



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

Μελέτη καταναλώσεων κτιρίου Ζ και προτάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας



**Φοιτητής: Γιαννετίδης Αργύριος
ΑΜ: 47185**

Επιβλέπων Καθηγητής

**Γεώργιος Βόκας
Καθηγητής**

ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΛΙΟΣ 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF ELECTRICAL & ELECTRONICS ENGINEERING

Diploma Thesis

Study on building Z expenditure and Energy Saving suggestions



Student: Giannetidis Argyrios
Registration Number: 47185

Supervisor

Georgios Vokas
Professor

ATHENS-EGALEO, JULY 2022

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

Βόκας Γεώργιος, Καθηγητής	Καμινάρης Σταύρος, Καθηγητής	Κονταξής Παναγιώτης, Λέκτορας εφαρμογών
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και Αργύριος Γιαννετίδης, Ιούλιος, 2022

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Αργύριος Γιαννετίδης του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου 50347185 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος/ουσας καθηγητή/ήτριας.»

Ο Δηλών

Αργύριος Γιαννετίδης

(Υπογραφή φοιτητή)

A handwritten signature in blue ink, appearing to be the Greek name 'Αργύριος' (Argyrios), written in a cursive style.

Περίληψη

Στη σημερινή εποχή, είναι πολύ σημαντική η εξοικονόμηση ενέργειας. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, ολοένα και περισσότερες συσκευές χρησιμοποιούνται καθημερινά, με αποτέλεσμα να καταναλώνεται αρκετή ηλεκτρική ενέργεια. Λαμπτήρες, υπολογιστές, κλιματιστικά, εκτυπωτές είναι συσκευές καθημερινής χρήσης από την πλειονότητα των ανθρώπων. Ειδικά, στην περίπτωση του κτιρίου Z, το οποίο αποτελεί και το αντικείμενο μελέτης στην εργασία μας, εντοπίστηκαν εκατοντάδες καταναλωτές, αλλά και συσκευές, οι οποίες έχουν υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις. Κρίθηκε, λοιπόν, σκόπιμο να ερευνηθεί εις βάθος το επίπεδο κατανάλωσης ενέργειας στο κτίριο Z, με στόχο την παροχή συμβουλών και προτάσεων για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας στο εν λόγω κτίριο. Μάλιστα, για ακόμα πιο εμπειριστατωμένη έρευνα, δε σταθήκαμε μόνο στις προσωπικές μας μετρήσεις. Αντίθετα, προβήκαμε σε μια ενδελεχή μελέτη βιβλιογραφικών πηγών και αναλύσεων και συγγράψαμε κάποιες ενότητες τις εργασίας μας βάσει της θεωρίας αυτής. Αξιολογώντας τις διάφορες μελέτες και τα αποτελέσματα μετρήσεων που διενεργήσαμε, συγκεντρώσαμε και αναλύσαμε αρκετούς τρόπους και τεχνικές που θα μπορούσαν να περιορίσουν την κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου σε μεγάλο βαθμό. Αξιοσημείωτο είναι ότι πολλές από αυτές τις προτάσεις θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και σε οικιακό επίπεδο περιορίζοντας την κατανάλωση ενεργειακών πόρων του νοικοκυριού.

Λέξεις – κλειδιά

Εξοικονόμηση ενέργειας, κτίριο Z, καταναλώσεις, λαμπτήρες, ηλεκτρικές συσκευές

Abstract

Nowadays, energy saving is very significant. Because of the development of technology, more and more devices are being used every day and in consequence of that, a big amount of electrical energy is consumed. Light bulbs, computers, air conditioners, printers are everyday appliances, being used by the majority of people. Especially, in the case of building Z, which constitutes our subject, hundreds of consumers and devices were spotted having high requirements of energy. So, it was considered as calculated to survey the level of energy consumption of building Z in depth, for providing pieces of advice and suggestions on how to have the biggest energy saving at building Z, as much as possible. In fact, for an even more erudite survey, we did not only consider our own reads. Instead, we conducted a thorough study of bibliographic sources and analyzes and wrote some sections of our work based on this theory. Evaluating the various studies and measurement results we conducted, we collected and analyzed several ways and techniques that could reduce the energy consumption of the building to a great extent. It is noteworthy that many of these proposals could be used at home, limiting the consumption of household energy resources.

Keywords

Energy saving, building Z, consumptions, light bulbs, electrical appliances

Περιεχόμενα

1	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
1.1	Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.....	14
1.2	Σκοπός και στόχοι.....	14
1.3	Μεθοδολογία.....	14
1.4	Δομή	15
2	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	16
2.1	Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια ανά παράγοντα κατανάλωσης.....	16
2.2	Δημόσια κτίρια με υποχρέωση ανακαίνισης	19
2.3	«ΗΛΕΚΤΡΑ»: Πρόγραμμα Χρηματοδότησης για την Ενεργειακή Αναβάθμιση Δημόσιων Κτιρίων.	20
2.3.1	Γενικές Πληροφορίες για το Πρόγραμμα «ΗΛΕΚΤΡΑ».....	20
2.3.2	Επιλογή Κτιρίων για Ένταξη στο Πρόγραμμα.....	20
2.3.3	Το Είδος των Επεμβάσεων στα Κτίρια	21
2.3.4	Αιτήσεις Ένταξης στο Πρόγραμμα	22
2.3.5	Οικονομικά Στοιχεία Προγράμματος «ΗΛΕΚΤΡΑ».....	23
3	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Ιστορική αναδρομή	23
3.1	Εισαγωγή	23
3.2	Ιστορία των λαμπτήρων	24
3.3	Ο πρώτος λαμπτήρας	24
3.4	Λαμπτήρες φθορισμού	25
3.5	Ιστορία των λαμπτήρων LED	26
4	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Είδη και χαρακτηριστικά λαμπτήρων	27
4.1	Λαμπτήρες Πυρακτώσεως	27
4.2	Λαμπτήρες Αλογόνου	28
4.3	Λαμπτήρες τόξου.....	28
4.3.1	Λαμπτήρες Φθορίου ή Λαμπτήρες Φθορισμού	29
4.3.2	Συμπαγείς Λαμπτήρες Φθορισμού (CFL)	29
4.3.3	Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης.....	30
4.4	Λαμπτήρες ατμών νατρίου	31
4.4.1	Λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης	31
4.4.2	Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης	31
4.5	Λαμπτήρες LED ή Λαμπτήρες Διόδου Εκπομπής Φωτός.....	32
5	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Ηλεκτρικές συσκευές γραφείου: Μια γενικότερη παρουσίαση των ειδών και των χαρακτηριστικών τους	33
5.1	Σταθερός υπολογιστής.....	33
5.1.1	Κεντρική Μονάδα.....	34
5.1.2	Οθόνη	34
5.1.3	Περιφερειακά Υπολογιστή.....	35
5.1.4	Εκτυπωτής Ink-jet ή Εκτυπωτής με ψεκασμό μελάνης	36
5.1.5	Εκτυπωτής Laser	37
5.1.6	Πολυμηχανήματα.....	38
5.1.7	Φορητός υπολογιστής ή laptop.....	39
5.2	Σώματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας ή Fan Coil	40
5.3	Σώμα Αλογόνου	41

5.4	Ψυγείο	42
6	Κεφάλαιο 6: Μετρήσεις	43
6.1	Εισαγωγή	43
6.2	Κάτοψη Β ορόφου	45
6.3	Κάτοψη Α ορόφου.....	46
6.4	Κάτοψη Υπογείου	47
6.5	Κάτοψη Ισογείου	48
6.6	Πίνακες Μετρήσεων	49
6.7	Ανάλυση πινάκων	54
6.8	Αμπεροτσιμπίδα.....	55
6.9	Ενεργειακός αναλυτής.....	57
6.10	Διάγραμμα ισχύος.....	60
6.11	Συμπέρασμα	61
7	Κεφάλαιο 7: Τρόποι και υλικά εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια.....	64
7.1	Αυτοματισμοί Φωτισμού	64
7.2	Ανιχνευτής Κίνησης-Παρουσίας	64
7.3	Φωτοκύτταρο – Ανιχνευτής Φωτός.....	65
7.4	Χρονοδιακόπτης Φωτισμού	65
7.5	Ρυθμιστής Έντασης Φωτισμού (Dimmer).....	66
7.6	Αντικατάσταση παλαιών λαμπτήρων με LED.....	68
7.7	Μαγνητικές Επαφές	68
8	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.....	69
8.1	Εξοικονόμηση ενέργειας με αλλαγή λαμπτήρων σε led	69
8.2	Εξοικονόμηση ενέργειας με την χρήση ανιχνευτών κίνησης	72
8.3	Εξοικονόμηση ενέργειας με την χρήση μαγνητικών επαφών στα παράθυρα	74
8.4	Αποτελέσματα παρεμβάσεων.....	75
9	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές.....	76

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1 Ετήσια εξοικονόμηση Ενέργειας [45]

Πίνακας 2.2 Ετήσια εξοικονόμηση Ενέργειας με δράσεις εφόρου ζωής [45]

Πίνακας 2.3 Αθροιστική εξοικονόμηση Ενέργειας 2014-2020 [45]

Πίνακας 2.1.1 Πίνακας δημοσίων θερμαινόμενων ή/και ψυχόμενων κτιρίων[44]

Πίνακας 2.2.4.1 Δείκτες Παρακολούθησης [45]

Πίνακας 2.2.5.1 Κατανομή προϋπολογισμού Δικαιούχων [45]

Πίνακας 6.6.1 Μετρήσεις 16/03/2022

Πίνακας 6.6.2 Μετρήσεις 17/03/2022

Πίνακας 6.6.3 Μετρήσεις 18/03/2022

Πίνακας 6.6.4 Μετρήσεις 19/03/2022

Πίνακας 6.6.5 Μετρήσεις 21/03/2022

Πίνακας 8.1.1 Κόστος αγοράς υπάρχοντος εξοπλισμού

Πίνακας 8.1.2 Κόστος αγοράς νέων φωτιστικών σωμάτων

Πίνακας 8.1.3 Κόστος αγοράς νέων λαμπτήρων

Πίνακας 8.1.4 Κόστος τοποθέτησης και αντικατάστασης του υπάρχοντος φωτισμού

Πίνακας 8.1.5 Κόστος εγκατάστασης προτεινόμενου φωτισμού

Πίνακας 8.1.6 Κατανάλωση ρεύματος με τον υπάρχων φωτισμό

Πίνακας 8.1.7 Κατανάλωση ρεύματος με τον προτεινόμενο φωτισμό

Πίνακας 8.1.8 Συνολικά αποτελέσματα

Πίνακας 8.2.1 Υπολογισμός εβδομαδιαίας κατανάλωσης φωτών LED χωρίς ανιχνευτές κίνησης

Πίνακας 8.2.2 Υπολογισμός εβδομαδιαίας κατανάλωσης φωτών LED με ανιχνευτές κίνησης

Πίνακας 8.2.3 Υπολογισμός ποσοστού κέρδους εβδομαδιαίας κατανάλωσης με η χωρίς ανιχνευτές κίνησης

Πίνακας 8.2.4 Υπολογισμός ετήσιου κόστους και κέρδους με τον προτεινόμενο σενάριο

Πίνακας 8.3.1 Ετήσια κατανάλωση χωρίς μαγνητικές επαφές

Πίνακας 8.3.2 Ετήσια κατανάλωση με μαγνητικές επαφές

Πίνακας 8.4.1 Υπολογισμός κέρδους σεναρίων σε ισχύ, κατανάλωση και κόστος

Πίνακας 8.4.2 Υπολογισμός κέρδους σεναρίων σε κατανάλωση και εκλυόμενου ρύπου

Κατάλογος Εικόνων

- Εικόνα 4.2 Λαμπτήρας πυρακτώσεως [22]
- Εικόνα 4.4.1 Λαμπτήρες Φθορισμού [1]
- Εικόνα 4.4.2 Λαμπτήρας Φθορισμού [1]
- Εικόνα 4.4.3 Λαμπτήρας ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης [13]
- Εικόνα 4.5.1 Λαμπτήρας ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης [1]
- Εικόνα 4.5.2 Λαμπτήρας Νατρίου Υψηλής Πίεσης [1]
- Εικόνα 5.2 Κεντρική Μονάδα Σταθερού Υπολογιστή [32]
- Εικόνα 5.2.2 Οθόνη υπολογιστή [31]
- Εικόνα 5.2.3 Set Πληκτρολόγιο Ποντίκι [32]
- Εικόνα 5.2.4 Εκτυπωτής InkJet [28]
- Εικόνα 5.2.5 Εκτυπωτής Laser [29]
- Εικόνα 5.2.6 Πολυμηχάνημα [27]
- Εικόνα 5.2.7 Laptop [30]
- Εικόνα 5.3 Fan coil [2]
- Εικόνα 5.5 Ψυγείο [23]
- Εικόνα 6.8.1 Μέτρηση με Αμπεροτσιμπίδα
- Εικόνα 6.8.2 Μέτρηση με Αμπεροτσιμπίδα
- Εικόνα 6.8.3 Μέτρηση με Αμπεροτσιμπίδα
- Εικόνα 6.9 Ενεργειακός αναλυτής
- Εικόνα 6.10 Διάγραμμα ισχύος
- Εικόνα 6.11.1 Σύνδεση ενεργειακού αναλυτή
- Εικόνα 6.11.2 Σύνδεση ενεργειακού αναλυτή
- Εικόνα 7.2 Ανιχνευτής κίνησης [51]
- Εικόνα 7.4 Χρονοδιακόπτης [20]
- Εικόνα 7.5 Dimmer [21]

Εικόνα 7.7 Μαγνητική επαφή [15]

1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας αποτελεί η μελέτη των καταναλώσεων του κτιρίου Z' του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής και εν συνεχεία, η παρουσίαση προτάσεων με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας σε αυτό. Το εν λόγω αντικείμενο είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον, καθώς μας επιτρέπει να γνωρίσουμε τεχνολογίες και τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας. Επιπλέον, πέρα από ενδιαφέρον, το αντικείμενο της διπλωματικής μας εργασίας αποτελεί, σαφώς, κι ένα σημαντικό και επίκαιρο θέμα. Η εξοικονόμηση ενέργειας μας απασχολεί όλους πλέον, καθώς η οικολογική μας συνείδηση με το πέρασμα των ετών αφυπνίζεται. Φυσικά, εκτός από την αγάπη μας προς το περιβάλλον, δεν είναι λίγοι εκείνοι που επιθυμούν να κάνουν οικονομία και γνωρίζουν πολύ καλά πως η πραγματική οικονομία ξεκινά από τις ηλεκτρικές τους συσκευές.

1.2 Σκοπός και στόχοι

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η έρευνα σχετικά με τους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και η έμπρακτη ενασχόληση πάνω σε αυτό το αντικείμενο. Συγκεκριμένα, στόχους μας αποτέλεσαν η καταγραφή των καταναλώσεων του κτιρίου Z' του Πανεπιστημίου μας, η αναλυτική παρουσίασή τους, καθώς επίσης και η εύρεση των ορθών και καρποφόρων τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας. Ως έναν ακόμα επιπλέον στόχο μας, θέσαμε την όσο το δυνατόν διεξοδικότερη επιστημονική τεκμηρίωση των λεγομένων μας, αλλά και την όσο το εφικτό πιο ευρεία παροχή πληροφοριών.

1.3 Μεθοδολογία

Η διαδικασία υλοποίησης αυτής της εργασίας πραγματοποιήθηκε σε αρκετά στάδια. Αρχικά χρειάστηκε να μελετηθεί αναλυτικά το κτήριο όσο αφορά την χωροταξία του και τις αίθουσες από τις οποίες αποτελείται. Παράλληλα, επισκεφτήκαμε όλες τις αίθουσες στις οποίες είχαμε πρόσβαση και σημειώσαμε συσκευές με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την ερευνά μας. Έπειτα, τοποθετήσαμε ένα ενεργειακό αναλυτή για μια εβδομάδα με σκοπό να αποτυπώσουμε τις καταναλώσεις ενέργειας του κτιρίου και να τις συγκρίνουμε με τις δίκες μετρήσεις με την βοήθεια αμπεροτσιμπίδας. Επιπλέον, πραγματοποιήσαμε μια έρευνα σε αντίστοιχες εργασίες αντλώντας πληροφορίες χρήσιμες για την διεξαγωγή της μελέτης οι οποίες σε συνδυασμό με τις μετρήσεις που πήραμε και τα αποτελέσματα του ενεργειακού αναλυτή μας οδήγησαν σε αξιόλογα συμπεράσματα. Ολοκληρώνοντας, βασιζόμενοι στα συμπεράσματα που καταλήξαμε προτείνουμε ορισμένους τρόπους εξοικονόμησης ρεύματος με σκοπό τον περιορισμό της κατανάλωσής ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου Z.

1.4 Δομή

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, εκτός του προλόγου και της εισαγωγής, θεωρήσαμε σκόπιμο να ξεκινήσουμε με μια βιβλιογραφική ανασκόπηση, στην οποία μιλήσαμε για την κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια της χώρας μας, αλλά και για την εξοικονόμηση ενέργειας σε αυτά. Στο επόμενο κεφάλαιο, ασχοληθήκαμε με μια ιστορική αναδρομή των βασικών ειδών των λαμπτήρων, θέλοντας να είμαστε πολύ τυπικοί και να παρέχουμε την όσο το δυνατόν πιο λεπτομερή παρουσίαση του αντικειμένου μας, ώστε να επιτεύξουμε τη μεγαλύτερη δυνατή κατανόηση.

Στη συνέχεια, στο τέταρτο κεφάλαιο, μιλήσαμε για τα είδη των λαμπτήρων και τα χαρακτηριστικά καθενός από αυτά. Ξεκινήσαμε με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, περάσαμε στους λαμπτήρες αλογόνου και έπειτα, στους λαμπτήρες τόξου. Τους τελευταίους τους χωρίσαμε στα επιμέρους είδη τους - λαμπτήρες φθορισμού, συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού και λαμπτήρες υψηλής πίεσης υδραργύρου- και τα αναλύσαμε. Στη συνέχεια, αναφερθήκαμε στους λαμπτήρες νατρίου και προβήκαμε, και σε αυτούς, στην ανάλυση των επιμέρους ειδών τους. Φυσικά, δε θα μπορούσαμε να παραλείψουμε την αναφορά στους σύγχρονους λαμπτήρες τεχνολογίας LED.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, μιλήσαμε για τις πιθανές ηλεκτρικές συσκευές που συναντάμε σε ένα γραφείο και τις παρουσιάσαμε, φροντίζοντας να αναφερθούμε και στα χαρακτηριστικά, αλλά και στα ποσά ενέργειας που καταναλώνουν. Ενδεικτικά, μπορούμε να αναφέρουμε μερικές συσκευές, όπως σταθερός και φορητός υπολογιστής, εκτυπωτές και πολυμηχανήματα, ψυγείο, σόμπα αλογόνου και fan coil.

Στο επόμενο κεφάλαιο της διπλωματικής μας εργασίας, αναφερθήκαμε στις μετρήσεις που κάναμε στις καταναλώσεις του κτιρίου Z' του Πανεπιστημίου μας και παραθέσαμε σχετικούς πίνακες και γραφήματα. Στο έβδομο κεφάλαιο, παρουσιάσαμε τις προτάσεις μας για τους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας που ταιριάζουν στο κτίριο Z' και αναλύσαμε τι είδος καθεμιάς, αλλά και τα ποσοστά εξοικονόμησης που θα επιτυγχάναμε με την εφαρμογή τους.

Στο όγδοο και τελευταίο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι βιβλιογραφικές μας αναφορές και όλες οι πηγές που χρησιμοποιήσαμε για την εξακρίβωση των λεγομένων μας.

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια ανά παράγοντα κατανάλωσης

Στη χώρα μας, για το 36% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται, ευθύνονται τα κτίρια. Αν εφαρμοστούν όμως τα κατάλληλα μέτρα εξοικονόμησης, η κατανάλωση είναι δυνατόν να μειωθεί κατά 10 – 15 % περίπου. Μελέτες έχουν δείξει ότι το 60% της συνολικής ενέργειας ενός κτιρίου καταναλώνεται για την κάλυψη της ψύξης και της θέρμανσης. Στη θέρμανση και την ψύξη του κτιρίου όμως μπορεί να συμβεί και η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας, που φτάνει μέχρι και το ποσοστό του 80%. Από την άλλη, ως προς τον φωτισμό, με τη χρήση ηλεκτρονικών ballast μπορεί να εξοικονομηθεί έως και 25% ενέργεια, ενώ με τη χρήση συσκευών που βελτιώνουν τον συντελεστή ισχύος, η εξοικονόμηση κυμαίνεται από 10 έως 20 %, ανάλογα με την κατανάλωση. Ακόμα, με τη συχνή συντήρηση της εγκατάστασης του φωτισμού ενδέχεται η εξοικονόμηση ενέργειας να φτάσει και το 15%. Η χρήση dimmer βοηθά κι αυτή με τη σειρά της στην εξοικονόμηση ενέργειας, που ανάλογα με τη συμβατότητα των λαμπτήρων με τα dimmer, το ποσοστό εξοικονόμησης μπορεί να ανέλθει στο 20%. Επιπροσθέτως, με τη χρήση ανιχνευτών κίνησης – παρουσίας, μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια ύψους 35-45%. [5]

Σύμφωνα με έρευνα του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας, στους παρακάτω πίνακες βλέπουμε διάφορες ενέργειες που έλαβαν χώρα από το 2014 έως το 2020, στην προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας. Οι ενέργειες αυτές αφορούν σε κτίρια παρόμοιων υποδομών με το κτίριο Z', το οποίο είναι και το αντικείμενο της μελέτης μας. Αναλυτικά, τα μέτρα και οι ενέργειες φαίνονται στους πίνακες συναρτήσεως της ετήσιας εξοικονόμησης, αλλά και σε διαστήματα περισσότερων ετών από το 2014 έως το 2020.

