

Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής



ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ

ΑΣΥΡΜΑΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΜΠΑΛΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΑΜ: 38698

Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Πυρομάλης, Καθηγητής

ΑΙΓΑΛΕΟ, 2018

Περίληψη

Η ενεργειακή κατανάλωση από τον κτιριακό τομέα στην Ευρωπαϊκή Ένωση ισοδυναμεί με το 40% της συνολικής κατανάλωσης. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει λοιπόν ως έναν από τους κύριους στόχους της ενεργειακής της πολιτικής, την ενεργειακή βελτίωση των κτιρίων, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και τον περιορισμό των παραγόμενων εκπομπών CO₂ που οφείλονται σε αυτά. Στην Ελλάδα το πρόβλημα της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων αποτελεί μία πολύ μεγάλη πρόκληση, αφού η πλειοψηφία του κτιριακού ιστού είναι παλαιά κτίρια χωρίς ενεργειακές προδιαγραφές και κατά συνέπεια ιδιαίτερος ενεργοβόρος.

Τα δημόσια κτίρια δεν αποτελούν εξαίρεση, γι αυτό και έχει ξεκινήσει μία προσπάθεια από μέρους της πολιτείας για την ενεργειακή αναβάθμιση αυτών. Πάνω σε αυτό το πλαίσιο γράφεται και η παρούσα πτυχιακή εργασία. Με θέμα την <<Ασύρματη διαχείριση ενεργειακής κατανάλωσης δημοσίου κτιρίου>>. Όπου μελετάται η περίπτωση του κτιρίου Z του Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιώς Τεχνολογικού Τομέα, όπου στεγάζεται και το τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού.

Στην παρούσα εργασία μελετάται το θέμα της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της ορθολογικής διαχείρισης των θερμαντικών μέσων και του φωτισμού στους κοινόχρηστους χώρους του κτιρίου, μέσω της χρήσης ενός Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίου (B.M.S.)

Στην συγκεκριμένη περίπτωση του πρωτόκολλου LoRa (Long Range) ενός λογισμικού που δίνει την δυνατότητα ασύρματης διαχείρισης των ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου με την χρήση αισθητήρων.

Λέξεις κλειδιά

ενεργειακή κατανάλωση, δημόσια κτίρια, κτίριο Z, Σύστημα Διαχείρισης Κτιρίου (B.M.S.), πρωτόκολλο LoRa, αισθητήρες

Abstract

The energy consumption of the building sector in the European Union equivalents to the 40% of the total consumption.

Therefore the European Union has set as one of its main objectives of its energy policy the improvement of energy efficiency of buildings and the reduction of CO2 emission generated by them.

In Greece the problem of energy consumption of buildings is a very big challenge since the majority of the buildings are old and without energy specifications consequently high energy consuming.

Public building are no exception for this reason an attempt by the state has begun for the energy upgrade of them.

Based on this context we wrote the present thesis with subject << Wireless energy management of a public building >> in which we are studying the case of building Z of Piraeus University of Applied Sciences. Where the department of Automation Engineering is housed.

In this work we study the subject of saving energy via the rational management of the heating devices and lighting in communal spaces of the building. Via the use of a building Management System (B.M.S.).

In this case of the protocol LoRa (Long Range) a software that gives as the possibility to manage wirelessly the electrical devices of the building with the use of sensors.

Key words

energy consumption, Public building, building Z, building Management System (B.M.S.), protocol LoRa, sensors

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Δημήτριο Πυρομάλη, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και μου ανέθεσε την πτυχιακή αυτή εργασία και για την υπομονή που επέδειξε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της εργασίας (4 χρόνια τώρα) παρά τα προβλήματα που εμφανίστηκαν σε αυτό το διάστημα. Καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του.

Στη προσπάθειά μου αυτή είχα την αμέριστη αγάπη και φροντίδα της οικογενειάς μου και των φίλων μου που τα τελευταία 10 χρόνια είναι δίπλα μου και με κρατούσαν κοντά στον στόχο μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	7
1.1 Το ενεργειακό πρόβλημα.....	8
1.2 Ενεργειακή κατανάλωση ΕΕ / Ελλάδα.....	8
1.3 Κύριοι άξονες ενεργειακής πολιτικής ΕΕ και Ελλάδας.....	9
1.4 Σκοπός και περιεχόμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας.....	10
2. Το πρόβλημα της κατανάλωσης ενέργειας σε ένα δημόσιο κτίριο	11
2.1 Δημόσια κτίρια.....	11
2.2 Παράγοντες που καθιστούν ενεργοβόρα τα δημόσια κτίρια.....	12
2.3 Τυπικά παραδείγματα φορτίων δημόσιου κτιρίου.....	15
2.4 Μέτρα βελτίωσης ενεργειακής κατανάλωσης δημόσιων κτιρίων3.Μεθοδολογία... ..	15
3. Μεθοδολογία της έρευνας	17
3.1 Κτίριο Z AEI ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ.....	17
3.2 Τα προς μελέτη φορτία του κτιρίου.....	18
3.2.1 Φωτισμός κοινόχρηστων χώρων.....	18
3.2.2 Μέσα θέρμανσης / δροσισμού.....	18
4. Χρήση σχεδιαστικών εργαλείων	21
4.1 Περιγραφή σχεδιαστικών εργαλείων.....	21
4.2 Περιγραφή του Sketch up, καθώς και του ρόλου αυτού.....	21
4.3 Σχέδια ορόφων.....	22
4.4 Σχέδια ορόφων με τα φορτία τοποθετημένα επί σχεδίων.....	24
5. Τεχνολογίες για τη Διαχείριση και την εξοικονόμηση της ενέργειας	26
5.1 Ο ρόλος των αισθητηρίων.....	26
5.2 Ο ρόλος των ασύρματων δικτύων αισθητήρων.....	26
5.3 Υπολογισμός σεναρίου με χρήση αισθητήρων κίνησης, φωτισμού και θερμοκρασίας.. ..	28
5.4 Αισθητήρια και λειτουργίες.....	29
5.5 Τοποθέτηση των αισθητήρων στους ορόφους.....	33
6. Μετρήσεις και υπολογισμοί	34
6.1. Μετρήσεις.....	34
6.2. Υπολογισμοί και σενάρια.....	34

7. Συμπεράσματα.....	42
Βιβλιογραφική αναφορά.....	43

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Το ενεργειακό πρόβλημα

Η διαρκώς αυξανόμενη χρήση ενέργειας παγκοσμίως, έχει δημιουργήσει σοβαρές ανυπομονήσιμες σχετικά με την δυνατότητα ενεργειακής επάρκειας, που σχετίζεται άμεσα με την εξάντληση των ενεργειακών πόρων αλλά και τις σημαντικές επιπτώσεις για το περιβάλλον.

Το ενεργειακό ζήτημα κατέχει πλέον εξέχουσα θέση στον οικονομικό και πολιτικό τομέα, τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Ιδιαίτερα για χώρες οι οποίες έχουν ελαττωματικό ενεργειακό ισοζύγιο, όπως η Ελλάδα και αναγκάζονται να εισάγουν μεγάλες ποσότητες ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο κ.λ.π.).

Επίσης η δραματική αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού σε συνδιασμό με την μεγάλη αύξηση του αστικού πληθυσμού. Το 2008 υπολογίζεται ότι πάνω από το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού κατοικούσαν σε πόλεις καθώς με την ταχεία αύξηση της αστικοποιήσιμης υπολογίζεται ότι το 2030 πάνω από το 64% του παγκόσμιου πληθυσμού θα ζει σε πόλεις. Αναπόφευκτα αυτό θα οδηγήσει σε υπέρ μεγέθη αύξηση της ενεργειακής ζήτησης κατά κύριο λόγο στις αναπτυσσόμενες χώρες, πράγμα το οποίο απειλεί με μείωση των παγκόσμιων ενεργειακών αποθεμάτων, κυρίως στα ορυκτά καύσιμα., αλλά με δυσμενείς συνέπειες για το περιβάλλον από την διαρκή μεγέθυνση του ενεργειακού αποτυπώματος, κυρίως των αναπτυσσόμενων χωρών.

1.2 Ενεργειακή κατανάλωση ΕΕ / Ελλάδα

Η Ευρωπαϊκή Ένωση βρίσκεται και αυτή αντιμέτωπη με το πρόβλημα της ενεργειακής επάρκειας αφού είναι εξαρτόμενη σε μεγάλο βαθμό από την εισαγωγή ορυκτών καυσίμων, λόγω των μικρών ενεργειακών αποθεμάτων (σε ορυκτά καύσιμα) που διαθέτει. αλλά και λόγω των συνεπειών του φαινομένου του θερμοκηπίου και των κλιματικών αλλαγών που αυτό επιφέρει.

Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ο κτηριακός τομέας αποτελεί το μεγαλύτερο καταναλωτή ηλεκτρικής ενέργειας, με ποσοστό που υπολογίζεται στο 40%.Επίσης είναι υπεύθυνος για περίπου το 36% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Την περίοδο 1990 - 2008 η ηλεκτρική κατανάλωση στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ των 28) είχε σημειώσει αύξηση της τάξης του 34,5% η οποία ξεκίνησε να παρουσιάζει μείωση από το 2009 και έπειτα ως απότοκο της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης.

Η Ελλάδα ακολουθεί και αυτή αντίστοιχη τάση με τις υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αφού και στην Ελλάδα τα κτίρια αποτελούν τους καταναλωτές του 45% της ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ παρουσιάζει αντίστοιχη πτωτική τάση ως προς την τελική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας με τις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες, με τα νούμερα να σημειώνουν μείωση από το 2009 και έπειτα.

1.3 Κύριοι άξονες ενεργειακής πολιτικής ΕΕ και Ελλάδας

Η <<ενεργιακή πολιτική για την Ευρώπη>> βάση της Ευρωπαϊκής επιτροπής θέτει ένα πλαίσιο δράσεων με στόχο την αειφορία, την ανταγωνιστικότητα και την ενεργειακή ασφάλεια. Που συνοψίζονται στα εξής 10 μέτρα, όπως αναφέρονται στην έκθεση του Τεχνικού Επιμελητηρίου της Ελλάδος (1).

- Καλύτερη λειτουργία, αγορά εσωτερικής ενέργειας.
- Ανάπτυξη αλληλεγγύης ανάμεσα στα κράτημέλη , σε περίπτωση ενεργειακών κρίσεων. Με σκοπό την εξασφάλιση τροφοδοσίας , τόσο σε ορυκτά καύσιμα όσο και με ηλεκτρική ενέργεια.

