



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Τεχνολογίας

Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

**Επιτόπια εκτίμηση της
ενεργειακής συμπεριφοράς
κλιματιστικού με την χρήση
έξυπνης πρίζας**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ευάγγελος Σταμάτης (ΑΜ: 3119221)

Επιβλέπων: Ονούφριος Χαραλάμπους, βαθμίδα

ΛΑΡΙΣΑ, Μήνας Έτος



UNIVERSITY OF THESSALY

School of Technology

Digital Systems Department

**On-Site Assessment of Air Condi-
tioner Energy Performance Using
a Smart Plug**

BACHELOR THESIS

Evangelos Stamatis (RN: 3119221)

Supervisor: *full name, position*

LARISSA, month year

Υπεύθυνη Δήλωση περί Ακαδημαϊκής Δεοντολογίας και Πνευματικών Δικαιωμάτων

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ρητά ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον, και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο/Η Δηλών/ούσα

(Υπογραφή)

Όνοματεπώνυμο Φοιτητή/-ήτριας

Ημερομηνία

Εγκρίνεται από την Επιτροπή Εξέτασης:

Επιβλέπων/πυσα	Ονοματεπώνυμο Επιβλέποντα Βαθμίδα/ιδιότητα επιβλέποντα, Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Μέλος	Ονοματεπώνυμο Μέλους 1 Βαθμίδα/ιδιότητα μέλους 1, Τμήμα/Ιδρυμα μέλους 1
Μέλος	Ονοματεπώνυμο Μέλους 2 Βαθμίδα/ιδιότητα μέλους 2, Τμήμα/Ιδρυμα μέλους 2

Ημερομηνία έγκρισης: dd-mm-γγγγ

Περίληψη

Η εξοικονόμηση ενέργειας στον χώρο του κλιματισμού είναι μια απαραίτητη λύση τόσο στον τομέα της οικονομίας όσο και στον τομέα του περιβάλλοντος. Η αύξηση της τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος καθώς και της ίδιας της ενέργειας, καθιστά την εύρεση καινούργιων τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας κρίσιμη. Σε αυτήν την πτυχιακή εργασία προτείνονται τρόποι και βασικές αρχές βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στον κλιματισμό.

Αναφέρονται εφαρμογές όπως το Building Energy Management System (BEMS), αλλά και η έξυπνη πρίζα, όπου μελετάται σε βάθος η χρήση της και αναλύονται τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιεί κατά την σύνδεση με άλλες συσκευές.

Στην συνέχεια, γίνεται ανάλυση της μεθοδολογίας και του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση μετρήσεων, με την χρήση έξυπνης πρίζας, σε ένα κλιματιστικό σύστημα. Γίνεται μελέτη του κώδικα που αναπτύχθηκε για τη συγκεκριμένη εργασία, αλλά και οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων από τη συλλογή των δεδομένων με την χρήση διαγραμμάτων, πινάκων και γραφικών παραστάσεων. Καταλήγοντας σε συμπεράσματα και λύσεις που αφορούν την εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα του κλιματισμού.

Abstract

Energy saving in the air-conditioning area is a necessary solution both in the economic and environmental fields. The rise in the price of electricity as well as of energy itself makes finding new ways to save energy critical. In this thesis, ways and basic principles of improving energy efficiency in air conditioning are proposed.

Applications such as the Building Energy Management System (BEMS) and the smart outlet are mentioned, where the use of the outlet is studied in depth and the communication protocols used when connecting to other devices are analyzed.

The methodology and equipment used to carry out measurements, using an intelligent outlet, in air-conditioning system is then developed. The code developed for this work is studied, and the results of data collection are visualized using diagrams, tables and graphic representations. Reaching conclusions and solutions relating to energy saving in the field of air conditioning.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω κάθε άτομο ξεχωριστά ,που χωρίς να το γνωρίζει, συνέβαλε στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Ευχαριστώ πολύ την οικογένειά μου, η οποία με στήριξε και με στηρίζει σε κάθε μου απόφαση, όπως και τους φίλους μου που ήταν εκεί όταν τους χρειαζόμουν.

Ευάγγελος Σταμάτης

Μάρτιος 2024

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	VII
ABSTRACT.....	IX
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	XI
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	XIII
1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ, ΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	3
2.1 ΠΡΑΣΙΝΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ.....	4
2.2 ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΕΤΑΒΑΣΗ.....	6
2.3 ΑΝΤΛΙΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	7
2.3.1 Τι είναι οι αντλίες θερμότητας.....	7
2.3.2 Τρόπος λειτουργίας μιας αντλίας θερμότητας	7
2.3.3 Είδη αντλιών θερμότητας	8
2.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΑΡΧΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΤΟΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ.....	11
2.4.1 SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio).....	11
2.4.2 SCOP (Seasonal Coefficient of Performance).....	11
2.4.3 Ενεργειακή ετικέτα	12
2.4.4 Προγραμματιζόμενοι / έξυπνοι θερμοστάτες	13
2.4.5 Σκίαση και Θερμομόνωση.....	13
2.4.6 Ανεμιστήρας οροφής	14
2.4.7 Συντήρηση.....	14
2.4.8 Σωστή εγκατάσταση του κλιματιστικού.....	15
2.4.9 Σωστή χρήση του κλιματιστικού.....	15
2.4.10 Έξυπνες πρίζες.....	16
3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ BEMS ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΗ ΠΡΙΖΑ	17

3.1	BUILDING ENERGY MANAGEMENT SYSTEM (BEMS).....	17
3.1.1	Πλεονεκτήματα χρήσης BEMS.....	18
3.1.2	Κύρια μέρη BEMS.....	18
3.1.3	Αισθητήρες BEMS.....	19
3.2	ΈΞΥΠΝΗ ΠΡΙΖΑ.....	20
3.2.1	Τι είναι η έξυπνη πρίζα.....	21
3.2.2	Τι μπορεί να κάνει μια έξυπνη πρίζα.....	21
3.2.3	Πρωτόκολλα επικοινωνίας.....	22
3.2.4	Συγκριτικός πίνακας.....	24
4	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	25
4.1	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	25
4.1.1	Έξυπνη πρίζα Taro 110.....	25
4.1.2	Εφαρμογή Taro.....	26
4.1.3	Visual Studio Code.....	27
4.1.4	Microsoft Excel.....	27
4.1.5	Python.....	28
4.2	ΚΩΔΙΚΑΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	29
4.3	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	32
5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	34
5.1	ΜΕΤΡΗΣΗ 11°C.....	35
5.2	ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ 14°C.....	36
5.3	ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΤΡΗΣΗ 14°C.....	39
5.4	ΜΕΤΡΗΣΗ 16°C.....	41
5.5	ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ 18°C.....	43
5.6	ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΤΡΗΣΗ 18°C.....	45
5.7	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΚΑΙ ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΙΜΕΣ.....	46
5.8	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ.....	48
5.9	ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	48
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	49
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	50

1 Εισαγωγή

Η αξία της ενέργειας και η απαίτηση για αποτελεσματική χρήση της, έχουν γίνει έντονα αισθητές στη σύγχρονη ζωή. Η παρακολούθηση και η αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης συσκευών, όπως τα κλιματιστικά, είναι κορυφαία προτεραιότητα λόγω των αυξανόμενων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής, της εξάντλησης των ενεργειακών αποθεμάτων και της απαίτησης για ελαχιστοποίηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Η οικονομική κρίση έχει οδηγήσει την κοινωνία στην κατανάλωση βλαβερών, για το περιβάλλον, πηγών ενέργειας. Καθώς, η θέρμανση και ψύξη αποτελεί τον κύριο παράγοντα της αύξησης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, είναι σημαντικό να βρεθούν και κατάλληλες λύσεις μείωσης αυτής. Δυστυχώς η χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος πολλές φορές μοιάζει αναπόφευκτη, ειδικά όταν γίνεται λόγος για εταιρείες των οποίων οι παραγωγές βασίζονται σε αυτή. Ακόμα όμως και τα απλά νοικοκυριά, στη σημερινή εποχή, εξαρτιούνται από την ύπαρξη ηλεκτρικής ενέργειας εντός και εκτός της κατοικίας. Αυτός είναι ένας λόγος, πού θα πρέπει να βρεθούν οι κατάλληλες λύσεις και ενέργειες που πρέπει να γίνουν με στόχο την μείωση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας.

Η συγκεκριμένη εργασία, αναφέρεται στην απόδοση και ενσωμάτωση της χώρας μας στην πράσινη ψηφιακή μετάβαση. Μελετώνται πίνακες που έχουν εκδοθεί και δημοσιευθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση και συγκρίνει την χώρα μας σε αυτόν τον τομέα με άλλα κράτη μέλη της Ευρώπης. Μελετώνται οι αντλίες θερμότητας ως μέσο εξοικονόμησης ενέργειας στον κλιματισμό και αναφέρονται βασικές αρχές βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης όπως είναι το SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) και το SCOP (Seasonal Coefficient of Performance).

Στη συνέχεια, εξετάζονται οι εφαρμογές του Building Energy Management System (BEMS), τα πλεονεκτήματα χρήσης του, τα κύρια μέρη του, καθώς και οι αισθητήρες που τον απαρτίζουν. Φτάνοντας, στην ανάλυση της έξυπνης πρίζας, της ικανότητάς της να προσφέρει εργαλεία τα οποία βοηθούν στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και των πρωτοκόλλων επικοινωνίας που χρησιμοποιεί με στόχο τη σύνδεση με άλλες συσκευές.

Το κύριο θέμα αυτής της πτυχιακής είναι η χρήση έξυπνης πρίζας, στον τομέα του κλιματισμού, αξιοποιώντας κάθε λειτουργία που προσφέρει στην έγκυρη ανάλυση και μείωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης. Οι έξυπνες πρίζες παρέχουν νέες ευκαιρίες, οι οποίες συμβάλλουν στην αύξηση της ενεργειακής απόδοσης. Στόχος είναι η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η χρήση έξυπνης πρίζας μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας. Η έρευνα θα επικεντρωθεί στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε καθώς και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε για την συλλογή και ανάλυση δεδομένων, με τη μορφή διαγραμμάτων, πινάκων και γραφικών παραστάσεων, από ένα κλιματιστικό σύστημα χρησιμοποιώντας μια έξυπνη πρίζα αλλά και ανάπτυξη κώδικα.

Τέλος θα μελετηθούν τα διαγράμματα και θα προταθούν τρόποι βελτίωσης αυτών των μετρήσεων, καταλήγοντας σε συμπεράσματα που θα βοηθήσουν στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, αύξηση της εξοικονόμησης ενέργειας και τη ενεργειακής απόδοσης στον χώρο του κλιματισμού.

2 Εξοικονόμηση ενέργειας στον κλιματισμό, πράσινη και ψηφιακή μετάβαση στην Ελλάδα

Η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών στην καθημερινότητα μας αποτελεί κρίσιμη πτυχή της ζωής μας. Ο Clarke (2019) αναφέρεται στην έννοια της "ψηφιοποίησης" ως έναν τρόπο με τον οποίο ο κόσμος ερμηνεύεται και διαχειρίζεται, με τη χρήση συστημάτων που παρακολουθούν συνεχώς δεδομένα και προσαρμόζονται σε αυτά. Η προσέγγιση αυτή προσφέρει λειτουργικές λύσεις, που μεταμορφώνουν την λειτουργικότητα, την αποδοτικότητα και την κατανάλωση πόρων. Η ανάπτυξη και η δημιουργία νέων ψηφιακών τεχνολογιών, ιδιαίτερα αυτών με πλήρως εξελιγμένα συστήματα ελέγχου, επιτρέπει την μεταφορά και ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συστημάτων, παρέχοντας έτσι την δυνατότητα σε αυτά να παίρνουν τις κατάλληλες αποφάσεις. Βέβαια, είναι ήδη σαφές ότι αυτές οι τεχνολογίες προσφέρουν μεγάλες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας.

Η ψηφιοποίηση ανοίγει νέους δρόμους για τη βελτιστοποίηση του ενεργειακού συστήματος και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε κρίσιμους τομείς. Ένας τέτοιος είναι η θέρμανση και η ψύξη, που βασιζόμενοι σε στοιχεία που δημοσιεύτηκαν από την Eurostat, οι ανάγκες για θέρμανση και ψύξη το 2020, στην Ευρώπη, αντιπροσωπεύουν το 50% της συνολικής ακαθάριστης τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Ο κτηριακός τομέας αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος της κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη κυρίως για την θέρμανση το εσωτερικών χώρων καθώς και του νερού. Σχεδόν το 60% της κατανάλωσης αυτής αντιστοιχεί σε αυτές τις χρήσεις. Η ζήτηση για βιομηχανική θερμότητα αντιπροσωπεύει περίπου το 1/3 των αναγκών θέρμανσης και ψύξης.

Η ψηφιακή πράσινη μετάβαση αποτελεί κρίσιμο εργαλείο για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κλιματισμό, προσφέροντας λύσεις που συνδυάζουν τη βιωσιμότητα και την τεχνολογία. Μέσω αυτής της ψηφιακής μετάβασης η εφαρμογή τεχνολογιών όπως οι αυτοματοποιημένοι ρυθμιστές θερμοκρασίας, οι έξυπνοι αισθητήρες και πολλά άλλα επιτρέπουν τον προγραμματισμό και τον έλεγχο του κλιματισμού εξ'

αποστάσεως. Αυτός ο έλεγχος δίνει στους χρήστες τη δυνατότητα ρύθμισης των ωραρίων λειτουργίας του κλιματιστικού στις κατάλληλες λειτουργίες με στόχο να επιτευχθεί μια μεγαλύτερη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και της μείωσης του οικολογικού αποτυπώματος των κλιματιστικών συστημάτων.

Στην συνέχεια, αναλύονται στοιχεία για την πράσινη και ψηφιακή μετάβαση βασισμένα σε διεθνώς αναγνωρισμένους δείκτες που χρησιμοποιεί η Ευρωπαϊκή Ένωση όπως και διάφορα διεθνή ινστιτούτα. Η συγκεκριμένη ανάλυση αναφέρεται σε παραμέτρους στους οποίους η Ελλάδα οφείλει να επικεντρωθεί, έτσι ώστε να καλύψει τη διαφορά που έχει με τον ευρωπαϊκό μέσο όρο και να πετύχει τον μετασχηματισμό της σε μια σύγχρονη ψηφιακή και πράσινη χώρα.

2.1 Πράσινη μετάβαση

Η πράσινη μετάβαση αποτελεί έναν δείκτη επίδοσης μετάβασης (TPI) στον οποίον η ελληνική οικονομία βρίσκεται όχι μόνο κοντά στον ευρωπαϊκό μέσο όρο αλλά σε πολλές περιπτώσεις τον ξεπερνά. Ο δείκτης επιδόσεων μετάβασης κατατάσσει τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης και 45 άλλες χώρες σε ολόκληρο τον κόσμο σχετικά με την απόδοσή τους από το 2011 έως και σήμερα, τόσο συνολικά όσο και στις 4 διαστάσεις της βιωσιμότητας (οικονομική, κοινωνική, περιβαλλοντική και διακυβέρνηση). Έτσι σύμφωνα με τον συγκεκριμένο δείκτη και στοιχεία του 2020, η ελληνική οικονομία ενώ υστερεί στην κοινωνική οικονομική και μετάβαση διακυβέρνησης, βρίσκεται στην 10η θέση στην περιβαλλοντική μετάβαση (Πίνακας 1). Παρατηρώντας τα στοιχεία σημειώνεται σημαντική πρόοδος και στις 4 μεταβάσεις, πρόοδος που αποτελεί την δεύτερη καλύτερη επίδοση για την περίοδο 2011-2020. Ο δείκτης της πολιτικής μετάβασης περιλαμβάνει λίγες διαστάσεις της πράσινης μετάβασης, όπως είναι η μείωση των εκπομπών ρύπων του θερμοκηπίου, η παραγωγικότητα ενέργειας και τα λοιπά.

Πίνακας 1: TPI, βαθμός μετάβασης και κατάταξη (στοιχεία 2020)

	Ελλάδα		M.O.	Καλύτερη επίδοση	
	Βαθμός	Θέση	Βαθμός	Κράτος	Βαθμός
TPI	62,08	24	68,96	Δανία	78,36
Οικονομική	45,2	25	61,1	Ιρλανδία	76,1

Κοινωνική	70,9	25	77,5	Σλοβενία	85,9
Περιβαλλοντική	65,5	10	65,0	Μάλτα	74,4
Διακυβέρνησης	63,8	26	74,0	Λουξεμβούργο	85,0
Πρόοδος (2011-2020)	11,0%	2	4,9%	Κροατία	13,5%

Πηγή: European Commission, 2022α.

Η Ελλάδα κατάφερε να βρίσκεται κοντά στον μέσο όρο χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Μάλιστα παρατηρούμε (Πίνακας 2) πως έχει καταφέρει να τον ξεπεράσει στη χρήση ΑΠΕ στη θέρμανση και ψύξη, υστερώντας σε εκείνον που αφορά την χρήση ΑΠΕ στις μεταφορές.