Πίνακας 2.1 "Ετήσια εξοικονόμηση Ενέργειας"

NEW ANNUAL SAVINGS (in ktOE/year) achieved in year i (annual savings achieved in year i from actions newly done in year i)		New annual savings [ktOE] expressed in final energy						
Energy savings achieved up to 2020 (savings achieved from measures and notified under Article 7(4)c) and (d) shall not be part of this table)	Policy measure (Please, specify the policy measure)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
M1	'Save Energy at Home' programme	21,98	8,17	1,55	5,30	0,00	0,00	0,00
M2	'SAVE' Programme for Local Authorities	0,00	0,00	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00
M3	'SAVE II' Programme for Local Authorities	0,00	0,05	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00
M4	Energy upgrade of residential buildings	0,00	0,00	0,00	0,01	9,69	53,26	22,87
M10	Developing smart metering systems	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	0,00
M18	Energy managers in buildings of the public sector and the general government	0,00	0,00	1,19	0,42	0,39	0,17	0,18
M20	Energy Performance Certificates as behavioural measure	2,09	3,51	2,26	2,47	4,60	6,09	10,64

Πίνακας 2.2 "Ετήσια εξοικονόμηση Ενέργειας με δράσεις εφόρου ζωής "

(annual savings achieved in year i from actions done from 2014 up to year i included, taking into account savings lifetimes)									
Energy savings achieved up to 2020 (savings achieved from measures and notified under Article 7(4)c) and (d) shall not be part of this table)	Policy measure (Please, specify the policy measure)	TOTAL annual savings [ktoe] expressed in final energy							
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
M1	'Save Energy at Home' programme	21,98	30,15	31,70	37,00	37,00	37,00	37,00	
M2	'SAVE' Programme for Local Authorities	0,00	0,00	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	
M3	'SAVE II' Programme for Local Authorities	0,00	0,05	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	
M4	Energy upgrade of residential buildings	0,00	0,00	0,00	0,01	9,70	62,96	85,84	
M10	Developing smart metering systems	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	1,07	
M18	Energy managers in buildings of the public sector and the general government	0,00	0,00	1,19	1,61	2,00	2,18	2,36	
M20	Energy Performance Certificates as behavioural measure	2,09	5,60	5,77	4,74	7,07	10,69	16,73	

Πίνακας 2.3 "Αθροιστική εξοικονόμηση Ενέργειας 2014-2020"

(savings achieved over the period from 2014 to year i included, from actions done from 2014 up to year i included, taking into account savings lifetimes)									
Energy savings achieved up to 2020 (savings achieved from measures and notified under Article 7(2)c) and (d) shall not be part of this table)	Policy measure (Please, specify the policy measure)	CUMULATIVE savings [ktoe] expressed in final energy							
		2014	2014-2015	2014-2016	2014-2017	2014-2018	2014-2019	2014-2020	
M1	'Save Energy at Home' programme	21,98	52,14	83,84	120,83	157,83	194,83	231,83	
M2	'SAVE' Programme for Local Authorities	0,00	0,00	2,25	4,50	6,75	9,00	11,25	
M3	'SAVE II' Programme for Local Authorities	0,00	0,05	0,26	0,47	0,69	0,90	1,12	
M4	Energy upgrade of residential buildings	0,00	0,00	0,00	0,01	9,71	72,68	158,51	
M10	Developing smart metering systems	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,07	2,14	
M18	Energy managers in buildings of the public sector and the general government	0,00	0,00	1,19	2,80	4,81	6,98	9,34	
M20	Energy Performance Certificates as behavioural measure	2,09	7,69	13,47	18,20	25,27	35,96	52,69	

2.2 Δημόσια κτίρια με υποχρέωση ανακαίνισης

α/α	Όνομα Φορέα	Οδός	Αριθμός	Εμβαδόν κτιρίου	Τ.Κ./ΠΟΛΗ	Ενεργειακή απόδοση κτιρίου (kWh/Έτος)
1	ΒΟΥΛΗ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ	Μέγαρο Βουλής		24.943	10021 / ΑΘΗΝΑ	5.256.737
2	ΜΕΓΑΡΟ ΜΑΞΙΜΟΥ	Ηρώδου Αττικού	19	2.206	10674 / ΑΘΗΝΑ	399.473
3	ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΤΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ	Στησιγόρου (Κτίριο Α')	17	1.538	10028 / ΑΘΗΝΑ	69.229
4	ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΤΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ	Στησιγόρου (Κτίριο Β')	17	856	10028 / ΑΘΗΝΑ	38.531
5	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΔΙΚΑΙΟΣΥΝΗΣ, ΔΙΑΦΑΝΕΙΑΣ & ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΩΝ	Ανασταύσεως	10	973	11636 / ΑΘΗΝΑ	3.580
6	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΜΥΝΑΣ	Λεωφόρος Μεσογείων	227-231	56.645	15561 / ΑΘΗΝΑ	11.653.156
7	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΑΜΥΝΑΣ	Λεωφόρος Μεσογείων	223-231	12.000	15561 / ΑΘΗΝΑ	889.200 (πρωτανενής ενέργεια)
8	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ (ΤΟΜΕΑΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ-ΘΡΑΚΗΣ)	Διοικητήριο (Θεσσαλονίκη)		7.828	54123 / ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	1.302.281
9	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ	Ακαδημίας	1	11.237	10671 / ΑΘΗΝΑ	1.208.894
10	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ	Ακαδημίας	3	7.031	10671 / ΑΘΗΝΑ	448.615
11	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ	Βασ. Σοφίας	1	8.268	10671 / ΑΘΗΝΑ	635.737
12	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ	Βασ. Σοφίας	5	2.848	10671 / ΑΘΗΝΑ	46.832
13	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ	Ζαλοκώστα	1	3.008	10671 / ΑΘΗΝΑ	174.057
14	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ	Ζαλοκώστα	2	3.776	10671 / ΑΘΗΝΑ	62.093
15	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ	Ζαλοκώστα	3	3.014	10671 / ΑΘΗΝΑ	117.164
16	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ	Ζαλοκώστα	10	7.415	10671 / ΑΘΗΝΑ	473.117
17	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΝΗΣΙΩΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ	Ακτή Βασιλειάδη Πύλη Ε1-Ε2		25.000	18510 / ΠΕΙΡΑΙΑΣ	4.439.780
18	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	Πλ. Κόνιγγος	20	8.500	10181 / ΑΘΗΝΑ	1.344.000
19	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΓΕΙΑΣ	Αριστοτέλους	17	12.600	10433 / ΑΘΗΝΑ	896.211
20	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ & ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	Αναστάσεως και Τσιγάντε	2	12.419	10191 / ΑΘΗΝΑ	1.125.000
21	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΠΟΔΟΜΩΝ & ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	Βασιλάκη	37	620	11472 / ΑΘΗΝΑ	84.700

2.1.1 Πίνακας δημοσίων θερμαινόμενων ή/και ψυχόμενων κτιρίων

Παραπάνω παρουσιάζεται σε πίνακα ο κατάλογος των θερμαινόμενων ή/και ψυχόμενων κτιρίων της κεντρικής δημόσιας διοίκησης, κατά το άρθρο 7 του ν.4342/2015 (άρθρο 5 της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ). Το συγκεκριμένο άρθρο αναφέρει στις δύο πρώτες του παραγράφους πως:

«1. Κάθε χρόνο ανακαινίζεται 3% του συνολικού εμβαδού δαπέδου των θερμαινόμενων ή/και ψυχόμενων κτιρίων που είναι ιδιόκτητα και καταλαμβάνονται από την κεντρική δημόσια διοίκηση προκειμένου να εκπληρωθούν τουλάχιστον οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που έχουν τεθεί κατ' εφαρμογή του άρθρου 4 του ν. 4122/2013 (Α' 42), με τον οποίο ενσωματώθηκε στο ελληνικό δίκαιο η Οδηγία 2010/31/ ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 (ΕΕ L 153 της 18.6.2010) και στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό. Η ανωτέρω υποχρέωση ισχύει από την 1η Ιανουαρίου του 2014.

2. Το ποσοστό του τρία τοις εκατό (3%) υπολογίζεται επί του συνολικού εμβαδού δαπέδου των κτιρίων με συνολικό ωφέλιμο εμβαδόν δαπέδου μεγαλύτερο από διακόσια πενήντα τετραγωνικά μέτρα (250 τ.μ.) που είναι ιδιόκτητα και καταλαμβανόμενα από την κεντρική δημόσια διοίκηση, τα οποία την 1η Ιανουαρίου

κάθε έτους δεν πληρούν τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που έχουν τεθεί κατ' εφαρμογή του άρθρου 4 του ν. 4122/2013.» [38].

Κατά την εφαρμογή αυτών των μέτρων, το κτίριο αντιμετωπίζεται ως σύνολο. Αυτό σημαίνει ότι συνυπολογίζονται το κέλυφος, ο εξοπλισμός, η συντήρηση, αλλά και η λειτουργία του. Μάλιστα, υπάρχουν και περιπτώσεις στις οποίες γίνεται ανακαίνιση σε ποσοστό μεγαλύτερο του 3%. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το πλεονάζον ποσοστό υπολογίζεται στο συνολικό ποσοστό ανακαίνισης σε οποιοδήποτε από τα τρία προηγούμενα ή επόμενα χρόνια [38].

2.3 «ΗΛΕΚΤΡΑ»: Πρόγραμμα Χρηματοδότησης για την Ενεργειακή Αναβάθμιση Δημόσιων Κτιρίων.

2.3.1 Γενικές Πληροφορίες για το Πρόγραμμα «ΗΛΕΚΤΡΑ»

Στη χώρα μας, αποφασίστηκε η εφαρμογή του προγράμματος «ΗΛΕΚΤΡΑ», για την περίοδο 2020-2026. Σκοπός αυτού του προγράμματος είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιριακών υποδομών [45] των δημόσιων κτιρίων [39]. Απώτερος στόχος, ακόμα, είναι να αποτελέσει το Δημόσιο παράδειγμα για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων του [39]. Μετά την εφαρμογή των προβλεπόμενων παρεμβάσεων, τις οποίες θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια, τα κτίρια που θα έχουν ενταχθεί στο εν λόγω πρόγραμμα, θα πρέπει να μπορούν να καταταχθούν τουλάχιστον στην κατηγορία ενεργειακής απόδοσης B', όπως αυτή ορίζεται από το άρθρο 10 του ισχύοντος Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων «ΑΠ. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/30-06-2017, ΦΕΚ 2367/Β'/12-07-2017], ενώ παράλληλα θα πρέπει να εξασφαλίσουν εξοικονόμηση της ετήσιας πρωτογενούς ενέργειας σε ποσοστό τουλάχιστον 30% [39].

Για να μπορέσουν να επιτευχθούν τα αποτελέσματα αυτά, το πρόγραμμα «ΗΛΕΚΤΡΑ» στοχεύει στη μείωση της κατανάλωσης της πρωτογενούς ενέργειας των κτιρίων και, ταυτόχρονα, στην ελαχιστοποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Αυτά θα καταφέρουν να υλοποιηθούν, πρώτον, μέσα από τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των ενταγμένων στο πρόγραμμα κτιρίων, με τη μείωση των θερμικών ή/και ψυκτικών τους απωλειών από το κτιριακό κέλυφος· δεύτερον, με τη χρήση ενεργειακά αποδοτικότερων τεχνικών συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού και παραγωγής ζεστού νερού χρήσης· τρίτον, με την ορθή εκμετάλλευση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την παραγωγή ενέργειας· τέταρτον, με την αξιοποίηση τεχνολογιών εξοικονόμησης ενέργειας, αυτοματισμών και ελέγχου λειτουργίας του κτιρίου [39], [45].

2.3.2 Επιλογή Κτιρίων για Ένταξη στο Πρόγραμμα

Έχει οριστεί ότι το πρόγραμμα αυτό αφορά στα κτίρια ολόκληρης της ελληνικής επικράτειας [39]. Όμως, δε θα συμμετάσχουν όλα τα δημόσια κτίρια, αλλά θα γίνει επιλογή ορισμένων βάσει συγκεκριμένων προϋποθέσεων. Πιο αναλυτικά, τα κατάλληλα για το πρόγραμμα κτίρια εντάσσονται σε τέσσερις κύριες κατηγορίες [45]:

« 1. Υγείας και Κοινωνικής Πρόνοιας (νοσοκομεία, κέντρα υγείας, γηροκομεία κ.λπ.)

Εκπαίδευσης (ΑΕΙ, σχολεία κ.λπ.)

Γραφείων (εγκαταστάσεις γραφείων, διοικητήρια, επισκοπεία κ.λπ.)

Λοιπές Χρήσεις Κτιρίων, που εντάσσονται στο Μητρώο Φορέων της Γενικής Κυβέρνησης, ή είναι Ν.Π.Δ.Δ. (κλειστές αθλητικές εγκαταστάσεις, χώροι μουσείων, εκκλησιαστικών ιδρυμάτων, πολιτιστικών εκδηλώσεων κ.λπ) »

Πέρα από αυτές τις βασικές κατηγορίες, υπάρχουν κι επιπλέον κριτήρια επιλογής των κτιρίων. Αρχικά, τα κτίρια θα πρέπει να επιλεγούν με βάση το αν συμβάλλουν στην ευαισθητοποίηση του πληθυσμού ή όχι. Ακόμα, θα πρέπει να [45]:

«- έχουν μεγάλη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας, σε σχέση είτε με το κτίριο αναφοράς, είτε με άλλα ομοειδή κτίρια,

- έχουν υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας,

- η ενέργεια που χρησιμοποιούν οδηγεί σε υψηλή ετήσια παραγωγή εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ανά μονάδα ωφέλιμης επιφάνειας,

- εξασφαλίζουν ωριμότητα υλοποίησης,

- δεν επιτυγχάνουν τις επιθυμητές εσωτερικές κλιματικές συνθήκες. »

Επιπλέοντα χαρακτηριστικά των επιλεγμένων κτιρίων είναι να [45]:

«1. Είναι νομίμως υφιστάμενα και λειτουργούν με την αντίστοιχη, πολεοδομικά, χρήση τους.

2. Ανήκουν στην ιδιοκτησία του υποψήφιου δικαιούχου. [...]

3. Κατατάσσονται στην υφιστάμενη κατάστασή τους σε κατηγορία ενεργειακής απόδοσης από Γ' έως και Η' [Γ', Δ', Ε', Ζ', Η'] του άρθρου 10 του Κ.Εν.Α.Κ.

4. Είναι κτίρια που δεν έχουν υποστεί ριζική ανακαίνιση.

5. Διαθέτουν Δελτίο Πρωτοβάθμιου Προσεισμικού Ελέγχου, βάσει Ε.Α.Κ. - 2000 και δεν έχουν χαρακτηριστεί κατηγορίας Α (<http://www.oasp.gr/node/74>). »

2.3.3 Το Είδος των Επεμβάσεων στα Κτίρια

Οι επιλέξιμες επεμβάσεις που θα υλοποιηθούν αφορούν τόσο στο κέλυφος των κτιρίων όσο και στα τεχνικά τους συστήματα, ενώ παράλληλα, για να επιλεγούν, ως άνω όριο ορίστηκε « [...] το ποσό του 1,50 ευρώ (€) ανά εξοικονομούμενη πρωτογενή ενέργεια ετησίως (kWh/έτος), όπου ως εξοικονομούμενη πρωτογενής ενέργεια ορίζεται η διαφορά ανάμεσα στον Ενεργειακό Έλεγχο πριν και μετά τη διαδικασία των επεμβάσεων» [45]. Αυτές οι επεμβάσεις έχουν ως στόχο την καλύτερη ενεργειακή απόδοση των κτιρίων στα οποία θα εφαρμοστούν. επεμβάσεις αυτές είναι οι ακόλουθες, όπως αναφέρονται από την πρόσκληση για την υποβολή αιτήσεων ένταξης στο εν λόγω πρόγραμμα, του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας [45]:

- «α) θερμομόνωση αδιαφανών στοιχείων,
- β) αντικατάσταση διαφανών στοιχείων (κουφώματα, υαλώσεις),
- γ) εξωτερικά συστήματα σκίασης,
- δ) συστήματα ψύξης χώρων,
- ε) συστήματα θέρμανσης χώρων,
- στ) συστήματα μηχανικού αερισμού,
- ζ) παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX),
- η) συστήματα ηλεκτρικών. εγκαταστάσεων και φωτισμού χώρων,
- θ) συστήματα επιτόπιας παραγωγής και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας,
- ι) συστήματα αυτοματισμού, καταγραφής και ελέγχου ενέργειας ή/και σύστημα διαχείρισης ενέργειας του κτιρίου – BEMS,
- ια) βοηθητικά τεχνικά συστήματα
- ιβ) εγκατάσταση σημείων φόρτισης ηλεκτρικών οχημάτων Τα τεχνικά συστήματα μπορεί να λειτουργούν συνδυαστικά. Όλες οι προτεινόμενες επεμβάσεις στα τεχνικά συστήματα αφορούν σε αντικατάσταση / εγκατάσταση, ή σε προσθήκη, και πρέπει να είναι οικονομικά σκόπιμες - ωφέλιμες. Κάθε προτεινόμενη επέμβαση θα ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ (πλην της περίπτωσης ιβ). Τα συστήματα ανάκτησης ενέργειας περιλαμβάνονται στις ανωτέρω κατηγορίες.»

2.3.4 Αιτήσεις Ένταξης στο Πρόγραμμα

Οι αιτήσεις ένταξης στο πρόγραμμα «ΗΛΕΚΤΡΑ» είναι υποχρεωτικό να συνεισφέρουν στην επίτευξη των ορισθέντων Δεικτών Παρακολούθησης, που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα [45]:

ΚΩΔΙΚΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
Πίνακας 2.2.4.1 Δείκτες Παρακολούθησης		
ENER2	Επιφάνεια θερμαινόμενων χώρων κτιρίων	m ²
ENER3	Μείωση της ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας, ανά ωφέλιμη επιφάνεια κτιρίου	kWh/m ² /έτος
ENER4	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, ανά ωφέλιμη επιφάνεια κτιρίου	Τόνοι ισοδύναμου CO ₂ / m ² /έτος
ENERS	Αριθμός Κτιρίων που υπόκεινται σε ριζική ανακαίνιση	Αριθμός
ENER6	Αριθμός Κτιρίων που αναβαθμίζονται σε NZEB	Αριθμός

2.3.5 Οικονομικά Στοιχεία Προγράμματος «ΗΛΕΚΤΡΑ»

Για το συγκεκριμένο πρόγραμμα, έχει υπολογιστεί ότι ο προϋπολογισμός της Δημόσιας Δαπάνης ανέρχεται στα 640.000.000,00 ευρώ. Η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων και το Ταμείο Ανάκαμψης θα συγχρηματοδοτήσουν το πρόγραμμα αυτό. Ο προϋπολογισμός που απαιτείται θα μοιραστεί στις ακόλουθες κατηγορίες Δικαιούχων, όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα [45]:

ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΥΠΟΨΗΦΙΩΝ ΔΙΚΑΙΟΥΧΟΙ	ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ
Υγείας και Κοινωνικής Πρόνοιας	90.000.000,00 ευρώ (€)
Εκπαίδευσης	170.000.000,00 ευρώ (€)
Γραφεία	310.000.000,00 ευρώ (€)
Λοιπές Χρήσεις Κτιρίων	70.000.000,00 ευρώ (€)

Πίνακας 2.2.5.1 Κατανομή προϋπολογισμού Δικαιούχων

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : Ιστορική αναδρομή

3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο της εργασίας μας, θεωρήσαμε σκόπιμο να αναφερθούμε γενικά σε κάποια ιστορικά στοιχεία, με στόχο την ομαλή και ορθή ένταξη στο αντικείμενο

της εργασίας μας. Συγκεκριμένα, σκοπός μας μέσω αυτού του κεφαλαίου είναι να δοθεί το πλαίσιο στο οποίο θα «κινηθεί» η σκέψη και η έρευνά μας σε αυτήν τη διπλωματική εργασία. Αναλυτικότερα, θα αναφερθούμε στην εφεύρεση και την κατασκευή των πρώτων λαμπτήρων.

3.2 Ιστορία των λαμπτήρων

Η κατασκευή του πρώτου λαμπτήρα εκκίνησε πριν 150 χρόνια. Η εφεύρεση του λαμπτήρα άλλαξε ριζικά τη ζωή των ανθρώπων, καθώς αύξησε τον μέσο όρο των εργάσιμων ωρών, ενώ παράλληλα προκάλεσε αλλαγές στον σχεδιασμό των κτιρίων και στα είδη των επιχειρήσεων που αναπτύσσονταν. Πέρα όμως από όλα αυτά, η ανακάλυψη του λαμπτήρα άνοιξε τον δρόμο και για άλλες καινοτομίες: οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και οι γραμμές μεταφοράς της ηλεκτρικής ενέργειας για ηλεκτρικούς κινητήρες και οικιακές συσκευές είναι χαρακτηριστικό δείγμα αυτών των καινοτομιών.

Καθίσταται πασιφανές, επομένως, ότι η είσοδος του λαμπτήρα στις ζωές μας βελτίωσε τις συνθήκες της καθημερινότητάς μας. Ο ηλεκτρικός λαμπτήρας όμως δεν αποτελεί προϊόν της υλοποίησης μιας μεμονωμένης σκέψης, ενός μόνο εφευρέτη. Αντίθετα, είναι αποτέλεσμα της «συνδρομής» πολλών εφευρετών [22].

3.3 Ο πρώτος λαμπτήρας

Ελάχιστοι είναι εκείνοι οι οποίοι δε γνωρίζουν τον λαμπτήρα πυρακτώσεως Edison. Ο Edison όμως δεν ήταν εκείνος που εφηύρε τον εν λόγω λαμπτήρα. Αναλυτικότερα, το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας που υποβλήθηκε ποτέ για τον λαμπτήρα πυρακτώσεως προερχόταν από τον Henry Woodward και τον συνεργάτη του, Matthew Evans, τον Ιούλιο του 1874 και εγκρίθηκε τον Αύγουστο του ίδιου έτους. Μπορεί η ιδέα να μην ήταν του Thomas Edison, ωστόσο εκείνος ήταν αυτός που εφάρμοσε την ιδέα των δύο εφευρετών και που κατέστησε τον λαμπτήρα εμπορεύσιμο.

