos\phi$) με σκοπό την μείωση της άεργου ισχύος που καταναλώνεται άσκοπα στο κτήριο.

Επίσης, σημαντικά αποτελέσματα είχε και η αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες LED, καθώς η επέμβαση στο κέλυφος του κτηρίου με σκοπό την μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας, και κατά συνέπεια και των θερμικών απωλειών.

Ακόμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση επέφερε η εγκατάσταση συστήματος BEMS, όπως και η χρήση ΑΠΕ στο κτήριο.

Τέλος, εξετάστηκε κι ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών που είχαν ως στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και την φιλικότερη στάση του κτηρίου απέναντι στο περιβάλλον.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. [http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=u1Ez6ny5W90%3D&t
abid=281&language=el-GR](http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=u1Ez6ny5W90%3D&t
abid=281&language=el-GR)
2. http://www.triedrasi.gr/index.php/diaxeirisi_energias.html
3. <https://www.monotikaylika.gr/eksoteriki-thermomonomosi/>
4. [https://monosi-fragoulakis.gr/eksoteriki-
thermomonomosi/thermomonomosi-times/](https://monosi-fragoulakis.gr/eksoteriki-
thermomonomosi/thermomonomosi-times/)
5. <https://atyourservice.com.cy/blog/posts/thermomonomosi-spitiou>
6. [https://www.winco.gr/configurator/parathiro/17-anoigomeno-difyllo-
europa.html](https://www.winco.gr/configurator/parathiro/17-anoigomeno-difyllo-
europa.html)
7. [http://www.exalco.gr/Uploads/Documents/43146/exalco_odigos_sy
ntelestwn_u.pdf](http://www.exalco.gr/Uploads/Documents/43146/exalco_odigos_sy
ntelestwn_u.pdf)
8. [https://tzampalampa.gr/%CF%80%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%BB-
led/1747-
%CF%80%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%BB-led-slim-40w-
3000k-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF-
600x600x9mm-3301201200004.html](https://tzampalampa.gr/%CF%80%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%BB-
led/1747-
%CF%80%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%BB-led-slim-40w-
3000k-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF-
600x600x9mm-3301201200004.html)

9. <http://ledgenesis.gr/el/index.php?about=9&page=2>

10. http://www.enausys.com/com/32_BEMS-systhma-energeiakhs-diaxeirishs-ktiriou,-energeiakh-parakoloythsh-katagrafh-ENAYSYS-Thessalonikh

11. <https://www.toled.gr/lampes-led-pleonektimata/>

12. <http://eclass.teipir.gr/openeclass/modules/document/file.php/ELEC101/II.%CE%94%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CE%B9%CE%B5%CF%82%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85/4.%CE%9C%CE%B5%CE%BB%CE%AD%CF%84%CE%B7%CE%A7%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B7%CF%81%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8E%CE%BD%CF%84%CF%89%CE%BD%CE%9B%CE%B1%CE%BC%CF%80%CF%84%CE%AE%CF%81%CF%89%CE%BD%CE%A6%CE%B8%CE%BF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D.pdf>

13. <http://dguide.nrgproject.eu/wp-content/uploads/2016/02/D2.pdf>