Πίνακας 2: Μερίδιο ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας

	Ελλάδα		Μ.Ο.		Καλύτερη επίδοση	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
	%/Θέση	%/Θέση	%	%	%	%
ΑΠΕ συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας	21,7/13 ^{οι}	21,9/12 ^{οι}	22,0	21,8	Σουηδία 60,1	Σουηδία 62,6
ΑΠΕ στην κατανάλωση ηλεκτρισμού	35,9/13 ^{οι}	35,9/13 ^{οι}	37,4	37,5	Αυστρία 78,2	Αυστρία 76,2
ΑΠΕ στην Θέρμανση και ψύξη	31,9/13 ^{οι}	31,1/13 ^{οι}	23,0	22,9	Σουηδία 66,4	Σουηδία 68,6
ΑΠΕ στις μεταφορές	5,3/27 ^{οι}	4,3/27 ^{οι}	10,3	9,1	Σουηδία 31,9	Σουηδία 30,4

Πηγή: Eurostat, 2023. 1 : Στόχος ΕΕ για το 2020: 20% 2 : Στόχος ΕΕ για το 2020 10%

Παρατηρώντας πίνακες όπως αυτός του Δείκτη Πράσινου Μέλλοντος (Green Future Index) του MIT της Αμερικής, ο οποίος έχει συμπεριλάβει 76 κράτη, μέσα στα οποία τα 26 είναι κράτη-μέλη της ΕΕ, διακρίνουμε άνοδο της θέσης της Ελλάδας σε σχέση με το 2021. Αυτή η άνοδος είναι της τάξεως των 15 θέσεων, η οποία την φέρνει κοντά στις πρώτες 20 θέσεις, όπου σύμφωνα με τον Δείκτη αποτελούν τους «πράσινους ηγέτες».

Παρ' όλα αυτά η Ευρώπη, που θεωρείται ότι είναι πρωτοπόρος στην πράσινη μετάβαση, σε αρκετές παραμέτρους, όπως για παράδειγμα οι εκπομπές CO₂, υστερεί σε σχέση με τα υπόλοιπα κράτη του κόσμου.

2.2 Ψηφιακή μετάβαση

Μπορεί τα δείγματα όσο αφορά την πράσινη μετάβαση της χώρας μας να είναι ενθαρρυντικά και σε πολλές περιπτώσεις να υπερβαίνουν τις προσδοκίες μας, ωστόσο τα στοιχεία και τα στατιστικά που συνδέονται με την ψηφιακή μετάβαση μας προσγειώνουν στην πραγματικότητα. Το συγκεκριμένο συμπέρασμα γίνεται σαφές μέσα από αναρτημένους δείκτες τους οποίους δημοσίευσε το Κέντρο Προγραμματισμού και Οικονομικών Ερευνών (ΚΕΠΕ) στην ανάλυση επικαιρότητας για το 2022, με ονομασία «Πράσινη και Ψηφιακή Μετάβαση: Θετικές Εξελίξεις, Ανάγκη για Επιτάχυνση Δράσεων».

Πίνακας 3: Βαθμολογία και κατάταξη της Ελλάδας με βάση τον δείκτη DESI

	Ελλάδα		M.O.	Καλύτερη επίδοση	
	Θέση	Βαθμός	Μέσος Βαθμός	Κράτος	Βαθμός
DESI	25	38,9	52,3	Φινλανδία	69,4
Ανθρώπινο κεφάλαιο	22	40,1	45,7	Φινλανδία	71,4
Συνδεσιμότητα	22	49,6	59,9	Δανία	77,1
Ενσωμάτωση ψηφιακής τεχνολογίας	22	26,6	36,1	Φινλανδία	59,1
Ψηφιακές δημόσιες υπηρεσίες	26	39,4	67,3	Εσθονία	91,2

Πηγή: ΕΕ, 2022β.

Σύμφωνα λοιπόν με τον δείκτη ψηφιακής οικονομίας και κοινωνίας (DESI) η ελληνική οικονομία παρέμεινε στην 25η θέση στην οποία βρίσκεται από το 2021. Για πολλούς η συγκεκριμένη κατάταξη βασίζεται στην αργοπορημένη έναρξη της ψηφιοποίησης και της εμφάνισης της πανδημίας, με αποτέλεσμα να χαθεί γρήγορα έδαφος σε σχέση με τα υπόλοιπα κράτη του κόσμου. Ως αποτέλεσμα αυτού, η χώρα μας καλείται να καλύψει μια σημαντική απόσταση με στόχο να πλησιάσει τον ευρωπαϊκό μέσο όρο.

Στη συνέχεια θα αναλυθούν οι αντλίες θερμότητας ως ένας τρόπος αντιμετώπισης της ενεργειακής κατανάλωσης. Επίσης θα πραγματοποιηθεί μια ανασκόπηση των προβλημάτων και των προκλήσεων που αντιμετωπίζονται στον κλάδο του κλιματισμού, προτείνοντας ορισμένες λύσεις μέσα από τις βασικές αρχές βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στον κλιματισμό.

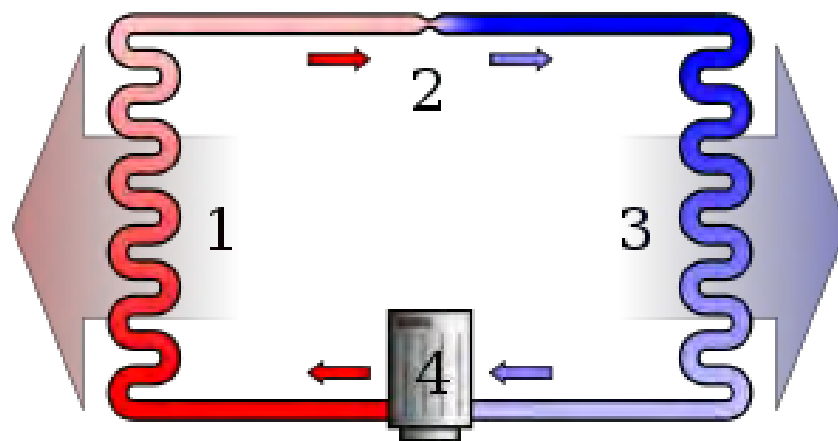
2.3 Αντλίες θερμότητας

2.3.1 Τι είναι οι αντλίες θερμότητας

Αντλία θερμότητας ονομάζουμε ένα σύστημα θέρμανσης το οποίο μας επιτρέπει να μεταφέρουμε ενέργεια από έναν χώρο χαμηλής θερμοκρασίας σε έναν χώρο υψηλότερης θερμοκρασίας.

2.3.2 Τρόπος λειτουργίας μιας αντλίας θερμότητας

Με τη χρήση μιας αντλίας θερμότητας μπορούμε να θερμάνουμε, να ψύξουμε αλλά και να παράγουμε ζεστό νερό οικιακής χρήσης. Λειτουργούν όπως όλα τα ψυκτικά μηχανήματα και βασίζονται στις ίδιες αρχές με τους καταψύκτες, τα ψυγεία, τα κλιματιστικά μηχανήματα και ούτω καθεξής. Η λειτουργία τους βασίζεται στον ψυκτικό κύκλο, που είναι ένας αένας κύκλος εκτόνωσης και συμπίεσης ενός ρευστού, όπου σύμφωνα με τη παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 1: Ψυκτικός κύκλος

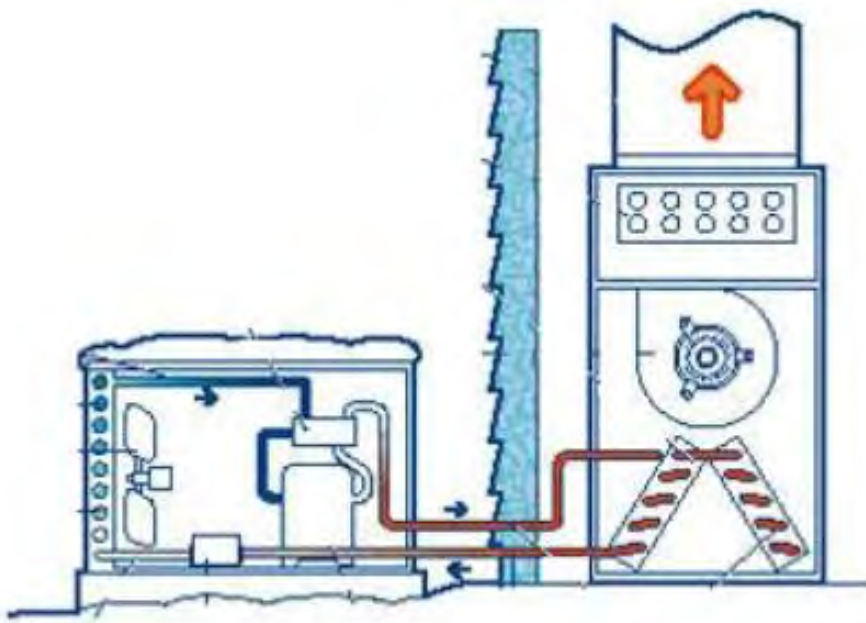
Το ψυκτικό μέσο διαπερνά ένα συμπιεστή σε αέρια μορφή (θέση 4), όπου εξαιτίας της υψηλής πίεσης αυξάνεται η θερμοκρασία του, καταλήγοντας να μετατραπεί σε υγρή μορφή (θέση 1). Στη συνέχεια αποβάλλει την θερμότητα που απέκτησε κατά την συμπίεση, για να ακολουθήσει η εκτόνωση (θέση 2), η μείωση δηλαδή της πίεσης και η εξάτμιση (μετατροπή δηλαδή σε αέρια μορφή) εξαιτίας της πτώσης πίεσης στον εξάτμιστή, που έχει ως συνέπεια την μείωση της θερμοκρασίας. Με αυτό τον τρόπο συνεχίζει στην επόμενη φάση (θέση 3) σε αέρια μορφή και πλέον ψυχρό, όπου επανακτά θερμότητα για να εισέλθει στον συμπιεστή και να συνεχιστεί αυτός ο συνεχής ψυκτικός κύκλος.

Παρατηρούμε ότι μια αντλία θερμότητας λειτουργεί αντίστροφα όσον αφορά την φυσική ροή θερμότητας, μεταφέροντας τον χειμώνα θερμότητα από έναν χώρο χαμηλών θερμοκρασιών (περιβάλλον) σε ένα χώρο υψηλών θερμοκρασιών, όπως για παράδειγμα μια κατοικία. Αντιθέτως το καλοκαίρι να μεταφέρει θερμότητα που βρίσκεται στον εσωτερικό χώρο, στον οποίο οι θερμοκρασίες που επικρατούν είναι χαμηλότερες σε σχέση με το περιβάλλον, σε εκείνο του περιβάλλοντος. Σε αυτό βοηθάει το μόλις 25% ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται κατά την λειτουργία της. Το υπόλοιπο 75% της συνολικής απόδοσής της οφείλεται στην ενέργεια που αντλεί από το εξωτερικό περιβάλλον, στοιχείο που τις καθιστά ένα κύριο μέσο εξοικονόμησης ενέργειας.

2.3.3 Είδη αντλιών θερμότητας

Οι αντλίες θερμότητας ταξινομούνται ανάλογα με το ρευστό στο οποίο αποβάλλει (ή από το οποίο προσλαμβάνει) την ενέργεια η αντλία στα σημεία του συμπυκνωτή και εξατμιστή του ψυκτικού κύκλου. Έτσι διακρίνονται σε:

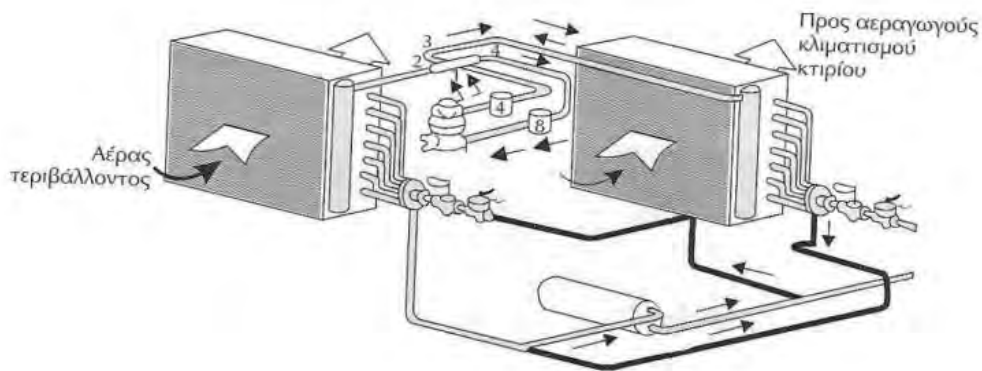
Αντλίες θερμότητας αέρα/αέρα



Εικόνα 2: Αντλία θερμότητας Αέρα/Αέρα

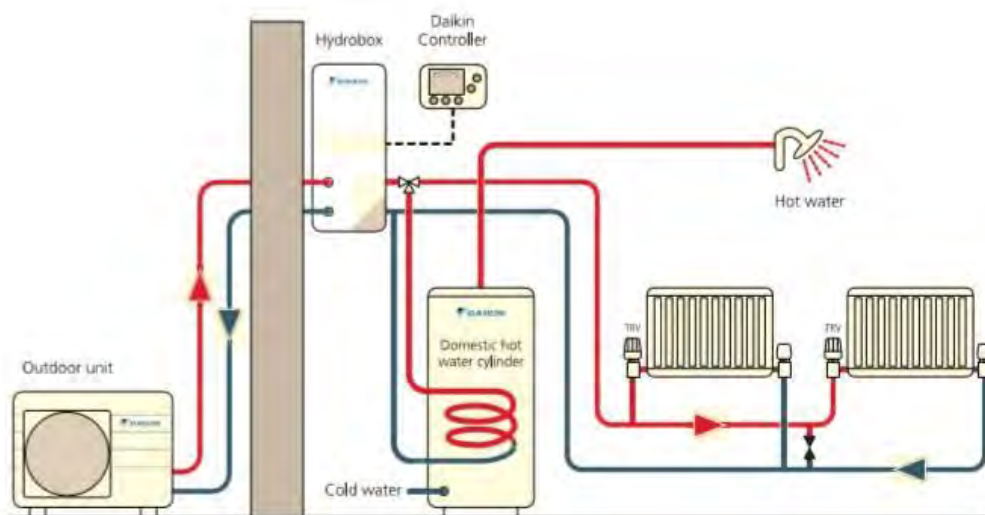
Είναι αντλίες οι οποίες διαθέτουν στα σημεία 1 και 3 (εικόνα 1) εναλλάκτη θερμότητας αέρα/ψυκτικού. Είναι επίσης γνωστά και ως κλιματιστικά μηχανήματα διαιρούμενου τύπου (split type). Πιο συγκεκριμένα στον διαιρούμενο τύπο το ένα στοιχείο (εναλλάκτης στη θέση 3) βρίσκεται μέσα στο σπίτι μας και προσλαμβάνει

ενέργεια (ψύχει τον χώρο), και το άλλο σημείο (1) είναι επίσης εναλλάκτης ψυκτικού μέσου/αέρα και αποβάλλει θερμότητα έξω από το σπίτι μας.



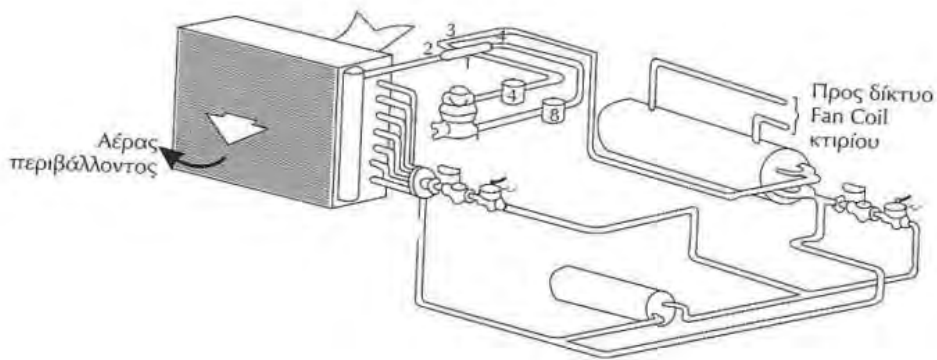
Εικόνα 3: Θερμαντλία Αέρα/Αέρα

Αντλίες θερμότητας Αέρα/Νερού



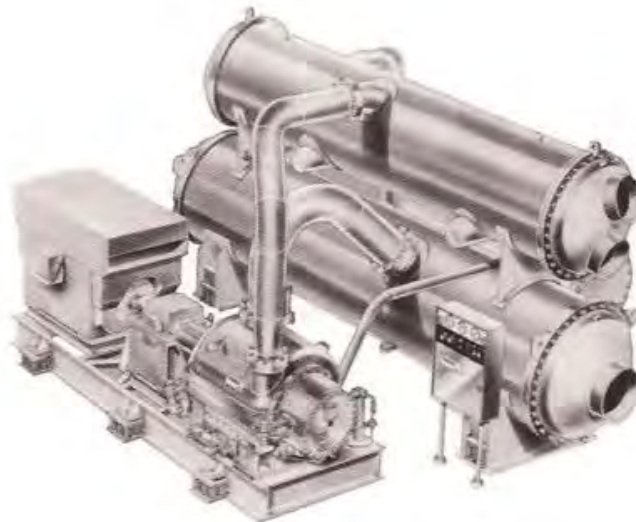
Εικόνα 4: Αντλία θερμότητας Αέρα/Νερού

Οι συγκεκριμένες αντλίες στην μία πλευρά σημείο 3 (εικόνα 1) αντί για στοιχείο έχουν εναλλάκτη ψυκτικού μέσου/ νερού και ψύχουν νερό αντί για αέρα. Με αυτές τις αντλίες δηλαδή, μπορούμε να αντλούμε θερμότητα και να την αποβάλλουμε στο περιβάλλον (όπως είδαμε προηγουμένως).



