

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφοριακά και  
Επικοινωνιακά Συστήματα**

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**



**Εξοικονόμηση Ηλεκτρικής Ενέργειας Σε Γραφείο Λαμβάνοντας  
Υπόψη Την Άνεση Των Εργαζομένων**

**Βασίλειος Μαυρίδης**

**Επιβλέπων Καθηγητής  
Ανδρέας Καμηλάρης**

**Δεκέμβριος 2017**

# **Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου**

**Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών**

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών *Πληροφοριακά και  
Επικοινωνιακά Συστήματα***

## **Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**Εξοικονόμηση Ηλεκτρικής Ενέργειας Σε Γραφείο  
Λαμβάνοντας Υπόψη Την Άνεση Των Εργαζομένων**

**Βασίλειος Μαυρίδης**

**Επιβλέπων Καθηγητής  
Ανδρέας Καμηλάρης**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών  
Στα Πληροφοριακά και Επικοινωνιακά Συστήματα  
από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών  
του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

**Δεκέμβριος 2017**

ΛΕΥΚΗ ΣΕΛΙΔΑ

## Περίληψη

Παγκοσμίως, τα κτίρια είναι υπεύθυνα για περισσότερο από το ένα τρίτο της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, ωστόσο η κατασπατάληση και επικειμένη εξάλειψη των ορυκτών πόρων μαζί με το ολοένα διογκούμενο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθιστούν επιβεβλημένη την αλλαγή του τρόπου διαχείρισης των κτιρίων. Αυτό σημαίνει μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, χωρίς όμως να βάλουμε σε κίνδυνο την άνεση των ανθρώπων που ζουν μέσα σε αυτά.

Στην εργασία μας προσπαθούμε να εφαρμόσουμε τα ανωτέρω, σε μια ανακαίνιση γραφείου, όπου τα ζητούμενα θα είναι η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας της νέας εγκατάστασης σε σχέση με την αρχική και η μεγιστοποίηση της θερμικής άνεσης των ενοίκων μέσα από ανάδραση. Χρησιμοποιούμε το κτιριακό πρωτόκολλο KNX και δίνουμε στους ενοίκους την δυνατότητα να ψηφίσουν για το πόσο άνετα αισθάνονται με τη θερμοκρασία του χώρου μέσω ενός web interface που κατασκευάσαμε. Ο συσχετισμός των ψήφων των ενοίκων με την μεταβολή της θερμοκρασίας αποτελεί και την καινοτομία της διατριβής αυτής.

Η εκπαίδευση των χρηστών και η εφαρμογή του νέου συστήματος λειτουργίας των κλιματιστικών μονάδων του γραφείου, οδηγεί τελικά σε εξοικονόμηση της τάξης του 12,89% στις kWh που καταναλώνονται κατά μέσο όρο στις 2 περιόδους μέτρησης. Με την πάροδο του χρόνου και την περαιτέρω βελτίωση του συστήματος, μέσω μιας σειράς μικρών επεμβάσεων στο σύστημα, η ακόμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση είναι εφικτή, κρατώντας πάντα τους ενοίκους του γραφείου ικανοποιημένους.

## **Summary**

Worldwide, buildings account for more than a third of total energy consumption; however, waste and imminent elimination of mineral resources along with the ever-growing greenhouse effect make it necessary to change the way buildings are managed. This means reducing energy consumption, but not endangering the comfort of people living in them.

In our work we try to apply the above to an office renovation, where the demand is the reduction of the energy consumption of the new installation compared to the initial one, and the maximization of the thermal comfort of the occupants through feedback. We use the KNX Building Protocol and give residents the ability to vote on how comfortable they feel with the room temperature through a web interface we built. The correlation of the occupants' votes with the change in temperature is also the innovation of this dissertation.

User education and the implementation of the new operating system of the office air conditioners ultimately results in a saving of 12.89% in kWh consumed on average over the two measurement periods. Over time and further improvement of the system, through a series of small interventions in the system, even greater savings are possible, always keeping the office occupants satisfied.

## Ευχαριστίες

Για την εκπόνηση της διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω πρωτίστως τον καθηγητή μου κ. Ανδρέα Καμηλάρη για τις πολύτιμες συμβουλές του, σε όλη τη διάρκεια αυτού του μακρινού ταξιδιού.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την εταιρία Schneider Electric στην οποία εργάζομαι, χωρίς την οποία δεν θα υπήρχε αυτό το project. Τους συναδέλφους μου, πρώην και νυν, για την τεχνική συνεισφορά τους και την συμμετοχή τους στο εγχείρημά μου. Ειδικότερα θα ήθελα να σταθώ και να ευχαριστήσω την κα. Σοφία Γκαλαϊτση και τον κ. Χριστόδουλο Σπάγκακα για την υπομονή τους στις ατελείωτες ερωτήσεις μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την υπομονή που έδειξαν σε αυτό το διάστημα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την γυναίκα μου και την κόρη μου για τις ώρες που τους στέρησα ώστε να ολοκληρώσω την διατριβή μου.

# Περιεχόμενα

<b>1</b>	<b>Εισαγωγικά</b> .....	<b>1</b>
1.1	Εισαγωγή .....	1
1.2	Κίνητρο.....	1
1.3	Περιγραφή Προβλήματος.....	2
1.4	Παράθεση Ερευνητικών Ερωτημάτων.....	3
1.5	Καινοτομία.....	3
<b>2</b>	<b>Γνώση Υπόβαθρου (Θερμική Άνεση, Πρωτόκολλο KNX)</b> .....	<b>4</b>
2.1	Θερμική Άνεση.....	4
2.1.1	Δείκτες Θερμικής Άνεσης.....	5
2.1.2	PMV – Predicted Mean Vote (Προβλεπόμενη Μέση Ψήφος).....	6
2.1.3	PPD – Predicted Percentage of Dissatisfied (Προβλεπόμενο Ποσοστό Δυσανεστημένων).....	7
2.1.4	Δείκτης Θερμικής Επιβάρυνσης TSI.....	8
2.1.5	ET Αποτελεσματική Θερμοκρασία ( $T_{eff}$ ).....	9
2.1.6	Λειτουργική Θερμοκρασία ( $T_o$ ).....	9
2.1.7	Ισοδύναμη θερμοκρασία ( $T_{eq}$ ).....	9
2.1.8	Προκύπτουσα θερμοκρασία (RT).....	9
2.1.9	Τυπική αισθητή θερμοκρασία (SET*).....	10
2.1.10	TSENS.....	10
2.1.11	DISC.....	11
2.1.12	Βιοκλιματικά διαγράμματα.....	12
2.1.13	Προσαρμόσιμη θερμική άνεση.....	12
2.1.14	Πρότυπα θερμικής άνεσης.....	13
2.1.15	Ευρωπαϊκό πρότυπο ISO 7730.....	13
2.1.16	Το πρότυπο ASHRAE 55.....	13
2.1.17	Πρότυπο θερμικής άνεσης για γραφεία.....	15
2.1.18	Θερμική άνεση και ικανοποίηση.....	15
2.1.19	Έλεγχος της θερμικής άνεσης.....	16
2.2	Το πρωτόκολλο KNX.....	16
2.2.1	Η σημασία του KNX.....	17
2.2.2	Τα πλεονεκτήματα του KNX.....	18
2.2.3	KNX Association.....	19
2.2.4	Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω KNX.....	19
2.2.5	Η Τεχνολογία KNX.....	20
2.2.6	Τοπολογία.....	22
2.2.7	Εσωτερικές και εξωτερικές διασυνδέσεις.....	23
2.2.8	Ατομική Διεύθυνση (Individual Address).....	23
2.2.9	Διεύθυνση Ομάδας (Group Address).....	23
2.2.10	Βασική Μέθοδος λειτουργίας.....	24
<b>3</b>	<b>Τι Έχει Γίνει Έως Τώρα – Σχετικές Εργασίες</b> .....	<b>25</b>
3.1	Τι έχει γίνει έως τώρα.....	25
3.1.1	Έλεγχος PI/ PID .....	25
3.1.2	Ασαφής Λογική/ Νευρωνικά Δίκτυα.....	27
3.1.3	Προβλεπτικός Έλεγχος με Χρήση Μοντέλου.....	28
3.1.4	Συστήματα Ελέγχου Πολλαπλών Πρακτόρων.....	29
3.2	Ad Hoc Εργασίες.....	30
3.2.1	Αποτελέσματα Εξοικονόμησης.....	31
<b>4</b>	<b>Μεθοδολογία (Προσέγγιση Του Προβλήματος)</b> .....	<b>36</b>
4.1	Περιγραφή του Προβλήματος.....	36
4.2	Διαδικασία.....	36
4.2.1	Το Γραφείο.....	37
4.2.2	Νέα ηλεκτρολογική εγκατάσταση.....	38
4.2.3	Επιλογή θερμικού μοντέλου για μοντελοποίηση.....	41

4.2.4	Κλιματιστικές μονάδες – θερμοστάτες.....	42
4.2.5	Καθορισμός παραδοτέου.....	44
4.2.6	Προγραμματισμός KNX εγκατάστασης.....	51
4.2.7	Προγραμματισμός GUI.....	57
<b>5</b>	<b>Ανάλυση - Αποτελέσματα.....</b>	<b>65</b>
5.1	Λειτουργία Συστήματος.....	65
5.2	Εξοικονόμηση ενέργειας.....	66
5.2.1	Νοέμβριος 16 – Απρίλιος 17.....	66
5.2.2	Μάιος 17 – Οκτώβριος 17.....	68
5.2.3	Σύγκριση και συμπεράσματα.....	70
5.2.4	Συσχετισμός μεταβολών θερμοκρασίας και κατανάλωσης.....	81
5.3	Θερμική Άνεση.....	89
5.3.1	Συσχετισμός ψήφων θερμικής άνεσης και κατανάλωσης.....	94
<b>6</b>	<b>Επίλογος – Μελλοντική Εργασία.....</b>	<b>97</b>
6.1	Αδυναμίες – Περιορισμοί.....	98
6.2	Μελλοντικής εργασία.....	99

<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>100</b>
<b>Παράρτηματα .....</b>	<b>108</b>
<b>A Μετρήσεις κατανάλωσης ενέργειας.....</b>	<b>108</b>
A.1 Περίοδος 01/11 – 30/04.....	108
A.2 Περίοδος 01/05 – 15/08.....	112
<b>B Μετρήσεις Θερμοκρασιών .....</b>	<b>115</b>
B.1 Περίοδος 01/11 – 30/04.....	115
B.2 Περίοδος 01/05 – 15/08.....	119
<b>Γ Ψήφοι Ενοίκων.....</b>	<b>122</b>
Γ.1 Κλιματιστικό 1.....	122
Γ.2 Κλιματιστικό 2.....	124
Γ.3 Κλιματιστικό 3.....	127
Γ.4 Κλιματιστικό 4.....	129
Γ.5 Κλιματιστικό 5.....	132
Γ.6 Κλιματιστικό 6.....	134
<b>Δ KNX Έργο.....</b>	<b>138</b>
Δ.1 Κτίρια.....	138
Δ.2 Συσκευές.....	138
Δ.3 Διευθύνσεις Ομάδων.....	140
Δ.4 Στατιστικά Έργου.....	143
<b>Ε Ανάλυση Παλινδρόμησης.....</b>	<b>144</b>
E.1 Περίοδος 01/11 – 30/04.....	144
E.1.1 Κλιματιστική Μονάδα 1.....	144
E.1.2 Κλιματιστική Μονάδα 2.....	144
E.1.3 Κλιματιστική Μονάδα 3.....	145
E.1.4 Κλιματιστική Μονάδα 4.....	145
E.1.5 Κλιματιστική Μονάδα 5.....	145
E.1.6 Κλιματιστική Μονάδα 6.....	146
E.2 Περίοδος 01/05 – 15/08.....	146
E.2.1 Κλιματιστική Μονάδα 1.....	146
E.2.2 Κλιματιστική Μονάδα 2.....	146
E.2.3 Κλιματιστική Μονάδα 3.....	147
E.2.4 Κλιματιστική Μονάδα 4.....	147

E.2.5	Κλιματιστική Μονάδα 5.....	147
E.2.6	Κλιματιστική Μονάδα 6.....	148
<b>ΣΤ</b>	<b>Ψήφοι σε συνάρτηση με την κατανάλωση.....</b>	<b>149</b>
ΣΤ.1	Ψήφοι Μαΐου.....	149
ΣΤ.2	Ψήφοι Ιουνίου.....	152
ΣΤ.3	Ψήφοι Ιουλίου.....	155
ΣΤ.4	Ψήφοι Αυγούστου.....	158

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγικά

### 1.1 Εισαγωγή

Τα αποθέματα των ορυκτών καυσίμων του κόσμου βρίσκονται στο όριο της εξαφάνισης λόγω της υπέρογκης και αλόγιστης χρήσης κατά τη διάρκεια των τελευταίων 2 δεκαετιών. Ως εκ τούτου ολοένα και αυξάνονται οι ανησυχίες μεταξύ των κυβερνήσεων, ερευνητών και επιστημόνων, για μια επικείμενη κλιματική αλλαγή (παγκόσμια υπερθέρμανση, καταστροφή του στρώματος του όζοντος κτλ) και της επίδρασης που θα έχει αυτή. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως σαφείς στόχους για την εξοικονόμηση ενέργειας έως το 2020, να μειωθούν οι εκπομπές ρυπογόνων αερίων κατά τουλάχιστον 20% κάτω από το επίπεδο που βρίσκονταν το 1990, να υπάρχει μια κατ' ελάχιστον συμμετοχή της τάξης του 20% στην ενεργειακή κατανάλωση της Ευρωπαϊκής Ένωσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και τέλος, η κατανάλωση ενέργειας να μειωθεί κατά 20% σε σχέση με τα αναμενόμενα επίπεδα, μέσα από ενέργειες εξοικονόμησης. Αντίστοιχοι στόχοι, και κατά περίπτωση πολύ πιο φιλόδοξοι, έχουν θεσπιστεί και από τις Αμερικανικές αρχές στο θέμα της εξοικονόμησης.

### 1.2 Κίνητρο

Παγκοσμίως, τα κτίρια είναι υπεύθυνα για περισσότερο από το ένα τρίτο της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και περισσότερο από το 30% της εκπομπής CO<sub>2</sub>. Μέσα από τη χρήση έξυπνων αυτοματισμών στα κτίρια, θα μπορούσαμε να πετύχουμε οφέλη της τάξης του 30% κατά μέσο όρο. Για να καταλάβουμε σε τι αντιστοιχεί αυτό, το 2009 το Παγκόσμιο Συμβούλιο για την Αειφόρο Ανάπτυξη διεξήγαγε μια έρευνα που βρήκε πως τα πιθανά ενεργειακά οφέλη από τα κτίρια αντιστοιχούν στην ενεργειακή κατανάλωση που λάμβανε χώρα εκείνη τη στιγμή στον τομέα των Μεταφορών. Στην Ελλάδα (ΠΑΕ

2004) τα κτίρια καταναλώνουν το 30% της συνολικής ενέργειας της χώρας και ευθύνονται για το 40% των εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Ως εκ τούτου, η εξοικονόμηση που θα μπορούσε να επιτευχθεί από την κατανάλωση των κτιρίων είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς βοηθά στο να περισώσουμε τα περιορισμένα αποθέματα καυσίμων και μειώνει το κόστος της ενέργειας για καταναλωτές και επιχειρήσεις βοηθώντας στην κτιριακή αποδοτικότητα και βιωσιμότητα. Εξάλλου, η συνεισφορά των ΑΠΕ στα κτίρια είναι δυνατόν να μειωθεί λόγω διάφορων περιορισμών. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η αποδοτική διαχείριση της ενέργειας του κτιρίου, παίζει σημαντικό ρόλο, με τα έξυπνα κτίρια να αποτελούν την πρώτη επιλογή.

Δεν θα πρέπει όμως να ξεχνάμε πως τα κτίρια χτίζονται για να κατοικούν οι άνθρωποι μέσα σε αυτά και πως το 90% των ανθρώπων, περνούν τον περισσότερο χρόνο τους μέσα σε αυτά. Η άνεση λοιπόν παίζει ένα σημαντικό ρόλο και επηρεάζει στο μέγιστο βαθμό την υγεία, το ηθικό, την αποδοτικότητα και την ικανοποίηση των ανθρώπων που ζουν μέσα σε αυτά. Όλα αυτά οδήγησαν την προηγούμενη δεκαετία σε αυξανόμενη ζήτηση για βελτίωση των συνθηκών άνεσης με παράλληλη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και εκπομπών ρύπων.

## **1.3 Περιγραφή Προβλήματος**

Σε συνέχεια των παραπάνω, ένα σύστημα για την διαχείριση της ενέργειας αλλά και της άνεσης σε ένα κτίριο θα πρέπει να αποτελείται από έξυπνους ελεγκτές που χρησιμοποιούν κάποιου είδους υπολογιστές ή μικροεπεξεργαστές, συσκευές αποθήκευσης και διαύλους επικοινωνίας. Σκοπός ενός τέτοιου συστήματος είναι να ικανοποιήσει την ανάγκη του ενοίκου για άνεση, ενώ παράλληλα μειώνει την κατανάλωση ενέργειας. Τις περισσότερες φορές όμως, τα δύο ζητούμενα είναι αντικρουόμενα μεταξύ τους και πρέπει να βρεθεί η χρυσή τομή μεταξύ τους.

Επειδή το πεδίο εφαρμογής ενός τέτοιου εγχειρήματος είναι πολύ ευρύ, στα πλαίσια αυτής της μεταπτυχιακή διατριβής, αποφασίσαμε να περιοριστούμε από ολόκληρο κτίριο σε ένα γραφείο. Το σύστημα που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το KNX, ένα ανοιχτό πρωτόκολλο επικοινωνίας, ολοένα και περισσότερο χρησιμοποιούμενο σε κατοικίες και κτίρια γραφείων. Θα αναβαθμιστεί η υπάρχουσα συμβατική εγκατάσταση σε

εγκατάσταση τύπου KNX και τα ζητούμενα θα είναι η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας της νέας εγκατάστασης σε σχέση με την αρχική και η μεγιστοποίηση της άνεσης των ενοίκων μέσα από ανάδραση. Επειδή ο όρος άνεση σε εσωτερικό χώρο μπορεί να έχει διάφορες εκφάνσεις, εμείς θα περιοριστούμε στην θερμική άνεση.

## **1.4 Παράθεση Ερευνητικών Ερωτημάτων**

Το κύριο ερευνητικό ερώτημα της διατριβής είναι η εξεύρεση του σημείου ισορροπίας μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και την διαμόρφωση βέλτιστων συνθηκών άνεσης για τον χρήστη, με την μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας και όχι την αλόγιστη χρήση της. Είναι πολύ πιο απλό να διαμορφώσουμε συνθήκες άνεσης όταν δεν μας ενδιαφέρει η ενέργεια που δαπανάται, ωστόσο αυτό είναι σήμερα εκτός πραγματικότητας.

## **1.5. Καινοτομία**

Η καινοτομία της διατριβής αυτής έγκειται στο γεγονός πως πουθενά μέχρι σήμερα δεν βρήκαμε μια απάντηση στο πρόβλημα που γεννάται για τον συσχετισμό των ψήφων των ενοίκων, δηλαδή της ανάδρασης που αναφέραμε προηγουμένως, με τη μεταβολή της θερμοκρασίας και κατ' επέκταση τη θερμική άνεση. Έχει γίνει εκτενέστατη έρευνα πάνω στο συγκεκριμένο καυτό θέμα, ωστόσο το συντριπτικό ποσοστό αρκείται σε θεωρητικό επίπεδο. Ο συγκεκριμένος τρόπος εργασίας με συνεχείς δοκιμές, που οδηγείται από το ένστικτό μας και αναδεικνύεται από αυτή την λεπτομέρεια, δεν έχει ερευνηθεί επαρκώς. Είναι ο στόχος μας λοιπόν να καινοτομήσουμε σε αυτό το κομμάτι, βάζοντας και εμείς το λιθαράκι μας στο οικοδόμημα της γνώσης.

# Κεφάλαιο 2

## Γνώση Υπόβαθρου

### (Θερμική Άνεση, Πρωτόκολλο KNX)

#### 2.1 Θερμική Άνεση

Μπορούμε να διακρίνουμε 3 ορισμούς για την θερμική άνεση (Γαϊτάνη 2003). Ο ορισμός για την θερμική άνεση, σύμφωνα με τα πρότυπα ISO και ASHRAE, ορίζει την θερμική άνεση ως την κατάσταση του εγκεφάλου του ατόμου που εκδηλώνει ικανοποίηση σε σχέση με το φυσικό περιβάλλον. Η θερμο-φυσιολογική προσέγγιση της θερμικής άνεσης βασίζεται στην ενεργοποίηση των θερμικών αισθητήρων στο δέρμα και τον υποθάλαμο και ορίζεται ως ο ελάχιστος ρυθμός των νευρικών σημάτων από αυτούς. Τέλος, σύμφωνα με τον ενεργειακό ορισμό η θερμική άνεση επιτυγχάνεται όταν η θερμότητα που ρέει από και προς το ανθρώπινο σώμα είναι ισοσταθμισμένη και η θερμοκρασία του δέρματος και ο ρυθμός εφύδρωσης κυμαίνονται μέσα σε μια κλίμακα άνεσης που εξαρτάται από τον μεταβολισμό.

Το πώς αντιλαμβάνεται ο κάθε άνθρωπος την θερμική άνεση εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από το θερμικό ισοζύγιο του ίδιου του ανθρώπου. Λέγοντας θερμικό ισοζύγιο στον άνθρωπο, στη βάση της διατήρησης της ενέργειας, εννοούμε την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του ανθρώπινου σώματος και του περιβάλλοντος, και την ισορροπία που μπορεί να επέλθει, σε ένα σχετικά ευρύ φάσμα θερμοκρασιών (Glaser & Newling 1957). Η ανταλλαγή αυτή μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους που περιλαμβάνουν την μεταφορά από το ανθρώπινο σώμα στον αέρα, την ακτινοβολία από το ανθρώπινο σώμα προς τις επιφάνειες που το περιβάλλουν και αντίστροφα, την αγωγή λόγω χαμηλότερης θερμοκρασίας του αέρα από το ανθρώπινο σώμα και τέλος την εξάτμιση μέσω της αναπνοής ή του ιδρώτα (Höppe 1997). Το θερμικό ισοζύγιο επηρεάζεται από προσωπικούς παράγοντες όπως το επίπεδο της δραστηριότητας ενός

ανθρώπου καθώς και ο τύπος ένδυσής του, από οργανικούς παράγοντες όπως το φύλο του ανθρώπου, η ηλικία και διάφορα φυλετικά χαρακτηριστικά, καθώς και από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία και η ταχύτητα του αέρα, η υγρασία αλλά και η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία των επιφανειών (Djongyang, Tchinda & Njomo 2010).

Μετρώντας όλους τους παραπάνω παράγοντες, μπορούμε να ορίσουμε το επίπεδο θερμικής άνεσης για έναν οργανισμό, υπολογίζοντας διάφορους θερμικούς δείκτες, πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος εκ των οποίων είναι η Προβλεπόμενη Μέση Ψήφος (PMV), η οποία αποτελεί και από το 1984 βάση του διεθνούς προτύπου ISO7730, για την αξιολόγηση της θερμικής άνεσης σε χώρους με μέσες θερμοκρασίες (Fanger 1970). Ο Fanger εξέλιξε το μοντέλο που πρότεινε ο ίδιος, μετρώντας και το ποσοστό των χρηστών που αισθάνονται ανικανοποίητοι με το θερμικό περιβάλλον, εισάγοντας τον δείκτη Προβλεπόμενου Ποσού Δυσανεστημένων (PPD). Συνδυάζοντας τους δύο δείκτες, κατέληξε στο συμπέρασμα πως αν και είναι αδύνατο να ικανοποιήσουμε θερμικά όλους τους ανθρώπους που βρίσκονται στο ίδιο χώρο, μπορούμε να περιορίσουμε τη δυσφορία σε ένα ελάχιστο δυνατό ποσοστό.

### **2.1.1 Δείκτες θερμικής άνεσης**

Θερμικοί δείκτες είναι το πώς οι θερμικές μεταβλητές επηρεάζουν τη θερμική άνεση. Για τον ορισμό της θερμικής άνεσης, έχουν γίνει προσπάθειες να ενοποιηθούν αυτοί οι δείκτες σε έναν, ωστόσο οι διάφοροι δείκτες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την προσέγγιση του θέματος, την περιοχή των συνθηκών εφαρμογής, στο ενδιαφέρον που δίνει ο καθένας στους παράγοντες διαμόρφωσης συνθηκών άνεσης καθώς και στην προσέγγιση του υπολογισμού ανταλλαγής θερμότητας.

Οι 2 εφαρμογές των θερμικών δεικτών είναι ο καθορισμός των απαιτήσεων θερμικής άνεσης κατά τον σχεδιασμό ενός νέου κτιρίου, καθώς και η διαχείριση και λειτουργία στη φάση του κλιματισμού.

Οι προτεινόμενοι δείκτες προορίζονται για συγκεκριμένες συνθήκες και ανάλογα με το περιβάλλον που αναπτύχθηκαν. Έτσι κάποιοι είναι κατάλληλοι για συνθήκες μόνιμης κατάστασης όπως εσωτερικοί κλιματιζόμενοι χώροι, άλλοι για μεταβατικές συνθήκες

όπως προθάλαμοι, διάδρομοι ή αποθήκες ενώ υπάρχουν και δείκτες για εξωτερικούς χώρους.

### 2.1.2 PMV – Predicted Mean Vote (Προβλεπόμενη Μέση Ψήφος)

Το μοντέλο PMV προβλέπει την θερμική αίσθηση σαν συνάρτηση της δραστηριότητας, ένδυσης και των τεσσάρων κλασικών περιβαλλοντικών παραμέτρων. Με το PMV προβλέπουμε τη μέση τιμή της εξίσωσης θερμικής άνεσης για σταθερή μεταφορά θερμότητας μεταξύ του σώματος και του περιβάλλοντος, ενώ βασίζεται στην κλίμακα αίσθησης του πρότυπου ASHRAE, σύμφωνα με το παρακάτω:

	+ 3	Πολύ Θερμό
	+ 2	Θερμό
	+ 1	Λίγο Θερμό
	0	Ουδέτερο
	- 1	Λίγο Ψυχρό
	- 2	Ψυχρό
	- 3	Πολύ Ψυχρό

**Πίνακας 1.** Κλίμακα αίσθησης ASHRAE

Μπορεί να εφαρμοστεί για τον έλεγχο συμμόρφωσης κάποιου περιβάλλοντος με τα κριτήρια άνεσης και για τον καθορισμό διαφορετικών επιπέδων απαιτήσεων αποδοχής (ISO 7730 2005) ενώ η χρήση του γίνεται με τιμές της παραπάνω επταβάθμιας κλίμακας μεταξύ -3 και 3.

Η εξίσωση του PMV σύμφωνα με το ISO 7730 (2005) είναι:

$$\begin{aligned}
 PMV = & (0.303 \exp(0.036 \cdot M) + 0.028) \\
 & \{ (M - W) - 3.05 \cdot 10^{-3} \cdot [5733 - 6.99(M - W) - P_a] - 0.42 \cdot \\
 & [(M - W) - 58.15] - 1.7 \cdot 10^{-5} M (5867 - P_a) - 0.0014M (34 - t_a) \\
 & - 3.96 \cdot 10^{-8} f_{cl} \cdot [(t_{cl} + 273)^4 - (t_r + 273)^4] - f_{cl} h_c (t_{cl} - t_a) \}
 \end{aligned}$$

Όπου:

M: μεταβολικός ρυθμός (W/m<sup>2</sup>)

W: μηχανική ισχύς (W/m<sup>2</sup>)

I<sub>cl</sub>: μόνωση από την ένδυση (m<sup>2</sup>K/W)<sup>2</sup>

f<sub>cl</sub>: παράγοντας επιφάνειας ένδυσης

t<sub>a</sub>: θερμοκρασία αέρα (°C)

t<sub>r</sub>: μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία (°C)

v<sub>ar</sub>: σχετική ταχύτητα αέρα (m/s)

p<sub>a</sub>: σχετική πίεση ατμών (Pa)

h<sub>c</sub>: συντελεστής μετάδοσης θερμότητας (W/m<sup>2</sup>K)

t<sub>cl</sub>: θερμοκρασία επιφάνειας ένδυσης (°C)

Ο PMV μπορεί να καθοριστεί με τους παρακάτω τρόπους:

- Με την επίλυση της ανωτέρω μη γραμμικής εξίσωσης με τη μέθοδο Newton – Raphson και τη χρήση υπολογιστή.
- Από το παράρτημα ANNEX E του προτύπου ISO 7730 (2005) που περιέχει πίνακες με διαφορετικούς συνδυασμούς δραστηριότητας, ένδυσης, θερμοκρασία λειτουργίας και σχετικής ταχύτητας αέρα.
- Με άμεση μέτρηση με τη χρήση κάποιου αισθητηρίου.

### **2.1.3 PPD – Predicted Percentage of Dissatisfied (προβλεπόμενο ποσοστό δυσαρεστημένων)**

Οι άνθρωποι που αισθάνονται θερμική δυσφορία είναι αυτοί που ψηφίζουν πως αισθάνονται πολύ κρύο, κρύο, ζεστό ή πολύ ζεστό στην επταβάθμια κλίμακα του PMV. Ο δείκτης PPD προβλέπει τη μέση τιμή των θερμικά δυσαρεστημένων ανθρώπων οι οποίοι είναι πιθανό να αισθανθούν κατ' αυτό τον τρόπο μέσα σε μια μεγάλη ομάδα ανθρώπων.

Εύκολα υπολογίζεται αν έχει γνωρίζουμε το PMV, ως εξής:

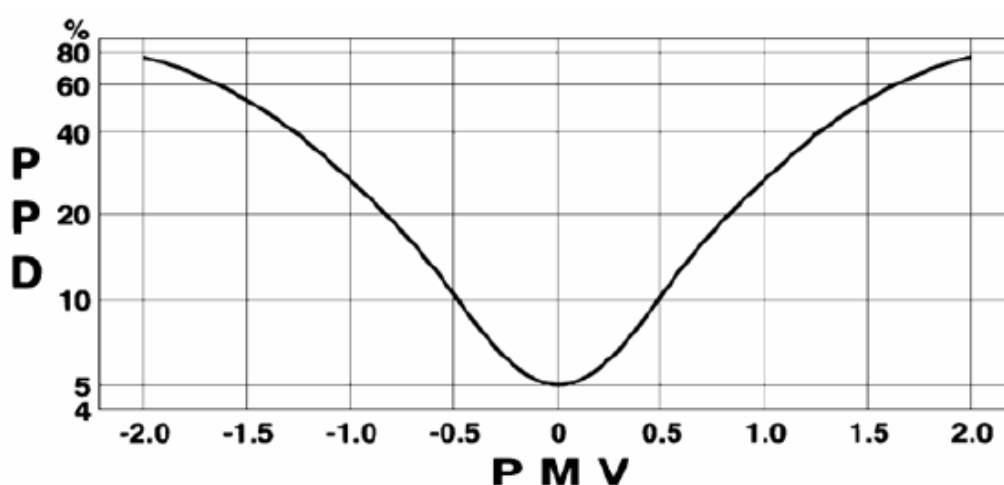
$$PPD = 100 - 95 \exp(-0,0335 PMV^4 - 0,2179 PMV^2)$$

Αν σκεφτούμε την διαφορετική αντίδραση που μπορεί να έχουν διαφορετικοί άνθρωποι στο ίδιο ερέθισμα, είναι φυσιολογικό να παρουσιάζεται διακύμανση στο αίσθημα

θερμικής άνεσης ανθρώπων που υποβάλλονται στις ίδιες συνθήκες περιβάλλοντος, καθώς μιλάμε για διαφορετική ένδυση, μεταβολισμό, δραστηριότητα μέσα στο χώρο ακόμα και ψυχοσύνθεση.

Μεγαλύτερη σημασία έχουν οι άνθρωποι που δεν αισθάνονται θερμικά καλά μέσα σε ένα χώρο και θα ψηφίσουν -3, -2, 2 και 3, καθώς αυτοί είναι που τελικά θα απαιτήσουν αλλαγή στις συνθήκες περιβάλλοντος.

Συνδυάζοντας τους δύο δείκτες, παίρνουμε το παρακάτω διάγραμμα:



**Διάγραμμα 1.** Καμπύλη συσχετισμού PMV και PPD

Παρατηρούμε πως η καμπύλη είναι συμμετρική, για  $PMV=0$  έχουμε τους λιγότερους δυσαρεστημένους ενοίκους με  $PPD=5\%$  και καταλαβαίνουμε πως σε κανένα σημείο δεν μπορούμε να έχουμε όλους τους ενοίκους ικανοποιημένους.

#### **2.1.4 Δείκτης θερμικής επιβάρυνσης TSI**

Ο δείκτης TSI, είναι ένα βιοφυσικό μέγεθος που περιγράφει ροές εναλλαγής θερμότητας σώματος και περιβάλλοντος και υπολογίζει τη θερμική επιβάρυνση του ανθρώπινου σώματος. Βασίζεται στον υπολογισμό του παραγόμενου ιδρώτα, σε ένα συντελεστή απόψυξης για το ανθρώπινο σώμα μέσω του ιδρώτα, στο παραγόμενο έργο, στον μεταβολισμό, καθώς και στις εναλλαγές θερμότητας και ακτινοβολίας.

Είναι ένας δείκτης που προορίζεται για συνθήκες μόνιμης κατάστασης, ενώ τα αποτελέσματά του είναι ικανοποιητικά για την θερμική άνεση.

### **2.1.5 ET αποτελεσματική θερμοκρασία ( $T_{eff}$ )**

Ο δείκτης ορίζεται ως η θερμοκρασία μιας ακίνητης, κεκορεσμένης υδρατμών ατμόσφαιρας που απουσία ακτινοβολίας θα έδινε την ίδια επίδραση όπως η ατμόσφαιρα που εξετάζουμε (Houghten & Yagloglou 1923).

Αναπτύχθηκε για λογαριασμό της ASHRAE το 1923 και θεωρείται ξεπερασμένος αν και είναι σχετικά έγκυρος για συνθήκες ανάπαυσης.

### **2.1.6 Λειτουργική θερμοκρασία ( $T_o$ )**

Ο δείκτης ορίζεται ως η ενιαία θερμοκρασία ενός φανταστικού χώρου, στον οποίο το άτομο θα ανταλλάσσει το ίδιο ποσό θερμότητας με ακτινοβολία και μεταφορά, όπως στο πραγματικό περιβάλλον (Winslow, Herrington & Gagge 1937). Σαν δείκτης συνδυάζει τη θερμοκρασία του αέρα, τη μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία του αέρα και την κίνησή του, ενώ χρησιμοποιείται για την περιγραφή περιβάλλοντων εσωτερικών χώρων.

### **2.1.7 Ισοδύναμη θερμοκρασία ( $T_{eq}$ )**

Διάφοροι ορισμοί έχουν δοθεί κατά το πέρασμα του χρόνου για την ισοδύναμη θερμοκρασία, όμως ο πλέον αποδεκτός ορισμός είναι αυτός του Madsen (1984) που την ορίζει ως την ομοιόμορφη θερμοκρασία ενός φανταστικού θαλάμου με ταχύτητα αέρα ίση με το μηδέν, στον οποίο ένα άτομο θα αντάλλαζε την ίδια ποσότητα θερμότητας με ακτινοβολία και μεταφορά, όπως σε ένα πραγματικό περιβάλλον.

Σαν ορισμός είναι πολύ κοντά με αυτόν της Λειτουργικής θερμοκρασίας  $T_o$ .

### **2.1.8 Προκύπτουσα θερμοκρασία (RT)**

Ο δείκτης προκύπτει από πειραματικά δεδομένα (Missénard 1959), από την θερμική ισορροπία που επέρχεται μεταξύ ενός οργανισμού και του περιβάλλοντος μετά από κάποια ώρα (30' περίπου), και αποσκοπεί στην μέτρηση της επίδρασης της υγρασίας του αέρα και της ταχύτητας του ανέμου, ενώ σύμφωνα και με αυτά είναι δείκτης για συνθήκες ανάπαυσης.

Επιστρέφει καλά αποτελέσματα για θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 30°C, ενώ δεν είναι ιδιαίτερα αξιόπιστος για μικρότερες θερμοκρασίες καθώς υπερεκτιμά την υγρασία.

### 2.1.9 Τυπική αισθητή θερμοκρασία (SET\*)

Ο δείκτης ορίζεται ως η θερμοκρασία σε ένα περιβάλλον με ομοιόμορφες συνθήκες και σχετική υγρασία 50%, μέσα στο οποίο οι άνθρωποι θα παρουσίαζαν τα ίδια ποσοστά ανταλλαγής θερμότητας με ακτινοβολία, μεταφορά και εξάτμιση, όπως και αν ήταν σε κάποιο περιβάλλον που μεταβάλλεται η θερμοκρασία (ASHRAE 55, 2010).

Το μοντέλο αναπτύχθηκε στη βάση του δυναμικού δικομβικού (two node) μοντέλου ρύθμισης της θερμοκρασίας του ανθρώπου (Gagge 1971, ASHRAE 1997) που διαφέρει από το μοντέλο μόνιμης κατάστασης του Fanger. Ο υπολογισμός του είναι παρόμοιος με αυτό του PMV με βασική διαφορά πως περιγράφεται από δύο διπλές γραμμικές εξισώσεις θερμικού ισοζυγίου που αντιπροσωπεύουν την θερμοκρασία και την υγρασία του δέρματος. Αυτό βέβαια έχει σαν συνέπεια ο υπολογισμός του δείκτη SET\* να είναι πιο σύνθετος και δύσκολος από τον PMV, καθώς πριν υπολογίσουμε τον SET\*, θα πρέπει να επεξεργαστούν οι φυσιολογικές παράμετροι του ανθρώπινου σώματος χρησιμοποιώντας το δικομβικό μοντέλο, πράγμα που δεν είναι απαραίτητο για τον υπολογισμό του PMV. Παρόλα αυτά η μετάδοση θερμότητας μεταξύ του ανθρώπινου σώματος και του περιβάλλοντος στον υπολογισμό του SET\*, γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως στο PMV.

### 2.1.10 TSENS

Είναι ένας δείκτης πρόβλεψης ψήφου σε μια ενδεκαβάθμια κλίμακα θερμικής αίσθησης, που προβλέπει τη θερμική αίσθηση χρησιμοποιώντας την θερμοκρασία του δέρματος.

Ο δείκτης ορίζεται σύμφωνα με το παρακάτω:

Αφόρητα Θερμό	Πολύ Θερμό	Θερμό	Ζεστό	Ελαφρά Δροσερό	Ουδέτερο	Ελαφρά Κρύο	Δροσερό	Κρύο	Πολύ Κρύο	Αφόρητα Κρύο
-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5

**Πίνακας 2.** Ενδεκαβάθμια κλίμακα θερμικής αίσθησης TSENS

Η τιμή του υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση (ASHRAE 1989):

$$T_{b,h} = 0,46859 (T_b - T_{b,c}), \text{ εάν } T_b < T_{b,c} = 4,7 n_e (T_b - T_{b,c}) / (T_{b,h} - T_{b,c}), \text{ εάν } T_{b,c} < T_b < T_{b,h} = 4,7 n_e (T_b - T_{b,h}), \text{ εάν } T_{b,h} \leq T_b$$

Όπου:

$T_b$  = θερμοκρασία σώματος,

$T_c$  = κρύο,

$T_h$  = ζεστό,

$n_e$  = εξατμιστική ικανότητα.

### 2.1.11 DISC

Είναι ένας δείκτης πρόβλεψης ψήφου σε μια εξαβάθμια κλίμακα θερμικής αίσθησης, που προβλέπει τη δυσφορία χρησιμοποιώντας την εφίδρωση και την θερμοκρασία του δέρματος.

Ο δείκτης ορίζεται σύμφωνα με το παρακάτω:

Ανυπόφορα	Οριακά Ανεκτά	Πολύ Δυσάρεστα	Δυσάρεστα	Μέτρια Δυσάρεστα	Άνετα
-5	-4	-3	-2	-1	0

**Πίνακας 3.** Κλίμακα DISC

Η τιμή του υπολογίζεται από την παρακάτω εξίσωση (ASHRAE 1989):

$$DISC = 0,4685 (T_b - T_{b,c}), \text{ εάν } T_b < T_{b,c} = 4,7 (Q_{e,rsw} - Q_{e,rsw,req}) / (Q_{e,amx} - Q_{e,rsw,req} - Q_{e,dif}), \text{ εάν } T_{b,c} < T_b$$

Όπου:

$Q$  = ροή θερμότητας,

$Q_e$  = εξατμηση,

$Q_{rsw}$  = εφίδρωση,

$Q_{req}$  = απαιτούμενη θερμότητα,

$Q_{da}$  = διάχυση.

### **2.1.12 Βιοκλιματικά διαγράμματα**

Τα βιοκλιματικά διαγράμματα συμβάλλουν στην ανάλυση των χαρακτηριστικών μιας προκαθορισμένης τοποθεσίας από την σκοπιά της θερμικής άνεσης, διότι παρουσιάζουν πάνω σε ένα ψυχομετρικό χάρτη το συνδυασμό θερμοκρασίας και υγρασίας σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Μπορούν επίσης να δώσουν κατευθυντήριες γραμμές στο σχεδιασμό κτιρίων για να μεγιστοποιηθούν οι εσωτερικές συνθήκες άνεσης, όταν το εσωτερικό του κτιρίου δεν κλιματίζεται με μηχανικά μέσα. Όλα αυτά τα διαγράμματα έχουν δομηθεί γύρω, και αναφέρονται στην ζώνη άνεσης.

### **2.1.13 Προσαρμόσιμη θερμική άνεση**

Ο Nicol (1993) ορίζει το προσαρμόσιμο μοντέλο σαν “μια προσέγγιση στην μελέτη της θερμικής άνεσης, η οποία ξεκινά από την παρατήρηση ότι υπάρχει ένα εύρος ενεργειών τις οποίες κάποιος μπορεί να τις πραγματοποιήσει για να επιτύχει θερμική άνεση, και η δυσφορία που προκαλείται από τους περιορισμούς που επιβάλλονται στο εύρος των ενεργειών από κοινωνικούς, φυσικούς ή άλλους παράγοντες”. Ο Humphreys (2001) ανέφερε ότι “αυτό που ψάχνουμε σε ένα προσαρμόσιμο μοντέλο, είναι μια αναδυόμενη ιδιότητα η οποία έχει χαρακτηριστικά που δεν μπορούν να προβλεφθούν από τα μαθηματικά που κρύβονται από πίσω”. Οι Nicol και Humphreys (2001) δήλωσαν ότι η θεμελιώδης θεώρηση του προσαρμόσιμου μοντέλου ορίζεται από την προσαρμόσιμη αρχή πως “εάν πραγματοποιηθεί μια αλλαγή ώστε να προκαλέσει δυσφορία, τότε οι άνθρωποι τείνουν να αντιδράσουν με τρόπους που θα αποκαταστήσουν την άνεσή τους”.

Το 2002, οι Nicol και Humphreys πραγματοποίησαν μια μελέτη με στόχο την προσέγγιση ενός προσαρμόσιμου μοντέλου θερμικής άνεσης. Στην έρευνά τους κατέδειξαν μια ξεκάθαρη ασυμφωνία μεταξύ των ενοίκων σε κτίρια ελεύθερης ροής (χωρίς μηχανική υποστήριξη) και σε αυτά που είναι θερμαινόμενα και ψυχόμενα. Υπέδειξαν ότι το γράφημα των κτιρίων ελεύθερης ροής είναι σε γραμμική μορφή, ενώ για τα υπόλοιπα κτίρια είναι πολύ πιο πολύπλοκο. Κατέληξαν ότι η προσαρμόσιμη προσέγγιση θα μπορούσε να βοηθήσει τους σχεδιαστές κτιρίων να εκτιμήσουν την εσωτερική θερμική άνεση για ενοίκους σε κτίρια ελεύθερης ροής.

Τα προσαρμόσιμα μοντέλα προβλέπουν τις συνθήκες στις οποίες οι άνθρωποι είναι πιθανόν να είναι άνετοι μέσα σε κτίρια και αντίθετα με τον δείκτη PMV δεν προβλέπουν αντιδράσεις άνεσης. Η σημαντική μεταβλητή στα προσαρμόσιμα μοντέλα είναι η κατάσταση του καιρού.