- Την βελτίωση του κοινοτικού μηχανισμού εμπορίας των αερίων του θερμοκηπίου.
- Την ανάπτυξη προγραμμάτων ΕΞΕΝ σε Ευρωπαϊκό, Εθνικό και Διεθνές επίπεδο.
- Την αύξηση χρήσης ΑΠΕ.
- Ανάπτυξη στρατηγικής για την ενεργειακή τεχνολογία (strategic energy technology plot, SET plan).
- Ανάπτυξη θεμάτων ασφαλείας και προστασίας από την χρήση πυρηνικής ενέργειας.
- Ανάπτυξη καθαρών τεχνολογιών μετατροπής ορυκτών καυσίμων, τεχνολογιών δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα.
- Συμφωνία για διθνή ενεργειακή πολιτική με κοινούς στόχους για όλα τα κράτη μέλη.
- Βελτίωση της κατανήσης των ενεργειακών θεμάτων από τους Ευρωπαίους πολίτες - καταναλωτές.

Βασικός στόχος της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ αποτελεί η επίτευξη του λεγόμενου 20 - 20 - 20. Το οποίο μεταφράζεται σε 20% της παραγωγής του ηλεκτρικού ρεύματος να προέρχεται από ΑΠΕ, μείωση 20% στην περαγωγή ρύπων, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 καθώς και την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 20%.

Για να μπορέσουν να επιτευχθούν οι εν λόγω στόχοι η ΕΕ έχει εκδόσει τις ακόλουθες οδηγίες:

- Την οδηγία <<Προώθηση της χρήσης από ΑΠΕ>>.
- Την οδηγία <<Ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (2002 / 91 / ΕΕ) η οποία επαναδιατυπώθηκε το 2010 (2010 / 31 / ΕΕ).
- Την οδηγία << Συμπααραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας>> (2004 / 8 / ΕΚ).
- Την οδηγία <<Ενεργειακή αποδοτικότητα στην τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες>> (2006 / 32 / ΕΚ).
- Την οδηγία <<Ενεργειακή σήμανση συσκευών>> (2010 / 30 / ΕΕ).

Σε εθνικό επίπεδο το Υπουργείο Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) είναι υπεύθυνο για την ενεργειακή πολιτική της χώρας. Το οποίο θέτει ως κύριους άξονες της ενεργειακής πολιτικής τους εξής:

Προτεραιότητα και κορυφαίος στόχος της ενεργειακής πολιτικής είναι η εξεύρεση, η εξασφάλιση και η διαχείριση ενεργειακών πόρων, με τρόπο ώστε να διασφαλίζεται η ασφαλής, ομαλή, αδιάλειπτη και αξιόπιστη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της χώρας, σε όλη της την επικράτεια, και με τους καλύτερους δυνατούς όρους για τους πολίτες.

Δεύτερος στόχος είναι η δημιουργία ενεργειακών αποθεμάτων, συμμαχιών και εναλλακτικών οδών για την κάλυψη των αναγκών της εγχώριας ενεργειακής αγοράς σε περιόδους ενεργειακών κρίσεων και η προστασία των καταναλωτών μέσω εφαρμογής μηχανισμών εξομάλυνσης εξωγενών, έκτακτων αποσταθεροποιητικών φαινομένων και τάσεων.

Τρίτος στόχος είναι η βιώσιμη και αειφόρος ανάπτυξη του φάσματος του ενεργειακού τομέα, σε όλες του τις μορφές, από την παραγωγή μέχρι την τελική χρήση, μέσα από το πρίσμα της προστασίας της φύσης και της διαφύλαξης του περιβάλλοντος. (πηγη <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=272>)

Σε γενικές γραμμές η Ελληνική νομοθεσία έχει ως στόχο την εναρμόνηση του Εθνικού Δικαίου ως προς την ενεργειακή πολιτική με αυτό της ΕΕ. Όπως παραδείγματος χάρη στην απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, την αύξηση της παραγωγής ενέργειας και επενδύσεων στον τομέα των ΑΠΕ, <<Μέτρα για την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων και άλλες διατάξεις>> με πλήρη μεταφορά της οδηγίας στην Εθνική νομοθεσία κ.λ.π. (2002 / 91 / ΕΚ).

1.4 Σκοπός και περιεχόμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας

Η εξοικονόμηση ενέργειας θεωρείται το μεγαλύτερο ενεργειακό αγαθό στην Ευρώπη. Όπως ήδη έχουμε αναφέρει το 40% της ενέργειας στην Ευρώπη καταναλώνεται από κτίρια. Στην παρούσα μελέτη θα ασχοληθούμε με την ασύρματη διαχείριση ενεργειακής κατανάλωσης δημοσίου κτιρίου. Η οποία είναι ένα σύνολο δράσεων με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας , βελτιώνοντας την ενεργειακή απόδοση ενός δημοσίου κτιρίου. Η εξοικονόμηση της ενέργειας ταυτίζεται με την έννοια της ορθολογικής και

αποδοτικής χρήσης της ενέργειας. Ενώ η εξοικονομούμενη είναι η ενέργεια που δεν σπαταλάται, δεν καταναλώνεται άρα δεν χρειάζεται να παραχθεί.

Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας θα μελετίσουμε το κτίριο Z του ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ για λόγους τους οποίους αναλύουμε στο 3ο κεφάλαιο της εργασίας.

Κεφάλαιο 2

Το πρόβλημα της κατανάλωσης ενέργειας σε ένα δημόσιο κτίριο

2.1 Δημόσια κτίρια

Πρίν αναφερθούμε στο πρόβλημα της κατανάλωσης ενέργειας σε ένα δημόσιο κτίριο, πρέπει να ορίσουμε τι είναι ένα δημόσιο κτίριο. Η Ελληνική πολιτεία δεν δίνει κάποιον ορισμό πάνω σε αυτό, οπότε θα χρησιμοποιήσουμε τον ορισμό που δίνει το Ηνωμένο Βασίλειο ότι :

- Ένα κτίριο το οποίο φιλοξενεί μια δημόσια υπηρεσία και είναι τακτικά επισκεπτόμενο από το κοινό ορίζεται ως ένα δημόσιο κτίριο.

Τα κτίρια χωρίζονται βάση του τομέα χρήσης σε τρεις κατηγορίες :



Πίνακας 1 - Πηγή (Άρθρο 4, Οδηγία 27/2012/ΕΕ)

- Βιομηχανικός τομέας 18%.
- Μεταφορικός τομέας 37%.
- Οικιακό και τριτογενή τομέα (γραφεία,καταστήματα κ.λ.π.).

Τα δημόσια κτίρια και τα κτίρια του ευρύτερου δημόσιου τομέα εντάσσονται στην κατηγορία του τριτογενούς τομέα και αποτελούν ποσοστό 3% επί αυτού, αριθμώντας περίπου 200000 κτίρια, τα οποία παρουσιάζουν τεράστιες διαφορές ως προς τα χαρακτηριστικά και τις εγκαταστάσεις που διαθέτουν. Υπάρχουν σημαντικές διαφορές ως προς το θέμα του εξοπλισμού, ενώ μεγάλο μέρος αυτών είναι ενοικιαζόμενα. Αφού μόλις το 34% των κτιρίων που στεγάζουν δημόσιες υπηρεσίες ανοίκουν στο κράτος. Επίσης υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς την κατανάλωση ενέργειας, που σχετίζονται την ηλικία, τον τρόπο λειτουργίας, το ωράριο και άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.

2.2 Παράγοντες που καθιστούν ενεργοβόρα τα δημόσια κτίρια

Τα δημόσια κτίρια στην Ελλάδα παρουσιάζουν μια πληθώρα προβλημάτων και ελλείψεων τα οποία τα καθιστούν ενεργοβόρα.

- Το πρώτο και βασικότερο πρόβλημα αποτελεί η παλαιότητα των κτιρίων, αφού το 85% του συνολικού αριθμού κτιρίων στην χώρα (συμπεριλαμβανομένων και του δημοσίου) έχουν χτιστεί πρό του 1980.
- Λόγω αυτού η πλειοψηφία των κτιρίων δεν έχει θερμομόνωση ή έχει ελλιπή μόνωση, ενώ μόλις το 20% των κτιρίων έχει πλήρη μόνωση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια μεγάλων ποσοστών θερμότητας και ψύξης που χάνονται στο περιβάλλον, λόγω των ενεργειακών απωλειών του κελύφους των κτιρίων. Ειδικά στον τομέα της θέρμανσης τα παλαιότερα δημόσια κτίρια που χρησιμοποιούν καυστήρες κεντρικής θέρμανσης, έχουν πολύ μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση, αφού θερμαίνουν και χώρους όπου είναι κενοί.
- Βασικός παράγοντας για την ενεργειακή κατανάλωση ενός δημόσιου κτιρίου αποτελεί η χρήση του. Με δημόσια κτίρια όπως τα σωφρονιστικά ιδρύματα να

έχουν μεγαλύτερη μέση ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίση με 711,78 kWh/ m² (bres.γρεκα) ενώ τα λιγότερο ενεργοβόρα κτίρια είναι τα σχολεία με μέσο όρο 150,00 kWh/ m² .

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Απωλοσκαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.

Πίνακας 2 - Πηγή(ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ)

- Μία άλλη παράμετρος ως προς την ενεργειακή κατανάλωση των δημόσιων κτιρίων στην Ελλάδα αποτελεί η γεωγραφική τους θέση αφού είναι προφανές ότι ένα δημόσιο κτίριο των Χανίων θα καταναλώσει πολύ λιγότερο πετρέλαιο από ότι ένα αντίστοιχο στην Δράμα, αλλά επίσης ότι το ίδιο κτίριο στην Δράμα θα καταναλώσει πολύ λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια για δροσισμό από το αντίστοιχο των Χανίων.