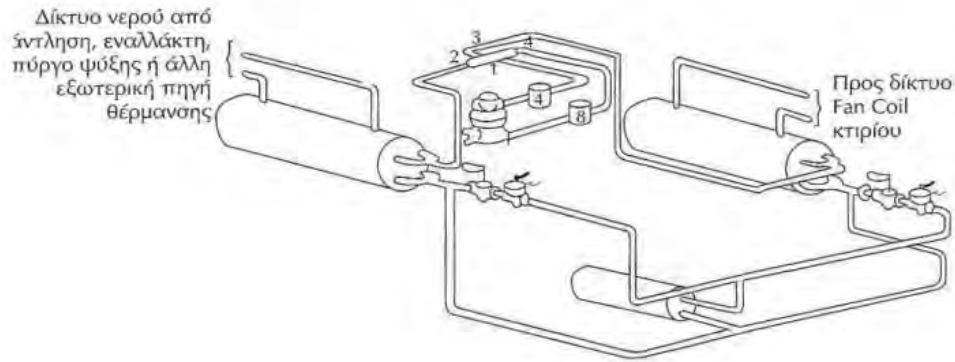
Εικόνα 5: Θερμοαντλία Αέρα/Νερού

Αντλία θερμότητας Νερού/Νερού



Εικόνα 6: Αντλία θερμότητας Νερού/Νερού

Σε αυτές τις αντλίες οι εναλλάκτες είναι νερού, και το ψυκτικό μέσο μεταφέρει θερμότητα από τη μία μάζα νερού στην άλλη. Τέτοιες αντλίες, είναι οι υδρόψυκτες αντλίες θερμότητας με πύργο ψύξης και οι αντλίες νερού/νερού που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις με γεωεναλλάκτη (γεωθερμικές).



Εικόνα 7: Θερμαντλία Νερού/Νερού

2.4 Ανάλυση των βασικών αρχών βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στον κλιματισμό

2.4.1 SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio)

Ο εποχιακός βαθμός ενεργειακής απόδοσης ψύξης (SEER) αντιπροσωπεύει ολόκληρη την περίοδο ψύξης και υπολογίζεται διαιρώντας την ετήσια απαιτούμενη ψύξη που παρέχεται από το κλιματιστικό σύστημα με την συνολική κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται κατά την διάρκεια εκείνης την περιόδου. Όσο υψηλότερο είναι το SEER, τόσο πιο αποδοτικό είναι το κλιματιστικό.

2.4.2 SCOP (Seasonal Coefficient of Performance)

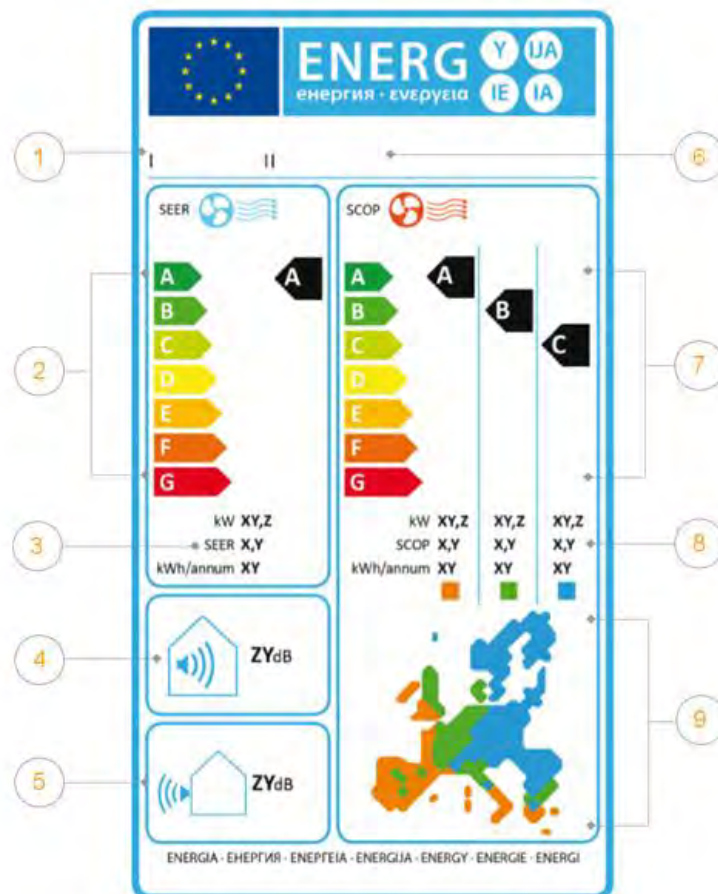
Ο εποχιακός βαθμός ενεργειακής απόδοσης θέρμανσης (SCOP) είναι ο συνολικός συντελεστής απόδοσης της συσκευής σε θέρμανση, που ορίζεται σαν ο λόγος της συνολικής ετήσιας ανάγκης σε θέρμανση προς την συνολική ετήσια ενέργεια που καταναλώνεται σε θέρμανση. Υψηλότερο SCOP σημαίνει αποδοτικότερη παραγωγή θερμότητας με λιγότερη ενέργεια. Η επιλογή ενός συστήματος με υψηλό SCOP είναι οικονομικά ευνοϊκή για περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες, όπου η θέρμανση είναι σημαντική.

Πίνακας 4: Στον πίνακα παρουσιάζεται η διάκριση των κλιματιστικών σε ενεργειακές κλάσεις με βάση τις εποχικές ενεργειακές αποδόσεις ψύξης και θέρμανσης

Κλάση Ενεργειακής Απόδοσης	SEER	SCOP
A+++	$SEER \geq 8,50$	$SCOP \geq 5,10$
A++	$6,10 \leq SEER \leq 8,50$	$4,60 \leq SCOP \leq 5,10$
A+	$5,60 \leq SEER \leq 6,10$	$4,00 \leq SCOP \leq 4,60$
A	$5,10 \leq SEER \leq 5,60$	$3,40 \leq SCOP \leq 4,00$

2.4.3 Ενεργειακή ετικέτα

Η παρακάτω εικόνα περιέχει τα κυρία χαρακτηριστικά που θα συναντήσουμε πάνω σε μια ενεργειακή ετικέτα τα οποία θα μας φανούν χρήσιμα στην αγορά ενός κλιματιστικού.



Εικόνα 8: Ενεργειακή ετικέτα

1. Επωνυμία ή εμπορικό σήμα κατασκευαστή.
2. Ενεργειακή κατάταξη για την λειτουργία ψύξης.
3. SEER: Εποχιακός συντελεστής ενεργειακής απόδοσης ψύξης.
4. Ισχύς θορύβου εσωτερικής μονάδας (db.).
5. Ισχύς εξωτερικής μονάδας θορύβου (db).
6. Αναγνωριστικό μοντέλου κλιματιστικής μονάδας.
7. Ενεργειακή κατάταξη για την λειτουργία θέρμανσης σε διάφορες κλιματικές ζώνες.
8. SCOP: Εποχιακός συντελεστής ενεργειακής απόδοσης θέρμανσης.
9. Ευρωπαϊκός χάρτης χωρισμένος σε 3 διαφορετικές κλιματικές ζώνες.

2.4.4 Προγραμματιζόμενοι / έξυπνοι θερμοστάτες

Οι έξυπνοι θερμοστάτες επιτρέπουν την ρύθμιση και τον έλεγχο της θερμοκρασίας εξ 'αποστάσεως σύμφωνα με τις ανάγκες του χρήστη. Η συμβατότητα με άλλες συσκευές, ο αυτοματισμός που διαθέτουν καθώς και η ευκολία χρήσης τους δημιουργεί ένα περιβάλλον που προσφέρει άνεση σε κάποιον που βρίσκεται σπίτι και εξοικονομεί ενέργεια όταν εκείνος απουσιάζει.

2.4.5 Σκίαση και Θερμομόνωση

Καθοριστικό παράγοντα στην θέρμανση και ψύξη ενός κτιρίου, αποτελεί η σωστή σκίαση και θερμομόνωση του. Η αποτελεσματική θερμομόνωση συμβάλει στις θερμικές απώλειες και βοηθάει στον έλεγχο της θερμοκρασίας εντός του κτιρίου. Με την χρήση μονωτικών υλικών στα πατώματα, την οροφή και τους τοίχους αποφεύγεται η μεταφορά θερμότητας. Συνεπώς η χρήση σκίασης και θερμομόνωσης ενισχύει την εξοικονόμηση ενέργειας και δημιουργεί ενεργειακά αποδοτικούς χώρους στα κτίρια. Ενδεικτικά μονωτικά υλικά και τρόποι σκίασης που θωρακίζουν και προστατεύουν ένα κτίριο είναι:

- **Πολυουρεθάνη**

Η πολυουρεθάνη χρησιμοποιείται συχνά σε μορφή αφρού για την μόνωση ορόφων, τοίχων και πατωμάτων. Έχει υψηλή αντίσταση θερμικής αγωγιμότητας και προσφέρει αποτελεσματική θέρμανση καθώς μειώνει σημαντικά την απώλεια θέρμανσης.

- **Γυαλί με θερμομονωτική επίστρωση (Low-E Glass)**

Το γυαλί με θερμομονωτική επίστρωση χρησιμοποιείται ευρέως σε θύρες και παράθυρα, βοηθά στη διατήρηση της θερμότητας του κτιρίου τον χειμώνα και στον περιορισμό της θερμότητας που εισέρχεται το καλοκαίρι.

- **Ινομονωτικά Υλικά (Fiberglass)**

Τα ινομονωτικά υλικά κατασκευάζονται από ίνες γυαλιού ή πέτρας. Αυτά τα υλικά χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές όπως οροφές, τοίχους και πατώματα και έχουν πολύ καλές ιδιότητες θερμομόνωσης.

- **Πολυαιθυλένιο (Polyethylene)**

Χρησιμοποιείται για την μόνωση των σωληνώσεων, των ηλιακών συλλεκτών καθώς και των σωλήνων θέρμανσης και ψύξης. Το πολυαιθυλένιο προσφέρει αποτελεσματική θερμομόνωση και μειώνει τις απώλειες ενέργειας στα συστήματα μεταφοράς θερμότητας.

- **Σκίαση**

Η έκθεση των εξωτερικών χώρων ενός κτιρίου στον ήλιο μπορούν να προκαλέσουν την αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του. Συνεπώς η εγκατάσταση σκιάστρων όπως τέντες, περσίδες ή ακόμα και η φυσική σκίαση μπορούν να αποτελέσουν σημαντικό παράγοντα στην μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται ένα κτίριο. Έτσι μειώνεται η ανάγκη για ψύξη εξοικονομώντας ενέργεια αλλά και μειώνοντας το κόστος λειτουργίας του κλιματισμού.

2.4.6 Ανεμιστήρας οροφής

Η χρήση ανεμιστήρων αποτελεί ένα από τα πιο αποδοτικά μέσα εξοικονόμησης ενέργειας. Ένας ανεμιστήρας οροφής είναι ικανός να μειώσει έως και 50% την κατανάλωση ρεύματος του κλιματιστικού. Χρησιμοποιώντας τον σε συνδυασμό με το κλιματιστικό βελτιώνεται η κατανομή του αέρα μέσα στον χώρο με αποτέλεσμα το κλιματιστικό να δουλεύει λιγότερο, για να διατηρήσει την επιθυμητή θερμοκρασία.

2.4.7 Συντήρηση

Η συστηματική συντήρηση του κλιματιστικού και ο σωστός καθαρισμός του μπορεί να επιφέρει 5-15% μείωση στην κατανάλωση ενέργειας του κλιματιστικού. Επίσης βοηθά στην αύξηση της διάρκειας ζωής του κλιματιστικού καθώς και την αποφυγή μηχανικών βλαβών, οι οποίες μπορούν να αποδειχθούν οικονομικά δαπανηρές. Μια καλή συντήρηση θα πρέπει να αποτελείται από τις εξής ενέργειες:

- Συχνός καθαρισμός φίλτρων (κάθε 50-60 ώρες λειτουργίας του κλιματιστικού).
- Απολύμανση και καθαρισμό της εξωτερικής μονάδας του κλιματιστικού.
- Έλεγχος του ψυκτικού υγρού, των καλωδίων αλλά και των σωληνώσεων για να αποφεύγονται τυχόν διαρροές.
- Εξειδικευμένος καθαρισμός του ανεμιστήρα και του εναλλάκτη στην εξωτερική μονάδα ανά 2 με 3 χρόνια.

2.4.8 Σωστή εγκατάσταση του κλιματιστικού

Η σωστή εγκατάσταση του κλιματιστικού είναι απαραίτητη για την μέγιστη απόδοση, την εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και την αύξηση της ζωής του κλιματιστικού μας. Ενδεικτικές προτάσεις για σωστή εγκατάσταση του κλιματιστικού είναι:

- Η εξωτερική μονάδα θα πρέπει να βρίσκεται σε χώρο όπου θα φυλάσσεται από την ηλιακή ακτινοβολία, από ισχυρούς ανέμους και θα αερίζεται επαρκώς.
- Η εσωτερική μονάδα θα πρέπει να τοποθετείτε σε περιοχή η οποία δεν θα περιέχει εμπόδια (σε ακτίνα τουλάχιστον 35cm) όπως έπιπλα κήπου, φυτά ή οτιδήποτε άλλο θα εμποδίσει την ομοιόμορφη κατανομή του αέρα στον χώρο.
- Η εσωτερική μονάδα προτιμάται να μην εγκαθίσταται κοντά σε συσκευές που βγάζουν έντονη θερμότητα.
- Η απόσταση της εξωτερικής και της εσωτερικής μονάδας θα πρέπει να είναι η ελάχιστη δυνατή.
- Ο θερμοστάτης δεν πρέπει να είναι εκτεθειμένος σε θερμότητα που μπορεί να προέρχεται από λαμπτήρες ή ηλιακή ακτινοβολία.
- Η εγκατάσταση των σωληνώσεων πρέπει να είναι προσεχτική και να υπάρχει σωστή κλίση ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση νερού.
- Η σύνδεσμοί θα πρέπει να γίνεται πάντα με βάση τις οδηγίες και από επαγγελματίες τεχνικούς.

2.4.9 Σωστή χρήση του κλιματιστικού

- Η συνιστάμενη θερμοκρασία λειτουργίας του κλιματιστικού είναι 24-26 °C.
- Η ρυθμιζόμενη θερμοκρασία λειτουργίας δεν θα πρέπει να έχει μεγάλη διαφορά με την θερμοκρασία που επικρατεί στο εξωτερικό περιβάλλον (μεγαλύτερες από 6 με 10 βαθμούς).

- Το κλιματιστικό θα πρέπει να απενεργοποιείται όταν δεν υπάρχει κανείς στον χώρο.
- Ενεργοποίηση λειτουργίας "νυκτός" ή πλήρης απενεργοποίηση του κλιματιστικού πριν τον ύπνο.
- Το κλιματιστικό θα πρέπει να ενεργοποιείται όταν είναι απολύτως απαραίτητο.
- Ο θερμοστάτης δεν πρέπει να είναι σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από την επιθυμητή όταν ανάβει η συσκευή. Ο χώρος δεν θερμαίνεται ή ψύχεται γρηγορότερα, απλά σπαταλάτε ενέργεια.
- Εν ώρα λειτουργίας του κλιματιστικού θα πρέπει να είναι κλειστά παντζούρια ή κουρτίνες, ώστε ο χώρος να προστατεύεται από τον ήλιο.
- Οι περσίδες τον χειμώνα θα πρέπει να είναι χαμηλωμένες, ενώ το καλοκαίρι υψωμένες.
- Όταν είναι αναμμένο το κλιματιστικό καλό είναι να υπάρχει εάν παράθυρο ή μπαλκονόπορτα ανοιχτεί (μικρό άνοιγμα), ώστε να ανακυκλώνεται ο εσωτερικός αέρας.
- Να μην υπάρχει συσσωρευμένη σκόνη ή να μην εκτελούνται εργασίες που δημιουργούν σωματίδια.

2.4.10 Έξυπνες πρίζες

Με την χρήση της έξυπνης πρίζας έχουμε την δυνατότητα να ελέγχουμε και να προγραμματίζουμε, εξ αποστάσεως την λειτουργία των συσκευών που είναι συνδεδεμένες σε αυτή. Έτσι μπορούμε να ανοιγοκλείνουμε τις συσκευές χειροκίνητα μέσω του κινητού μας ή να προγραμματίσουμε ένα συγκεκριμένο ωράριο στο οποίο η έξυπνη πρίζα θα απενεργοποιεί τις συσκευές μας με σκοπό να εξοικονομήσουμε ενέργεια.