#### **2.1.14 Πρότυπα θερμικής άνεσης**

Τα δύο βασικά πρότυπα που αναφέρονται στην θερμική άνεση είναι το ISO 7730 Standard (International Standards Organization) και το ASHRAE Standard 55 (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers) καθώς και μερικά άλλα μικρότερης σημασίας και εφαρμογής. Τα δύο αυτά πρότυπα είναι πολύ καλά εγκαθιδρυμένα και σε συμφωνία το ένα με το άλλο (Olesen 2004). Παραδοσιακά, οι προτάσεις τους βασίστηκαν σχεδόν εξολοκλήρου σε εργαστηριακές έρευνες (Argonoff & Kaplan 1995), αλλά τα τελευταία χρόνια προστέθηκαν αλλαγές που επιτρέπουν μερική προσαρμογή στον καιρό και στην προσέγγιση προσαρμόσιμων μοντέλων.

#### **2.1.15 Ευρωπαϊκό πρότυπο ISO 7730**

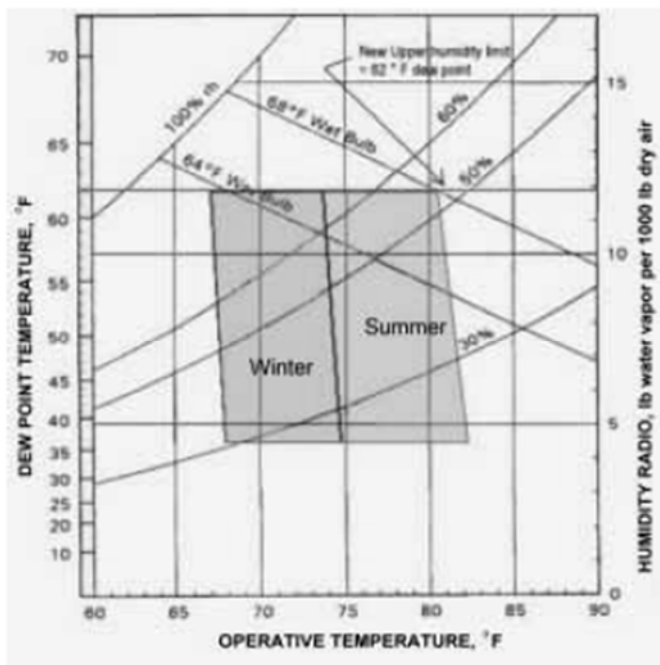
Το Ευρωπαϊκό πρότυπο ISO 7730 εγκαθιδρύθηκε για να εκτιμήσει την θερμική άνεση σε εσωτερικά περιβάλλοντα. Αποτελεί ένα διεθνές πρότυπο που παρέχει μεθόδους πρόβλεψης της γενικής θερμικής άνεσης και του βαθμού δυσφορίας ή θερμικής δυσφορίας ανθρώπων σε ήπια θερμικά περιβάλλοντα. Χρησιμοποιώντας τον υπολογισμό των PMV, PPD και της τοπικής θερμικής άνεσης, επιτρέπει τον καθορισμό της θερμικής άνεσης για τους ενοίκους στο σχεδιασμό καινούριων κτιρίων ή στα υπάρχοντα κτίρια. Η πιο πρόσφατη έκδοση του προτύπου (2005) είναι αρκετά κοντά στο πρότυπο ASHRAE 55 (2013) στον καθορισμό αποδεκτών δεικτών PMV και PPD για τα κριτήρια θερμικής άνεσης. Επίσης παρέχει μεθόδους για την εκτίμηση της τοπικής δυσφορίας που προκαλείται από ρεύματα αέρα, την ασύμμετρη ακτινοβολία και τις θερμοκρασιακές μεταβολές.

#### **2.1.16 Το πρότυπο ASHRAE 55**

Το πρότυπο της Αμερικανικής Ένωσης Μηχανικών της Θέρμανσης, Ψύξης και Κλιματισμού (ASHRAE) αναπτύχθηκε για θερμικές συνθήκες περιβάλλοντος για ανθρώπους. Ο σκοπός του συγκεκριμένου προτύπου είναι να “ορίσει τους συνδυασμούς των παραγόντων του εσωτερικού θερμικού περιβάλλοντος και τους προσωπικούς

παράγοντες οι οποίοι θα παράγουν θερμικές συνθήκες περιβάλλοντος αποδεκτές για την πλειοψηφία των ενοίκων μέσα σε ένα χώρο” (ASHRAE 2004). Η αναθεωρημένη έκδοση του προτύπου του 2013 έρχεται σε συμφωνία με το πρότυπο ISO7730 2005 και τον υπολογισμό των δεικτών PMV/ PPD και επίσης αναπτύχθηκαν προσαρμοσμένα κριτήρια για το πρότυπο. Δημιουργήθηκε με σκοπό την χρήση του για την ανάλυση του θερμικού περιβάλλοντος στον σχεδιασμό κτιρίων και στα υπάρχοντα κτίρια με συστήματα HVAC.

Το πρότυπο ορίζει συγκεκριμένες συνθήκες ή ζώνες άνεσης στις οποίες το 80% των καθημένων ή με χαμηλή δραστηριότητα ανθρώπων, θα βρει το περιβάλλον θερμικά άνετο. Στο πρότυπο ASHRAE 55, η αίσθηση της θερμικής άνεσης βασίζεται σε τέσσερις περιβαλλοντικούς παράγοντες (θερμοκρασία αέρα, σχετική υγρασία, ακτινοβολούμενη θερμοκρασία και ταχύτητα αέρα) και δύο προσωπικούς παράγοντες (μεταβολικός ρυθμός και μόνωση ένδυσης). Αναφέρεται στη θερμική άνεση σε σταθερή κατάσταση και μπορεί να την προβλέψει είτε γραφικά, είτε με την χρήση υπολογιστών. Το εύρος των αποδεκτών λειτουργικών θερμοκρασιών με τη γραφική μέθοδο φαίνεται στον παρακάτω ψυχομετρικό χάρτη.



**Διάγραμμα 2.** Ψυχομετρικός χάρτης θερμικής άνεσης

Παρόλο που η γραφική μέθοδος είναι εύκολη στη χρήση της, είναι περιορισμένη σε συγκεκριμένους μεταβολικούς ρυθμούς και ταχύτητα αέρα. Η μέθοδος με την χρήση

υπολογιστών μπορεί να εφαρμοστεί σε μεγαλύτερο εύρος συνθηκών συγκριτικά με τη γραφική μέθοδο.

### 2.1.17 Πρότυπο θερμικής άνεσης για γραφεία

Όπως επισημάνθηκε και παραπάνω, τα πρότυπα θερμικής άνεσης αναθεωρούνται σε τακτά χρονικά διαστήματα από τον ASHRAE και τον οργανισμό ISO. Στο πρότυπο ASHRAE 55 (2013), υπάρχουν γενικές προτάσεις για θερμική άνεση εσωτερικών χώρων, αλλά στο πρότυπο ISO 7730 (2005) ορίζονται οι απαιτούμενες συνθήκες θερμικής άνεσης για γραφεία. Παρόλα αυτά, έρευνες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν κάτω από πραγματικές θερμικές συνθήκες σε κτίρια γραφείων, έδειξαν ότι η πραγματική βέλτιστη θερμική αποδοχή είναι αρκετά μικρότερη από αυτή που προτείνεται στο πρότυπο ASHRAE 55 και ότι οι ένοικοι των γραφείων προτιμούσαν θερμικές συνθήκες κάπως πιο ψυχρές από αυτές που υποδεικνύονται στα θερμικά πρότυπα.

Τα προτεινόμενα κριτήρια εσωτερικής θερμικής άνεσης για γραφεία, φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Πρότυπο θερμικής άνεσης	Αποδεκτό θερμικό περιβάλλον		
	Κατηγορία κτιρίου	Χειμώνας	Καλοκαίρι
ISO 7730	A	22 ± 1 °C	24,5 ± 1 °C
	B	22 ± 2 °C	24,5 ± 1,5 °C
	C	22 ± 3 °C	24,5 ± 2,5 °C
ASHRAE 55	-0,5 < PMV < 0,5		
Προσαρμόσιμο μοντέλο	17 - 31 °C, ανάλογα το κλίμα		

**Πίνακας 4.** Κριτήρια εσωτερικής θερμικής άνεσης για γραφεία

### 2.1.18 Θερμική άνεση και ικανοποίηση

Η υπάρχουσα βιβλιογραφία αναφέρει ότι υπάρχει μια απευθείας σχέση μεταξύ του θερμικού περιβάλλοντος και την ικανοποίηση των ενοίκων. Ο Ruck (1989) αναφέρει ότι η θερμική άνεση αποτελεί μια πολύπλοκη ψυχο-φυσιολογική κατάσταση ικανοποίησης, η οποία συμβαίνει μέσα σε ένα πολύ λεπτό εύρος ανθρώπινων αντιδράσεων. Αν και η

άνεση δεν περιορίζεται στη θερμική άνεση, σε αυτήν αφορούν τα περισσότερα παράπονα των εργαζομένων γραφείων στις περισσότερες έρευνες που αφορούν τα κτίρια γραφείων. Υπάρχει μια μικρή αύξηση ικανοποίησης με το θερμικό περιβάλλον όταν ο βαθμός του ατομικού ελέγχου αυξάνεται και υπάρχει μια μικρή αύξηση της ικανοποίησης στην εργασία όταν αυξάνεται η ικανοποίηση με το θερμικό περιβάλλον (Schiller κ.α. 1988). Οι de Dear και Cena (1998), συμπέραναν ότι η θερμική ουδετερότητα ήταν 20,3°C τον χειμώνα και 23,3°C το καλοκαίρι στην επταβάθμια κλίμακα αίσθησης του ASHRAE.

### **2.1.19 Έλεγχος της θερμικής άνεσης**

Έρευνες έδειξαν ότι ο προσωπικός χειρισμός και ο έλεγχος μέσα σε ένα θερμικό περιβάλλον μπορεί να αυξήσει την ικανοποίηση των ενοίκων, ακόμα και αν δεν χρησιμοποιούν τα χειριστήρια (Schiller κ.α. 1988). Επίσης ο ατομικός έλεγχος ή η προσωπική προσαρμογή (ένδυση και δραστηριότητα) μέσα στο θερμικό περιβάλλον θα αυξήσει το επίπεδο της θερμικής αποδοχής (Olesen 2004).

Οι Raja κ.α. (2001) έδειξαν ότι η θερμική αίσθηση και η εφαρμογή διαφόρων τρόπων ελέγχου από τους ενοίκους παίζουν σπουδαίο ρόλο στην βελτίωση του εσωτερικού θερμικού περιβάλλοντος. Σε μια πιο πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε κτίρια γραφείων στη Γερμανία, φάνηκε πως ο έλεγχος του εσωτερικού κλίματος από τους ενοίκους ή ακόμα και η αντίληψη του αποτελέσματος του ελέγχου που μπορεί να επιτευχθεί με την ανάμειξη των εργαζομένων, επηρέασε πολύ θετικά την ικανοποίησή του για τις θερμικές συνθήκες (Voss κ.α. 2007).

## **2.2 Το πρωτόκολλο KNX**

Για να μεταφερθούν δεδομένα ελέγχου σε όλα τα εξαρτήματα της διαχείρισης κτιρίου, απαιτείται ένα σύστημα που θα λειτουργεί αποκεντρωμένα, εξασφαλίζοντας ότι όλα τα εξαρτήματα θα επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω μίας κοινής γλώσσας. Δηλαδή ένα σύστημα ανεξάρτητο κατασκευαστή και τομέων εφαρμογών, όπως το KNX.

Το Πρότυπο KNX βασίζεται σε περισσότερα από 20 έτη εμπειρίας στην αγορά, συμπεριλαμβανομένων και προκατόχων αυτού (EIB, EHS και BatiBUS). Μέσω του μέσου KNX με το οποίο συνδέονται όλες οι συσκευές bus (με καλώδιο συνεστραμμένων

αγωγών, ραδιοσυχνότητες, γραμμές ισχύος ή IP/Ethernet), είναι σε θέση να ανταλλάσσουν πληροφορίες.

Οι συσκευές bus μπορεί να είναι είτε αισθητήρες, είτε ενεργοποιητές που απαιτούνται για τον έλεγχο του εξοπλισμού της διαχείρισης κτιρίου όπως π.χ φωτισμός, ηλεκτρικά ρολά, συστήματα ασφαλείας, συστήματα εποπτείας και παρακολούθησης, διαχείριση ενέργειας, θέρμανση, κλιματισμός, απομακρυσμένος έλεγχος κ.α. Όλες αυτές οι λειτουργίες μπορούν να ελέγχονται, να παρακολουθούνται και να σηματοδοτούνται μέσω ενός ενιαίου συστήματος χωρίς την ανάγκη για επιπλέον κέντρα ελέγχου.

### **2.2.1 Η σημασία του KNX**

Το KNX είναι ένα Παγκόσμιο Πρότυπο. Αρκετά εκατομμύρια επιτυχημένες εγκαταστάσεις KNX μπορούν να βρεθούν όχι μόνο στην Ευρώπη, αλλά και στην Άπω Ανατολή, στη Βόρεια και τη Νότια Αμερική - μία απόδειξη του πόσο ελκυστική είναι η προσέγγιση του KNX. Πάνω από 340 μέλη - εταιρείες KNX προσφέρουν παγκοσμίως σχεδόν 7.000 πιστοποιημένες ομάδες προϊόντων στους καταλόγους τους, από διαφορετικά πεδία εφαρμογών.

Το KNX έχει εγκριθεί ως Διεθνές Πρότυπο (ISO/IEC 14543 - 3), καθώς και ως Ευρωπαϊκό Πρότυπο (CENELEC EN 50090 και CEN EN 13321 - 1) αλλά και Κινέζικο Πρότυπο (GB /T 20965). Ως εκ τούτου το μέλλον του KNX είναι βεβαιωμένο.

Τα προϊόντα KNX που κατασκευάζονται από διαφορετικούς κατασκευαστές μπορούν να συνδυαστούν (το λογότυπο σήμα κατατεθέν KNX εγγυάται τη διασυνεργασία και τη διαλειτουργικότητα τους). Δηλαδή μπορούν να αποστέλλουν και λαμβάνουν μηνύματα, κατανοώντας τα σωστά και να αντιδρώντας σε αυτά, χωρίς επιπρόσθετο εξοπλισμό. Επομένως το KNX είναι το μοναδικό ανοιχτό Πρότυπο στον κόσμο για τον έλεγχο και των εμπορικών και των οικιακών κτιρίων.

Όποιο και αν είναι το είδος του κτιρίου, από συγκρότημα γραφείων μέχρι ένα μέσο νοικοκυριό, το KNX δημιουργεί νέες ευκαιρίες για την ανάπτυξη των κτιριακών συστημάτων ελέγχου, διατηρώντας το κόστος σε διαχειρίσιμα επίπεδα. Το KNX έχει δυνατότητα να δώσει λύσεις, οι οποίες μπορούν να επιτευχθούν μόνο με πολύ μεγάλη προσπάθεια με συμβατικές εγκαταστάσεις.

Μέσω μίας μόνο οθόνης αφής, όλες οι εφαρμογές της οικίας ή του κτιρίου μπορούν να ελεγχθούν. Από τον έλεγχο θέρμανσης, εξαερισμού και πρόσβασης, έως τον απομακρυσμένο έλεγχο όλων των οικιακών συσκευών.

Το KNX ολοένα και αναπτύσσεται, προκειμένου να μπορεί να προσφέρει συνεχώς νέους τρόπους για τη βελτίωση της άνεσης, της ασφάλειας και της εξοικονόμησης ενέργειας στην οικία ή στο κτίριο.

### **2.2.2 Τα πλεονεκτήματα του KNX**

Όπου χρησιμοποιείται, το KNX φέρνει πραγματικά οφέλη για τους αρχιτέκτονες, τους σχεδιαστές και τους αναδόχους των κτιρίων, μα πάνω απ' όλα για τους ιδιοκτήτες και τους χρήστες αυτών.

Χαμηλό κόστος λειτουργίας και εξοικονόμηση ενέργειας. Ο φωτισμός και η θέρμανση ενεργοποιούνται μόνο όταν χρειάζεται, π.χ. ανάλογα με την ώρα ή/ και την παρουσία ατόμων, με αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων. Επιπλέον, ο φωτισμός μπορεί να ελεγχθεί αυτόματα σε σχέση με την ένταση του φωτός της ημέρας, διατηρώντας έτσι ένα καθορισμένο ελάχιστο επίπεδο φωτεινότητας σε κάθε χώρο εργασίας και μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας (μόνο οι πηγές του φωτός που πραγματικά χρειάζονται παραμένουν αναμμένες).

Εξοικονόμηση χρόνου. Η διασύνδεση όλων των συσκευών επικοινωνίας με ένα μόνο bus μειώνει σημαντικά το χρόνο σχεδιασμού και εγκατάστασης. Ένα μοναδικό εργαλείο ανεξάρτητο κατασκευαστή και πεδίου εφαρμογής, το Engineering Tool Software (ETS) επιτρέπει το σχεδιασμό, τη διαμόρφωση και τη θέση σε λειτουργία των εγκαταστάσεων που διαθέτουν πιστοποιημένα προϊόντα KNX. Δεδομένου ότι το εργαλείο είναι ανεξάρτητο κατασκευαστή, ο εγκαταστάτης του συστήματος είναι σε θέση να συνδυάσει προϊόντα από διαφορετικούς κατασκευαστές με διαφορετικά μέσα επικοινωνίας (συνεστραμμένο ζεύγος, ραδιοσυχνότητες, Powerline ή IP/Ethernet) σε μία εγκατάσταση.

Ευελιξία και προσαρμοστικότητα στις μελλοντικές εξελίξεις. Μία εγκατάσταση KNX μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί σε νέες εφαρμογές και είναι εύκολα επεκτάσιμη. Νέα εξαρτήματα μπορούν εύκολα να συνδεθούν με την υπάρχουσα εγκατάσταση bus.

### **2.2.3 KNX Association**

Η κινητήρια δύναμη πίσω από το KNX είναι η KNX Association. Πρόκειται για μια ομάδα κορυφαίων εταιρειών που δραστηριοποιούνται σε πολλούς τομείς του οικιακού και κτιριακού ελέγχου. Επί του παρόντος, η KNX Association έχει περισσότερα από 370 μέλη, που αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 80% των συσκευών οικιακού και κτιριακού ελέγχου που πωλούνται στην Ευρώπη.

Με κοινό στόχο, οι εταιρείες αυτές προωθούν την ανάπτυξη των συστήματα κτιριακών εγκαταστάσεων γενικά και το KNX ως το μόνο παγκόσμιο ανοιχτό πρότυπο για τον οικιακό και κτιριακό έλεγχο. Η KNX Association έχει συνάψει συμφωνίες συνεργασίας με περισσότερες από 44.000 εταιρείες εγκαταστατών σε 128 χώρες, με περισσότερα από 100 τεχνικά πανεπιστήμια, καθώς και με πάνω από 300 εκπαιδευτικά κέντρα.

### **2.2.4 Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω KNX**

Η κλιματική αλλαγή και η συνεχόμενη μείωση των πόρων σημαίνει ότι η αποτελεσματική χρήση της ενέργειας είναι ένα βασικό κοινωνικό ζήτημα. Δεδομένου ότι ευθύνονται για το 40% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, τα κτίρια αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Το KNX πληροί τις απαιτήσεις της κορυφαίας κλάσης Ενεργειακής Απόδοσης για αυτοματισμό κτιρίων, που σημαίνει ότι είναι ιδανικό για την εκπλήρωση των αυστηρότερων απαιτήσεων ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων. Μέσω ευφυούς ελέγχου του κτιριακού συστήματος με το KNX, η κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου μπορεί να μειωθεί κατά το ήμισυ.

Ευφυής έλεγχος των συστημάτων κτιρίου μειώνει την κατανάλωση ενέργειας και τα αντίστοιχα λειτουργικά κατά πολύ - αυτό είναι το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξε από το Ινστιτούτο για την Κτιριακά και Ενεργειακά Συστήματα στο Πανεπιστήμιο Εφαρμοσμένων Επιστημών Biberach στη Γερμανία. Από αυτό προκύπτει εκτεταμένη έρευνα για τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση σύγχρονων συστημάτων ηλεκτρικής εγκατάστασης όπως KNX και συνοψίζει τα

αποτελέσματα της ως εξής: «Ιδιαίτερα οι λειτουργίες αυτοματισμού, οι οποίες παρουσιάζουν υψηλό βαθμό δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας και με το συνδυασμό διαφόρων επιμέρους καταστάσεων, μπορούν σήμερα να επιτευχθούν μόνο με τη χρήση σύγχρονης κτιριακής τεχνολογίας συστημάτων που βασίζονται σε συστήματα bus και σε συστήματα επικοινωνίας».

Ένα άλλο ερευνητικό πρόγραμμα, πραγματοποιήθηκε από το Πανεπιστήμιο Εφαρμοσμένων Επιστημών της Βρέμης. Η εξοικονόμηση ενέργειας με βάση το KNX δείχνει το βαθμό εξοικονόμησης ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί, για παράδειγμα της ενέργειας θέρμανσης. Το νεόκτιστο Πανεπιστήμιο Εφαρμοσμένων Επιστημών Βρέμης - Κέντρο Πληροφορικής και Τεχνολογίας Μέσων (ZIMT) έχει εγκαταστήσει KNX ελεγκτές και εξοπλισμό για τη ρύθμιση της θέρμανσης και του φωτισμού. Τα συλλεγμένα δεδομένα έχουν αξιολογηθεί, και έχουν πραγματοποιηθεί συγκρίσεις μεταξύ της «κανονικής» λειτουργίας και του προγράμματος «αυτοματισμού». Το κτίριο έχει μια συγκεκριμένη ενεργειακή κατανάλωση της τάξης των 60-75 kWh / m<sup>2</sup>a. Δύο πανομοιότυπες τάξεις επιλέχθηκαν ως αίθουσες δοκιμών. Η μία ήταν εφοδιασμένη με μια συμβατική εγκατάσταση, και η δεύτερη με KNX.

Βασισμένη σε μετρήσεις τεσσάρων ετών, η χρήση του ελέγχου KNX αποδείχθηκε ότι μειώνει την κατανάλωση ενέργειας κατά το εντυπωσιακό ποσοστό του 50%. Επομένως, είναι σαφές ότι οι δαπάνες στο σύστημα αυτοματισμού κτιρίου έχουν γρήγορη απόσβεση. Το Πανεπιστήμιο Εφαρμοσμένων Επιστημών Βρέμης υπολόγισε ότι με ετήσια κατανάλωση ενέργειας 230.000 kWh μόνο για το φωτισμό, η επένδυση θα αποσβέσει μετά από ένα μόλις χρόνο, με χρήση του KNX bus. Τελικά δεν είναι μόνο οι ιδιοκτήτες/διαχειριστές και επενδυτές, οι οποίοι επωφελούνται από τη μειωμένη κατανάλωση ενέργειας, αλλά το κλίμα επωφελείται επίσης.

Εν ολίγοις, το KNX επιτρέπει την παρακάτω εξοικονόμηση ενέργειας να πραγματοποιηθεί έως 40% με KNX έλεγχο σκίασης, έως 50% με KNX ατομικό έλεγχο δωματίου, έως 60% με KNX έλεγχο φωτισμού και έως 60% με KNX έλεγχο αερισμού.

### **2.2.5 Η Τεχνολογία KNX**

Σε κάθε κτίριο δημιουργείται ένα αποκεντρωμένο ανοιχτό δίκτυο βασισμένο σε bus (δίαυλο) σειριακής ανταλλαγής πληροφοριών. Μέσω της γραμμής bus μπορούν να

επικοινωνήσουν όλες οι KNX συσκευές του κτιρίου. Η τεχνική αυτή ονομάζεται διαυλική τεχνική.

Η επικοινωνία των bus συσκευών μπορεί να επιτευχθεί με ξεχωριστό καλώδιο «συνεστραμένου ζεύγους» ή μέσω των γραμμών 230/400 V (Τεχνολογία Power Line). Το καλώδιο αυτό συνδέει τα φορτία και τους διακόπτες και τροφοδοτεί τις συσκευές bus με ενέργεια στις περισσότερες περιπτώσεις.

Το σύστημα KNX είναι ένα αποκεντρωμένο σύστημα και δεν χρειάζεται υπολογιστή σαν κεντρική μονάδα για τη λειτουργία του. Μετά τον προγραμματισμό των συσκευών του μπορεί να λειτουργεί χωρίς να υπάρχει συνδεδεμένος υπολογιστής. Η τεχνική KNX ως σύγχρονο επικοινωνιακό σύστημα, σαν σύστημα ανταλλαγής πληροφοριών, ακολουθεί προδιαγραφές και διέπεται από κανόνες και βασικές αρχές λειτουργίας. Στις συμβατικές και μέχρι σήμερα γνωστές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις κάθε λειτουργία χρειάζεται τη δική της καλωδίωση και κάθε σύστημα ελέγχου απαιτεί το δικό του δίκτυο.

Με την τεχνική KNX, όλες οι λειτουργίες και συστήματα επικοινωνούν μέσω ενός λογισμικού (ETS 5). Το φυσικό μέσο επικοινωνίας για την τοπολογία bus μπορεί να είναι συνεστραμμένο καλώδιο με ειδική θωράκιση ή τα καλώδια ισχύος.

Σε μια εγκατάσταση με συνεστραμμένο καλώδιο, οι γραμμές ισχύος που θέλουμε να ελέγχουμε σε μια εγκατάσταση, καταλήγουν στο κεντρικό πίνακα και οι διακόπτες ελέγχου ενώνονται με συνεστραμμένο καλώδιο σε σειρά, με τον-τους κεντρικό ελεγκτή (switch actuator) στον οποίο συνδέονται μετά από τους ασφαλειοδιακόπτες όλες οι γραμμές ισχύος.

Με βάση τα παραπάνω, χρησιμοποιώντας την τεχνική EIB/KNX σε μια εγκατάσταση υπάρχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

i. Η καλωδίωση μειώνεται σε σχέση με τη συμβατική τεχνολογία εγκατάστασης μέχρι 60% (στην περίπτωση που θέλουμε να υλοποιήσουμε τους ίδιους αυτοματισμούς με την κλασική μέθοδο καλωδίωσης: κοινός ουδέτερος, έλεγχος φάσεων μέσω ρελέ)

- ii. Ο αριθμός των δυνατών λειτουργιών του συστήματος αυξάνεται μέσω της επικοινωνίας που επιτρέπει το λογισμικό με όλες τις bus συσκευές.
- iii. Ενοποιούνται λειτουργίες σε κεντρικά σημεία για απομακρυσμένο έλεγχο και ενεργοποίηση με απλούστερο τρόπο.
- iv. Στις περισσότερες αλλαγές χρήσης ή διαρρύθμισης των χώρων, η προσαρμογή της εγκατάστασης EIB/KNX γίνεται γρήγορα με επαναπρογραμματισμό χωρίς μετακίνηση καλωδίων.

### **2.2.6 Τοπολογία**

Ο τρόπος επικοινωνίας των συσκευών bus σε μια KNX εγκατάσταση καθώς επίσης και η ανάπτυξη επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών, εξαρτάται από τον αριθμό των συσκευών σε μια εγκατάσταση.

Στην τοπολογία Γραμμής, κάθε συσκευή bus μπορεί να ανταλλάσσει πληροφορίες με οποιαδήποτε άλλη συσκευή bus μέσω τηλεγραφημάτων. Μια γραμμή αποτελείται από μέχρι 4 τμήματα γραμμής, σε καθένα από τα οποία μπορούν να συνδεθούν μέχρι 64 συσκευές bus. Κάθε τμήμα γραμμής απαιτεί ένα κατάλληλο τροφοδοτικό.

Εάν περισσότερες από 1 γραμμή πρόκειται να συνδεθούν ή αν μια διαφορετική συνδεσμολογία επιλεγεί, τότε μέχρι 15 γραμμές μπορούν να συνδεθούν στην κύρια γραμμή μέσω ενός προσαρμοστή γραμμής (LC - Line Coupler). Αυτή η τοπολογία ονομάζεται Περιοχή.

Η KNX εγκατάσταση bus μπορεί να επεκταθεί χρησιμοποιώντας μια γραμμή περιοχής (backbone line). Ο προσαρμοστής περιοχής (BC - Backbone Coupler) συνδέει την περιοχή του στη γραμμή περιοχής (backbone line). Με μέγιστο αριθμό 15 περιοχών, περισσότερες από 58000 συσκευές bus μπορούν να συνδεθούν στο σύστημα bus. Χωρίζοντας την KNX/EIB εγκατάσταση σε γραμμές και περιοχές, η λειτουργική αξιοπιστία του συστήματος αυξάνεται σημαντικά.

### **2.2.7 Εσωτερικές και εξωτερικές Διασυνδέσεις**

Η εγκατάσταση KNX είναι ανοιχτή σε οποιοδήποτε άλλο σύστημα. Η γραμμή περιοχής (ή οποιαδήποτε άλλη γραμμή) μπορεί να συνδεθεί μέσω μιας δικτυακής πύλης (gateway) με π.χ. SPS, ISDN, Σύστημα Διαχείρισης κτιρίων (BMS), Διαδίκτυο (Internet), κ.λ.π.

Η δικτυακή πύλη – gateway πραγματοποιεί μια αμφίδρομη μετατροπή του πρωτοκόλλου. Οι αντίστοιχοι προσαρμοστές μέσων επικοινωνίας συνδέουν τα KNX μέσα επικοινωνίας διαφορετικού τύπου (π.χ. ενσύρματη TP1 σε TP0). Τμήματα των KNX εγκαταστάσεων μπορούν επίσης να συνδεθούν μέσω οπτικών ινών. Τα οφέλη είναι η ηλεκτρική απομόνωση και η δυνατότητα επίτευξης μεγαλύτερων αποστάσεων επικοινωνίας αυξάνοντας τα όρια στα μήκη καλωδίων.

### **2.2.8 Ατομική Διεύθυνση (Individual Address)**

Μια ατομική διεύθυνση συσκευής πρέπει να είναι μοναδική σε μια KNX εγκατάσταση. Η ατομική διεύθυνση έχει την ακόλουθη μορφή:

Περιοχή [4bit] – Γραμμή [4bit] – Συσκευή bus [1 byte].

Η συσκευή bus προετοιμάζεται κανονικά για την αποδοχή της ατομικής της διεύθυνσης πιέζοντας ένα κουμπί προγραμματισμού πάνω στη συσκευή bus. Το LED προγραμματισμού είναι αναμμένο κατά τη διάρκεια αυτής της διεργασίας.

Η ατομική διεύθυνση επίσης χρησιμοποιείται μετά το στάδιο προγραμματισμού για την διάγνωση, την διόρθωση λαθών και την τροποποίηση της εγκατάστασης με επαναπρογραμματισμό (reprogramming), καθώς και την διευθυνσιοδότηση των αντικειμένων επικοινωνίας χρησιμοποιώντας εργαλεία προγραμματισμού. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι η ατομική διεύθυνση δεν έχει σημασία κατά την κανονική λειτουργία της εγκατάστασης.

### **2.2.9 Διεύθυνση Ομάδας (Group Address)**

Η επικοινωνία μεταξύ των συσκευών σε μια εγκατάσταση πραγματοποιείται μέσω των διευθύνσεων ομάδων. Κατά τον καθορισμό της διεύθυνσης ομάδας μέσω ETS, η διεύθυνση ομάδας μπορεί να επιλεγθεί σαν μια δομή «3-επιπέδων» (κύρια ομάδα/

ενδιάμεση ομάδα/ υπό-ομάδα) σύμφωνα με τις ρυθμίσεις του ETS στο μενού Extras/Options/Presentation.

Η διεύθυνση ομάδας 0/0/0 φυλάσσεται για τα επικαλούμενα ευρέως διαδεδομένα μηνύματα (τηλεγραφήματα που είναι διαθέσιμα σε όλες τις συσκευές bus). Κάθε διεύθυνση ομάδας μπορεί να ορισθεί στις συσκευές bus όπως απαιτείται, ανεξάρτητα από το που η κάθε συσκευή είναι εγκατεστημένη στο σύστημα. Οι ενεργοποιητές μπορούν να ακούσουν σε διάφορες διευθύνσεις ομάδων.

### **2.2.10 Βασική μέθοδος λειτουργίας**

Μια KNX εγκατάσταση πρέπει κατ'ελάχιστο να περιλαμβάνει ένα τροφοδοτικό, αισθητήρες, ενεργοποιητές και το καλώδιο bus (μόνο ένα ζεύγος καλωδίου bus απαιτείται).

Μετά την εγκατάσταση ένα σύστημα KNX/EIB δεν είναι έτοιμο να λειτουργήσει μέχρι το λογισμικό εφαρμογής να φορτωθεί στους αισθητήρες και στους ενεργοποιητές μέσω του προγράμματος ETS. Ο μηχανικός του έργου πρέπει να πραγματοποιήσει τα παρακάτω βήματα διαμόρφωσης χρησιμοποιώντας το ETS :

- i. Ορισμός των ατομικών διευθύνσεων στις διάφορες συσκευές (για την μοναδική αναγνώριση ενός αισθητήρα ή ενεργοποιητή σε μια KNX/EIB εγκατάσταση).
- ii. Επιλογή και ρύθμιση (παραμετροποίηση) του κατάλληλου προγράμματος εφαρμογής για αισθητήρες και ενεργοποιητές.
- iii. Ορισμός των διευθύνσεων ομάδων (για σύνδεση των λειτουργιών των αισθητήρων και ενεργοποιητών)

# Κεφάλαιο 3

## Τι Έχει Γίνει Έως Τώρα -

### Σχετικές Εργασίες

#### 3.1 Τι έχει γίνει έως τώρα

Η αρχική έρευνα διεξήχθη μέσω μηχανών αναζήτησης, της ψηφιακής βιβλιοθήκης του IEEE [1], και του Google Scholar [2], χρησιμοποιώντας τους όρους “Διαμόρφωση συνθηκών άνεσης”, “εξοικονόμηση ενέργειας”, “έξυπνα περιβάλλοντα”, “pervasive computing”, “αυτοματισμός”, “έξυπνα κτίρια/ γραφεία”. Διάφορες έρευνες έχουν γίνει ως τώρα που άπτονται του θέματος λιγότερο ή περισσότερο, όμως σημείο αναφοράς στάθηκε για εμάς η εργασία των P.H.Shaikh κ.α. (2014), η οποία αποτελεί μια εκτενέστατη ανασκόπηση των σημαντικότερων ερευνητικών εργασιών που έχουν γίνει πάνω στο θέμα των συστημάτων ελέγχου για τη διαμόρφωση άνεσης και εξοικονόμηση ενέργειας σε έξυπνα κτίρια. Σαν γενικό συμπέρασμα μπορούμε να πούμε πως προβλήματα που έχουν να κάνουν με βελτιστοποίηση της άνεσης του χρήστη και εξοικονόμηση ενέργειας, προσεγγίζονται από άποψη ελέγχου με PI/PID ελεγκτές, ασαφή λογική και νευρωνικά δίκτυα (fuzzy logic/neural networks), προβλεπτικό έλεγχο με χρήση μοντέλου (model based predictive control) και συστήματα ελέγχου πολλαπλών πρακτόρων (multi agent based control system).

##### 3.1.1 Έλεγχος PI/ PID

Τα συστήματα ελέγχου ενός κτιρίου είναι βασικές οντότητες στην ενεργειακή διαχείριση ενός κτιρίου για να πετύχουμε εξοικονόμηση. Διάφορα συστήματα ελέγχου έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς όπως έλεγχος on/ off, θερμοστάτες, έλεγχος PI (Proportional-Integral/ Αναλογικός-Ολοκληρωμένος) και έλεγχος PID (Proportional-Integral-Derivative/ Αναλογικός-Ολοκληρωμένος-Παράγωγος). Ο έλεγχος on/ off και οι

θερμοστάτες χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο για τον έλεγχο θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου. Ωστόσο η κατανάλωση της ενέργειας και οι απώλειες είναι τεράστιες, λόγω σημαντικών ανωμαλιών που εμφανίζονται στα set points, καθιστώντας τα μη αποτελεσματικές λύσεις για βέλτιστο έλεγχο.

Οι ελεγκτές PI και PID εν γένει, κάνουν έλεγχο κλειστού βρόχου και ανάδρασης, χωρίς να έχουν γνώση του υπό ελέγχου συστήματος, ενώ οι παράμετροί τους παραμένουν σταθεροί. Έχουν πολύ φτωχή απόδοση για μη γραμμικές διαδικασίες και με θόρυβο, καθώς και μεγάλες χρονικές καθυστερήσεις όταν χρησιμοποιούνται μόνοι τους (Ang, Chong & Li 2005). Ο Chen (2001) έδειξε ότι βάζοντας πολλούς PID ελεγκτές σε σειρά ή συνδυάζοντας ελεγκτές ανάδρασης και προπορείας (feed-forward), η απόδοση του συστήματος βελτιώνεται. Μπορεί βέβαια τα παραπάνω συστήματα να βελτίωσαν τα συστήματα ελέγχου τους, ωστόσο η ακατάλληλη επιλογή κέρδους, έκανε τα συστήματα ασταθή και οι σχεδιαστές των συστημάτων στράφηκαν σε άλλες τεχνικές.

Καθώς οι παραπάνω εργασίες λάμβαναν υπόψη τους μόνο τον παράγοντα της εξοικονόμησης ενέργειας, χωρίς όμως να αναφέρονται καθόλου στη θερμική άνεση, σαν συμπλήρωμα δημοσιεύτηκαν σημαντικότερες μελέτες πάνω στους ελεγκτές πρόβλεψης (Henze, Dodier & Krarti 1997), ελεγκτές προσαρμογής (Nesler 1986) και ελεγκτές βελτιστοποίησης (Dounis & Manolakis 2001). Πάρα ταύτα, εξαιτίας διάφορων επιπλοκών και προβλημάτων στην υλοποίηση, η αναμενόμενη βιομηχανική ανάπτυξη δεν ήρθε ποτέ σαν επιστέγασμα αυτών των σχεδίων, καθώς η θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου είναι τουλάχιστον ασαφής, όντας μη γραμμική και εξαρτώμενη από το κτίσμα, τα υλικά κατασκευής, την τοποθεσία, την χρήση και τις κλιματικές συνθήκες (Mozer, Vidmar & Dodier 1997).

Οι Davidsson και Boman (2005) έδειξαν πως με την βοήθεια των ελεγκτών προσαρμογής τα κτίρια έχουν την δυνατότητα της αυτορρύθμισης και της προσαρμογής στις κλιματικές συνθήκες, ενώ οι Teeter και Chow (1998) με τη χρήση ελεγκτών προσαρμογής κατάφεραν να μάθουν τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και την περιβαλλοντική του κατάσταση. Από την άλλη, οι ελεγκτές πρόβλεψης λαμβάνουν υπόψη τους επικείμενες διαταραχές όπως πληροφορίες πληρότητας ενός χώρου ή τη θερμική ακτινοβολία και μπορούν να βελτιώσουν τη θερμική άνεση, μειώνοντας την

υπερθέρμανση από την βραδινή ψύξη (Milanič & Karba 1996). Οι Zaheer-Uddin και Zheng (2000) έδειξαν ότι ο δυναμικός προγραμματισμός είναι ένας από τους ελάχιστους ελεγκτές βελτιστοποίησης που προσφέρει το πλεονέκτημα της αντιμετώπισης κάθε καιρικής μεταβολής, ενώ απαιτεί ελάχιστη υπολογιστική ισχύ.

Καθώς οι παραπάνω λύσεις ελέγχου μπορεί να μην είναι πάντα εφαρμόσιμες και υποφέρουν από διάφορους περιορισμούς, απαιτούν ένα μοντέλο του κτιρίου. Και παρότι αυτές οι λύσεις λαμβάνουν υπόψη τους και τη θερμική άνεση σε ένα βαθμό, δεν είναι αποδοτικές και φιλικές προς τον χρήστη αφού οι ένοικοι δεν λαμβάνουν μέρος στην διαμόρφωση των συνθηκών του χώρου.

### **3.1.2 Ασαφής Λογική/ Νευρωνικά Δίκτυα**

Διάφοροι ελεγκτές εκμάθησης αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν με επιτυχία σε ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα στους τομείς της ρομποτικής, του αυτοματισμού και της βιομηχανίας. Αυτοί οι ελεγκτές σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να παρέχουν σταθερότητα στο σύστημα και υψηλή απόδοση διαμέσου των διαφόρων επιλογών εκπαίδευσης ενός συστήματος.

Οι ελεγκτές ασαφούς λογικής εφαρμόζουν μια στρατηγική πολλαπλών κριτηρίων ελέγχου και προσφέρουν ομαλή λειτουργία και βελτιωμένη απόδοση, ενώ μπορούν και ακολουθούν τα μη γραμμικά χαρακτηριστικά ενός μοντέλου. Οι Gouda, Danaher και Underwood (2001), έδειξαν πως οι ασαφείς ελεγκτές συνεργάζονται αρμονικά με συστήματα θέρμανσης, έχοντας σαν ζητούμενο την εξοικονόμηση ενέργειας, την θερμική άνεση (Guillemin & Morel 2001) και τον φυσικό εξαερισμό (Eftekhari, Marjanovic & Angelon 2003).

Υβρίδια PID και ασαφούς ελέγχου έχουν επίσης εξεταστεί με την ασαφή επίβλεψη του PID ελεγκτή. Ο Ketata (1992) παρουσίασε διάφορες μεθόδους για την χρήση ασαφούς λογικής σε ένα ελεγκτή κλειστού βρόχου, με τη συνεργασία των 2 τεχνικών να προσφέρει τα πλεονεκτήματα της κάθε μιας συνδυαστικά. Ομοίως, εργασίες παρουσιάστηκαν πάνω στον στην πρόβλεψη περιβαλλοντικών παραμέτρων (Ben-

Nakhi & Mahmoud 2002), περιλαμβάνοντας εσωτερική φωτεινότητα, θερμοκρασία και σχετική υγρασία (Kazanasmaz, Günaydin & Binol 2009) με σκοπό την μοντελοποίηση της συμπεριφοράς των ενοίκων σε σχέση με την χρήση ενέργειας (Karatasou, Santamouris & Geros 2006).

### **3.1.3 Προβλεπτικός Έλεγχος με Χρήση Μοντέλου**

Η δημοτικότητα αυτού του είδους των ελεγκτών αυξήθηκε μεταξύ των ερευνητών κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας. Ο προβλεπτικός έλεγχος με χρήση μοντέλου (MPC) δίνει προοπτικές στην αναζήτηση ενεργειακά αποδοτικού ελέγχου και στην δυναμική ενός συστήματος, απαιτεί όμως σημαντικά μεγάλη υπολογιστική ισχύ. Πάρα ταύτα, έχει σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι άλλων μεθόδων ελέγχου καθώς μπορεί να συμπεριλάβει δυναμική μοντελοποίηση και πρόβλεψη παρουσίας, που οδηγούν σε ακόμα περισσότερα ενεργειακά οφέλη.

Έρευνες έδειξαν πως ο MPC μπορεί να προσαρμοστεί σε ένα σύστημα ελέγχου κτιρίου για ψύξη (Ma κ.α. 2009), εξαερισμό (Yuan & Perez 2006), θέρμανση νερού (Duburcq 1997) και επιδαπέδια θέρμανση (Karlsson & Hagentoft 2011), επιτυγχάνοντας τεράστια εξοικονόμηση ενέργειας χωρίς να βάζουν σε κίνδυνο την συνθήκες άνεσης του εσωτερικού ενός κτιρίου (Gyalistras κ.α. 2010). Επίσης, εφαρμόζοντας την έρευνα σε πραγματικό κτίριο, οι Kummert, André και Nicolas (2001) ανέφεραν ικανοποιητική απόδοση του MPC στην μείωση της απαιτούμενης ενέργειας και βελτίωση της θερμικής άνεσης.