Ο πρώτος επιτυχημένος λαμπτήρας Edison ήταν κατασκευασμένος από ανθρακούχο νήμα βαμβακιού, τοποθετημένο σε έναν γυάλινο κώδωνα κενού αέρος, με τη διάρκεια ζωής του να φτάνει τις σαράντα πέντε ώρες. Μετά από την πρώτη επιτυχημένη προσπάθειά του, ο Edison ξεκίνησε να πειραματίζεται με τη χρήση του άνθρακα ως νήμα. Η σκέψη του αυτή απέδωσε καρπούς και εντός ολίγων μηνών αυξήθηκε η παραγωγή λαμπτήρων. Μέχρι το 1880, ο Edison συνέχισε αδιάκοπα τα πειράματά του και με άλλα υλικά, όπως ξύλο, μαλλί, μπαμπού και χόρτα.

Η πρώτη δημόσια επίδειξη του νέου αυτού ηλεκτρικού λαμπτήρα έγινε από τον ίδιο τον Edison, το 1879, στο Menlo Park του New Jersey. Οι επισκέπτες είχαν την τύχη να παρακολουθήσουν από κοντά, όχι μόνο έναν, αλλά εκατό λαμπτήρες να φωτίζουν τις οδούς, τον σταθμό, αλλά και το εργαστήριο του Menlo Park. Έκαστος λαμπτήρας είχε διάρκεια ζωής κοντά στις εκατό ώρες, απέδιδε δεκαέξι candle και περίπου κατανάλωνε 100W. Από τότε και εξής, όλα είναι ιστορία! Τον Ιανουάριο του 1880,

δόθηκε στον Edison ο αριθμός διπλώματος ευρεσιτεχνίας «223898» για τον ηλεκτρικό του λαμπτήρα, ενώ το 1881, χιλιάδες λαμπτήρες Edison φώτιζαν το ατμόπλοιο Columbia.

Αξίζει, βέβαια, να σημειωθεί ότι και ο Joseph Swan θεωρείται εφευρέτης του λαμπτήρα πυρακτώσεως. Μάλιστα, τον Φεβρουάριο του 1879, τον ίδιο χρόνο με την επίδειξη του Edison, ο Swan προέβη κι εκείνος σε δημόσια επίδειξη του λαμπτήρα πυρακτώσεως μπροστά σε επτακόσια άτομα, στο Newcastle-upon-Tyne [22].

3.4 Λαμπτήρες φθορισμού

Το 1856, ο Heinrich Geissler κατάφερε, για πρώτη φορά στα χρονικά, να κατασκευάσει έναν γυάλινο σωλήνα με ικανό μέγεθος κενού, ώστε να μπορεί να φανεί η ακτινοβολία που παράγεται, όταν διαχέεται ρεύμα στον σωλήνα. Τρία χρόνια αργότερα, το 1859, ο Alexandre Becquerel έκανε μια σημαντική παρατήρηση: κατάλαβε πως, όταν συγκεκριμένα υλικά τοποθετούνται μέσα σε έναν σωλήνα Geissler, παράγουν ακτινοβολία φθορισμού. Αυτή του η παρατήρηση είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία των πρώτων σωληνών με επίστρωση τέτοιων υλικών.

Ο Thomas Edison επιχείρησε, το 1896, να κατασκευάσει λαμπτήρα φθορισμού, με σκοπό την εμπορευματοποίησή του. Η μαζική παραγωγή όμως αυτού του είδους λαμπτήρα έμεινε στάσιμη, λόγω της υψηλής ζήτησης και επιτυχίας των λαμπτήρων πυρακτώσεως. Η συστημική ενασχόληση με τους λαμπτήρες φθορισμού ξεκίνησε από τον McFarlan Moor, ο οποίος, με την αρωγή της General Electrics, ανέπτυξε μια λειτουργική εκδοχή του λαμπτήρα έως το 1912, η οποία έκανε χρήση αζώτου και διοξειδίου του άνθρακα ως αερίου του λαμπτήρα. Στο ίδιο περίπου διάστημα, ο Peter Cooper Hewitt εργαζόταν μεθοδικά στη δημιουργία ενός λαμπτήρα φθορισμού, ο οποίος χρησιμοποιούσε ως αέριο ατμούς υδραργύρου και χρειαζόταν πιο μικρές τάσεις λειτουργίας από τους αντίστοιχους λαμπτήρες του Moor. Η κατασκευή των λαμπτήρων φθορισμού συνεχίστηκε από τότε, με σταθερούς και αύξοντες ρυθμούς, υπερπηδώντας κάθε εμπόδιο σχετικό με προβλήματα στη λειτουργία τους και από το 1938 η χρήση τους στην αγορά είναι ακατάπαυστη.

Οι πρώτοι λαμπτήρες CFL κυκλοφόρησαν στην αγορά στα μέσα του 1980, με τη χρηματική τους αξία να κυμαίνεται από 25 έως 35 δολάρια, τιμή λιανικής. Η ακριβή τους τιμή, αλλά και το ογκώδες σχήμα τους, όπως ήταν φυσικό, αποθάρρυναν τους καταναλωτές. Άλλωστε, ένα επιπρόσθετο μειονέκτημά τους ήταν η αναξιοπιστία και η χαμηλή τους αποδοτικότητα. Δεν ήταν πριν το 1990, όταν οι διάφορες βελτιώσεις που έγιναν στους συγκεκριμένους λαμπτήρες, σε επίπεδο ενέργειας και απόδοσης, τους κατέστησαν λειτουργικούς για οικιακή χρήση [22].

3.5 Ιστορία των λαμπτήρων LED

Το 1970, ο βρετανός H. J. Round, που εργαζόταν για τα Marconi Labs, χρησιμοποιώντας έναν ανιχνευτή μαγνητικού πεδίου, παρατήρησε φωταύγεια παραγόμενη από έναν κρύσταλλο πυριτίου. Αυτή ήταν και η πρώτη εμφάνιση συμπαγούς διόδου εκπομπής φωτός. Οι λαμπτήρες LED όμως έχουν μια πιο μακρά πορεία από μια απλή αναφορά, σε μια περιορισμένη χρονική στιγμή.

Στα μέσα της δεκαετίας του 1920, κατασκευάζεται ο πρώτος λαμπτήρας LED, έπειτα από έρευνα του Ρώσου Oleg Vladimirovich Losev. Η έρευνά του διανεμήθηκε σε επιστημονικά περιοδικά της Ρωσίας, της Βρετανίας και της Γερμανίας, όμως δεν κατάφερε να κινήσει το ενδιαφέρον, με αποτέλεσμα να «παγώσει» κάθε προσπάθεια για έμπρακτη εφαρμογή της έρευνας του Losev για αρκετά χρόνια. Το 1955, ο Rubin Braunstein αναφέρθηκε σε υπεριώδεις εκπομπές από αρσενικούχο γάλλιο και από άλλα κράματα ημιαγωγίων. Συγκεκριμένα, είχε παρατηρήσει υπεριώδεις εκπομπές από διόδους απλές στη δομή τους, έχοντας κάνει χρήση κραμάτων όπως GaSb, GaAs, Ge-Si και InP, σε θερμοκρασία δωματίου, στους 77 βαθμούς Kelvin.

Η παραγωγή υπέρυθρης ακτινοβολίας από το αρσενικούχο γάλλιο, έπειτα από χορήγηση ηλεκτρικού ρεύματος, κατέστη γνωστή, μετά από τα πειράματα των Bob Biard και Gary Pittman, οι οποίοι εργάζονται για την Texas Instruments. Αυτοί έλαβαν δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για τη δίοδο εκπομπής υπέρυθρου φωτός, διασφαλίζοντας με αυτόν τον τρόπο την απαραίτητη πιστοποίηση για την ανακάλυψή τους.

Το πρώτο φάσμα LED που παράχθηκε ποτέ είχε χρώμα κόκκινο. Η δημιουργία του έγινε το 1962, από τον Nick Holonyak Jr, ο οποίος εργαζόταν για την εταιρία General Electric και ο οποίος θεωρείται ο «πατέρας» της δίοδου εκπομπής φωτός. Αργότερα, ο M. George Craford, εφηύρε για πρώτη φορά το κίτρινο LED και το δεκαπλάσιας δύναμης πορτοκαλί και κόκκινο LED, το 1972.

Τα συγκεκριμένα LED, ορατού και υπεριώδους φάσματος, μέχρι το 1968, στοίχιζαν σχεδόν 200 δολάρια ανά τεμάχιο, γεγονός που τα καθιστούσε ακριβά και κατ'επέκταση λιγότερο χρησιμοποιούμενα. Το 1968, παρόλα αυτά, αποτελεί χρονολογία-«σταθμός» για τους λαμπτήρες LED. Από τότε κι έπειτα, ξεκινά η μαζική παραγωγή των LED, με τη χρήση φωσφορούχου αρσενικούχου γαλλίου, από την εταιρία Monsanto Corporation. Τα παραγόμενα LED ήταν κόκκινα και κατάλληλα για φωτεινές επιγραφές. Εν συνεχεία, κατά το ίδιο έτος, η εταιρία Hewlett-Packard, εισάγει τις διόδους εκπομπής φωτός, χρησιμοποιώντας για αρχή GaAsP υλικό, το οποίο της παρείχε ο οργανισμός Monsanto. Η εν λόγω τεχνολογία φάνηκε να έχει αξιόλογες εφαρμογές σε αλφαριθμητικές οθόνες και χρησιμοποιήθηκε για τις αρχικές φορητές αριθμομηχανές.

Οι πρώτοι εμπορεύσιμοι λαμπτήρες LED χρησιμοποιήθηκαν σε μεγάλο φάσμα συσκευών. Χρησιμοποιήθηκαν ως υποκατάστατα λαμπτήρων πυρακτώσεως σε

φωτεινές ενδείξεις, σε ραδιόφωνα, σε τηλεοράσεις, σε τηλέφωνα, αλλά ακόμα και σε ακριβούς επιστημονικούς εξοπλισμούς, όπως ηλεκτρονικά όργανα μετρήσεων. Όλες αυτές οι χρήσεις ήταν μόνο λίγες από όλες τις πρακτικές εφαρμογές των εμπορεύσιμων λαμπτήρων LED. Με τον καιρό, η τεχνολογία στην οποία βασιζόταν η κατασκευή λαμπτήρων LED αναπτύχθηκε πολύ περισσότερο, με αποτέλεσμα η παραγωγή φωτός να αυξηθεί, ενώ παράλληλα να διατηρηθεί τόσο η απόδοση των εν λόγω λαμπτήρων, όσο και η αξιοπιστία τους. Όταν, μάλιστα, εφευρέθηκαν οι υψηλής ισχύος λευκοί λαμπτήρες LED, ξεκίνησε η χρήση τους για φωτισμό. Το μεγαλύτερο ποσοστό λαμπτήρων LED παράχθηκε σε τεμάχια των 5 mm T13/4 και 3 mm T1, αλλά με αυξανόμενη ισχύ. Οι σύγχρονοι LED δεν έχουν κανένα κοινό σημείο με τους πρώτους [22].

4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Είδη και χαρακτηριστικά λαμπτήρων

4.1 Λαμπτήρες Πυρακτώσεως

Ο λαμπτήρας πυρακτώσεως εφευρέθηκε από τον Τόμας Έντισον, το 1879 [50]. Στο εσωτερικό του περιλαμβάνει ένα λεπτό μεταλλικό νήμα, συνηθέστερα βολφράμιο, που είναι τυλιγμένο σε σπείρες [7]. Όταν το μέταλλο αυτό θερμανθεί, τότε δημιουργείται το φως. Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται σε αυτούς τους λαμπτήρες είναι συνήθως 2.800°K και η φωτεινή τους απόδοση περίπου 12 lm/W [9]. Υπάρχουν, βέβαια, και λαμπτήρες πυρακτώσεως με απόδοση 25 lm/W και θερμοκρασία 3.100°K . Η θερμότητα, όμως, που προκαλείται είναι κι αυτή που κάνει τις λάμπες πυρακτώσεως ιδιαίτερα σπάταλες και τις καθιστά ένα εκ των λιγότερο αποδοτικών ειδών λαμπτήρων [50]. Η διάρκεια ζωής ενός λαμπτήρα πυράκτωσης επηρεάζεται από την ισχύ του, καθώς όσο μεγαλύτερη είναι αυτή τόσο μικρότερη είναι η διάρκεια ζωής του. Σε γενικές γραμμές, η διάρκεια ζωής των συγκεκριμένων λαμπτήρων κυμαίνεται μεταξύ 750 έως 1.500 ωρών συνεχόμενης λειτουργίας [9].

Εικόνα 4.2 Λαμπτήρας πυρακτώσεως



4.2 Λαμπτήρες Αλογόνου

Οι λαμπτήρες αλογόνου αποτελούν τον «διάδοχο» των λαμπτήρων πυρακτώσεως και λειτουργούν περίπου όπως εκείνοι. Η διαφορά τους είναι ότι περιέχουν επιπλέον ένα αδρανές αέριο και ατμούς ιωδίου ή βρωμίου [9]. Δημιουργούν κι αυτοί αρκετή θερμότητα, που φτάνει έως τους 600°C [90], και επομένως, σπαταλούν πολλή ενέργεια [50]. Όμως, οι λαμπτήρες αλογόνου έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από εκείνους της πυρακτώσεως, περίπου 2.000 ώρες, και είναι αποδοτικότεροι [9], μάλιστα κατά ποσοστό 20% [22]. Ακόμα, οι λαμπτήρες αλογόνου χρησιμοποιούνται κυρίως σε εσοχές στις οροφές σπιτιών [50].

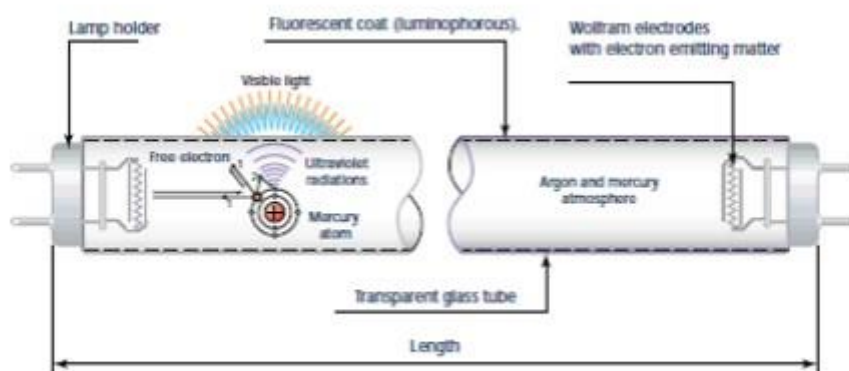
4.3 Λαμπτήρες τόξου

Οι λαμπτήρες τόξου χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες: λαμπτήρες φθορισμού, λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης και λαμπτήρες ατμών νατρίου. Στους λαμπτήρες τόξου το φως παράγεται εξαιτίας της διέγερσης των ατόμων ατμών ή αερίου σε πίεση που είναι χαμηλότερη από την ατμοσφαιρική, καθώς διέρχεται ηλεκτρικό ρεύμα μέσα σε γυάλινους σωλήνες. Έτσι, καταλαβαίνουμε ότι το φάσμα του φωτός είναι γραμμικό. Επιπλέον, η τάση που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία τους είναι εναλλασσόμενη, δηλαδή ανάλογα με τον τύπο του λαμπτήρα, είναι χαμηλή ή υψηλή [22]. Στη συνέχεια, θα προβούμε σε μια ανάλυση των επιμέρους ειδών που εντάσσονται στη γενικότερη κατηγορία των λαμπτήρων τόξου.

4.3.1 Λαμπτήρες Φθορίου ή Λαμπτήρες Φθορισμού

Οι λαμπτήρες φθορισμού είναι ο συνηθέστερος τύπος λαμπτήρα που συναντούμε στους διάφορους επαγγελματικούς χώρους γραφείων. Έχουν διάφορα σχήματα και μεγέθη, όμως στα γραφεία χρησιμοποιούνται κυρίως οι λαμπτήρες σε σχήμα σωλήνα. Κατασκευάζονται για τάσεις δικτύου 110 V και 220 V [10]. Χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι το ότι δε δημιουργούν τόση θερμότητα όσο οι λαμπτήρες πυρακτώσεως, κάτι που τους καθιστά αποδοτικότερους. Ένα επίσης χαρακτηριστικό τους που μας οδηγεί στο να τους προτιμήσουμε είναι η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής τους. Πέρα από αυτά τους τα πλεονεκτήματα, οι λαμπτήρες φθορισμού περιέχουν υδράργυρο, πράγμα που τους καθιστά επικίνδυνους και απαιτεί από εμάς ειδική προσοχή. Έτσι, θα πρέπει να καταλήγουν σε κάδους ανακύκλωσης κι όχι κοινούς κάδους σκουπιδιών [50].

Εικόνα 4.4.1 Λαμπτήρες Φθορισμού



4.3.2 Συμπαγείς Λαμπτήρες Φθορισμού (CFL)

Οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού δεν είναι τίποτε άλλο παρά λαμπτήρες φθορισμού σε μικρότερο μέγεθος. Ως λαμπτήρες φθορισμού, επομένως, χρειάζονται κι εκείνοι προσοχή, λόγω του υδραργύρου που περιέχουν. Το σχήμα τους είναι συνήθως σπειροειδές [50]. Η απόδοσή τους είναι 40-80 lm/W, ενώ η διάρκεια ζωής τους ανέρχεται έως και στις 10.000 ώρες περίπου. Το κόστος τους είναι υψηλό, αν αναλογιστούμε ότι η φωτεινή τους ένταση είναι μικρή, με αποτέλεσμα να απαιτείται η εγκατάσταση το λιγότερο δύο λαμπτήρων σε κάθε σημείο που επιθυμούμε να φωτίσουμε [42].

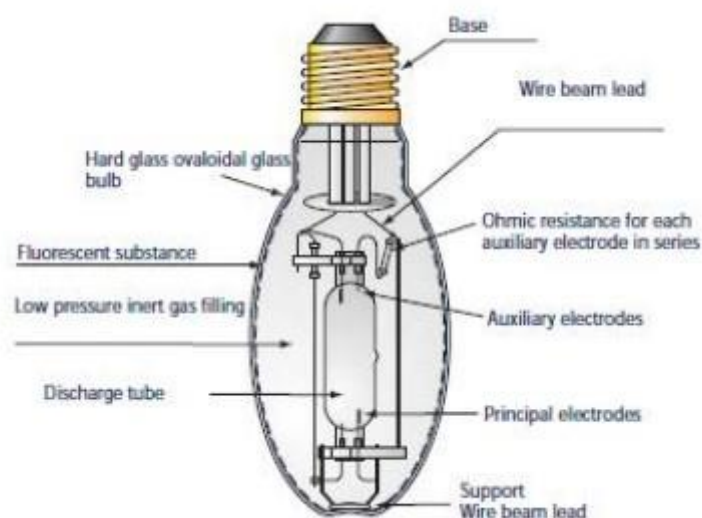
Εικόνα 4.4.2 Συμπαγής Λαμπτήρας Φθορισμού



4.3.3 Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης

Οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης αποτελούνται από έναν σωλήνα εκκένωσης, ο οποίος δημιουργείται από χαλαζία. Αυτός ο σωλήνας περιβάλλεται από γυάλινο κώδωνα από σκληρό γυαλί. Ο κώδωνας αυτός έχει μια εσωτερική επιφάνεια, στην οποία υπάρχει επιστρωση φθορίζουσας ουσίας [22]. Η λειτουργία των λαμπτήρων ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης βασίζεται στην εκκένωση τόξου εντός ατμών υδραργύρου. Η διάρκεια ζωής τους υπολογίζεται περίπου στις 8.000 ώρες. Η ποιότητα φωτός τους δεν είναι η βέλτιστη, αλλά ως λαμπτήρες έχουν χαμηλό κόστος αγοράς [49]. Η κατανάλωσή τους είναι 125 W [4].

Εικόνα 4.4.3 Λαμπτήρας ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης

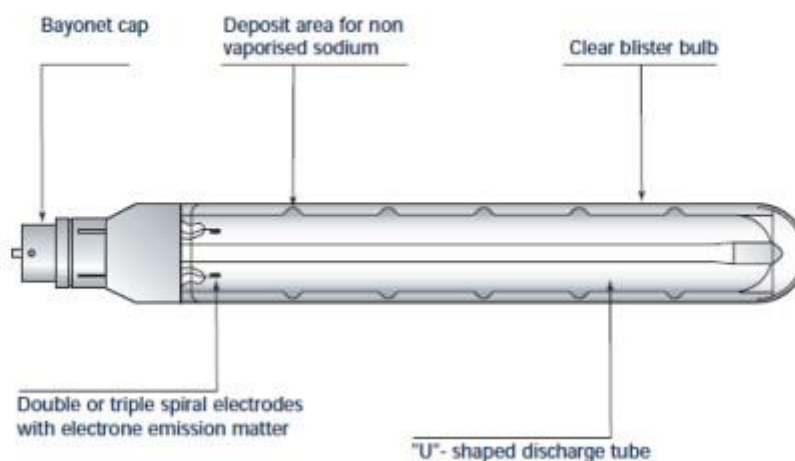


4.4 Λαμπτήρες ατμών νατρίου

4.4.1 Λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης

Οι λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης κυκλοφορούν σε δύο είδη: τον επιμήκη και τον λαμπτήρα σε σχήμα U. Στο είδος του επιμήκους λαμπτήρα περιλαμβάνεται σωλήνας εκκένωσης με δύο άκρα, ο οποίος είναι κατασκευασμένος από ειδικό γυαλί και περιβάλλεται από εξωτερικό περίβλημα. Ο τύπος U περιλαμβάνει σωλήνα εκκένωσης ο οποίος αναδιπλώνεται σε σχήμα φουρκέτας και τα άκρα του είναι κοντά το ένα στο άλλο. Το φως που παράγει ένας λαμπτήρας ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης είναι μονοχρωματικό, ενώ η διάρκεια ζωής του υπολογίζεται στις 24.000 ώρες [42]. Η απόδοσή του υπολογίζεται πως είναι σχεδόν η τριπλάσια από εκείνη των λαμπτήρων ατμών υδραργύρου [22].