Πίνακας 1.5.1: Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας (kWh/m².έτος) για τα ελληνικά κτήρια. ^[6, 7, 8]

	Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh _e /m ² .έτος)						Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση θερμικής ενέργειας (kWh _{th} /m ² .έτος)					
	Μονοκατοικίες			Πολυκατοικίες			Μονοκατοικίες			Πολυκατοικίες		
Κλιματική ζώνη	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010
Ελλάδα σύνολο	27,6	38,7	37,5	28,1	40,6	39,2	140	123	92	96	95	75
Ζώνη Α	22,5	29,6	27,3	24,6	31,2	28,5	94	89	67	65	62	52
Ζώνη Β	28,3	42,3	41,7	31,5	46,8	45,8	134	115	88	94	91	71
Ζώνη Γ	24,1	35,0	33,7	25,8	37,0	35,4	159	145	108	111	109	90
Ζώνη Δ	25,4	34,6	32,6	28,1	36,6	34,2	187	176	129	130	125	115
Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh _e /m ² .έτος)												
	Γραφεία - Καταστήματα			Ξενοδοχεία			Σχολικά κτήρια			Νοσοκομεία		
Κλιματική ζώνη	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010
Ελλάδα σύνολο	42	56	71	70	110	130	20	20	21	90	99	107
Ζώνη Α	48	67	88	77	122	145	23	23	24	102	124	139
Ζώνη Β	43	57	72	66	104	123	21	21	22	92	97	102
Ζώνη Γ	39	51	64	54	86	102	18	19	20	82	94	104
Ζώνη Δ	36	48	63	46	73	87	17	17	18	77	84	91
Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση θερμικής ενέργειας (kWh _{th} /m ² .έτος)												
	Γραφεία - Καταστήματα			Ξενοδοχεία			Σχολικά κτήρια			Νοσοκομεία		
Κλιματική ζώνη	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010
Ελλάδα σύνολο	93	75	70	90	80	75	32	31	31	145	134	129
Ζώνη Α	67	52	48	71	62	58	24	23	23	96	75	69
Ζώνη Β	85	69	65	90	78	73	29	29	28	136	129	126
Ζώνη Γ	107	89	83	113	99	92	37	36	36	188	168	160
Ζώνη Δ	134	110	103	142	124	115	46	46	45	252	237	231

Πίνακας 3 - Πηγή(ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ)

- Η παλαιότητα και η ελλειπής συντήριση του υφιστάμενου εξοπλισμού των δημοσίων κτιρίων σε συνδυασμό με την κακή χρήση από το υπαλληλικό προσωπικό συντείνουν στην αύξηση των καταναλώμενων φορτίων.
- Σημαντικός αριθμός των λαμπτήρων είναι λαμπτήρες πυρακτώσεως καθώς και γραμμικά συστήματα φωτισμού που ανάβουν τα φώτα σε πολύ μεγάλες επιφάνειες επεισης ο φωτισμός των δημοσίων κτηρίων γίνεται με λάμπες φθορίου, οι οποίες απαιτούν μεγάλα φορτία και η σύνδεση μεταξύ των λαμπτήρων είναι σε σειρά με αποτέλεσμα είτε να ανάβουν όλοι ή κανένας, οπότε καταλήγουν να λειτουργούν συνεχόμενα κατά τη διάρκεια του έτους.
- Τελος αξιοσημείωτο είναι ότι η πραγματική τελική ειδική κατανάλωση θερμικής ενέργειας στα ελληνικά κτήρια είναι υψηλότερη από το μέσο όρων των κτηρίων στην Ευρώπη, παρά τις ευνοϊκότερες κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας .

Αυτό οφείλετε κυρίως στην κακή διαχείριση ενέργειας από τους χρήστες αλλά και στην κατασκευή κτηρίων χωρίς τις απαραίτητες τεχνικές προδιαγραφές

2.3 Τυπικά παραδείγματα φορτίων δημόσιου κτιρίου

Βάση της Ευρωπαϊκής οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, αλλά και της εθνικής στρατηγικής πάνω στον ίδιο τομέα έχει τεθεί ως βασικός στόχος η εφαρμογή της διαχείρισης ενεργειακής κατανάλωσης στο σύνολο των δημοσίων κτιρίων, ούτως ώστε να αποτελέσουν και παράδειγμα για τους πολίτες.

Οι ετήσιες ενεργειακές δαπάνες των δημοσίων κτιρίων στην Ελλάδα ξεπερνούν τα 450 εκατομμύρια ευρώ. (Μ. Καραβασίλη, 2009) Σύμφωνα με μελέτη του κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ).

Εκτιμάται ότι μέσω της εφαρμογής προδιαγραφών εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να υπάρξει μείωση της τάξης του 22% από την προβλεπόμενη κατανάλωση στα νέα ή στα ανακαινιζόμενα δημόσια κτίρια. Επίσης με την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας υπολογίζεται μία μέση ετήσια μείωση στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και 425000 τόνους

2.4 Μέτρα βελτίωσης ενεργειακής κατανάλωσης δημοσίων κτιρίων

Τα δημόσια κτίρια αποτελούν έναν πολύ μεγάλο ενεργειακό καταναλωτή που διαθέτει παράλληλα ένα πολύ υψηλό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Με την χρήση κατάλληλων τεχνικών και οικονομικά αποτελεσματικών τεχνολογιών, είναι δυνατή η επίτευξη σημαντικής βελτίωσης στην ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων, με αντίστοιχα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη. (3)(ΥΠΕΚΑ ΚΤΙΡΙΑ)

Ενδεικτικά παραθέτουμε τον κατάλογο μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στο πλαίσιο του καθεστώτος επιβολής ΚΑΠΕ.

Ενδεικτικά μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης τριτογενή τομέα

Ενδεικτικά μέτρα τριτογενή τομέα	Εξίσωση υπολογισμού	Διάρκεια ζωής (έτη)
Παράθυρα/υαλοπίνακες υψηλής ενεργειακής απόδοσης	BU3	30
Μόνωση (κτιριακό κέλυφος)	BU3	25
Συστήματα ανάκτησης θερμότητας	BU4, BU5	20
Αντλίες θερμότητας (αέρος-αέρος)	BU22b	10
Αντλίες θερμότητας (αέρος-νερού)	BU22b	15
Αντλίες θερμότητας (γεωθερμική)	BU22b	25
Ενεργειακά αποδοτικά κεντρικά συστήματα κλιματισμού και ψύκτες	BU20a, BU20b, BU21a, BU21b	17
Αποδοτικά συστήματα εξαερισμού	BU4, BU5	15
Εγκατάσταση κυκλοφορητών υψηλής απόδοσης	BU23	10
Εμπορική ψύξη	BU26b	8
Ενεργειακά αποδοτικές συσκευές γραφείου	BU17	3
Σύστημα ανίχνευσης κίνησης για άμεσο σβήσιμο των λαμπτήρων	BU10a, BU10b	10
Ενεργειακά συστήματα φωτισμού	BU10a, BU10b	12
Ενεργειακά συστήματα φωτισμού για δημόσιους χώρους	BU11	15
Ενεργειακά αποδοτικά συστήματα θέρμανσης	BU5, BU22a	25
Σύνδεση με δίκτυο τηλεθέρμανσης	BU5, BU22a	30
Συστήματα ενεργειακής διαχείρισης	BU8	5
Ενεργειακοί έλεγχοι	BU7	2
Δράσεις εκπαίδευσης	BU1	2

Πίνακας 4 - Πηγή(ΚΑΠΕ)

Εφαρμόζοντας τα ανωτέρω σε συνδυασμό με ένα δίκτυο ασύρματων αισθητήρων μπορούμε να δημιουργήσουμε ένα σύστημα ασύρματης διαχείρισης, ενεργειακής κατανάλωσης δημόσιου κτιρίου, το οποίο αναλύεται στα επόμενα κεφάλαια.

Κεφάλαιο 3

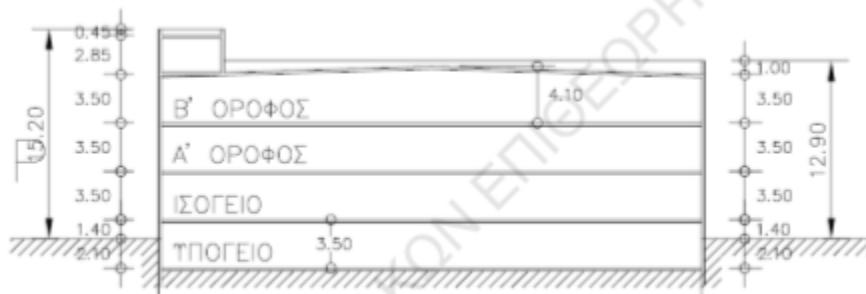
Μεθοδολογία της έρευνας

3.1 Κτίριο Z ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ

Κτίριο Z

Το κτίριο Z κατασκευάστηκε το 2007. Αποτελεί ένα κτίριο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης το οποίο βρίσκεται στην περιοχή Ελαιώνα στο Αιγάλεω Αττικής και υπάγεται στο ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ. Στο κτίριο Z συστεγάζονται τα τμήματα Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. και Μηχανικών Ηλεκτρονικών Τ.Ε.

Το κτίριο αποτελείται από τέσσερις (4) ορόφους , υπόγειο, ισόγειο, 1ος όροφος και 2ος όροφος.



Πίνακας 5 - Πηγή (ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Ε.Π.Υ.Ε.Ε.)

Στο ισόγειο όπως και στον 1ο και 2ο όροφο, υπάρχουν αίθουσες διδασκαλίας, ερευνητών και εργαστήρια, γραφεία καθηγητών και δύο ξεχωριστές γραμματείες, μία για κάθε τμήμα.

Στο υπόγειο χώρο του κτιρίου υπάρχουν ορισμένα ακόμη ερευνητικά εργαστήρια, αποθηκευτικοί χώροι και ο χώρος του λεβητοστάσιου.

Τα συνολικά τετραγωνικά του κτιρίου είναι 8902,71 τ.μ.

- Υπόγειο : 2980,35 τ.μ.

- Ισόγειο : 2927,89 τ.μ.
- 1ος όροφος : 2949,89 τ.μ.
- 2ος όροφος : 2949,89 τ.μ.

Το εν λόγω κτίριο επιλέχθηκε για την παρούσα έρευνα για τους εξής λόγους:

- Πρώτον διότι αποτελεί την έδρα του τμήματος Αυτοματισμού του ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ. Οποτε είναι άμεσης και εύκολης προσβασιμότητας
- Δεύτερον διότι είναι νεόδμητο κτίριο (κατασκευής 2007) το οποίο διαθέτει ήδη πολλά από τα χαρακτηριστικά που χρειάζονται για να εφαρμοστεί ένα σύστημα ασύρματης διαχείρισης ενεργειακής κατανάλωσης. υπάρχει επεισης μοντελοποιημένο το κτήριο με όλα του τα φορτία (φωτισμός fan coil)
- Τρίτον διότι το εκπαιδευτικό προσωπικό που στελεχώνει το τμήμα Αυτοματισμού το οποίο στεγάζεται στο κτίριο Ζ του ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ είναι στο σύνολό του εκπαιδευμένο πάνω σε ωφέλιμες πρακτικές για την εξοικονόμηση ενέργειας. Πράγμα που συμβάλλει τα μέγιστα στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στους χώρους διδασκαλίας.