3 Εφαρμογές BEMS και έξυπνη πρίζα

3.1 Building Energy Management System (BEMS)

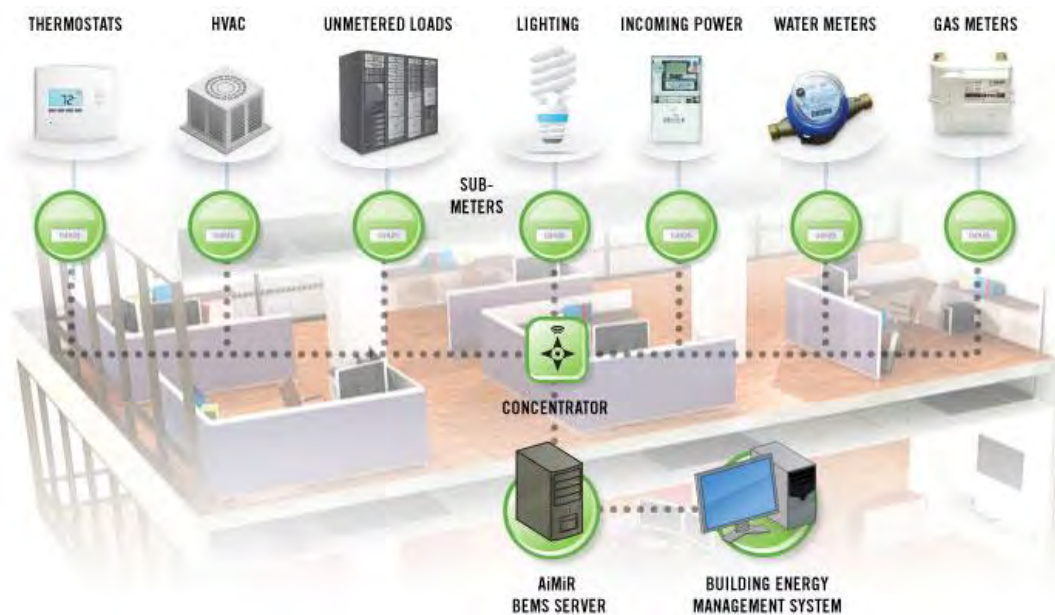
Από την κατασκευή του πρώτου μεγάλου εμπορικού κέντρου, ήταν σαφές πως η εμφάνιση της διαχείρισης ενέργειας στα κτίρια ήταν απαραίτητη. Ο έλεγχος της ενεργειακής κατανάλωσης αποτέλεσε πρωταρχική ανησυχία για τον άνθρωπο, η αυτό σήμαινε τον κλείσιμο ενός διακόπτη, για τη μικρότερη κατανάλωση ρεύματος, ή την ρύθμιση της ροής του νερού.

Το σύστημα διαχείρισης ενέργειας των κτηρίων (BEMS) άρχισε την ανάπτυξη του στη δεκαετία του '60, όταν και εμφανίστηκαν για πρώτη φορά τα καλωδιωμένα κεντρικά συστήματα. Τα συγκεκριμένα συστήματα, ουσιαστικά αποτελούσαν την εξέλιξη των συμβατικών καλωδίων προσθέτοντάς τους μια κεντρική μονάδα η οποία αποτελούταν από διακόπτες, λυχνίες και καταγραφές διαγραμμάτων.

Η χρήση της τηλεφωνίας έφερε την εξέλιξη αυτών των συστημάτων, αφού οι ανεξάρτητες μονάδες σύνδεσης είχαν τη δυνατότητα πλέον, να επικοινωνούν με πίνακες ελέγχου μέσω καλωδίων παρέχοντας έτσι δεδομένα από την κεντρική μονάδα στις εγκαταστάσεις.

Στις αρχές της δεκαετίας του 80 και της εμφάνισης των υπολογιστικών συστημάτων, τα οποία προστέθηκαν στα συστήματα διαχείρισης ενέργειας των κτηρίων, Δίνεται η δυνατότητα οι κεντρικές μονάδες να βασίζονται σε έναν μικροϋπολογιστή. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα ελέγχου, από αυτά τα προηγμένα συστήματα, του κλιματισμού, του φωτισμού, των ανελκυστήρων ακόμη και της ασφάλειας των εγκαταστάσεων.

Τα συστήματα BEMS, με μια κεντρική μονάδα και ανεξάρτητους απομακρυσμένους σταθμούς εμφανίζονται για πρώτη φορά στη σημερινή εποχή. Παρά το αρχικά υψηλό κόστος και της έλλειψης τεχνογνωσίας, η εξέλιξη των αισθητήρων και η μείωση του κόστους των υπολογιστών έδωσε νέα ώθηση στην τεχνολογία των συστημάτων διαχείρισης ενέργειας που αφορούν τα κτίρια. Έτσι ακόμα η συγκεκριμένη τεχνολογία θεωρείται ακόμα και σήμερα η καταλληλότερη όσον αφορά τη διαχείριση της ενέργειας στα κτίρια.



Εικόνα 9: Σύστημα BEMS σε χώρο γραφείων

3.1.1 Πλεονεκτήματα χρήσης BEMS

Τα πλεονεκτήματα χρήσης ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας είναι πολλά. Ο χρήστης για αρχή, έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί τα πάντα, σχετικά με το κτίριο, μέσα από μια οθόνη. Παράλληλα, μπορεί να συνδεθεί από οποιονδήποτε υπολογιστή και αν βρίσκεται εξαιτίας της πλατφόρμας η οποία είναι βασισμένη στο web. Προφανώς, η παρακολούθηση πραγματοποιείται πάντα σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας την ταχύτατη ανίχνευση των συσκευών με τη μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.

Σημαντικό πλεονέκτημα είναι η ευκολία βελτιστοποίησης και προσθήκης καινούργιων συστημάτων σε ένα ήδη υπάρχον σύστημα BEMS. Τα συστήματα ειδοποιήσεων και τα εργαλεία αναφοράς είναι προηγμένα, και μέσω των ειδοποιήσεων που στέλνονται είτε υπό τη μορφή email είτε απλών μηνυμάτων, επιτυγχάνεται η πρόβλεψη βλαβών μεγαλύτερης σημασίας με μεγαλύτερη ευκολία και ταχύτητα.

Η πλατφόρμα είναι εύκολη στη χρήση της, προσφέροντας σαφείς ενδείξεις για τις σημαντικότερες παραμέτρους διαχείρισης ενέργειας του κτιρίου και λεπτομερές ιστορικό το οποίο είναι διαθέσιμο για αναφορά οποιαδήποτε στιγμή.

3.1.2 Κύρια μέρη BEMS

Κεντρικός σταθμός

Είναι ο πυρήνας του BEMS και αποτελεί τη βασική μονάδα του συστήματος που διαχειρίζεται ο επόπτης. Η μονάδα αυτή περιλαμβάνει το λογισμικό που επεξεργάζεται τα δεδομένα, τα οποία συλλέγονται από ολόκληρη την εγκατάσταση.

Υποσταθμοί

Η μονάδες εισόδων και εξόδων που ελέγχουν τις εγκαταστάσεις χαρακτηρίζονται ως υποσταθμοί. Οι εισοδοί περιλαμβάνουν διακόπτες και αισθητήρες, ενώ οι έξοδοι ανάλογα με τα σήματα που λαμβάνουν από τους υποσταθμούς, εκτελούν τις αντίστοιχες ενέργειες. Αφού τελειώσει ο έλεγχος από τον υποσταθμό, το σήμα μεταδίδεται στο τμήμα εξόδου στο οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις για την ανάδραση, όπως η ρύθμιση των στροφών ενός κινητήρα ή η ενεργοποίηση ενός διακόπτη.

Αισθητήρες

Ουσιαστικά, οι υποσταθμοί του BEMS είναι μικροεπεξεργαστές που αναλαμβάνουν τη διαχείριση ψηφιακών ηλεκτρονικών σημάτων. Οι παράμετροι που είναι σημαντικές για τη λειτουργία τους (θερμοκρασία, ροή, φωτισμός και πίεση) πρέπει να αναγνωρίζονται από αισθητήρες. Αυτοί οι αισθητήρες είναι ικανοί να μετατρέψουν αυτές τις φυσικές παραμέτρους σε ηλεκτρικά σήματα τα οποία οι μικροεπεξεργαστές μπορούν να διευθύνουν.

3.1.3 Αισθητήρες BEMS

Αισθητήρες θερμοκρασίας

Οι πιο συνηθισμένοι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στα BEMS βασίζονται σε 3 βασικές αρχές λειτουργίας, το θερμίστορ ακόμα το θερμοζεύγος και οι RTD.

Οι αισθητήρες θερμίστορ λειτουργούν βάσει του ότι η ηλεκτρική αντίσταση των ημιαγωγών διαφοροποιείται σύμφωνα με τη θερμοκρασία, με την αντίστασή τους να μειώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία.

Το θερμοζεύγος λειτουργεί δημιουργώντας ένα ρεύμα, του οποίου η ένταση εξαρτάται από τη θερμοκρασία της ένωσης, όταν δύο διαφορετικά μέταλλα έρχονται σε επαφή.

Τέλος, οι αισθητήρες RTD ακολουθούν την ίδια αρχή με το θερμίστορ. Η μόνη τους διαφορά σημειώνεται στο ότι η αντίστασή τους αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

Αισθητήρες υγρασίας ή υγρόμετρα

Η χρήση τους περιορίζεται στη μέτρηση της σχετικής υγρασίας ή του σημείου δρόσου. Κατηγοριοποιούνται σε δύο τύπους: τα μηχανικά και τα ηλεκτρικά. Τα μηχανικά

υγρόμετρα όταν εκτίθονται σε υδρατμούς απορροφούν την υγρασία και διαστέλλονται. Από την άλλη, τα ηλεκτρικά υγρόμετρα χρησιμοποιούν στοιχεία, των οποίων η αντίσταση ή χωρητικότητα τους διαφοροποιείται, ανάλογα με την υγρασία. Πιο συγκεκριμένα, είναι ικανά να χρησιμοποιούν αγωγίμα πλέγματα τα οποία περιβάλλονται από υλικά που απορροφούν νερό και η αγωγιμότητα τους εξαρτάται από την ποσότητα του νερού.

Αισθητήρες πίεσης

Οι συγκεκριμένοι αισθητήρες αντιδρούν κυρίως στη διαφορά πίεσης μεταξύ του μέσου που μετρά και μιας προκαθορισμένης πίεσης αναφοράς. Η τελευταία μπορεί να είναι η ατμοσφαιρική πίεση ή το απόλυτο κενό. Οι 2 κατηγορίες που χαρακτηρίζουν τους αισθητήρες πίεσης είναι αυτοί που η πίεσή τους είναι υψηλή και εκείνοι που η πίεσή τους είναι χαμηλή. Στους αισθητήρες υψηλής πίεσης γίνεται χρήση σωλήνων Bourdon εννοώ όσους αισθητήρες χαμηλής πίεσης χρησιμοποιούνται εύκαμπτη μεταλλικοί σωλήνες.

Αισθητήρες ανίχνευσης κίνησης

Όπως μπορούμε να καταλάβουμε και από το όνομά τους οι συγκεκριμένοι αισθητήρες αναγνωρίζουν την οποιαδήποτε κίνηση που πραγματοποιηθεί μέσα σε έναν χώρο. Εάν ανιχνευτεί εν τέλει κάποια κίνηση, γίνεται δυνατή η απενεργοποίηση του κλιματισμού και του φωτισμού για την εξοικονόμηση ενέργειας. Οι 2 τύποι στους οποίους διακρίνονται αυτοί οι αισθητήρες είναι: οι υπερηχητικοί, που μπορούν να εκπέμπουν χαμηλής συχνότητας σήματα ώστε να ανιχνεύσουν την κίνηση, και υπέρυθρη η οποία ανιχνεύουν την κίνηση χρησιμοποιώντας θερμότητα.

3.2 Έξυπνη πρίζα

Μια έξυπνη συσκευή είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που παρέχει την δυνατότητα να συνδέεται με άλλες συσκευές, με τις οποίες αλληλοεπιδρά και μοιράζεται πληροφορίες. Για να πραγματοποιηθεί αυτή η αλληλεπίδραση το μόνο που απαιτείται είναι η σύνδεση στο διαδίκτυο με την οποία επιτυγχάνεται η μετάδοση πληροφοριών και δεδομένων στον χρήστη, βοηθώντας σε μεγάλο βαθμό την καθημερινότητα του. Οι έξυπνες συσκευές διαθέτουν αισθητήρες και αποτελούνται από ένα σύνολο υλικών πληροφορικής και λογισμικών συστημάτων. Ορισμένες από τις ευρέως χρησιμοποιούμενες έξυπνες συσκευές είναι τα smartphone, τα smartwatches, η έξυπνη τηλεόραση και άλλες προσωπικές συσκευές.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και η επινόηση αυτών των συσκευών, οδήγησε στην δημιουργία των "smart homes" και κατ' επέκταση των έξυπνων πόλεων. Ένα έξυπνο σπίτι περιέχει μια εξελιγμένη διάταξη τεχνολογίας που το καθιστά πιο ασφαλές και αποδοτικό. Στην ουσία, ένα σπίτι αποτελείται από διασυνδεδεμένες συσκευές που αυτοματοποιούν τις καθημερινές εργασίες, όπως η ρύθμιση της θερμοκρασίας, ο έλεγχος του φωτισμού ή η διαχείριση των συστημάτων ασφάλειας. Μια συσκευή που βοηθάει σε αυτή την αυτοματοποίηση και τον έλεγχο εξ 'αποστάσεως είναι η έξυπνη πρίζα.



Εικόνα 10: Έξυπνη πρίζα

3.2.1 Τι είναι η έξυπνη πρίζα

Έξυπνη πρίζα ονομάζουμε έναν ανάπτορα ρεύματος προηγμένης τεχνολογίας ο οποίος συνδέεται σε μια απλού τύπου πρίζα, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα ελέγχου οποιασδήποτε συσκευής που είναι συνδεδεμένη σε αυτή. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται μέσω ενός smartphone, κατεβάζοντας την εφαρμογή που διαθέτει η κάθε μία. Μάλιστα, οι περισσότερες από τις σύγχρονες έξυπνες πρίζες έχουν τη δυνατότητα καταγραφής και μέτρησης της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει η εκάστοτε συνδεδεμένη συσκευή.

3.2.2 Τι μπορεί να κάνει μια έξυπνη πρίζα

Η κύρια λειτουργία της βασίζεται στη μετατροπή μιας απλής ηλεκτρικής συσκευής σε "έξυπνη" προσφέροντας μας τον έλεγχό της, ο οποίος μπορεί να πραγματοποιηθεί εξ αποστάσεως. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε σε ορισμένες δυνατότητες που μας προσφέρει μία έξυπνη πρίζα όταν αυτή συνδεθεί στο Wi-Fi.

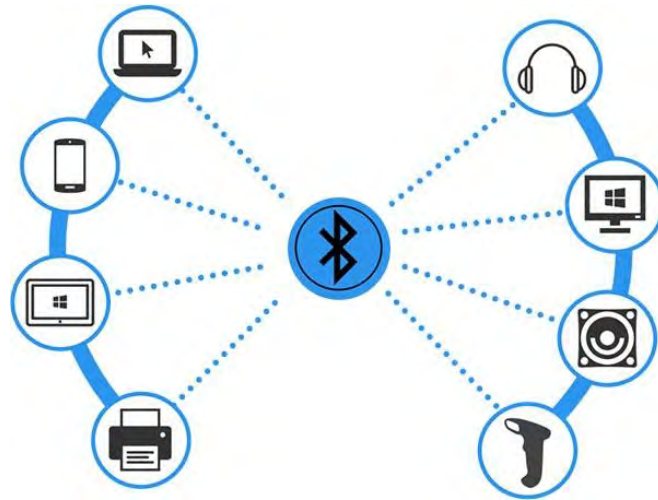
- Απομακρυσμένη ενεργοποίηση και απενεργοποίηση της συσκευής
- Ρύθμιση χρονοδιακοπών και συγκεκριμένων ωραρίων λειτουργίας της συσκευής
- Δυνατότητα εμφάνισης της κατανάλωσης ενέργειας κάθε συσκευής που είναι συνδεδεμένη στην έξυπνη πρίζα
- Φωνητικές εντολές οι οποίες βοηθάνε στην εκτέλεση λειτουργιών μέσω ειδικών ψηφιακών βοηθών όπως το Alexa , το Siri ή το Google Assistant.
- Εξωτερική χρήση, η οποία βοηθάει σε ενέργειες όπως το αυτόματο πότισμα, τον έλεγχο των εξωτερικών φωτισμών κτλ.
- Έξυπνα πολύπριζα τα οποία προσφέρουν τη δυνατότητα ελέγχου της κάθε συσκευής που είναι συνδεδεμένη ξεχωριστά
- Εξοικονόμηση χρημάτων κατά τη θέρμανση ή ψύξη του χώρου παρακολουθώντας και αναλύοντας τα εβδομαδιαία και μηνιαία ιστορικά καταναλώσεων που διαθέτουν

3.2.3 Πρωτόκολλα επικοινωνίας

Οι έξυπνες πρίζες χρησιμοποιούν διάφορα ασύρματα επικοινωνιακά πρωτόκολλα. Το Bluetooth, το Wi-Fi και το ZigBee είναι τα πιο διαδεδομένα και χρηστικά επικοινωνιακά πρωτόκολλα.

Bluetooth

Το Bluetooth αποτελεί ένα πρότυπο ασύρματης τεχνολογίας μικρής εμβέλειας, το οποίο βασίζεται στο πρωτόκολλο IEEE 802.15 και ευθύνεται για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ συσκευών που έχουν υψηλό εύρος δεδομένων και χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Η περιορισμένη εμβέλεια του, περίπου 10 μέτρα, το καθιστά μη ιδανικό για αισθητήρες που απαιτούν συνεχή επικοινωνία. Αξιοποιεί ραδιοκύματα του τύπου UHF στη συχνότητα των 2.4 GHz και χρησιμοποιείται ως λύση στις ενσύρματες συνδέσεις, τη μετάδοση αρχείων που αφορούν κοντινές φορητές συσκευές, τη σύνδεση κινητών τηλεφώνων και την αναπαραγωγή μουσικής με ασύρματα μέσα.