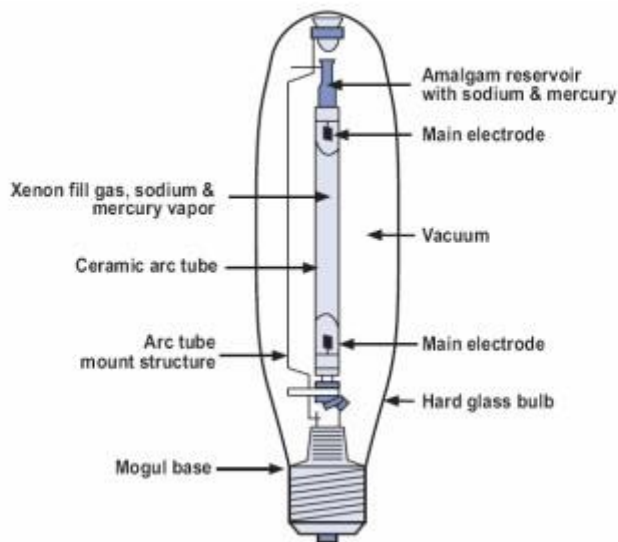
Εικόνα 4.5.1 Λαμπτήρας ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης



4.4.2 Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης

Οι λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης παράγουν φως μέσω του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τους ατμούς νατρίου. Είναι κατασκευασμένοι από δύο σωλήνες, που βρίσκεται ο ένας εντός του άλλου. Ο εσωτερικός σωλήνας κατασκευάζεται από πυροκρυσταλλική αλουμίνα, που αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες [42]. Οι λαμπτήρες αυτοί παράγουν φως έχουν περίπου τη διπλάσια απόδοση φωτός από τους λαμπτήρες υδραργύρου, ενώ το φως που παράγουν είναι χρυσόλευκο [22]. Η τάση των εν λόγω λαμπτήρων αλλάζει με την ισχύ. Για την εκκίνηση του λαμπτήρα απαιτείται μια τάση 4.000 V στα άκρα των επαφών για έναν λαμπτήρα 1.000W, ενώ για λαμπτήρες άλλης ισχύος απαιτείται τάση 2.500 V. Η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων αυτών επηρεάζεται αρνητικά από την αργή αύξηση της τάσης του λαμπτήρα και υπολογίζεται ότι φτάνει περίπου τις 24.000 ώρες [42].

Εικόνα 4.5.2 Λαμπτήρας Νατρίου Υψηλής Πίεσης



4.5 Λαμπτήρες LED ή Λαμπτήρες Διόδου Εκπομπής Φωτός

Οι λαμπτήρες LED είναι ημιαγωγοί, οι οποίοι, όταν τους παρασχεθεί μια ηλεκτρική τάση, εκπέμπουν φωτεινή ισχύ στενού φάσματος [22]. Θεωρούνται ως οι λαμπτήρες με τη μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση [50] κι όχι άδικα, αφού η ενεργειακή τους απόδοση κυμαίνεται από 80% έως 90% συγκριτικά με τους κλασικούς λαμπτήρες, πράγμα που σημαίνει ότι περίπου το 80% μετατρέπεται σε φως, ενώ σε άλλες μορφές ενέργειας μετατρέπεται το υπόλοιπο 20% που περισσεύει [22]. Ακόμα, η διάρκεια ζωής τους είναι μεγάλη, αφού κυμαίνεται από 15.000 έως 100.000 ώρες λειτουργίας, αν και υπάρχουν παράγοντες που επηρεάζουν τη διάρκεια ζωής τους, είτε αυξάνοντας είτε μειώνοντας της, όπως οι μεταβολές στο ρεύμα και τη θερμότητα [22]. Επιπλέον, οι λαμπτήρες LED είναι φιλικό προς το περιβάλλον και δεν περιέχουν τοξικές ουσίες [22], όπως για παράδειγμα οι λαμπτήρες φθορίου που περιέχουν υδράργυρο, όπως είπαμε και παραπάνω.

5 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : Ηλεκτρικές συσκευές γραφείου: Μια γενικότερη παρουσίαση των ειδών και των χαρακτηριστικών τους

5.1 Σταθερός υπολογιστής

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές είναι μηχανές, οι οποίες κατασκευάζονται από ψηφιακά ηλεκτρονικά κυκλώματα και ηλεκτρικά και μηχανικά συστήματα. Σκοπός της δημιουργίας τους ήταν η επεξεργασία πληροφοριών. Ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής είναι αυτοματοποιημένο και επαναπρογραμματιζόμενο σύστημα γενικής χρήσης, το οποίο επεξεργάζεται δεδομένα με βάση ένα σύνολο προκαθορισμένων εντολών, που το ονομάζουμε «πρόγραμμα» [8]. Το να γνωρίζουμε πόση κατανάλωση ενέργειας έχει ο υπολογιστής μας θα μας βοηθήσει πρώτον, στον υπολογισμό του ενεργειακού του κόστους και δεύτερον, στην εξοικονόμηση ή την αύξηση της απόδοσής του [40]. Τους υπολογιστές τους συναντάμε σε πολλά και διαφορετικά σχήματα και μεγέθη [12]. Παρακάτω θα αναφερθούμε στους δύο βασικούς τύπους υπολογιστή που συναντάμε.

Ο σταθερός, ή αλλιώς επιτραπέζιος, υπολογιστής είναι είδος υπολογιστή που χρησιμοποιείται είτε στο σπίτι είτε στο γραφείο. Λόγω του ογκώδους μεγέθους του και των μερών που τον αποτελούν (κεντρική μονάδα και οθόνη και περιφέρεια) δεν μας επιτρέπει να τον μεταφέρουμε όπου επιθυμούμε. Αντίθετα, θα πρέπει η χρήση του να γίνεται σε συγκεκριμένη, σταθερή θέση [6]. Ως προς την κατανάλωσή του, η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνει ένας σταθερός υπολογιστής εξαρτάται από τρεις βασικούς παράγοντες: την ισχύ του, τα εξαρτήματά του και τον φόρτο εργασίας του –σε όγκο και χρόνο- [40]. Ενδεικτικά, μπορούμε να αναφέρουμε πως ένας υπολογιστής μέσης ισχύος καταναλώνει 200 με 250 watt την ώρα, ενώ ένας πιο ισχυρός υπολογιστής μπορεί να καταναλώσει μέχρι και 450 watt την ώρα [40]. Εφόσον όμως η ισχύς και ο φόρτος εργασίας διαφέρουν για κάθε υπολογιστή, στη συνέχεια της εργασίας μας θα προβούμε σε μια παρουσίαση της κατανάλωσης των βασικότερων εξαρτημάτων κάθε υπολογιστή.

Εικόνα 5.2 Κεντρική Μονάδα Σταθερού Υπολογιστή



5.1.1 Κεντρική Μονάδα

Η κατανάλωση μιας κεντρικής μονάδας υπολογιστή εξαρτάται από την ισχύ του τροφοδοτικού της [40]. Μια τυπική μονάδα γραφείου, που εκτελεί εφαρμογές γραφείου, υπολογίζεται ότι καταναλώνει από 250 έως 350 watt ανά ώρα. Ένας όμως υπολογιστής που, για παράδειγμα, εκτελεί εφαρμογές γραφικών και παιχνιδιών, καταναλώνει περισσότερη ενέργεια, που κατά μέσο όρο φτάνει έως και 450 watt ανά ώρα [41]. Φυσικά, στις μέρες μας, που οι ζωές μας βασίζονται όλο και περισσότερο στους υπολογιστές, και οι απαιτήσεις μας από εκείνους πληθαίνουν, ακόμη και τα τροφοδοτικά των 500 watt μοιάζουν μικρά [41].

5.1.2 Οθόνη

Η οθόνη ενός υπολογιστή ανήκει στα περιφερειακά στοιχεία του, αλλά αναφερόμαστε σε αυτή ξεχωριστά, διότι η χρησιμότητά της για όσους χειριζόμαστε υπολογιστές είναι σαφώς μεγαλύτερη από εκείνη, για παράδειγμα, του σαρωτή ή των ηχείων. Μία οθόνη σε κατάσταση λειτουργίας μπορεί να καταναλώνει από 5 έως και 150 watt. Η ποσότητα καταναλωμένης ενέργειας εξαρτάται από τέσσερις παράγοντες: τον τρόπο λειτουργίας, τη φωτεινότητα, την περιοχή εργασίας και τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού της οθόνης [40]. Οι οθόνες των υπολογιστών καταναλώνουν έως και το 70% της ενέργειας του υπολογιστή. Έχει, επίσης, παρατηρηθεί ότι οι μικρότερες σε μέγεθος οθόνες ενδέχεται να καταναλώσουν έως και 79% λιγότερη ενέργεια από ό,τι οι μεγαλύτερες.

Εικόνα 5.2.2 Οθόνη υπολογιστή



5.1.3 Περιφερειακά Υπολογιστή

Στα περιφερειακά μέρη ενός υπολογιστή εντάσσουμε την οθόνη του, το πληκτρολόγιο, τα ηχεία, τους εκτυπωτές, τους σαρωτές και γενικά, όλα εκείνα τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται σε έναν υπολογιστή και δεν είναι στοιχεία της κεντρικής του μονάδας. Στην εργασία μας θεωρούμε σκόπιμο να αναφερθούμε μονάχα στην κατανάλωση των εκτυπωτών και των πολυμηχανημάτων, καθώς είναι οι συσκευές που καταναλώνουν σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Για να είμαστε όμως απόλυτα ακριβείς με τα παρακάτω στοιχεία που θα παρουσιάσουμε, οφείλουμε να αναφερθούμε πρώτα στο γεγονός πως η κατανάλωση ενέργειας των εκτυπωτών και των πολυμηχανημάτων επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες, οι οποίοι είναι η τεχνολογία λειτουργίας τους, η μάρκα τους, η συγκεκριμένη τροποποίησή τους και η ισχύς τους [37].

Εικόνα 5.2.3 Set Πληκτρολόγιο Ποντίκι



5.1.4 Εκτυπωτής Ink-jet ή Εκτυπωτής με ψεκασμό μελάνης

Ο εκτυπωτής με ψεκασμό μελάνης αποτελεί το ενδιάμεσο στάδιο, από άποψη ποιότητας, ανάμεσα στον εκτυπωτή με ακίδες και στον εκτυπωτή λέιζερ. Έχει μια κεφαλή η οποία σχηματίζει τα στοιχεία που θέλουμε να εκτυπώσουμε, ψεκάζοντας μελάνι πάνω στο χαρτί. Κάθε στοιχείο σχηματίζεται, με αυτόν τον τρόπο, ως πίνακας από 30 X 50 κουκίδες κι έτσι, η ποιότητά του αγγίζει την ποιότητα των εκτυπωτών λέιζερ. Ως προς τον θόρυβο, είναι σε μεγάλο βαθμό λιγότερο θορυβώδης από έναν εκτυπωτή με ακίδες. Επιπλέον, ένας τέτοιος εκτυπωτής μας βοηθά στο να έχουμε ταυτόχρονα ποιοτική, αλλά και φθηνή έγχρωμη και μονόχρωμη εκτύπωση [14]. Ως προς την κατανάλωσή του, ένας εκτυπωτής ink-jet υπολογίζεται ότι καταναλώνει κατά μέσο όρο 10-25 W ανά ώρα λειτουργίας, ενώ πιο επαγγελματικά μοντέλα που έχουν υψηλότερη παραγωγικότητα μπορεί να καταναλώσουν 25-40 W την ώρα. Μάλιστα, σε κατάσταση αναμονής υπολογίζεται ότι η κατανάλωση ενέργειας αυτού του τύπου εκτυπωτή κυμαίνεται από 1-1,5W [37].

Εικόνα 5.2.4 εκτυπωτής InkJet



5.1.5 Εκτυπωτής Laser

Ένας εκτυπωτής τύπου λέιζερ περιέχει ακτίνα λέιζερ, η οποία σχηματίζει σε ένα τύμπανο την ηλεκτροστατική εικόνα της σελίδας εκτύπωσης. Έπειτα, το τύμπανο έλκει το μελάνι, που βρίσκεται σε ξεχωριστή θέση σε μορφή σκόνης, και με την επαφή μεταφέρεται στο χαρτί. Όταν γίνει αυτό, το χαρτί περνάει σε έναν ειδικό φούρνο, όπου εκεί ψήνεται και με αυτόν τον τρόπο, το μελάνι επικολλείται στο χαρτί. Με έναν εκτυπωτή λέιζερ επιτυγχάνουμε υψηλή ποιότητα εκτύπωσης. Ο εκτυπωτής τύπου λέιζερ έχει υπολογιστεί ότι κατά την ενεργό του λειτουργία καταναλώνει 2-3 kW, ενώ σε κατάσταση αναμονής, περίπου 10 W. Οι επαγγελματικές συσκευές καταναλώνουν έως και 1.000 W. Ως προς τον παράγοντα της ισχύος, μιας μέσης ισχύος εκτυπωτής τύπου λέιζερ μπορεί να καταναλώσει 300 – 500 W [37].

Εικόνα 5.2.5 Εκτυπωτής Laser



5.1.6 Πολυμηχάνηματα

Ένα πολυμηχάνημα αποτελεί μια συσκευή η οποία μας δίνει τη δυνατότητα να εκτελέσουμε λειτουργίες εκτυπωτή, σαρωτή, φωτο-αντιγραφικού, ή και φαξ με ένα μόνο μηχάνημα. Τα τελευταία χρόνια, μάλιστα, τα πολυμηχάνηματα έχουν συμπυχθεί αρκετά σε μέγεθος, με αποτέλεσμα να είναι ακόμη πιο πρακτικά, ειδικά στους χώρους των γραφείων. Με το γεγονός ότι συνδυάζουν τόσες λειτουργίες, μειώνουν το κόστος και καλυτερεύουν τη ροή των εργασιών [25]. Υπάρχουν δύο είδη πολυμηχανημάτων -ink-jet και laser- και αυτά με τη σειρά τους χωρίζονται σε δύο ακόμη κατηγορίες – έγχρωμα και μονόχρωμα-. Γενικότερα, ως προς την κατανάλωσή τους, γνωρίζουμε πως τα πολυμηχάνηματα τύπου laser καταναλώνουν αρκετά μεγαλύτερα ποσά ενέργειας από ό,τι τα πολυμηχάνηματα τύπου ink-jet, ενώ ενδέχεται να ξεπεράσουν και τα 300W [46].

Εικόνα 5.2.6 Πολυμηχάνημα



5.1.7 Φορητός υπολογιστής ή laptop

Από τη στιγμή που δεν υπάρχουν πλέον μόνο σταθεροί υπολογιστές, θα ήταν παράλειψή μας να μην αναφερθούμε, έστω και συνοπτικά, στον φορητό υπολογιστή και στη δική του κατανάλωση ενέργειας. Ο φορητός υπολογιστής μας παρέχει σε γενικές γραμμές όλες τις δυνατότητες που μπορεί να μας προσφέρει κι ένας επιτραπέζιος υπολογιστής [12]. Σε αντίθεση όμως με τον σταθερό, ο φορητός υπολογιστής είναι, όπως μας προδίδει και το όνομά του, φορητός, αυτόνομος και εργονομικής κατασκευής [11]. Από την άλλη όμως, κοστίζει περισσότερο από ό,τι ένας σταθερός υπολογιστής, ενώ ακόμα χαρακτηρίζεται και από μεγαλύτερη ευαισθησία [11]. Από τη μεριά της κατανάλωσης, με τον φορητό υπολογιστή μπορούμε να εξοικονομήσουμε σημαντικά ποσά ενέργειας, αφού καταναλώνει έως και 93% λιγότερη ενέργεια από έναν σταθερό υπολογιστή [34]. Ένας φορητός υπολογιστής καταναλώνει μόνο 15 έως 25 W κατά μέσο όρο, ενώ –όπως αναφέραμε και παραπάνω– ένας σταθερός υπολογιστής, μαζί με την οθόνη του, μπορεί να καταναλώσει έως και 300 W [17].

Εικόνα 5.2.7 Laptop



5.2 Σώματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας ή Fan Coil

Τα Fan Coil είναι κλιματιστικές μονάδες θέρμανσης, αλλά και ψύξης. Συνδέονται σε κύκλωμα νερού και αποτελούν το σύστημα μετάδοσης θερμικής ενέργειας εντός των χώρων. Ο ανεμιστήρας που διαθέτουν δημιουργεί αέρα, ο οποίος βρίσκεται σε βεβιασμένη ροή. Η διαφορά τους από τα υπόλοιπα θερμαντικά σώματα είναι ότι μέσω του ανεμιστήρα η θερμότητα στον χώρο διανέμεται, ενώ στις υπόλοιπες θερμαντικές συσκευές έχουμε διάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία. Τα βασικά πλεονεκτήματα των Fan Coil είναι ότι επιτυγχάνεται η θέρμανση ή η ψύξη του χώρου με ένα μόνο σύστημα, η απόδοσή τους είναι υψηλή ακόμα και σε συνθήκες πολύ υψηλών, αλλά και πολύ χαμηλών θερμοκρασιών, και, φυσικά, ότι η κατανάλωση ρεύματος που απαιτούν είναι ελάχιστη -100 έως 150 watt-, αλλά και ανάλογη με την ταχύτητα των ανεμιστήρων [2].

Εικόνα 5.3 Fan coil



5.3 Σόμπα Αλογόνου

Όλοι στην καθημερινότητά μας έχουμε χρησιμοποιήσει, ή έστω συναντήσει, μια σόμπα αλογόνου. Οι σόμπες αλογόνου είναι οι πλέον κατάλληλες, αν επιθυμούμε να ζεστάνουμε γρήγορα μικρούς χώρους. Επιπλέον, είναι αθόρυβες και έχουν ασφάλεια κατά της πυρκαγιάς. Ακόμα, είναι πολύ εύκολη η μεταφορά, αλλά και η τοποθέτησή τους. Πέρα όμως από τα θετικά τους στοιχεία, οι σόμπες αλογόνου έχουν και κάποια μειονεκτήματα. Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, είναι κατάλληλες για μικρούς χώρους. Επομένως, αν επιθυμούμε να θερμάνουμε πιο ευρύς χώρους, καλό θα ήταν να μην τις προτιμήσουμε. Επίσης, οι σόμπες αλογόνου θερμαίνουν μόνο τα αντικείμενα που βρίσκονται κοντά στις λάμπες τους κι όχι τον αέρα που υπάρχει μέσα στον χώρο, με αποτέλεσμα, μόλις τις θέσουμε εκτός λειτουργίας, ο χώρος να μη διατηρεί τη θερμοκρασία του και να ψύχεται γρήγορα. Ως προς την κατανάλωση του ρεύματος, πάλι δεν είναι η πιο καλή επιλογή, διότι συγκριτικά με την ποιότητα θέρμανσης που προσφέρουν, η κατανάλωση ρεύματος είναι υψηλή [26]. Ανάλογα με την ισχύ της σόμπας, η κατανάλωση κυμαίνεται από 800 έως και πάνω από 2.400 watt [33].



5.4 Ψυγείο

Το ψυγείο αποτελεί μια συσκευή που καταναλώνει ρεύμα 24 ώρες το 24ωρο. Κατά μέσο όρο, ένα ψυγείο καταναλώνει ανά ώρα 200 με 700 W [43]. Φυσικά, η ποσότητα ρεύματος που καταναλώνει εξαρτάται από την ενεργειακή του κλάση [33]. Υπάρχουν ποικίλες ενεργειακές κλάσεις, με την υψηλότερη να είναι η ενεργειακή κλάση A+++, στην οποία ανήκουν τα περισσότερο αποδοτικά ψυγεία, ενώ η πιο χαμηλή είναι η ενεργειακή κλάση G [3]. Ο αριθμός των κιλοβάτ που καταναλώνει ένα ψυγείο την ημέρα επηρεάζεται και από διάφορες άλλες παραμέτρους, όπως είναι ο αριθμός και ο τύπος των συμπιεστών του, το σύστημα ψύξης, η στεγανότητα και η θερμομόνωση και άλλα [18]. Στα γραφεία, συνηθέστερος τύπος ψυγείου είναι το ψυγείο «συντήρησης» και, ειδικότερα, το μοντέλο των μικρών διαστάσεων, για παράδειγμα «mini». Είναι ο τύπος ψυγείου ο οποίος δε διαθέτει κατάψυξη, αλλά μόνο θάλαμο ψύξης και η κατανάλωση ενέργειας του είναι περίπου 100 κιλοβατώρες [3].

Εικόνα 5.5 Ψυγείο



6 Κεφάλαιο 6: Μετρήσεις

6.1 Εισαγωγή

Αντικείμενο έρευνας της παρούσας εργασίας, αποτέλεσε το κτίριο Z' του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Το κτίριο βρίσκεται στη Δυτική Αττική, στο Δήμο Αιγάλεω, επί των οδών Π. Ράλλη και Θηβών. Αποτελείται συνολικά από τέσσερα επίπεδα: ισόγειο, υπόγειο, πρώτο και δεύτερο όροφο. Το ισόγειο, ο πρώτος, καθώς και ο δεύτερος όροφος αποτελούνται από 32 εργαστήρια, τα οποία εξυπηρετούν τους φοιτητές του τμήματος στο πλαίσιο των εργαστηριακών ασκήσεων. Επιπλέον, υπάρχουν 60 γραφεία καθηγητών και γραμματείας και χώροι υγιεινής. Το υπόγειο διαθέτει εργαστήρια, αποθηκευτικούς χώρους, το data room και ειδικές εγκαταστάσεις, απαραίτητες για την ασφάλεια και λειτουργία του κτιρίου, όπως δεξαμενή πυρόσβεσης, αντλιοστάσιο, ηλεκτροστάσιο κ.ά. Το κτίριο είναι εξοπλισμένο με συστήματα υπολογιστών, τριφασικό ρεύμα, δομημένη καλωδίωση και φωτοτυπικά, ενώ διαθέτει βασικές τηλεπικοινωνιακές υπηρεσίες.