3.2 Τα προς μελέτη φορτία του κτιρίου

Με τον όρο φορτία κτιρίου εννοούμε ουσιαστικά την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος , από το σύνολο των ηλεκτρικών συσκευών που βρίσκονται στο κτίριο, μέσα σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Όπως αναφέραμε παραπάνω τα προς μελέτη φορτία του κτιρίου, αποτελούν τα φορτία των κοινόχρηστων χώρων αυτού. Όπως παραδείγματος χάρη χώρους υγιεινής WC , διάδρομοι κλιμακοστάσια κ.λ.π.

Τα φορτία που υπάρχουν στους κοινόχρηστους χώρους στους λαμπτήρες (φώτα) και στις μονάδες ψύξης / θέρμανσης (fan coil).

3.2.1 Φωτισμός κοινόχρηστων χώρων

Βάση του σχολικού κανονισμού προβλέπεται ότι οι εκτάσεις φωτισμού σε χώρους όπως διάδρομοι, χώροι υγιεινής και λεβητοστάσια / αποθήκες πρέπει να αντιστοιχούν σε ISO LUX (πηγή : Σχολική Επιτροπή).

Στους χώρους του κτιρίου Z του ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ υπάρχουν τρία διαφορετικά είδη φωτιστικών όπως :

- γραμμικό φωτιστικό οροφής με λαμπτήρες φθορισμού με τέσσερις (4) λάμπες τύπου T8 κατανάλωσης 72 watt (από data sheets κατασκευαστή)
- γραμμικό φωτιστικό οροφής με λαμπτήρα φθορισμού με μία 1 λάμπα τύπου T8 κατανάλωσης 15 watt (από data sheets κατασκευαστή)
- γραμμικό φωτιστικό οροφής με λαμπτήρα φθορισμού με μία 1 λάμπα τύπου T8 κατανάλωσης 36 watt (από data sheets κατασκευαστή)

ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΓΕΙΟ	ΙΣΟΓΕΙΟ	1ος ΟΡΟΦΟΣ	2ος ΟΡΟΦΟΣ	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΑ	WC
ΠΛΗΘΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	10	82	82	82	24	24
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ (W)	36	72	72	72	36	15
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΟΡΟΦΟΥ (W)	360	5904	5904	5904	864	360
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΟΙΝ. ΧΩΡΩΝ (W)						19296

Πίνακας 6 - Πλήθος φωτιστικών και κατανάλωση

3.2.2 Μέσα θέρμανσης / δροσισμού

Βάση του οδηγού μελετών για διδακτήρια του Σχολικού Οργανισμού οι επιθυμητές θερμοκρασίες στους χώρους των κλιμακοστάσιων και των διαδρόμων είναι οι 16ο C. Ενώ για τους χώρους υγιεινής WC δεν προβλέπεται η εγκατάσταση θέρμανσης / δροσισμού.

Στους κοινόχρηστους χώρους του κτιρίου Z του ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ υπάρχουν δύο διαφορετικοί τύποι θερμαντικών / δροσιστικών μέσων.

Η με κεντρική μονάδα λέβητα φυσικού αερίου η οποία βρίσκεται στο υπόγειο του κτιρίου σε χώρο κατάλληλα διαμορφωμένο σε κεντροβαρική θέση του κτιρίου, όπως προβλέπεται από τον οδηγό μελετών για διδακτήρια όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης του Οργανισμού Σχολικών Κτιρίων.

Το σύστημα ψύξης περιέχει δύο κεντρικές μονάδες ψύξης, συστημα κυκλοφορητών 41 kWatt και τερματικές μονάδες θερμαντικών / δροσιστικών μέσων (FAN COIL)

Fan coil type FC06

Fan coil type FC04 (πηγή ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Ε.Π.Υ.Ε.Ε.)

	ΥΠΟΓΕΙΟ	ΙΣΟΓΕΙΟ	1ος ΟΡΟΦΟΣ	2ος ΟΡΟΦΟΣ	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΑ	WC
FAN COIL FC 06	0	16	16	16	0	0
FAN COIL FC 04	0	16	16	16	8	0

Πίνακας 7 - Πλήθος τερματικών Fan Coils

ΛΕΒΗΤΑΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	
ΙΣΧΥΣ	1400 kW
ngm	0,945
ng1	1
ng2	1
ngen	0,945

από φύλλο ανάλυσης καυσαερίων

εφαρμόστηκε η μελέτη θέρμανσης

λέβητας σε καλή κατάσταση

Πίνακας 8 - Πηγή (ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Ε.Π.Υ.Ε.Ε.)

ΨΥΞΗ

ΨΥΚΤΕΣ ΑΕΡΟΨΥΚΤΗ	Ψυκτική Ισχύς	Ποσοστό συμμετοχής	EER
ΨΥΚΤΗΣ 1	602,6	0,57	2,7
ΨΥΚΤΗΣ 2	447,2	0,43	2,39
ΣΥΝΟΛΟ	1049,8		

από data sheets κατασκευαστή

από data sheets κατασκευαστή

ΥΠΑΡΧΟΥΝ 4 ΚΛΑΔΟΙ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

	ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ	ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11)			
ΚΛΑΔΟΣ ΚΚΜ1	158	15%	0,972	153	23,7	
ΚΛΑΔΟΣ FCU 1	434	42%	0,989	429	182,1	
ΚΛΑΔΟΣ ΚΚΜ2	89	9%	0,97	86	8,0	
ΚΛΑΔΟΣ FCU2	345	34%	0,982	339	117,3	
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ (kW)	1025	100%	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΟ Σ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	0,98	331,1	ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ (kW)

Από τη μελέτη ψύξης

Πίνακας 9 - Πηγή (ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Ε.Π.Υ.Ε.Ε.)

Κεφάλαιο 4

Χρήση σχεδιαστικών εργαλείων

4.1 Περιγραφή σχεδιαστικών εργαλείων

Τα σχεδιαστικά εργαλεία είναι , προγράμματα τρισδιάστατου σχεδιασμού μοντέλων. Τα οποία αναπτύσσουν μία μαθηματική παρουσίαση κάθε επιφάνειας ενός αντικειμένου, είτε άψυχου, είτε έμψυχου σε τρεις διαστάσεις, μέσω χρήσης εξειδικευμένου λογισμικού.

Το παράγωγο ονομάζεται ένα τρισδιάστατο μοντέλο.

Υπάρχει μία πληθώρα σχεδιαστικών προγραμμάτων όπως το Sketch up, Autodesk, Auto ca CAD, Solid Works, Sketcher 3D κ.λ.π.

Από όλα τα προγράμματα που αναφέραμε στην παρούσα εργασία, επιλέξαμε να κάνουμε χρήση του προγράμματος Sketch up.

4.2 Περιγραφή του Sketch up, καθώς και του ρόλου αυτού

Το Sketch up είναι πρόγραμμα σχεδιασμού 3D μοντέλων στον υπολογιστή για ένα ευρύ φάσμα σχεδιαστικών εφαρμογών όπως : η αρχιτεκτονική, η εσωτερική διακόσμηση, στον κινηματογράφο, τα βιντεοπαιχνίδια κ.λ.π.

Οι λόγοι που επιλέξαμε το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι :

- Είναι διαθέσιμο δωρεάν.
- Προτροπή του υπεύθυνου καθηγητή της εργασίας.
- Η εργαλειοθήκη του και το μενού είναι εύχρηστα.

Στην εν λόγω εργασία το Sketch up χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία της τρισδιάστατης απεικόνισης του κτιρίου Z του ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΤ και την τοποθέτηση σε αυτό των φορτίων της μελέτης.

4.3 Σχέδια ορόφων



Πίνακας 10 - Ισόγειο και υπόγειο



Πίνακας 11 - Πρώτος ορόφος



Πίνακας 12 - κτίριο Z του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ.

4.4 Σχέδια ορόφων με τα φορτία τοποθετημένα επί σχεδίων



Πίνακας 13 - Τοποθετημένα φορτία



Πίνακας 14 - Τοποθετημένα φορτία

Κεφάλαιο 5

Τεχνολογίες για την διαχείριση και την εξοικονόμηση ενέργειας

5.1 Τι είναι τα BMS (Building Management Systems)

Τα συστήματα διαχείρισης κτιρίων BMS, επίσης γνωστά σαν Συστήματα Αυτοματισμού Κτιρίου (BAS). "Είναι συστήματα ελέγχου που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση και την διαχείριση των μηχανικών, ηλεκτρικών και ηλεκτρομηχανολογικών υπηρεσιών μιας εγκατάστασης. Τέτοια συστήματα μπορούν να περιλαμβάνουν ενέργεια, θέρμανση, εξαερισμό, κλιματισμό, έλεγχο φυσικής πρόσβασης, αντλιοστάσια, ανελκυστήρες και φώτα." (Rouse M., 2014)

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης κτιρίων (BMS) αποτελείται από την κεντρική μονάδα, τους αισθητήρες και το λογισμικό. Τα οποία ρυθμίζονται ιεραρχικά με τον ακόλουθο τρόπο :

- Με πρωτόκολλα κλειστού κώδικα, όπως c-bus, profibus κ.λ.π.
- Με ενσωματωμένα διαδικτυακά πρωτόκολλα όπως : SOAP, XML, BacNet, Modbus κ.λ.π.

5.2. Διαδεδομένα ολοκληρωμένα συστήματα BMS

Στην αγορά υπάρχουν πάρα πολλά συστήματα BMS. Τα πιο διαδεδομένα είναι τα : c-bus, profibus και Lora.

Το πρωτόκολλο c-bus :

Αποτελεί ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας κατά μοντέλο OSI με 7 επίπεδα.

Είναι ένα σύστημα διαχείρισης κυρίως για σπίτια, αλλά και γενικότερα για τον αυτοματισμό οικοδομών. Μπορεί να χειριστεί δίκτυο έως 1000 μέτρα καλωδίων, με

χρήση καλωδίων CAT-S το οποίο είναι διαδεδομένο κυρίως στην Ωκεανία, την Ασία και σε ορισμένα μέρη της Ευρώπης όπως στην Ελλάδα. Χρησιμοποιείται κυρίως για οικιακούς αυτοματισμούς και για έξυπνα σπίτια.