Άλλες εργασίες πάνω στο θέμα, ανέφεραν έναν σημαντικό αριθμό πλεονεκτημάτων του MPC. Οι Oldewurtel κ.α. (2010) στην έρευνά τους, με τη βοήθεια του MPC κατάφεραν και έλαβαν υπόψη τους προβλέψεις διαταραχών (προφίλ ενοίκων, τον καιρό κ.α.) στην προσπάθειά τους να ελέγξουν επιτυχώς τις δραστηριότητες ελέγχου ενός κτιρίου. Ο Chen (2002) χρησιμοποιώντας τον MPC εκμεταλλεύτηκε την θερμική μάζα του κτιρίου σε αντίθεση με συμβατικές μεθόδους όπως ο PID έλεγχος, ενώ οι Scerri, Pynadath και Tambe (2002) έλαβαν υπόψη τους την μεταβολή της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας για την βελτιστοποίηση του οικονομικού οφέλους. Ομοίως, για να μειώσει το λειτουργικό

κόστος μέσα από την επιλογή ταρίφας, οι Ma κ.α. (2012) κατάφεραν να μετατοπίσουν, να μειώσουν στο ελάχιστο τα φορτία στο peak τους και ακολούθως να τα ελέγξουν για ένα πεπερασμένο χρονικό διάστημα με το MPC.

### **3.1.4 Συστήματα Ελέγχου Πολλαπλών Πρακτόρων**

Στην τεχνητή νοημοσύνη, τα καλύτερα αποτελέσματα ελέγχου μπορούν να επιτευχθούν όταν εφαρμόζεται μια λογική πράξη, η οποία προέρχεται από μεμονωμένους λογικούς πράκτορες. Οι πράκτορες είναι γενικά εικονικές ή φυσικές οντότητες που συνεργάζονται και επικοινωνούν μεταξύ τους και με το περιβάλλον. Οι πράκτορες σε ένα σύστημα ελέγχου είναι τοποθετημένοι σε πολλαπλά επίπεδα ανάλογα με την λειτουργικότητά τους, διαθέτουν ξεχωριστά χαρακτηριστικά, αλλά μοιράζονται και κοινές ιδιότητες.

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος ελέγχου πολλαπλών πρακτόρων (MAST), απαιτεί το διαχωρισμό ενός μεγάλου σύνθετου προβλήματος σε πολλά υπο-προβλήματα, που μπορούν να αντιμετωπιστούν από τους αντίστοιχους πράκτορες. Ο έξυπνος έλεγχος ενός κτιρίου με τη βοήθεια του MAST επιτρέπει στο κτίριο την εκμάθηση μοτίβων παρουσίας, τον συντονισμό μεταξύ διάφορων ενεργειακών πόρων, καθώς και την αντίδραση σε πραγματικό χρόνο σε εσωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες.

Πολλοί ερευνητές όπως ο Joumaa κ.α. (2011) και οι Erickson και Cerpa (2010), χρησιμοποίησαν την τεχνολογία MAST για τον προληπτικό έλεγχο και αντίδραση σε συστήματα HVAC για τον φωτισμό και την ποιότητα αέρα σε έξυπνα σπίτια και γραφεία. Οι Ramchurn κ.α. (2011) προσπάθησαν να εφαρμόσουν το MAST για να συντονίσουν τα ηλεκτρικά φορτία μιας εγκατάστασης με την θέρμανσή της, ώστε να βελτιστοποιήσουν την ενεργειακή ζήτηση. Επίσης μέσω του MAST οι Peippo, Lund και Vartiainen, E. (1999) προσπάθησαν να διαχειριστούν συμβατικά συστήματα παροχής ενέργειας κτιρίων και την εναλλαγή τους με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ένα σύστημα MAST ενσωματώνει στην εγκατάσταση τις απλές συσκευές μαζί με αισθητήρες και ενεργοποιητές. Αυτοί οι ελεγκτές σε σύστημα διαχείρισης ενέργειας, προσπαθούν να βρουν ισορροπία μεταξύ των ενεργειακών απαιτήσεων ενός κτιρίου και της άνεσης των ενοίκων και να ικανοποιήσουν όλες τις απαιτήσεις (Kastner, Kofler & Reinisch 2010). Επίσης, ο Lee (2010) προσπάθησε να διαχειριστεί διενέξεις λόγω διαφορετικών προτιμήσεων μεταξύ των χρηστών, ενώ οι Qiao, Liu και Guy(2007) την πολυπλοκότητα του ελέγχου για ένα βέλτιστο κτιριακό περιβάλλον. Οι Hagras κ.α. (2008) μελέτησαν τη θερμική απόκριση ενός κτιρίου σε σχέση με το εξωτερικό κλίμα και την παρουσία εντός του κτιρίου, ενώ οι Azar και Menassa (2011) μέσω ενός εργαλείου εξομοίωσης ανέπτυξαν ένα μοντέλο σχετικά με την πρόβλεψη παρουσίας μέσα σε ένα κτίριο και τη συμπεριφορά των ενοίκων σε επίπεδο ζώνης και δωματίου.

## 3.2 Ad Hoc Εργασίες

Το έναυσμα για την διατριβή μας, αποτέλεσε η έρευνα των Wang, Wang και Yang (2012) οι οποίοι περιγράφουν ένα MAST σύστημα για την διαχείριση ενέργειας και άνεσης σε ένα κτίριο, όπου υπάρχει τέσσερις τοπικοί πράκτορες οι οποίοι συνεργάζονται μεταξύ τους, ενώ ο χρήστης μπορεί να εκφράσει τις προτιμήσεις του και να παρακολουθήσει τις συνθήκες που επικρατούν στον χώρο, μέσω μιας διεπαφής χρήστη (Guided User Interface – GUI). Σε συνέχεια της προηγούμενης εργασίας τους οι Yang και Wang (2013), περιγράφουν λεπτομερώς πως θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε αυτό το σύστημα με πολλαπλούς πράκτορες σε ένα κτίριο χωρισμένο σε ζώνες.

Οι Kolokotsa κ.α. στην εργασία Interconnecting Smart Card System with PLC controller (2002), περιγράφουν την επέμβαση του χρήστη στο setpoint της θερμοκρασίας, ωστόσο δεν εξηγούν πως οι αλλαγές +1, +2, -1 κτλ μεταφράζονται σε αλλαγή της θερμοκρασίας. Αντίστοιχα, στην εργασία Continuous Sensing of Occupant Perception of Indoor Ambient Factors, οι Jazizadeh κ.α. (2011) μετρούν θερμοκρασίες ανά χώρο και ο χρήστης ψηφίζει για τη θερμική άνεση. Και οι 2 εργασίες ξεκινούν με την ιδέα του να ψηφίζουν οι χρήστες για την θερμική άνεση, αλλά μένουν ως εκεί και δεν προχωρούν σε μεταβολή της θερμοκρασίας σύμφωνα με τις ψήφους.

Η εργασία ZonePAC Zonal Power Estimation and Control via HVAC Metering and Occupant Feedback (Balaji κ.α. 2013), προχωρά ένα βήμα παραπέρα, πολύ κοντά σε αυτό που θέλουμε να κάνουμε και εμείς. Έχει φτιάξει web interface για το occupant feedback, έχει χωρισμένες ζώνες, ενώ στο κομμάτι της αλλαγής της θερμοκρασίας μετά τον ψήφο των χρηστών, για κάθε +1, +2 , -1 κτλ ψήφο, παίζει με τη θερμοκρασία κατά +1, +2 , -1 βαθμό Fahrenheit αντίστοιχα. Εξίσου συναφής είναι η εργασία A knowledge based approach for selecting energy-aware and comfort-driven HVAC temperature set points (Ghahramani, Jazizadeh & Becerik-Gerber 2013), ωστόσο είναι αρκετά περίπλοκη καθώς προσπαθεί να λύσει το πρόβλημα της βελτιστοποίησης συνδυάζοντας πολλούς παράγοντες, όπως την άνεση, την ποιότητα του αέρα και τους περιορισμούς απόδοσης του συστήματος.

Αντλώντας έμπνευση από τις προαναφερθείσες εργασίες, εμείς προχωράμε ένα βήμα μπροστά, παραμένοντας ωστόσο απλοί, χωρίς σύνθετες τεχνικές βελτιστοποίησης. Έχοντας σαν ζητούμενο την ισορροπία μεταξύ της θερμικής άνεσης των ενοίκων ενός γραφείου και την εξοικονόμηση ενέργειας, ζητούμε από τους χρήστες να ψηφίζουν για την θερμική άνεση, εφαρμόζοντας απλούς κανόνες για την επίλυση τυχόν διαφορών και έχοντας πάντα σαν βασική στόχο την εξοικονόμηση.

### 3.2.1 Αποτελέσματα εξοικονόμησης

Είναι εδώ ενδιαφέρον να σημειώσουμε σαν μέτρο σύγκρισης, τα αποτελέσματα που έφεραν εργασίες συναφείς με την δική μας, που επικεντρώνονται δηλαδή στη θερμική άνεση και την εξοικονόμηση ενέργειας. Ωστόσο πρέπει να σημειώσουμε για άλλη μια φορά, την πενία των εργασιών που αναφέρονται στο διττό πρόβλημα της εξοικονόμησης ενέργειας με ταυτόχρονη θερμική ικανοποίηση των ενοίκων ενός χώρου.

Τίτλος	Συγγραφείς	Έτος	Μέθοδος	Ποσοστό Εξοικονόμησης
Application Of Multi-Objective Genetic Algorithm To	Yu, W., Li, B., Jia, H., Zhang, M., & Wang, D.	2015	Δίκτυο Οπίσθιας Μετάδοσης	50%

Optimize Energy Efficiency And Thermal Comfort In Building Design.			που ακολουθείται από γενετικό αλγόριθμο	
ZonePAC Zonal Power Estimation and Control via HVAC Metering and Occupant Feedback	Balaji, B., Teraoka, H., Gupta, R., & Agarwal, Y.	2013	Μοντέλο προβλεπτικού ελέγχου	5%
Neural networks based predictive control for thermal comfort and energy savings in public buildings	Ferreira, P. M., Ruano, A. E., Silva, S., & Conceicao, E. Z. E.	2012	Μοντέλο προβλεπτικού ελέγχου με νευρωνικά δικτύων	50%
Continuous Sensing of Occupant Perception of Indoor Ambient Factors	Jazizadeh, F., Kavulya, G., Klein, L., & Becerik-Gerber, B.	2011	Σύστημα πολλών πρακτόρων	12%
A Preliminary Evaluation Of Two Strategies For Raising Indoor Air Temperature Setpoints In Office Buildings	Roussac, A. C., Steinfeld, J., & de Dear, R.	2011	Στατική στρατηγική ελέγχου αύξησης θερμοκρασίας	6%
Optimized Monthly-Fixed Thermostat-Setting Scheme For Maximum Energy-Savings And Thermal Comfort In	Al-Sanea, S. A., & Zedan, M. F.	2008	Στατική στρατηγική ελέγχου αύξησης θερμοκρασίας	27%

Air-Conditioned Spaces.				
Adaptive Comfort Temperature Model Of Air-Conditioned Building In Hong Kong	Mui, K. W. H., & Chan, W. T. D.	2003	Δυναμική στρατηγική ελέγχου αύξησης θερμοκρασίας	7%

**Πίνακας 5.** Συγκριτικός Πίνακας Εργασιών

Με την εργασία ZonePAC Zonal Power Estimation and Control via HVAC Metering and Occupant Feedback, την πιο κοντινή εργασία στη δική μας, οι Balaji κ.α. (2013) κατάφεραν να πετύχουν μια εξοικονόμηση της τάξης του 5%, από την στιγμή που το σύστημα γύρισε σε ψήφους χρηστών. Όπως και στην δική μας περίπτωση, οι χρήστες ψηφίζουν για την θερμική άνεση που αισθάνονται, βελτιώνοντας εντέλει τα αποτελέσματα του συστήματος.

Εξοικονόμηση της τάξης του 12% πέτυχαν οι Klein κ.α. (2011) με την εργασία για ένα σύστημα πολλών πρακτόρων που βασίζεται πάνω σε βελτιώσεις συστημάτων που προτάθηκαν σε προγενέστερες εργασίες. Το σύστημα συντονίζει τις λειτουργίες των συσκευών ενός κτιρίου με τους ενοίκους, μέσω αλλαγών στο πρόγραμμα συναντήσεων των ενοίκων, χρησιμοποιώντας Markov Decision Problems (MDP). Υλοποιείται και δοκιμάζεται με εισόδους από έναν κτίριο του πραγματικού κόσμου, περιλαμβάνοντας ζώνες θερμοκρασίας και τις θερμοκρασίες τους, τις προτιμήσεις των ενοίκων και τα προγράμματά τους. Στη συνέχεια γίνεται προσομοίωση της λειτουργίας του κτιρίου βασισμένοι σε 3 ξεχωριστές μεθόδους ελέγχου που περιλαμβάνον μεταβλητά επίπεδα έξυπνου συντονισμού των συσκευών και των ενοίκων.

Η εργασία των Ferreira κ.α. (2012) που βασίζεται σε ένα μοντέλο προβλεπτικού ελέγχου με τη βοήθεια νευρωνικών δικτύων, κατάφερε σε μεμονωμένα πειράματα, να πετύχει εξοικονόμηση της τάξης του 50%, προβλέποντας την παρουσία ή μη των ενοίκων στα δωμάτια κοιτώνα πανεπιστημίου. Η υλοποίηση χρησιμοποιεί την θερμική

άνεση, υποβοηθούμενη από τον δείκτη PMV σαν περιορισμό, και μειώνει στο ελάχιστο την καταναλισκόμενη ενέργεια για να συμμορφωθεί με αυτόν.

Αποτελέσματα της ίδιας τάξης μεγέθους, κατάφεραν και οι Yu κ.α. (2015) στην εργασία τους για έναν γενετικό αλγόριθμο, που όμως ήταν θεωρητική και βασίστηκε απλά σε προσομοίωση. Βασισμένοι στα δεδομένα της προσομοίωσης για την κατανάλωση ενέργειας και την εσωτερική θερμική άνεση, χρησιμοποιείται ένα δίκτυο Οπίσθιας Μετάδοσης (Back-Propagation - BP) που βελτιώνεται από τον γενετικό αλγόριθμο για να χαρακτηρίσει την συμπεριφορά του κτιρίου και να προβλέψει την μελλοντική κατανάλωση ενέργειας και την κατάσταση της θερμικής άνεσης.

Στην εργασία τους οι Mui & Chan (2003) αλλάζοντας το setpoint του γραφείου από τους 24°C σε μια μεταβλητή συνάρτηση προσαρμογής υπολογισμού θερμοκρασίας ( $T_c = 18.303 + 0.158T_o$ ), κατάφεραν να πετύχουν εξοικονόμηση της τάξης του 7%. Η συνάρτηση έρχεται σαν αποτέλεσμα μιας έρευνας μεγάλης κλίμακας που έγινε με σκοπό τον συσχετισμό της εσωτερικής θερμοκρασίας άνεσης συναρτήσει της εξωτερικής θερμοκρασίας.

Αλλάζοντας και οι Al-Sanea & Zedan (2008) το setpoint του θερμοστάτη και αυξάνοντας κατά 2°C κατά M.O., κατάφεραν να πετύχουν εξοικονόμηση της τάξης του 27%. Όπως και στη δική μας περίπτωση, η μελέτη χρησιμοποιεί βασικούς ψυχομετρικούς χάρτες, όπου οι θερμοκρασίες εσωτερικού χώρου επιλέγονται βάσει ζωνών για το χειμώνα και το καλοκαίρι. Η διαφορά έγκειται στο γεγονός πως χρησιμοποιείται η σχετική υγρασία σαν μεταβλητή, με τρόπο ώστε να παρέχεται το βέλτιστο επίπεδο θερμικής άνεσης, ενώ πετυχαίνουμε τη μέγιστη εξοικονόμηση. Το εύρος των θερμοκρασιών είναι μεταξύ των 21,6 °C και 24,1 °C και τα αποτελέσματα δείχνουν μείωση 10% εξοικονόμηση στην κατανάλωση σε λειτουργία ψύξης για 1 °C αύξηση στο setpoint του θερμοστάτη, και 14 εξοικονόμηση στην κατανάλωση σε λειτουργία θέρμανσης. 4% επιπλέον εξοικονόμηση μπορεί να επιτευχθεί, ανεβάζοντας για επιπλέον 1 °C το setpoint του θερμοστάτη.

Τέλος, με την αύξηση κατά 1°C του setpoint του θερμοστάτη σε γραφείο, και οι Roussac, Steinfeld & de Dear (2011) κατάφεραν και αυτοί να πετύχουν με τη σειρά τους εξοικονόμηση. Χρησιμοποιήθηκε μια στατική στρατηγική ελέγχου, αυξάνοντας την θερμοκρασία κατά 1 °C πάνω από το φυσιολογικό κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και πετυχαίνοντας 6% εξοικονόμηση στη χρήση ενέργειας. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε μια δυναμική μέθοδος ελέγχου, προσαρμόζοντας τις θερμοκρασίες ανάλογα με τις μεταβολές στις εξωτερικές συνθήκες, με σχεδόν παρόμοια αποτελέσματα και εξοικονόμηση της τάξης του 6,3%.

# Κεφάλαιο 4

## Μεθοδολογία

### (Προσέγγιση Του Προβλήματος)

#### 4.1 Περιγραφή του προβλήματος

Το έναυσμα για αυτή την διπλωματική εργασία, υπήρξαν οι διαφωνίες μεταξύ των ανθρώπων ενός γραφείου με 6 ενοίκους, για την θερμοκρασία που επικρατούσε μέσα σε αυτό, καθώς άλλοι μπορεί να κρύωναν την ίδια στιγμή που άλλοι ζεσταίνονταν. Παράλληλα, οι υψηλοί λογαριασμοί ηλεκτρικού ρεύματος, ήταν πάντα ένα σημείο δυσαρέσκειας για τα κεντρικά της εταιρείας, καθώς θεωρούσαν πως γίνεται αλόγιστη χρήση ενέργειας, σε σημείο σπατάλης. Τέλος, η απαρχαιωμένη ηλεκτρολογική εγκατάσταση σε συνάρτηση με την μηδενική παρουσία αυτοματισμών στα γραφεία μιας εταιρείας που αυτό είναι το αντικείμενό της, ήταν ένα πρόβλημα προς επίλυση.

Βασισμένοι λοιπόν σε αυτά τα 3 στοιχεία, η πρότασή μας ήταν ο εκσυγχρονισμός του γραφείου με την αλλαγή της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και την προσθήκη ενός συστήματος KNX. Αυτή η αλλαγή θα είχε και αισθητικό σκοπό με τον εκσυγχρονισμό της εικόνας των γραφείων και πρακτικό, με την διαμόρφωση συνθηκών άνεσης που θα ικανοποιούσαν όλους τους ενοίκους, αλλά και εξοικονόμηση στην καταναλισκόμενη ενέργεια.

#### 4.2 Διαδικασία

Η διαδικασία που ακολουθήσαμε είχε ως περιγράφεται στη συνέχεια.

### 4.2.1. Το γραφείο

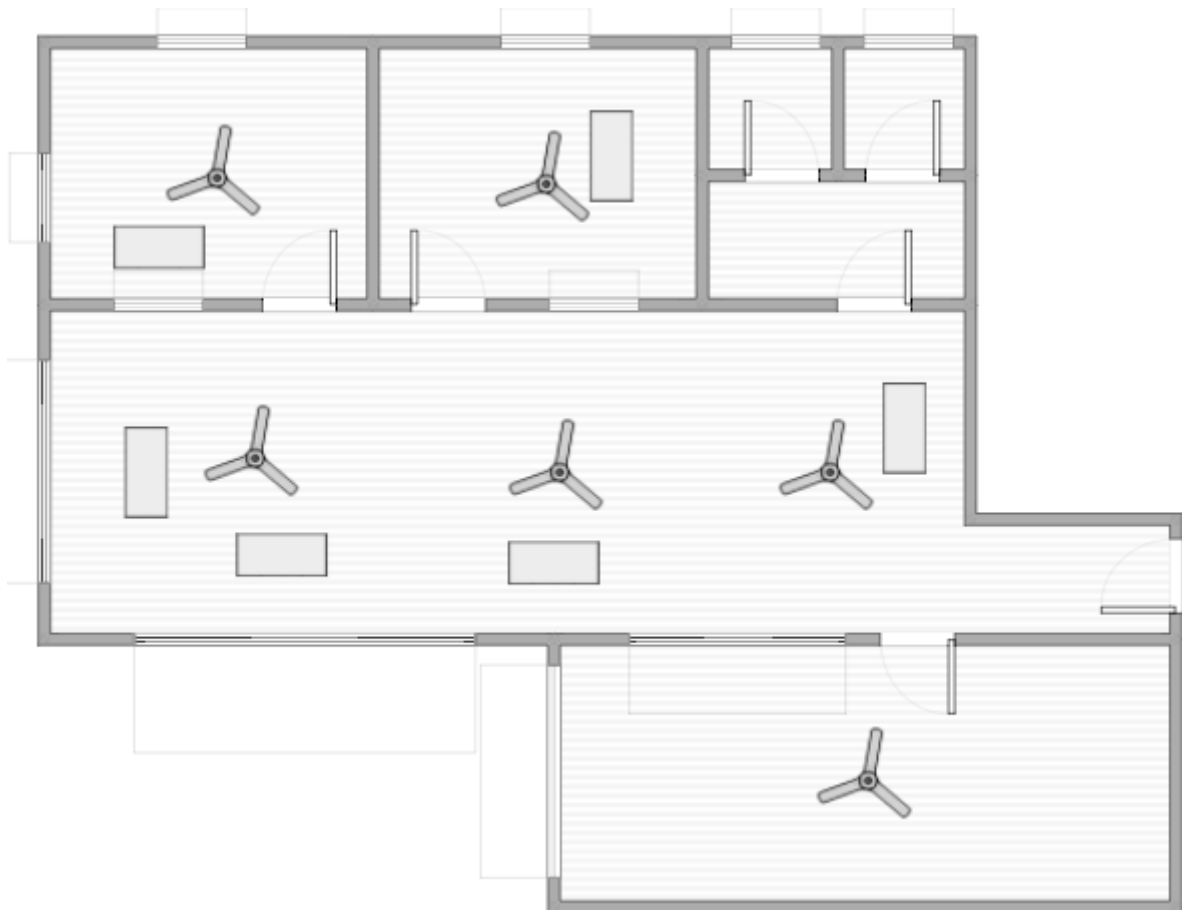
Η κάτοψη του γραφείου έχει ως εξής:



**Εικόνα 1.** Κάτοψη γραφείου

Όπως φαίνεται στο σχέδιο, στο γραφείο μπορεί κάποιος να εισέλθει από την κύρια είσοδο που έχει μπροστά της ένα μικρό χολ. Στο τέλος του χολ και αριστερά είναι η είσοδος για την αίθουσα συνεδριάσεων, ενώ μετά το χολ ακολουθεί ο κυρίως χώρος στον οποίο εργάζονται 4 ένοικοι. Εισερχόμενοι του γραφείου και δεξιά του κυρίως χώρου υπάρχουν 2 μικρότερα δωμάτια, χώροι εργασίας για 2 επιπλέον ενοίκους, η κουζίνα και 2 μπάνια.

Ο ηλεκτρολογικός πίνακας βρίσκεται τοποθετημένος στην κουζίνα, και η θέρμανση του χώρου γίνεται από κλιματιστικές μονάδες οροφής, μέσω χειροκίνητης λειτουργίας. Η κάθε κλιματιστική μονάδα ελέγχεται από τον δικό της θερμοστάτη, απ' όπου μπορούν τοπικά οι ένοικοι του γραφείου να αλλάξουν την ζητούμενη θερμοκρασία, και είναι τοποθετημένες όπως φαίνεται παρακάτω:



**Εικόνα 2.** Θέση κλιματιστικών μονάδων μέσα στο γραφείο

#### **4.2.2 Νέα ηλεκτρολογική εγκατάσταση**

Το πρώτο κομμάτι της διαδικασίας μας, περιελάμβανε το ξήλωμα της παλιάς ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, και την νέα εγκατάσταση με παράλληλη πρόβλεψη της εγκατάστασης KNX. Για να συνυπάρξει η συμβατική ηλεκτρολογική εγκατάσταση με το σύστημα bus, θα πρέπει το ειδικό πράσινο καλώδιο να διατρέξει όλους τους χώρους της εγκατάστασης όπου προβλέπεται να υπάρχει σημείο χειρισμού. Εμείς από την πλευρά μας, θέλοντας να προοικονομήσουμε, διατρέξαμε το καλώδιο bus γύρω από όλο το γραφείο, ακόμα και σε σημεία όπου δεν προβλεπόταν κάτι, ώστε σε περίπτωση που θα

θέλαμε κάποια μελλοντική προσθήκη, αυτή να γινόταν όσο το δυνατόν πιο εύκολα και με τις λιγότερες επεμβάσεις. Τοποθετήσαμε όλους τους αισθητήρες στο χώρο με το καλώδιο bus να τους διατρέχει, χωρίς την ανάγκη συγκεκριμένης μεθοδολογίας, αποφεύγοντας όμως τους κλειστούς βρόχους και τοποθετήσαμε όλους τους ενεργοποιητές κεντρικά στον πίνακα διανομής με τις επιστροφές των φορτίων να οδηγούνται εκεί. Εξαιτίας της προσθήκης των ενεργοποιητών στον πίνακα διανομής και αύξησης του ζητούμενου χώρου, τον μεταφέραμε στο χολ, πίσω από την πόρτα που ανοίγει.



**Εικόνα 3.** Πίνακας Διανομής

Με ζητούμενο την άνεση των ενοίκων, και την μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται στο γραφείο, οι βασικές μας επιδιώξεις από το σύστημα KNX ήταν ο έλεγχος των κλιματιστικών μονάδων, ο έλεγχος φωτισμού, ο έλεγχος των ρολών και ο

συνδυασμός όλων αυτών σε κοινά σενάρια. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιήσαμε τους ενεργοποιητές που βρίσκονται στο Παράρτημα Δ, (οι οποίοι περιλαμβάνουν ενεργοποιητές/ ρυθμιστές φωτεινότητας, ανιχνευτές κίνησης κ.α.).

#### **4.2.3 Επιλογή θερμικού μοντέλου για μοντελοποίηση**

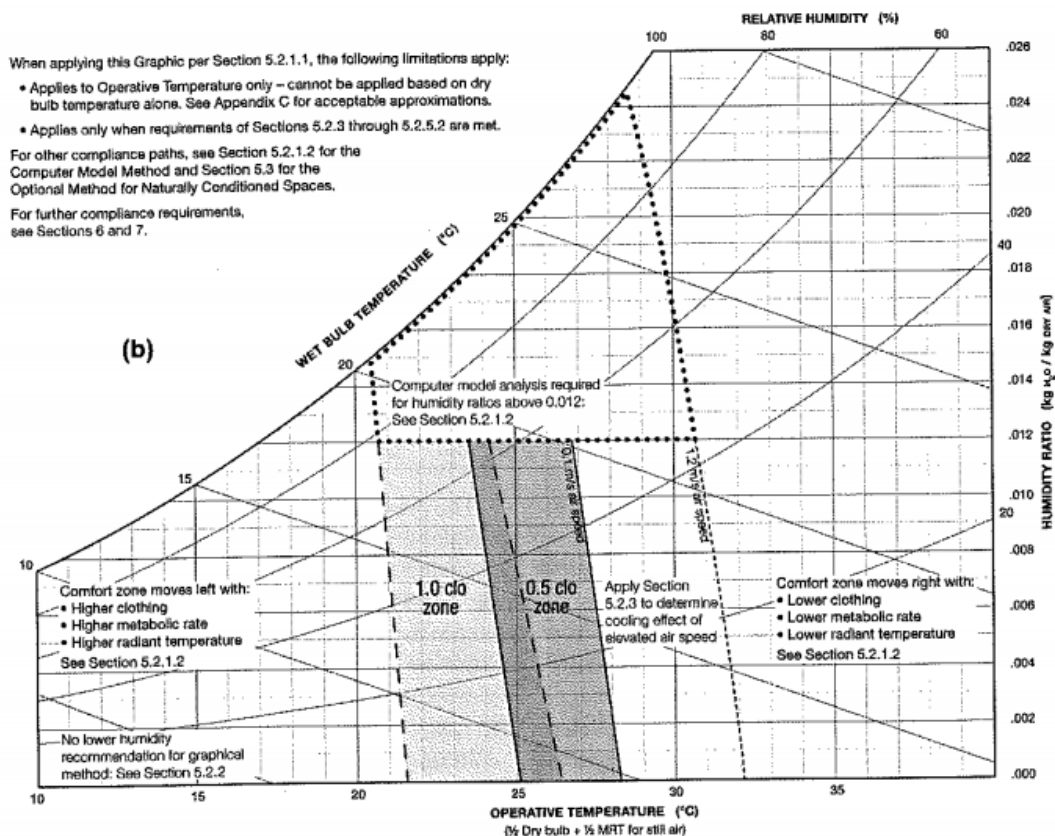
Βάση όσων αναφέραμε στο κεφάλαιο 2, για να μοντελοποιήσουμε τη θερμική άνεση στο περιβάλλον του γραφείου, θα βασιστούμε στο πρότυπο ASHRAE 55 (2013) που υποστηρίζει ανάλυση του θερμικού περιβάλλοντος σε υφιστάμενα κτίρια με συστήματα HVAC, με τον υπολογισμό των δεικτών PMV/ PPD. Με την επιλογή PMV και PPD θα προσπαθήσουμε να προβλέψουμε τις ζώνες θερμικής άνεσης και να καθορίσουμε τις συνθήκες άνεσης του χώρου (PMV), καθώς και να δούμε αν οι ένοικοι θα είναι ή όχι ευχαριστημένοι (PPD).

Για να τα το υπολογίσουμε μέσω προσωπικού υπολογιστή, βάσει του επίσημα προτεινόμενου εργαλείου της ASHRAE (<http://comfort.cbe.berkeley.edu/>), θα πρέπει να γνωρίζουμε μια σειρά παραμέτρων όπως την θερμοκρασία αέρα, την μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία, μαζί με τον μεταβολικό ρυθμό, την μόνωση ένδυσης, την υγρασία και την ταχύτητα του αέρα. Στην περίπτωσή μας όμως, ακόμα και μετρώντας την θερμοκρασία του αέρα και κάνοντας παραδοχές για τις υπόλοιπες μεταβλητές, προσαρμοσμένες στα πλαίσια του γραφείου, αυτό που είναι δύσκολο να μετρήσουμε και να καταγράψουμε είναι η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία.

Ως εκ τούτου θα πρέπει να καταφύγουμε στη δεύτερη μέθοδο υπολογισμού του PMV, την γραφική. Μπορούμε να εφαρμόσουμε τη γραφική μέθοδο, κάνοντας τις παραδοχές πως μέσα σε ένα γραφείο ο μεταβολικός ρυθμός των ενοίκων είναι μεταξύ του 1,0 και 1,3 met, η μόνωση ένδυσης είναι 0,5 clo για το καλοκαίρι και 1,0 clo για τον χειμώνα, καθώς και ότι η ταχύτητα του αέρα δεν είναι μεγαλύτερη από 0,20 m/s. Τέλος, για υγρασίες άνω του 68%, η γραφική μέθοδος δεν είναι εφαρμόσιμη και θα πρέπει να καταφύγουμε στην υπολογιστική.

Έχοντας όλα τα παραπάνω στο μυαλό μας, βλέπουμε στο σχήμα που ακολουθεί, πως για  $-0,5 < PMV < 0,5$  και  $PPD < 10\%$  για περιβάλλον γραφείου, η ελάχιστη θερμοκρασία για να πετύχουμε θερμική άνεση είναι για το καλοκαίρι είναι 25°C, ενώ η μέγιστη 28,5

°C. Αντίστοιχα η ελάχιστη θερμοκρασία για τον χειμώνα είναι 21,5 °C, ενώ η μέγιστη 26,5 °C. Το εύρος των θερμοκρασιών που παρουσιάζονται στο γράφημα αφορά 80% αποδοχή των θερμικών συνθηκών από τους ενοίκους. Αυτό βασίζεται σε ένα ποσοστό δυσaráσκειας 10% που προέρχεται από τη θερμική δυσφορία για ολόκληρο το σώμα σύμφωνα με τους PMV/ PPD δείκτες, και ένα επιπλέον 10% δυσφορίας που μπορεί να συμβεί κατά Μ.Ο. λόγω μη ικανοποιητικής θερμικής αίσθησης σε συγκεκριμένα σημεία του σώματος.



Διάγραμμα 3. Ψυχομετρικός χάρτης θερμικής άνεσης για περιβάλλον γραφείου

#### 4.2.4 Κλιματιστικές μονάδες - θερμοστάτες

Στο γραφείο είναι εγκατεστημένες κλιματιστικές μονάδες της Daikin FXFQ125AVEB, κλιματιστικά τεχνολογίας inverter, με ωριαία κατανάλωση σε πλήρες φορτίο 0,137kWh. Αυτές συνδέθηκαν με το σύστημα KNX για έλεγχο της θερμοκρασίας μέσω ενός gateway, μιας συσκευής δηλαδή που επιτρέπει στο σύστημα KNX να συνδεθεί και

να επικοινωνήσει με συσκευές μη συμβατές με το πρότυπο, που ακολουθούν διαφορετικά πρωτότυπα.



**Εικόνα 4.** Κλιματιστική μονάδα Daikin FXFQ125AVEB

Ο έλεγχος λοιπόν των κλιματιστικών μονάδων γίνεται τοπικά, μέσω διακοπών με ενσωματωμένους θερμοστάτες, ενώ για κάθε κλιματιστική μονάδα, έχει προβλεφθεί και ένας θερμοστάτης. Όπως δείξαμε και νωρίτερα, υπάρχουν συνολικά 6 κλιματιστικές μονάδες στο γραφείο με τους αντίστοιχους θερμοστάτες για έλεγχο, 3 στον κύριο χώρο και από 1 στα δωμάτια Industrial Automation, KNX και στην αίθουσα συσκέψεων.

Οι θερμοστάτες που είναι εγκατεστημένοι στο γραφείο έχουν την δυνατότητα λειτουργίας για ψύξη ή θέρμανση, είτε σε manual mode, είτε σε auto, καθώς και ορισμού διαφορετικών setpoints για διαφορετικές λειτουργίες των κλιματιστικών μονάδων

(comfort για παρουσία στο γραφείο, standby σε απουσία κίνησης για καθορισμένο χρονικό διάστημα, night για τη νύχτα και frost/heat protection ανάλογα με το αν είμαστε σε ψύξη ή θέρμανση).



**Εικόνα 5.** Θερμοστάτης

#### **4.2.5 Καθορισμός παραδοτέου**

Για να εφαρμόσουμε λοιπόν την πρόταση που κάναμε, βασιζόμενοι στα προβλήματα της προηγούμενης εγκατάστασης, θα έπρεπε να παραδώσουμε ένα σύστημα το οποίο

θα βασίζεται στο πρωτόκολλο KNX και θα λύνει το πρόβλημα θερμοκρασίας που αντιμετωπίζει το γραφείο, εξοικονομώντας ταυτόχρονα σημαντικά σε ενέργεια.

Αφού επιλέξαμε μοντέλο θερμικής άνεσης, σειρά είχε να φτιάξουμε ένα απλό μοντέλο, όπου ο στόχος θα είναι να υπολογίσουμε την ελάχιστη θερμοκρασία (για την καλοκαιρινή περίοδο) για να πετύχουμε θερμική άνεση. Ξεκινώντας από αυτές τις θερμοκρασίες και βασιζόμενοι στα λεγόμενα του Fanger (1970), αποφασίσαμε να δώσουμε φωνή στους ενοίκους του γραφείου και να μην περιοριστούμε στις ζώνες άνεσης που προτείνουν τα ψυχογραφικά διαγράμματα. Όλοι οι ένοικοι του γραφείου θα έχουν λόγο στη θερμοκρασία, σεβόμενοι όμως κάποιους κανόνες σε περίπτωση διαφωνιών, και όχι επικρατώντας βάσει του νόμου του ισχυρού. Αντί λοιπόν να μπορεί ο καθένας να μεταβάλλει την θερμοκρασία κατά το δοκούν, αποφασίσαμε να τους δώσουμε την δυνατότητα να ψηφίζουν για το πώς αισθάνονται και βάσει αυτού να μεταβάλλεται δυναμικά η θερμοκρασία, προσπαθώντας συνεχώς να μείνουμε όσο πιο κοντά στην ελάχιστη θερμοκρασία για να πετύχουμε θερμική άνεση. Έτσι θα προσπαθούμε συνεχώς να ικανοποιούμε τα 2 (αντικρουόμενα) ζητούμενα, βρίσκοντας μια μέση λύση μεταξύ της εξοικονόμησης ενέργειας όπου θέλουμε την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση και της συνολικής ικανοποίησης των ενοίκων, εκφρασμένης διαμέσου της θερμικής άνεσης.

Σε αυτό το μοντέλο ωστόσο προκύπτουν μια σειρά από ερωτήματα, τα οποία θα πρέπει να είμαστε σε θέση να δώσουμε πειστικές απαντήσεις. Αυτά έχουν να κάνουν με τον τρόπο που θα ψηφίζουν οι ένοικοι του γραφείου, καθώς θα πρέπει να είναι κάτι εύχρηστο και φιλικό προς αυτούς, πώς θα μετράνε οι ψήφοι των χρηστών και τι γίνεται σε περίπτωση διαφωνίας, καθώς επίσης και τον αριθμό των επιτρεπόμενων ψήφων για τον καθένα.

Για την ψήφο λοιπόν των ενοίκων, σκεφτήκαμε να δημιουργήσουμε ένα γραφικό περιβάλλον για τον χρήστη (GUI – Graphical User Interface) και να είναι προσπελάσιμο μέσω μιας KNX οθόνης που θα τοποθετούσαμε στον κύριο χώρο του γραφείου. Η συγκεκριμένη οθόνη θα είχε και τη δυνατότητα οπτικοποίησης της κάτοψης του

γραφείου και απεικόνισης των θερμοκρασιών που επικρατούν. Ωστόσο αυτή η λύση απορρίφθηκε λόγω υψηλού κόστους καθώς και γιατί μια τέτοια λύση δεν θα συνεισέφερε στην άνεση των χρηστών. Κάθε φορά που κάποιος θα ήθελε να ψηφίσει θα έπρεπε να σηκωθεί από το γραφείο του και να πάει μέχρι την συγκεκριμένη οθόνη. Η λύση λοιπόν θα έπρεπε να είναι τοπικά στους σταθμούς εργασίας των ενοίκων και αυτό σήμαινε είτε κάποια web σελίδα προσβάσιμη από υπολογιστή ή κινητό τηλέφωνο ή κάποιο application για το κινητό. Για λόγους οικονομίας χρόνου, επιλέξαμε να κατασκευάσουμε μια web εφαρμογή, όπως θα παρουσιάσουμε αργότερα.

Σχετικά με το συσχετισμό των ψήφων των χρηστών με τη θερμική άνεση, σκεφτήκαμε να ακολουθήσουμε ένα επταβάθμιο μοντέλο, όμοιο με αυτό του PMV μοντέλου, ωστόσο αποφασίσαμε πως μια τέτοια εύρους κλίμακα ίσως να μην είναι πολύ σαφής στον διαχωρισμό των ψήφων και καταλήξαμε σε μια πενταβάθμια.

-2 κρύο	-1 δροσιά	0 ιδανικά	1 λίγη ζέστη	2 πολύ ζέστη
---------	-----------	-----------	--------------	--------------

**Πίνακας 6.** Κλίμακα θερμικής άνεσης για το μοντέλο μας

Με αυτή την πενταβάθμια κλίμακα, μπορούμε να μεταβάλουμε τον θερμοστάτη με ένα προκαθορισμένο βήμα (το ελάχιστο), ώστε να πετύχουμε ισορροπία, έχοντας στο μυαλό μας πως ο ένοικος μπορεί κάποια στιγμή να συνηθίσει μια κατάσταση ως ιδανική, ενώ στην αρχή ήταν αρνητικά προδιατεθειμένος απέναντί της, δίνοντας μια ευκαιρία στο σύστημα να το εκμεταλλευτεί.

Μια πολύ απλή μέθοδος για τον συσχετισμό των ψήφων με την μεταβολή στη θερμοκρασία, θα ήταν ο καθορισμός στην αρχή της θερμοκρασία άνεσης (το 0) για καλοκαίρι και για χειμώνα, είτε παίρνοντας τον Μ.Ο. των θερμοκρασιών από τις μετρήσεις που έχουμε στα χέρια μας (είναι ελλιπείς γιατί έχουμε μετρήσεις μόνο για χειμώνα), είτε βρίσκοντας την μέση θερμοκρασία στις 2 ζώνες άνεσης. Η ζώνη άνεσης σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα για το καλοκαίρι έχει εύρος 3,5 °C (25°C -28,5 °C), ενώ για τον χειμώνα 5 °C (21,5 °C -26,5 °C). Άρα, η θερμοκρασία άνεσης για το καλοκαίρι

θα ήταν στους 26,75 °C και στους 24 °C για τον χειμώνα. Από την στιγμή που οι θερμοστάτες μας έχουν βήμα 0,5 °C, στρογγυλοποιούμε τη θερμοκρασία άνεσης για το καλοκαίρι προς τα πάνω στους 27 °C, δίνοντας ένα πλεονέκτημα στο σύστημα ως προς την εξοικονόμηση, και επίσης, συσχετίζουμε κάθε ψήφο με το ελάχιστο δυνατό βήμα του θερμοστάτη, δηλαδή 0,5 °C. Έτσι, κάθε ψήφος θα επηρεάζει ανάλογα και την θερμοκρασία, με μια ψήφο +2 το καλοκαίρι να χαμηλώνει την θερμοκρασία κατά 1 °C και μία ψήφο -1 να την ανεβάζει κατά 0,5 °C. Σε περίπτωση που κάποιος αισθάνεται άνετα με την θερμοκρασία του χώρου, μπορεί είτε να μην ψηφίσει, είτε ψηφίζοντας το 0, να μην έχει επίδραση στη θερμοκρασία.

Ορίζοντας την θερμοκρασία άνεσης για το καλοκαίρι στους 27 °C, αγγίζουμε για πρώτη φορά και το πρόβλημα του trade-off μεταξύ άνεσης και εξοικονόμησης. Καθώς δεν έχουμε μετρήσεις για τον προηγούμενο καλοκαίρι, γνωρίζουμε εμπειρικά πως η ζητούμενη θερμοκρασία όταν οι ένοικοι ήταν στο γραφείο ήταν κοντά στους 23 °C. Λαμβάνοντας υπόψη μας τις ώρες που έλειπαν ή τα Σαββατοκύριακα, και ήταν κλειστά τα κλιματιστικά, ο M.O. της θερμοκρασίας πρέπει να ανεβαίνει κοντά στους 24 °C. Αυτές οι θερμοκρασίες είναι πιο ενεργοβόρες για το καλοκαίρι, από τους 27 °C που ζητάμε εμείς για παρουσία ανθρώπων στο γραφείο, καθώς όσο υψηλότερη είναι η εξωτερική θερμοκρασία και χαμηλότερη η θερμοκρασία στόχος, τόσο περισσότερη ενέργεια χρειάζεται για να φτάσουμε στο επιθυμητό σημείο. Ανεβάζοντας λοιπόν την θερμοκρασία από τους 23 °C στους 27 °C, θυσιάζουμε θερμική άνεση και κερδίζουμε σε ενέργεια..

Σε περίπτωση διαφωνίας, αν δηλαδή την ίδια στιγμή κάποιος κρυώνει και κάποιος άλλος ένοικος ζεσταίνεται, η θερμοκρασία ουσιαστικά θα παραμένει αμετάβλητη, καθώς κάθε ψήφος έχει ίση βαρύτητα με οποιαδήποτε άλλη. Για να αποφύγουμε τα φαινόμενα όπου κάποιος επίμονος ένοικος να ψηφίζει παραπάνω από μια φορές για να «περάσει το δικό του», θα επιτρέπουμε στον κάθε ένοικο να έχει τη δυνατότητα να ψηφίζει κάθε 30'. Το σύστημα έτσι θα δίνει την ευκαιρία στους ενοίκους να συνηθίσουν την θερμοκρασία του χώρου και να μπορούν να την αλλάξουν μόνο σε περίπτωση που η άβολη αίσθηση παραμένει. Αυτός ο κανόνας συμβάλλει με τη σειρά του στο ζητούμενο της εξοικονόμησης για το σύστημά μας, καθώς αποφεύγονται ακραίες αντιδράσεις από

πλευράς χρηστών και μεγάλες και γρήγορες αυξομειώσεις στην ζητούμενη θερμοκρασία.