Συγκεντρωτικά, το κτίριο διαθέτει περίπου 1.279 φωτιστικά σώματα με συνολική εγκατεστημένη ισχύ 101.432KW, τα οποία κατανέμονται στο κάθε επίπεδο ως εξής:

Στους διαδρόμους του Β' ορόφου υπάρχουν 72 κύρια φωτιστικά σώματα και 27 φωτιστικά εξόδων κινδύνου, κατανάλωσης 5.184W και 216W αντίστοιχα. Τα γραφεία διαθέτουν 48 φωτιστικά 6.912W κατανάλωσης, ενώ όλες οι αίθουσες συνολικά έχουν σε μέσο όρο 166 φωτιστικά 11.952W κατανάλωσης. Στους χώρους υγιεινής του ορόφου υπάρχουν συνολικά 22 φωτιστικά σώματα των 1.584W. Η συνολική ισχύς του Β' ορόφου είναι περίπου 25.272 Watt.

Στους διαδρόμους του Α' ορόφου υπάρχουν 72 κύρια φωτιστικά σώματα και 24 φωτιστικά εξόδων κινδύνου, κατανάλωσης 5.184W και 192W αντίστοιχα. Τα γραφεία διαθέτουν 48 φωτιστικά 6.912W κατανάλωσης, ενώ όλες οι αίθουσες συνολικά έχουν σε μέσο όρο 166 φωτιστικά 11.952W κατανάλωσης. Στους χώρους υγιεινής του ορόφου υπάρχουν συνολικά 22 φωτιστικά σώματα των 1.584W. Η συνολική ισχύς του Α' ορόφου είναι περίπου 25.248 Watt.

Στους διαδρόμους του ισογείου υπάρχουν 82 κύρια φωτιστικά σώματα και 32 φωτιστικά εξόδων κινδύνου, κατανάλωσης 5.904W και 256W αντίστοιχα. Τα γραφεία διαθέτουν 48 φωτιστικά 6.912W κατανάλωσης, ενώ όλες οι αίθουσες συνολικά έχουν σε μέσο όρο 166 φωτιστικά 11.952W κατανάλωσης. Στους χώρους υγιεινής του ορόφου υπάρχουν συνολικά 27 φωτιστικά σώματα των 1.944W. Η συνολική ισχύς του ισογείου είναι περίπου 25.240 Watt.

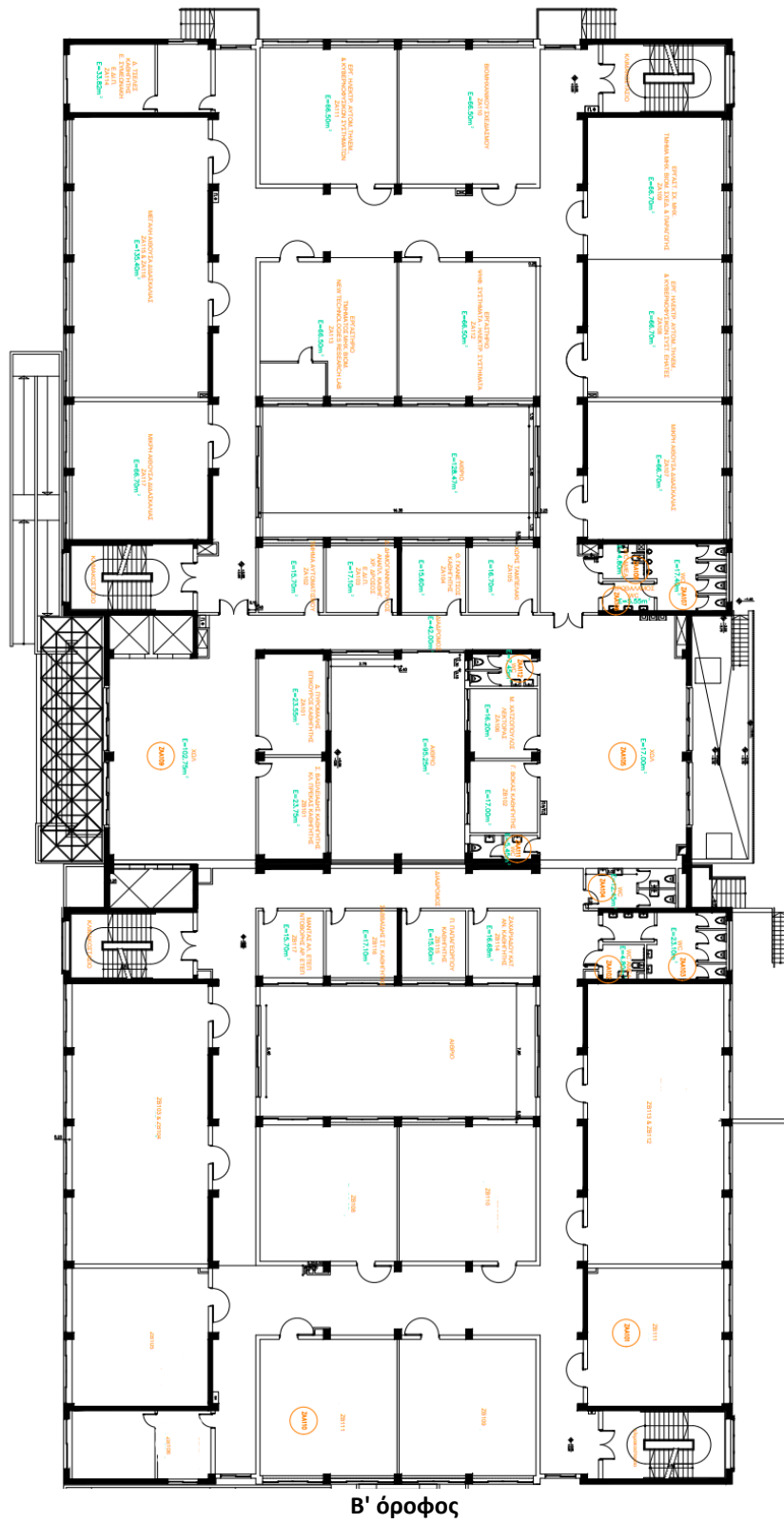
Στο υπόγειο υπάρχουν 35 κύρια φωτιστικά σώματα και 32 φωτιστικά εξόδων κινδύνου, κατανάλωσης 2.520W και 256W αντίστοιχα. Τα γραφεία διαθέτουν 48 φωτιστικά 6.912W κατανάλωσης, ενώ όλες οι αίθουσες συνολικά έχουν σε μέσο όρο 166 φωτιστικά 11.952W κατανάλωσης. Στους χώρους υγιεινής του ορόφου υπάρχουν συνολικά 12 φωτιστικά σώματα των 1.584W. Η συνολική ισχύς του υπογείου είναι περίπου 23.224 Watt.

Τέλος, στα κλιμακοστάσια υπάρχουν 34 εγκαταστάσεις φωτιστικών σωμάτων των 2.448W, αθροιστικά για όλα τα επίπεδα του κτιρίου Z'.

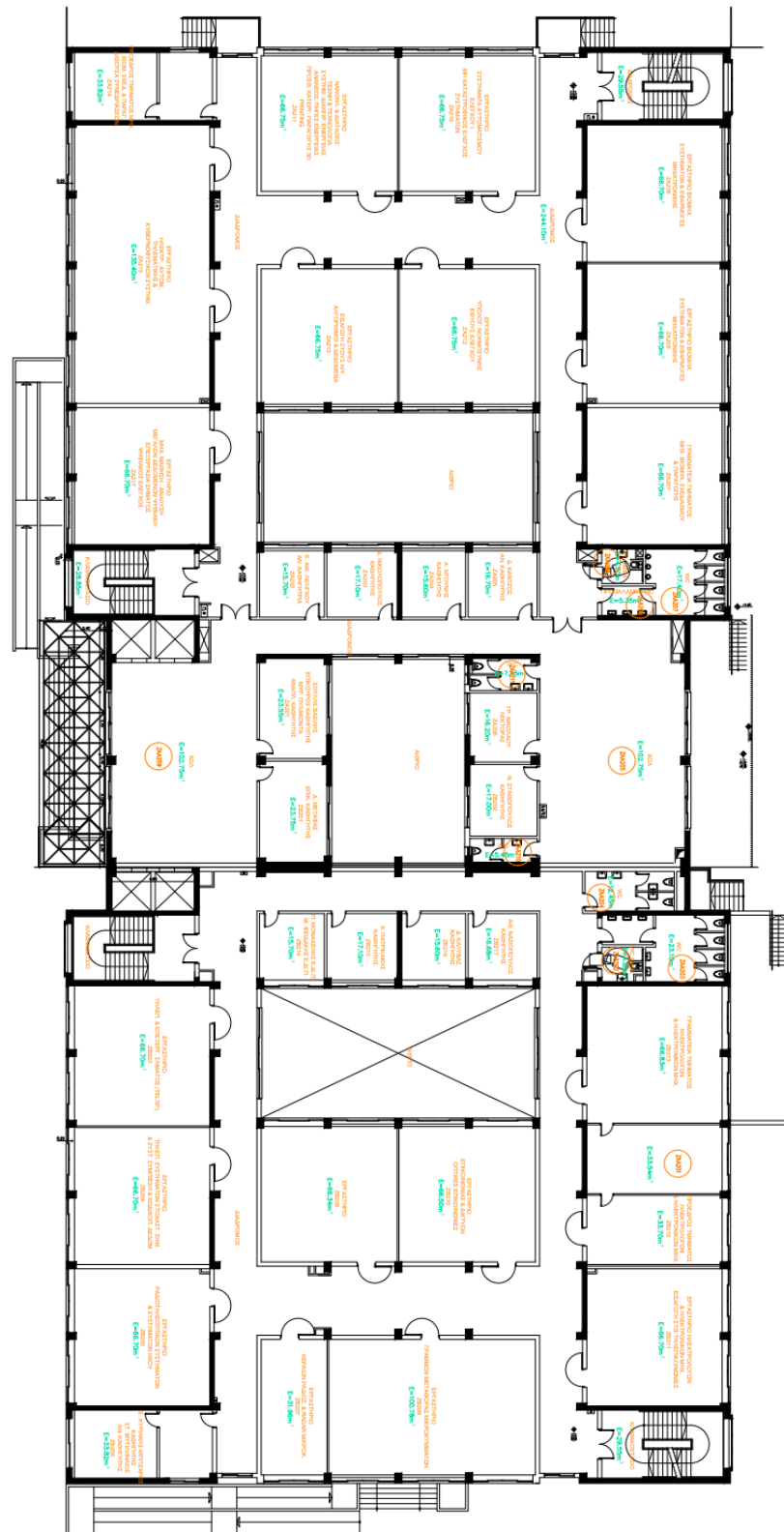
Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω μετρήσεις, που αφορούν τους μη κοινόχρηστους χώρους, αναφέρονται κατά προσέγγιση, διότι δεν κατέστη εφικτή η πρόσβαση σε ορισμένους εξ' αυτών.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι τέσσερις κατόψεις του κτιρίου Z'. Στα σχέδια παρουσιάζονται ανά επίπεδο οι κοινόχρηστοι χώροι, τα γραφεία, τα εργαστήρια, οι αίθουσες διδασκαλίας, τα κλιμακοστάσια, οι χώροι υγιεινής, καθώς και οι ειδικές εγκαταστάσεις του κτιρίου.

6.2 Κάτοψη Β ορόφου



6.3 Κάτοψη Α ορόφου



6.4 Κάτοψη Υπογείου



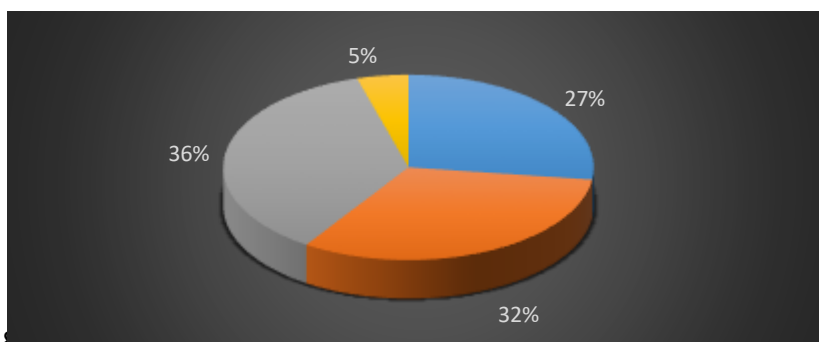
6.6 Πίνακες Μετρήσεων

Πίνακας 6.6.1 Μετρήσεις 16/03/2022

ΤΕΤΑΡΤΗ 16/3/22 10:00-11:00	Β ΟΡΟΦΟΣ				Α ΟΡΟΦΟΣ			
	Φάσεις				Φάσεις			
	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	5	6	0,8	1	6,4	7,8	3,9	
2	7,4	6,5	14,9	2	14,9	6,1	8,8	
3	0,3	0,4	4,1	3	0,4	2,6	2,4	
4	2,4	2,5	3,8	4	4	2,8	2,7	
5	13,6	8,5	6,6	5	10,2	13	11,3	
6	0,5	4,3	4,2	6	4,7	4,1	4,3	
Σύνολο	29,2	28,2	34,4	Σύνολο	40,6	36,4	33,4	

ΤΕΤΑΡΤΗ 16/3/22 10:00-11:00	ΙΣΟΓΕΙΟ				ΥΠΟΓΕΙΟ			
	Φάσεις				Φάσεις			
	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	4,7	4,1	5,7	1	1,8	0,2	2,4	
2	19,2	31,6	12	2	0,1	5,2	0,1	
3	0,4	5,8	4	3	0,8	3,7	2,3	
4	5,4	1,5	1,6	Σύνολο	2,7	9,1	4,8	
5	9,6	16,3	7,9					
Σύνολο	39,3	59,3	31,2					

	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
Σύνολο ανά φάση	111,8	133	103,8
Ολικό Σύνολο (A)	348,6		

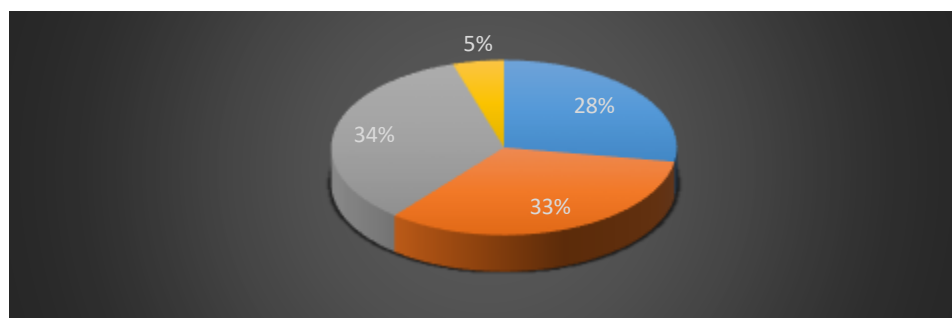


Πίνακας 6.6.2 Μετρήσεις 17/03/2022

ΠΕΜΠΤΗ 17/3/22 10:00-11:00	Β ΟΡΟΦΟΣ				Α ΟΡΟΦΟΣ			
	Φάσεις				Φάσεις			
	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	5	5,8	0,7	1	6,3	9,7	5,3	
2	7,3	7,3	6,1	2	19	7,7	6,8	
3	0,4	0,3	4,2	3	0,5	2,6	4,2	
4	3,2	2,4	1,2	4	2,7	3,1	2,6	
5	29,5	7,8	4,8	5	9	9,2	13,6	
6	0,5	4,2	4,6	6	4	4,7	0,5	
Σύνολο	45,9	27,8	21,6	Σύνολο	41,5	37	33	

ΠΕΜΠΤΗ 17/3/22 10:00-11:00	ΙΣΟΓΕΙΟ				ΥΠΟΓΕΙΟ			
	Φάσεις				Φάσεις			
	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	4,5	13,1	4,5	1	1,7	1,1	2,5	
2	14	32	8,2	2	0	4,8	0,3	
3	0,8	10,4	0,3	3	0,8	3,6	2,5	
4	4,2	1,5	1,5	Σύνολο	2,5	9,5	5,3	
5	7,7	12	4,8					
Σύνολο	31,2	69	19,3					

	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
Σύνολο ανά φάση	121,1	143,3	79,2
Ολικό Σύνολο (A)	343,6		



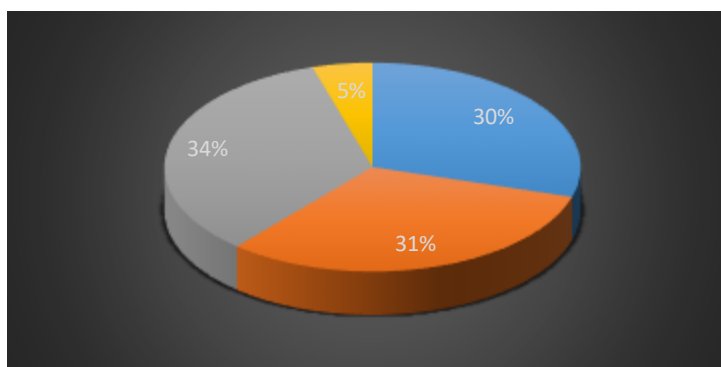
Πίνα

κας 6.6.3 Μετρήσεις 18/03/2022

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 18/3/22 10:00-11:00	Β ΟΡΟΦΟΣ				Α ΟΡΟΦΟΣ			
	Φάσεις				Φάσεις			
	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	5	6,1	0,7	1	6,4	8,6	4	
2	7,4	7	19,3	2	20,2	6,5	8	
3	0,4	0,3	4,1	3	0,5	2,6	3,1	
4	3	2,4	2,3	4	3,6	3	2,6	
5	25,9	8,1	6,3	5	10,1	12,6	10,8	
6	0,5	4,5	4,1	6	4,3	4,2	3,5	
Σύνολο	42,2	28,4	36,8	Σύνολο	45,1	37,5	32	

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 18/3/22 10:00-11:00	ΙΣΟΓΕΙΟ				ΥΠΟΓΕΙΟ			
	Φάσεις				Φάσεις			
	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	4,6	7,5	5,2	1	1,7	0,8	2,5	
2	16,2	31,7	13,6	2	0,1	4,9	0,1	
3	0,5	6,9	2,4	3	0,8	3,6	2,4	
4	4,8	1,5	1,5	Σύνολο	2,6	9,3	5	
5	7,4	13,4	6,3					
Σύνολο	33,5	61	29					

	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
Σύνολο ανά φάση	123,4	136,2	102,8
Ολικό Σύνολο (A)	362,4		

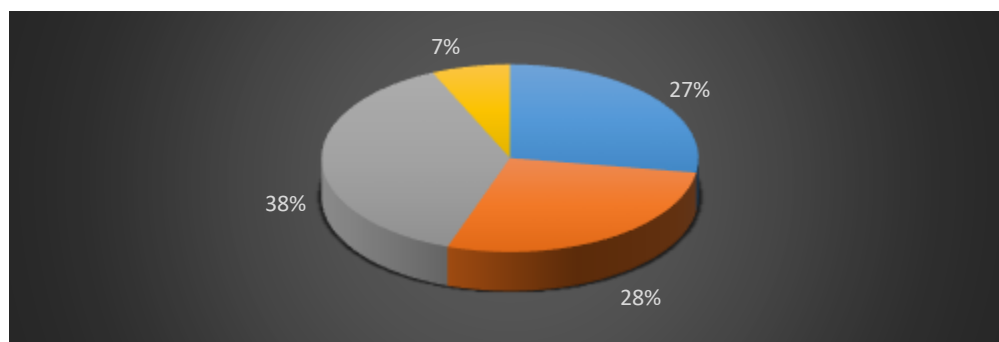


Πίνακας 6.6.4 Μετρήσεις 19/03/2022

ΣΑΒΒΑΤΟ 19/3/22 10:00-11:00	Β ΟΡΟΦΟΣ				Α ΟΡΟΦΟΣ			
	Φάσεις				Φάσεις			
	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	3,1	5,3	0,7	1	3,2	4,9	3,1	
2	4,3	3,1	7,3	2	5,6	3,2	2,4	
3	0,4	0,3	4,1	3	0,5	1,1	3,1	
4	3	2,4	2,3	4	3,6	3	2,6	
5	3,8	4,6	6,3	5	3,7	5,6	3,2	
6	0,5	4,4	4,1	6	4,3	4,2	3,5	
Σύνολο	15,1	20,1	24,8	Σύνολο	20,9	22	17,9	

ΣΑΒΒΑΤΟ 19/3/22 10:00-11:00	ΙΣΟΓΕΙΟ				ΥΠΟΓΕΙΟ			
	Φάσεις				Φάσεις			
	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
1	4,6	7,5	5,2	1	1,7	0,8	2,3	
2	8,6	12,4	3,5	2	0,1	3,9	0,1	
3	0,5	6,9	2,4	3	0,8	2,9	2,1	
4	4,8	1,5	1,5	Σύνολο	2,6	7,6	4,5	
5	7,4	9,6	6,3					
Σύνολο	25,9	37,9	18,9					

	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
Σύνολο ανά φάση	64,5	87,6	66,1
Ολικό Σύνολο (A)	218,2		

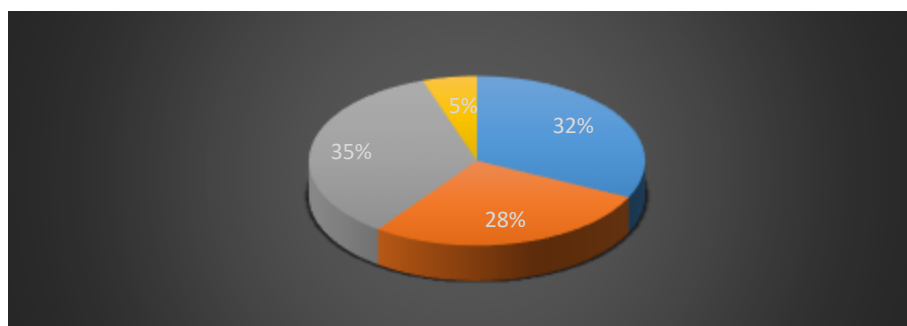


Πίνακας 6.6.5 Μετρήσεις 21/03/2022

		Β ΟΡΟΦΟΣ			Α ΟΡΟΦΟΣ			
		Φάσεις						
ΔΕΥΤΕΡΑ 21/3/22 20:00-21:00	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
	1	3,6	5,5	0,7	1	3,6	4,1	2,9
	2	5,4	4,6	15,2	2	9	5,3	5,2
	3	0,4	0,2	4,1	3	0,5	0,9	3,1
	4	0,7	4	1,8	4	2,8	3,1	2,4
	5	5,8	7,5	21	5	7,8	8,7	10
	6	0,5	4,2	4,3	6	2,4	3,6	2,3
	Σύνολο	16,4	26	47,1	Σύνολο	26,1	25,7	25,9

		ΙΣΟΓΕΙΟ			ΥΠΟΓΕΙΟ			
		Φάσεις						
ΔΕΥΤΕΡΑ 21/3/22 20:00-21:00	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)	Πίνακας	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
	1	1,6	3,2	4,1	1	2	0	2
	2	7,2	25	4,6	2	0,2	3,6	0
	3	0,6	3,2	3,1	3	0,8	2,3	3,7
	4	3,6	1,6	1,8	Σύνολο	3	5,9	5,7
	5	7,9	15,4	14				
	Σύνολο	20,9	48,4	27,6				

	L1 (A)	L2 (A)	L3 (A)
Σύνολο ανά φάση	66,4	106	106,3
Ολικό Σύνολο (A)	278,7		



6.7 Ανάλυση πινάκων

Στους παραπάνω πίνακες βλέπουμε τις μετρήσεις από την χρήση της αμπεροτσιμπίδας αναλυτικά σε κάθε φάση του πίνακα. Η ώρα καταμέτρησης είναι 10:00 – 11:00 οπότε η κίνηση και στο χώρο ήταν αυξημένη καθώς τα εργαστήρια αλλά και οι αίθουσες διδασκαλίας ήταν κατειλημμένες.