Το πρωτόκολλο profibus :

Προωθήθηκε από το Γερμανικό τμήμα εκπαίδευσης και έρευνας το 1989 και από τότε χρησιμοποιείται από την εταιρεία Siemens.

Το Profibus είναι ένα δίκτυο επικοινωνίας για διεργασίες και βιομηχανικά πεδία μεταξύ συσκευών διαφόρων κατασκευαστών, σύμφωνα με το πρότυπο IEC 61158/61784.

Διατίθεται σε 3 εκδόσεις: Profibus DP για γρήγορη, κυκλική ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συσκευών πεδίου, Profibus PA για εφαρμογή σε αυτοματισμούς διεργασιών, και ειδικά στην περιοχή αυξημένης επικινδυνότητας, και Profibus FMS για επικοινωνία δεδομένων μεταξύ ελεγκτών από διάφορους κατασκευαστές. Το Profibus είναι ανοιχτό, ισχυρό και στιβαρό και εγγυάται επικοινωνία χωρίς προβλήματα. Οι προδιαγραφές του τηρούν πλήρως τα διεθνή πρότυπα και κατά συνέπεια μπορεί να συνεργαστεί με πλήθος πιστοποιημένων προϊόντων πολλών κατασκευαστών. Η διαμόρφωση, η θέση σε λειτουργία και η άρση βλαβών μπορεί να γίνει από οποιοδήποτε σημείο του δικτύου, γεγονός που παρέχει πολύ μεγάλη ευελιξία. (πηγή

<https://w5.siemens.com/greece/internet/el/pss/i/automation/icom/pages/profibus.aspx>)

Το πρωτόκολλο LoRa (Long Range) :

Είναι ένα ψηφιακό ασύρματο δίκτυο επικοινωνίας, το οποίο χρησιμοποιεί δωρεάν υψηλής συχνότητας ραδιοσυχνότητες. Το πρωτόκολλο LoRa έχει την δυνατότητα πολύ μεγάλης ακτίνας μετάδοσης με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

Χρησιμοποιείται για την διασύνδεση σε μεγάλη ακτίνα, για συσκευές IoT κυρίως αγροτικές περιοχές, απομονωμένες και υπεράκτιες βιομηχανίες, στην εξόρυξη, στα συστήματα διαχείρισης πόρων, στην αλυσίδα ανεφοδιασμού κ.λ.π.

Τα θετικά των BMS :

- Παρακολούθηση και έλεγχος κατανάλωσης ενέργειας.

- Αποτελεσματικότερη διαχείριση – εξοικονόμηση χρόνου και χρημάτων για συντήριση του συνδεδεμένου εξοπλισμού.
- Εξορθολογισμός μέσω φωτισμού, αφού με την χρήση αισθητήρων και ωραρίων λειτουργίας μειώνεται η άσκοπη λειτουργία τους.
- Αύξηση αξιοπιστίας και διάρκειας ζωής του εξοπλισμού του κτιρίου.

Αυτά είναι κάποια από τα θετικά της χρήσης ολοκληρωμένων συστημάτων BMS.

Όμως εμείς για λόγους που θα αναλύσουμε στην επόμενη ενότητα επιλέξαμε το πρωτόκολλο LoRa.

5.3 Πρωτόκολλο LoRa και λόγοι επιλογής

Το ασύρματο δίκτυο αισθητηρίων αποτελείται από πολλούς κόμβους. Ο κάθε κόμβος συνδέεται σε έναν ή παραπάνω αισθητήρες. Αυτός απαρτίζεται από τα εξής μέρη: έναν μικροελεγκτή, ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα όπου γίνεται η σύνδεση των αισθητηρίων, μία εσωτερική ή εξωτερική κεραία και για την τροφοδοσία του μπορεί να χρησιμοποιούνται μπαταρίες, ηλιακοί συλλέκτες ή συνδέονται στο δίκτυο ρεύματος του εκάστοτε κτηρίου. Τα βασικά χαρακτηριστικά των ασύρματων δικτύων αισθητηρίων είναι η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας στους κόμβους που χρησιμοποιούν μπαταρίες ή ηλιακούς συλλέκτες. Επίσης, η εύκολη μετακίνηση των κόμβων, όπως και η αντοχή σε σκληρές περιβαλλοντικές συνθήκες. Ακόμη, δεν περιορίζεται το πλήθος των κόμβων και καθίστανται εύκολοι στη χρήση.

Οι βασικοί λόγοι που μας εξυπηρετεί το Πρωτόκολλο LoRa στην περίπτωση του κτιρίου.

- Καταρχήν στόχος της παρούσας πτυχιακής είναι να δημιουργήσουμε ένα ασύρματο δίκτυο αισθητήρων για την διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας.
- Σε σχέση με τα υπόλοιπα συστήματα έχει μικρότερο κόστος για εγκατάσταση σε ήδη υπάρχον κτίριο, αφού δεν χρειάζεται εγκατάσταση καλωδιώσεων.
- Επίσης το το πρωτόκολλο και τα κανάλια επικοινωνίας είναι δωρεάν.
- Λόγω του ότι το κτίριο που καλείται να καλύψει τις ανάγκες του είναι μικρό σε σχέση με τις συνηθισμένες εκτάσεις λειτουργίας του LoRa, μπορεί να επιτευχθεί στο μέγιστο βαθμό η συνδεσιμότητα των ασύρματων κόμβων – αισθητήρων.

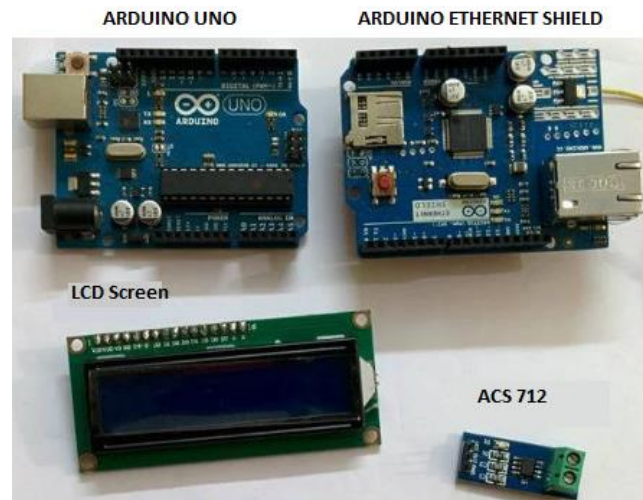
- Λόγω του ότι δεν υπάρχει κίνδυνος ασθενούς σήματος σε κανέναν χώρο του κτιρίου.

5.4 Αισθητήρια και λειτουργίες

Για να μπορέσουμε να δημιουργήσουμε ένα ολοκληρωμένο σύστημα ασύρματης διαχείρισης ενεργειακής κατανάλωσης δημοσίου κτιρίου, θα χρειαστούν κατάλληλα αισθητήρια για την ασύρματη διαχείριση των συσκευών. Την ταυτόχρονη πραγματοποίηση μετρήσεων - ελέγχων σε αυτές και τον εντοπισμό οποιασδήποτε μεταβολής του περιβάλλοντα χώρου, όπως κίνησης, θερμοκρασίας, υγρασίας κ.λ.π. ούτως ώστε να είναι σε θέση να δώσουν τις κατάλληλες εντολές.

Τα αισθητήρια που έχουμε επιλέξει είναι :

- ACS 712 Ac Current Sensor. Αισθητήρας μέτρησης του ρεύματος για τον ακριβή και υπολογισμό της κατανάλωσης των συσκευών.



Πίνακας 15 - Arduino AC current measurement

- DHT 22 Humidity / Temperature sensor. Αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας για τον έλεγχο του κλίματος στους κοινόχρηστους χώρους του κτιρίου Ζ. Συνδέσαμε τον αισθητήρα σε έναν μικροελεγκτή Arduino και σε Innoesys LoRa Shield έτσι ώστε να παίρνουμε τα δεδομένα απομακρυσμένα.



Πίνακας 16 - Temperature/Humidity Node

Ενδεικτικός κώδικας που δημιουργήσαμε:

```
#include <dht.h>
dht DHT;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  int readData = DHT.read22(dataPin);
  float t = DHT.temperature;
  float h = DHT.humidity;
  Serial.print("Temperature = ");
  Serial.print(t);
  Serial.print(" *C ");
  Serial.print(" Humidity = ");
  Serial.print(h);
  Serial.println(" % ");
  delay(2000);
}
```

- HC – SR 501 Motion detector. Αισθητήρας κίνησης για τον έλεγχο της κίνησης στους κοινόχρηστους χώρους του κτιρίου Z. Συνδέσαμε τον αισθητήρα σε έναν μικροελεγκτή Arduino και σε Innoesys LoRa Shield έτσι ώστε να παίρνουμε τα δεδομένα απομακρυσμένα.



Πίνακας 17 - Motion detector node

Ενδεικτικός κώδικας που δημιουργήσαμε:

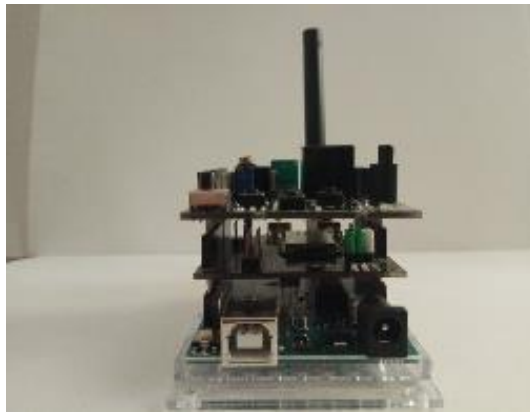
```
int ledPin = 13;
int inputPin = 2;
int pirState = LOW;
int val = 0;
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(inputPin, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}
void loop(){
  val = digitalRead(inputPin);
  if (val == HIGH) {
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
    if (pirState == LOW) {
      Serial.println("Motion detected!");
      pirState = HIGH;
    }
  }
  else {
    digitalWrite(ledPin, LOW);
    if (pirState == HIGH){
      Serial.println("Motion ended!");
    }
  }
}
```

```

    pirState = LOW;
  }
}
}

```

- GL5528 LDR Photosensor. Αισθητήρας φωτός για τον έλεγχο του επιπέδου του φυσικού φωτισμού στο κτίριο Z, (Innoesys Educational Shield for Arduino). Συνδέσαμε τον αισθητήρα σε έναν μικροελεγκτή Arduino και σε Innoesys LoRa Shield έτσι ώστε να παίρνουμε τα δεδομένα απομακρυσμένα.