Επίσης, με βάση τους 27 °C για το καλοκαίρι και εύρος ζώνης 25 °C – 28,5 °C, με 3 ψήφους προς τα επάνω ή 4 προς τα κάτω, ο θερμοστάτης φτάνει στα όρια της θερμικής άνεσης κατά ASHRAE. Για λόγους εξοικονόμησης, αποφασίσαμε να μην δώσουμε στο σύστημα τη δυνατότητα να μπορεί να ξεπεράσει αυτά τα όρια και έτσι, όσες φορές και αν ψηφίζουν οι ένοικοι για μεταβολή της θερμοκρασίας πάνω από 28,5 °C ή κάτω από 25 °C για το καλοκαίρι, αυτές οι ψηφοί δεν θα έχουν καμία επίδραση στο σύστημα. Αντίστοιχα βέβαια και για τον χειμώνα, με την ζώνη άνεσης να βρίσκεται μεταξύ 21,5 °C και 26,5 °C και θερμοκρασία άνεσης τους 24 °C.

Για να μπορεί βέβαια κάποιος να έχει μια ψήφο ανά 30', σημαίνει πως ο κάθε ένοικος θα πρέπει να αναγνωρίζεται μοναδικά από το σύστημα. Έτσι, για να έχει πρόσβαση και να ψηφίζει στη web εφαρμογή, ο κάθε ένοικος θα πρέπει να κάνει login με τα μοναδικά username και password που θα του έχουν δοθεί. Γνωρίζοντας έτσι ποιος ψηφίζει και πότε, θα μπορούμε να ελέγχουμε και τον χρόνο των 30' που θα πρέπει να μεσολαβήσει μεταξύ 2 ψηφών του ίδιου χρήστη.

Θέσαμε προηγουμένως και το ζήτημα της βαρύτητας των ψηφών και είπαμε πως κάθε ψήφος μετράει εξίσου με οποιαδήποτε άλλη. Εδώ όμως μπαίνει το ερώτημα αν είναι δίκαιο και αποδοτικό να ψηφίζουν οι χρήστες που βρίσκονται στον κύριο χώρο για την θερμοκρασία των δωματίων και αντίστροφα, καθώς δεν έχει νόημα η ψηφος ενός ενοίκου να επηρεάζει την θερμοκρασία ενός κλειστού χώρου με τον οποίο δεν έχει αλληλεπίδραση. Η λύση που σκεφτήκαμε είναι να χωρίσουμε το γραφείο σε ζώνες. με κάθε δωμάτιο που διαθέτει κλιματιστική μονάδα να αποτελεί και μια ξεχωριστή ζώνη και τους χρήστες να ψηφίζουν για το θερμοκρασία του χώρου στον οποίο ανήκουν. Στον κύριο χώρο που διαθέτει 3 κλιματιστικές μονάδες και υπάρχουν 4 ένοικοι, σκεφτήκαμε λόγο στον έλεγχο του κλιματιστικού να έχουν οι ένοικοι ανάλογα με τη μονάδα που τους επηρεάζει, με ένα κλιματιστικό να το ελέγχουν 2 ένοικοι και από ένας

ένοικος τα υπόλοιπα 2. Οι ζώνες με τους ενοίκους που ανήκουν σε αυτές και επηρεάζουν τα κλιματιστικά φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



**Εικόνα 6.** Ζώνες κλιματισμού σε συνάρτηση με τους ενοίκους

Τέλος, κλιματιστικό υπάρχει και στο δωμάτιο συσκέψεων, το οποίο όμως είναι ένας κλειστός χώρος αποκομμένος από το υπόλοιπο γραφείο και οι ενοίκιοι το επισκέπτονται περιστασιακά. Γι αυτό αποφασίσαμε να ακολουθήσουμε μια διαφορετική τακτική, και τον έλεγχο του κλιματιστικού να έχει ένας ή δύο από τους ενοίκους στο γραφείο και ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για την λειτουργία του, όταν αυτή απαιτείται.

Για να καταλήξουμε λοιπόν από εκεί που ξεκινήσαμε, το τελευταίο ζήτημα που μένει να τακτοποιήσουμε είναι η λειτουργία των κλιματιστικών μονάδων. Όπως αναφέραμε και πιο πριν, οι θερμοστάτες μας έχουν 2 τρόπους λειτουργίας, το auto και το manual. Για

να μπορέσει λοιπόν να έχει νόημα το μοντέλο μεταβολής της θερμοκρασίας μέσω ψήφων των ενοίκων, εξυπακούεται πως οι κλιματιστικές μονάδες θα πρέπει να δουλεύουν σε αυτόματη λειτουργία, για να αποφεύγονται οι παρεμβάσεις των χρηστών, και με δυνατότητα εναλλαγής σε χειροκίνητη λειτουργία από έναν ή δύο χρήστες, μόνο σε περίπτωση εξαιρετικής ανάγκης. Όσο για τα 4 modes και παίρνοντας την θερμοκρασία βάσης για ψύξη και για θέρμανση όταν οι ένοικοι βρίσκονται στον χώρο όπως αναφέραμε νωρίτερα, οι υπόλοιπες διαμορφώνονται πλέον ως εξής:

	Ψύξη (καλοκαίρι)	Θέρμανση (χειμώνας)
<b>Comfort</b>	27 °C	24 °C
<b>Standby</b>	29 °C	21 °C
<b>Night</b>	31 °C	18 °C
<b>Protection</b>	37 °C	7 °C

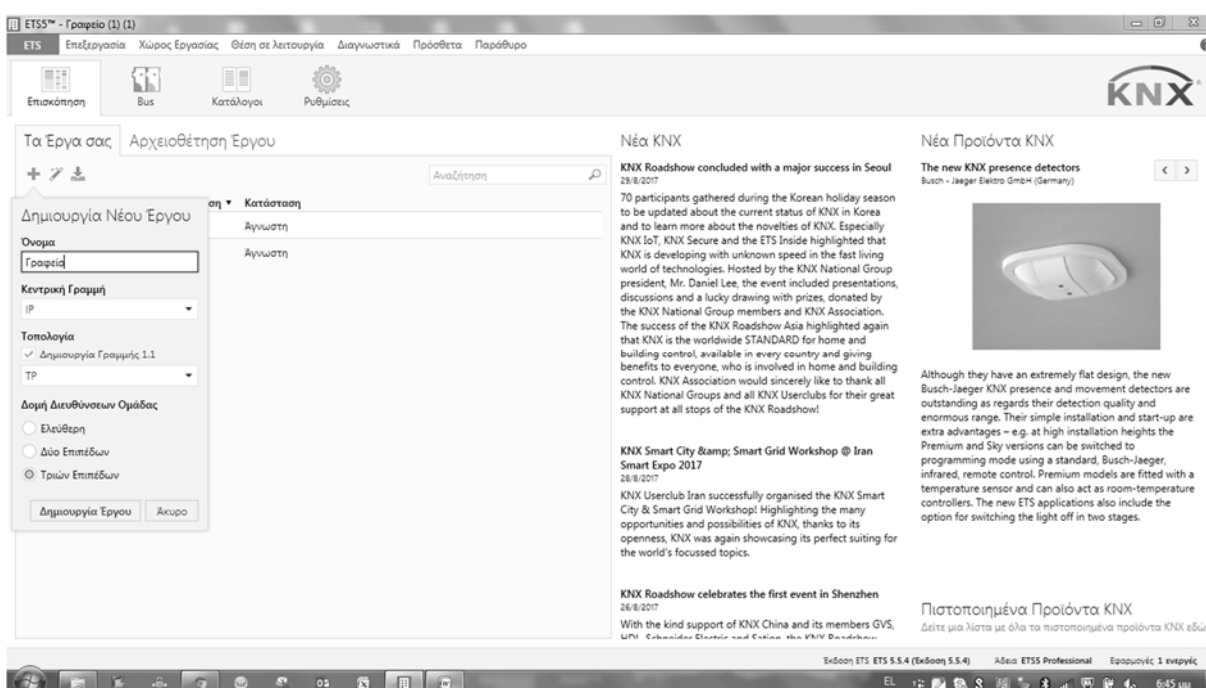
**Πίνακας 7.** Setpoints θερμοκρασιών για 4 modes

Για την εναλλαγή μεταξύ των 4 modes, θα χρησιμοποιήσουμε χρονοδιακόπτες, ενσωματωμένους στους ενεργοποιητές των κλιματιστικών, καθώς και KNX ανιχνευτές κίνησης. Από τη στιγμή που οι ώρες λειτουργίας του γραφείου είναι κατά μέσο όρο 09.00-17.00, θα μπορούσαμε τον χειμώνα με τη βοήθεια ενός χρονικού να ενεργοποιούμε την λειτουργία comfort από τις 08.30 το πρωί ώστε να ζεσταθεί το γραφείο, μέχρι τις 18.00. Σε αυτή τη λειτουργία θα ζητάμε από το κλιματιστικό τη θερμοκρασία άνεσης 24 °C. Παράλληλα θα λειτουργεί και κάποιος ανιχνευτής κίνησης ο οποίος αν δει κίνηση στο γραφείο μετά τις 18.00 θα παρατείνει την λειτουργία του κατά 15', ή όσο παρατηρείται κίνηση. Αν κατά τη διάρκεια της ημέρας παρατηρηθεί απουσία κίνησης από τον ανιχνευτή π.χ. για 10', τα κλιματιστικά θα αλλάζουν λειτουργία και θα πέφτουν σε standby, όπου το setpoint θα πέφτει στους 21 °C – με την πρώτη κίνηση επανερχόμαστε σε comfort mode. Μόλις περάσει 18.00 και έχει σταματήσει κάθε κίνηση στο γραφείο, μπορεί επίσης να πέφτει σε standby mode ή ακόμα καλύτερα σε night mode, όπου και θα ζητάμε από τα κλιματιστικά θερμοκρασία 18 °C. Σε περίπτωση παγετού και εφόσον η θερμοκρασία πέσει υπό του μηδενός, το σύστημα θα μπαίνει σε protection mode για αποφυγή ζημιάς ή καταστροφής των σωληνώσεων. Αντίστοιχα το σύστημα θα λειτουργεί και το καλοκαίρι, ενώ η εναλλαγή μεταξύ ψύξης και θέρμανσης

θα γίνεται συνολικά για όλες τις κλιματιστικές μονάδες, μέσω ενός πλήκτρου σε ένα από τα πολυλειτουργικά μπουτόν, που θα το προγραμματίσουμε για αυτή ακριβώς την εργασία.

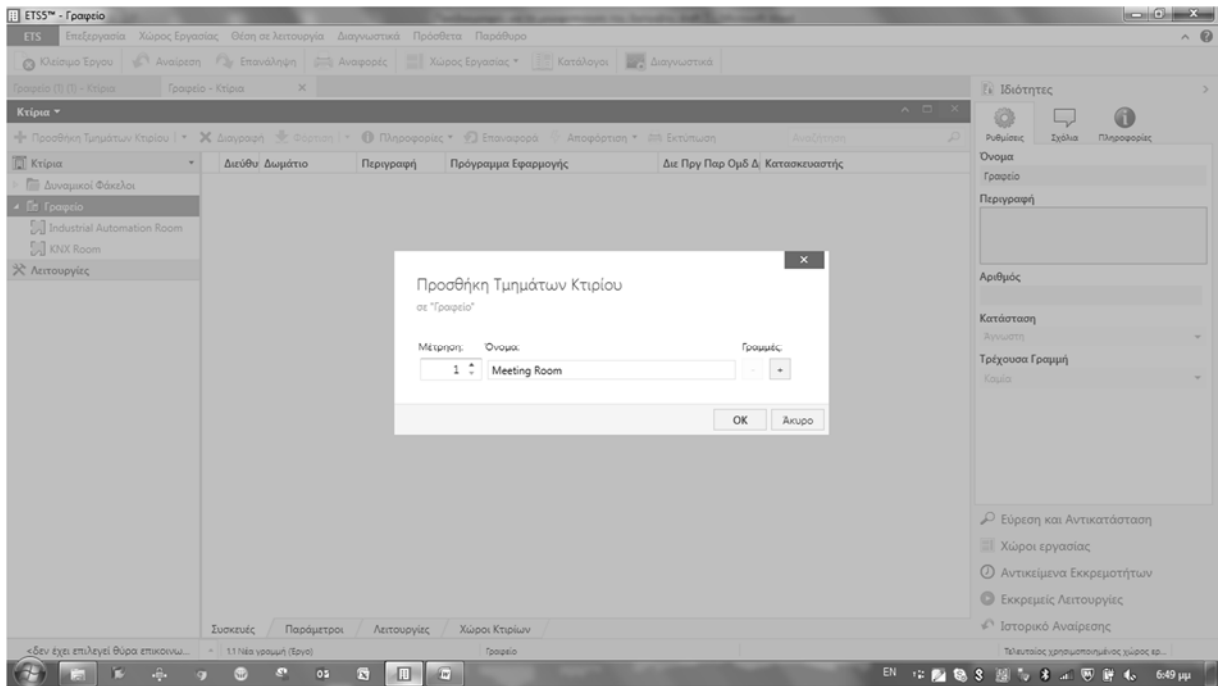
## 4.2.6 Προγραμματισμός KNX εγκατάστασης

Για να ξεκινήσουμε να προγραμματίζουμε την εγκατάσταση μας, θα πρέπει πρώτα μέσα από το ETS να ξεκινήσουμε ένα νέο Έργο, το οποίο και θα ονομάσουμε Γραφείο.



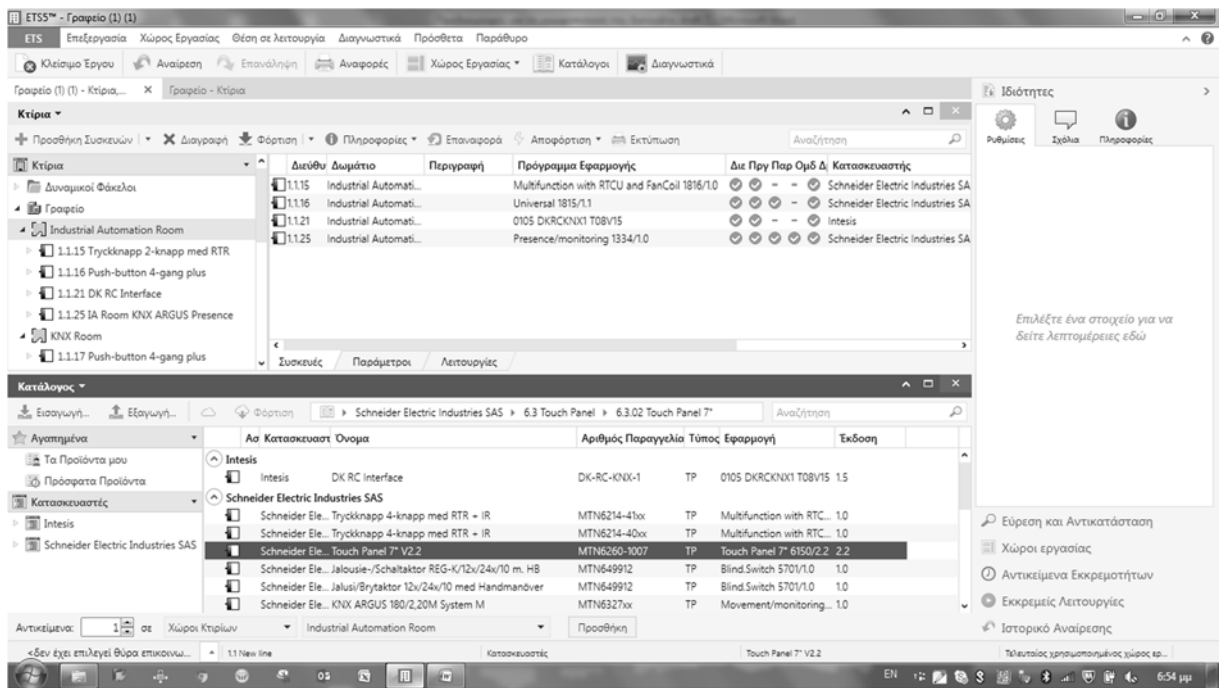
Εικόνα 7. Δημιουργία νέου Έργου

Στη νέα οθόνη που εμφανίζεται, έχει δημιουργηθεί πλέον το Κτίριο και σε αυτό προσθέτουμε δωμάτια.



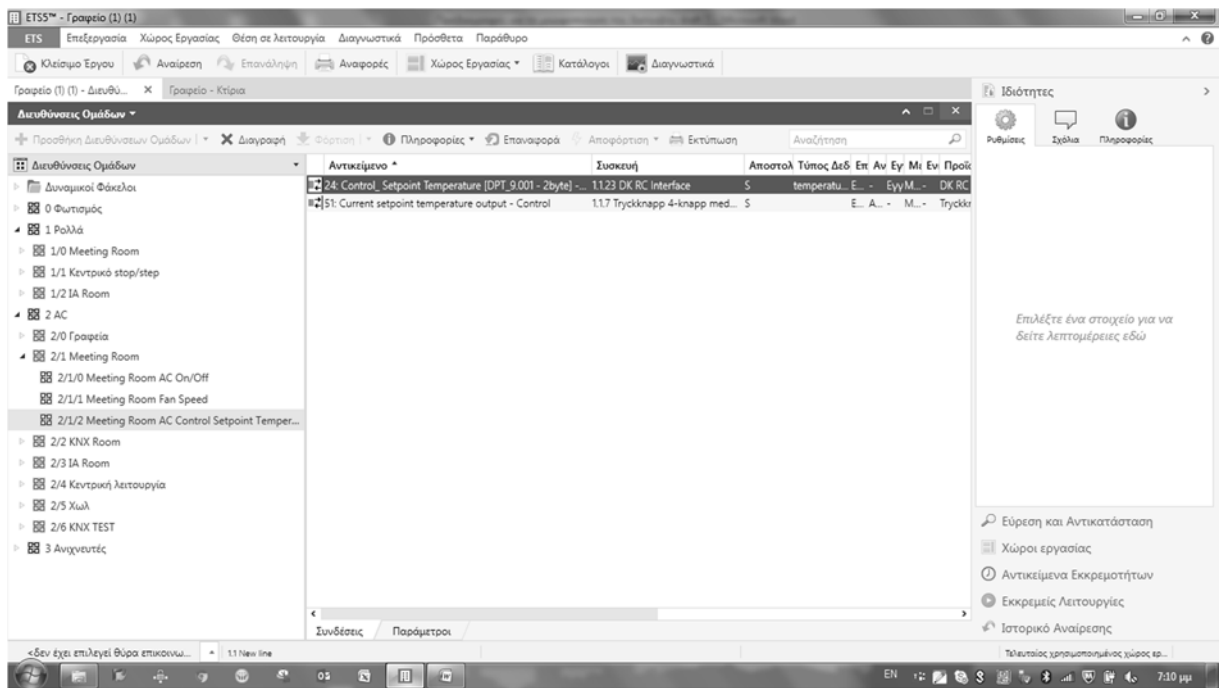
**Εικόνα 8.** Προσθήκη δωματίων στο κτίριο

Αφού ολοκληρώσουμε με τα δωμάτια όπως φαίνονται στο Παράρτημα Δ, θα πρέπει να προσθέσουμε όλες τις KNX συσκευές που υπάρχουν στην εγκατάστασή μας, ανά δωμάτιο. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να κατεβάσουμε στο ETS (αν δεν το έχουμε ήδη κάνει), τις βάσεις δεδομένων με τις συσκευές των εταιριών που χρησιμοποιούμε στο Έργο μας. Αυτές συνήθως βρίσκονται στα site του κάθε κατασκευαστή. Μετά από αυτό επιλέγουμε τον κωδικό της κάθε συσκευής και την τοποθετούμε στο δωμάτιο το οποίο βρίσκεται.



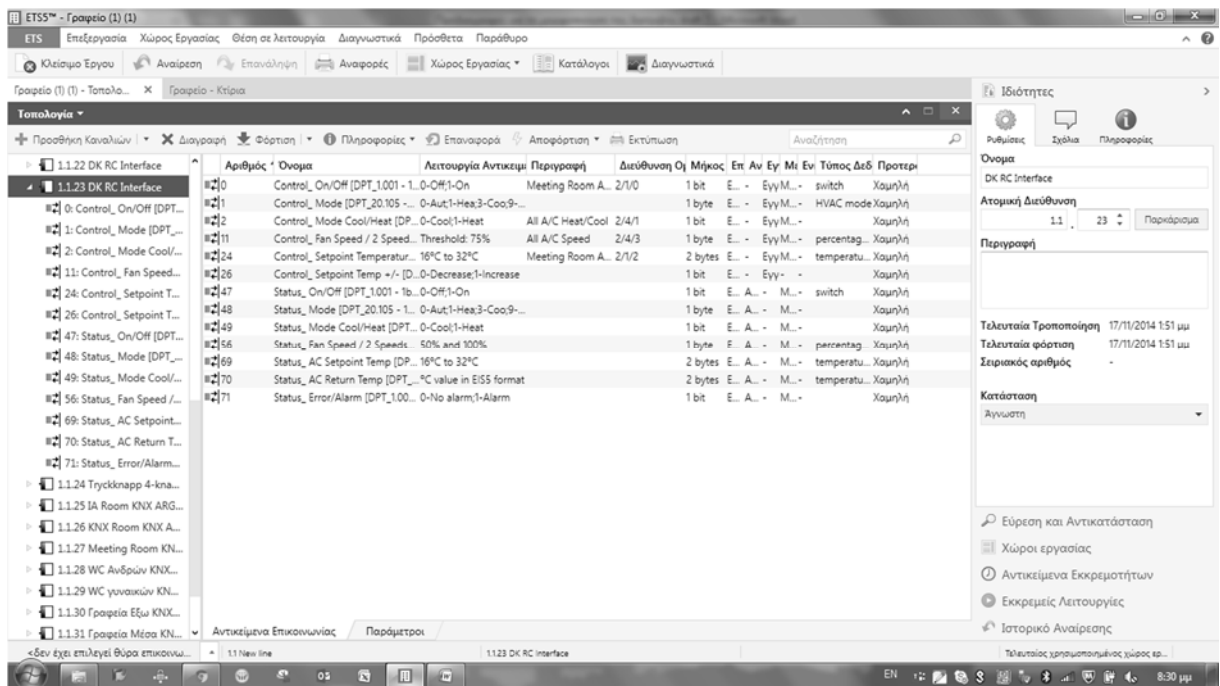
Εικόνα 9. Προσθήκη συσκευών στα δωμάτια

Αφού ολοκληρωθεί και αυτό (Παράρτημα Δ) είναι η ώρα να δημιουργήσουμε τις διευθύνσεις ομάδων όπως παρουσιάζονται στο Παράρτημα Δ. Έτσι ομαδοποιούμε τις λειτουργίες που έχουμε κατά νου να υλοποιήσουμε με την εγκατάσταση, ενώ επίσης υποδιαιρούμε σε 3 επίπεδα. Το πρώτο επίπεδο αποτελούν τα Φωτισμός, Ρολά, A/C και ανιχνευτές, οι γενικές λειτουργίες δηλαδή της εγκατάστασης, στο δεύτερο επίπεδο βάζουμε τον χώρο και στο τρίτο επίπεδο την λειτουργία που θέλουμε να εκτελεί η κάθε συσκευή που βρίσκεται σε αυτό τον χώρο. Σαν παράδειγμα αναφέρουμε την διεύθυνση ομάδος 2/1/2 που φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Το πρώτο 2 αναφέρεται στη γενική λειτουργία και μας δείχνει ότι μιλάμε για A/C. Το 1 αναφέρεται στον χώρο που είναι τοποθετημένη η κλιματιστική μονάδα, δηλαδή στην Αίθουσα Συναντήσεων ενώ το δεύτερο 2 μας δείχνει στη λειτουργία θερμοκρασίας βάσης του συγκεκριμένου κλιματιστικού.



**Εικόνα 10.** Δημιουργία διευθύνσεων ομάδων

Η κάθε συσκευή από αυτές που προσθέσαμε επιτελεί κάποιες συγκεκριμένες λειτουργίες ενώ έχει και τα δικά της χαρακτηριστικά, τα οποία τα ονομάζει αντικείμενα. Για παράδειγμα, στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε πως η συσκευή με την ονομασία DK RC Interface (κλιματιστική μονάδα 6), έχει 13 διαφορετικά αντικείμενα τα οποία μπορούμε να παραμετροποιήσουμε σύμφωνα με τις ανάγκες του έργου. Ενδεικτικά κάποια από αυτά περιλαμβάνουν τον έλεγχο του On/Off και την ένδειξη του On/ Off, την επιλογή μεταξύ ψύξης και θέρμανσης και την αντίστοιχη ένδειξη, τον έλεγχο και την ένδειξη της ταχύτητας του ανεμιστήρα, τον έλεγχο την θερμοκρασία βάσης και την ένδειξη της κ.α.

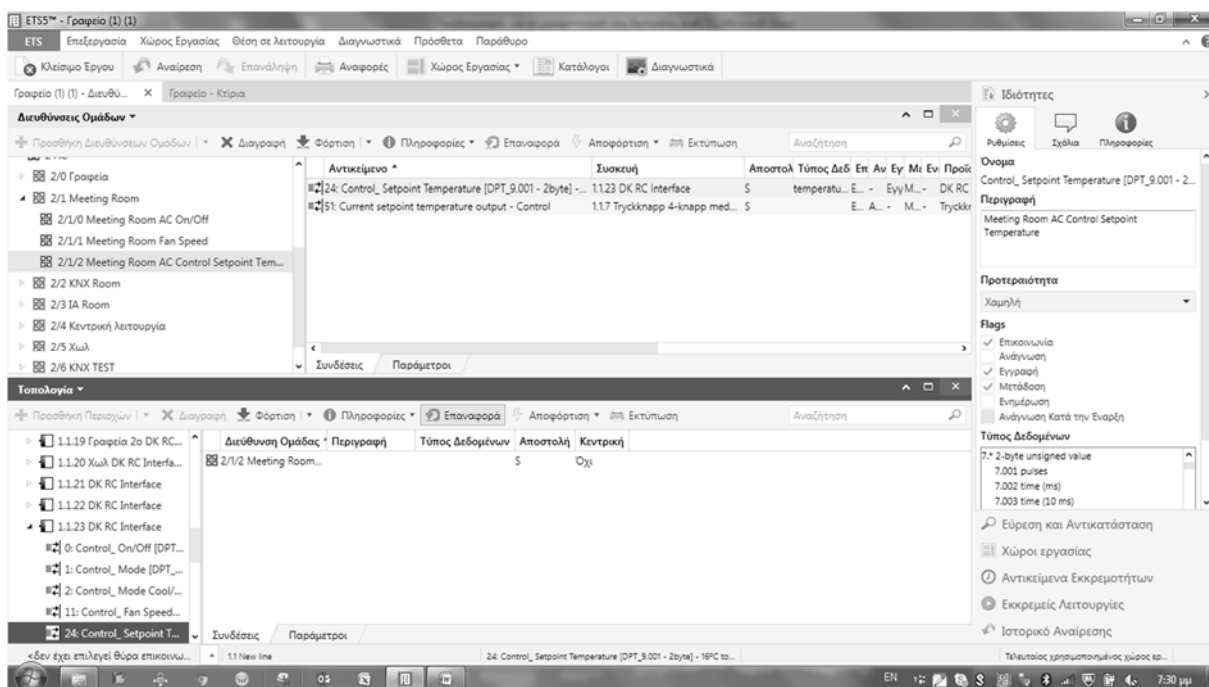


Εικόνα 11. Αντικείμενα συσκευής

Το πιο σημαντικό βήμα στη δημιουργία ενός Έργου είναι αυτό που ακολουθεί, δηλαδή η αντιστοίχιση των διευθύνσεων ομάδων με τα αντικείμενα των συσκευών. Ο προγραμματιστής του έργου θα πρέπει να έχει πολύ καλή γνώση ή να μελετήσει όλες τις λειτουργίες μιας συσκευής που εκφράζονται μέσα από τα αντικείμενα, ώστε να μπορέσει να επιλέξει το σωστό, να το συνδέσει με την κατάλληλη διεύθυνση ομάδος και να το παραμετροποιήσει. Αν η σύνδεση δεν γίνει όπως πρέπει, σύμφωνα με την λογική που χτίστηκε ένα έργο, αν ξεχαστούν ή διαγραφούν συνδέσεις, η εύρυθμη λειτουργία της εγκατάστασης είναι σε κίνδυνο.

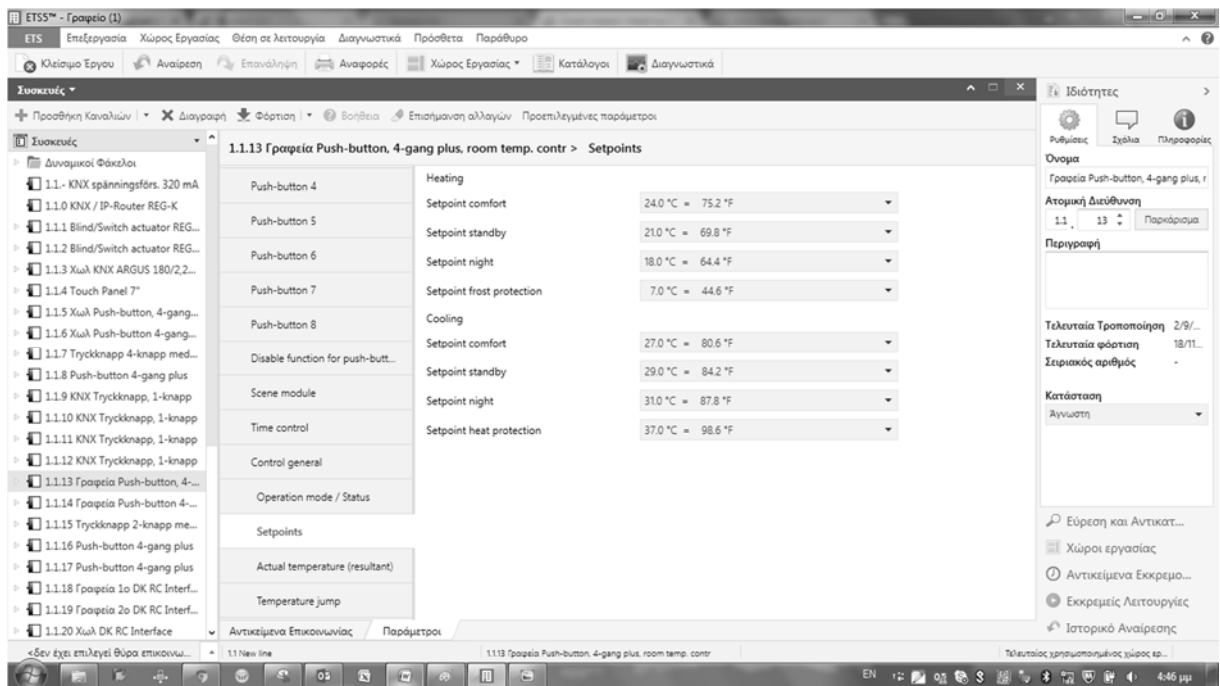
Σαν παράδειγμα αναφέρουμε την παρακάτω εικόνα όπου συνδέουμε το αντικείμενο 24 της κλιματιστικής μονάδας 6 με τη διεύθυνση ομάδας 2/1/2, όπως την είδαμε προηγουμένως. Συνδέουμε δηλαδή τον έλεγχο του setpoint της θερμοκρασίας με την διεύθυνση ομάδας που αντιστοιχεί στον έλεγχο του setpoint θερμοκρασίας του κλιματιστικού 6. Βλέπουμε επίσης πως σε αυτή την διεύθυνση ομάδας βρίσκεται και το αντικείμενο 51 της συσκευής 1.1.7 δηλαδή η ένδειξη της θερμοκρασίας στον πολυλειτουργικό θερμοστάτη 8 πλήκτρων (4-gang) που βρίσκεται στο meeting room. Για να ελέγξουμε δηλαδή τη θερμοκρασία του κλιματιστικού 6, χρειαζόμαστε στην

αντίστοιχη διεύθυνση ομάδας αντικείμενα και της κλιματιστικής μονάδας αλλά και του θερμοστάτη που την ελέγχει.



Εικόνα 12. Σύνδεση αντικειμένου με διεύθυνση ομάδας

Είναι σημαντικό τέλος να αναφερθούμε στην παραμετροποίηση των αντικειμένων με το παράδειγμα του ορισμού των setpoints των θερμοκρασιών για τις λειτουργίες θέρμανσης και ψύξης. Από το μενού Συσκευές, ανοίγουμε την συσκευή που θέλουμε και αντί για την καρτέλα Αντικείμενα Επικοινωνίας, επιλέγουμε την καρτέλα Παράμετροι. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τους διαθέσιμους παραμέτρους της συσκευής 1.1.13, ενός πολυλειτουργικού θερμοστάτη με 8 μπουτόν. Υπάρχει πλήθος ρυθμίσεων που μπορούμε να επιλέξουμε και να παρέμβουμε, όμως αυτό που μας ενδιαφέρει είναι τα Setpoints όπου ορίζουμε τις επιθυμητές θερμοκρασίες βάσης για λειτουργία ψύξης και θέρμανσης. Η ίδια φυσικά παραμετροποίηση θα πρέπει να γίνει για όλους τους θερμοστάτες.



**Εικόνα 13.** Ορισμός setpoints θερμοκρασίας σε θερμοστάτη

Αφού ολοκληρώσουμε όλες τις φάσεις του προγραμματισμού του έργου που περιγράψαμε παραπάνω, θα πρέπει να περάσουμε το πρόγραμμα που έχουμε δημιουργήσει στο ETS, σε όλες τις συσκευές ώστε να μπορέσουν να λειτουργήσουν. Έτσι συνδέουμε τον υπολογιστή με τη θύρα USB της εγκατάστασης με ένα καλώδιο Ethernet και φορτώνουμε το πρόγραμμα στις συσκευές μέσω της αντίστοιχης εντολής του ETS.

#### 4.2.7 Προγραμματισμός GUI

Για την κατασκευή του graphical interface με το οποίο θα εκφράζονται οι χρήστες σχετικά με την θερμική άνεση, χρησιμοποιήσαμε τον λογικό ελεγκτή homeLYnk, της εταιρίας Schneider Electric. Το homeLYnk μπορεί να χρησιμοποιηθεί με μια σειρά από διαφορετικούς τρόπους όπως σαν gateway μεταξύ KNX, Modbus, BACnet και IP, σαν μονάδα λογικής που παρέχει λειτουργίες μνήμης και έλεγχο γεγονότων ή σαν user interface βασισμένο σε εφαρμογή web server.



**Εικόνα 14.** homeLYnk

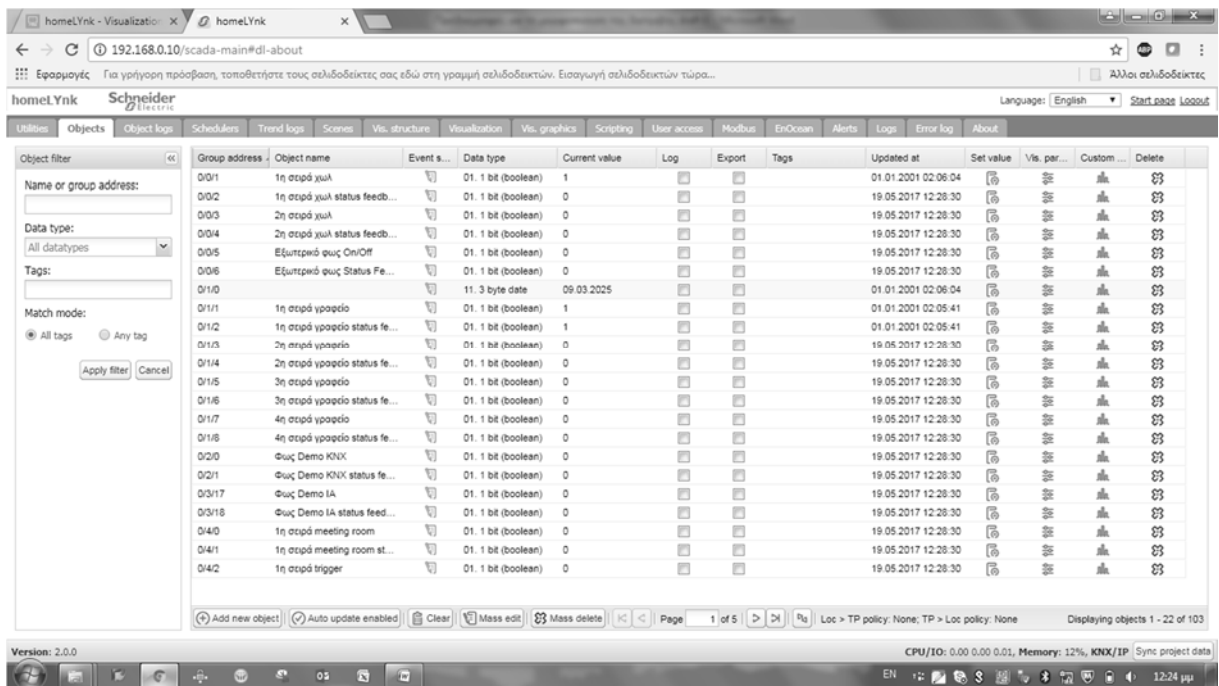
Το homeLYnk παρέχει ένα interface για τον έλεγχο όλων των κτιριακών λειτουργιών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τοπικά ή από κινητές συσκευές όπως smartphones, tablets, PCs και οθόνες αφής. Επιτρέπει την επίβλεψη και τον έλεγχο σε φώτα, ρολά, περσίδες, ψύξη και θέρμανση, ενεργειακή καταμέτρηση, προγραμματισμό γεγονότων και IP κάμερες.

Για να αποκτήσουμε πρόσβαση στο homeLYnk θα πρέπει να το τροφοδοτήσουμε με 24V DC και να το συνδέσουμε μέσω της θύρας Ethernet στον υπολογιστή μας.



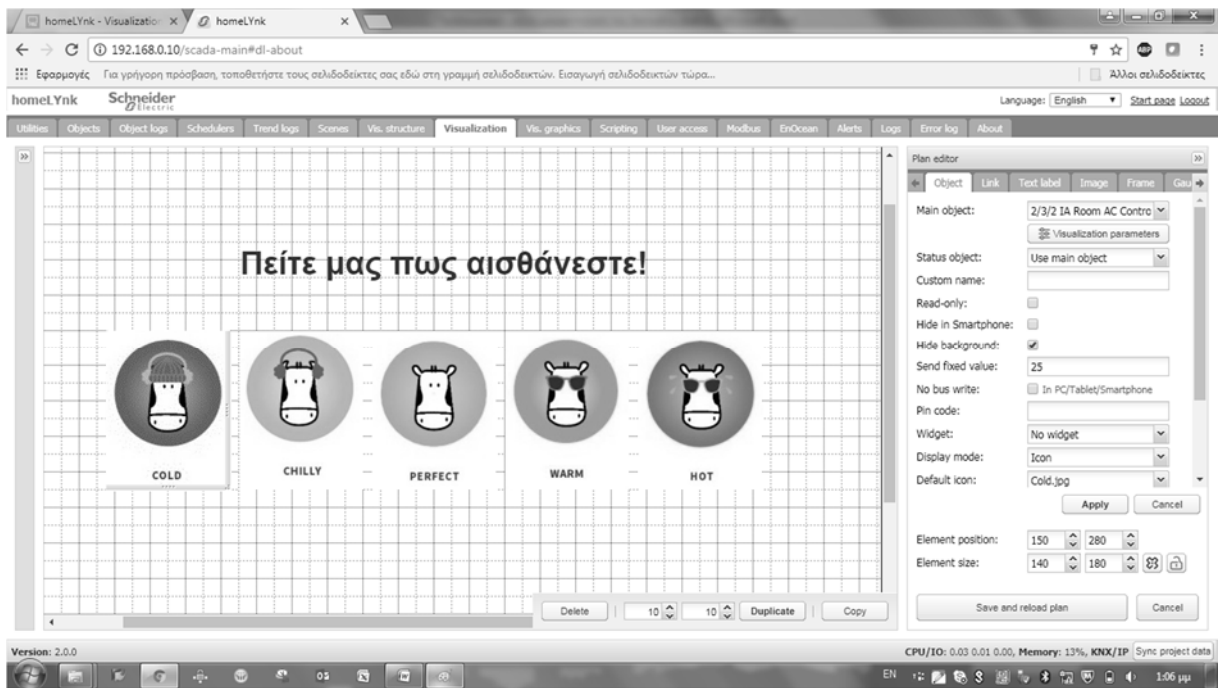
**Εικόνα 15.** Σύνδεση homeLYnk σε υπολογιστή

Η default IP διεύθυνση της συσκευής είναι η 192.168.0.10 με την οποία αποκτούμε πρόσβαση στη συσκευή μέσω ενός browser. Στη συνέχεια, το πρώτο πράγμα που κάναμε ουσιαστικά στο homeLYnk είναι να φορτώσουμε το πρόγραμμα του ETS για τον έλεγχο του γραφείου που δημιουργήσαμε νωρίτερα. Τώρα έχουμε πρόσβαση σε όλες τις group addresses και τα αντικείμενα που δημιουργήσαμε προηγουμένως.



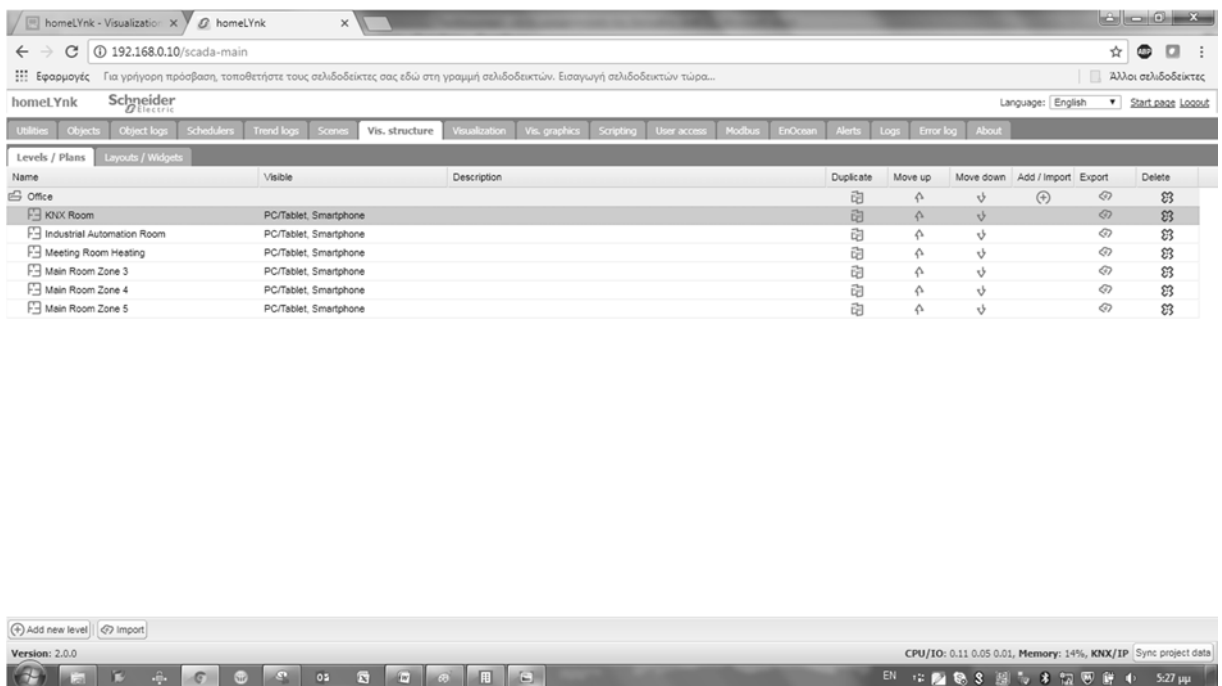
**Εικόνα 16.** Εισαγωγή αντικειμένων και διευθύνσεων ομάδος από το ETS

Αρχικά ξεκινάμε σχεδιάζοντας το interface μέσα από την καρτέλα Visualization. Υπάρχει ένας καμβάς που αντιπροσωπεύει την οθόνη που θα βλέπει ο χρήστης, όπου και εισάγουμε τα γραφικά στοιχεία που θέλουμε – στην περίπτωση μας τα εικονίδια για τα 5 μπουτόν. Από το διπλανό μενού μπορούμε να συσχετίσουμε το κάθε μπουτόν με ένα group address, ώστε κάθε πάτημά του να προκαλεί και μια συγκεκριμένη πράξη. Για παράδειγμα, όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα, πατώντας το εικονίδιο Cold, μπορούμε να στέλνουμε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία στο group address 2/2/2, π.χ. 25, το οποίο αντιστοιχεί στη θερμοκρασία του δωματίου KNX. Αυτό βέβαια δεν εξυπηρετεί στην περίπτωση μας, καθώς αν το ίδιο κουμπί πατηθεί 2 φορές, θέλουμε να πέσει ακόμα περισσότερο η θερμοκρασία και όχι να ξαναστείλει την ίδια προκαθορισμένη τιμή. Με αυτό το πρόβλημα θα ασχοληθούμε αργότερα.