Εικόνα 11: Εφαρμογές Bluetooth πρωτόκολλου

Wi-Fi

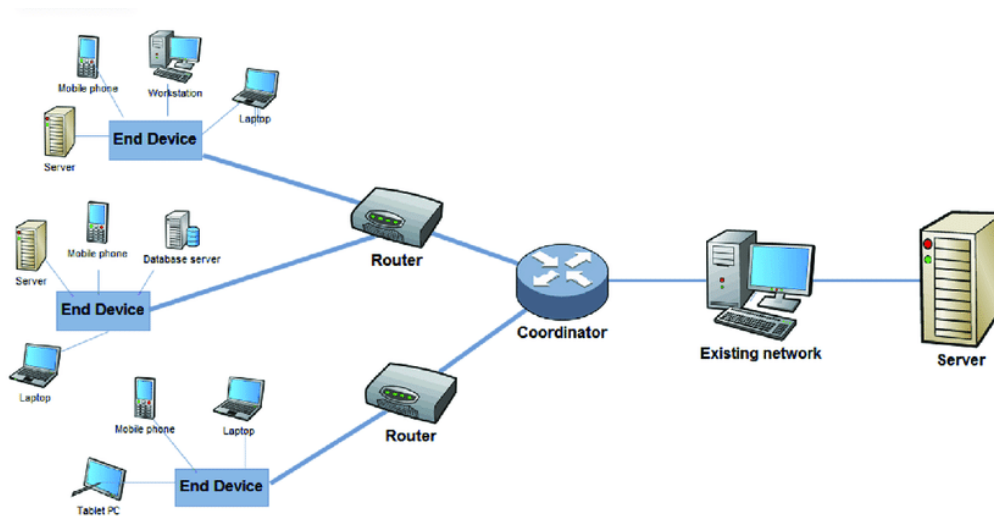
Το Wi-Fi αποτελεί τη βασική υποδομή της ασύρματης σύνδεσης στη σύγχρονη εποχή μας. Αντιπροσωπεύει το πιο δημοφιλές πρωτόκολλο επικοινωνίας και υποστηρίζεται από την πλειονότητα των συσκευών, καθημερινής χρήσης, για να συνδεθούμε στο διαδίκτυο. Είναι βασισμένο στα πρότυπα της γενιάς IEEE 802.11 και λειτουργεί είτε στις συχνότητες των 2.4 GHz είτε των 5GHz. Προσφέρει εμβέλεια που εκτείνεται σχεδόν στα 30-40 μέτρα σε εσωτερικούς χώρους, υψηλή ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων και υψηλή ασφάλεια αυτών με το μειονέκτημα πως απαιτεί αρκετή ενέργεια. Το Wi-Fi συναντάται στις περισσότερες έξυπνες συσκευές και επιτρέπει την γρήγορη και εύκολη ασύρματη σύνδεση μεταξύ τους.



Εικόνα 12: Εφαρμογές πρωτόκολλου WiFi σε έξυπνο στίτι

Zigbee

Αποτελεί το πρότυπο IEEE 802.15.4 και είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας που χαρακτηρίζεται από το χαμηλό κόστος και τη χαμηλή κατανάλωση ισχύος. Η ισχύς του είναι αρκετή για τις λειτουργίες ενός σπιτιού και η εκπομπή του γίνεται με συχνότητες κυρίως 2.4GHz εξαιτίας της παγκόσμιας διαθεσιμότητάς της. Η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας που διαθέτει το καθιστά κατάλληλο για λειτουργία με τη χρήση μπαταριών για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Τέλος, παρέχει εργαλεία προγραμματισμού και καθορίζει ένα σύνολο εφαρμογών προφίλ με σκοπό την ανάπτυξη συσκευών Zigbee από άλλους κατασκευαστές.



Εικόνα 13: Αρχιτεκτονική δικτύου Zigbee

3.2.4 Συγκριτικός πίνακας

Πίνακας 5: Σύγκριση πρωτοκόλλων επικοινωνίας

Protocol	Bluetooth	Wi-Fi	Zigbee
Data Rate	1 Mbit/s	11,54 Mbit/s	20,40,250 Kbit/s
Range	10m	>100m	10~100m
Networking Topology	Small networks	Point to hub	Peer to peer
Frequency	2.4GHz	2.4 and 5GHz	2.4GHz
Power Consumption	Low	High	Very low
Typical Applications	Inter-device wireless connectivity	WLAN connectivity	Industrial control and monitoring

4 Μεθοδολογία εργασίας

Εξαιτίας της ενεργειακής κρίσης που υπάρχει στην εποχή μας η συγκεκριμένη εργασία, αναλύει αυτό το πρόβλημα και προτείνει λύσεις μέσα από μετρήσεις. Αυτές πραγματοποιήθηκαν με την εγκατάσταση, τον προγραμματισμό και την χρήση ενός μοντέλου έξυπνης πρίζας, σε ένα κλιματιστικό σύστημα. Οι συνθήκες που πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις διέφεραν, τόσο στην εξωτερική περιβαλλοντική τους μορφή, όσο και στις συνθήκες που επικρατούσαν στο χώρο που βρισκόταν το κλιματιστικό. Η συλλογή των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια της εφαρμογής που πρόσφερε η συγκεκριμένη έξυπνη πρίζα, καθώς και τη βοήθεια της προγραμματιστικής γλώσσας Python. Η ακρίβεια στη συλλογή ήταν μεγάλη, καθώς οι μετρήσεις συλλέχτηκαν με ακρίβεια δευτερολέπτου.

4.1 Εξοπλισμός εργασίας

4.1.1 Έξυπνη πρίζα Tapo 110

Κύριο μέρος του εξοπλισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι μια έξυπνη πρίζα της εταιρείας TP-Link, συγκεκριμένα το μοντέλο Tapo 110, με το πιο έγιναν οι μετρήσεις της ηλεκτρικής κατανάλωσης του κλιματιστικού. Η συγκεκριμένη έξυπνη πρίζα επιλέχθηκε για λόγους οικονομίας, ευχρηστίας της εφαρμογής που προσφέρει η συγκεκριμένη πρίζα καθώς και της εύκολης εγκατάστασης της. Λειτουργεί με βάση το πρωτόκολλο IEEE 802.11 στα 2.4 GHz και μπορεί να συνδεθεί με οποιαδήποτε φόρτιση συσκευή γιατί αυτή υποστηρίζει Android είτε iOS. Διαθέτει κουμπί ενεργοποίησης και ένα φωτισμό LED για την ένδυση της κατάστασης που βρίσκεται συνδεδεμένη στη συσκευή και το μέγιστο φορτίο που μπορεί να υποστηρίξει ανέρχεται στα 3680W, 16A. Τέλος οι διαστάσεις της, 51 x 72.0 x 40 mm, βοηθούν στο να μην εμποδίζεται κάποια άλλη σύνδεση.



Εικόνα 14: Έξυπνη πρίζα Tapo 110

4.1.2 Εφαρμογή Tapo

Ο λόγος που προτιμήθηκε η έξυπνη πρίζα Tapo 110, είναι η αξιοπιστία και η πληθώρα επιλογών που προσφέρει η εφαρμογή της. Μέσα σε αυτή, μπορείς εύκολα να προγραμματίσεις τις ώρες λειτουργίας της πρίζας, να λαμβάνεις ειδοποιήσεις για την κατάστασή της (μέσα από ειδοποιήσεις) αλλά και να γνωρίζεις τη μηνιαία κατανάλωση οποιασδήποτε συνδεδεμένης σε αυτή σε σκευή, μέσα από διαγράμματα που δημιουργεί ή ίδια η εφαρμογή της για στοιχεία που λαμβάνει καθημερινά.



Εικόνα 15: Εφαρμογή Tapo

4.1.3 Visual Studio Code

Το γνωστό, στον προγραμματιστικό τομέα VS Code (Visual Studio Code), αποτελεί ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης κώδικα από τη Microsoft. Η χριστού είναι ποικίλη και εκτείνεται από την ανάπτυξη προγραμμάτων υπολογιστών έως και τη δημιουργία εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα. Στη δική μας περίπτωση χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή των δεδομένων κατανάλωσης μέσα από έναν κώδικα σχεδιασμένο για αυτή τη λειτουργία, σε γλώσσα Python.

Το VS Code υποστηρίζει 36 διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού επιτρέποντας την επεξεργασία του κώδικα, τον εντοπισμό σφαλμάτων οποιασδήποτε γλώσσας χρησιμοποιείται και επιτρέπει την φόρτωση επεκτάσεων.



Εικόνα 16: Visual Studio Code

4.1.4 Microsoft Excel

Το Excel είναι ένα πρόγραμμα το οποίο χρησιμοποιείται κυρίως για τη δημιουργία και τον υπολογισμό δεδομένων σε μορφή φύλλων εργασίας. Είναι ικανό για την δημιουργία γραφικών παραστάσεων, πινάκων, αναφορών και πολλά άλλα. Στην εργασία βοήθησε με την αναλυτική επεξήγηση των δεδομένων και τον σχεδιασμό γραφημάτων.



Εικόνα 17: Microsoft Excel

4.1.5 Python

Η Python είναι μια δημοφιλής γλώσσα προστακτικού προγραμματισμού η οποία δημιουργήθηκε από τον ολλανδό Γκίντο βαν Ρόσσουμ το 1991. Η απλότητα της και η ευκολία χρήσης της, την καθιστά στις γλώσσες προγραμματισμού που έχουν γίνει ευρέως αποδεκτές από την αντιστοιχεί κοινότητα.



Εικόνα 18: Python

Η χρήση της συγκεκριμένης πραγματικής γλώσσας επιλέχθηκε (πέρα από τον λόγο της απλότητάς της) εξαιτίας το μεγάλο φάσμα των βιβλιοθηκών που διαθέτει για την ανάπτυξη εφαρμογών σε αρκετούς τομείς, όπως αυτός του κλιματισμού. Ορισμένες από τις βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

CSV

Αποτελεί ένα από τους πιο γνωστούς τρόπους αποθήκευσης δεδομένων σε μορφή πίνακα. Τα δεδομένα χωρίζονται μεταξύ τους με την ύπαρξη της υποδιαστολής και κάθε γραμμή στο αρχείο αποτελεί μια εγγραφή δεδομένων.

Matplotlib

Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία διαγραμμμάτων και γραφημάτων. Είναι από τα πιο γνωστά εργαλεία οπτικοποίησης δεδομένων στην Python.

PyP100

Η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη βοηθάει στον έλεγχο πολλών συσκευών της TP-Link Tapo και οι χρήστες καθίσταται αναγκαία για την εργασία, καθώς βοήθησε στην ανάκτηση δεδομένων που αφορούν την κατανάλωση ενέργειας από την υπηρεσία.

Time

Η Time είναι μια ενσωματωμένη βιβλιοθήκη στην Python που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση του χρόνου εκτέλεσης του κώδικα, της αλλαγής της ημερομηνίας και της ώρας και άλλες λειτουργίες που σχετίζονται με χρονικά δεδομένα και χρονομέτρηση.

4.2 Κώδικας για τη συλλογή δεδομένων

Όπως προαναφέρθηκε, το περιβάλλον του Visual Studio Code, χρησιμοποιήθηκε για την σύνταξη και αναπαραγωγή του κώδικα ο οποίος μας βοήθησε συν διεξαγωγή των μετρήσεων και την συλλογή δεδομένων. Ο κώδικας, που είναι γραμμένος σε Python, ξεκινάει με την εισαγωγή των απαραίτητων βιβλιοθηκών και πακέτων.

```
import configparser
import csv
import time
import sys
from PyP100 import PyP110
from datetime import timedelta
import pkg_resources
```

Εικόνα 19: Βιβλιοθήκες και πακέτα που χρησιμοποιήθηκαν

Στην συνέχεια χρειάζεται να πραγματοποιηθεί σύνδεση με την έξυπνη πρίζα Tapo 110. Για να επιτευχθεί αυτή η σύνδεση χρειάστηκε να χρησιμοποιηθεί το εξής κομμάτι κώδικα:

```
if __name__ == "__main__":
    config = configparser.ConfigParser()
    config.read("config.ini")
```

```

if config.sections() == []:
    config["digihome"] = {
        "IP": "xxx.xxx.xxx.xxx",
        "username": "xxxxxxxxxxxxxx",
        "password": "xxxxxxxxxxxxxx"
    }
    with open("config.ini", "w") as configfile:
        config.write(configfile)
    print("New 'config.ini' was created. Please edit and run again.")
    exit()
else:
    try:
        username = "digihome"
        parameter = {}
        parameter["IP"] = config.get(username, "IP")
        parameter["username"] = config.get(username, "username")
        parameter["password"] = config.get(username, "password")
    except:
        raise Exception("Invalid 'config.ini'.")

```

Εικόνα 20: Σύνδεση με την έξυπνη πρίζα

Για να αναγνωριστεί από το πρόγραμμα η έξυπνη πρίζα που χρησιμοποιούμε χρειάζεται εισαγωγή των στοιχείων όπως είναι: το όνομα χρήστη, ο κωδικός και η διεύθυνση IP. Τα παραπάνω στοιχεία μπορούν να βρεθούν στην εφαρμογή της πρίζας.

Στη συνέχεια γίνεται η επαλήθευση των στοιχείων που δόθηκαν και πραγματοποιείται προσπάθεια σύνδεσης.

```

try:
    # Creating a P100 plug object
    p110 = PyP110.P110(
        parameter["IP"], parameter["username"], parameter["password"])
    p110.handshake() # Creates the cookies required for further
    methods
    p110.login() # Sends credentials to the plug and creates AES Key
    and IV for further methods
except:
    exit("Could not connect to plug. Please check IP, username and
    password.")

```

Εικόνα 21: Προσπάθεια σύνδεσης με τα στοιχεία που δόθηκαν

Έπειτα, εκτελώντας το πρόγραμμα, ζητάτε από τον χρήστη να δώσει την ονομασία της συσκευής καθώς και του χρόνου (δευτερόλεπτα) με τον οποίο θα γίνεται η συλλογή των δεδομένων.

```

narg = len(sys.argv)
if narg>=2:
    device=sys.argv[1]
else:
    device = input('Write the name of the device: ')

if narg>=3:
    try:
        timestep=int(sys.argv[2])
    except ValueError:
        print("Please enter an integer as time step.")
        exit(-2)
else:
    timestep=1

print("Time\t\tPower[W]")

```

Εικόνα 22: Ονομασία και χρόνος συλλογής των δεδομένων

Ο κώδικας ολοκληρώνεται με το κομμάτι δημιουργίας ενός αρχείου CSV το οποίο συλλέγει τις καταγραφές.

```

if (csvfile.tell() == 0):
    #writer.writerow(["Time", "Power[W]"])
    writer.writerow(["Time[s]", "Power[W]"])
# measure the time since the start of the program
    elapsed_time = timedelta(seconds=time.perf_counter()-counter).total_seconds()
    writer.writerow([f"{elapsed_time:.2f}", current_power])
except Exception as e:
    print("Error writing to CSV file. Terminating program.", e)
    csvfile.close()
    exit(-1)
else:
    print(f"Error code {usage['error_code']}")

time.sleep(timestep)
except KeyboardInterrupt:
    csvfile.close()
    print("Exiting program....")
    exit(0)

```

Εικόνα 23: Δημιουργία αρχείου CSV

4.3 Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Σε αυτή την ενότητα, θα αναλυθεί ο τρόπος διεξαγωγής συλλογής των μετρήσεων, από τη στιγμή της εγκατάστασης της έξυπνης πρίζας μέχρι τη δημιουργία σχηματικών και γραφικών παραστάσεων, τα οποία βοήθησαν στην ανάλυση των δεδομένων.

Μετά την αγορά της έξυπνης πρίζας, ακολούθησε η εγκατάσταση της. Η πρίζα τοποθετήθηκε σε εσωτερικό χώρο, στον οποίον βρισκόταν και το σύστημα κλιματισμού.



Εικόνα 24: Εγκατάσταση έξυπνης πρίζας

Το κλιματιστικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το TCL RAC R32. Το ψυκτικό μέσο R32, αποτελεί ένα από τα πιο οικολογικά ψυκτικά, αφού όχι μόνο δεν επηρεάζει την τρύπα του όζοντος αλλά εγκλωβίζει και μικρότερα ποσά θερμότητας. Συγχρόνως η ανακύκλωση του είναι πιο εύκολη, όπως και η επαναχρησιμοποίηση του, και διαθέτει καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά (έως και 68%) από τον προκάτοχό του R410A.

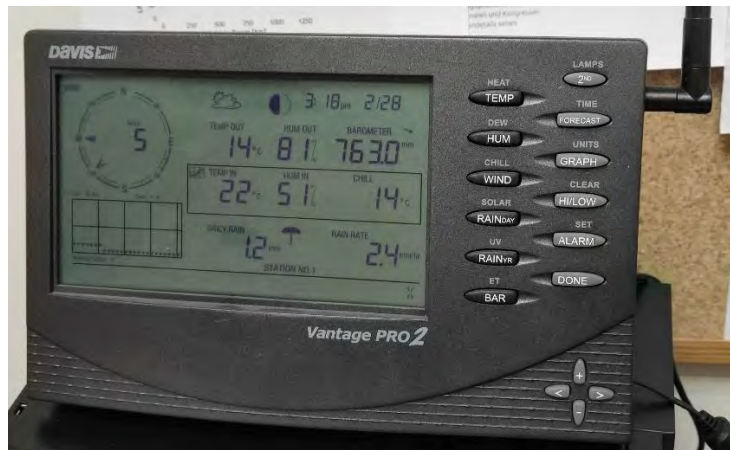


Εικόνα 25: Κλιματιστικό TCL RAC R32

Αφού συνδέσαμε το κλιματικό σύστημα στην έξυπνη πρίζα, ενεργοποιήσαμε την εφαρμογή που διαθέτει δημιουργώντας έναν προσωπικό λογαριασμό και προσθέτοντας σε αυτόν την συσκευή (Ταρο 110).