Πίνακας 18 - Photosensor Node

Ενδεικτικός κώδικας που δημιουργήσαμε:

```

int photocellPin = 0;
int photocellReading;
int LEDbrightness;
void setup(void) {
  Serial.begin(9600);
}
void loop(void) {
  photocellReading = analogRead(photocellPin);
  Serial.print("Analog reading = ");
  Serial.println(photocellReading);
  photocellReading = 1023 - photocellReading;
  LEDbrightness = map(photocellReading, 0, 1023, 0, 255);
}

```

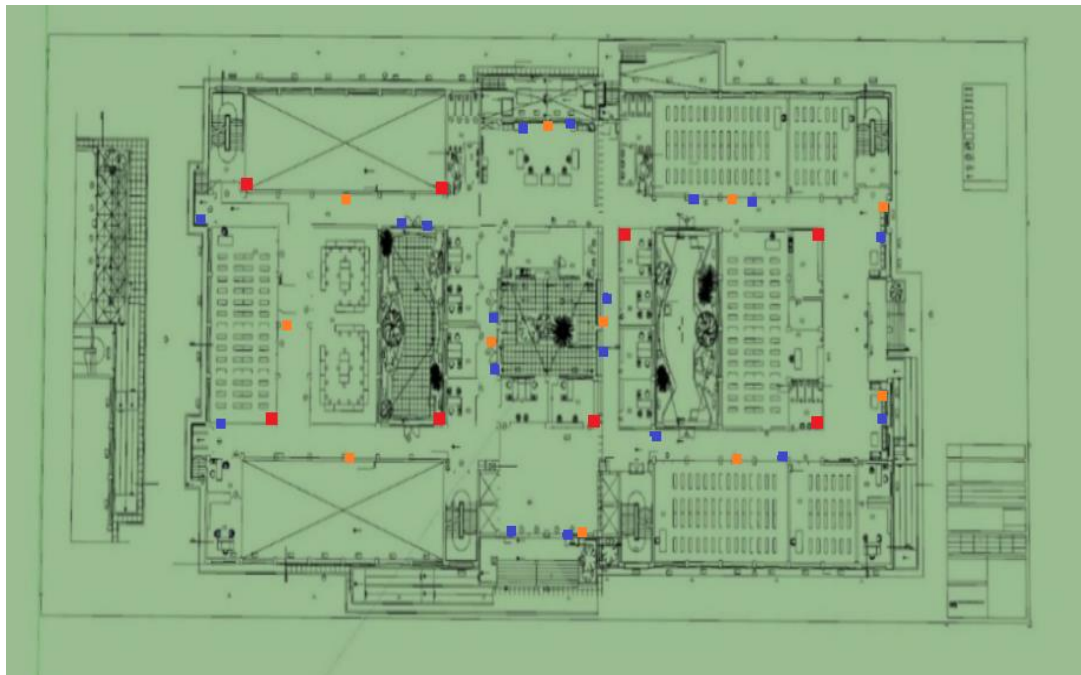


```
analogWrite(LEDpin, LEDbrightness);  
delay(100);  
}
```

5.5 Τοποθέτηση των αισθητήρων στους ορόφους

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τοποθετημένους τους ασύρματους κόμβους στο κτίριο Ζ.

- Με κόκκινο χρώμα είναι ο αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας για τον έλεγχο του κλίματος στους κοινόχρηστους χώρους.
- Με μπλέ χρώμα είναι ο αισθητήρας κίνησης για τον έλεγχο της κίνησης στους κοινόχρηστους χώρους του κτιρίου Ζ.
- Με πορτοκαλί χρώμα ο αισθητήρας φωτός για τον έλεγχο του επιπέδου του φυσικού φωτισμού στο



Πίνακας 19 - Τοποθετημένα αισθητήρια

Κεφάλαιο 6

Μετρήσεις και υπολογισμοί

6.1 Μετρήσεις

Για την ακριβή μέτρηση και υπολογισμό της κατανάλωσης των συσκευών φωτισμού και θέρμανσης/ ψύξης κατασκευάσαμε έναν μετρητή ενέργειας με την χρήση του μικροελεγκτή Arduino με μια οθόνη LCD για την προβολή των αποτελεσμάτων.

Υλικά:

- Arduino Uno
- Arduino ethernet shield
- LCD Screen
- ACS712 Current sensor
- Αντιστάσεις (10kΩ ,330Ω)
- Ποτενσιόμετρο (10kΩ)

Διαδικασία κατασκευής:

Για την σωστή βαθμονόμηση της κατασκευής του μετρητή κατανάλωσης χρησιμοποιήσαμε μια μπαταρία 9 Volt.

Η αναλογική είσοδος του Arduino είναι με μέγιστο 5 Volt οπότε σχεδιάσαμε έναν διαιρέτη τάσης που θα μας δίνει λιγότερο από 5 Volt

Στο Arduino IDE η εντολή Analog read μας δίνει τιμή απο 0-1023, που αντιπροσωπεύει 0 Volt εως 5 Volt

Οπότε $\text{Analog read} \cdot 1 = (5/1024) \text{ Volt} = 4.89 \text{ mVolt}$

Τιμή = $(4.89 \cdot \text{Analog Read value})/1000 \text{ Volt}$

Αλλά απο το data sheet έχουμε offset 2.5 Volt

Πραγματική Τιμή = $(\text{Τιμή} - 2.5) \text{ Volt}$

Τιμή σε Αμπέρ = $\text{Πραγματική Τιμή} \cdot 10$

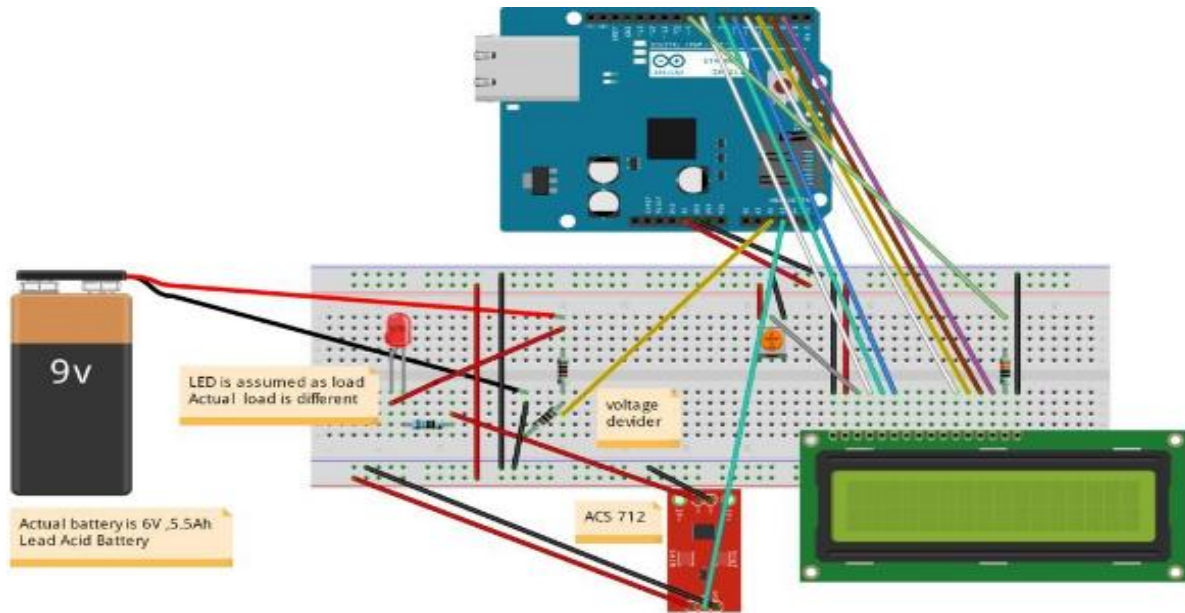
(πηγή <http://www.allegromicro.com/~media/Files/Datasheets/ACS712-Datasheet.ashx>)

Τύπος για την μέτρηση της κατανάλωσης:

Συνολικά Αμπέρ = Συνολικά Αμπέρ + Τιμή σε Αμπέρ (Υπολογισμός συνολικών αμπέρ)

Αμπέρ Ωρα = (Συνολικά Αμπέρ * Χρόνο)/3600 (Υπολογισμός συνολικών αμπέρ την ώρα)

watt = Τάση* Τιμή σε Αμπέρ (Υπολογισμός συνολικών watt)



Πίνακας 20 - Σύνδεση και βαθμονόμηση μετρητή

Χρησιμοποιώντας το ανωτέρω μετρητή κατανάλωσης μετρήσαμε τις πραγματικές καταναλώσεις του φωτισμού και των Fan Coil

ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	ΥΠΟΓΕΙΟ	ΙΣΟΓΕΙΟ	1ος ΟΡΟΦΟΣ	2ος ΟΡΟΦΟΣ	ΚΛΙΜΑΚΟΣ	WC
ΠΛΗΘΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ	10	82	82	82	24	24
ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (W)	42.3	94.3	94.3	94.3	42.3	22.1
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΟΡΟΦΟΥ (W)	423	7732.6	7732.6	7732.6	1015.2	530.4
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΟΙΝ. ΧΩΡΩΝ (W)						25166.4

Πίνακας 21 - Πραγματική κατανάλωση φωτιστικών

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	Hot low	Hot Med	Hot high	Cold low	Cold med	Cold high
Fan Coil FC04	89.2	106.5	127.2	81.5	99.1	120.2
Fan Coil FC06	100	122.2	144.2	96.7	117.6	141.5

Πίνακας 22 - Πραγματική κατανάλωση Fan coil (Watt/hour)

6.2 Υπολογισμοί και σενάρια

Για τον υπολογισμό της ωριαίας κατανάλωσης θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας τις ημέρες και ώρες λειτουργίας του κτιρίου Z.

Βάση του κανονισμού της Σχολικής Επιτροπής για την τριτοβάθμια εκπαίδευση οι ώρες λειτουργίας είναι 13 την ημέρα, οι ημέρες λειτουργίας ανα εβδομάδα είναι 5 και η περίοδος σε μήνες είναι 10. Απο το κανονισμό επίσης περιγράφονται και οι ώρες λειτουργίας με 1950 ώρες λειτουργίας την ημέρα και 867 ώρες λειτουργίας την νύκτα. Με σύνολο αυτών 2817 ώρες λειτουργίας.