Από τις μετρήσεις που είναι καταγεγραμμένες ξεχωριστά για τον κάθε όροφο του κτηρίου προκύπτει και ο επόμενος πίνακας ο οποίος μας πληροφορεί για την κατανάλωση ρεύματος ανά φάση.

Το γράφημα τύπου πίτα μας δείχνει την κατανάλωση ρεύματος ανά όροφο. Παρατηρούμε ότι την χαμηλότερη κατανάλωση την έχει το υπόγειο καθώς στον συγκεκριμένο όροφο δεν υπάρχουν αρκετά μηχανήματα και εργαστήρια σε λειτουργία

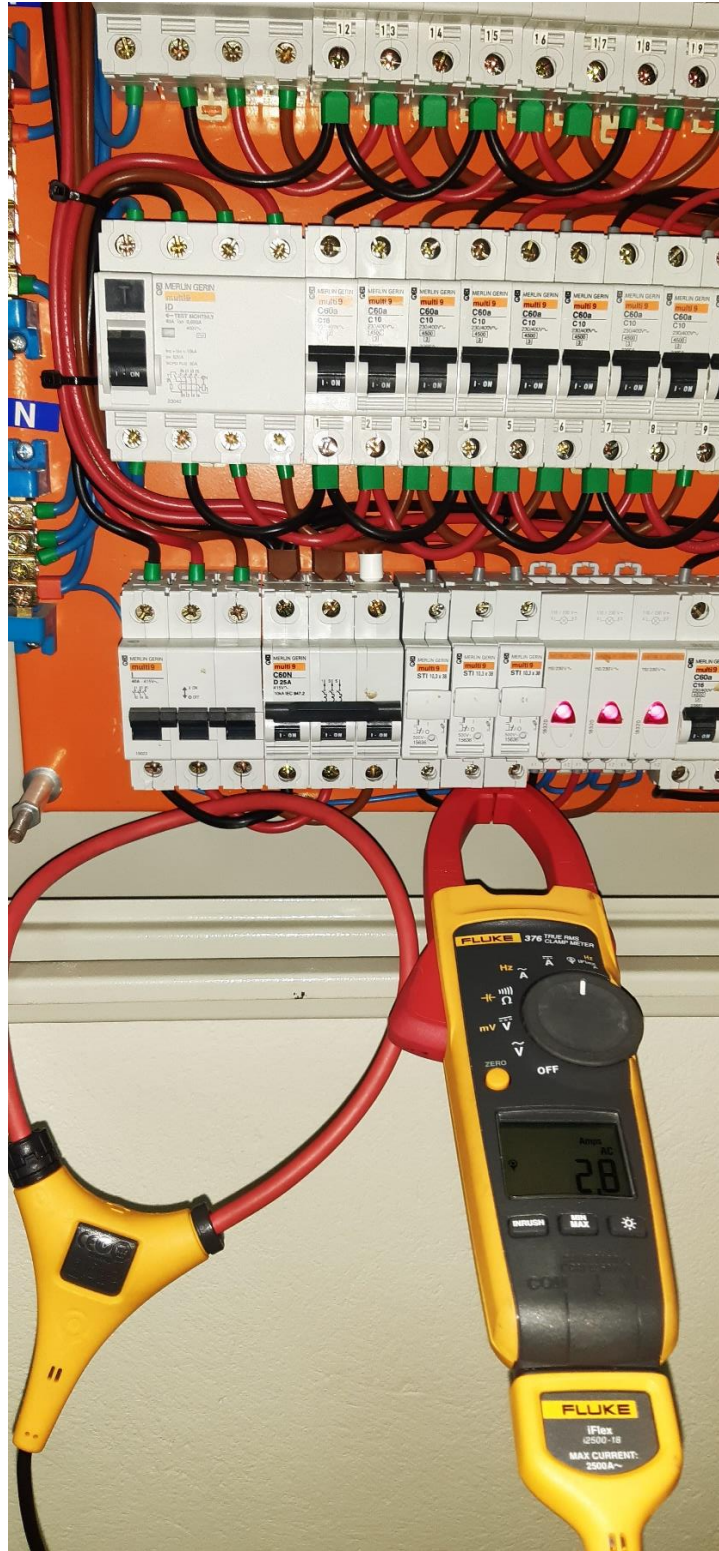
Οι επόμενες 2 μέρες των μετρήσεων πραγματοποιήθηκαν τις ίδιες ώρες και όπως δείχνουν οι πίνακες και τα γραφήματα οι αναλώσεις και τα ποσοστά είναι παρόμοια. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι κάθε μια από τις 3 αυτές ημέρες αποτελούσε μια τυπική μέρα στο κτήριο Z με τις σύνηθες λειτουργίες .

Εξαίρεση αποτελεί το Σάββατο καθώς και η Δευτέρα δηλαδή η 4^η και η 5^η μέρα των μετρήσεων. Συγκεκριμένα το Σάββατο παρόλο που η καταμετρητής πραγματοποιήθηκε την ίδια ώρα παρατηρήθηκε μια αισθητά μειωμένη κατανάλωση ρεύματος. Αντιλαμβανόμαστε ότι εξαιτίας της ημέρας δεν υπήρχε αυξημένη κίνηση στο κτήριο οπότε και περιορισμένοι χρήση καταναλισκόμενης ισχύς

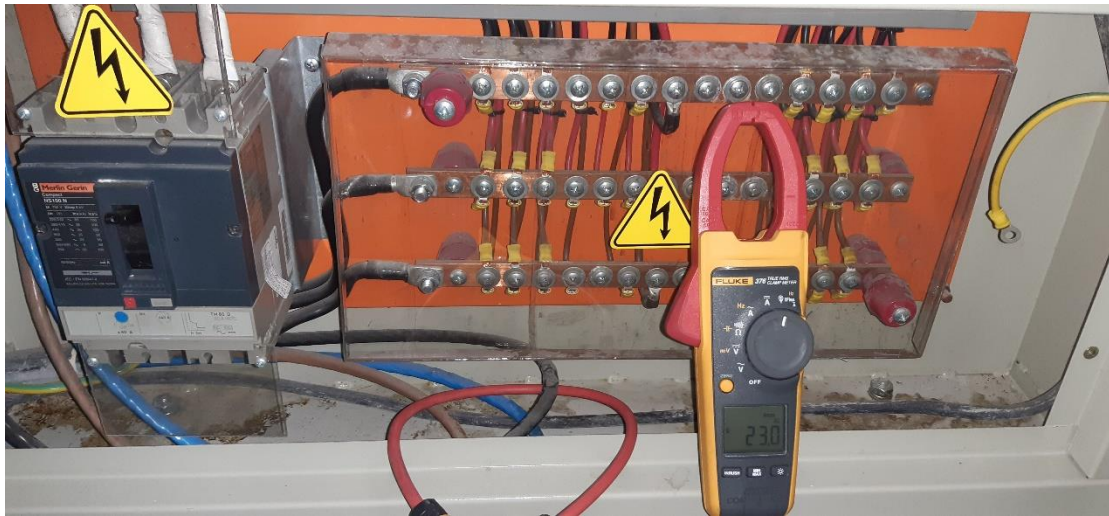
Αξίζει να σημειωθεί ότι την Δευτέρα η ώρα καταμέτρησης ήταν 20:00 – 21:00. Σε αυτό το χρονικό διάστημα η κατανάλωση που παρατηρήθηκε ήταν περιορισμένη πράγμα το οποίο δικαιολογείτε καθώς η απουσία φοιτητών αλλά και διδακτικού προσωπικού περιόριζε την χρήση καταναλωτών όπως λαμπτήρες – μηχανήματα – υπολογιστές με αποτέλεσμα τον περιορισμό της κατανάλωσης ρεύματος.

6.8 Αμπεροτσιμπίδα

Εικόνα 6.8.1 Μέτρηση με Αμπεροτσιμπίδα



Εικόνα 6.8.2 Μέτρηση με Αμπεροτσιμπίδα



Εικόνα 6.8.3 Μέτρηση με Αμπεροτσιμπίδα



6.9 Ενεργειακός αναλυτής

Για τις ανάγκες της μελέτης τοποθετήσαμε τον παρακάτω τριφασικό ενεργειακό αναλυτή στον κεντρικό ηλεκτρολογικό πίνακα του κτηρίου Z'. Το συγκεκριμένο μηχάνημα μάς παρέχει και καταγραφεί πληθώρα πληροφοριών για την κάθε φάση.

Ενδεικτικά, παραθέτουμε ορισμένες από τις πληροφορίες που μας παρέχει παρακάτω:

Παρεχόμενη Ισχύς

Τάση ρεύματος

Ένταση ρεύματος

Άεργος ισχύ

Πτώση τάσης

Συνημίτονο ϕ

Ελάχιστη – Μέση – Μέγιστη τιμή όλων των παραπάνω

Το μηχάνημα προγραμματιστικέ να καταγράφει ανά 10 λεπτά για μια εβδομάδα όλες τις παραπάνω πληροφορίες καθώς και πολλές ακόμη με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου Z'.



Ο ενεργειακός αναλυτής έχει σχεδιαστεί για να παρέχει βοήθεια σχετικά με την ελαχιστοποίηση του χρόνου διακοπής λειτουργίας, της γρήγορης αντιμετώπισης προβλημάτων ποιότητας ισχύος και την εύκολη ανακάλυψη κόστους σπατάλης ενέργειας [48].

Πολλές παράμετροι μετριοούνται ταυτόχρονα και εμφανίζονται σε μορφές που περιγράφουν γρήγορα τη συνολική υγεία της ποιότητας ισχύος.

Οι πληροφορίες που παρέχονται από το μηχάνημα βοηθούν στη [48]:

- λήψη αποφάσεων συντήρησης
- προσπάθεια μείωσης κατανάλωσης ενέργειας
- εύρεση της πηγής των προβλημάτων ποιότητας ισχύος
- κατανόηση επιρροής του ηλεκτρικού συστήματος στην εκκίνηση του κινητήρα.

Για την κατανόηση των αλλαγών με την πάροδο του χρόνου τα δεδομένα μπορούν [48]:

να προσπελαστούν ως απλές ψηφιακές τιμές ή γραφήματα τάσεων. Τα δεδομένα μπορούν επίσης

να αναλυθούν και να οργανωθούν σε μορφές πίνακα. Τα λεπτομερή δεδομένα συμβάντων επιτρέπουν

να πάρουμε πληροφορίες για το μέγεθος, τη διάρκεια και τη χρονική σήμανση των ανωμαλιών, δίνοντάς τη δυνατότητα να συσχετιστούν γρήγορα προβλήματα που αντιμετωπίζονται στις εγκαταστάσεις.

Δυνατότητες Αναλυτή [48]

Ο αναλυτής δίνει τη δυνατότητα μετρώντας την απώλεια ενέργειας να εντοπίσει προβλήματα, δίνοντάς συγκεκριμένη εικόνα για το ποσό της απώλειας σε δολάρια.

Δημιουργεί συσχετίσεις μεταξύ πραγμάτων όπως η αποτελεσματική ισχύς και τα χαρακτηριστικά κακής ποιότητας ισχύος, όπως η άεργη ισχύς, η ανισορροπία, η παραμόρφωση ή το ουδέτερο ρεύμα.

Προσφέρει στους χρήστες την ευελιξία να εισάγουν το μήκος και τη διάμετρο του καλωδίου για να υπολογίσουν την απώλεια λόγω του μεγέθους του αγωγού και να εισαγάγουν έως και τέσσερις μοναδικές ημερήσιες τιμές που εξαρτώνται από το χρόνο (kWh) για ακριβέστερους υπολογισμούς.

Χρησιμοποιεί μια ενσωματωμένη σύνοψη Power Quality Health η οποία προσφέρει μια πλήρη εικόνα μιας ολοκληρωμένης σειράς ζητημάτων ποιότητας ισχύος σε πραγματικό χρόνο

Ανάλυση απόδοσης μετατροπέα ισχύος. Οι μετατροπείς ισχύος λαμβάνουν ρεύμα συνεχούς ρεύματος και το μετατρέπουν σε εναλλασσόμενο ρεύμα ή το αντίστροφο. Συγκρίνοντας την ισχύ εισόδου με την ισχύ εξόδου, μπορείτε να προσδιορίσετε την απόδοση του συστήματος.

Με την λειτουργία AutoTrend, προσφέρει γρήγορη εικόνα για τις αλλαγές στην ποιότητα ισχύος με την πάροδο του χρόνου. Κάθε εμφανιζόμενη ένδειξη καταγράφεται αυτόματα και συνεχώς χωρίς να χρειάζεται να ρυθμίσεις κανείς επίπεδα κατωφλίου ή να χρειάζεται να ξεκινήσει τη διαδικασία χειροκίνητα, ώστε να μπορεί να βλέπετε γρήγορα τις τάσεις στην τάση, το ρεύμα, τη συχνότητα, την ισχύ, τις αρμονικές ή το τρεμόπαιγμα και στις τρεις φάσεις καθώς και στο ουδέτερο.

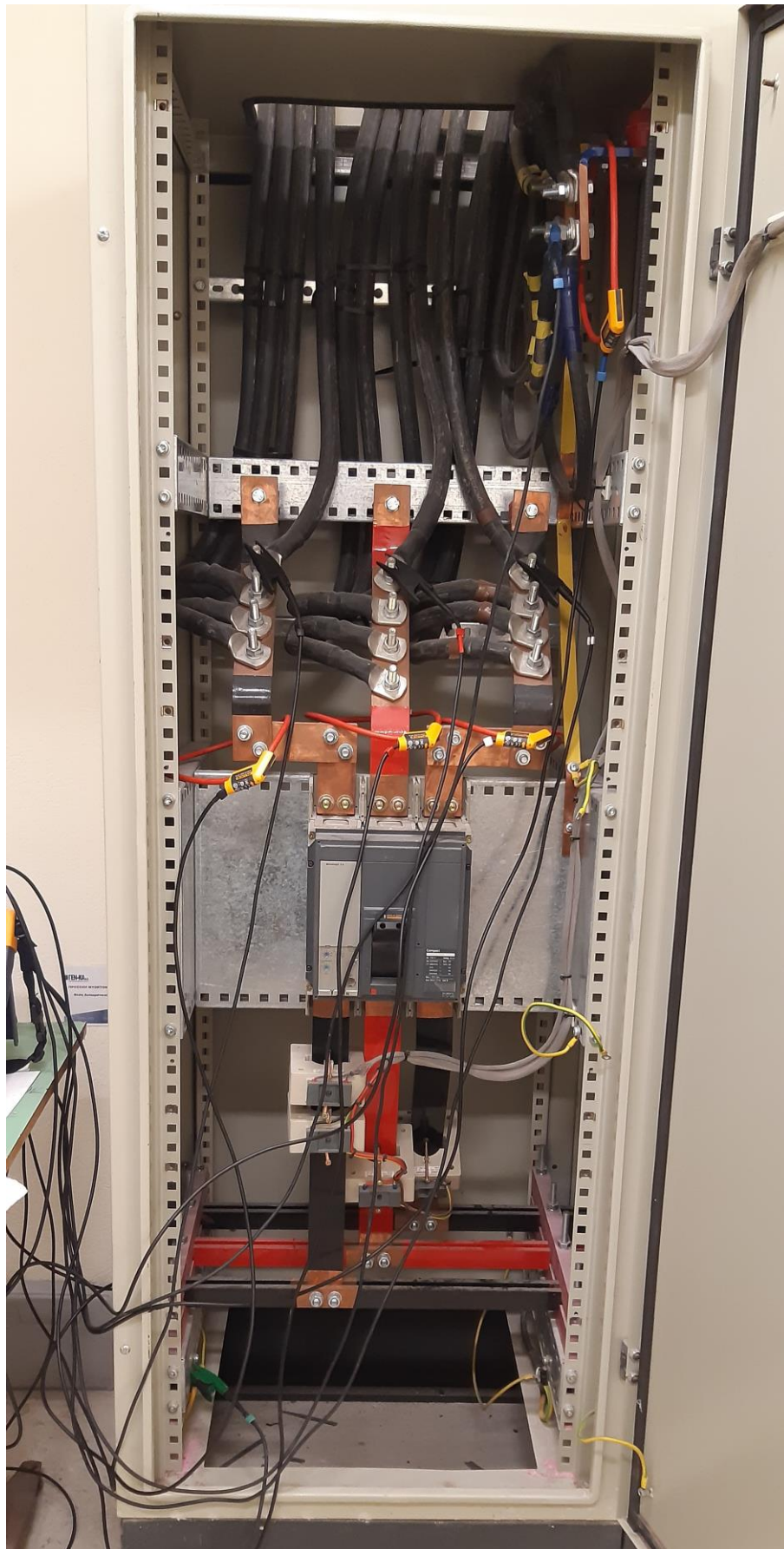
6.11 Συμπέρασμα

Κατά την διάρκεια της διαδικασίας αυτής, καθημερινά και παράλληλα με την καταγραφή των πληροφοριών από το συγκεκριμένο όργανο, πραγματοποιήθηκαν χειροκίνητες μετρήσεις με την βοήθεια ειδικού οργάνου (αμπεροτσιμπίδα) σε καθένα από τους κεντρικούς υποπίνακες του κτιρίου. Με αυτόν τον τρόπο ήταν εφικτή η διασταύρωση και η επαλήθευση των δυο μετρήσεων, έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν έγκυρα δεδομένα για την πρόοδο της μελέτης.

Αναλύοντας τα αποτελέσματα της καταγραφής, αξίζει να σημειωθεί ότι παρατηρήθηκαν ποικίλες διακυμάνσεις κατανάλωσης ρεύματος κατά την διάρκεια της ημέρας. Ειδικότερα, τις ώρες αιχμής, οι καταναλώσεις ήταν αρκετά αυξημένες. Μικρότερες μετρήσεις σημειώθηκαν τόσο κατά τη διάρκεια της νύχτας όσο και τα Σαββατοκύριακα. Υπογραμμίζεται ότι οι μετρήσεις σε αυτές τις χρονικές περιόδους, παρόλο που ήταν αισθητά χαμηλότερες από εκείνες των ωρών αιχμής, μπορούν να χαρακτηριστούν ως αρκετά υψηλές με την πρώτη ανάγνωση, λαμβάνοντας υπόψιν την απουσία της πληθώρας του προσωπικού και των φοιτητών.

Αναζητώντας τα αίτια αυτού του φαινομένου και έπειτα από εκτενή ερευνά, εντοπιστήκαν ορισμένοι λόγοι οι οποίοι το δικαιολογούν. Συγκεκριμένα, η αυξημένη κατανάλωση προκύπτει από τη συνεχή λειτουργία των εγκαταστάσεων ασφαλείας του κτιρίου, η οποία αποτελείται από εγκαταστάσεις πυρανίχνευσης, πυρόσβεσης, συστημάτων συναγερμού, τη σύσταση του data room και το φωτισμό ασφαλείας. Μέρος της ενέργειας που καταγράφηκε οφείλεται και στη λειτουργία ηλεκτρονικών υπολογιστών από αμέλεια ή και γενικότερων άλλων εργασιών και ερευνών, σχετικών με πτυχιακές και διπλωματικές εργασίες φοιτητών.

Εικόνα 6.11.1 Σύνδεση ενεργειακού αναλυτή



Εικόνα 6.11.2 Σύνδεση ενεργειακού αναλυτή



7 Κεφάλαιο 7: Τρόποι και υλικά εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι κάτι που μας απασχολεί όλους. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, έχει υπολογισθεί ότι το 40% της συνολικής ενέργειας καταναλώθηκε από τα κτίρια, ενώ το 60% του συγκεκριμένου ποσοστού δαπανήθηκε για τη θέρμανσή τους [43]. Η εξοικονόμηση ενέργειας ρεύματος μπορεί να γίνει με δύο βασικούς τρόπους. Ο πρώτος είναι η ορθή διαχείριση της ενέργειας μέσω αυτοματισμών φωτισμού και ο δεύτερος είναι η αντικατάσταση των παλαιάς τεχνολογίας λαμπτήρων με νέας τεχνολογίας λαμπτήρες LED [36].