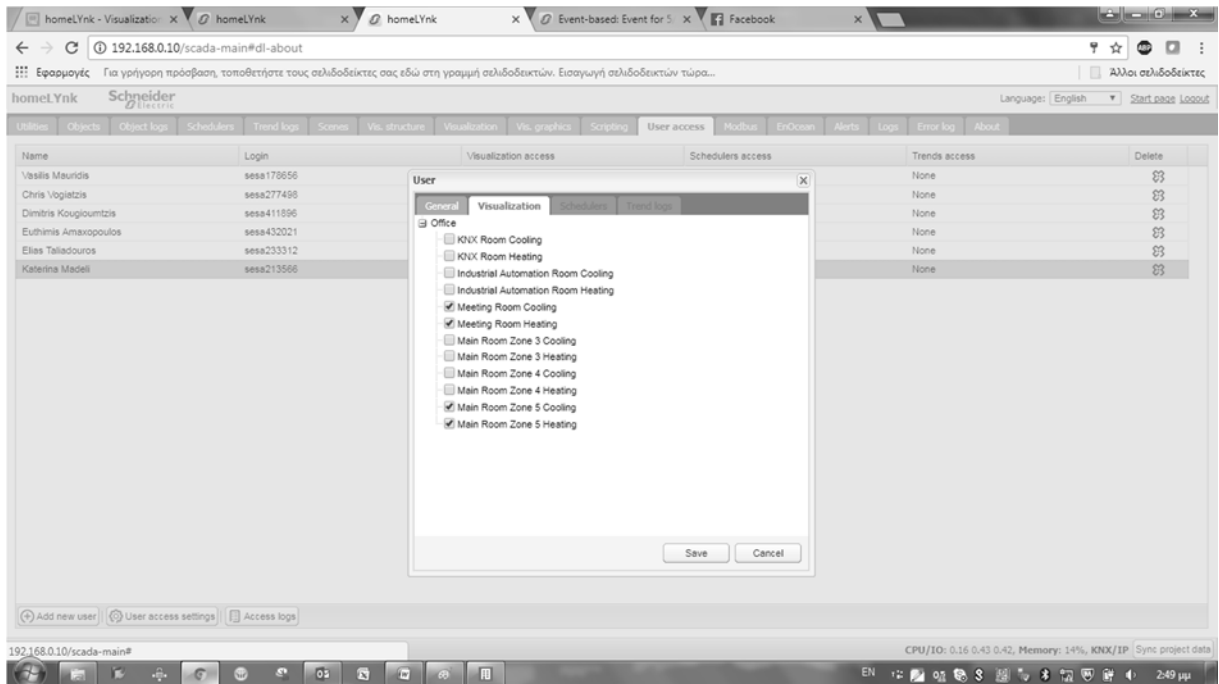
Εικόνα 17. Δημιουργία οπτικοποίησης

Στη συνέχεια θα πρέπει να δημιουργήσουμε τους χώρους (ζώνες) του γραφείου από την καρτέλα Visualization Structure.



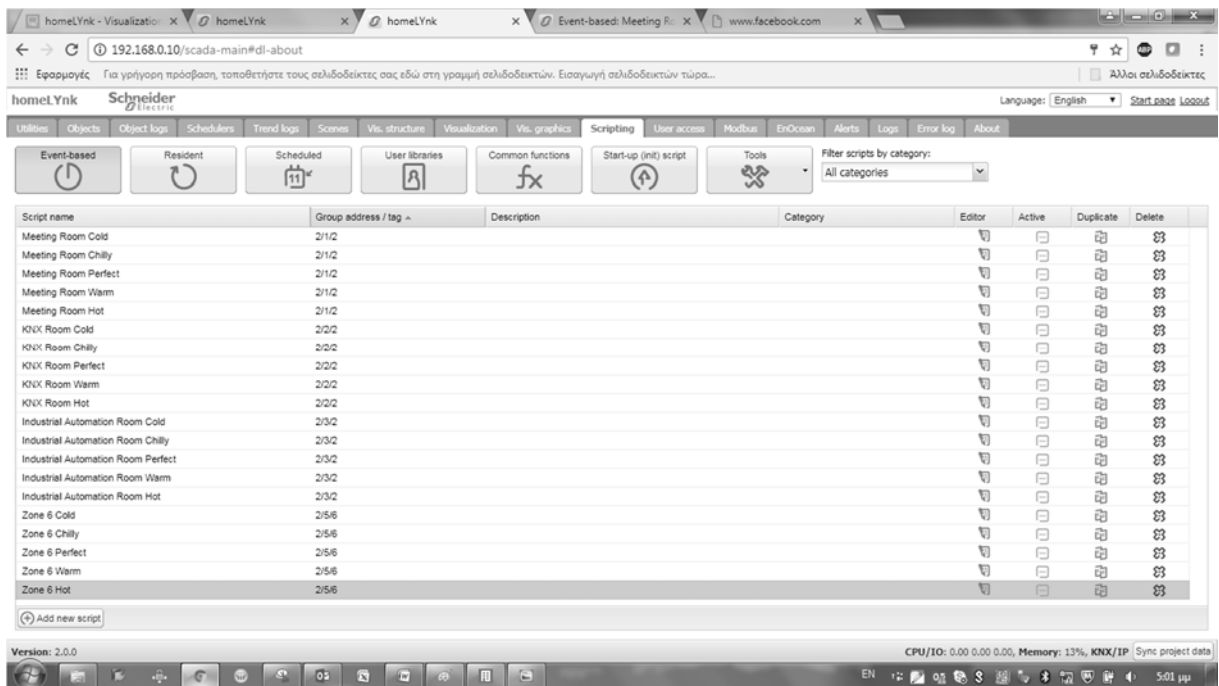
Εικόνα 18. Ζώνες γραφείου

Επίσης, θα πρέπει να δημιουργήσουμε τους χρήστες και να τους δώσουμε δικαιώματα πρόσβασης σε αυτούς τους χώρους μέσω την καρτέλας User Access.



**Εικόνα 19.** Δημιουργία χρηστών και συσχέτιση με τις ζώνες

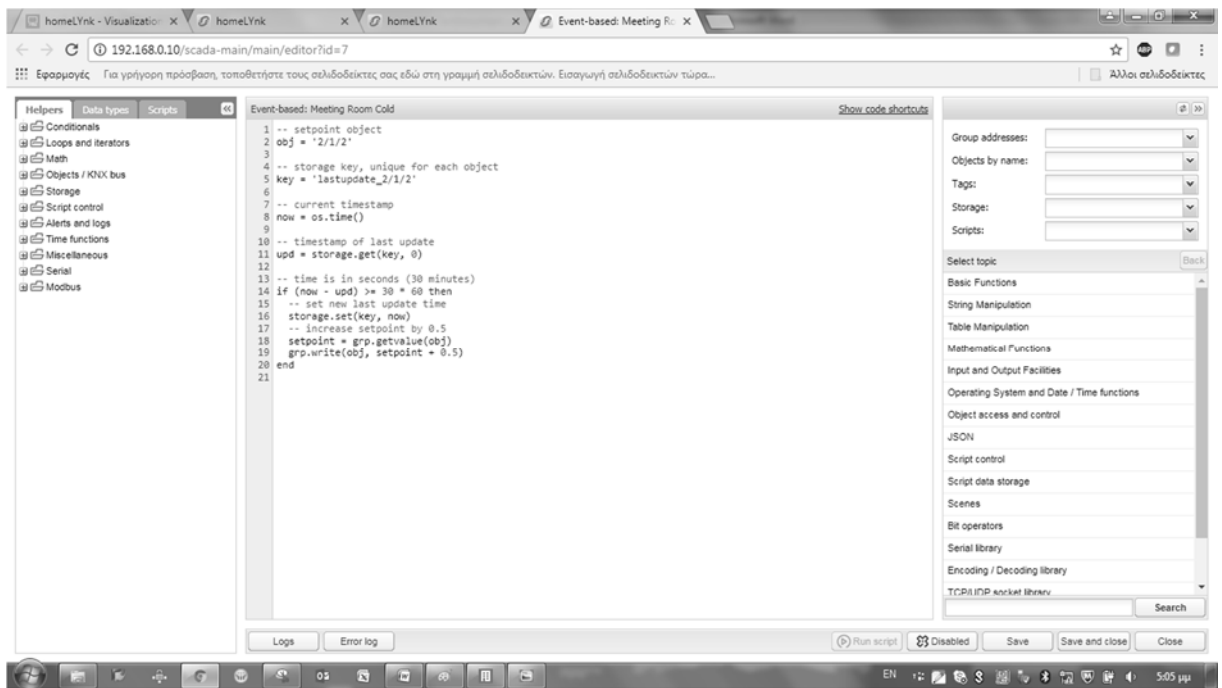
Τέλος, για να μπορέσουμε να έχουμε μεταβολή της θερμοκρασίας με το πάτημα των κουμπιών θα πρέπει να δημιουργήσουμε κάποια events που θα εκτελούνται όταν πατιέται το κάθε μπουτόν, μέσω της καρτέλας Scripting. Εκεί δημιουργούμε τα events και τα συσχετίζουμε με scripts που δημιουργούμε, μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Lua.



**Εικόνα 20.** Δημιουργία events

Το σκεπτικό είναι να δημιουργήσουμε ένα script για κάθε ένα από τα 5 κουμπιά και για κάθε ένα από τα 6 κλιματιστικά, σύνολο δηλαδή 30 scripts. Αυτά θα διαφέρουν μεταξύ τους στο πόσο θα επηρεάζει το καθένα την θερμοκρασία (αυξομείωση μισού ή ενός βαθμού ή καμία μεταβολή). Το ίδιο το script θα εφαρμόζεται σε διαφορετικές κλιματιστικές μονάδες, με την αλλαγή απλώς της διεύθυνσης ομάδας που αντιστοιχεί στο setpoint του κάθε κλιματιστικού. Η επιλογή του σωστού setpoint ανάλογα με το αν έχουμε λειτουργία ψύξης ή θέρμανσης, θα είναι αυτόματη και θα ακολουθεί την λειτουργία των κλιματιστικών.

Επίσης, μέσα από αυτά τα scripts, καταφέρνουμε και ελέγχουμε τους χρήστες και τους περιορίζουμε σε μία ψήφο ανά 30'. Σε περίπτωση που πατήσουν το κουμπί δεύτερη ή τρίτη φορά, οι ψήφοι αυτοί δεν λαμβάνονται υπόψη από το σύστημα και δεν υπάρχει αλλαγή στη θερμοκρασία.



**Εικόνα 21.** Script για το event Meeting Room cold

Αφού τελειώσαμε με τον προγραμματισμό του homeLYnk το τοποθετήσαμε στον πίνακα της εγκατάστασής μας, το συνδέσαμε στο bus μέσω του πράσινου καλωδίου και το τροφοδοτήσαμε εκ νέου με 24V DC, ώστε να ενσωματωθεί στην υπόλοιπη KNX εγκατάσταση.

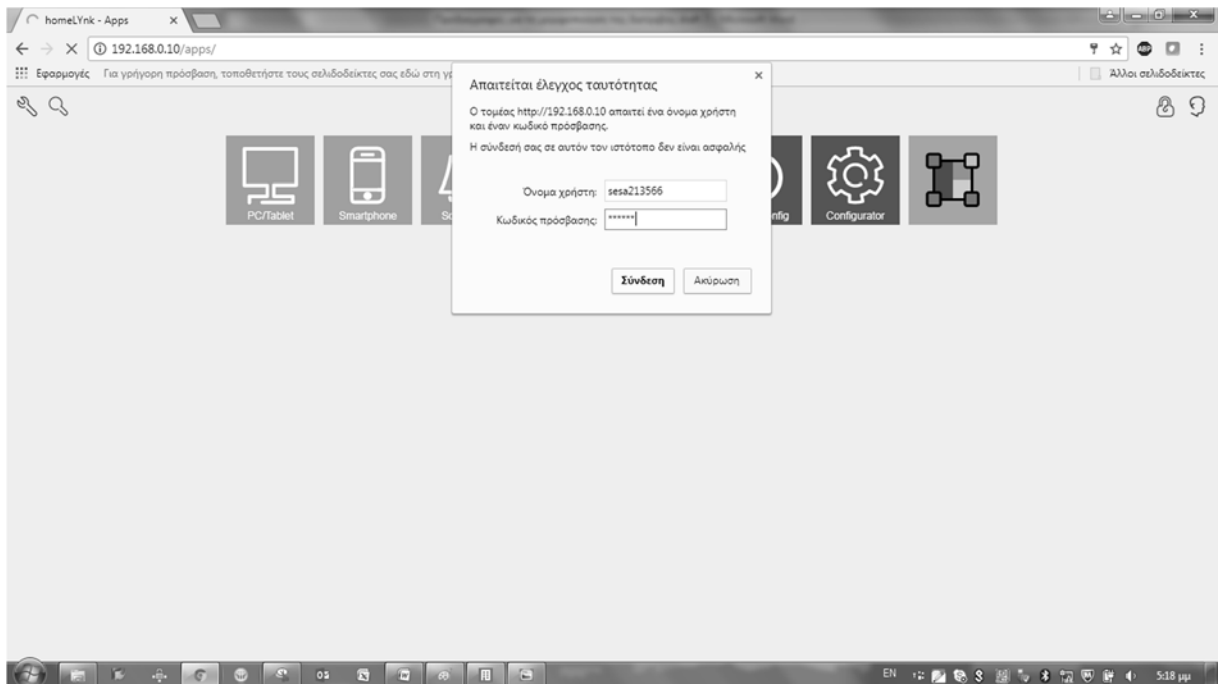
# Κεφάλαιο 5

## Ανάλυση - Αποτελέσματα

### 5.1 Λειτουργία Συστήματος

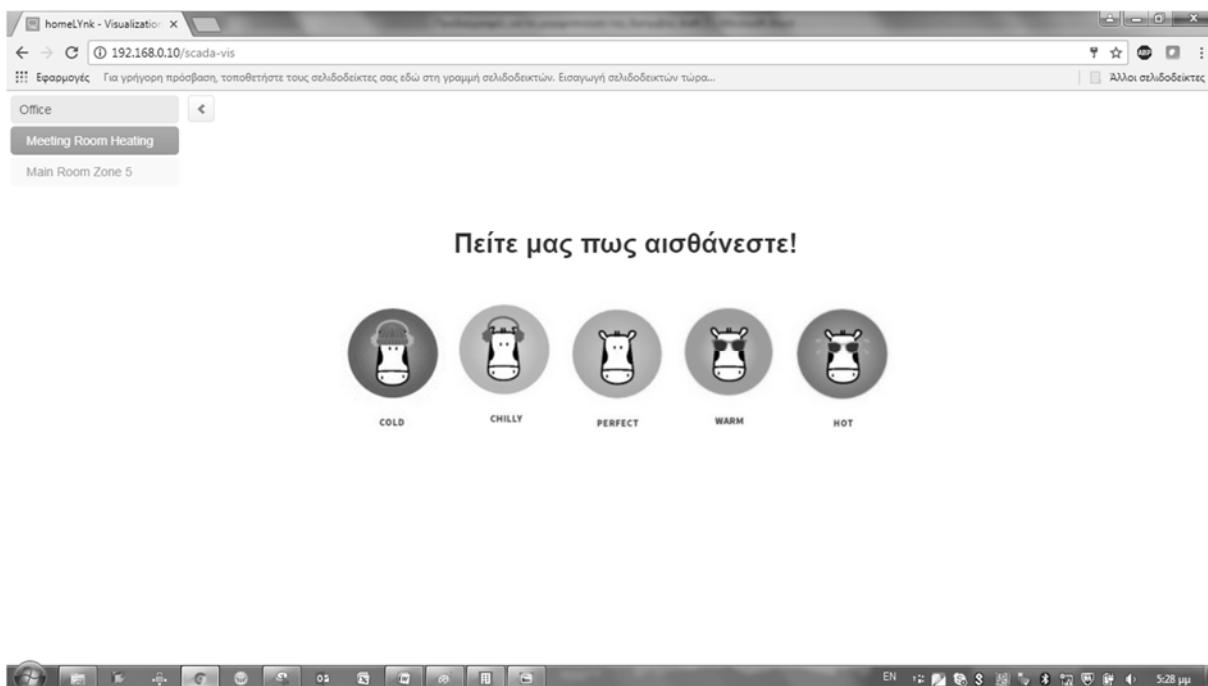
Οι εργασίες για την νέα ηλεκτρολογική εγκατάσταση ξεκίνησαν στο γραφείο τον Οκτώβριο του 2016 και ολοκληρώθηκαν μέσα στον Δεκέμβριο. Η μορφοποίηση του συστήματος και ο προγραμματισμός των συσκευών διήρκησε περισσότερο, οπότε ο νέος τρόπος λειτουργίας του γραφείου με την ψήφο των χρηστών για την διαμόρφωση της θερμοκρασίας όπως τον περιγράφουμε παραπάνω, ξεκίνησε στις 01/05/2017.

Οι χρήστες μπορούσαν πλέον να έχουν πρόσβαση στο interface μέσω της διεύθυνσης 192.168.0.10 και πληκτρολογώντας ο καθένας τα μοναδικά γι αυτόν Όνομα Χρήστη και Κωδικό Πρόσβασης.



Εικόνα 22. Είσοδος χρήστη

Στη συνέχεια μπορούσε ο κάθε χρήστης να επιλέγει πως αισθάνεται μέσω της παρακάτω οθόνης, και για τους χώρους στους οποίους έχει δικαιώματα, όπως τα καθορίσαμε προηγουμένως.



Εικόνα 23. Ψήφος θερμικής άνεσης

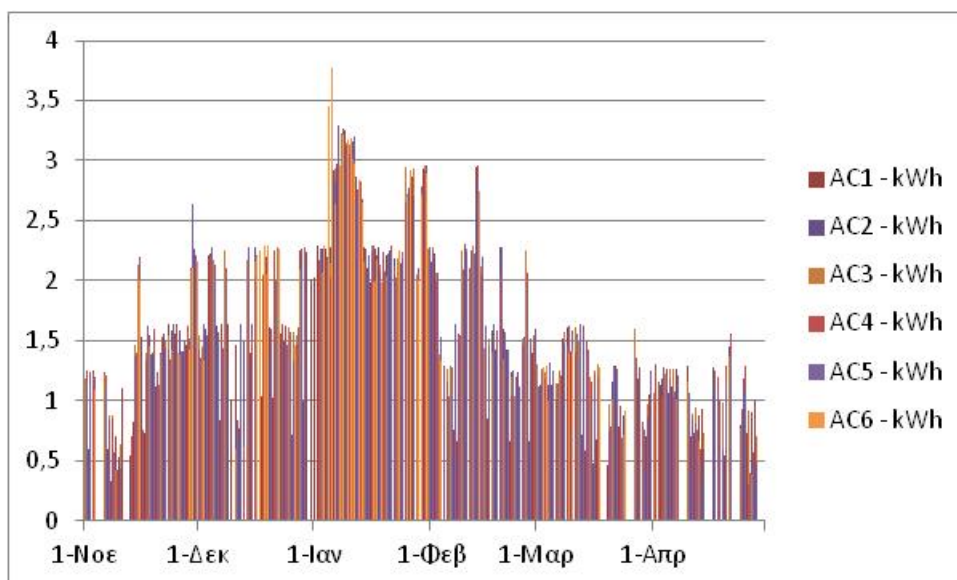
Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τις μετρήσεις κατανάλωσης ενέργειας και τις θερμοκρασίες που κατέγραψε ο κάθε θερμοστάτης, από την αρχή αυτού του project μέχρι και σήμερα, προσπαθώντας να εξακριβώσουμε αν μέσα από τις αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας του γραφείου πετύχαμε εξοικονόμηση, αλλά και να δούμε το αντίκτυπο που είχε αυτή η αλλαγή στη συμπεριφορά των ενοίκων και κατά πόσο μπορούσαμε να τους ικανοποιήσουμε.

## 5.2 Εξοικονόμηση ενέργειας

Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα.

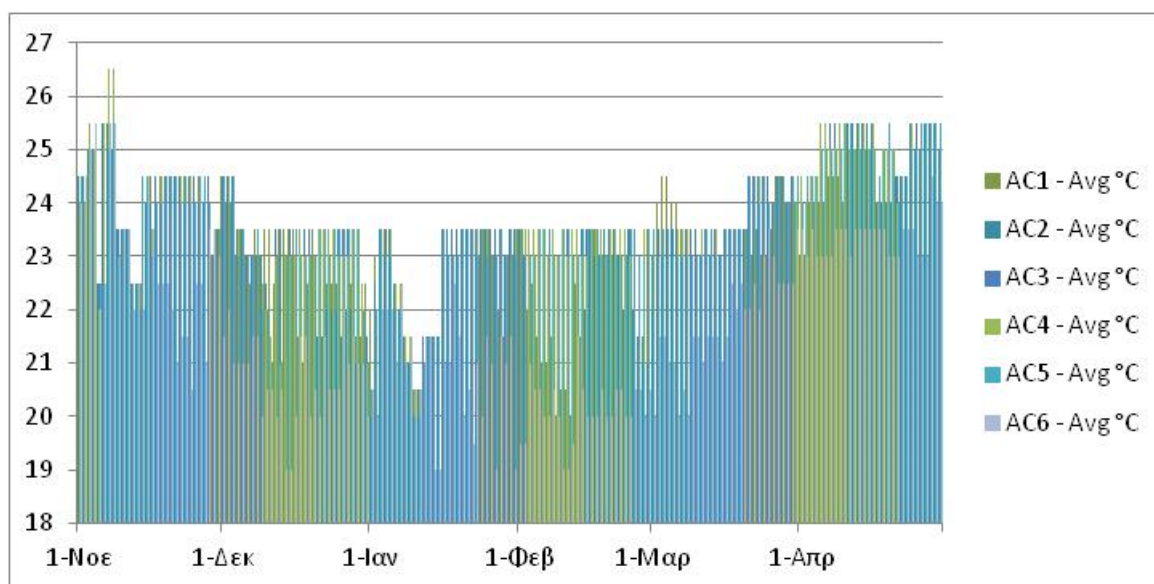
### 5.2.1 Νοέμβριος 16 – Απρίλιος 17

Οι μετρήσεις σε αυτό το διάστημα έγιναν στις κλιματιστικές μονάδες οι οποίες μόλις είχαν εγκατασταθεί, δουλεύοντας σε manual mode κατά την επιθυμία των χρηστών του γραφείου και παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α.



**Διάγραμμα 4.** Κατανάλωση από 01/11/2016 έως 30/04/2017 (kWh)

Αυτό που μετράμε είναι η κατανάλωση ενέργειας (kWh) της κάθε κλιματιστικής μονάδας και καλύπτουμε ολόκληρο το 24ωρο, ενώ με δεδομένο την υψηλότερη και την χαμηλότερη θερμοκρασία κάθε ημέρας, παρουσιάζουμε επίσης και τις θερμοκρασίες που εμφανίζει ο κάθε θερμοστάτης του χώρου (Παράρτημα Β).



**Διάγραμμα 5.** Μέσες θερμοκρασίες θερμοστατών από 01/11/2016 έως 30/04/2017 (°C)

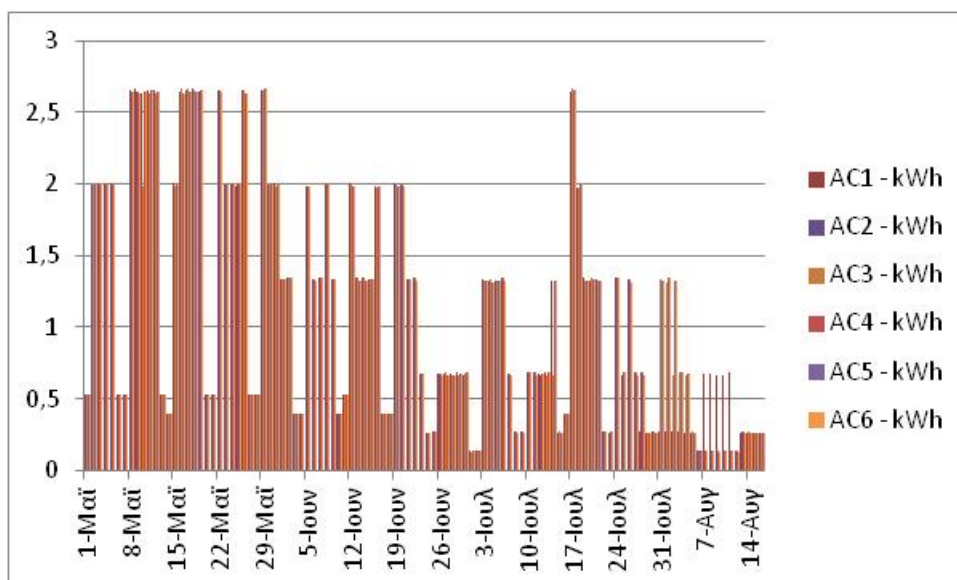
Θα πρέπει ωστόσο να έχουμε στο μυαλό μας πως η μέτρηση της θερμοκρασίας των θερμοστατών είναι ένας Μέσος Όρος των θερμοκρασιών του εκάστοτε χώρου κατά τη διάρκεια της ημέρας, καθώς και ότι κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου το σύστημα λειτουργεί στην θέρμανση.

Αυτό έχει την δική του σημασία, καθώς όπως είναι διαμορφωμένο το σύστημά μας, δεν μπορούμε να έχουμε σαφή εικόνα αν σε μια δεδομένη χρονική στιγμή η κλιματιστική μονάδα λειτουργεί ή όχι και τελικά, πόσες ώρες λειτούργησε κατά τη διάρκεια του 24ώρου. Σε κάποιες περιπτώσεις είναι προφανές, όπως όταν η κλιματιστική μονάδα έχει 0 KWh κατανάλωση για μια συγκεκριμένη ημέρα και κάποιους xx °C. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις, αυτό δεν είναι σαφές καθώς έχει μια xxxx KWh κατανάλωση και κάποιους xx °C. Αυτό είναι πρόβλημα γιατί δεν γνωρίζουμε εν τέλει, πόσο ορθή χρήση των κλιματιστικών μονάδων γίνεται ή όχι, αν δηλαδή λειτουργούν ορισμένες ώρες ή όλη την ημέρα, πόσες φορές την ημέρα ανάβουν και σβήνουν και σε τι θερμοκρασίες λειτουργούν.

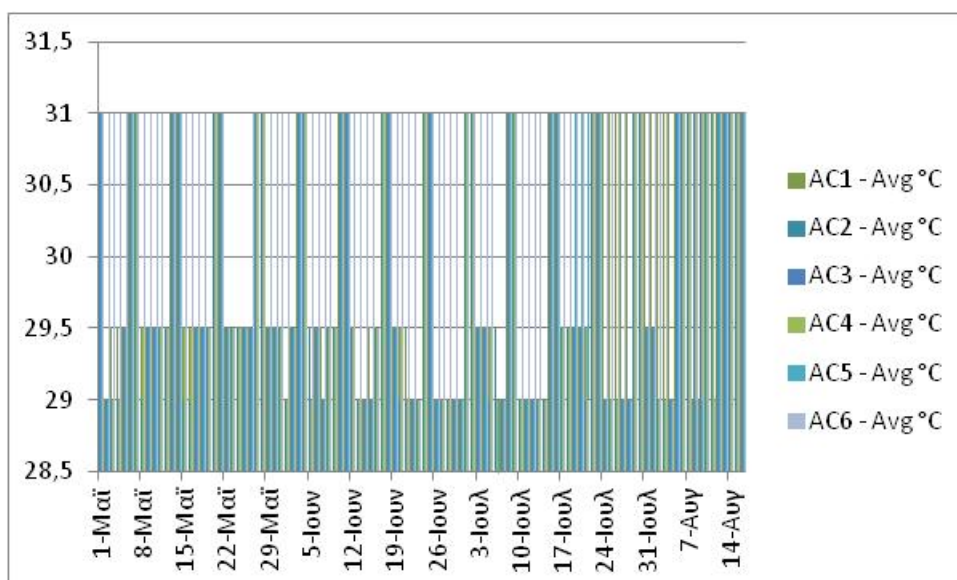
Την συγκεκριμένη περίοδο, τα κλιματιστικά λειτουργούν μόνο σε manual mode όλη την ημέρα και αν κάποιος ξεχάσει να τα σβήσει φεύγοντας από το γραφείο, θα παραμείνουν να λειτουργούν ζητώντας την ίδια θερμοκρασία μέχρι το επόμενο πρωινό. Το να ζητάς από μια κλιματιστική μονάδα για παράδειγμα 23 °C ενώ είναι βράδυ και η θερμοκρασία έχει πέσει στους 6°C, είναι ενεργειακά πιο απαιτητικό από το πρωί που η εξωτερική θερμοκρασία είναι στους 16°C.

### **5.2.2 Μάιος 17 – Οκτώβριος 17**

Σε αντίθεση με το προηγούμενο διάστημα, οι μετρήσεις έγιναν στις κλιματιστικές μονάδες οι οποίες δούλευαν σε automatic mode χωρίς τη δυνατότητα χειροκίνητης επέμβασης των χρηστών, και παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α. Μετράμε και πάλι κατανάλωση ενέργειας (kWh) και θερμοκρασίες (Παράρτημα Β), η θερμοκρασίας των θερμοστατών είναι ένας Μέσος Όρος, όμως τώρα, το σύστημα λειτουργεί στην ψύξη.



**Διάγραμμα 6.** Κατανάλωση από 01/05/2017 έως 15/08/2017 (kWh)



**Διάγραμμα 7.** Μέσες θερμοκρασίες θερμοστατών από 01/05/2017 έως 15/08/2017 (°C)

Η εκπαίδευση των ενοίκων του γραφείου πάνω στην σωστή λειτουργία των κλιματιστικών μονάδων από μόνη της, θα προκαλούσε λογικά εξοικονόμηση ενέργειας. Σε αντίθεση με το προηγούμενο διάστημα, τώρα κάνουμε πλήρη χρήση των δυνατοτήτων τους, αφήνοντας τα κλιματιστικά να λειτουργούν 24 ώρες αλλά πιο ορθολογικά, κάνοντας χρήση των διαφορετικών λειτουργιών των κλιματιστικών μονάδων με τη βοήθεια χρονικών και ανιχνευτών κίνησης. Επίσης μέσω του web interface, μπορούμε να έχουμε μια ακριβή καταγραφή των ψήφων θερμικής δυσaráσκειας των ενοίκων.

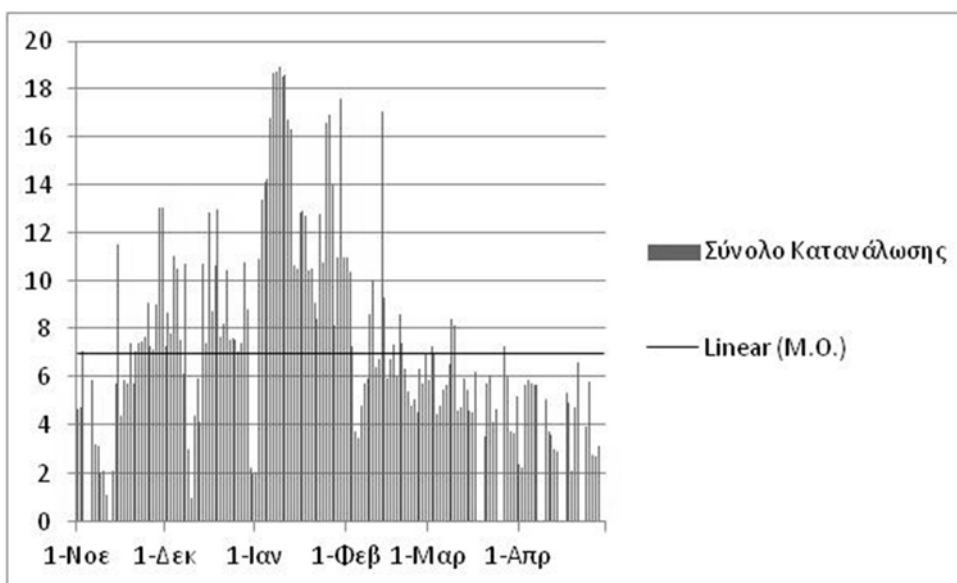
### 5.2.3 Σύγκριση και συμπεράσματα

Το πρώτο πράγμα που θα πρέπει να επισημάνουμε είναι πως με τον τρόπο που έτρεξε το project, απευθείας σύγκριση των 2 περιόδων δεν μπορεί να γίνει, καθώς την μία περίοδο τα κλιματιστικά έτρεξαν σε λειτουργία θέρμανσης και την δεύτερη περίοδο σε λειτουργία ψύξης. Βοηθάει ωστόσο το γεγονός πως και στις δύο λειτουργίες, η κατανάλωση των κλιματιστικών μονάδων είναι η ίδια και πως έχουμε χοντρικά τις ίδιες καιρικές ακρότητες κατά την διάρκεια των δύο περιόδων. Και στα 2 χρονικά διαστήματα είχαμε συνθήκες ακραίες, είτε μιλώντας για ψύχος με ανώτατη θερμοκρασία κάτω από 2 °C με 3 °C, είτε καύσωνα με την ανώτατη να ξεπερνά τους 35°C. Ωστόσο αν και είχαμε περίπου ίδιο αριθμών ημερών με φυσιολογικές για τον υπόλοιπο χειμώνα και το καλοκαίρι θερμοκρασίες, οι ημέρες της δεύτερης περιόδου μετρήσεων, είναι οι θεωρητικά δυσμενέστερες από άποψη θερμοκρασιών, χωρίς να έχουμε προλάβει να συμπεριλάβουμε το φθινόπωρο με πιο τις πιο ήπιες θερμοκρασίες. Αυτό φυσικά λειτουργεί σε βάρος της εξοικονόμησης, καθώς στην περίοδο που δεν έχει περιληφθεί, περιμένουμε μικρές καταναλώσεις που θα έριχναν το M.O. μας. Έχοντας υπόψη μας όλα τα παραπάνω, θα κάνουμε την παραδοχή και θα εξισώσουμε τις 2 περιόδους μεταξύ τους.

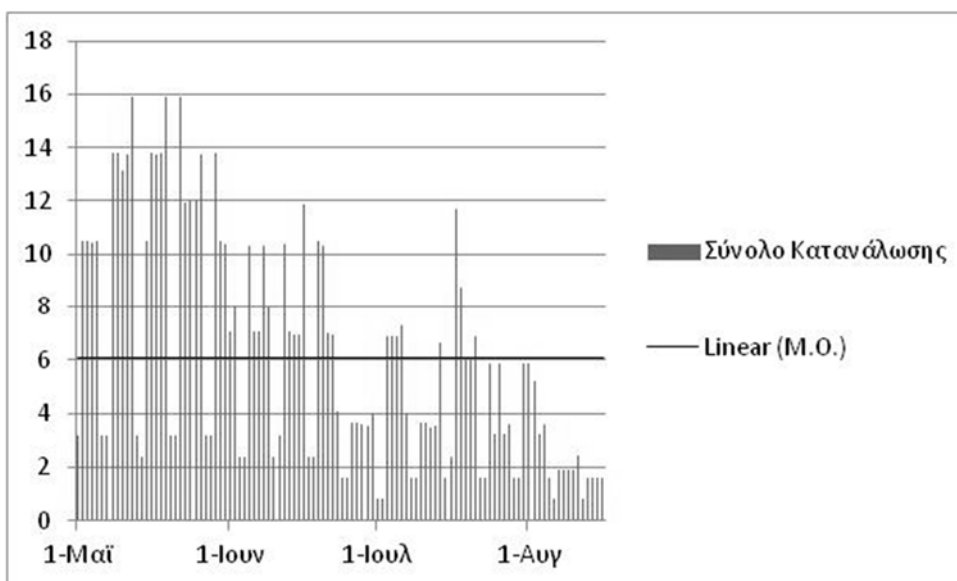
Τα συμπεράσματα από τα αποτελέσματα στις μετρήσεις των καταναλώσεων είναι αρκετά ενδιαφέροντα. Καταρχήν φαίνεται ξεκάθαρα από τις γραφικές παραστάσεις των 2 προηγούμενων κεφαλαίων πως η χρήση στο πρώτο διάστημα είναι εντελώς τυχαία και αυτό έγκειται στο γεγονός πως τα κλιματιστικά άναβαν και έσβηναν και η θερμοκρασία άλλαζε όταν οι ένοικοι ήθελαν ή το θυμόντουσαν, ενώ στην δεύτερη περίοδο τα κλιματιστικά λειτουργούν πάντα, με μια γραφική παράσταση πολύ πιο κανονικοποιημένη, λόγω των 4 διαφορετικών τύπων λειτουργίας ανάλογα με την περίοδο της ημέρας και την παρουσία ή απουσία ενοίκων.

Στη συνέχεια φαίνεται ξεκάθαρα από τις πρώτες μέρες λειτουργίας του νέου αυτοματοποιημένου συστήματος, πως υπάρχει μείωση στην ενέργεια που καταναλώνεται στο γραφείο, σε σχέση με το προηγούμενο καθεστώς όπου ο έλεγχος γινόταν χειροκίνητα. Η μείωση φαίνεται και στη συνολική κατανάλωση του γραφείου,

αλλά και στις επιμέρους καταναλώσεις των κλιματιστικών μονάδων, πράγμα που υποδηλώνει την λάθος χρήση που τους γινόταν τόσο καιρό. Σε περίοδο λειτουργίας 6 μηνών με τον παλιό τρόπο, ο Μ.Ο. κατανάλωσης και των 6 κλιματιστικών μονάδων ανά ημέρα ήταν 6,98kWh, ενώ με το νέο σύστημα και σε διάστημα μετρήσεων 3,5 μηνών ο Μ.Ο. ήταν 6,08kWh, μια εξοικονόμηση δηλαδή της τάξης του 12,89%.

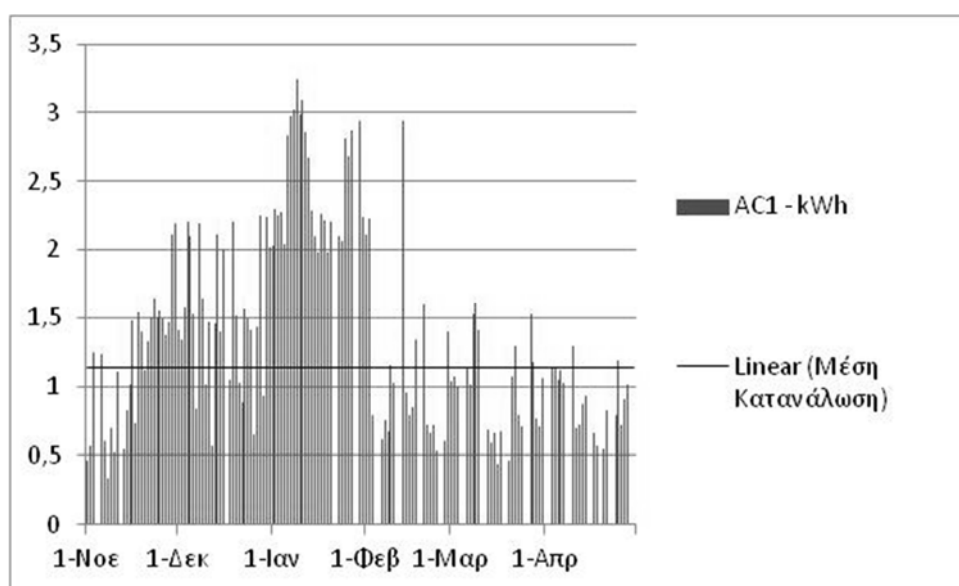


**Διάγραμμα 8.** Συνολική και Μ.Ο. κατανάλωσης από 01/11/2016 έως 30/04/2017 (kWh)

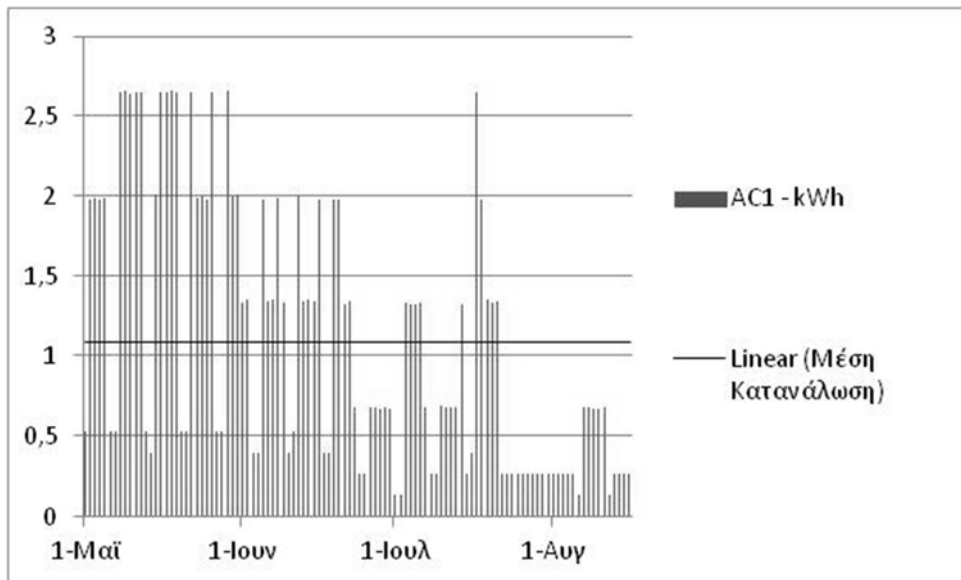


**Διάγραμμα 9.** Συνολική και Μ.Ο. κατανάλωσης από 01/05/2017 έως 15/08/2017 (kWh)

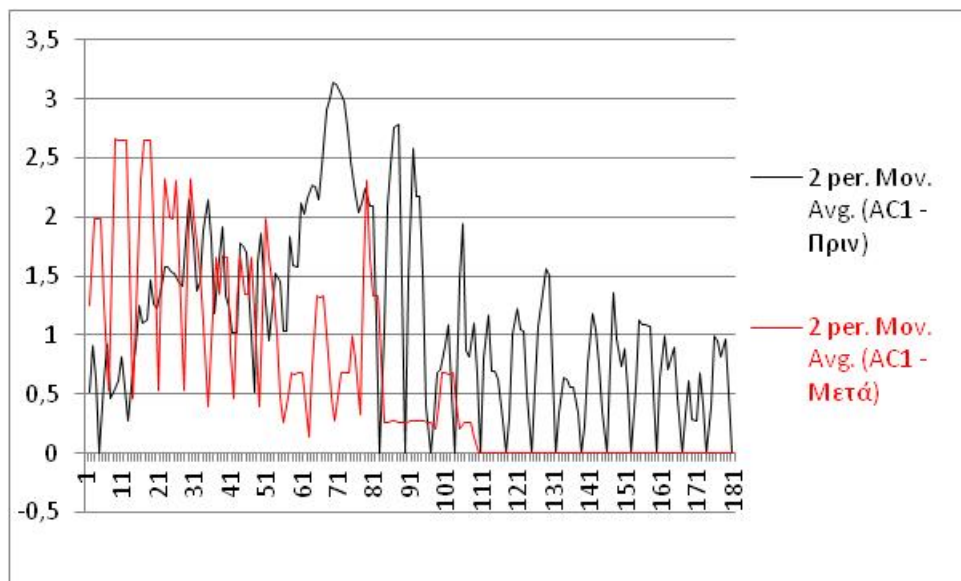
Αν προχωρήσουμε τις συγκρίσεις ένα βήμα παρακάτω, μπορούμε να δούμε μία ελάχιστη μείωση στην κατανάλωση ανά ημέρα των κλιματιστικών μονάδων 1 και 2 στα δωμάτια Industrial Automation και KNX ανάμεσα στις 2 περιόδους. Στην πρώτη περίοδο λειτουργίας, ο Μ.Ο. κατανάλωσης των κλιματιστικών ήταν 1,14kWh και στις 2 περιπτώσεις, ενώ στην δεύτερη περίοδο ο Μ.Ο. ήταν 1,08kWh και 1,11kWh, μια εξοικονόμηση δηλαδή της τάξης του 5,26% και 2,63% αντίστοιχα. Εδώ για πρώτη φορά παρατηρούμε κενά στις γραφικές παραστάσεις των κλιματιστικών μονάδων για την περίοδο 01/11-30/04, πράγμα που δηλώνει πως τα κλιματιστικά ήταν εντελώς κλειστά.