Στο πρώτο σενάριο θα παρουμε το κανονισμό της Σχολικής Επιτροπής όπου στους κοινόχρηστους χώρους του κτιρίου Z λειτουργεί ανελλιπώς ο φωτισμός και τα συστήματα θέρμανσης / ψύξης για τους μήνες που προβλέπεται (10) και στην μέγιστη ταχύτητα των Fan Coil.

	Φωτισμός	FC 04 Θέρμ.	FC 06 Θέρμ.	FC 04 Ψύξη	FC 06 Ψύξη	Λέβητας	Μον. Ψύξης	Κυκλοφορητές
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ (kW ανα μία ώρα)	25.1664	7.1232	6.9216	6.7312	6.792	1400	1025	42
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙ ΤΩΝ ΩΡΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kW)	70893.75	10033.02	9833.6	9489.9	9566.5	1971900	1443712.5	118314
ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (MW)								3643.74

Πίνακας 23 - Σενάριο 1

Παρατηρούμε οτι η συνολική κατανάλωση των κοινόχρηστων χώρων του κτιρίου Z του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ. είναι 3643,74 MWatt εάν τα φορτία του κτιρίου λειτουργούν όλες τις ώρες που περιγράφονται στον κανονισμό της Σχολικής Επιτροπής.

Στο δεύτερο σενάριο θα πάρουμε το ισχύον καθεστώς όπου ο φωτισμός του κτιρίου λειτουργεί 24 ώρες την ημέρα όπως και τα συστήματα θέρμανσης / ψύξης.

	Φωτισμός	FC 04 Θέρμ.	FC 06 Θέρμ.	FC 04 Ψύξη	FC 06 Ψύξη	Λέβητας	Μον. Ψύξης	Κυκλοφορητές
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ (kW ανα μία ώρα)	25.1664	7.1232	6.9216	6.7312	6.792	1400	1025	42
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙ ΤΩΝ ΩΡΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kW)	220457.664	31199.616	30316.608	29482.656	29748.96	6132000	4489500	367920
ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (MW)								11330.6255

Πίνακας 24 - Σενάριο 2

Παρατηρούμε ότι η συνολική κατανάλωση των κοινόχρηστων χώρων του κτιρίου Z του ΑΕΙ Πειραιά Τ.Τ. είναι 11330,62 MWatt εάν τα φορτία του κτιρίου λειτουργούν όλες τις ώρες άσκοπα και χωρίς κανένα έλεγχο.

Στο τρίτο σενάριο θα χρησιμοποιήσουμε ένα ολοκληρωμένο σύστημα ασύρματης διαχείρισης ενεργειακής κατανάλωσης δημοσίου κτιρίου που σχεδιάσαμε με αισθητήρια για την ασύρματη διαχείριση των συσκευών και την ταυτόχρονη πραγματοποίηση μετρήσεων - ελέγχων σε αυτές και τον εντοπισμό οποιασδήποτε μεταβολής του περιβάλλοντα χώρου, ούτως ώστε να είναι σε θέση να δώσουν τις κατάλληλες εντολές. Επιλέξαμε να μελετήσουμε ένα Σαββατοκύριακο και μία καθημερινή εργάσιμη χειμώνα και ένα αντίστοιχο για την καλοκαιρινή περίοδο.

Επιλέξαμε τις ημέρες 10 – 11 – 12 Νοεμβρίου 2017 καθώς και τις 25 – 26 – 27 Μαΐου 2018.

Τα αποτελέσματα ήταν:

Το Σαββατοκύριακο 11 και 12 Νοεμβρίου 2017 το κτίριο Z είχε επισκεψιμότητα το Σαββάτο από τις 9 έως τις 3, την Κυριακή ήταν κλειστή οπότε η κατανάλωση που καταγράψαμε είναι :

	Φωτισμός	FC 04 Θέρμ.	FC 06 Θέρμ.	Λέβητας	Κυκλοφορητές
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ (kW ανα μία ώρα)	25.1664	7.1232	6.9216	1400	42
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙ ΤΩΝ ΩΡΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kW)	150.9984	42.7392	41.5296	33600	1008
ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (MW)					34.84

Πίνακας 25 - Σενάριο 3.1.1

Την Παρασκευή 10 Νοεμβρίου 2017 το κτίριο Z είχε επισκεψιμότητα απο τις 8 το πρωί έως τις 7 το απόγευμα και καταγράψαμε τις εξής καταναλώσεις:

	Φωτισμός	FC 04 Θέρμ.	FC 06 Θέρμ.	Λέβιτας	Κυκλοφορητές
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ (kW ανα μία ώρα)	25.1664	7.1232	6.9216	1400	42
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙ ΤΩΝ ΩΡΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kW)	276.8304	78.3552	76.1376	33600	1008
ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (MW)					35.04

Πίνακας 25 - Σενάριο 3.1.2

Το Σαββατοκύριακο 26 και 27 Μαΐου 2018 το κτίριο Z είχε επισκεψιμότητα το Σαββάτο απο τις 9 έως τις 4, την Κυριακή ήταν κλειστή οπότε η κατανάλωση που καταγράψαμε είναι :

	Φωτισμός	FC 04 Ψύξη	FC 06 Ψύξη	Μον. Ψύξης	Κυκλοφορητές
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ (kW ανα μία ώρα)	25.1664	6.7312	6.792	1025	42
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙ ΤΩΝ ΩΡΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kW)	176.1648	47.1184	47.544	24600	1008
ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (MW)					25.88

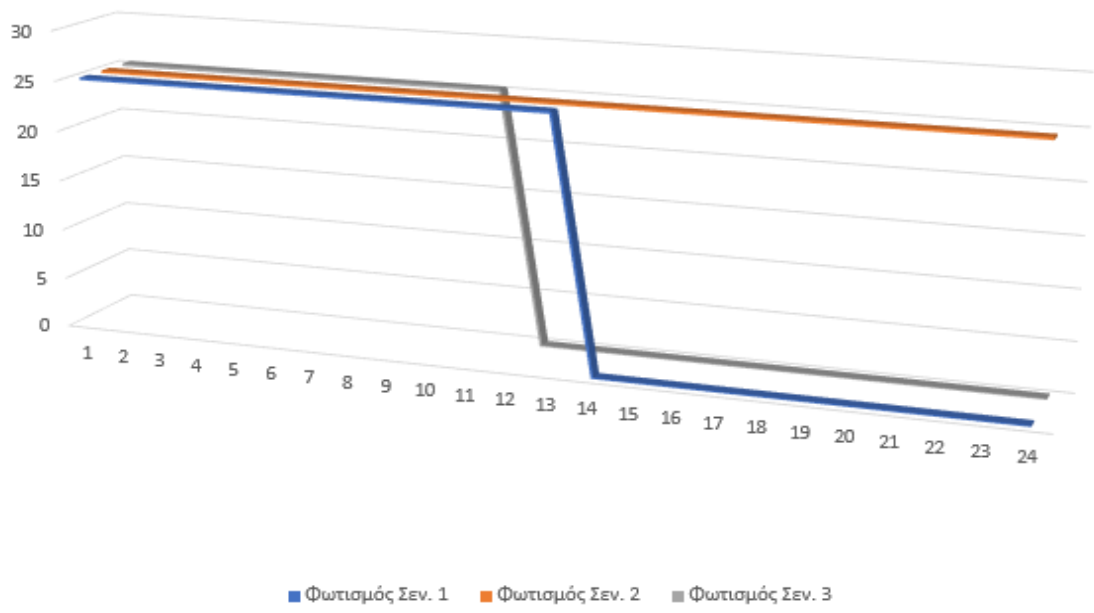
Πίνακας 26 - Σενάριο 3.2.1

Την Παρασκευή 25 Μαΐου 2018 το κτίριο Z είχε επισκεψιμότητα απο τις 8 το πρωί έως τις 8 το απόγευμα και καταγράψαμε τις εξής καταναλώσεις:

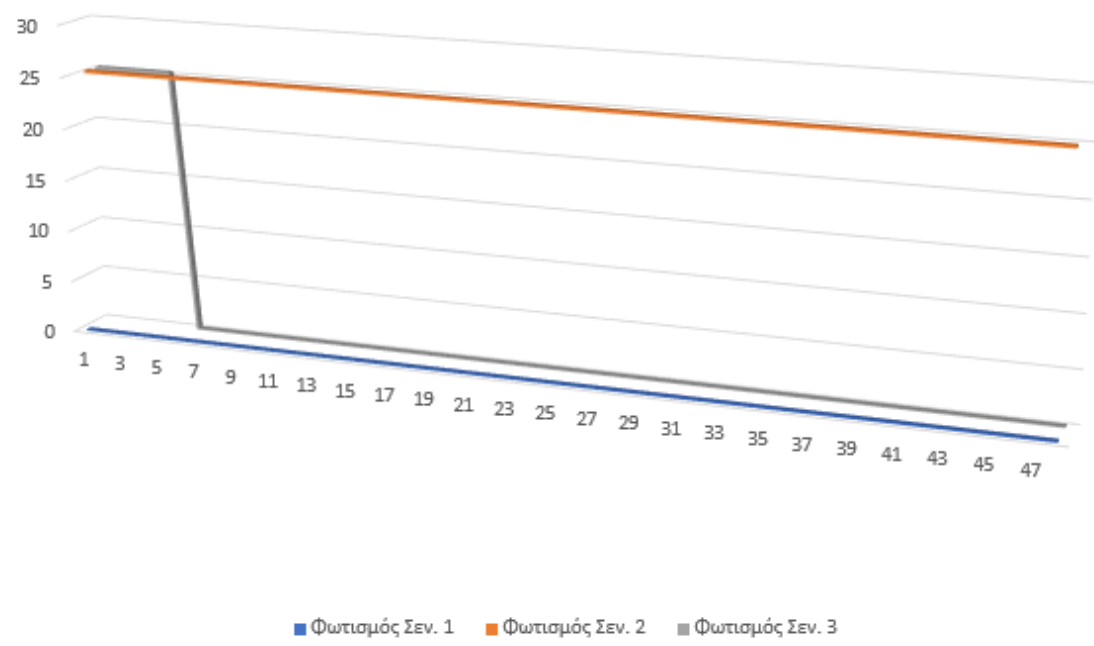
	Φωτισμός	FC 04 Ψύξη	FC 06 Ψύξη	Μον. Ψύξης	Κυκλοφορητές
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ (kW ανα μία ώρα)	25.1664	6.7312	6.792	1025	42
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΠΙ ΤΩΝ ΩΡΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (kW)	301.9968	80.7744	81.504	24600	1008
ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (MW)					26.07