7.1 Αυτοματισμοί Φωτισμού

Από την επέμβαση στον φωτισμό είναι ικανή να επιφέρει πολλά οφέλη, όπως είναι η υψηλή ποιότητα φωτισμού και η οπτική άνεση, η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων, αλλά φυσικά και η μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας. Ακόμα, κάτι που ίσως να μην γίνεται εύκολα αντιληπτό, είναι το ότι με την παρέμβαση στον φωτισμό διαφοροποιούνται και οι καταναλώσεις της πρωτογενούς ενέργειας στη θέρμανση και στην ψύξη. Αυτό συμβαίνει, καθώς μειώνονται τα θερμικά φορτία που παράγουν οι λαμπτήρες, κι έτσι αυξάνονται τα φορτία στη θέρμανση, αλλά μειώνονται τα φορτία στην ψύξη.

7.2 Ανιχνευτής Κίνησης-Παρουσίας

Ο ανιχνευτής κίνησης-παρουσίας μάς παρέχει τη δυνατότητα να ενεργοποιείται ο φωτισμός στον χώρο μόνο στην περίπτωση που ανιχνευτεί κίνηση μέσα σε αυτόν. Η ενεργοποίηση του φωτισμού γίνεται αυτόματα και διαρκεί για συγκεκριμένο χρόνο, ο οποίος προκαθορίζεται από τον χρήστη. Έτσι, μπορούμε να εξοικονομήσουμε ενέργεια έως και 40% [47]. Στις περιπτώσεις όμως που η εγκατάσταση του ανιχνευτή κίνησης – παρουσίας γίνει σε χώρους όπου δεν απαιτείται η διαρκής λειτουργία των φώτων, τότε η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να φτάσει έως και 80%. Η εφαρμογή του προτείνεται για χώρους, όπως σκάλες, αποθήκες, διαδρόμους και τουαλέτες [36].

Εικόνα 7.2 Ανιχνευτής κίνησης



7.3 Φωτοκύτταρο – Ανιχνευτής Φωτός

Το φωτοκύτταρο ρυθμίζει το φωτιστικό, ανοίγοντας ή κλείνοντάς το, ανάλογα με την ποσότητα φωτός που υπάρχει στον χώρο. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπου η ποσότητα του φυσικού φωτός είναι επαρκής, το φωτιστικό είναι κλειστό, ενώ τη νύχτα που ο φυσικός φωτισμός είναι χαμηλός, το φωτιστικό ανάβει. Η εφαρμογή του είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε χώρους εξωτερικούς. Με το φωτοκύτταρο, η εξοικονόμηση ενέργειας αγγίζει μέχρι και το 50% [36].

7.4 Χρονοδιακόπτης Φωτισμού

Μέσω του χρονοδιακόπτη φωτισμού, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέγει ποιες ώρες θα είναι ενεργά τα φωτιστικά τού χώρου και ποιες όχι, αρκεί να συνδέσει τον χρονοδιακόπτη φωτισμού στην ίδια γραμμή με τα φωτιστικά που επιθυμεί και να τον προγραμματίσει. Έπειτα, το άνοιγμα και το σβήσιμο των φωτιστικών γίνεται αυτόματα. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούμε να εξοικονομήσουμε ενέργεια έως και 50% [36].

Εικόνα 7.4 Χρονοδιακόπτης



7.5 Ρυθμιστής Έντασης Φωτισμού (Dimmer)

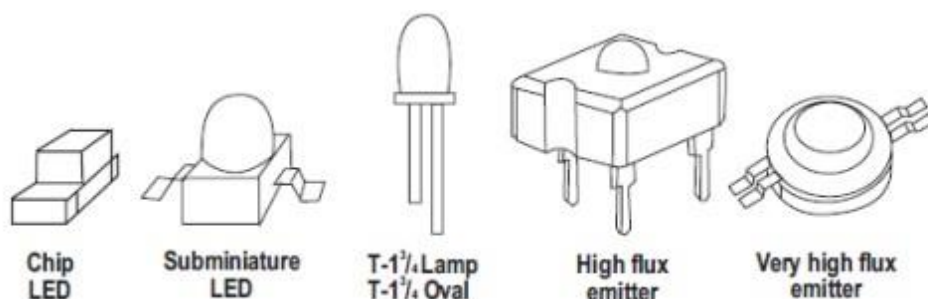
Με τον ρυθμιστή έντασης φωτισμού ρυθμίζουμε την ένταση του φωτισμού του χώρου. Έτσι, είμαστε σε θέση να επιλέξουμε το κατάλληλο επίπεδο φωτισμού κατά τη διάρκεια της ημέρας. Όταν, λοιπόν, χρειαζόμαστε έναν χαμηλό φωτισμό και δεν υπάρχει ανάγκη να λειτουργεί το φωτιστικό μας στο 100%, τότε με τον ρυθμιστή έντασης φωτισμού, τότε επιλέγουμε τον ρυθμιστή έντασης φωτισμού, για να επιτύχουμε το επιθυμητό αποτέλεσμα. Η εξοικονόμηση ενέργειας, με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να ανέλθει μέχρι και στο 35% [36].

Εικόνα 7.5 Dimmer



7.6 Αντικατάσταση παλαιών λαμπτήρων με LED

Η νέα τεχνολογία λαμπτήρων LED εξοικονομεί έως και 90% της ενέργειας συγκριτικά με τους παλαιούς λαμπτήρες πυρακτώσεως και έως και 75% σε σύγκριση με τους ηλεκτρονικούς λαμπτήρες [16]. Μάλιστα, ως προς τη διάρκεια τους, διαρκούν 50 φορές περισσότερο από τους κλασικούς λαμπτήρες πυρακτώσεως και 5 φορές περισσότερο από τους λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας [35]. Επιπλέον, έχουν πιστοποίηση RoHS, δηλαδή, αντίθετα από τους λαμπτήρες φθορισμού και τους λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας, εκείνοι δεν περιέχουν τοξικές ουσίες. Οι λαμπτήρες της τεχνολογίας LED είναι ιδιαίτερα εξυπηρετικοί και ως προς το γεγονός ότι κυκλοφορούν σε διάφορα μοντέλα κι έτσι ταιριάζουν σε όλα τα είδη ντουί, καθιστώντας την αντικατάστασή τους εύκολη και γρήγορη, καθώς δε χρειάζεται ούτε επιπλέονσες επιδιορθώσεις [36].



7.7 Μαγνητικές Επαφές

Με την τοποθέτηση μαγνητικών επαφών στα παράθυρα μας παρέχεται η δυνατότητα να απομονώσουμε το αντίστοιχο κλιματιστικό σώμα του χώρου, ώστε να μη λειτουργεί άσκοπα την ώρα που είναι ανοιχτά τα παράθυρα. Απαραίτητη είναι και η τοποθέτηση και σύνδεση ενός ρελέ, για την ολοκλήρωση του κυκλώματος. Με αυτόν τον τρόπο, εξοικονομούμε ενέργεια μέσω της αυτόματης παύσης λειτουργίας του κλιματιστικού σώματος με το άνοιγμα του παραθύρου.

Εικόνα 7.7 Μαγνητική επαφή



8 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας

8.1 Εξοικονόμηση ενέργειας με αλλαγή λαμπτήρων σε led

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί μια οικονομική προσφορά που αφορά στο κτίριο Z' του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Πιο συγκεκριμένα, θα γίνει μια προσπάθεια εκτίμησης του κόστους αγοράς και αντικατάστασης του προτεινόμενου εξοπλισμού – ο οποίος θα αναφερθεί στη συνέχεια -, αλλά και το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας ως αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι όσα θα παρουσιαστούν παρακάτω είναι βασισμένα στις πηγές [19] και [22] της παρούσας εργασίας.

Ειδικότερα, στον παρακάτω πίνακα, αναλύεται το κόστος αγοράς του υπάρχοντος εξοπλισμού:

Πίνακας 8.1.1 Κόστος αγοράς υπάρχοντος εξοπλισμού

ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ				
Αρ.	Λαμπτήρας	Αρ. Λαμπτήρων	Ισχύς (W)	Τιμή
1	OSRAM L36W/840 Cool White	1.878	36	4,58€
2	Kandolight T8 18W/86	1.032	18	2,1€
3	F8W/T5/154 Emergency light	115	8	2,24€
Σύνολο		3.025		11.026,04€

Στον επόμενο πίνακα, αναλύεται το κόστος αγοράς νέων φωτιστικών σωμάτων, με σκοπό τη χρήση λαμπτήρων με χαμηλότερη καταναλισκόμενη ισχύ, έτσι ώστε να επιτευχθεί στο μέγιστο η εξοικονόμηση ενέργειας:

Πίνακας 8.1.2 Κόστος αγοράς νέων φωτιστικών σωμάτων

ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΝΕΩΝ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ			
Αρ.	Φωτιστικά	Αρ. Φωτιστικών	Τιμή
1	DRAK T8 2x18W 1.2m	793	12,33€
2	LEDVANCE LED Panel 60x60 36W 4000K	358	31,38€
3	Olympia EXIT LED 2.7W 1.5h	115	20,66€
Σύνολο		1.266	23.387,63€

Αξίζει να σημειωθεί ότι, εκτός από το κόστος αγοράς των νέων φωτιστικών σωμάτων, πρέπει να συνυπολογιστεί και το κόστος αγοράς νέων λαμπτήρων, αλλά και το κόστος τοποθέτησης και αντικατάστασης του παλαιού εξοπλισμού από τον νέο. Οι παρακάτω πίνακες παρέχουν πληροφορίες για τα αντίστοιχα κόστη, τα οποία θα πρέπει να έρθουν σε αντιπαραβολή με την εξοικονόμηση ενέργειας που θα επιτευχθεί από τη δράση αυτή. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να συγκριθούν τα κόστη της

απεγκατάστασης του παλαιού εξοπλισμού, της αγοράς νέου εξοπλισμού και λαμπτήρων, καθώς και της εγκατάστασης του καινούργιου εξοπλισμού με το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας που θα προκύψει από τη χρήση νέου τύπου λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Πίνακας 8.1.3 Κόστος αγοράς νέων λαμπτήρων

ΚΟΣΤΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΝΕΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ				
Αρ.	Λαμπτήρας	Αρ. Λαμπτήρων	Ισχύς (W)	Τιμή
1	OSRAM LED T8 8W/900LM 4000K 1.2m	1.878	8	3,51€
2	GEYER LED T8 9W 4000K 0.6m	1.032	9	4,95€
Σύνολο		2.910		11.700,18€

Πίνακας 8.1.4 Κόστος τοποθέτησης και αντικατάστασης του υπάρχοντος φωτισμού

ΚΟΣΤΟΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ					
Αρ.	Λαμπτήρας	Ποσότητα	Κόστος αλλαγής	Αντικατάσταση	Κόστος
1	OSRAM L36W/840 Cool White	1.878	3,00€	2	3.756€
2	Kandolight T8 18W/86	1.032	3,00€	4	4.128€
3	F8W/T5/154 Emergency light	115	3,00€	1	345€
Σύνολο		3.025			8.229€

Πίνακας 8.1.5 Κόστος εγκατάστασης προτεινόμενου φωτισμού

ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ					
Αρ.	Λαμπτήρας	Ποσότητα	Κόστος αλλαγής	Αντικατάσταση	Κόστος
1	DRAK T8 2x18W 1.2m	793	15,00€	1	11.895€
2	LEDVANCE LED Panel 60x60 36W 4000K	358	15,00€	1	5.370€
3	Olympia EXIT LED 2.7W 1.5h	115	15,00€	1	1.725€
Σύνολο		1.266			18.990€

Οι δύο παρακάτω πίνακες αντικατοπτρίζουν το συνολικό κόστος της συνολικής δαπάνης ρεύματος στην περίπτωση χρήσης παλαιών και νέων λαμπτήρων αντίστοιχα. Είναι φανερό ότι η διαφορά στην κατανάλωση ενέργειας είναι τεράστια. Για τον λόγο αυτό, κρίνεται αναγκαίο να συνοψίσουμε όλα τα παραπάνω σε έναν πίνακα:

Πίνακας 8.1.6 Κατανάλωση ρεύματος με τον υπάρχοντα φωτισμό

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΟΝ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟ						
Αρ.	Λαμπτήρας	Ποσότητα	Ισχύς (W)	χ1000(ώρες)	Κόστος (kWh)	Συνολικό κόστος ενέργειας
1	OSRAM L36W/840 Cool White	1.878	36	15	0,12€	121.694,4€
2	Kandolight T8 18W/86	1.032	18	15	0,12€	33.436,8€
3	F8W/T5/154 Emergency light	115	8	15	0,12€	1.656€
Σύνολο		3.025				156.787,2€

Πίνακας 8.1.7 Κατανάλωση ρεύματος με τον προτεινόμενο φωτισμό

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΟΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΦΩΤΙΣΜΟ						
Αρ.	Λαμπτήρας	Ποσότητα	Ισχύς (W)	χ1000(ώρες)	Κόστος (kWh)	Συνολικό κόστος ενέργειας
1	OSRAM LED T8 8W/900LM 4000K 1.2m	1.878	8	15	0,12€	27.043,2€
2	GEYER LED T8 9W 4000K 0.6m	1.032	9	15	0,12€	16.718,4€
3	Olympia EXIT LED 2.7W	115	2,7	15	0,12€	558,9€
Σύνολο		3.025				44.320,5€

Συμπερασματικά, και λαμβάνοντας υπόψιν τα δεδομένα των παραπάνω πινάκων, αξίζει να σημειωθεί ότι, παρόλο που το κόστος μιας τέτοιας ενέργειας είναι αρκετά υψηλό, το όφελος που θα προκύψει από την εξοικονόμηση ενέργειας είναι αρκετά μεγαλύτερο και, συγκεκριμένα, μέσα στις πρώτες 15.000 ώρες λειτουργίας, οι οποίες αντιστοιχούν σε περίπου 5 χρόνια της τυπικής λειτουργίας του κτιρίου, το ποσοστό εξοικονόμησης δαπάνης είναι 50,75%. Φυσικά, είναι πασιφανές ότι η εξοικονόμηση αυτή είναι σπουδαία, διότι τα χρήματα που εξοικονομούνται μπορούν να διατεθούν για άλλα σημαντικότερες ανάγκες.

Πίνακας 8.1.8 Συνολικά αποτελέσματα

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ				
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΥΠΑΡΧΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΚΕΡΔΟΣ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΕΡΔΟΥΣ
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ	156.787,2€	44.320,5€	112.466,7€	71,73%
ΑΓΟΡΑ - ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ	11.026,04€	23.387,63€	-12.361,63€	-112,11%
ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	8.229€	18.990€	-10.761€	-130,76%
ΣΥΝΟΛΟ	176.042,24€	86.697,63€	89.344,07€	50,75%

8.2 Εξοικονόμηση ενέργειας με την χρήση ανιχνευτών κίνησης

Σενάριο 1: Σε αυτήν την υποενότητα θα υπολογίσουμε το κέρδος αν αντί για λαμπτήρες φθορισμού είχαμε λαμπτήρες led και ταυτόχρονα ανιχνευτές κίνησης.

Πίνακας 8.2.1 Υπολογισμός εβδομαδιαίας κατανάλωσης φωτών LED χωρίς ανιχνευτές κίνησης

Τύπος λαμπτήρα	Χρήση	Ποσότητα	Day/Week	Hours/Day	Ισχύς (kW)	Κόστος*
Φθορισμού	Διαδρόμους	1.253	7	24	25,68	517,70 €
Φθορισμού	Γραφεία/Εργαστήρια	2.096	5	8	61,63	295,82 €
Led	Διαδρόμους	1.253	7	24	12,64	254,96 €
Led	Γραφεία/Εργαστήρια	2.096	5	8	30,35	145,69 €

* Το κόστος υπολογίζεται για 1 ολόκληρη εβδομάδα συνεχόμενης χρήσης με τιμή κιλοβατώρας 0,12€.

Στον παραπάνω πίνακα απεικονίζεται η λειτουργία και το κόστος των λαμπτήρων για μία εβδομάδα. Σε αυτήν την εβδομάδα έχουμε υπολογίσει ότι οι λαμπτήρες των διαδρόμων λειτουργούν 24 ώρες την ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα. Αντίστοιχα, ο φωτισμός στα γραφεία και στα εργαστήρια λειτουργεί 8 ώρες την ημέρα, 5 ημέρες την εβδομάδα. Σε περίπτωση αλλαγής των λαμπτήρων σε led είναι εμφανές ότι το κόστος λειτουργίας τους θα μειωνόταν γύρω στο 50%.

Πίνακας 8.2.2 Υπολογισμός εβδομαδιαίας κατανάλωσης φωτών LED με ανιχνευτές κίνησης

Τύπος λαμπτήρα	Χρήση	Day/Week	Hours/Day	Ισχύς (kW)	Κόστος +20%**
Led με ανίχνευση κίνησης	Διαδρόμους	5	10	12,64	91 €

**Το κόστος είναι +20% για τον λόγο ότι τις υπόλοιπες ώρες από τις 10 και τις υπόλοιπες μέρες από τις 5 ,τα φώτα θα λειτουργούν μόνο με ανίχνευση κίνησης.

Πίνακας 8.2.3 Υπολογισμός ποσοστού κέρδους εβδομαδιαίας κατανάλωσης με η χωρίς ανιχνευτές κίνησης

Τύπος λαμπτήρα	Χρήση	Υπάρχων φωτισμός	Προτεινόμενος φωτισμός	Ποσοστό κέρδους
Φθορισμού	Διαδρόμους	517,70€	0	
Φθορισμού	Γραφεία/Εργαστήρια	295,82€	0	
Led	Διαδρόμους	0	254,96€	
Led	Γραφεία/Εργαστήρια	0	145,69€	
Led με ανιχνευτές κίνησης	Διαδρόμους	0	91€	
Σύνολο κατανάλωσης χωρίς ανιχνευτές κίνησης		813,52€	400,65€	51,8%
Σύνολο κατανάλωσης με ανιχνευτές κίνησης			236,69€	71%

Από τους παραπάνω πίνακες είναι ολοφάνερο ότι με την χρήση ανιχνευτών κίνησης μπορούμε να έχουμε εξοικονόμηση ρεύματος περίπου 35,69%. Δεν μπορούμε να είμαστε ακριβής με την εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς δεν μπορούμε να υπολογίσουμε το πλήθος ατόμων στο κτίριο τις ώρες μη αιχμής. Παρόλα αυτά, με την εγκατάσταση ανιχνευτών κίνησης σε κοινόχρηστους χώρους, το κόστος για το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να μειωθεί περίπου 163€, αν είχαμε led λαμπτήρες, και 333,1€ , αν είχαμε λαμπτήρες φθορισμού.

Πίνακας 8.2.4 Υπολογισμός ετήσιου κόστους και κέρδους με τον προτεινόμενο σενάριο

Τύπος λαμπτήρα	Χρήση	Κόστος ενέργειας για 1 εβδομάδα	Κόστος ενέργειας για 1 λειτουργικό χρόνο
Φθορισμού	Διαδρόμους	517,70€	24.331,9€
Φθορισμού	Γραφεία/Εργαστήρια	295,82€	14.199,36€
Led	Διαδρόμους	254,96€	11.983,12 €
Led	Γραφεία/Εργαστήρια	145,96€	7.006,08 €
Led με ανιχνευτές κίνησης	Διαδρόμους	91€	4.186 €
Σύνολο κατανάλωσης χωρίς ανιχνευτές κίνησης	Φθορισμού	813,52€	38.531,26€
	Led	400,65€	18.989,2€
Σύνολο κατανάλωσης με ανιχνευτές κίνησης	Led	236,69€	11.192,83€
Κέρδος με την χρήση ανιχνευτών κίνησης			27.338,43€

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται το κόστος του φωτισμού για έναν ολόκληρο λειτουργικό χρόνο. Στους παραπάνω υπολογισμούς έχουμε λάβει υπόψιν ότι τα Χριστούγεννα, το Πάσχα καθώς και τον Αύγουστο το κτίριο είναι κλειστό ή ημιλειτουργεί.

8.3 Εξοικονόμηση ενέργειας με την χρήση μαγνητικών επαφών στα παράθυρα

Σενάριο 2: Σε αυτήν την υποενότητα θα μελετήσουμε την εξοικονόμηση ενέργειας με την εγκατάσταση μαγνητικών επαφών στα παράθυρα.

Όλοι οι παρακάτω υπολογισμοί είναι βασισμένοι στο διάστημα 15 Μαΐου έως 15 Σεπτεμβρίου όπου σε αυτήν την περίοδο είναι ρυθμισμένος να λειτουργεί ο κλιματισμός

Στους παρακάτω πίνακες θα παρουσιάσουμε τις καταναλώσεις των τοποθετημένων fan coil σε κοινόχρηστους χώρους, αλλά και σε γραφεία και εργαστήρια. Με την υπάρχουσα ρύθμιση τα fan coils λειτουργούν στους κοινόχρηστους χώρους 11 ώρες την ημέρα, από Δευτέρα έως και Παρασκευή, για 16 συνεχόμενες εβδομάδες, μόνο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Αντίστοιχα, στα γραφεία και τα εργαστήρια λειτουργούν για 6 ώρες την ημέρα, από Δευτέρα έως και Παρασκευή, και πάλι για 16 εβδομάδες. Η συνολική καταναλισκόμενη ισχύς για τις 16 αυτές εβδομάδες υπολογίζεται στις 1.858,56 κιλοβατώρες.

Στην ίδια εγκατάσταση, αν σε κάθε παράθυρο τοποθετηθούν μαγνητικές επαφές, τότε μπορούμε να πούμε ότι, αν ανοίξει κάποιο παράθυρο, τότε το αντίστοιχο fan coil θα σταματήσει να δουλεύει ή θα μειωθεί η απόδοσή του και συνεπώς και η κατανάλωσή του. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε έστω και θεωρητικά το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας με την χρήση των μαγνητικών επαφών στα παράθυρα, το οποίο είναι 25,82%.