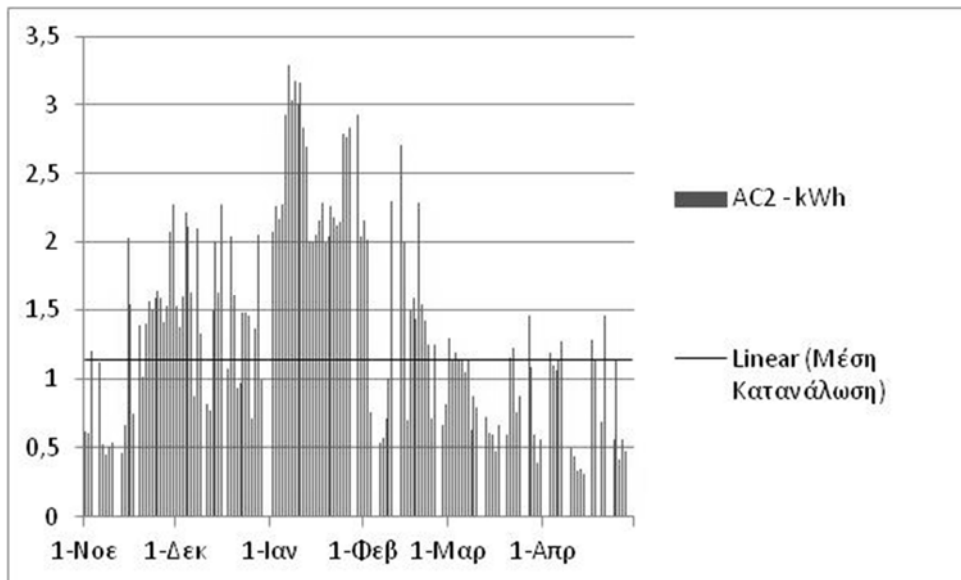
**Διάγραμμα 10.** Κατανάλωση κλιματιστικού 1 και Μ.Ο. από 01/11/2016 έως 30/04/2017 (kWh)



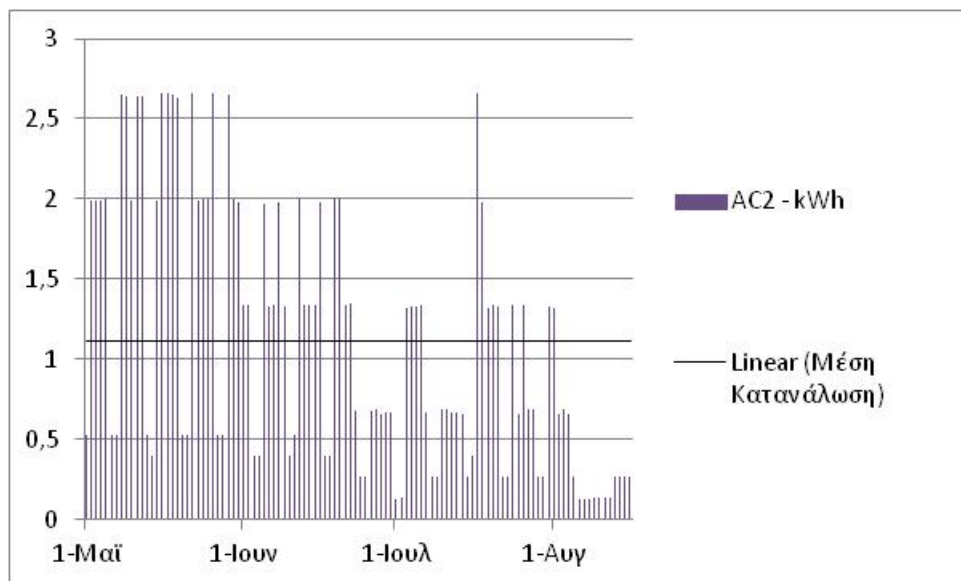
**Διάγραμμα 12.** Κατανάλωση κλιματιστικού 1 και Μ.Ο. από 01/05/2017 έως 15/08/2017 (kWh)



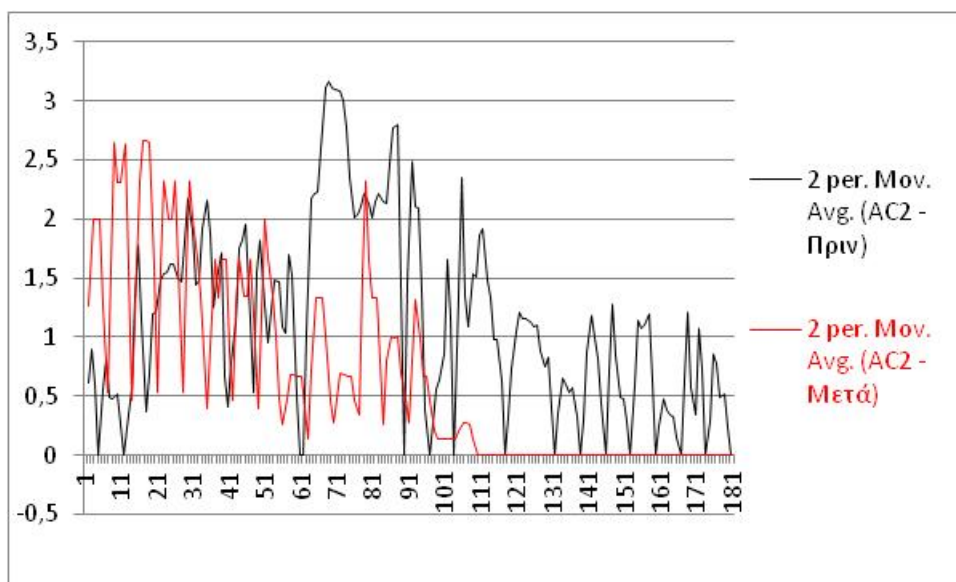
**Διάγραμμα 13.** Σύγκριση κατανάλωσης κλιματιστικού 1 πριν και μετά τη λειτουργία του νέου συστήματος



**Διάγραμμα 14.** Κατανάλωση κλιματιστικού 2 και Μ.Ο. από 01/11/2016 έως 30/04/2017 (kWh)

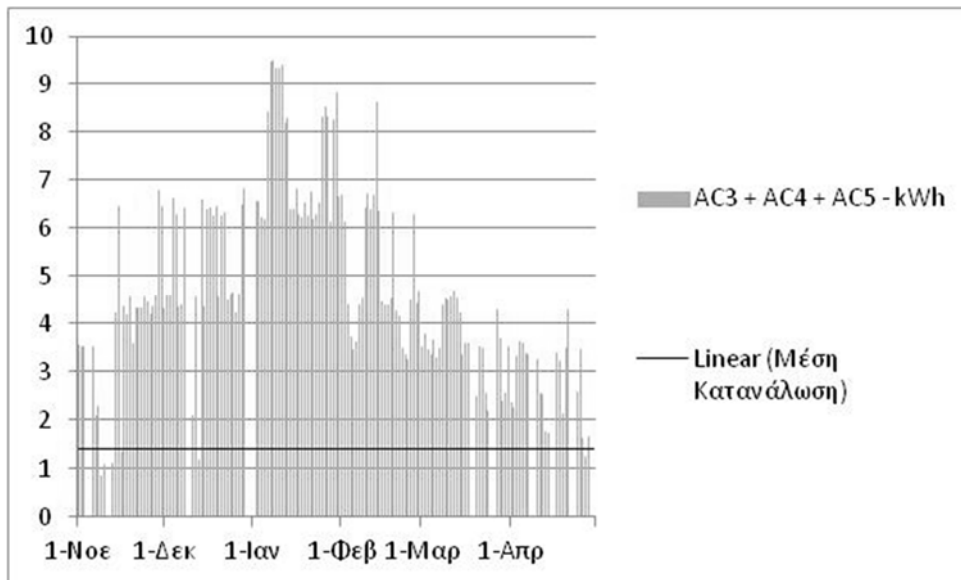


**Διάγραμμα 15.** Κατανάλωση κλιματιστικού 2 και Μ.Ο. από 01/05/2017 έως 15/08/2017 (kWh)

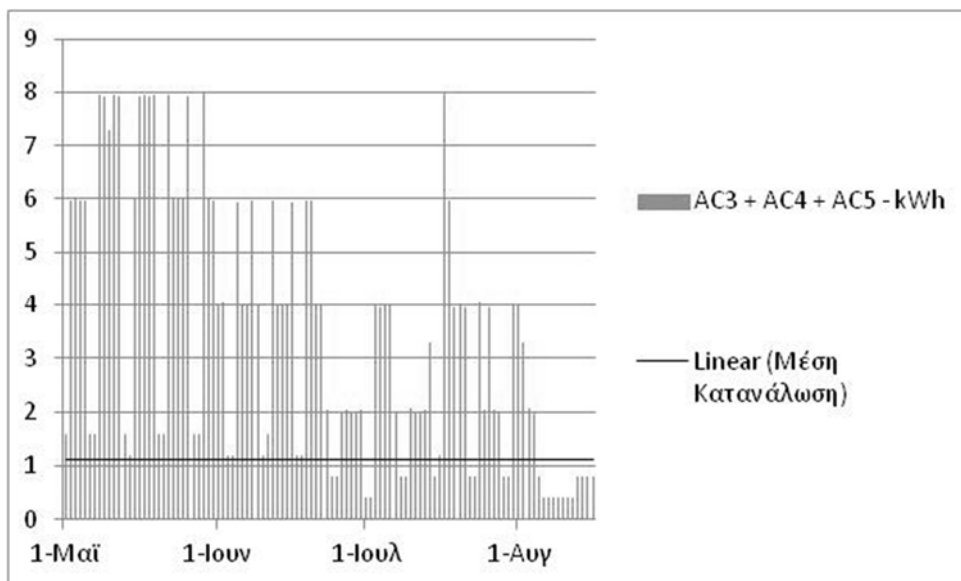


**Διάγραμμα 16.** Σύγκριση κατανάλωσης κλιματιστικού 2 πριν και μετά τη λειτουργία του νέου συστήματος

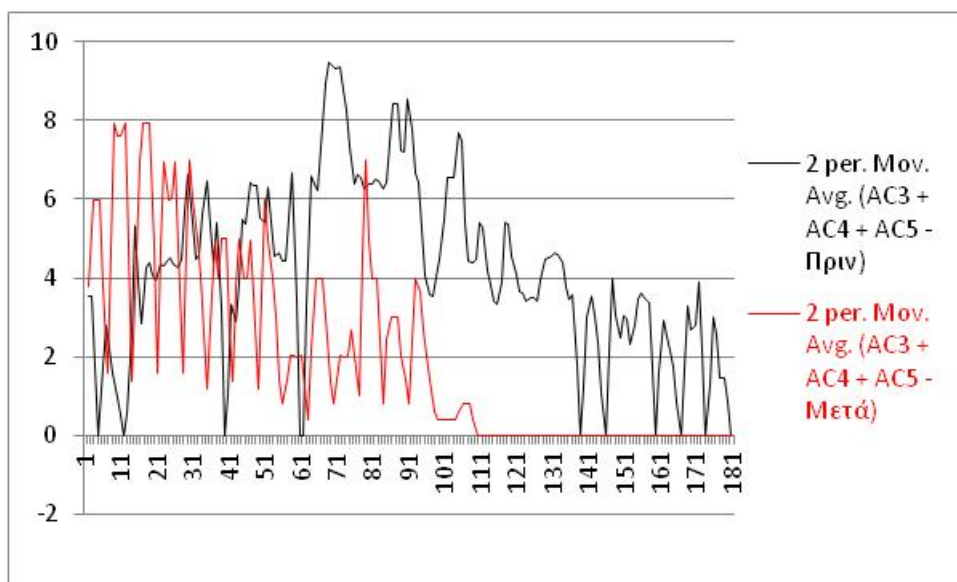
Αντίστοιχα η διαφορά στα κλιματιστικά 3, 4 και 5 που βρίσκονται στο μεγάλο κοινόχρηστο δωμάτιο που φιλοξενεί 3 γραφεία είναι αρκετά μεγάλη από περίοδο σε περίοδο. Η συνδυασμένη κατανάλωση των 3 κλιματιστικών την πρώτη περίοδο ήταν 760,18 kWh και 364,83kWh την δεύτερη περίοδο, οπότε μιλάμε για την διπλάσια σε όγκο κατανάλωση. Επίσης, ο Μ.Ο. κατανάλωσης των κλιματιστικών ήταν 1,39kWh μεταξύ 01/11 και 30/04 και 1,12kWh μεταξύ 01/05 και 15/08, μια εξοικονόμηση δηλαδή της τάξης του εξοικονόμηση της τάξης του 20%. Αυτό μπορούμε να το ερμηνεύσουμε σαν την κοινή δράση των 3 κλιματιστικών μονάδων σε ένα περιορισμένο χώρο που έχει σαν αποτέλεσμα να μη ζορίζονται όσο οι υπόλοιπες αυτόνομες μονάδες. Επίσης ανατρέχοντας στους πίνακες με τις καταναλώσεις και την γραφική παράσταση, παρατηρούμε περιόδους εβδομάδων κατά τις οποίες τα κλιματιστικά συνέχισαν να λειτουργούν, ακόμα και σε περιόδους που δεν ήταν κανείς στο γραφείο (όπως Σαββατοκύριακα), οπότε σίγουρα και η πιο σωστή χρήση κατά τη δεύτερη περίοδο έπαιξε και αυτή το ρόλο της.



**Διάγραμμα 17.** Κατανάλωση κλιματιστικών 3, 4 και 5 και Μ.Ο. από 01/11/2016 έως 30/04/2017 (kWh)

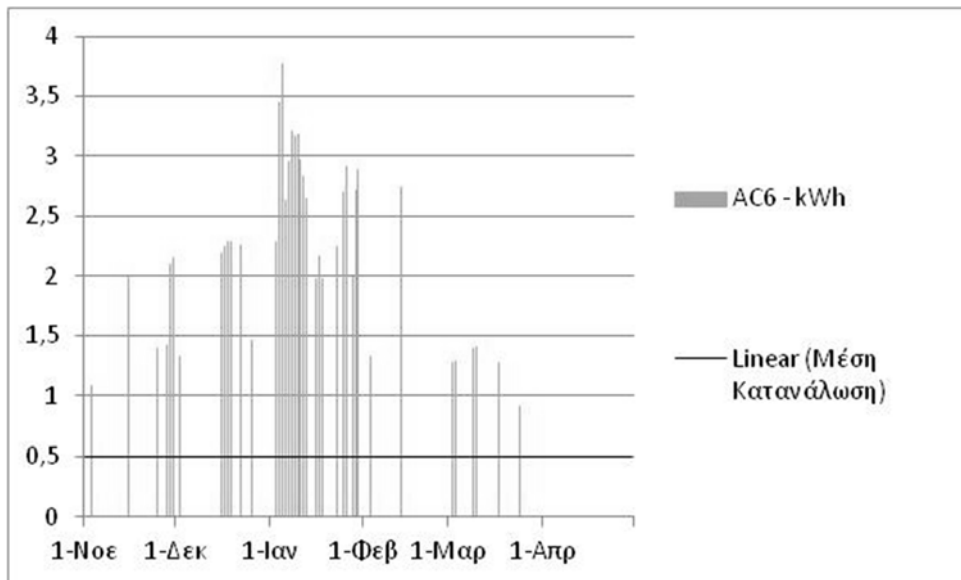


**Διάγραμμα 18.** Κατανάλωση κλιματιστικών 3, 4 και 5 και Μ.Ο. από 01/05/2017 έως 15/08/2017 (kWh)

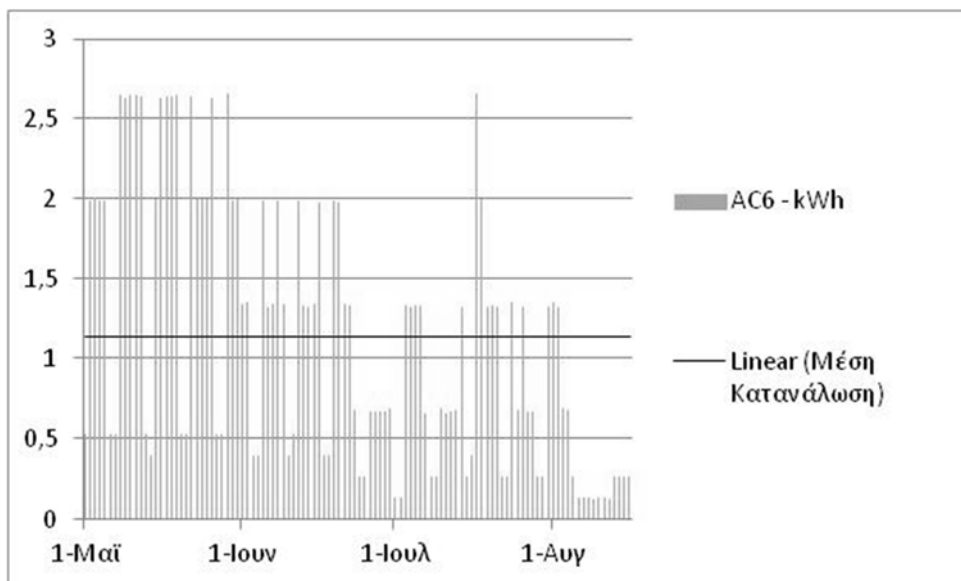


**Διάγραμμα 19.** Σύγκριση κατανάλωσης κλιματιστικών 3, 4 και 5 πριν και μετά τη λειτουργία του νέου συστήματος

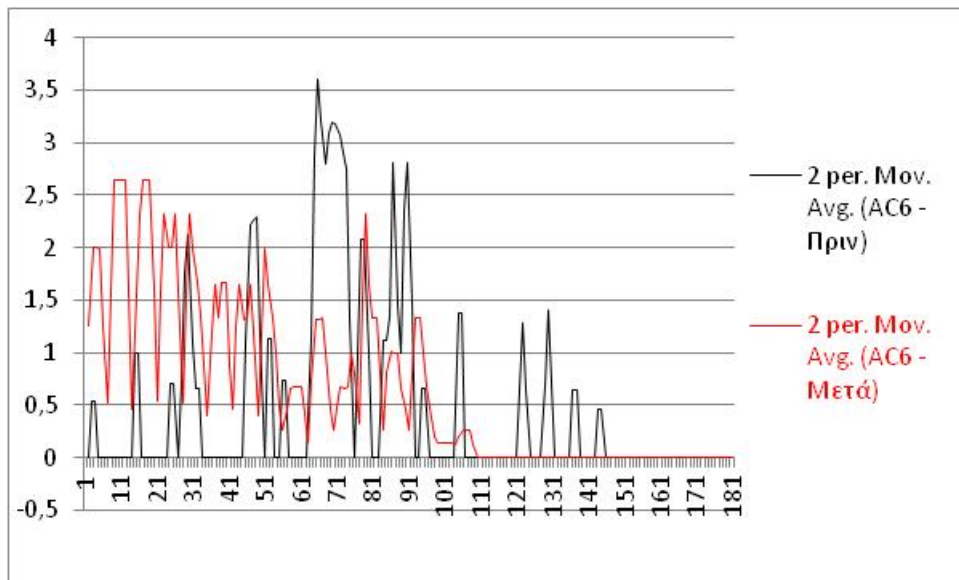
Τέλος παρατηρούμε τον υπερδιπλασιασμό της κατανάλωσης του κλιματιστικού 6 που βρίσκεται στο δωμάτιο των συσκέψεων με το νέο σύστημα, το οποίο έχει και αυτό βέβαια, τη λογική του εξήγηση. Με τον τρόπο που λειτουργούσε πριν, η αίθουσα αυτή έμενε κενή τις περισσότερες ημέρες του χρόνου, με αποτέλεσμα να μην ανάβει το κλιματιστικό και να μην θερμαίνεται η αίθουσα. Για την ακρίβεια στις 140 από τις 181 ημέρες της πρώτης περιόδου, το κλιματιστικό παρέμεινε κλειστό και η κατανάλωση ήταν μηδενική με αποτέλεσμα να κατεβάζει την συνολική κατανάλωση.



**Διάγραμμα 20.** Κατανάλωση κλιματιστικού 6 και Μ.Ο. από 01/11/2016 έως 30/04/2017 (kWh)

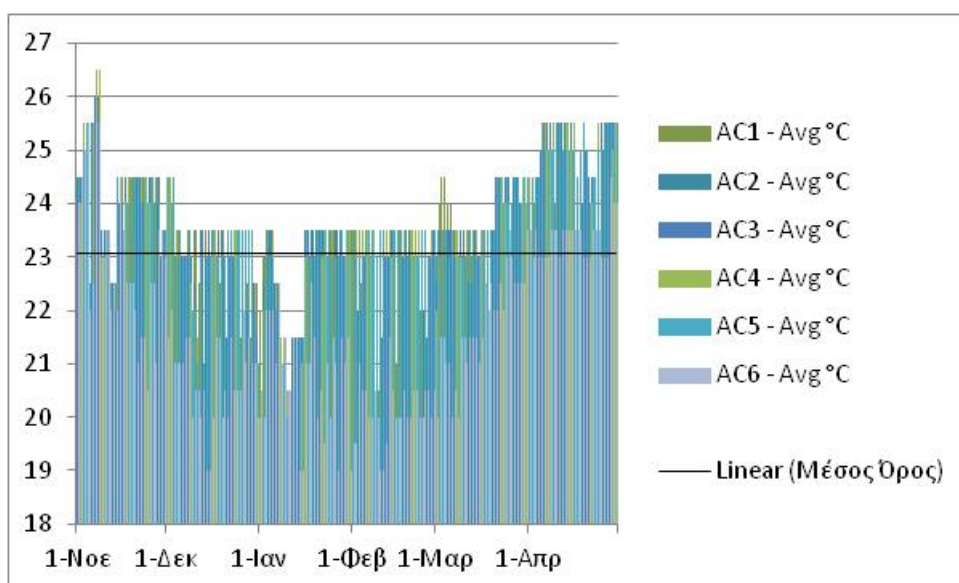


**Διάγραμμα 21.** Κατανάλωση κλιματιστικού 6 και Μ.Ο. από 01/05/2017 έως 15/08/2017 (kWh)



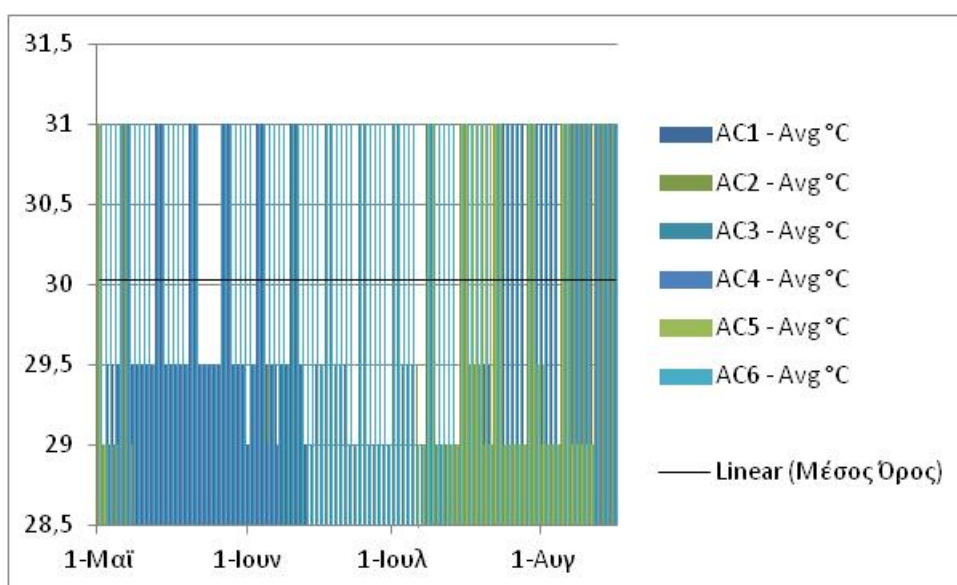
**Διάγραμμα 22.** Σύγκριση κατανάλωσης κλιματιστικού δ πριν και μετά τη λειτουργία του νέου συστήματος

Το τρίτο σημαντικό συμπέρασμα έρχεται από τις θερμοκρασίες. Με τους ενοίκους να αποφασίζουν χωρίς περιορισμούς για την μεταβολή της θερμοκρασίας στην πρώτη περίοδο και έχοντας σαν μοναδικό μέλημά τους την θερμική τους άνεση ο Μ.Ο. της θερμοκρασίας είναι στους 23,05°C, σχεδόν ένα βαθμό κάτω από τη βέλτιστη θερμοκρασία που προτείνει η ASHRAE για τη θερμική άνεση σε λειτουργία θέρμανσης.



**Διάγραμμα 23.** Μέσες θερμοκρασίες θερμοστατών και Μ.Ο. από 01/11/2016 έως 30/04/2017 (°C)

Κατά τη διάρκεια της δεύτερης περιόδου και περνώντας σε λειτουργία ψύξης, έχουμε ορίσει 4 διαφορετικά setpoints με comfort mode στους 27 °C, standby στους 29 °C και night mode στους 31 °C, οπότε ο Μ.Ο. της θερμοκρασίας του χώρου διαμορφώνεται πλέον στους 30,02 °C, τρεις βαθμούς πάνω από την προτεινόμενη κατά ASHRAE θερμοκρασία.



**Διάγραμμα 24.** Μέσες θερμοκρασίες θερμοστατών και Μ.Ο. από 01/05/2017 έως 15/08/2017 (°C)

Αυτό βέβαια θα πρέπει να σημειώσουμε πως περιλαμβάνει και το μεγαλύτερο ποσοστό του 24ώρου και τα ΣΚ, οπότε και το γραφείο είναι άδειο με τα κλιματιστικά να λειτουργούν σε night mode και να ζητούν θερμοκρασία 31 °C. Θέτοντας τα setpoints των κλιματιστικών μονάδων λίγο ψηλότερα από το αναμενόμενο στη λειτουργία ψύξης, λειτουργούμε σε βάρος της θερμικής άνεσης, ώστε να δώσουμε την ευκαιρία στο σύστημα να μην ζοριστεί και να έχουμε καλύτερα ενεργειακά αποτελέσματα. Οι ένοικοι έχουν την δυνατότητα μεταβολής της θερμοκρασίας μέσω της ψήφου τους, ωστόσο αναγκάζοντας τους να περιμένουν 30' μέχρι την επόμενη, ουσιαστικά δίνουμε στον

οργανισμό τους την ευκαιρία να εγκλιματιστεί στις συνθήκες του χώρου πριν τις αλλάξει σε βάρος της καταναλισκόμενης ενέργειας.

#### **5.2.4 Συσχετισμός μεταβολών θερμοκρασίας και κατανάλωσης**

Τέλος, θα συσχετίσουμε τον M.O. ένδειξης θερμοκρασίας του θερμοστάτη της κάθε κλιματιστικής μονάδας με την αντίστοιχη κατανάλωση για εκείνη την ημέρα. Για την σωστότερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων όμως, θα πρέπει όμως να έχουμε στο μυαλό μας πως οι κλιματιστικές μονάδες 1,2 και 6 είναι σε ξεχωριστά δωμάτια με δυνατότητα απομόνωσης από το υπόλοιπο γραφείο με το κλείσιμο της πόρτας. Επιπροσθέτως τα κλιματιστικά 1 και 2 είναι τοποθετημένα σε γραφεία που οι ένοικοι είναι κάποιες μέρες εκεί, ενώ το κλιματιστικό 6 είναι τοποθετημένο στην αίθουσα συσκέψεων που χρησιμοποιείται σε ειδικές περιπτώσεις. Οι κλιματιστικές μονάδες 3,4 και 5 είναι τοποθετημένες στον κύριο ενιαίο χώρο του γραφείου όπου οι περισσότεροι ένοικοι κυκλοφορούν και εργάζονται.

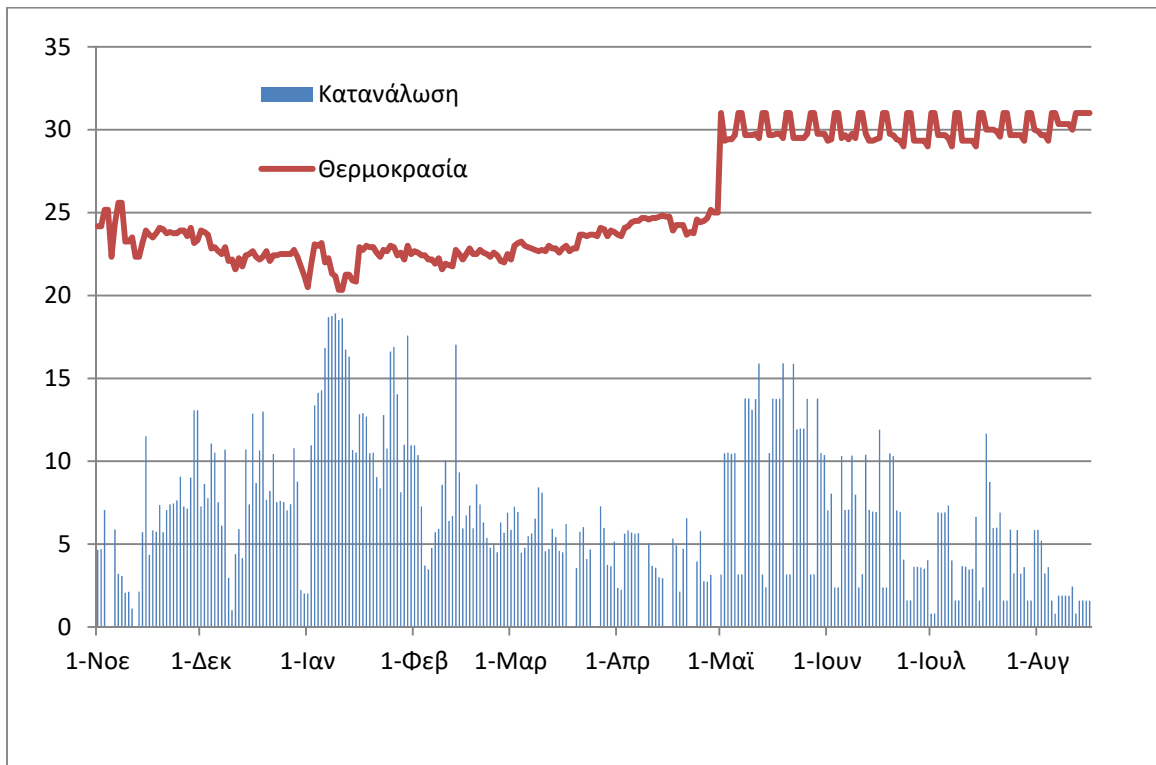
Για τον συσχετισμό των 2 μεταβλητών θα χρησιμοποιήσουμε κάποια στοιχεία ανάλυσης παλινδρόμησης, όπως φαίνεται στο Παράρτημα Ε, τα οποία εξηγούν τον αντίκτυπο της επίδρασης μιας ανεξάρτητης μεταβλητής σε μια εξαρτημένη. Θέτοντας σαν εξαρτημένη μεταβλητή  $y$  την κατανάλωση και σαν ανεξάρτητη  $x$  την θερμοκρασία, η εξίσωση που παίρνουμε είναι:

$$\text{Κατανάλωση} = b_0 \pm b_1(\text{Θερμοκρασία}).$$

Η παρακάτω γραφική παράσταση μας δίνει μια πρώτη ένδειξη για τον συνολικό συσχετισμό της κατανάλωσης των κλιματιστικών μονάδων σε σχέση με την μέση θερμοκρασία που επικρατεί μέσα στο γραφείο. Είναι ιδιαίτερα ευδιάκριτη η στιγμή της μεταγωγής από τον πρώτο στον δεύτερο τρόπο λειτουργίας, καθώς αμέσως η μέση θερμοκρασία εκτινάσσεται περί τους 4°C με 5°C επάνω. Αυτό βέβαια επηρεάζει και την κατανάλωση και κατ' επέκταση την εξοικονόμηση στο σύστημα μας, καθώς παρατηρούμε διά γυμνού οφθαλμού πως οι μπάρες που αντιπροσωπεύουν την κατανάλωση εμφανίζουν πολύ μεγαλύτερα κενά ανάμεσα τους και δεν έχουν την ομοιομορφία που χαρακτήριζε την πρώτη περίοδο. Επί της ουσίας σημαίνει πως κατά τη διάρκεια της δεύτερης περιόδου, υπάρχουν μέρες και περίοδοι όπου η κατανάλωση

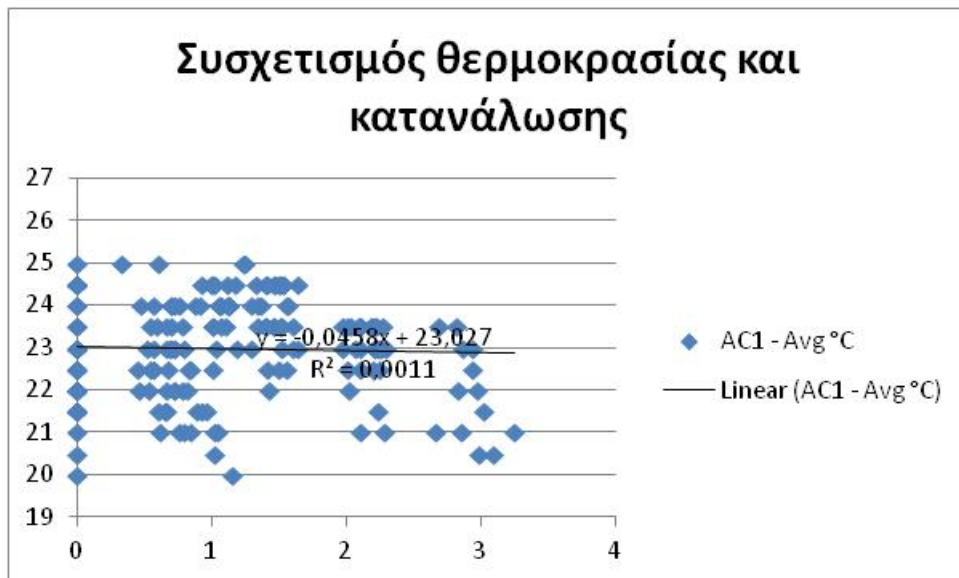
είναι ελάχιστη λόγω της σωστής χρήσης που γίνεται στις κλιματιστικές μονάδες, οι οποίες δεν είναι πλέον αναγκασμένες να δουλεύουν συνεχώς στο maximum των δυνατοτήτων τους ή να ανοιγοκλείνουν.

Επίσης είναι ευκόλως εννοούμενο αλλά σημαντικό να αναφέρουμε πως η γραμμική σχέση μεταξύ των 2 μεταβλητών, έχει νόημα μόνο για την συγκεκριμένη περίοδο που αναφέρεται και πως οι σχέσεις δεν μπορούν να γενικευτούν.

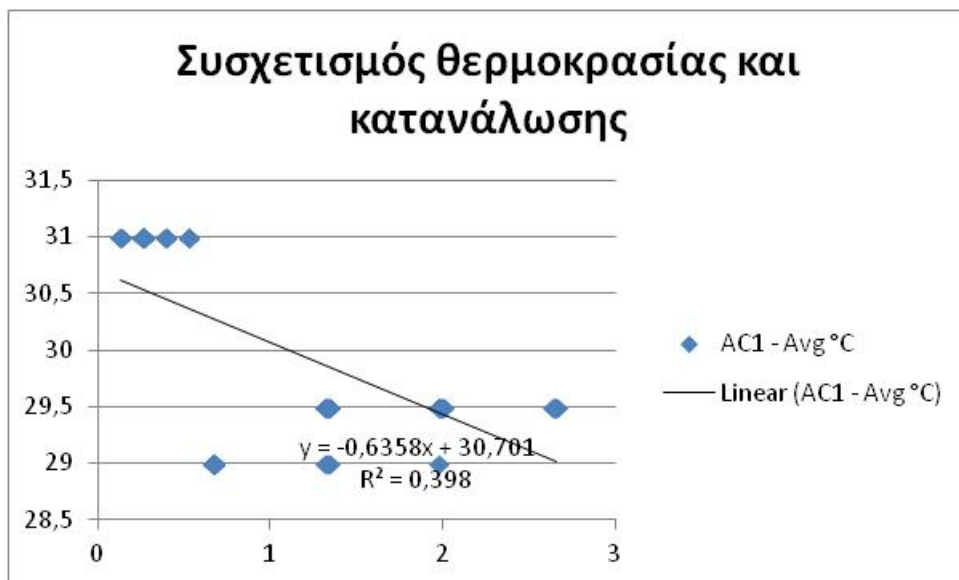


**Διάγραμμα 25.** Συσχετισμός κατανάλωσης και θερμοκρασίας για όλο το διάστημα

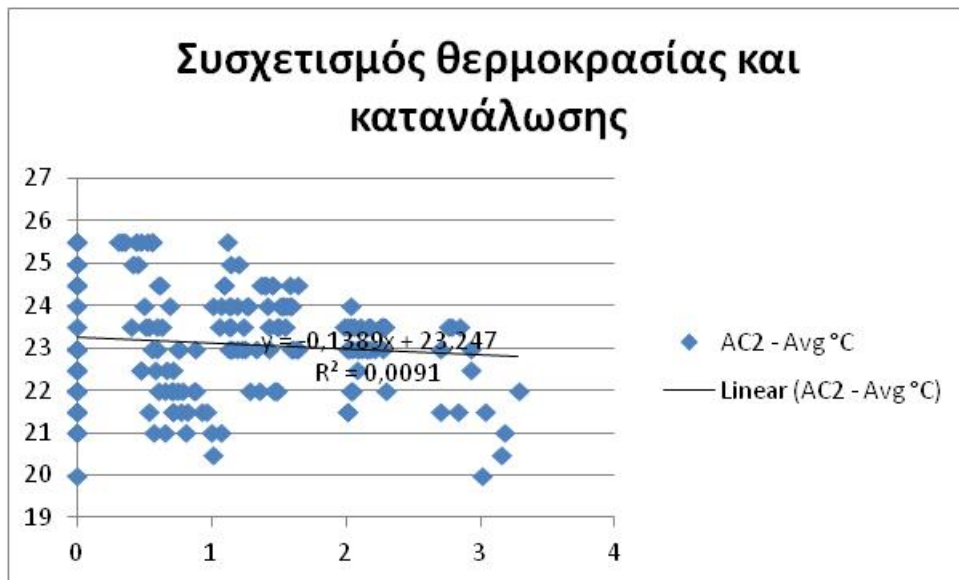
Για τα κλιματιστικά 1 και 2 που βρίσκονται στο Industry Room και στο KNX room αντίστοιχα, έχουμε:



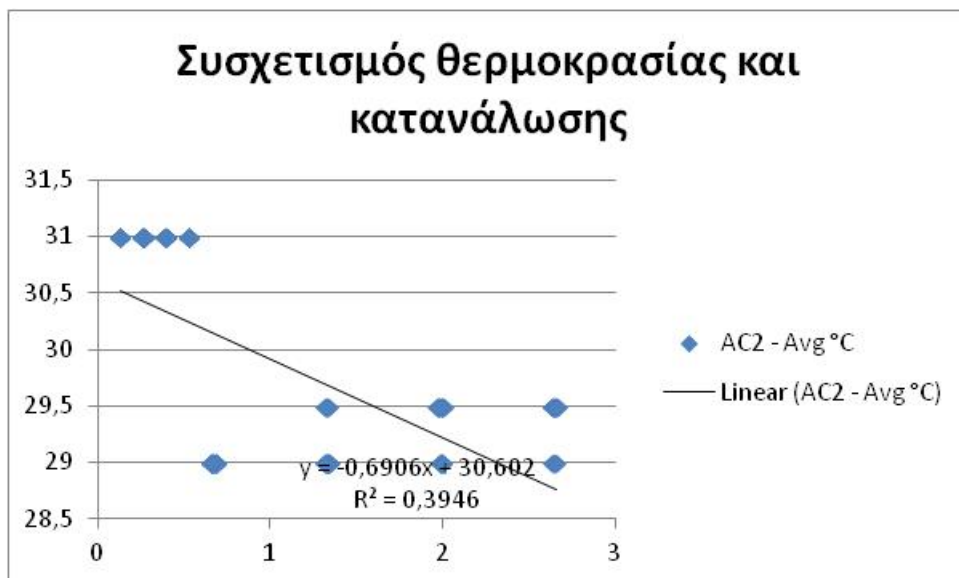
**Διάγραμμα 26.** Συσχετισμός θερμοκρασίας και κατανάλωσης για κλιματιστικό 1 από 01/11/2016 έως 30/04/2017



**Διάγραμμα 27.** Συσχετισμός θερμοκρασίας και κατανάλωσης για κλιματιστικό 1 από 01/05/2017 έως 15/08/2017

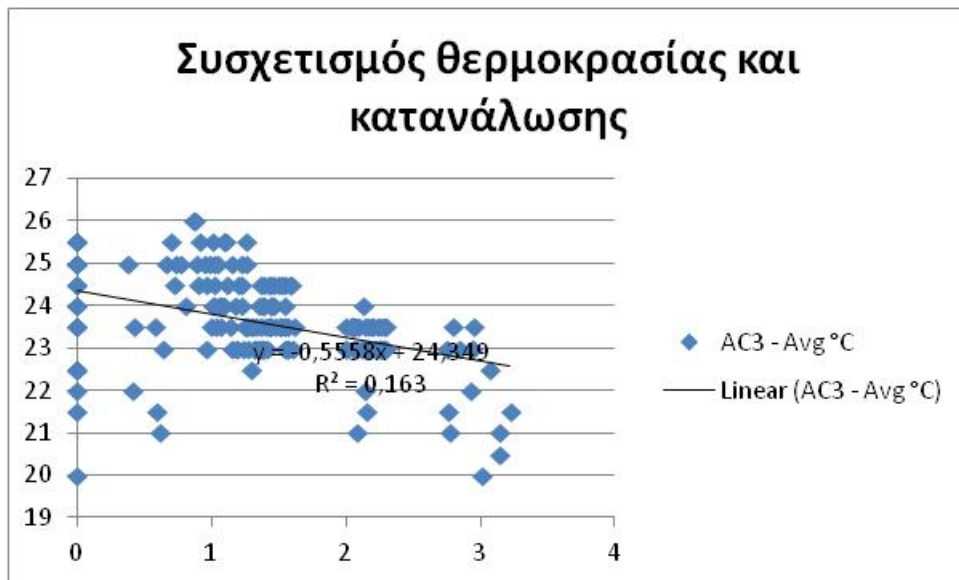


**Διάγραμμα 28.** Συσχετισμός θερμοκρασίας και κατανάλωσης για κλιματιστικό 2 από 01/11/2016 έως 30/04/2017

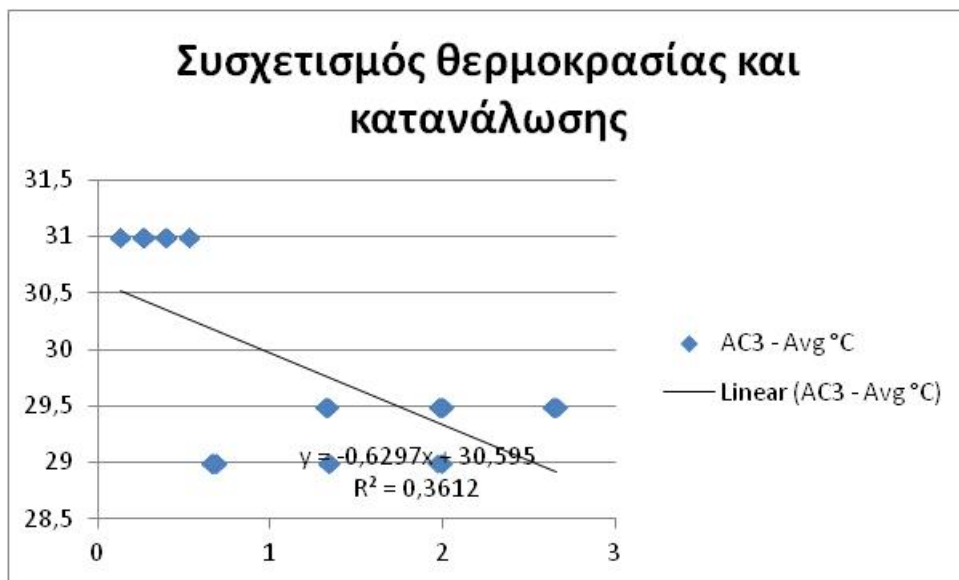


**Διάγραμμα 29.** Συσχετισμός θερμοκρασίας και κατανάλωσης για κλιματιστικό 2 από 01/05/2017 έως 15/08/2017

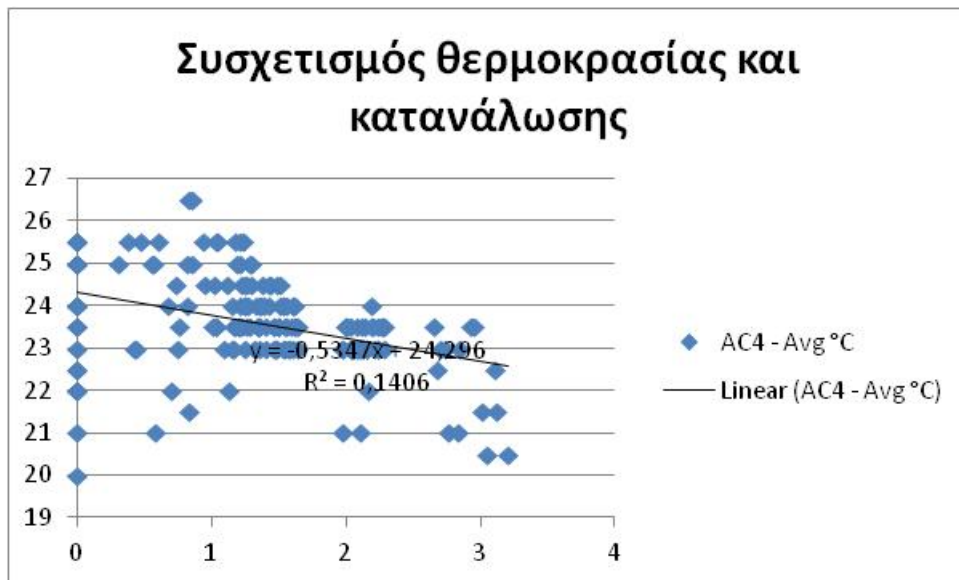
Για τα κλιματιστικά 3, 4 και 5 που βρίσκονται στο Main Room και λειτουργούν σχεδόν πανομοιότυπα λόγω της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης, έχουμε:



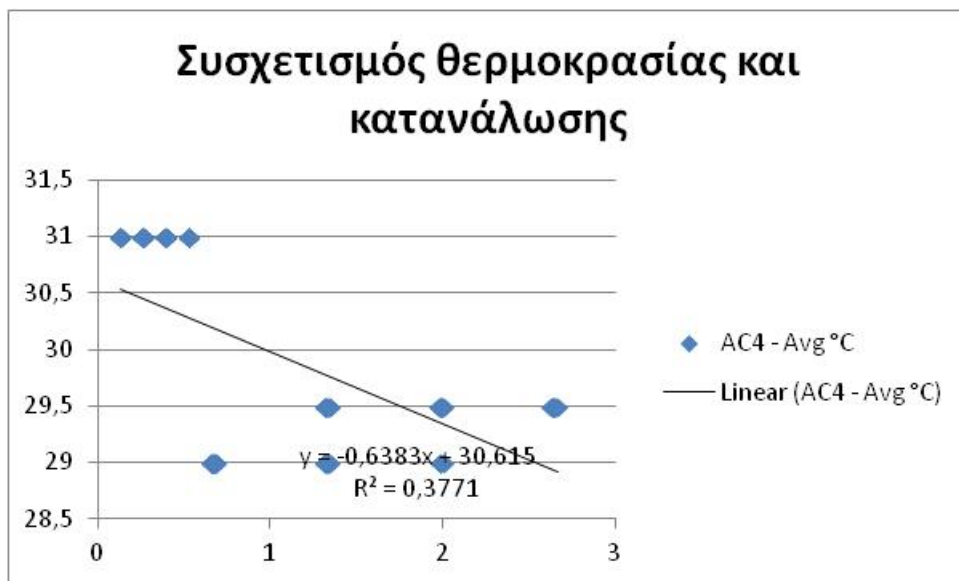
**Διάγραμμα 30.** Συσχετισμός θερμοκρασίας και κατανάλωσης για κλιματιστικό 3 από 01/11/2016 έως 30/04/2017



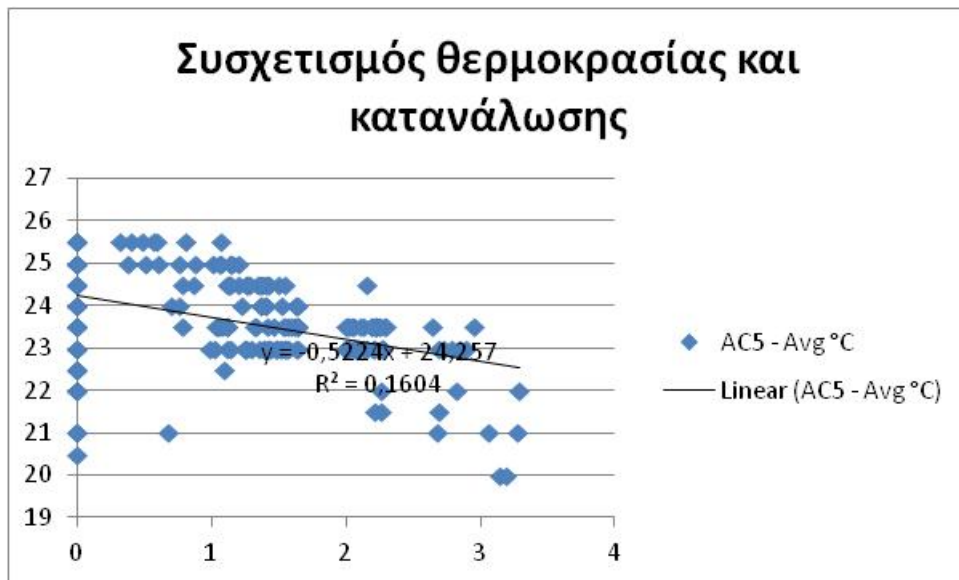
**Διάγραμμα 31.** Συσχετισμός θερμοκρασίας και κατανάλωσης για κλιματιστικό 3 από 01/05/2017 έως 15/08/2017



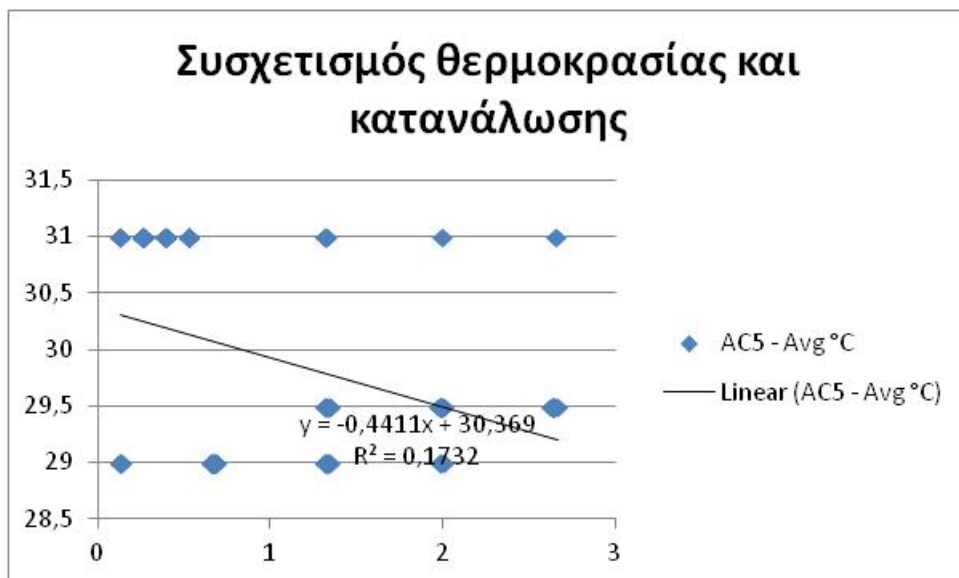
**Διάγραμμα 32.** Συσχετισμός θερμοκρασίας και κατανάλωσης για κλιματιστικό 4 από 01/11/2016 έως 30/04/2017



**Διάγραμμα 33.** Συσχετισμός θερμοκρασίας και κατανάλωσης για κλιματιστικό 4 από 01/05/2017 έως 15/08/2017

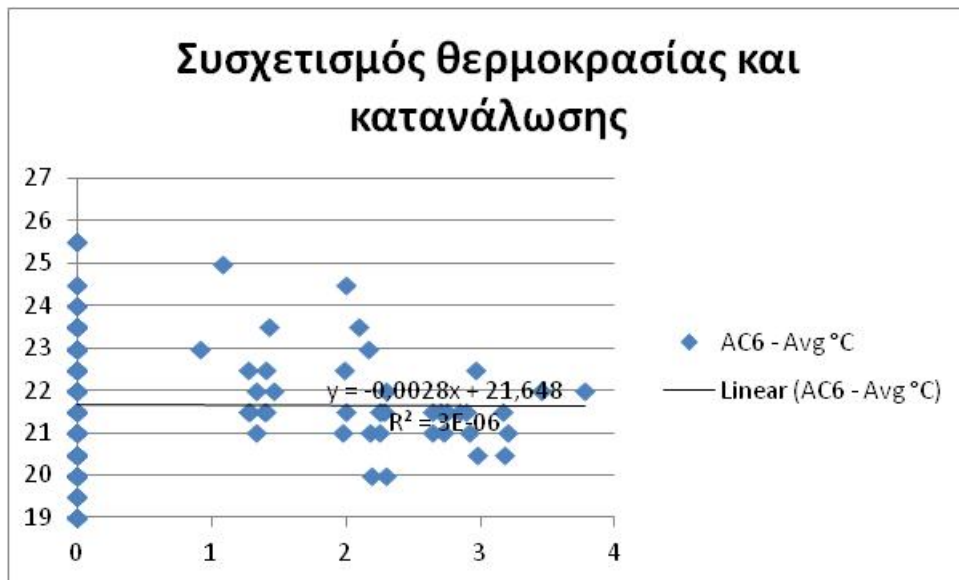


**Διάγραμμα 34.** Συσχετισμός θερμοκρασίας και κατανάλωσης για κλιματιστικό 5 από 01/11/2016 έως 30/04/2017

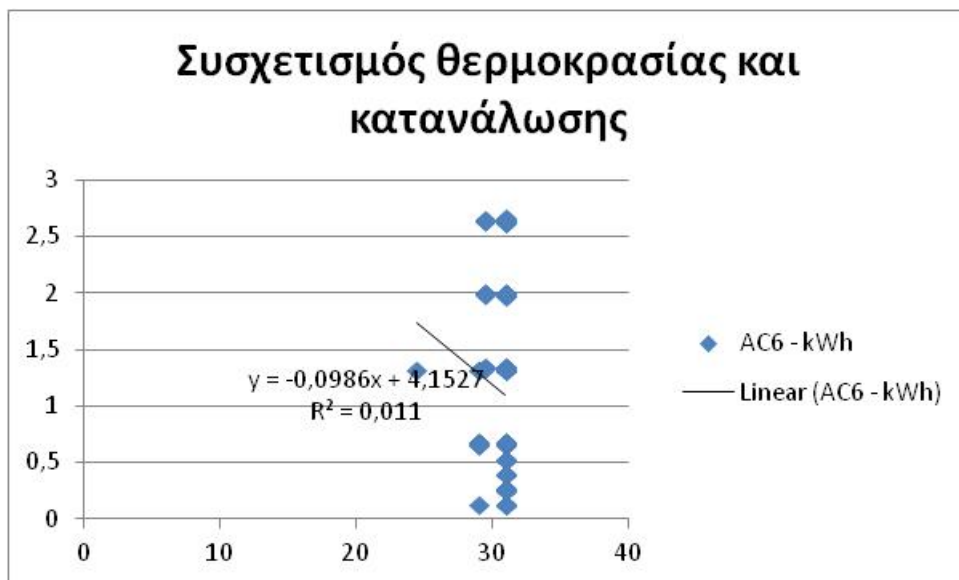


**Διάγραμμα 35.** Συσχετισμός θερμοκρασίας και κατανάλωσης για κλιματιστικό 5 από 01/05/2017 έως 15/08/2017

Τέλος, για το κλιματιστικό 6, έχουμε τα εξής:



**Διάγραμμα 37.** Συσχετισμός θερμοκρασίας και κατανάλωσης για κλιματιστικό 6 από 01/11/2016 έως 30/04/2017



**Διάγραμμα 38.** Συσχετισμός θερμοκρασίας και κατανάλωσης για κλιματιστικό 6 από 01/05/2017 έως 15/08/2017

Σαν πρώτο γενικό σχόλιο μπορούμε να επισημάνουμε πως η γραμμική σχέση σε όλες τις περιπτώσεις είναι αρνητική, πράγμα που δείχνει πως όσο η θερμοκρασία ανεβαίνει, η κατανάλωση μειώνεται. Αυτό βέβαια έρχεται σε αντίφαση με την λογική κάποιων εκ των αποτελεσμάτων, καθώς π.χ. κάτι τέτοιο δεν ισχύει τον χειμώνα όπου ζητώντας υψηλότερες θερμοκρασίες, αναγκάζουμε το σύστημα να καταναλώνει περισσότερο. Η εξήγηση εδώ έχει να κάνει με το γεγονός πως μιλάμε για ένα M.O. θερμοκρασιών σε μια

περίοδο που περιλαμβάνει και άλλες εποχές πέραν του χειμώνα, όπου μπορεί η συγκεκριμένη λογική επαληθεύεται. Επεκτείνοντας την ιδέα των εποχών, καταλήγουμε ουσιαστικά στην μεταβλητή που λέγεται εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος, και την οποία στην συγκεκριμένη ανάλυση δεν περιλαμβάνουμε, ενώ πραγματικά επηρεάζει το αποτέλεσμα της έρευνάς μας. Επίσης η σχεδόν ευθεία γραμμή συσχέτισης για κάποιες κλιματιστικές μονάδες όπως η 1 και η 6, κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου, δείχνει πως δεν υπάρχει ουσιαστική σχέση μεταξύ των 2 μεταβλητών.

Παρατηρούμε επίσης, πως η κλίση στις γραφικές παραστάσεις που αφορούν την δεύτερη περίοδο είναι πιο απότομη, και ο συντελεστής  $b_1$  πιο μεγάλος, πράγμα που σημαίνει πως μια μεταβολή ενός βαθμού στην θερμοκρασία, επηρεάζει περισσότερο την κατανάλωση ενέργειας στην δεύτερη περίοδο, παρά στην πρώτη.

Το  $R^2$  κυμαίνεται μεταξύ 0,37 και 0,39 για τα πέντε κλιματιστικά κατά την διάρκεια της δεύτερης περιόδου, που υποδηλώνει πως μόνο το 37%-39% της μεταβολής των τιμών των καταναλώσεων, εξηγούνται από τις μεταβολές στην θερμοκρασία. Οι αντίστοιχες τιμές για την πρώτη περίοδο είναι απογοητευτικές, με τα αντίστοιχα ποσοστά να φτάνουν στην καλύτερη περίπτωση το 16%. Παρουσιάζουμε και τα αποτελέσματα και για το κλιματιστικό 6, τα οποία όμως επιλέγουμε να μην τους δώσουμε την αντίστοιχη βαρύτητα, καθώς ο ακανόνιστος τρόπος λειτουργίας του, δε μας αφήνει το περιθώριο για ασφαλή συμπεράσματα.

Τέλος, το τυπικό σφάλμα σε κάθε περίπτωση, μας επιβεβαιώνει αυτό που φαίνεται στις γραφικές παραστάσεις, πως υπάρχει δηλαδή μεγάλη παλινδρόμηση των τιμών του  $y$  από την γραμμή της εξίσωσης.

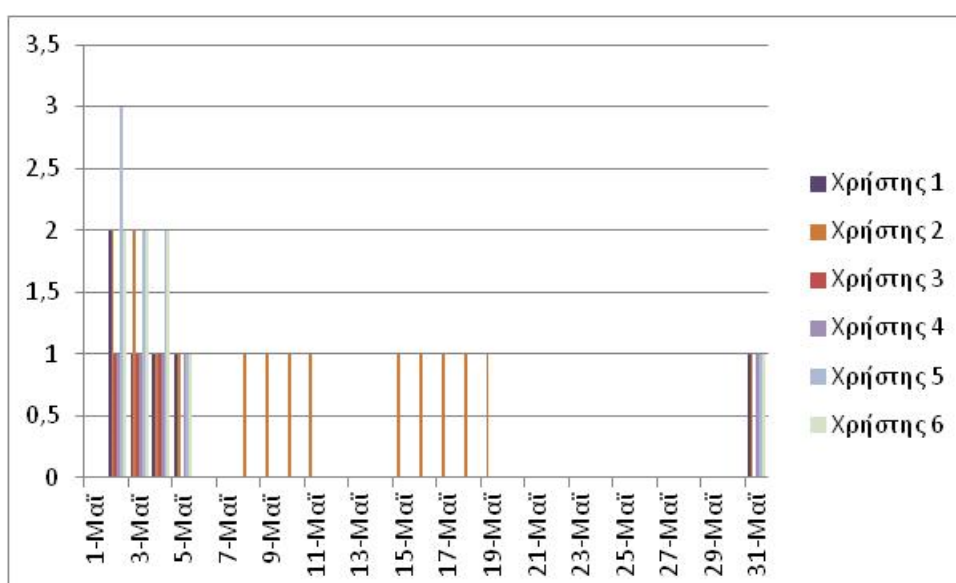
## 5.3 Θερμική Άνεση

Για την μέτρηση της ικανοποίησης σε σχέση με την θερμοκρασία που επικρατεί στο γραφείο η αρχική μας σκέψη ήταν 2 ερωτηματολόγια που θα συμπλήρωναν οι ένοικοι. Το πρώτο θα τους δινόταν πριν την εφαρμογή του νέου συστήματος για να καταγράψει τις απόψεις τους για την θερμική άνεση στο γραφείο, ενώ το δεύτερο θα τους δινόταν προς συμπλήρωση αφού είχε περάσει ένα ικανό διάστημα από την εγκατάσταση και

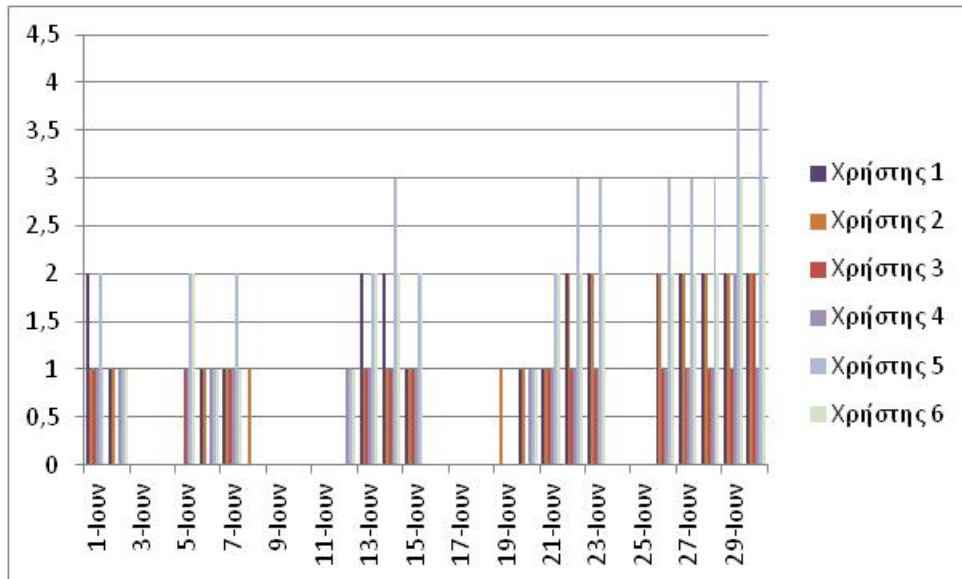
εφαρμογή του νέου συστήματος, ώστε να έχουν εξοικειωθεί μαζί του. Ωστόσο η ιδέα εγκαταλείφθηκε καθώς το τι λένε οι χρήστες από αυτό που νοιώθουν πραγματικά και πράττουν μπορεί να διαφέρει σημαντικά.

Η λύση στο πρόβλημά μας λοιπόν είναι η μοντελοποίηση να γίνει αυτόματα, χρησιμοποιώντας το interface που ετοιμάσαμε και καταγράφει αν είναι ικανοποιημένοι ή όχι, καθώς και τον βαθμό ικανοποίησης ή δυσαρέσκειας. Καθώς οι χρήστες θα έχουν πρόσβαση στο interface χρησιμοποιώντας credentials, θα είμαστε σε θέση να καταγράφουμε και να γνωρίζουμε ξεχωριστά για τον καθένα πόσες φορές ψήφισε και τι ψήφισε. Έτσι θα μπορούμε να βγάζουμε συμπεράσματα σχετικά με την θερμική άνεση ή μη που αισθάνεται μέσα στο γραφείο, ατομικά αλλά και σε σχέση με τους υπόλοιπους ενοίκους.

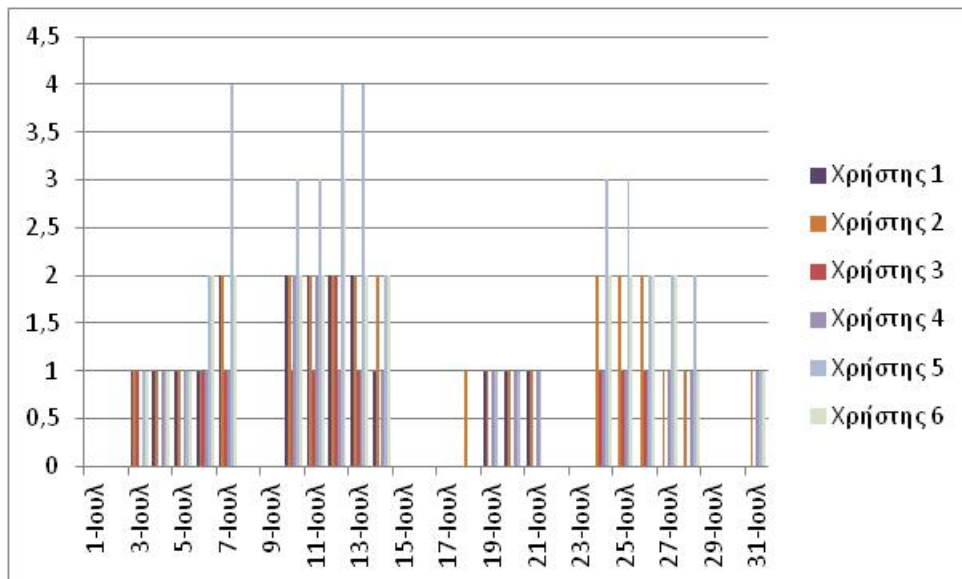
Καταρχήν, όπως φαίνεται στο Παράρτημα Γ, όπου παραθέτουμε τις ψήφους για μεταβολή στη θερμοκρασία ανά χρήστη, δεν φαίνεται να υπάρχει περίοδος προσαρμογής για τους ενοίκους. Αφού εξηγήσαμε τον τρόπο λειτουργίας του νέου συστήματος, οι ένοικοι ξεκίνησαν να το χρησιμοποιούν κανονικά, χωρίς να νοιώσουν την ανάγκη να παίξουν και να πειραματιστούν με το σύστημα, όπως θα μαρτυρούσαν αυξημένοι ψήφοι κατά την πρώτη περίοδο.



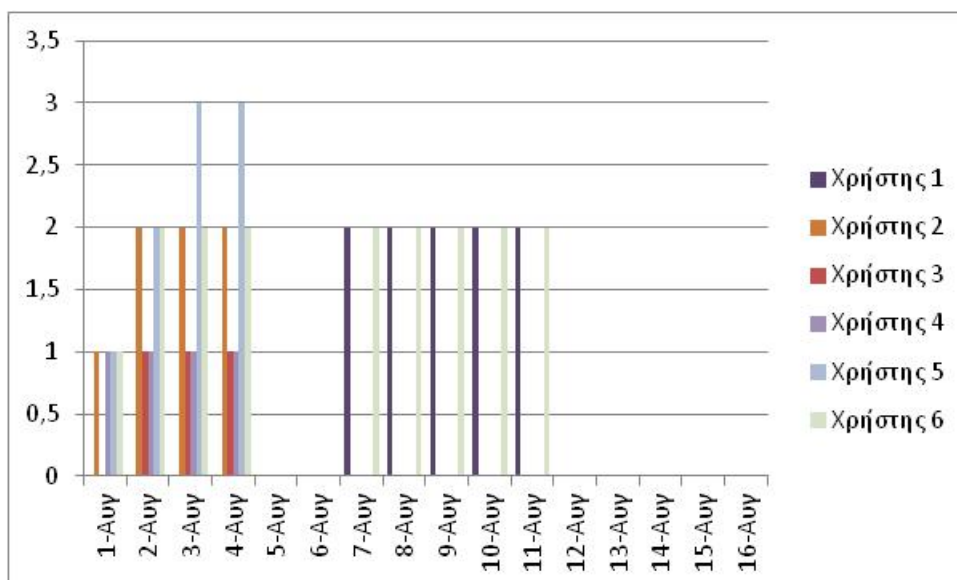
**Διάγραμμα 39.** Ψήφοι χρηστών τον Μαΐο



**Διάγραμμα 40.** Ψήφοι χρηστών τον Ιούνιο



**Διάγραμμα 41.** Ψήφοι χρηστών τον Ιούλιο



**Διάγραμμα 42.** Ψήφοι χρηστών τον Αύγουστο

Αντίθετα, βλέπουμε να ψηφίζουν αρκετά ομοιόμορφα στο πέρασμα των μηνών, γεγονός που καταδεικνύει μια ομοιόμορφη αντίδραση στις καιρικές συνθήκες.

Κάποια μεγάλα κενά που συναντούμε στις ψήφους των χρηστών μπορεί να σημαίνουν πως οι χρήστες απουσιάζουν από το γραφείο ή δεν χρησιμοποιούν το σύστημα για λόγους ικανοποίησης από την θερμοκρασία ή δυσκολίας χειρισμού του συστήματος.

Ωστόσο, αν αυτό το συνδυάσουμε με το γεγονός πως οι ψήφοι είναι γενικά λιγότεροι από αυτούς που περιμέναμε για 6 ενοίκους και 3,5 μήνες λειτουργίας, σε σχέση με την κατάσταση που επικρατούσε στο προηγούμενο καθεστώς και τις συνεχείς μεταβολές της θερμοκρασίας στους θερμοστάτες, μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως τελικά ίσως οι ένοικοι δεν βρήκαν το σύστημα όσο εύχρηστο θα περιμέναμε. Τέλος, παρατηρούμε ένα άλλο αξιοσημείωτο, το γεγονός πως σε 3,5 μήνες λειτουργίας κανένας ένοικος δεν ψήφισε ποτέ το 0, δηλαδή πως νοιώθει άνετα με το θερμικό περιβάλλον. Αυτό προφανώς έχει να κάνει με την έμφυτη τάση του ανθρώπου να δηλώνει τη δυσαρέσκειά του πολύ πιο έντονα από την ικανοποίηση και όταν προσδοκά να αλλάξει κάτι.

Επίσης στον παρακάτω πίνακα παρατηρούμε αυτό που συζητήσαμε σε θεωρητικό επίπεδο προηγουμένως, πως δηλαδή ο κάθε χρήστης έχει διαφορετικές ανοχές στη θερμοκρασία ανάλογα με μια σειρά από παράγοντες και οι συμπεριφορές που διαμορφώνονται από χρήστη σε χρήστη, μπορεί να διαφέρουν.

Χρήστης	A/C	Σύνολο ψήφων	Λίγη Ζέστη	Πολύ ζέστη	Συνεισφορά
1	1	60	40	20	80
2	2	77	23	54	131
3	3	32	30	2	34
4	3	48	27	21	69
5	4	101	101	0	101
6	5	85	57	28	113
2	6	13	3	10	23
4	6	4	1	3	7

**Πίνακας 8.** Ψήφοι Χρηστών

Κοιτώντας αναλυτικά τις ψήφους των χρηστών, παρατηρούμε πως ο χρήστης 3 ήταν αυτός που ψήφισε τις λιγότερες φορές, ενώ ο χρήστης 5 τις περισσότερες. Ωστόσο η συνεισφορά στην αλλαγή της θερμοκρασίας του χρήστη 5 είναι λιγότερη και από αυτή του χρήστη 2 και από αυτή του χρήστη 6. Ο χρήστης 5 μπορεί να ψήφισε περισσότερες φορές ωστόσο οι ψήφοι του ήταν πάντα 1 – λίγο ζέστη, σε αντίθεση με τους χρήστες 2 και 6. Μάλιστα ο χρήστης 2 ψήφισε περισσότερες φορές πως αισθανόταν 2 – πολύ ζέστη. Οπότε αν ήταν να αποφασίζαμε στον χρήστη που ήταν περισσότερο επιρρεπής στην ζέστη, αυτός θα ήταν ο χρήστης 2, έναντι του χρήστη 5 που ψήφισε περισσότερες φορές.

Βλέπουμε επίσης πως για το κλιματιστικό 3, ψηφίζουν δύο ένοικοι, οι 3 και 4. Σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να δούμε πως ο ένοικος 4 βιώνει σε διπλάσιο βαθμό το συναίσθημα της ζέστης από τον ένοικο 3. Κάτι αντίστοιχο τέλος συμβαίνει και στο

κλιματιστικό 6 που βρίσκεται στην αίθουσα συσκέψεων, όπου σε συνέχεια όσων είπαμε προηγουμένως φαίνεται πως υπεύθυνοι για την μεταβολή της θερμοκρασίας σε αυτό το χώρο είναι οι χρήστες 2 και 4.

### **5.3.1 Συσχετισμός ψήφων θερμικής άνεσης και κατανάλωσης**

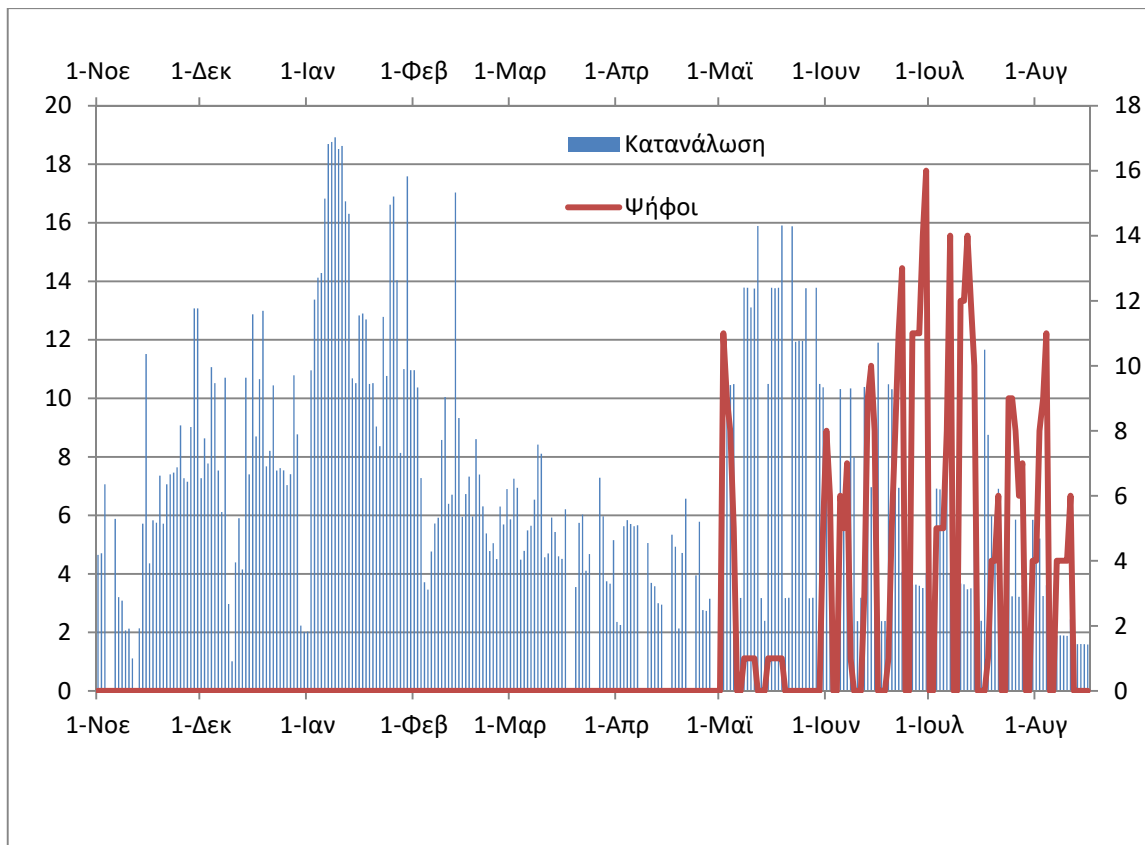
Τέλος, θα συσχετίσουμε τις ψήφους θερμικής άνεσης του κάθε χρήστη με την κατανάλωση των κλιματιστικών μονάδων. Για να είναι τα αποτελέσματα μας πιο ευανάγνωστα θα πάρουμε την εικόνα ανά μήνα, όπως τα παρουσιάζουμε στο Παράρτημα ΣΤ.

Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε πως μπορεί κάποιος να παρατηρήσει πως δεν υπάρχουν τα γραφήματα για τους χρήστες 3 και 5 για τον μήνα Αύγουστο, επειδή λόγω καλοκαιρινής άδειας έλειπαν από το γραφείο και ως εκ τούτου δεν ψήφισαν ούτε μια φορά.

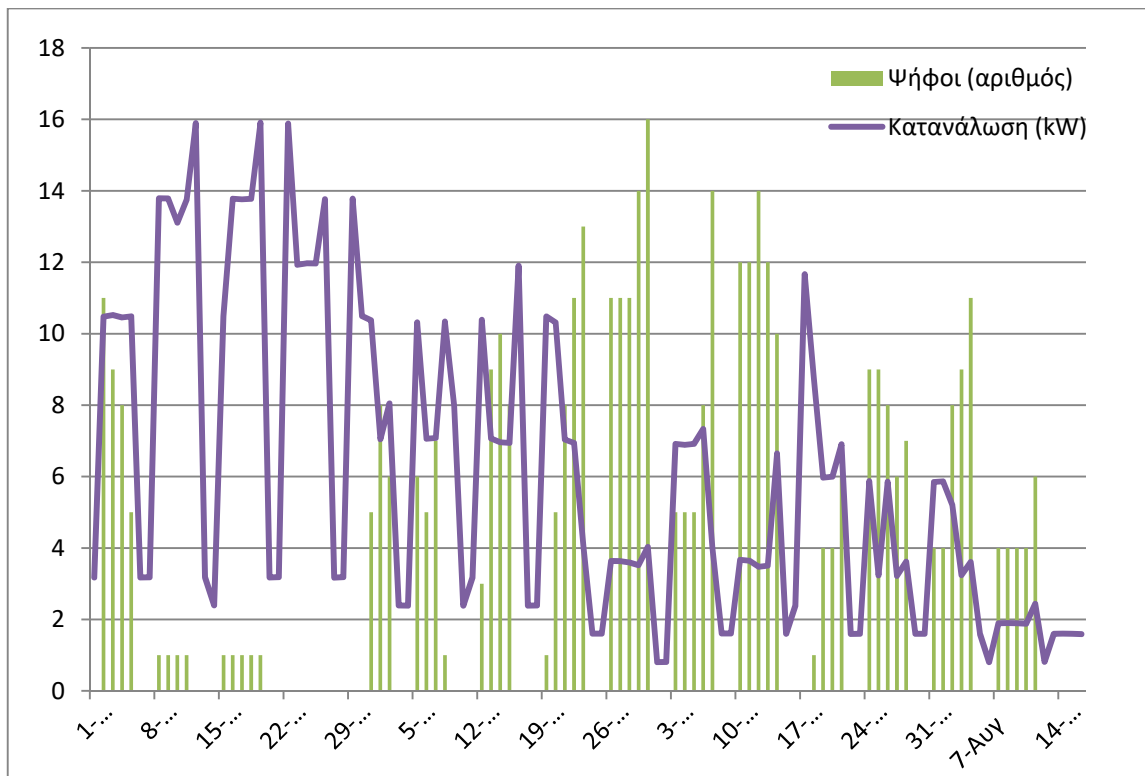
Καταρχήν σαν μια πρώτη, γενική παρατήρηση θα μπορούσαμε να πούμε πως επιβεβαιώνεται και εδώ αυτό που αναφέραμε στην προηγούμενη ενότητα, πως δηλαδή κάποιοι χρήστες είναι πιο ενεργοί από άλλους στο θέμα των ψήφων.

Η κατανάλωση των κλιματιστικών σε αυτή την περίοδο φαίνεται να ακολουθεί μια φθίνουσα πορεία, παρά το γεγονός πως οι εξωτερικές θερμοκρασίες αυξάνουν. Από τη στιγμή που το σύστημα λειτουργεί συνεχώς, αυτό σημαίνει πως σιγά σιγά επέρχεται μια ισορροπία μεταξύ των εσωτερικών και εξωτερικών συνθηκών, η οποία οδηγεί σε χαμηλότερες καταναλώσεις. Οι συνολικοί όμως ψήφοι των χρηστών παραμένουν σχεδόν σταθεροί έχοντας 47 ψήφους για τον Μάιο, 52 για τον Ιούνιο, 53 για τον Ιούλιο και 19 για τον μισό Αύγουστο. Άρα, αντίθετα με αυτό που κάποιος θα σκεφτόταν πολύ πρόχειρα, τα αποτελέσματα δείχνουν πως οι ψήφοι θερμικής άνεσης δεν έχουν άμεση σχέση με την κατανάλωση των κλιματιστικών μονάδων. Ψήφους έχουμε διάσπαρτες σε όλο το διάστημα που μελετάμε, είτε η κατανάλωση των κλιματιστικών κινείται κοντά στις 2 kWh ανά ημέρα, είτε λιγότερο.

Τέλος θα προσθέσουμε δύο τελευταίες γραφικές παραστάσεις που θα παρουσιάζουν τη συνολική κατανάλωση συγκεντρωτικά για όλες τις κλιματιστικές μονάδες και όλους τους χρήστες μαζί σε συσχέτισμό με τις ψήφους των χρηστών, για όλο το χρονικό διάστημα που έτρεξε αυτή η εργασία καθώς και αποκλειστικά για την δεύτερη περίοδο.



**Διάγραμμα 43.** Κατανάλωση σε συνάρτηση με τους ψήφους για όλο το διάστημα



**Διάγραμμα 44.** Κατανάλωση σε συνάρτηση με τους ψήφους για την δεύτερη περίοδο

Κάποιο χρήσιμο σχόλιο που θα μπορούσαμε να κάνουμε βασιζόμενοι στις 2 ανωτέρω γραφικές παραστάσεις είναι πως παρατηρούμε πως στην περίοδο από τα μέσα Ιουνίου έως τα μέσα Ιουλίου όπου είχαμε και τις περισσότερες ψήφους, και άρα user engagement, φαίνεται πως είναι η περίοδος με τη χαμηλότερη κατανάλωση. Σε αυτό σίγουρα βοηθάνε και οι εξωτερικές συνθήκες, ωστόσο είναι μια ισχυρή ένδειξη καλής λειτουργίας του συστήματός μας και επίτευξης εξοικονόμησης. Επίσης κατά τη διάρκεια του τελευταίου μήνα φαίνεται να σταθεροποιείται το σύστημα και να επέρχεται μια ισορροπία στις ψήφους των χρηστών σε σχέση με τη μέση κατανάλωση, και περίπου 4 ψήφοι χρηστών ανά ημέρα να σχετίζονται με μια μέση συνολική κατανάλωση 4kW. Τέλος οι αυξομειώσεις στις ψήφους έχουν και αυτές την δική τους σημασία. Οι λιγότερες ψήφοι στην αρχή λειτουργίας του νέου συστήματος μπορεί να υποδηλώνουν μια δυσκολία στην χρήση του συστήματος από πλευράς των χρηστών ή μια άρνηση να αποδεχτούν την νέα κατάσταση. Στη συνέχεια, μετά από παρέμβαση και αφού τους εξηγήσαμε εκ νέου τον τρόπο λειτουργίας και το τι περιμένουμε να πετύχουμε, υπήρξε μια σαφής αύξηση στις ψήφους και το user engagement, ενώ οι τελευταίες διακυμάνσεις σχετίζονται λόγω και της περιόδου στις άδειες των χρηστών και την αποχή τους από το γραφείο.

# Κεφάλαιο 6

## Επίλογος – Μελλοντική Εργασία

Η μεταπτυχιακή διατριβή που παρουσιάζεται εδώ, ξεκίνησε από ένα πραγματικό πρόβλημα σε περιβάλλον γραφείου. Υπήρξε αρκετή σκληρή δουλειά που δεν καταγράφεται στις σελίδες της, παρά το γεγονός πως διήρκησε για μεγάλο διάστημα. Το ερευνητικό ερώτημα που παρουσιάζεται είναι κάτι που έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές και οι λύσεις που έχουν προταθεί ποικίλλουν από πολύ απλές έως πολύ σύνθετες και με διαφορετικούς τρόπους υλοποίησης. Παρότι θέλαμε να βασίσουμε την πρότασή μας πάνω στην δουλειά προηγούμενων ερευνητών, δεν βρήκαμε πειστική απάντηση στο ερώτημα «πως συσχετίζουμε τις ψήφους των ενοίκων με την θερμική άνεση», και χρειάστηκε να πάμε με βάσει τον ένστικτό μας και τις δοκιμές.

Τα αποτελέσματα που καταγράφονται μας αφήνουν με μια γλυκόπικρη γεύση καθώς στο κομμάτι της εξοικονόμησης περιμέναμε ακόμα καλύτερα αποτελέσματα από το 12% που πετύχαμε σε αυτό το διάστημα, ωστόσο, με πολύ απλούστερη υλοποίηση σε σχέση με τις προαναφερθείσες εργασίες, η εργασία μας καταφέρνει και επιτυγχάνει καλύτερα αποτελέσματα από την πλειονότητα από αυτές, όχι απλά σε θεωρητικό επίπεδο, αλλά σε επίπεδο υλοποίησης.

Στο κομμάτι της θερμικής άνεσης μπορεί οι χρήστες να μην εξέφρασαν κάποιο παράπονο, ωστόσο ο όγκος των ψήφων λέει μια διαφορετική ιστορία. Και στις 2 περιπτώσεις, εάν είχαμε περισσότερο χρόνο στη διάθεσή μας, θεωρούμε πως θα μπορούσαμε να βελτιώσουμε τα αποτελέσματα, ωστόσο στα πλαίσια της διατριβής δεν υπάρχει αυτή η δυνατότητα.

Η καινοτομία εντέλει της διατριβής αυτής έγκειται στην πρωτότυπη και απλούστατη προσέγγιση του προβλήματος, πετυχαίνοντας μεγαλύτερη εξοικονόμηση από τις περισσότερες παρόμοιες απόπειρες.

## 6.1 Αδυναμίες – Περιορισμοί

Όπως έχουμε αναφέρει και παραπάνω, η πρώτη δυσκολία που συναντήσαμε ήταν ο περιορισμένος χρόνος που είχαμε στην διάθεσή μας. Σε ένα ιδεατό σενάριο θα έπρεπε να έχουμε τουλάχιστον 2 πλήρη ημερολογιακά έτη για να λειτουργεί το σύστημα και να κάνουμε τις συγκρίσεις μας, χωρίς να υπολογίσουμε την περίοδο εγκατάστασης και προγραμματισμού του συστήματος KNX. Εμείς αντίθετα, αναγκαστήκαμε να συλλέξουμε τα δεδομένα που παρουσιάζονται σε αυτή τη διατριβή μέσα σε 9,5 μήνες. Επιπρόσθετα, χρειαστήκαμε 3 μήνες για την ολοκλήρωση της νέας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και 4 μήνες για τον προγραμματισμό, και όλα αυτά σε ένα γραφείο όπου υπήρχε κόσμος που ζούσε και εργαζόταν κανονικά.