Στην συνέχεια, σχεδιάστηκε ένα πλάνο συλλογής των δεδομένων υπό, όσο το δυνατόν, σταθερές συνθήκες. Οι μετρήσεις της κατανάλωσης ενέργειας του κλιματιστικού, θα γινόντουσαν με βάση τα 5 διαφορετικά fan modes που διαθέτετε, καθώς και της λειτουργίας turbo. Το κλιματιστικό λειτουργούσε σε κάθε μια από αυτές για 10 λεπτά. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τις 12/01/2023 έως 30/03/2023, επομένως γίνεται κατανοητό πώς οι εξωτερικές θερμοκρασίες ήταν χαμηλές. Συγκεκριμένα η χαμηλότερη βρισκόταν στους 11°C και υψηλότερη στους 18°C.

Τα δεδομένα για τις εξωτερικές αλλά και τις εσωτερικές συνθήκες και θερμοκρασίες που επικρατούσαν, συλλέχθηκαν με τη βοήθεια ενός τοπικού μετεωρολογικού σταθμού.



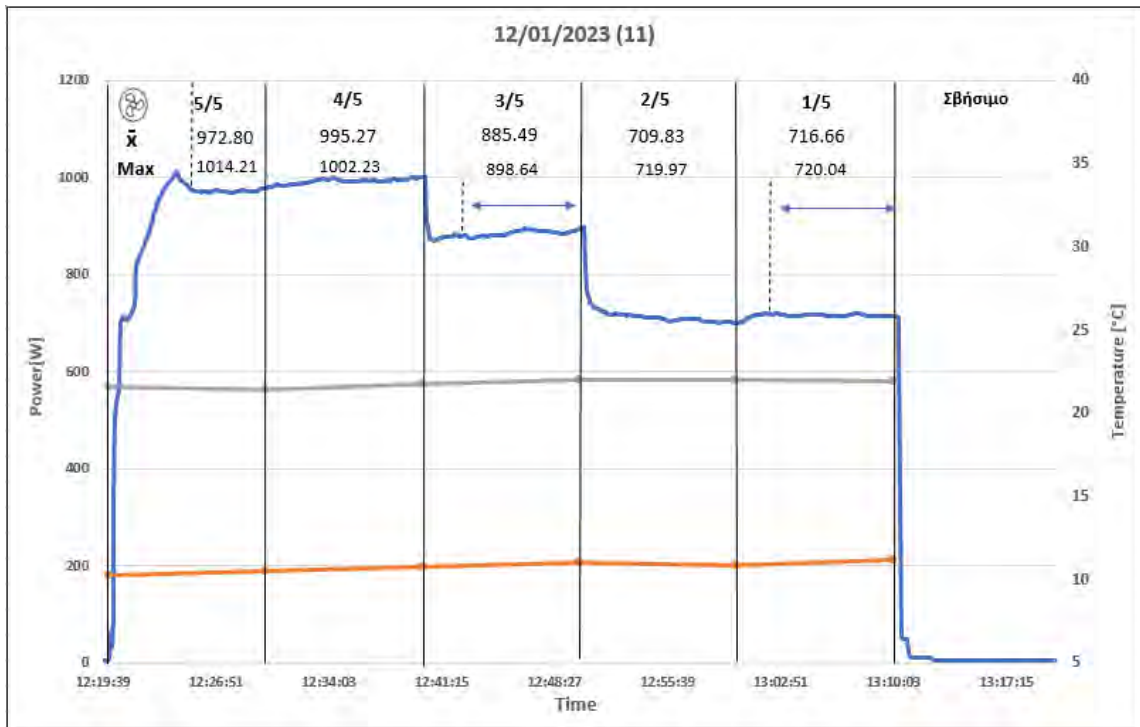
Εικόνα 26: Μετεωρολογικός σταθμός

Στο τέλος μίας ημέρας μετρήσεων τα δεδομένα καταγράφονταν σε φύλλα εργασίας στο Excel και γινόταν η επεξεργασία και η ανάλυσή τους μέσα από γραφικές παραστάσεις.

5 Αποτελέσματα μετρήσεων

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστούν αναλυτικά όλοι οι πίνακες και τα γραφήματα που δημιουργήθηκαν από την εξαγωγή των δεδομένων. Η σειρά που θα αναλυθούν βασίζεται στην εξωτερική θερμοκρασία που επικρατούσε στην εκάστοτε μέρα μέτρησης, ξεκινώντας από τη χαμηλότερη (11°C) και καταλήγοντας στην υψηλότερη (18°C). Εκτός από την πρώτη μέτρηση (δούλευε συνέχεια στο max λόγω κρύου) οι άλλες δεν είχαν σταθεροποιημένα σημεία. Ακόμη, κατά την διάρκεια της μέτρησης ενός fan mode, μεταβαλλόταν η ισχύς ανάμεσα στο ελάχιστο, το μέγιστο και κάποια ενδιάμεσα σημεία. Για αυτό δημιουργήθηκαν γραφήματα με τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές για κάθε fan mode.

5.1 Μέτρηση 11°C



Εικόνα 27: Μέτρηση στις 12/01/2023 (11°C)

Στην πρώτη μας μέτρηση διακρίνεται η σταδιακή πτώση της κατανάλωσης (μπλε γραμμή) ανάλογα με το fan mode πού βρισκόμαστε. Η γκρι γραμμή αντιπροσωπεύει την εσωτερική θερμοκρασία ενώ η πορτοκαλί την εξωτερική. Παρατηρούμε πώς η εσωτερική και εξωτερική θερμοκρασία διατηρούνται σταθερές καθ' όλη της διάρκειας της μέτρησης.

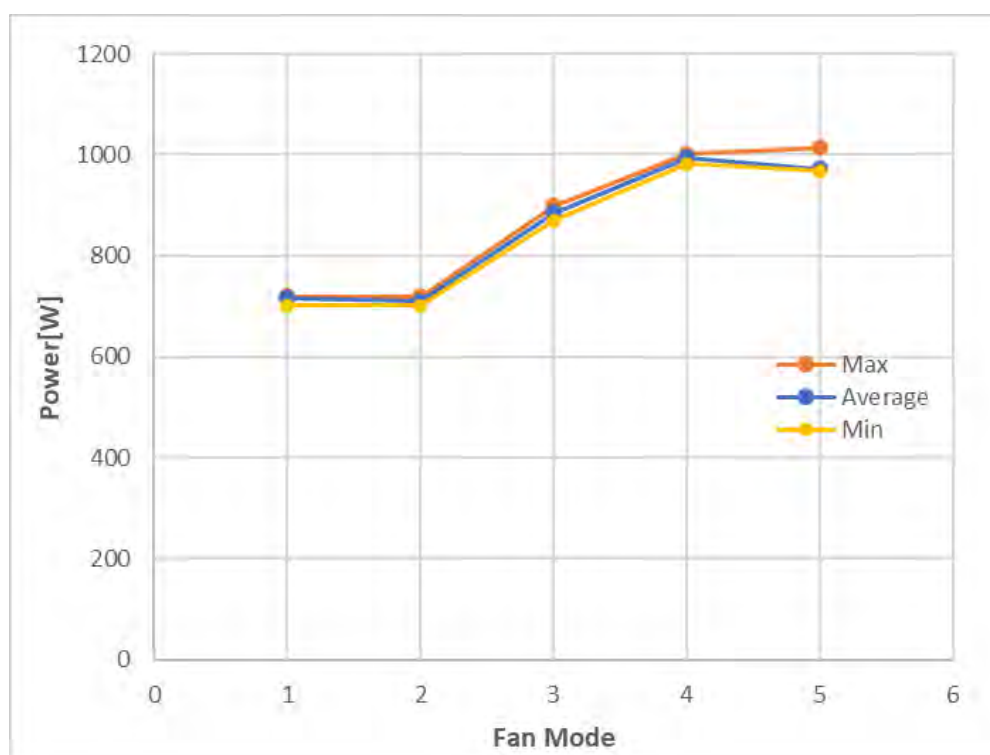
Πίνακας 6: Εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία

Time	Tout	Tin	ΔT
12:20 PM	10.3	21.6	11.3
12:30 PM	10.5	21.4	10.9
12:40 PM	10.8	21.8	11
12:50 PM	11	22	11
1:00 PM	10.9	22	11.1
1:10 PM	11.2	21.9	10.7
Συνολική διαφορά θερμοκρασίας (ΔT)	10.8	21.8	11.0

Ο πίνακας και το γράφημα που ακολουθούν αποτελούνται από τις μέσες τιμές της παραπάνω μέτρησης (Εικόνα 27) καθώς και τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές στις οποίες έφτασε η κατανάλωση της ενέργειας.

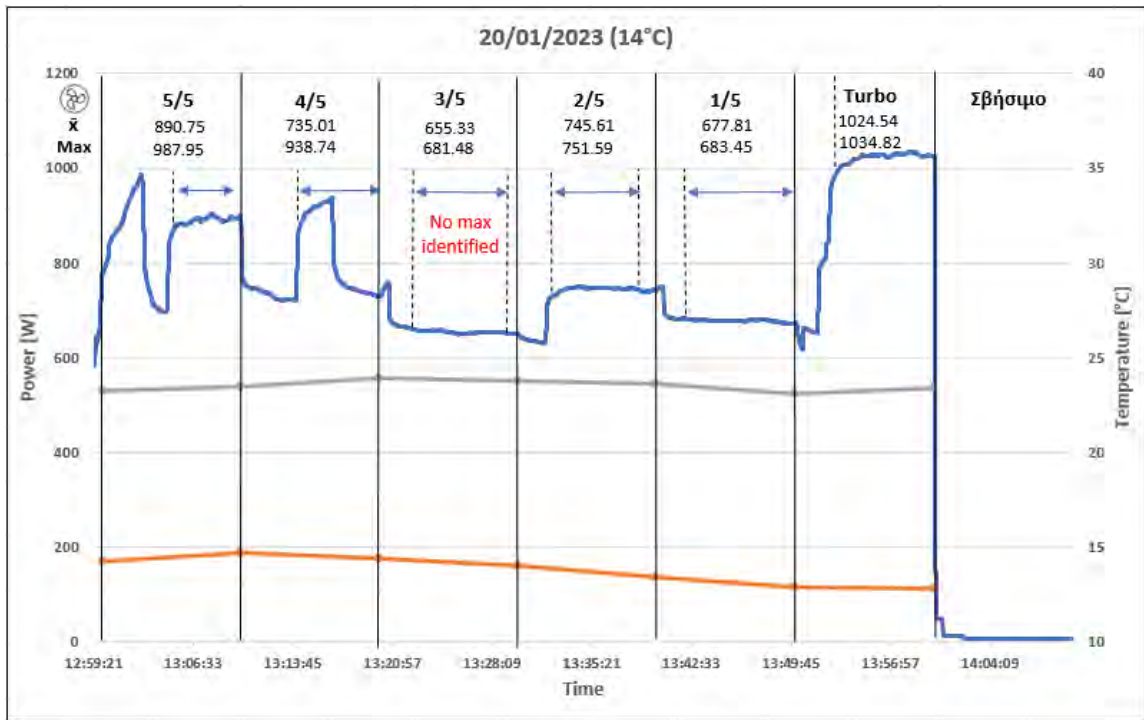
Πίνακας 7: Μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές

Fan Mode	Average	Max.	Min.
1to5	716.6683	720.049	701.246
2to5	709.838	719.972	700.678
3to5	885.4944	898.641	869.853
4to5	995.2737	1002.232	982.541
5to5	972.8085	1014.212	968.102



Εικόνα 28: Σύγκριση μέσων, μέγιστων και ελάχιστων τιμών

5.2 Πρώτη μέτρηση 14°C



Εικόνα 29: Πρώτη μέτρηση στις 20/01/2023 (14°C)

Στην πρώτη από τις δύο μετρήσεις, στους 14°C, παρατηρούμε την έντονη αυξομείωση της κατανάλωσης ενέργειας ανάμεσα στα fan mode. Κάτι τέτοιο οδηγεί στον περιορισμό των περιοχών των τιμών, με σκοπό την εύρεση σημείων όπου η κατανάλωση ενέργειας σταθεροποιείται. Αυτές οι περιοχές διακρίνονται (Εικόνα 29) με τα οριζόντια βέλη.

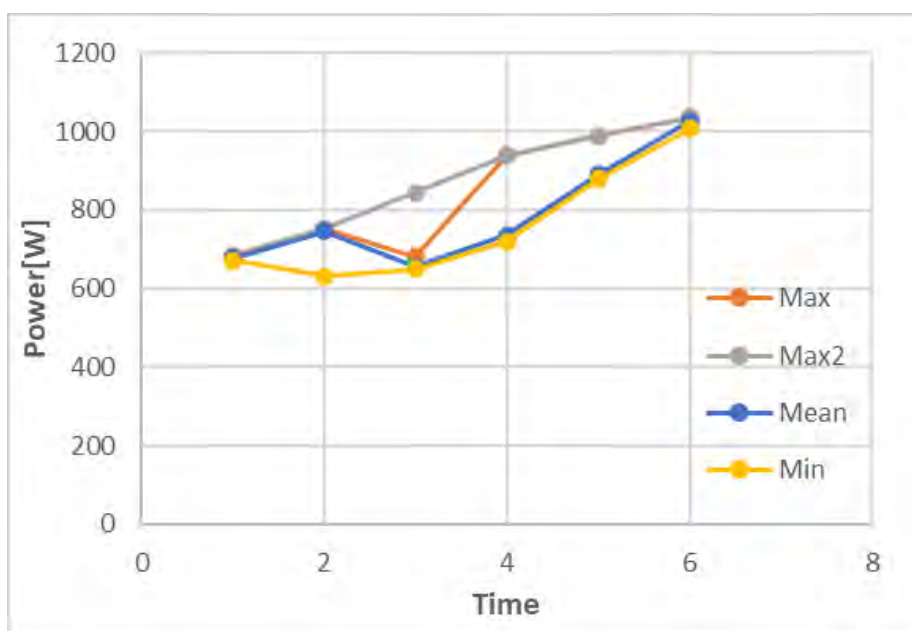
Πίνακας 8: Εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία

Time	Tout	Tin	ΔT
1:00 PM	14.2	23.2	9
1:10 PM	14.7	23.5	8.8
1:20 PM	14.4	23.9	9.5
1:30 PM	14	23.8	9.8
1:40 PM	13.4	23.6	10.2
1:50 PM	12.9	23.1	10.2
2:00 PM	12.8	23.4	10.6
Συνολική διαφορά θερμοκρασίας (ΔT)	13.8	23.5	9.7

Η αυξομείωση που παρατηρήθηκε στο γράφημα (Εικόνα 29) είναι δυνατόν να οφείλεται στη διαφοροποίηση της εξωτερικής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της μέτρησης. Χαρακτηριστικά η εξωτερική θερμοκρασία βρισκόταν στους 14.2°C καταλήγοντας στους 12.8°C (Πίνακας 8).

Πίνακας 9: Μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές

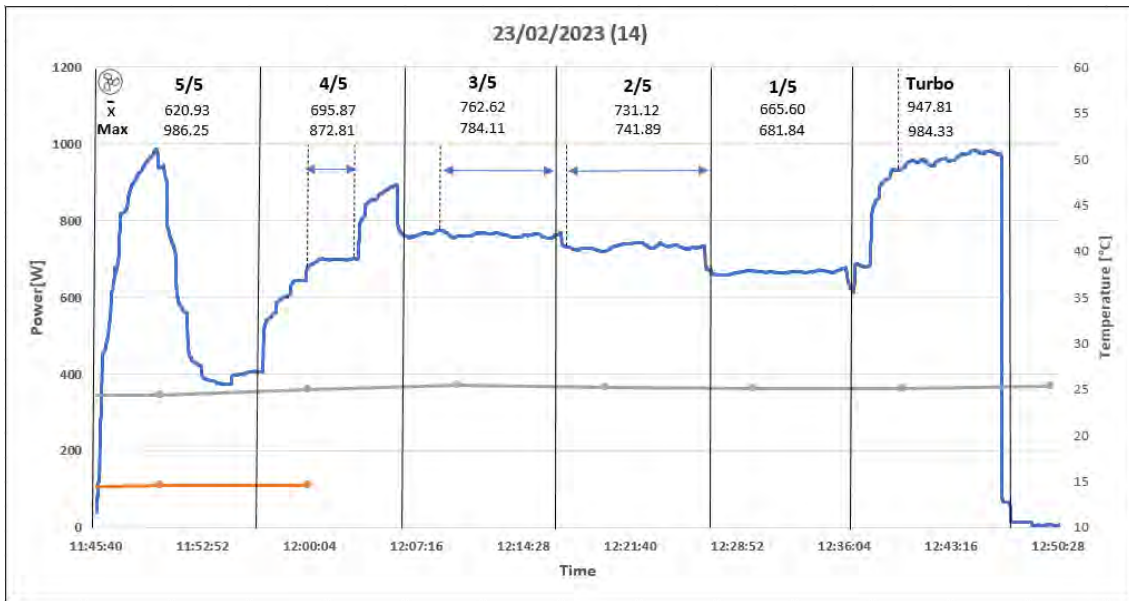
Fan Mode	Mean	Max	Max2	Min
1to5	677.8161	683.45	683.45	672.178
2to5	745.6147	751.59	751.59	630.762
3to5	655.3382	681.484	845.1685	649.031
4to5	735.015	938.747	938.747	719.877
5to5	890.7574	987.952	987.952	877.829
Turbo	1024.545	1034.821	1034.821	1006.404



Εικόνα 30: Σύγκριση μέσων, μέγιστων και ελάχιστων τιμών

Στο γράφημα (εικόνα 29) παρατηρείται στο 3/5 fan mode μια ασυνήθιστη πτώση της κατανάλωσης, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να βρεθεί αξιόπιστη μέγιστη τιμή. Γι' αυτόν τον λόγο αντικαθιστούμε σε εκείνο το σημείο τη μέγιστη τιμή με το μέσο όρο που προκύπτει από το προηγούμενο και επόμενο fan mode (Πίνακας 9).