Πίνακας 8.3.1 Ετήσια κατανάλωση χωρίς μαγνητικές επαφές

	Αριθμός Fan Coil	Hours/Day	Day/Week	Weeks/Year	Κατανάλωση Fan Coil (W)	Ετήσια κατανάλωση χωρίς μαγνητικές επαφές (kWh)
Κοινόχρηστα	56	11	5	16	100	591,36
Γραφεία - Εργαστήρια	220	6	5	16	100	1.267,2
Σύνολο	276					1.858,56
Κόστος με 0,12€ η κιλοβατώρα						222,78€

Πίνακας 8.3.2 Ετήσια κατανάλωση με μαγνητικές επαφές

	Αριθμός Fan Coil	Hours/Day	Day/Week	Weeks/Year	Κατανάλωση Fan Coil (W)	Ετήσια κατανάλωση με μαγνητικές επαφές (kWh)
Κοινόχρηστα	56	6	5	16	100	322,56
Γραφεία - Εργαστήρια	220	5	5	16	100	1.056
Σύνολο	276					1.378,56
Κόστος με 0,12€ η κίλοβατώρα						165,42€

8.4 Αποτελέσματα παρεμβάσεων

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά τα στοιχεία για την ισχύ, την κατανάλωση αλλά και το κόστος του φωτισμού και των fan coils για διάφορα σενάρια για έναν χρόνο.

Αναλυτικότερα είναι:

Υπάρχων φωτισμός και fan coils

Προτεινόμενος φωτισμός fan coils

Προτεινόμενος φωτισμός με ανιχνευτές κίνησης και fan coils

Προτεινόμενος φωτισμός με ανιχνευτές κίνησης, μαγνητικές επαφές και fan coils

Πίνακας 8.4.1 Υπολογισμός κέρδους σεναρίων σε ισχύ, κατανάλωση και κόστος

Ανά έτος	Ισχύς (kW)	Κατανάλωση (kWh)	Κόστος
Υπάρχων φωτισμός και fan coils	114.704	320.492,24	38.459,06€
Προτεινόμενος φωτισμός και fan coils	52.222	158.721,9	19.046,62€
Προτεινόμενος φωτισμός με ανιχνευτές κίνησης και fan coils	52.222	86.762	10.411,44€
Προτεινόμενος φωτισμός με ανιχνευτές κίνησης και μαγνητικές επαφές και fan coils	52.222	86.284	10.354,08€
Κέρδος σεναρίων	62.482 kW	234.208,24 kWh	28.104,98 €

Στον επόμενο πίνακα αναλύουμε τα παραπάνω σενάρια και υπολογίζουμε από τις κιλοβατώρες την πρωτογενή ενέργεια και τους εκλυόμενους ρύπους ανά μονάδα ενέργειας.

Πίνακας 8.4.2 Υπολογισμός κέρδους σεναρίων σε κατανάλωση και εκλυόμενους ρύπους

Ανά έτος	Κατανάλωση ενέργειας σε (kWh)	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια [kWh/m ² /yr] Συντελεστής 2,9 Εμβαδόν κτιρίου 11.370m ²	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας [kgCO ₂ /kWh] Συντελεστής 0,989
Υπάρχων φωτισμός	320.492,24	81,74	316.966,82
Προτεινόμενος φωτισμός	158.721,9	40,48	156.975,95
Προτεινόμενος φωτισμός μαζί με τα σενάρια	86.284	21,99	85.334,87
Κέρδος (Με σενάρια)	234.208,24 kWh		231.631,95

9 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9: Βιβλιογραφία – Αναφορές - Διαδικτυακές Πηγές

Βιβλιογραφία

1. Α. Καράμπουλας, «Εξοικονόμηση Ενέργειας με Αντικατάσταση του Οδοφωτισμού στο Δήμο Ασπρόπυργου», Διπλωματική Εργασία, Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης, Πολυτ. Κρητ., Χανιά, Κρήτη, Ελλάδα, 2015. [Διαδικτυακό]. Διαθέσιμο: <https://dias.library.tuc.gr/>
2. Andrianos, «Fan Coil», andrianos.gr <https://www.andrianos.gr/gr/proionta/klimatismos/antlies-thermothtas-fan-coils> (πρόσβαση Μάιος 4, 2022)
3. Apothema.gr, «Αγοράζοντας καινούργιο ψυγείο», apothema.gr <https://www.apothema.gr/odigos-agogas/psygeia> (πρόσβαση Μάιος 5, 2022)
4. ATASeducational, «Λυχνία Υψηλής πίεσης ατμών υδραργύρου

[1000852]», atas.gr https://www.atas.gr/product.php?products_id=6190
(πρόσβαση Απρ. 21, 2022)

5. Β. Χ. Καπετανίδης, «Εξυπνα Συστήματα Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτίρια και Βιομηχανίες», Διπλωματική Εργασία, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρονικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, ΕΜΠ, Αθήνα, Αττική, Ελλάδα, 2015. [Διαδικτυακό]. Διαθέσιμο: <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/>
6. Βικιπαίδεια, «Επιτραπέζιος υπολογιστής», el.wikipedia.org https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CF%80%CE%B9%CF%84%CF%81%CE%B1%CF%80%CE%AD%CE%B6%CE%B9%CE%BF%CF%82_%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%82 (πρόσβαση Μάιος 2, 2022)
7. Βικιπαίδεια, «Ηλεκτρικός Λαμπτήρας», el.wikipedia.org https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CE%BB%CE%B1%CE%BC%CF%80%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82#%CE%9B%CE%B1%CE%BC%CF%80%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82_%CF%84%CF%8C%CE%BE%CE%BF%CF%85
(πρόσβαση Απρ. 13, 2022)
8. Βικιπαίδεια, «Ηλεκτρονικός υπολογιστής», el.wikipedia.org https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%82 (πρόσβαση Απρ. 21, 2022)
9. Βικιπαίδεια, «Λαμπτήρας πυράκτωσης», el.wikipedia.org https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B1%CE%BC%CF%80%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82_%CF%80%CF%85%CF%81%CE%AC%CE%BA%CF%84%CF%89%CF%83%CE%B7%CF%82
(πρόσβαση Απρ. 20, 2022)
10. Βικιπαίδεια, «Λαμπτήρας φθορισμού», el.wikipedia.org https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B1%CE%BC%CF%80%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82_%CF%86%CE%B8%CE%BF%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D
(πρόσβαση Απρ. 20, 2022)
11. Βικιπαίδεια, «Φορητός υπολογιστής», el.wikipedia.org https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CE%BF%CF%81%CE%B7%CF%84%CF%8C%CF%82_%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%82
(πρόσβαση Μάιος 4, 2022)
12. BeConnected, «Τι είναι ο φορητός υπολογιστής ή λάπτοπ;», beconnected.esafety.gov.au

https://beconnected.esafety.gov.au/pluginfile.php/943/mod_resource/content/5/pdfs/BeConnected_Tipsheet_WhatIsALaptop_01_Greek_Web.pdf
(πρόσβαση Μάιος 2, 2022)

13. Γ. Α. Τσιώνας, «Εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό δρόμων – Πιλοτική εφαρμογή στο Δήμο Χαλανδρίου», Διπλωματική Εργασία, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Τομέας Ηλεκτρικής Ισχύος, ΕΜΠ, Αθήνα, Αττική, Ελλάδα, 2010. [Διαδικτυακό]. Διαθέσιμο: <https://artemis.cslab.ece.ntua.gr>
14. Εργαστήριο Εφαρμογών Πληροφορικής στα ΜΜΕ, ΑΠΘ, «Εκτυπωτής», medialab.jour.auth.gr
<https://medialab.jour.auth.gr/hardware/printer.htm?fbclid=IwAR0fJrefUTf2m3D6QFw2wSon1SbveU4s29q6rGlzIMltCasInpIKwKmNw3Y>
(πρόσβαση Μάιος 4, 2022)
15. E-alarm, «DS-1561-W Μαγνητική Επαφή Φλαντζωτή Λευκό Χρώμα ALEPH Βιδωτές (Φλατζωτές) Και Αυτοκόλλητες Μικρές Μαγνητικές Επαφές», e-alarm.gr <https://www.e-alarm.gr/magnitiki-epafi-flantzotileyko-xroma-aleph-dc-1561-w> (πρόσβαση Μάιος 7, 2022)
16. Electr.gr, «Φωτισμός και Εξοικονόμηση Ενέργειας», electr.gr
<https://electr.gr/%CF%86%CF%89%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%82-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%B5%CE%BE%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CF%83%CE%B7-%CE%B5%CE%BD%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%82> (πρόσβαση Μάιος 2, 2022)
17. Energypress, «Πώς θα εξοικονομήσω ενέργεια από τον υπολογιστή, τον εκτυπωτή και το φωτοαντιγραφικό», energypress.gr
<https://energypress.gr/news/pos-tha-exoikonomiso-energeia-apo-ton-ypologisti-ton-ektypoti-kai-fotoantigrafiko> (πρόσβαση Μάιος 4, 2022)
18. Engineer.decorexpro.com/el/, «Πόση ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνει το ψυγείο; Κατανοούμε πώς να επιλέξουμε μια οικονομική τεχνική», engineer.decorexpro.com/el/
<https://engineer.decorexpro.com/el/tech/xolodilniki/potreblyaemayamoshhnost-xolodilnika.html> (πρόσβαση Μάιος 6, 2022)
19. ΚΑΥΚΑΣ, kafkas.gr
https://www.kafkas.gr/?fbclid=IwAR3YpC6QNgxMKTNKqJtJlhLL4VO Ctbov66Yvj_xESSw1aJVx7LbUmhb4oNw (πρόσβαση Ιούνιος 24, 2022)
20. ΚΑΥΚΑΣ, «Χρονοδιακόπτης αναλογικός ράγας 100h 1Εξ. 1Στ. Με Εφεδρεία», kafkas.gr https://www.kafkas.gr/ilektrologiko-yliko/iliko-ragas/elenchos/chronodiakoptes/chronodiakoptes-analogikoi-imerisioi/abb-chronodiakoptis-analogikos-ragas-100h-1ex.1st.mefedreia_293342/ (πρόσβαση Μάιος 7, 2022)

21. ΚΑΥΚΑΣ, «Dimmer Περιστροφικό All Loads/LED 2500W Λευκό», kafkas.gr https://www.kafkas.gr/diakoptes-fotismou/master/master-dimmer-peristrofiko-all-loads-led-2500w-lefko_197830/ (πρόσβαση Μάιος 7, 2022)
22. Κ. Φάνου, «Η Τεχνολογία LED και Οικονομική Μελέτη Αντικατάστασης Φωτισμού στην Βιβλιοθήκη του Βόλου», Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, Θεσσαλία, Ελλάδα, 2016. [Διαδικτυακό]. Διαθέσιμο: http://www.lib.uth.gr/lws/en/en_hp.asp
23. Κωτσόβολος, «IndelB Breeze T40 Θερμοηλεκτρικό Mini bar», kotsovolos.gr <https://www.kotsovolos.gr/household-appliances/fridges/mini-bars/180242-indelb-breeze-t40-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B7%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C> (πρόσβαση Μάιος 7, 2022)
24. Κωτσόβολος, «Kerosun CH900 Θερμάστρα Carbon», kotsovolos.gr <https://www.kotsovolos.gr/air-condition-heaters/heaters/sompes-alogonou/112684-kerosun-ch900> (πρόσβαση Μάιος 7, 2022)
25. Coolweb.gr, «Αναλυτικός οδηγός αγοράς πολυμηχανήματος: όλα όσα θα χρειαστείτε», coolweb.gr <https://coolweb.gr/agora-polymixanimatos-symvoules/#a1> (πρόσβαση Μάιος 3, 2022)
26. Coolweb.gr, «Σόμπες αλογόνου: πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα!», coolweb.gr <https://coolweb.gr/sompes-alogonou-pleonektimata-meionektimata/> (πρόσβαση Μάιος 4, 2022)
27. Cosmodata, «Έγχρωμο Πολυμηχάνημα Canon TR4650 (5072C006AA) - Εκτύπωση, Σάρωση, Αντιγραφή, Φαξ - A4 - 4800x1200 dpi - 4.4ppm - Black», cosmodata.gr <https://www.cosmodata.gr/product/369995/ektipotes-analosisima/ektipotes/all-in-one-polimichanimata/egchromo-polimichanima-canon-tr4650-5072c006a> (πρόσβαση Μάιος 6, 2022)
28. Cosmodata, «Έγχρωμος εκτυπωτής Epson L1210 EcoTank - A4 - 5760 x 1440 dpi - 15 ppm - USB», cosmodata.gr <https://www.cosmodata.gr/product/365088/ektipotes-analosisima/ektipotes/inkjet-ektipotes/egchromos-ektipotis-epson-l1210-a4-5760-x-1440-dpi-15-ppm-us> (πρόσβαση Μάιος 6, 2022)
29. Cosmodata, «Μονόχρωμος εκτυπωτής Brother HL-1110 - A4 - 600 x 600 DPI - 18 ppm - USB», cosmodata.gr <https://www.cosmodata.gr/product/363841/ektipotes-analosisima/ektipotes/laser-ektipotes/monochromos-ektipotis-brother-hl-1110-a4-600-x-600-dpi-18-ppm-> (πρόσβαση Μάιος 6, 2022)
30. Cosmodata, «Lenovo IdeaPad 3 15IGL05 - Οθόνη HD 15.6" - Intel

- Celeron N4020 - 4GB RAM - 128GB SSD - Windows 11 Home S - Grey», [cosmodata.gr
https://www.cosmodata.gr/product/367521/ipologistes-laptops/foriti-ipologistes/notebooks/lenovo-ideapad-3-15igl05-othoni-hd-15-6-intel-celeron-n4020-4gb-ram-128gb-ssd-windows-11-home-s-grey](https://www.cosmodata.gr/product/367521/ipologistes-laptops/foriti-ipologistes/notebooks/lenovo-ideapad-3-15igl05-othoni-hd-15-6-intel-celeron-n4020-4gb-ram-128gb-ssd-windows-11-home-s-grey) (πρόσβαση Μάιος 6, 2022)
31. Cosmodata, «Monitor 20" AOC e2070Swn - Ανάλυση HD+ - VGA», [cosmodata.gr
https://www.cosmodata.gr/product/187047/ipologistes-laptops/othones/othones-ipologisti/monitor-20-aoc-e2070swn-analisi-hd-vga](https://www.cosmodata.gr/product/187047/ipologistes-laptops/othones/othones-ipologisti/monitor-20-aoc-e2070swn-analisi-hd-vga) (πρόσβαση Μάιος 6, 2022)
32. Cosmodata, «PC Set Expert PC Professional Eco - Intel Celeron G5905 - 8GB RAM - 240GB SSD + Monitor 21.5" Philips 223V5LHSB/00 + Ασύρματο Σετ Πληκτρολόγιο Ποντίκι Element KB-255WMS», [cosmodata.gr
https://www.cosmodata.gr/product/347701/ipologistes-laptops/desktop-pc/olokliromena-pc/pc-set-expert-pc-professional-eco-intel-celeron-g5905-8gb-ram-240gb-ssd-monitor-21-5-philips-223v5lhsb-00-asirmato-set-pliktrologio-pontiki-element-kb-255wms](https://www.cosmodata.gr/product/347701/ipologistes-laptops/desktop-pc/olokliromena-pc/pc-set-expert-pc-professional-eco-intel-celeron-g5905-8gb-ram-240gb-ssd-monitor-21-5-philips-223v5lhsb-00-asirmato-set-pliktrologio-pontiki-element-kb-255wms) (πρόσβαση Μάιος 6, 2022)
33. Newsbeast.gr, «Ποιες συσκευές καίνε πολύ ρεύμα & πόσο καίει καθεμία;», [newsbeast.gr
https://www.newsbeast.gr/greece/arthro/6793184/poies-syskeyes-kaine-poly-reyma-amp-poso-kaiei-kathemia](https://www.newsbeast.gr/greece/arthro/6793184/poies-syskeyes-kaine-poly-reyma-amp-poso-kaiei-kathemia) (πρόσβαση Μάιος 4, 2022)
34. NRG, «Εξοικονομώ ενέργεια επιλέγοντας φορητό υπολογιστή!», [nrg.gr
https://www.nrg.gr/el/blog/exoikonomo-energeia-epilegontas-forito-ypologisti](https://www.nrg.gr/el/blog/exoikonomo-energeia-epilegontas-forito-ypologisti) (πρόσβαση Μάιος 4, 2022)
35. Olympic engineering & consulting, «Οικονομικός φωτισμός LED», [oleng.eu
https://www.oleng.eu/lighting-led/](https://www.oleng.eu/lighting-led/) (πρόσβαση Μάιος 6, 2022)
36. Olympic engineering & consulting, «Φωτισμός – Λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας», [oleng.eu
https://www.oleng.eu/fotismos-exoikonomisi-energeias-2/](https://www.oleng.eu/fotismos-exoikonomisi-energeias-2/) (πρόσβαση Μάιος 6, 2022)
37. Optolov, «Ποια είναι η ισχύς του εκτυπωτή σε kW. Εκτυπωτής λέιζερ: Μια επισκόπηση της κατανάλωσης ενέργειας και του κόστους εκτύπωσης. Κατανάλωση ισχύος MFP διαφορετικών μοντέλων σε kW», [optolov.ru
https://optolov.ru/el/santehnika/kakaya-moshchnost-u-printera-v-kvt-lazernyi-printer-obzor-urovnnya-energopotrebleniya-i-rashodov-na-pecha.html](https://optolov.ru/el/santehnika/kakaya-moshchnost-u-printera-v-kvt-lazernyi-printer-obzor-urovnnya-energopotrebleniya-i-rashodov-na-pecha.html) (πρόσβαση Μάιος 3, 2022)
38. Προεδρία της Κυβέρνησης. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, τ.χ. 1^ο, Αρ. Φύλλου 143 (2015, Νοεμ. 9). *Νόμος 4342*
39. Προεδρία της Κυβέρνησης. Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, τ.χ. 2^ο, Αρ. Φύλλου 3156 (2020, Ιούλ. 31). *Απόφαση ΥΠΕΝ/Δ/75516/436*

40. Rokwell, «Πόσα watt αντλεί ένας υπολογιστής την ώρα. Πόση ενέργεια καταναλώνει ο υπολογιστής», rokwell.ru <https://rokwell.ru/el/skolko-vatt-tyanet-kompyuter-v-chas-skolko-energii-potreblyayet-kompyuter/> (πρόσβαση Απρ. 21, 2022)
41. Rokwell, «Πόση ενέργεια καταναλώνει ο υπολογιστής. Πώς να υπολογίσετε την ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει ο υπολογιστής σας», rokwell.ru <https://rokwell.ru/el/skolko-energii-rashoduet-kompyuter-kak-rasschitat-kolichestvo/> (πρόσβαση Μάιος 3, 2022)
42. Σ. Στεφανόπουλος, Ν. Κοντός, «Τεχνολογίες Λαμπτήρων Φωτισμού – Αρχή Λειτουργίας & Ρύθμιση Φωτεινής Ροής», Πτυχιακή Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, ΑΕΙΠ, Αθήνα, Αττική, Ελλάδα, 2016. [Διαδικτυακό]. Διαθέσιμο: <http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/>
43. Triedrasi.gr, «Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας», triedrasi.gr http://www.triedrasi.gr/index.php/tehnikes_exoikonomisis_energeias_a.html (πρόσβαση Μάιος 5, 2022)
44. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Άρθρο 7, ν. 4342/2015 (άρθρο 5 της Οδηγίας 2012/27/ΕΕ), *Κατάλογος θερμαινόμενων ή/και ψυχόμενων κτιρίων της κεντρικής δημόσιας διοίκησης*
45. Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Πρόσκληση, «Ενεργειακή Αναβάθμιση Κτιριακών Εγκαταστάσεων»
46. You.gr, «Ένας συμβουλευτικός οδηγός αγοράς για ένα από τα πιο χρήσιμα περιφερειακά: το πολυμηχάνημα εκτύπωσης», you.gr <https://www.you.gr/discover/fevrouarios-2014/multifunction-printer-buying-guide> (πρόσβαση Μάιος 3, 2022)
47. Φ. Υπέρμαχος, «Εξοικονόμηση ενέργειας με χρήση λαμπτήρων LED για εσωτερικό φωτισμό γραφείων», Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Τομέας Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας, ΠΑ.ΠΕΙ., Αθήνα, Αττική, Ελλάδα, 2015. [Διαδικτυακό]. Διαθέσιμο: <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/>
48. FLUKE, «Fluke 434-II and 435-II Power Quality and Energy Analyzers», fluke.com https://www.fluke.com/en-us/product/electrical-testing/power-quality/434-435?fbclid=IwAR1_S78Km4iNd_SlviH6Iu2pIVw0wkVRHay5qBf18vPXk1TTnpYsAAvrms (πρόσβαση Μάιος 19, 2022)
49. Fototechnia, «Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης», sites.google.com <https://sites.google.com/site/fototechnia/home/lampteres-ekkenoses/lamperes-atmon-ydrargyrou-ypseles-pieses> (πρόσβαση Απρ. 20, 2022)
50. Volton, «Τα 5 Είδη Λαμπτήρων», volton.gr <https://volton.gr/ta-5-eidi->

[lamptiron/](#) (πρόσβαση Απρ. 20, 2022)

51. Wisdom stores, «BOSCH ISC-BPR2-WP12 Υπέρυθρος Παθητικός Ανιχνευτής Κίνησης Pet», wisdomstores.com
https://www.wisdomstores.com/%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%B1%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CF%83/%CF%83%CF%85%CE%BD%CE%B1%CE%B3%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%B9/radar/bosch-isc-bpr2-wp12-%CF%85%CF%80%CE%B5%CF%81%CF%85%CE%B8%CF%81%CE%BF%CF%83-%CF%80%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%83-%CE%B1%CE%BD%CE%B9%CF%87%CE%BD%CE%B5%CF%85%CF%84%CE%B7%CF%83-%CE%BA%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B7%CF%83-pet.htm?gclid=Cj0KCQjw-pCVBhCFARIsAGMxhAclStdCAetXd43Q3UVhnhVD-yWKR3XQY3jr_1B4mWhANIKNIhpLp0YaAprZEALw_wcB
(πρόσβαση Μάιος 7, 2022)