Πίνακας 27 - Σενάριο 3.2.2

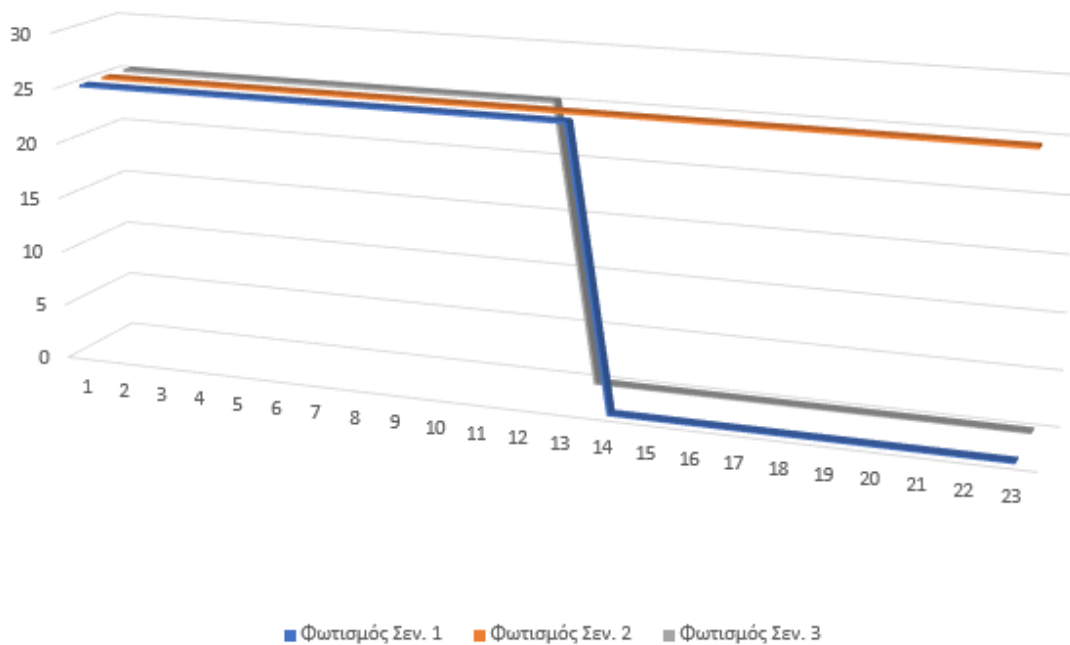
Στα παρακάτω διαγράμματα βλέπουμε την σύγκριση μεταξύ των σεναρίων.



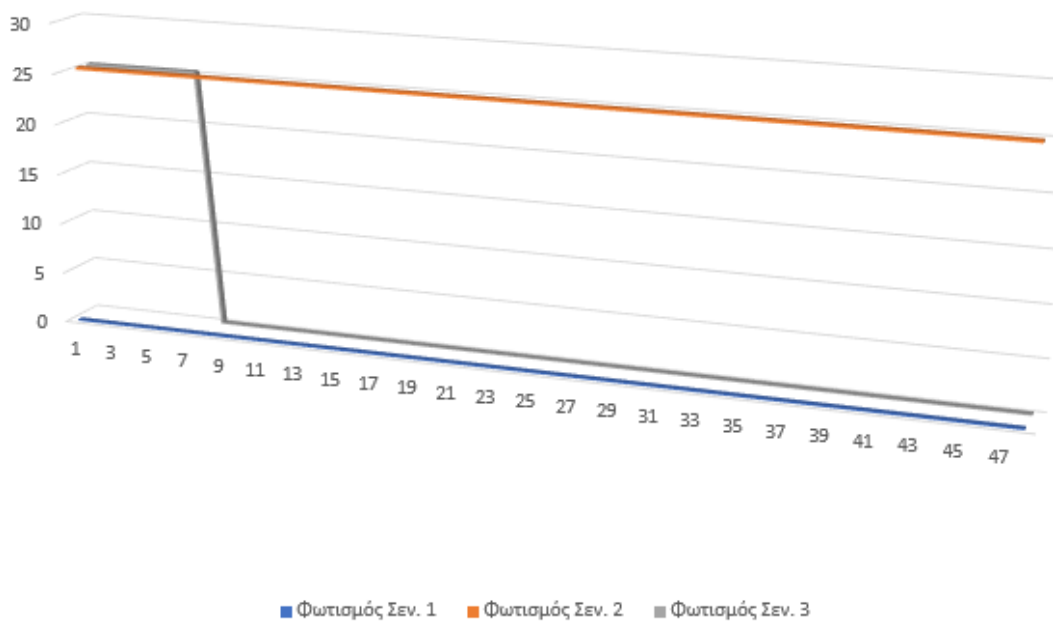
Πίνακας 28 - Σύγκριση σεναρίων φωτισμού καθημερινής χειμώνα



Πίνακας 29 - Σύγκριση σεναρίων φωτισμού Σαββατοκύριακου χειμώνα



Πίνακας 30 - Σύγκριση σεναρίων φωτισμού καθημερινής καλοκαίρι



Πίνακας 31 - Σύγκριση σεναρίων φωτισμού Σαββατοκύριακου χειμώνα

Παρατηρούμε μια μεγάλη σπατάλη ενέργειας στον τρόπο λειτουργίας του κτιρίου Z στους κοινόχρηστους χώρους μεταξύ των σεναρίων. Στις 2 περιπτώσεις (χειμώνα - καλοκαίρι) έχουμε μείωση της κατανάλωσης στο 35%.

- Την χειμερινή περίοδο που εξετάσαμε (10 – 11 – 12 Νοεμβρίου 2017) είναι 37,33 MWatt
- Την εαρινή περίοδο που εξετάσαμε (25 – 26 – 27 Μαΐου 2018) είναι 27,86 MWatt

Στα σενάρια μας δεν είχαμε τον έλεγχο του λέβητα, των κεντρικών μονάδων ψύξης και των κυκλοφορητών. Εάν υπήρχε η δυνατότητα θα είχαμε επιτύχει περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας.

Κεφάλαιο 7

Συμπεράσματα

Το κτίριο Z που μελετήσαμε παραπάνω λόγω της πρόσφατης κατασκευής του (2007) έχει μια ήδη ικανοποιητική ενεργειακή απόδοση με αποτέλεσμα να μην χρειάζονται ιδιαίτερα δαπανηρά μέσα για την ενεργειακή του βελτίωση.

Σκοπός της εργασίας μας ήταν η παρουσίαση της υφιστάμενης ενέργειας κατανάλωσης των κοινοχρήστων χώρων του κτιρίου Z και η μελέτη του πώς μπορεί να επιτευχθεί η εγκατάσταση και λειτουργία ενός συστήματος BMS μέσω ασύρματων μέσων με την χρήση του πρωτόκολλου LoRa, ούτως ώστε να μπορέσουμε να περιορίσουμε τις ενεργειακές δαπάνες για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης – δροσισμού, αλλά και φωτισμού του κτιρίου.

Τα αποτελέσματα της μελέτης μας είναι πολύ ικανοποιητικά, αφού όπως αναλύσαμε ήδη είναι δυνατό με πολύ μικρή δαπάνη από μέρους του Ιδρύματος να γίνει πραγματικότητα η ασύρματη διαχείριση των κοινόχρηστων χώρων. Με αποτέλεσμα την δραστική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε κάθε Ακαδημαϊκό Έτος και κατά συνέπεια την μείωση του κόστους για ενέργεια.

Βιβλιογραφία

ΟΣΚ: Οδηγός Μελετών για Διδασκτήρια όλων των βαθμίδων εκπαίδευσης,

https://www.ktyp.gr/files/prodiagrafes/ypodomes_paideias/Odigos_Meleton.pdf

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ, ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αθήνα, 2011

Αλεβίζος, Γ., (2013), Εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια, Διπλωματική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας –ΥΠΕΚΑ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

Αθήνα, 2011

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας –ΥΠΕΚΑ, (2016), «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων», <http://www.ypeka.gr/?tabid=525>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας –ΥΠΕΚΑ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=272>

Καραλής Κ-Π. , ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΔΗΜΟΣΙΟΥ

ΚΤΙΡΙΟΥ:ΜΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ Διπλωματική Εργασία, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ, 2014

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας –ΥΠΕΚΑ Κατάλογοι με ενδεικτικά μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής

απόδοσης στο πλαίσιο του Καθεστώτος Επιβολής 2017

Έντυπο Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας –ΥΠΕΚΑ , ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ.

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας –ΥΠΕΚΑ ,Έκθεση μακροπρόθεσμης στρατηγικής για την κινητοποίηση επενδύσεων για την ανακαίνιση του αποτελούμενου από κατοικίες και εμπορικά κτίρια, δημόσια και ιδιωτικά, εθνικού κτιριακού αποθέματος (Άρθρο 4, Οδηγία 27/2012/ ΕΕ), 2014

Dr. Abdulmohsen Al-Hammad BUILDING MANAGEMENT SYSTEM (BMS) COLLEGE OF ENVIRONMENTAL DESIGN

Χαρακτηριστικά PROFIBUS siemens

<https://w5.siemens.com/greece/internet/el/pss/i/automation/icom/pages/profibus.aspx>

Άρθο Rousec M. , building management system διαθέσιμο στο : <https://searchdatacenter.tech-target.com/definition/building-management-system>

Ecorys & Bio Intelligence Service, (Study to support the impact assessment for the EU energy saving Action Plan. 2010

Χαρακτηριστικά GL5528 LDR διαθέσιμα στο :

https://www.devobox.com/index.php?controller=attachment&id_attachment=11

Χαρακτηριστικά ACS712 διαθέσιμα στο :

<http://www.allegromicro.com/~media/Files/Datasheets/ACS712-Datasheet.ashx>

Χαρακτηριστικά DHT22 διαθέσιμα στο :

<https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/Digital+humidity+and+temperature+sensor+AM2302.pdf>

Χαρακτηριστικά HC-SR 501 διαθέσιμα στο :

<https://www.mpja.com/download/31227sc.pdf>

Χαρακτηριστικά LoRa διαθέσιμα στο :

<https://www.mouser.com/datasheet/2/268/50002346B-947485.pdf>

Χαρακτηριστικά Arduino διαθέσιμα στο :

<https://www.farnell.com/datasheets/1682209.pdf>