5.3 Δεύτερη μέτρηση 14°C



Εικόνα 31: Δεύτερη μέτρηση στις 23/02/2023 (14°C)

Αντίθετα, από την πρώτη μέτρηση (εικόνα 29), σε αυτήν την περίπτωση παρατηρούμε μια πιο ομαλή μετάβαση των τιμών της κατανάλωσης ενέργειας. Παρ όλα αυτά οι αυξομειώσεις κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ενός fan mode συνεχίζονται, και για αυτό το λόγο εξακολουθούμε να παίρνουμε συγκεκριμένο εύρος τιμών ανά περιοχή (οριζόντια βέλη). Επίσης παρατηρούμε ότι τα δεδομένα για την εξωτερική θερμοκρασία είναι ελλιπής (πορτοκαλί γραμμή).

Πίνακας 10: Εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία

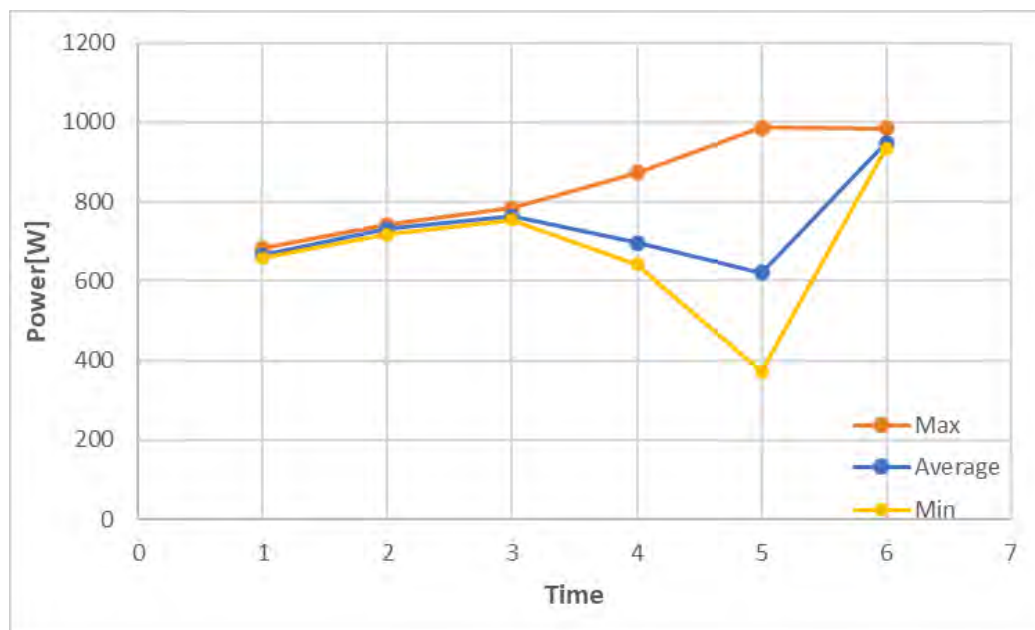
Time	Out	In	ΔT
11:40 AM	14.2	24.3	10.1
11:50 AM	14.5	24.4	9.9
12:00 PM	14.5	25	10.5
12:10 PM		25.4	
12:20 PM		25.2	
12:30 PM		25.1	
12:40 PM		25.1	
12:50 PM		25.3	

Συνολική διαφορά θερμοκρασίας (ΔT)	14.4	25.0	10.2
--	------	------	------

Η μη σταθεροποίηση της τιμής της κατανάλωσης στο fan mode 5/5 (Εικόνα 31) οδηγεί σε μεγάλη απόκλιση μεταξύ της μέγιστης και ελάχιστης τιμής σε αυτό το σημείο (Πίνακας 11).

Πίνακας 11: Μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές

Fan Mode	Average	Max	Min
1to5	665.60769	681.841	657.866
2to5	731.12027	741.895	718.077
3to5	762.62238	784.116	753.746
4to5	695.87808	872.815	642.17
5to5	620.93661	986.259	372.357
Turbo	947.8191	984.331	934.374



Εικόνα 32: Σύγκριση μέσων, μέγιστων και ελάχιστων τιμών

5.4 Μέτρηση 16°C



Εικόνα 33: Μέτρηση στις 30/03/2023 (16°C)

Σε αυτή την περίπτωση μέτρησης η αύξηση της κατανάλωσης γίνεται σταδιακά και με ομαλό ρυθμό. Όμως, εξαιτίας καθυστέρησης στην αλλαγή της λειτουργίας από το fan mode 5/5 στο turbo υπάρχει μια περιοχή η οποία χαρακτηρίστηκε ως άκυρη, και οι μετρήσεις της δεν έχουν συμπεριληφθεί στα αποτελέσματα.

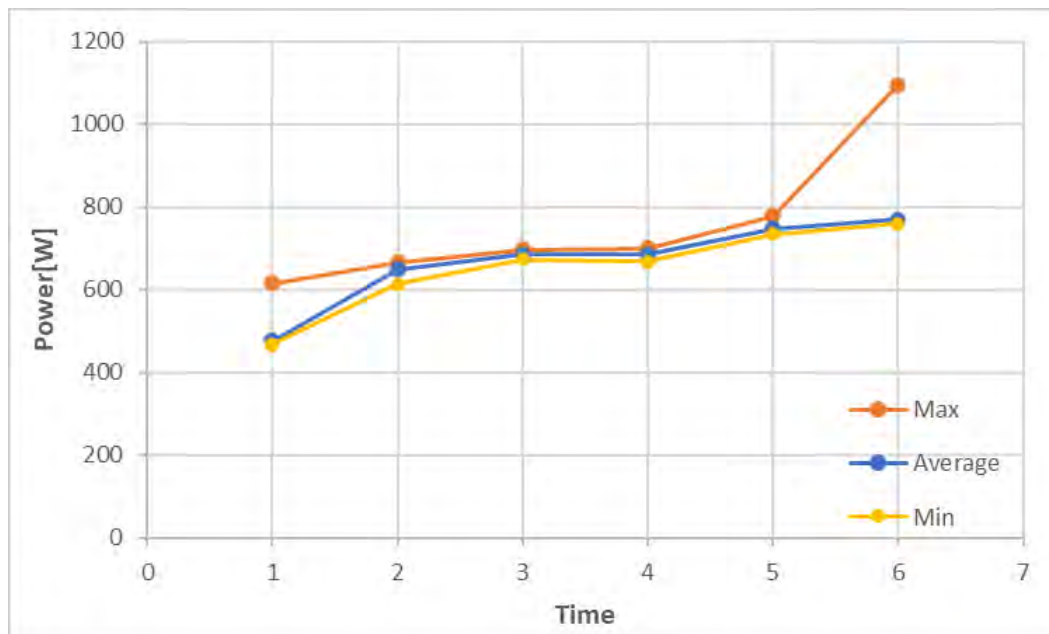
Πίνακας 12: Εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία

Time	Out	In	ΔT
12:10 PM	16.3	24.2	7.9
12:20 PM	16.5	23.9	7.4
12:30 PM	16.6	23.7	7.1
12:40 PM	16.9	23.6	6.7
12:50 PM	16.9	23.6	6.7
1:00 PM	16.8	23.7	6.9
1:10 PM	17.2	23.8	6.6
1:20 PM	17.3	24	6.7
Συνολική διαφορά θερμοκρασίας (ΔT)	16.8	23.8	7.0

Στην περιοχή που βρίσκεται το turbo (Εικόνα 33) παρατηρείται ανωμαλία στις τιμές με αποτέλεσμα η διαφορά ανάμεσα στη μέγιστη και την ελάχιστη τιμή να είναι μεγάλη.

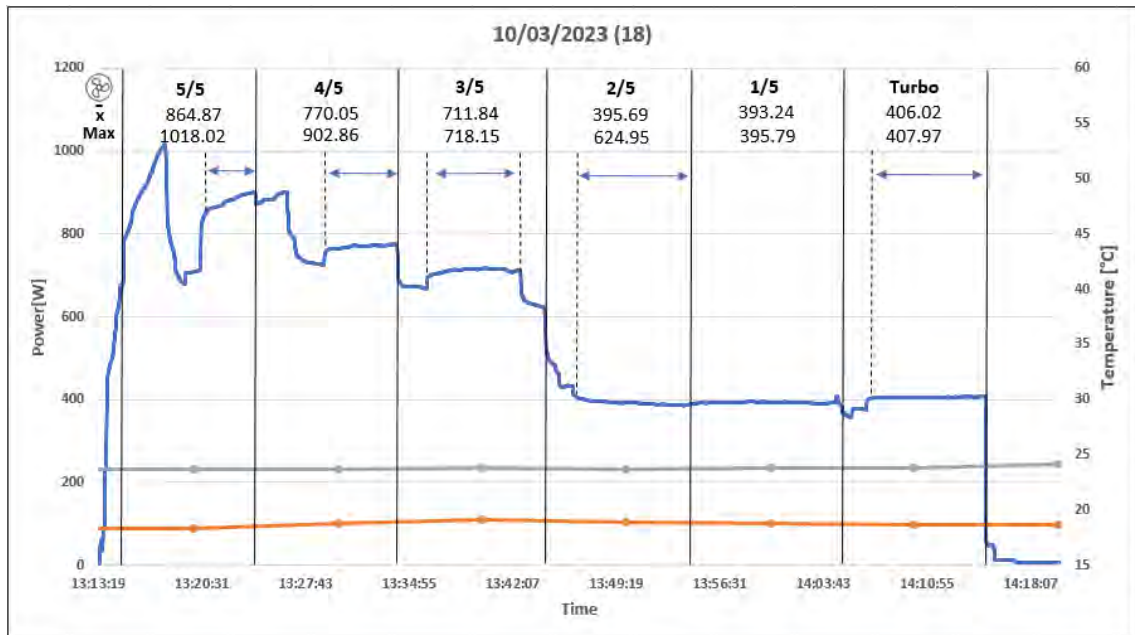
Πίνακας 13: Μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές

	Average	Max	Min
1to5	475.7188	615.102	467.408
2to5	648.6125	666.286	613.697
3to5	685.0035	695.881	672.901
4to5	683.722	699.445	667.751
5to5	747.4698	778.069	733.939
Turbo	769.8111	1094.613	759.644



Εικόνα 34: Σύγκριση μέσων, μέγιστων και ελάχιστων τιμών

5.5 Πρώτη μέτρηση 18°C



Εικόνα 35: Πρώτη μέτρηση στις 10/03/2023 (18°C)

Στην πρώτη μέτρηση για τους 18°C το παράδοξο που παρατηρείται είναι πως δεν υπάρχει διαφοροποίηση στην τιμή της κατανάλωσης όταν η λειτουργία αλλάζει από το fan mode 1/5 στο turbo (Εικόνα 35). Σε αυτή την περίπτωση θα περιμένουμε αύξηση της τιμής κατανάλωσης, κάτι το οποίο τελικά δεν συνέβη.

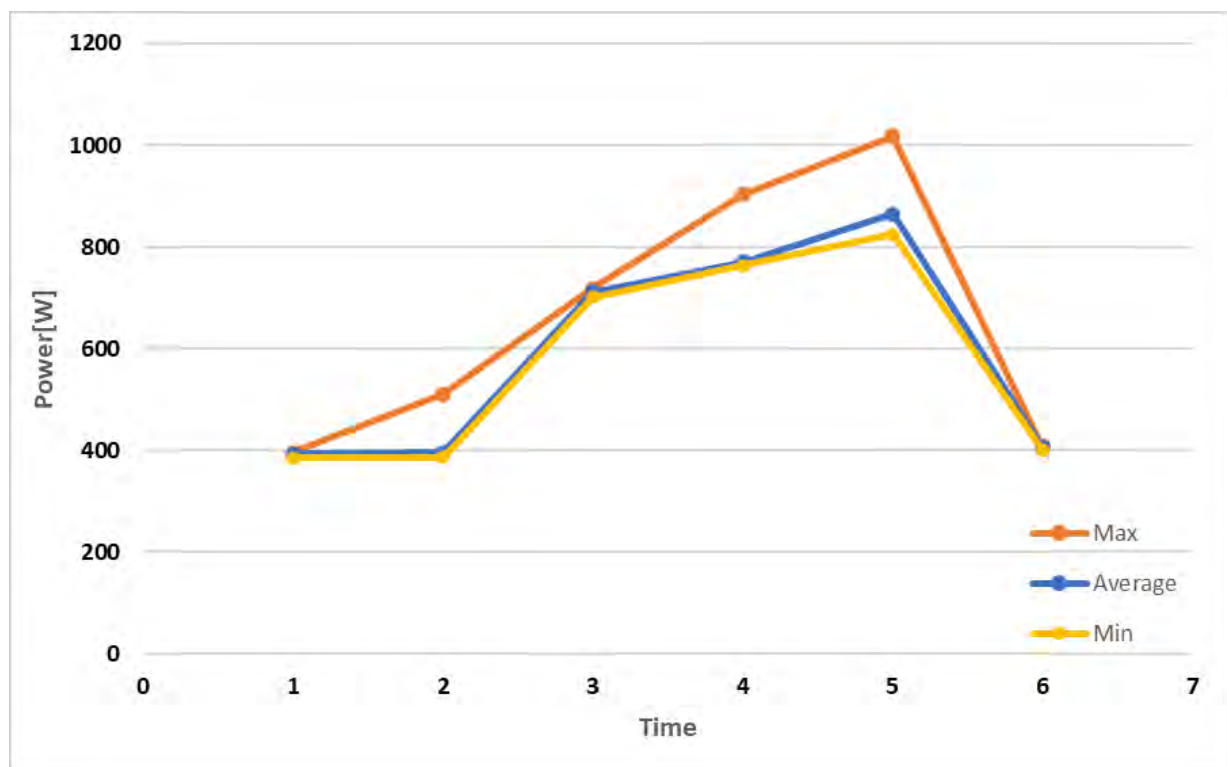
Πίνακας 14: Εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία

Time	Out	In	ΔT
1:10 PM	18.3	23.7	5.4
1:20 PM	18.3	23.7	5.4
1:30 PM	18.8	23.7	4.9
1:40 PM	19.1	23.8	4.7
1:50 PM	18.9	23.7	4.8
2:00 PM	18.8	23.8	5
2:10 PM	18.7	23.8	5.1
2:20 PM	18.7	24.1	5.4
Συνολική διαφορά θερμοκρασίας (ΔT)	18.7	23.8	5.1

Για τον λόγο που αναφέρθηκε παραπάνω η μέγιστη και ελάχιστη τιμή στη λειτουργία turbo είναι κοντά (Πίνακας 15) , ενώ θα περιμέναμε η διαφορά τους να μπορεί να διαπιστωθεί εύκολα.

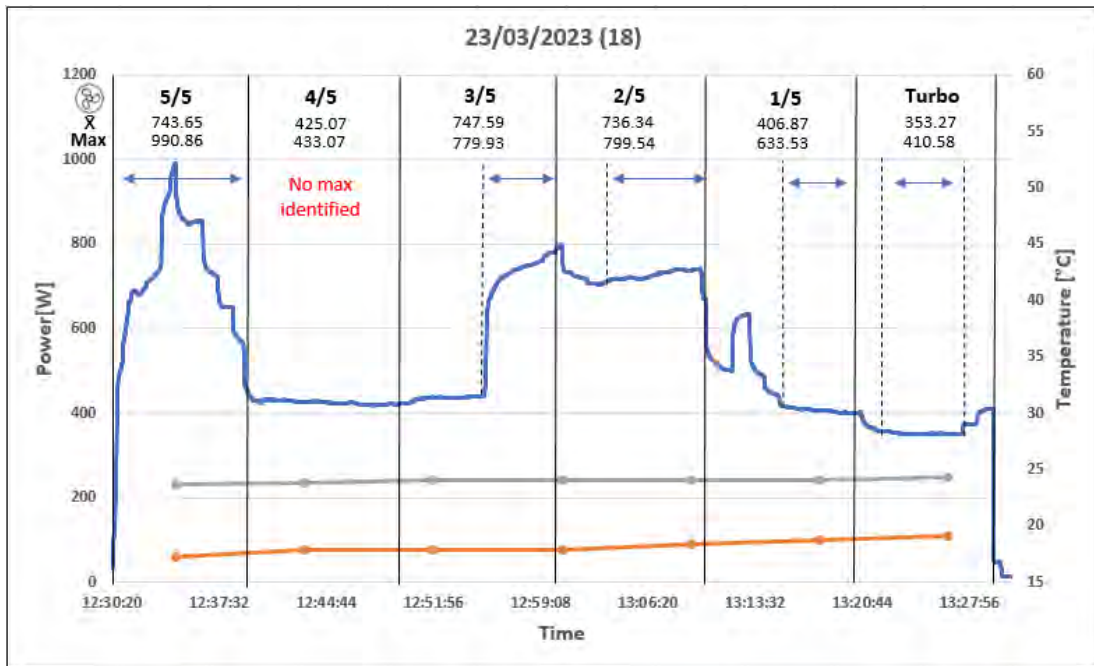
Πίνακας 15: Μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές

	Average	Max	Min
1to5	393.2421	395.795	385.641
2to5	395.6963	510.543	386.065
3to5	711.8468	718.155	700.511
4to5	770.052	902.862	763.594
5to5	864.8717	1018.026	825.143
Turbo	406.0235	407.97	400.484



Εικόνα 36: Σύγκριση μέσων, μέγιστων και ελάχιστων τιμών

5.6 Δεύτερη μέτρηση 18°C



Εικόνα 37: Δεύτερη μέτρηση στις 23/03/2023 (18°C)

Στην τελευταία μας περίπτωση παρατηρήθηκε μια απότομη μείωση και σταθεροποίηση της τιμής στο fan mode 4/5 (Εικόνα 37). Κάτι τέτοιο απέτρεψε την ορθή συλλογή της μέγιστης τιμής σε αυτήν την περιοχή.

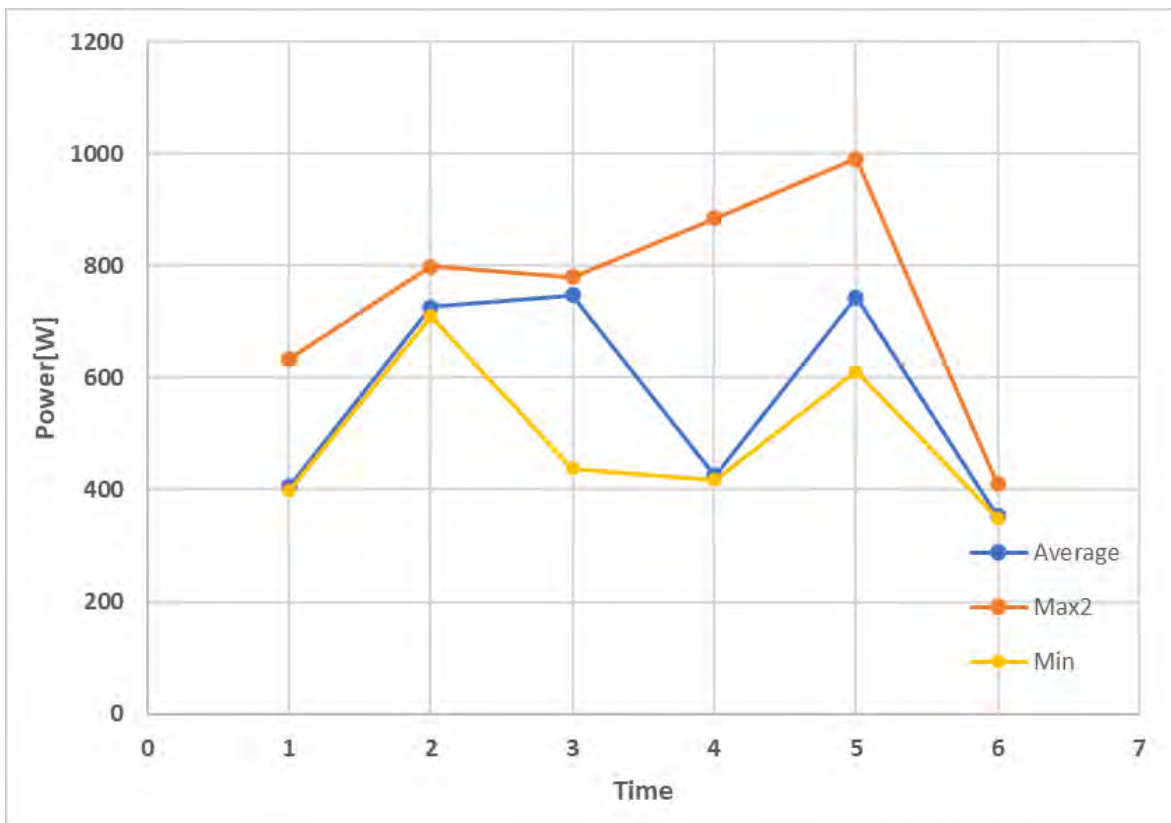
Πίνακας 16: Εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία

Time	Out	In	ΔT
12:30 PM	17.2	23.7	6.5
12:40 PM	17.9	23.8	5.9
12:50 PM	17.8	24	6.2
1:00 PM	17.9	24.1	6.2
1:10 PM	18.3	24	5.7
1:20 PM	18.7	24.1	5.4
1:30 PM	19.1	24.3	5.2
Συνολική διαφορά θερμοκρασίας (ΔT)	18.1	24.0	5.9

Για αυτό τον λόγο και η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και ελάχιστης τιμής στην περιοχή fan mode 4/5 (Εικόνα37) είναι εμφανής.

Πίνακας 17: Μέσες, μέγιστες και ελάχιστες τιμές

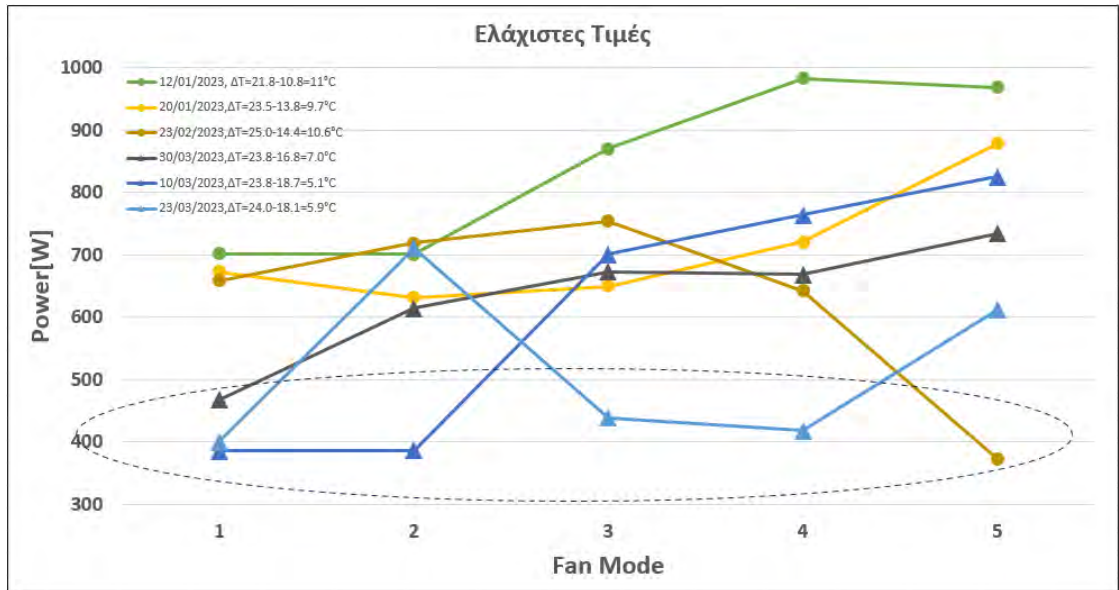
	Average	Max	Max2	Min
1to5	406.8706	633.535	633.535	399.411
2to5	726.3435	799.543	799.543	710.775
3to5	747.5985	779.935	779.935	438.581
4to5	425.0787	433.076	885.401	417.628
5to5	743.658	990.867	990.867	611.517
Turbo	353.2741	410.589	410.589	349.691



Εικόνα 38: Σύγκριση μέσων, μέγιστων και ελάχιστων τιμών

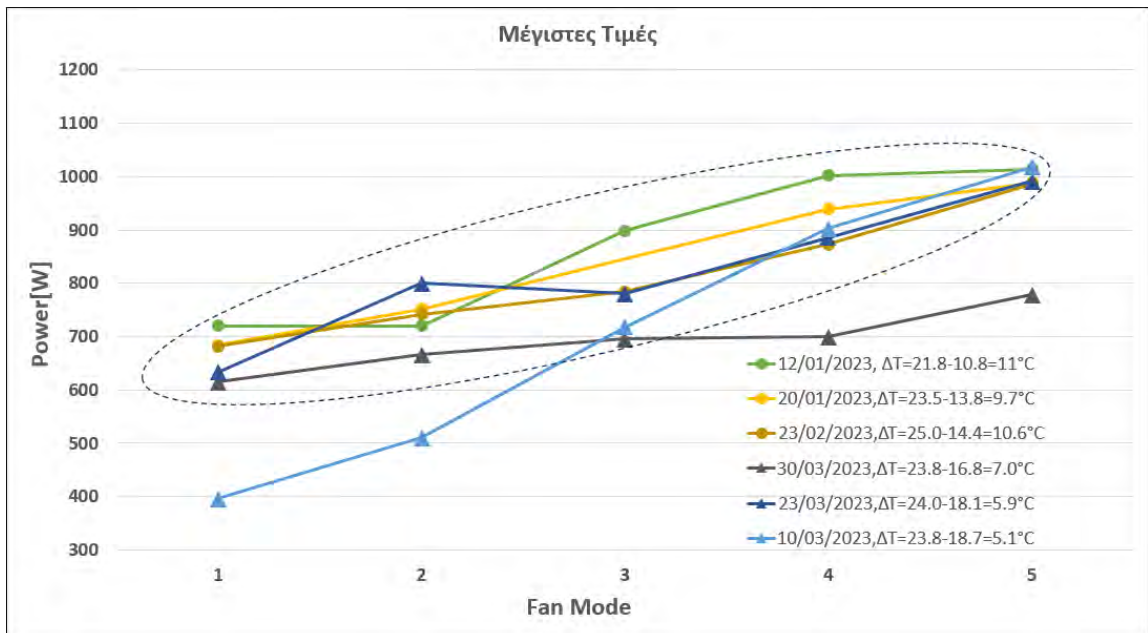
5.7 Ελάχιστες και μέγιστες τιμές

Στο παρακάτω γράφημα παρατηρείται πώς η ελάχιστη κατανάλωση για τις περισσότερες μετρήσεις βρίσκεται κοντά στα 400W όπως φαίνεται με τις διακεκομμένες γραμμές (Εικόνα 39).



Εικόνα 39: Ελάχιστες τιμές για όλες τις μετρήσεις

Όσον αφορά το γράφημα για τις μέγιστες τιμές παρατηρούμε ότι οι 3 μετρήσεις με $\Delta T=10-11^{\circ}\text{C}$ (κύκλοι) δείχνουν με μικρές αποκλίσεις μια σταθερή αύξηση του P_{max} με το Fan mode (σημεία εντός της σημειωμένης περιοχής με τις διακεκομμένες γραμμές). Επίσης, Οι 2 από τις 3 μετρήσεις με $\Delta T=5-7^{\circ}\text{C}$ (τρίγωνα) δεν έχουν αναμενόμενη συμπεριφορά, γιατί σε κάποιες περιπτώσεις δουλεύαν μόνο σε ενδιάμεσα σημεία ή στο ελάχιστο (Εικόνα 40).



Εικόνα 40: Μέγιστες τιμές για όλες τις μετρήσεις

5.8 Συγκεντρωτικός πίνακας

Στον πίνακα που ακολουθεί είναι συγκεντρωμένες όλες οι μέσες τιμές των μετρήσεων που έγιναν. Στη δεύτερη στήλη του πίνακα αναφέρεται (αριστερά) η εξωτερική θερμοκρασία που επικρατούσε την ώρα της μέτρησης και (δεξιά) ημερομηνία που πραγματοποιήθηκε η μέτρηση.

Πίνακας 18: Συγκεντρωτικός πίνακας

Fan Mode		1/5	2/5	3/5	4/5	5/5	TURBO
External Temperature [°C]	10-12/01	716.6683	709.838	885.4944	995.2737	972.8085	
	14(1)-20/01	677.8161	745.6147	655.3382	735.015	890.7574	1024.545
	14(2)-23/02	665.6077	731.1203	762.6224	695.8781	620.9366	947.8191
	M.O. 14	671.7119	738.3675	708.9803	715.4465	755.847	986.1822
	18(1)-23/03	406.8706	726.3435	747.5985	425.0787	743.658	353.2741
	18(2)-10/03	393.2421	395.6963	711.8468	770.052	864.8717	406.0235
	M.O. 18	400.0563	561.0199	729.7227	597.5654	804.2649	379.6488
	16-30/03	475.7188	648.6125	685.0035	683.722	747.4698	769.8111

5.9 Βελτίωση των μετρήσεων

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύθηκαν σε γραφήματα, πίνακες και διαγράμματα οι μετρήσεις και τα δεδομένα της κατανάλωσης ενέργειας που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια της εργασίας. Σε πολλά σημεία, παρατηρήθηκαν σφάλματα κατά την διάρκεια των μετρήσεων τα οποία ίσως αποφεύγονταν εάν οι συνθήκες ήταν διαφορετικές. Η δυσκολία ύπαρξης σταθερής εξωτερικής θερμοκρασίας καθώς και η έλλειψη μετεωρολογικών δεδομένων καθιστά τη συλλογή των δεδομένων πιο δύσκολη. Μια προτεινόμενη λύση θα ήταν η συλλογή όσων περισσότερων δεδομένων στην ίδια εξωτερική θερμοκρασία πολλαπλές φορές. Με αυτό τον τρόπο ίσως υπάρχει η δυνατότητα σύγκρισης αυτών των τιμών με αποτέλεσμα να καταλήξουμε σε πιο ορθά συμπεράσματα.

6 Συμπεράσματα

Στη συγκεκριμένη εργασία αναλύθηκε η σημασία της εξοικονόμησης ενέργειας στον χώρο του κλιματισμού και πως αυτή μπορεί να συνεισφέρει ακόμη και στην κλιματική αλλαγή. Παρατηρήθηκε η πρόοδος της χώρας μας στην πράσινη μετάβαση, όπου πολλές φορές η θέση της στη γενική κατάταξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης ήταν πάνω από το μέσο όρο. Από την άλλη πλευρά όσον αφορά τον ψηφιακό τομέα η απόδοση της δεν είναι το ίδιο ικανοποιητική.

Μελετήθηκαν οι αντλίες θερμότητας ως τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας και αναλύθηκαν οι βασικές αρχές βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στον κλιματισμό όπως είναι το Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) και το Seasonal Coefficient of Performance (SCOP).

Καταλήγοντας σε εφαρμογές όπως το Building Energy Management System (BEMS) και η έξυπνη πρίζα, της οποίας η συνεισφορά, στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στον χώρο του κλιματισμού, είναι σημαντική. Αναλύθηκε σε βάθος, αναφέροντας το τι είναι ικανή να κάνει και από ποια πρωτόκολλα βασίζεται η επικοινωνία της με άλλες συσκευές. Η χρήση της, βοήθησε στην διεξαγωγή μετρήσεων όπου συλλέχθηκαν δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας ενός κλιματιστικού.

Έγινε αναφορά στον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια αυτών των μετρήσεων, Στον κώδικα που βοήθησε στην συλλογή των δεδομένων μέσω του Visual Studio Code, καταλήγοντας στα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων. Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν οπτικοποιήθηκαν με διαγράμματα πίνακες τις γραφικές παραστάσεις ανάλογα με την ώρα και τον χρόνο που συλλέχθηκαν.

Μέσα από όλα αυτά που προαναφέρθηκαν γίνεται αντιληπτό ότι η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είτε για λόγους οικονομικούς, είτε για την προστασία του περιβάλλοντος, είναι μεγάλη και οι τρόποι αντιμετώπισης πολλοί.

7 Βιβλιογραφία

- [1] « Digitalisation for the Energy Efficiency of Buildings Operations », Pacific Northwest National Laboratory, 2022, <https://energyefficiencyhub.org/wp-content/uploads/2022/10/DWGRReport.pdf>
- [2] « Security Vulnerabilities of Internet of Things: A Case Study of the Smart Plug System », IEEE, 2017, <https://ieeexplore.ieee.org/document/7932855>
- [3] « Design of Smart Home System Based on WiFi Smart Plug », University of Shanghai for Science and Technology, 2015, https://gvpress.com/journals/IJSH/vol9_no6/19.pdf
- [4] « Introduction to Zibgbee Technology », Ankur Tomar– Global Technology Centre, 2011, <https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/DI367/Υλικό/introduction-to-zigbee-technology.pdf>
- [5] « Digital Twins for Intelligent Green Buildings », Bin Yang, Zhihan Lv and Faming Wang, 2022, <https://www.mdpi.com/2075-5309/12/6/856>
- [6] « Πράσινη και Ψηφιακή Μετάβαση: Θετικές Εξελίξεις, Ανάγκη για Επιτάχυνση Δράσεων », Κέντρο Οικονομικών Ερευνών της Ελλάδας, 2023, https://www.kepe.gr/images/Αναλύσεις_Επικαιρότητας_1-2023.pdf
- [7] « Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και εξοικονόμηση κόστους: δοκιμή διαφορετικών μεθόδων ψύξης, μονωτικών υλικών και βελτιστοποίησης ροής αέρα », Vatis Engineering SA, 2023, https://www.linkedin.com/pulse/βελτίωση-της-ενεργειακής-απόδοσης-και-εξοικονόμηση?trk=article-ssr-frontend-pulse_more-articles_related-content-card
- [8] « ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ », Πανελεκτρική, 2020, <https://panelektriki.gr/technikes-plerofories-klimatistikon/>
- [9] « Διαχείριση Ενέργειας (BEMS) », Triedrasi, 2014, https://www.triedrasi.gr/index.php/diaxeirisi_energias.html
- [10] « Η "πράσινη" ψύξη και θέρμανση και η μεγάλη πρόκληση για το 2030 », Insider, 2023, <https://www.insider.gr/sustainability/265161/i-prasini-psyxi-kai-thermans-i-kai-i-megali-proklisi-gia-2030>