Επακόλουθο της παραπάνω αδυναμίας, ήταν η σύγκριση ανόμοιων δεδομένων για τις 2 περιόδους λειτουργίας της εγκατάστασης. Στην πρώτη περίοδο μαζέψαμε δεδομένα για 6 μήνες και ενώ τα κλιματιστικά λειτουργούσαν σε λειτουργία θέρμανσης. Με την ολοκλήρωση της εγκατάστασης του νέου συστήματος, γυρίσαμε τα κλιματιστικά σε λειτουργία ψύξης και μαζέψαμε δεδομένα για τους 3,5 επόμενους μήνες. Υπό κανονικές συνθήκες, θα έπρεπε να συγκρίνουμε τις 2 φάσεις της εγκατάστασης για το ίδιο χρονικό διάστημα και στην ίδια λειτουργία των κλιματιστικών.

Επίσης, το γεγονός πως δεν υπήρξε καθόλου χρόνος για δοκιμές της νέας εγκατάστασης και αντ' αυτού έπρεπε να ξεκινήσει την λειτουργία της εν μία νυκτί, αποτέλεσε μια τρίτη αδυναμία που έχει να κάνει με τον χρόνο που είχαμε στη διάθεσή μας. Όπως είδαμε στα αποτελέσματα, αν είχαμε χρόνο για δοκιμή του συστήματος, θα εντοπίζαμε για παράδειγμα το πρόβλημα στη μη ορθολογική χρήση της κλιματιστικής μονάδας 6 και θα το διορθώναμε.

Μια τελευταία αδυναμία του συστήματος, έχει να κάνει με τον μικρό αριθμό χρηστών στην περίπτωση του γραφείου υπό εξέταση. Σε μια διαφορετική περίπτωση, μεγαλύτερος αριθμός χρηστών, θα δοκίμαζε καλύτερα τις δυνατότητες της νέας εγκατάστασης και του συστήματος που φτιάξαμε για να την ελέγχουμε, με πολλαπλούς χρήστες ανά ζώνη και περισσότερους ψήφους.

## 6.2 Μελλοντική εργασία

Ξεκινώντας από τα προβλήματα που ήδη εντοπίσαμε, η μελλοντική εργασία θα πρέπει σίγουρα να περιλαμβάνει την σύγκριση των ίδιων μεγεθών. Για να γίνουμε πιο συγκεκριμένοι, θα πρέπει να πάρουμε τις μετρήσεις από την λειτουργία του συστήματος σε λειτουργία θέρμανσης κατά την περίοδο χειμώνας 2017 – άνοιξη 2018 και να την συγκρίνουμε με την αντίστοιχη περσινή, ώστε να έχουμε ασφαλέστερα αποτελέσματα. Επίσης ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα έχει να δούμε πως βιώνουν πλέον οι ένοικοι το κρύο, μέσα από τις ψήφους τους, και να κάνουμε αντιπαραβολή με την συμπεριφορά τους κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών (λειτουργία ψύξης).

Επόμενη βελτίωση στην εργασία μας, θα μπορούσε να αποτελέσει ο αποδοτικότερος τρόπος λειτουργίας του κλιματιστικού 6 που βρίσκεται στην αίθουσα συσκέψεων, καθώς όπως είδαμε προηγουμένως, ο νέος τρόπος λειτουργίας δεν φαίνεται να ταιριάζει στη χρήση που γίνεται. Από την στιγμή που τις περισσότερες ημέρες του μήνα δεν χρησιμοποιεί κανένας ένοικος την αίθουσα, ίσως θα ήταν σκόπιμο να την εξαιρέσουμε από το νέο σύστημα και να την γυρίσουμε στον παλιό τρόπο λειτουργίας.

Η διεπαφή χρήστη θα ήταν κάτι στο οποίο θα μπορούσαμε να δουλέψουμε περισσότερο στη συνέχεια. Ο μικρός αριθμός ψήφων σε συνάρτηση με το πολύ λιτό περιβάλλον της διεπαφής που εγγυάται την φιλικότητα και την απλότητα, μας οδηγεί σε προβληματισμό σχετικά με την ευχρηστία του συστήματος. Ίσως το να πρέπει ο ένοικος να ανοίξει τον υπολογιστή του και να μπει σε μια web σελίδα για να ψηφίσει για την αλλαγή της θερμοκρασίας, να μην είναι αρκετά εύχρηστο, με την ανάπτυξη μιας mobile εφαρμογής για κινητά τηλέφωνα να αποτελεί την λύση. Επίσης, το γεγονός πως κανένας χρήστης δεν ψήφισε ποτέ το 0, πέρα από την προφανή εκπαίδευση που θα πρέπει να γίνει στους χρήστες για το ωφέλιμο της χρήσης του, θα μπορούσε ίσως να μας οδηγήσει σε σκέψεις αλλαγής της κλίμακας.

Τέλος, επέκταση της εργασίας μας που θα μπορούσε να αποτελέσει μια ξεχωριστή μεταπτυχιακή διατριβή από μόνη της, είναι η προσαρμογή του συστήματος ώστε να λαμβάνει υπόψη του και τις εξωτερικές συνθήκες όπως για παράδειγμα την εξωτερική θερμοκρασία, τα σημεία του γραφείου που πέφτει ο ήλιος κατά τη διάρκεια της ημέρας και την σκίαση, την ένταση του αέρα που και μια σειρά ακόμα από εξωτερικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες.

# Βιβλιογραφία

Γαϊτάνη Ν. (2003) Βιοκλιματική Αξιολόγηση Ανοικτών Χώρων, διπλωματική μεταπτυχιακή εργασία, Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (2004) Το Ενεργειακό Σύστημα Στην Ελλάδα

Al-Sanea, S. A., & Zedan, M. F. (2008) Optimized Monthly-Fixed Thermostat-Setting Scheme For Maximum Energy-Savings And Thermal Comfort In Air-Conditioned Spaces. *Applied Energy*, 85(5), 326-346.

Ang, K. H., Chong, G., & Li, Y. (2005) PID Control System Analysis, Design, And Technology. *IEEE transactions on control systems technology*, 13(4), 559-576.

Aronoff, S., & Kaplan, A. G. (1995) Total Workplace Performance: Rethinking The Office Environment. *Wdl Publications*.

Azar, E., & Menassa, C. (2011) An Agent-Based Approach To Model The Effect Of Occupants' Energy Use Characteristics In Commercial Buildings. In *Computing in Civil Engineering (2011)* (pp. 536-543).

Balaji, B., Teraoka, H., Gupta, R., & Agarwal, Y. (2013) Zonpac: Zonal power estimation and control via hvac metering and occupant feedback. In *Proceedings of the 5th ACM Workshop on Embedded Systems For Energy-Efficient Buildings* (pp. 1-8).

Ben-Nakhi, A. E., & Mahmoud, M. A. (2002) Energy Conservation In Buildings Through Efficient A/C Control Using Neural Networks. *Applied Energy*, 73(1), 5-23.

Cena, K., & De Dear, R. J. (1998) Field Study Of Occupant Comfort And Office Thermal Environments In A Hot Arid Climate: Final Report-ASHRAE RP-921. *Institute of Environmental Science, Murdoch University*.

- Chen, T. Y. (2002) Application Of Adaptive Predictive Control To A Floor Heating System With A Large Thermal Lag. *Energy and Buildings*, 34(1), 45-51.
- Chen, T. Y. (2001) Real-Time Predictive Supervisory Operation Of Building Thermal Systems With Thermal Mass. *Energy and Buildings*, 33(2), 141-150.
- Davidsson, P., & Boman, M. (2005) Distributed Monitoring And Control Of Office Buildings By Embedded Agents. *Information Sciences*, 171(4), 293-307.
- Djongyang, N., Tchinda, R., & Njomo, D. (2010). Thermal Comfort: A Review Paper. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 2626-2640.
- Dounis, A. I., & Manolakis, D. E. (2001) Design Of A Fuzzy System For Living Space Thermal-Comfort Regulation. *Applied Energy*, 69(2), 119-144.
- Duburcq, S. (1997) Advanced Control For Intermittent Heating.
- Eftekhari, M., Marjanovic, L., & Angelov, P. (2003) Design And Performance Of A Rule-Based Controller In A Naturally Ventilated Room. *Computers in Industry*, 51(3), 299-326.
- Erickson, V. L., & Cerpa, A. E. (2010) Occupancy Based Demand Response HVAC Control Strategy. In *Proceedings of the 2nd ACM Workshop on Embedded Sensing Systems for Energy-Efficiency in Building* (pp. 7-12). ACM.
- Fanger, P.O. (1970) Thermal Comfort. Analysis And Applications In Environmental Engineering. *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering*.
- Ferreira, P. M., Ruano, A. E., Silva, S., & Conceicao, E. Z. E. (2012) Neural Networks Based Predictive Control For Thermal Comfort And Energy Savings In Public Buildings. *Energy and Buildings*, 55, 238-251.

Gagge, A P, Stolwijk, J A J & Nishi, Y (1971) An Effective Temperature Scale Based On A Simple Model Of Human Physiological Regulatory Response. *ASHRAE Trans.* 77(pt.1), 247-262.

Ghahramani, A., Jazizadeh, F., & Becerik-Gerber, B. (2014) A knowledge based approach for selecting energy-aware and comfort-driven HVAC temperature set points. *Energy and Buildings*, 85, 536-548.

Glaser, E. M., & Newling, P. S. B. (1957) The control of body temperature in thermal balance. *The Journal of physiology*, 137(1), 1-11.

Gouda, M. M., Danaher, S., & Underwood, C. P. (2001) Thermal Comfort Based Fuzzy Logic Controller. *Building services engineering research and technology*, 22(4), 237-253.

Guillemin, A., & Morel, N. (2001) An Innovative Lighting Controller Integrated In A Self-Adaptive Building Control System. *Energy and buildings*, 33(5), 477-487.

Gyalistras, D., Fischlin, A., Morari, M., Jones, C., Oldewurtel, F., Parisio, A., ... & Gruner, A. (2010) Use Of Weather And Occupancy Forecasts For Optimal Building Climate Control. *Technical Report*.

Hagras, H., Packharn, I., Vanderstockt, Y., McNulty, N., Vadher, A., & Doctor, F. (2008) An Intelligent Agent Based Approach For Energy Management In Commercial Buildings. In *Fuzzy Systems, 2008. FUZZ-IEEE 2008. (IEEE World Congress on Computational Intelligence)*. *IEEE International Conference on* (pp. 156-162). IEEE.

Henze, G. P., Dodier, R. H., & Krarti, M. (1997) Development Of A Predictive Optimal Controller For Thermal Energy Storage Systems. *HVAC&R Research*, 3(3), 233-264.

Höppe, P. (1997) Aspects of human biometerology in past, present and future. *International journal of biometeorology*, 40(1), 19-23.

Houghten, F C & Yagloglou, C P (1923) Determination Of Comfort Zone. *Trans Am Soc Heat Vent Engrs.* 29, 361.

International Organization for Standardization. (2005) Ergonomics Of The Thermal Environment: Analytical Determination And Interpretation Of Thermal Comfort Using Calculation Of The PMV And PPD Indices And Local Thermal Comfort Criteria. *International Organization for Standardization*.

Jazizadeh, F., Kavulya, G., Klein, L., & Becerik-Gerber, B. (2011) Continuous sensing of occupant perception of indoor ambient factors. In *Computing in Civil Engineering (2011)* (pp. 161-168).

Joumaa, H., Ploix, S., Abras, S., & De Oliveira, G. (2011) A MAS Integrated Into Home Automation System, For The Resolution Of Power Management Problem In Smart homes. *Energy Procedia*, 6, 786-794.

Karatasou, S., Santamouris, M., & Geros, V. (2006) Modeling And Predicting Building's Energy Use With Artificial Neural Networks: Methods And Results. *Energy and Buildings*, 38(8), 949-958.

Karlsson, H., & Hagentoft, C. E. (2011) Application Of Model Based Predictive Control For Water-Based Floor Heating In Low Energy Residential Buildings. *Building and environment*, 46(3), 556-569.

Kastner, W., Kofler, M. J., & Reinisch, C. (2010) Using AI To Realize Energy Efficient Yet Comfortable Smart Homes. In *Factory Communication Systems (WFCS), 2010 8th IEEE International Workshop on* (pp. 169-172). IEEE.

Kazanasmaz, T., Günaydin, M., & Binol, S. (2009). Artificial Neural Networks To Predict Daylight Illuminance In Office Buildings. *Building and Environment*, 44(8), 1751-1757.

Ketata, R. (1992) Méthodologies De Régulation Numérique Incluant La Logique Floue (*Doctoral dissertation*).

Klein, L., Kwak, J. Y., Kavulya, G., Jazizadeh, F., Becerik-Gerber, B., Varakantham, P., & Tambe, M. (2012) Coordinating Occupant Behavior For Building Energy And Comfort Management Using Multi-Agent Systems. *Automation in construction*, 22, 525-536.

Kolokotsa, D., Kalaitzakis, K., Antonidakis, E., & Stavrakakis, G. S. (2002) Interconnecting smart card system with PLC controller in a local operating network to form a distributed energy management and control system for buildings. *Energy conversion and Management*, 43(1), 119-134.

Kummert, M., André, P., & Nicolas, J. (2001) Optimal Heating Control In A Passive Solar Commercial Building. *Solar Energy*, 69, 103-116.

Lee, J. (2010) Conflict Resolution In Multi-Agent Based Intelligent Environments. *Building and Environment*, 45(3), 574-585.

Ma, Y., Borrelli, F., Hancey, B., Packard, A., & Bortoff, S. (2009) Model Predictive Control Of Thermal Energy Storage In Building Cooling Systems. In *Decision and Control, 2009 held jointly with the 2009 28th Chinese Control Conference. CDC/CCC 2009. Proceedings of the 48th IEEE Conference on* (pp. 392-397). IEEE.

Ma, Y., Kelman, A., Daly, A., & Borrelli, F. (2012) Predictive Control For Energy Efficient Buildings With Thermal Storage: Modeling, Stimulation, And Experiments. *IEEE Control Systems*, 32(1), 44-64.

Madsen, T.L., B.W. Olesen, and N.K. Kristensen (1984) Comparison Between Operative And Equivalent Temperature Under Typical Indoor Conditions. *ASHRAE Transactions* 90(1), 1077-1090.

Milanič, S., & Karba, R. (1996) Neural Network Models For Predictive Control Of A Thermal Plant.

Missénard, A (1959) On Thermally Equivalent Environment. *IHVE J*, 27,231

Mozer, M. C., Vidmar, L., & Dodier, R. H. (1997) The Neurothermostat: Predictive Optimal Control Of Residential Heating Systems. In *Advances in Neural Information Processing Systems* (pp. 953-959).

Mui, K. W. H., & Chan, W. T. D. (2003) Adaptive Comfort Temperature Model Of Air-Conditioned Building In Hong Kong. *Building and environment*, 38(6), 837-852.

Nesler, C. (1986) Adaptive Control Of Thermal Processes In Buildings. *IEEE Control Systems Magazine*, 6(4), 9-13.

Nicol, J. F., & Humphreys, M. A. (2002) Adaptive Thermal Comfort And Sustainable Thermal Standards For Buildings. *Energy and buildings*, 34(6), 563-572.

Nicol, F. (1993) Thermal Comfort: A Handbook For Field Studies Towards An Adaptive Model. London, University of East London.

Oldewurtel, F., Parisio, A., Jones, C. N., Morari, M., Gyalistras, D., Gwerder, M., ... & Wirth, K. (2010) Energy Efficient Building Climate Control Using Stochastic Model Predictive Control And Weather Predictions. In *American control conference (ACC), 2010* (pp. 5100-5105). IEEE.

Olesen, B. W. (2004) International Standards For The Indoor Environment. *Indoor air*, 14(s7), 18-26.

Peippo, K., Lund, P. D., & Vartiainen, E. (1999) Multivariate Optimization Of Design Trade-Offs For Solar Low Energy Buildings. *Energy and Buildings*, 29(2), 189-205.

Qiao, B., Liu, K. C., & Guy, C. (2007) Multi-Agent Building Control In Shared Environment.

Raja, I. A., Nicol, J. F., McCartney, K. J., & Humphreys, M. A. (2001) Thermal Comfort: Use Of Controls In Naturally Ventilated Buildings. *Energy and Buildings*, 33(3), 235-244.

Ramchurn, S. D., Vytelingum, P., Rogers, A., & Jennings, N. (2011) Agent-Based Control For Decentralised Demand Side Management In The Smart Grid. In *The 10th*

*International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems-Volume 1* (pp. 5-12). International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems.

Roussac, A. C., Steinfeld, J., & de Dear, R. (2011) A Preliminary Evaluation Of Two Strategies For Raising Indoor Air Temperature Setpoints In Office Buildings. *Architectural Science Review*, 54(2), 148-156.

Ruck, N. C. (1989) Building Design And Human Performance.

Scerri, P., Pynadath, D. V., & Tambe, M. (2002) Towards Adjustable Autonomy For The Real World. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 17(1), 171-228.

Schiller, G., Arens, E. A., Bauman, F., Benton, C., Fountain, M., & Doherty, T. (1988) A Field Study Of Thermal Environments And Comfort In Office Buildings. *ASHRAE transactions*, 94.

Standard, A. S. H. R. A. E. (1989) Standard 62-1989. *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality," American Society for Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.*

Standard, A. S. H. R. A. E (1985) Handbook Of Fundamentals. *Am.Soc.of Heat'g, Refrig. and Aircond. Engrs. (SI edition)*

Teeter, J., & Chow, M. Y. (1998) Application Of Functional Link Neural Network To HVAC Thermal Dynamic System Identification. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 45(1), 170-176.

Voss, K., Herkel, S., Pfafferott, J., Löhnert, G., & Wagner, A. (2007) Energy Efficient Office Buildings With Passive Cooling – Results And Experiences From A Research And Demonstration Programme. *Solar Energy*, 81(3), 424-434.

Wang, L., Wang, Z., & Yang, R. (2012) Intelligent Multiagent Control System For Energy And Comfort Management In Smart And Sustainable Buildings. *IEEE transactions on smart grid*, 3(2), 605-617.

WBCSD (2009) Transforming The Market: Energy Efficiency In Buildings, Survey Report. *The World Business Council For Sustainable Development*.

Winslow, C E A, Herrington, L P & Gagge, A P (1937) Physiological Reactions To Environmental Temperature. *Am J of Physiology*, 120, 1-22.

Yang, R., & Wang, L. (2013) Multi-Zone Building Energy Management Using Intelligent Control And Optimization. *Sustainable cities and society*, 6, 16-21.

Yu, W., Li, B., Jia, H., Zhang, M., & Wang, D. (2015) Application Of Multi-Objective Genetic Algorithm To Optimize Energy Efficiency And Thermal Comfort In Building Design. *Energy and Buildings*, 88, 135-143.

Yuan, S., & Perez, R. (2006) Multiple-Zone Ventilation And Temperature Control Of A Single-Duct VAV System Using Model Predictive Strategy. *Energy and buildings*, 38(10), 1248-1261.

Zaheer-Uddin, M., & Zheng, G. R. (2000) Optimal control of time-scheduled heating, ventilating and air conditioning processes in buildings. *Energy Conversion and Management*, 41(1), 49-60.

# Παράρτημα Α

## Μετρήσεις κατανάλωσης ενέργειας

### Α.1 Περίοδος 01/11 - 30/04

Ημερομηνία	Σύνολο	AC1 - kWh	AC2 - kWh	AC3 - kWh	AC4 - kWh	AC5 - kWh	AC6 - kWh
1-Νοε	4,651	0,469	0,621	1,182	1,245	1,134	0
2-Νοε	4,703	0,565	0,603	1,066	1,243	1,226	0
3-Νοε	7,061	1,246	1,202	1,091	1,233	1,202	1,087
4-Νοε	0	0	0	0	0	0	0
5-Νοε	0	0	0	0	0	0	0
6-Νοε	5,883	1,237	1,117	1,221	1,214	1,094	0
7-Νοε	3,204	0,6	0,523	0,872	0,834	0,375	0
8-Νοε	3,086	0,336	0,456	0,877	0,85	0,567	0
9-Νοε	2,065	0,699	0,508	0,43	0,428	0	0
10-Νοε	2,13	0,523	0,53	0,64	0,437	0	0
11-Νοε	1,109	1,109	0	0	0	0	0
12-Νοε	0	0	0	0	0	0	0
13-Νοε	2,14	0,549	0,469	0,417	0,705	0	0
14-Νοε	5,715	0,83	0,657	1,462	1,368	1,398	0
15-Νοε	11,514	1,012	2,033	2,126	2,192	2,148	2,003
16-Νοε	4,36	1,48	1,533	0,584	0,763	0	0
17-Νοε	5,831	0,73	0,749	1,395	1,333	1,624	0
18-Νοε	5,748	1,539	0	1,456	1,381	1,372	0
19-Νοε	7,358	1,403	1,39	1,577	1,604	1,384	0
20-Νοε	5,715	1,116	1,016	1,202	1,244	1,137	0
21-Νοε	7,064	1,326	1,399	1,385	1,53	1,424	0
22-Νοε	7,401	1,505	1,557	1,496	1,435	1,408	0
23-Νοε	7,46	1,638	1,508	1,542	1,429	1,343	0
24-Νοε	7,639	1,509	1,582	1,43	1,486	1,632	0
25-Νοε	9,073	1,555	1,64	1,465	1,605	1,408	1,4
26-Νοε	7,272	1,497	1,585	1,387	1,393	1,41	0
27-Νοε	7,149	1,371	1,411	1,356	1,509	1,502	0
28-Νοε	9,018	1,466	1,53	1,445	1,623	1,523	1,431
29-Νοε	13,074	2,11	2,079	2,088	2,056	2,642	2,099
30-Νοε	13,072	2,188	2,27	2,199	2,037	2,215	2,163

1-ΔΕΚ	7,27	1,411	1,523	1,545	1,428	1,363	0
2-ΔΕΚ	8,634	1,341	1,37	1,445	1,516	1,636	1,326
3-ΔΕΚ	7,774	1,574	1,599	1,523	1,536	1,542	0
4-ΔΕΚ	11,066	2,208	2,219	2,167	2,199	2,273	0
5-ΔΕΚ	10,517	2,094	2,111	2,177	2,126	2,009	0
6-ΔΕΚ	7,531	1,525	1,628	1,318	1,571	1,489	0
7-ΔΕΚ	6,113	0,838	0,869	1,32	1,643	1,443	0
8-ΔΕΚ	10,704	2,188	2,1	2,248	2,106	2,062	0
9-ΔΕΚ	2,97	1,644	1,326	0	0	0	0
10-ΔΕΚ	1,012	1,012	0	0	0	0	0
11-ΔΕΚ	4,395	1,468	0,819	0,597	0,831	0,68	0
12-ΔΕΚ	5,903	0,568	0,768	1,444	1,485	1,638	0
13-ΔΕΚ	4,152	1,459	1,495	0,612	0,586	0	0
14-ΔΕΚ	10,706	2,105	2,006	2,173	2,148	2,274	0
15-ΔΕΚ	7,399	1,403	1,637	1,479	1,53	1,35	0
16-ΔΕΚ	12,872	2,006	2,273	2,155	2,031	2,212	2,195
17-ΔΕΚ	8,696	0	0	2,231	2,084	2,128	2,253
18-ΔΕΚ	10,655	1,043	1,072	2,058	2,045	2,151	2,286
19-ΔΕΚ	12,993	2,2	2,036	2,052	2,15	2,264	2,291
20-ΔΕΚ	7,677	1,511	1,607	1,565	1,604	1,39	0
21-ΔΕΚ	8,205	1,026	0,932	1,993	2,258	1,996	0
22-ΔΕΚ	10,441	0,887	0,962	2,283	2,006	2,042	2,261
23-ΔΕΚ	7,534	1,559	1,476	1,372	1,639	1,488	0
24-ΔΕΚ	7,613	1,495	1,483	1,552	1,62	1,463	0
25-ΔΕΚ	7,538	1,415	1,46	1,616	1,479	1,568	0
26-ΔΕΚ	7,036	0,649	0,711	1,568	1,318	1,329	1,461
27-ΔΕΚ	7,406	1,429	1,36	1,546	1,459	1,612	0
28-ΔΕΚ	10,788	2,251	2,05	2,089	2,271	2,127	0
29-ΔΕΚ	8,766	0,931	0,994	2,279	2,278	2,284	0
30-ΔΕΚ	2,234	2,234	0	0	0	0	0
31-ΔΕΚ	2,016	2,016	0	0	0	0	0
1-Ιαν	2,028	2,028	0	0	0	0	0
2-Ιαν	10,957	2,296	2,081	2,147	2,168	2,265	0
3-Ιαν	13,377	2,246	2,259	2,066	2,286	2,226	2,294
4-Ιαν	14,123	2,27	2,172	2,05	1,976	2,205	3,45
5-Ιαν	14,283	2,035	2,276	2,144	2,031	2,018	3,779
6-Ιαν	16,827	2,835	2,924	2,931	2,672	2,82	2,645
7-Ιαν	18,691	2,973	3,285	3,077	3,103	3,289	2,964
8-Ιαν	18,763	3,022	3,031	3,225	3,006	3,272	3,207
9-Ιαν	18,92	3,248	3,176	3,143	3,122	3,06	3,171
10-Ιαν	18,52	2,987	3,014	3,137	3,052	3,147	3,183
11-Ιαν	18,626	3,097	3,157	3,011	3,203	3,188	2,97
12-Ιαν	16,733	2,86	2,834	2,761	2,762	2,674	2,842
13-Ιαν	16,305	2,667	2,7	2,773	2,832	2,685	2,648
14-Ιαν	10,682	2,28	2,009	2,153	1,978	2,262	0

<b>15-Ιαv</b>	10,521	2,102	2,008	2,088	2,112	2,211	0
<b>16-Ιαv</b>	12,831	1,979	2,055	2,292	2,234	2,291	1,98
<b>17-Ιαv</b>	12,897	2,266	2,153	1,998	2,21	2,094	2,176
<b>18-Ιαv</b>	12,697	2,21	2,284	2,137	2,083	1,995	1,988
<b>19-Ιαv</b>	10,491	1,978	1,989	2,216	2,236	2,072	0
<b>20-Ιαv</b>	10,517	2,209	2,037	2,042	2,004	2,225	0
<b>21-Ιαv</b>	9,036	0	2,257	2,268	2,286	2,225	0
<b>22-Ιαv</b>	8,363	0	2,182	2,031	2,124	2,026	0
<b>23-Ιαv</b>	12,784	2,103	2,122	2,189	2,118	2,004	2,248
<b>24-Ιαv</b>	10,763	2,068	2,15	2,234	2,125	2,186	0
<b>25-Ιαv</b>	16,621	2,816	2,782	2,943	2,655	2,72	2,705
<b>26-Ιαv</b>	16,899	2,688	2,766	2,798	2,844	2,887	2,916
<b>27-Ιαv</b>	14,038	2,867	2,84	2,938	2,705	2,688	0
<b>28-Ιαv</b>	8,136	0	0	2,058	1,978	2,107	1,993
<b>29-Ιαv</b>	10,998	0	0	2,753	2,736	2,788	2,721
<b>30-Ιαv</b>	17,586	2,938	2,923	2,956	2,923	2,953	2,893
<b>31-Ιαv</b>	10,96	2,236	2,044	2,265	2,142	2,273	0
<b>1-Φεβ</b>	10,963	2,109	2,161	2,285	2,153	2,255	0
<b>2-Φεβ</b>	10,373	2,23	2,018	2,063	2,001	2,061	0
<b>3-Φεβ</b>	7,276	0,789	0,752	1,38	1,502	1,527	1,326
<b>4-Φεβ</b>	3,714	0	0	1,158	1,263	1,293	0
<b>5-Φεβ</b>	3,465	0	0	1,271	1,162	1,032	0
<b>6-Φεβ</b>	4,767	0,613	0,536	1,295	1,281	1,042	0
<b>7-Φεβ</b>	5,719	0,759	0,568	1,393	1,355	1,644	0
<b>8-Φεβ</b>	5,918	0,669	0,711	1,434	1,555	1,549	0
<b>9-Φεβ</b>	8,576	1,152	1,006	2,256	2,087	2,075	0
<b>10-Φεβ</b>	10,044	1,023	2,301	2,266	2,232	2,222	0
<b>11-Φεβ</b>	6,394	0	0	2,047	2,1	2,247	0
<b>12-Φεβ</b>	6,706	0	0	2,296	2,191	2,219	0
<b>13-Φεβ</b>	17,034	2,94	2,705	2,842	2,956	2,84	2,751
<b>14-Φεβ</b>	9,324	0,958	2,008	2,113	2,052	2,193	0
<b>15-Φεβ</b>	5,954	0,791	0,695	1,432	1,406	1,63	0
<b>16-Φεβ</b>	6,73	0,846	1,492	1,52	1,457	1,415	0
<b>17-Φεβ</b>	7,327	1,345	1,588	1,4	1,351	1,643	0
<b>18-Φεβ</b>	5,96	0	1,43	1,553	1,59	1,387	0
<b>19-Φεβ</b>	8,603	0	2,284	1,993	2,049	2,277	0
<b>20-Φεβ</b>	7,397	1,601	1,542	1,339	1,349	1,566	0
<b>21-Φεβ</b>	6,309	0,726	1,424	1,383	1,358	1,418	0
<b>22-Φεβ</b>	5,384	0,663	1,243	1,192	1,036	1,25	0
<b>23-Φεβ</b>	4,781	0,719	0,707	1,04	1,197	1,118	0
<b>24-Φεβ</b>	5,051	0,534	1,242	1,075	1,088	1,112	0
<b>25-Φεβ</b>	4,509	0	0	1,516	1,459	1,534	0
<b>26-Φεβ</b>	6,304	0	0	2,247	2,063	1,994	0
<b>27-Φεβ</b>	5,69	0,602	0,658	1,413	1,503	1,514	0
<b>28-Φεβ</b>	6,897	1,402	0,811	1,548	1,544	1,592	0

<b>1-Μαρ</b>	5,862	1,032	1,29	1,3	1,124	1,116	0
<b>2-Μαρ</b>	7,254	1,069	1,129	1,269	1,254	1,257	1,276
<b>3-Μαρ</b>	6,94	0,996	1,186	1,237	1,178	1,056	1,287
<b>4-Μαρ</b>	4,485	0	1,137	1,004	1,029	1,315	0
<b>5-Μαρ</b>	4,784	0	1,132	1,255	1,15	1,247	0
<b>6-Μαρ</b>	5,485	1,127	1,053	1,147	1,014	1,144	0
<b>7-Μαρ</b>	5,644	1,016	1,138	1,253	1,21	1,027	0
<b>8-Μαρ</b>	6,535	1,521	0,628	1,565	1,349	1,472	0
<b>9-Μαρ</b>	8,419	1,605	0,877	1,442	1,469	1,63	1,396
<b>10-Μαρ</b>	8,104	1,406	0,786	1,369	1,585	1,55	1,408
<b>11-Μαρ</b>	4,565	0	0	1,608	1,398	1,559	0
<b>12-Μαρ</b>	4,701	0	0	1,51	1,548	1,643	0
<b>13-Μαρ</b>	5,923	0,687	0,716	1,343	1,626	1,551	0
<b>14-Μαρ</b>	5,432	0,589	0,601	1,327	1,493	1,422	0
<b>15-Μαρ</b>	4,598	0,665	0,587	1,192	1,164	0,99	0
<b>16-Μαρ</b>	4,513	0,445	0,478	1,256	1,219	1,115	0
<b>17-Μαρ</b>	6,206	0,68	0,667	1,31	1,195	1,078	1,276
<b>18-Μαρ</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>19-Μαρ</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>20-Μαρ</b>	3,552	0,459	0,598	0,966	0,75	0,779	0
<b>21-Μαρ</b>	5,746	1,067	1,153	1,017	1,224	1,285	0
<b>22-Μαρ</b>	6,028	1,297	1,224	1,121	1,123	1,263	0
<b>23-Μαρ</b>	4,106	0,789	0,761	0,906	0,955	0,695	0
<b>24-Μαρ</b>	4,679	0,705	0,877	0,721	0,675	0,782	0,919
<b>25-Μαρ</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>26-Μαρ</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>27-Μαρ</b>	7,286	1,531	1,456	1,595	1,35	1,354	0
<b>28-Μαρ</b>	5,97	1,178	1,088	1,223	1,276	1,205	0
<b>29-Μαρ</b>	3,748	0,765	0,592	0,807	0,822	0,762	0
<b>30-Μαρ</b>	3,663	0,705	0,397	0,967	0,731	0,863	0
<b>31-Μαρ</b>	5,155	1,057	0,563	1,065	1,213	1,257	0
<b>1-Απρ</b>	2,36	0	0	1,058	1,302	0	0
<b>2-Απρ</b>	2,252	0	0	1,096	1,156	0	0
<b>3-Απρ</b>	5,631	1,125	1,185	1,021	1,023	1,277	0
<b>4-Απρ</b>	5,834	1,125	1,09	1,23	1,266	1,123	0
<b>5-Απρ</b>	5,703	1,052	1,065	1,26	1,18	1,146	0
<b>6-Απρ</b>	5,627	1,12	1,129	1,263	1,044	1,071	0
<b>7-Απρ</b>	5,663	1,028	1,266	1,012	1,21	1,147	0
<b>8-Απρ</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>9-Απρ</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>10-Απρ</b>	5,055	1,291	0,5	1,159	1,039	1,066	0
<b>11-Απρ</b>	3,694	0,7	0,442	0,887	0,852	0,813	0
<b>12-Απρ</b>	3,575	0,724	0,33	0,948	0,815	0,758	0
<b>13-Απρ</b>	2,998	0,878	0,352	0,661	0,6	0,507	0
<b>14-Απρ</b>	2,947	0,929	0,308	0,735	0,375	0,6	0

15-Απρ	0	0	0	0	0	0	0
16-Απρ	0	0	0	0	0	0	0
17-Απρ	5,337	0,664	1,278	1,016	1,246	1,133	0
18-Απρ	4,928	0,569	1,139	1,019	1,193	1,008	0
19-Απρ	2,134	0	0	0,984	0,553	0,597	0
20-Απρ	4,716	0,541	0,69	1,048	1,286	1,151	0
21-Απρ	6,569	0,825	1,453	1,365	1,555	1,371	0
22-Απρ	0	0	0	0	0	0	0
23-Απρ	0	0	0	0	0	0	0
24-Απρ	3,948	0,794	0,562	0,777	0,934	0,881	0
25-Απρ	5,783	1,184	1,142	1,101	1,294	1,062	0
26-Απρ	2,764	0,725	0,417	0,918	0,303	0,401	0
27-Απρ	2,735	0,909	0,553	0,384	0,569	0,32	0
28-Απρ	3,15	1,01	0,475	0,699	0,479	0,487	0
29-Απρ	0	0	0	0	0	0	0
30-Απρ	0	0	0	0	0	0	0

## Α.2 Περίοδος 01/05 - 15/08

Ημερομηνία	Σύνολο	AC1 - kWh	AC2 - kWh	AC3 - kWh	AC4 - kWh	AC5 - kWh	AC6 - kWh
1-Μαϊ	3,173	0,527	0,528	0,528	0,531	0,531	0,531
2-Μαϊ	10,475	1,98	1,989	1,989	1,989	1,989	1,989
3-Μαϊ	10,522	1,992	1,994	1,994	2,005	2,005	2,005
4-Μαϊ	10,453	1,975	1,993	1,993	1,992	1,992	1,992
5-Μαϊ	10,484	1,99	2,001	2,001	1,99	1,99	1,99
6-Μαϊ	3,173	0,527	0,531	0,531	0,532	0,532	0,532
7-Μαϊ	3,179	0,532	0,531	0,531	0,527	0,527	0,527
8-Μαϊ	13,787	2,65	2,647	2,647	2,645	2,645	2,645
9-Μαϊ	13,782	2,663	2,64	2,64	2,634	2,634	2,634
10-Μαϊ	13,108	2,635	1,987	1,987	2,645	2,645	2,645
11-Μαϊ	13,751	2,654	2,636	2,636	2,651	2,651	2,651
12-Μαϊ	15,893	2,65	2,635	2,635	2,642	2,642	2,642
13-Μαϊ	3,172	0,532	0,528	0,528	0,528	0,528	0,528
14-Μαϊ	2,394	0,399	0,4	0,4	0,397	0,397	0,397
15-Μαϊ	10,491	2,005	1,985	1,985	2,002	2,002	2,002
16-Μαϊ	13,781	2,646	2,661	2,661	2,634	2,634	2,634
17-Μαϊ	13,763	2,648	2,66	2,66	2,642	2,642	2,642
18-Μαϊ	13,777	2,661	2,651	2,651	2,64	2,64	2,64
19-Μαϊ	15,907	2,646	2,634	2,634	2,652	2,652	2,652
20-Μαϊ	3,172	0,528	0,527	0,527	0,531	0,531	0,531
21-Μαϊ	3,182	0,531	0,527	0,527	0,532	0,532	0,532
22-Μαϊ	15,88	2,648	2,656	2,656	2,643	2,643	2,643
23-Μαϊ	11,93	1,988	1,99	1,99	1,997	1,997	1,997
24-Μαϊ	11,971	1,996	1,996	1,996	2	2	2

<b>25-Maï</b>	11,966	1,978	1,999	1,999	2,003	2,003	2,003
<b>26-Maï</b>	13,765	2,65	2,657	2,657	2,632	2,632	2,632
<b>27-Maï</b>	3,169	0,527	0,531	0,531	0,528	0,528	0,528
<b>28-Maï</b>	3,181	0,531	0,528	0,528	0,53	0,53	0,53
<b>29-Maï</b>	13,778	2,659	2,649	2,649	2,664	2,664	2,664
<b>30-Maï</b>	10,494	1,995	2,001	2,001	1,992	1,992	1,992
<b>31-Maï</b>	10,376	2,005	1,983	1,983	1,998	1,998	1,998
<b>1-IouV</b>	7,044	1,329	1,337	1,337	1,339	1,339	1,339
<b>2-IouV</b>	8,047	1,344	1,343	1,343	1,345	1,345	1,345
<b>3-IouV</b>	2,388	0,397	0,398	0,398	0,397	0,397	0,397
<b>4-IouV</b>	2,384	0,397	0,395	0,395	0,395	0,395	0,395
<b>5-IouV</b>	10,317	1,979	1,974	1,974	1,987	1,987	1,987
<b>6-IouV</b>	7,058	1,337	1,331	1,331	1,321	1,321	1,321
<b>7-IouV</b>	7,082	1,348	1,339	1,339	1,343	1,343	1,343
<b>8-IouV</b>	10,339	1,994	1,977	1,977	1,991	1,991	1,991
<b>9-IouV</b>	7,986	1,327	1,33	1,33	1,338	1,338	1,338
<b>10-IouV</b>	2,386	0,397	0,4	0,4	0,396	0,396	0,396
<b>11-IouV</b>	3,185	0,527	0,532	0,532	0,53	0,53	0,53
<b>12-IouV</b>	10,387	2,001	2,002	2,002	1,985	1,985	1,985
<b>13-IouV</b>	7,069	1,341	1,343	1,343	1,325	1,325	1,325
<b>14-IouV</b>	6,962	1,346	1,343	1,343	1,318	1,318	1,318
<b>15-IouV</b>	6,944	1,335	1,335	1,335	1,336	1,336	1,336
<b>16-IouV</b>	11,902	1,983	1,976	1,976	1,984	1,984	1,984
<b>17-IouV</b>	2,386	0,396	0,396	0,396	0,394	0,394	0,394
<b>18-IouV</b>	2,388	0,397	0,396	0,396	0,399	0,399	0,399
<b>19-IouV</b>	10,48	1,983	2,006	2,006	1,985	1,985	1,985
<b>20-IouV</b>	10,312	1,983	1,995	1,995	1,98	1,98	1,98
<b>21-IouV</b>	7,034	1,323	1,336	1,336	1,334	1,334	1,334
<b>22-IouV</b>	6,944	1,336	1,345	1,345	1,325	1,325	1,325
<b>23-IouV</b>	4,071	0,676	0,68	0,68	0,679	0,679	0,679
<b>24-IouV</b>	1,6	0,266	0,266	0,266	0,264	0,264	0,264
<b>25-IouV</b>	1,603	0,267	0,265	0,265	0,268	0,268	0,268
<b>26-IouV</b>	3,634	0,675	0,678	0,678	0,665	0,665	0,665
<b>27-IouV</b>	3,631	0,675	0,688	0,688	0,668	0,668	0,668
<b>28-IouV</b>	3,595	0,67	0,66	0,66	0,669	0,669	0,669
<b>29-IouV</b>	3,518	0,683	0,668	0,668	0,671	0,671	0,671
<b>30-IouV</b>	4,03	0,667	0,673	0,673	0,686	0,686	0,686
<b>1-Iouλ</b>	0,803	0,137	0,131	0,131	0,134	0,134	0,134
<b>2-Iouλ</b>	0,809	0,135	0,135	0,135	0,134	0,134	0,134
<b>3-Iouλ</b>	6,916	1,332	1,32	1,32	1,327	1,327	1,327
<b>4-Iouλ</b>	6,887	1,323	1,333	1,333	1,316	1,316	1,316
<b>5-Iouλ</b>	6,916	1,322	1,327	1,327	1,326	1,326	1,326
<b>6-Iouλ</b>	7,334	1,33	1,343	1,343	1,328	1,328	1,328
<b>7-Iouλ</b>	4,016	0,674	0,673	0,673	0,659	0,659	0,659
<b>8-Iouλ</b>	1,605	0,269	0,267	0,267	0,266	0,266	0,266

<b>9-Ιουλ</b>	1,608	0,269	0,268	0,268	0,264	0,264	0,264
<b>10-Ιουλ</b>	3,673	0,684	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
<b>11-Ιουλ</b>	3,644	0,677	0,685	0,685	0,661	0,661	0,661
<b>12-Ιουλ</b>	3,472	0,674	0,666	0,666	0,671	0,671	0,671
<b>13-Ιουλ</b>	3,506	0,681	0,664	0,664	0,682	0,682	0,682
<b>14-Ιουλ</b>	6,648	1,318	0,659	0,659	1,321	1,321	1,321
<b>15-Ιουλ</b>	1,595	0,264	0,269	0,269	0,265	0,265	0,265
<b>16-Ιουλ</b>	2,394	0,399	0,4	0,4	0,397	0,397	0,397
<b>17-Ιουλ</b>	11,665	2,645	2,663	2,663	2,659	2,659	2,659
<b>18-Ιουλ</b>	8,754	1,975	1,975	1,975	2,002	2,002	2,002
<b>19-Ιουλ</b>	5,971	1,346	1,318	1,318	1,318	1,318	1,318
<b>20-Ιουλ</b>	5,995	1,325	1,342	1,342	1,331	1,331	1,331
<b>21-Ιουλ</b>	6,907	1,334	1,326	1,326	1,322	1,322	1,322
<b>22-Ιουλ</b>	1,593	0,267	0,263	0,263	0,267	0,267	0,267
<b>23-Ιουλ</b>	1,596	0,263	0,266	0,266	0,268	0,268	0,268
<b>24-Ιουλ</b>	5,87	0,267	1,343	1,343	1,345	1,345	1,345
<b>25-Ιουλ</b>	3,234	0,268	0,66	0,66	0,681	0,681	0,681
<b>26-Ιουλ</b>	5,853	0,269	1,335	1,335	1,317	1,317	1,317
<b>27-Ιουλ</b>	3,217	0,264	0,689	0,689	0,668	0,668	0,668
<b>28-Ιουλ</b>	3,617	0,267	0,689	0,689	0,664	0,664	0,664
<b>29-Ιουλ</b>	1,599	0,266	0,266	0,266	0,264	0,264	0,264
<b>30-Ιουλ</b>	1,598	0,268	0,268	0,268	0,264	0,264	0,264
<b>31-Ιουλ</b>	5,847	0,267	1,331	1,331	1,323	1,323	1,323
<b>1-Αυγ</b>	5,867	0,267	1,317	1,317	1,348	1,348	1,348
<b>2-Αυγ</b>	5,205	0,267	0,659	0,659	1,32	1,32	1,32
<b>3-Αυγ</b>	3,241	0,268	0,686	0,686	0,684	0,684	0,684
<b>4-Αυγ</b>	3,61	0,264	0,659	0,659	0,677	0,677	0,677
<b>5-Αυγ</b>	1,592	0,263	0,268	0,268	0,265	0,265	0,265
<b>6-Αυγ</b>	0,805	0,137	0,132	0,132	0,134	0,134	0,134
<b>7-Αυγ</b>	1,892	0,68	0,132	0,132	0,136	0,136	0,136
<b>8-Αυγ</b>	1,897	0,68	0,131	0,131	0,137	0,137	0,137
<b>9-Αυγ</b>	1,894	0,668	0,136	0,136	0,132	0,132	0,132
<b>10-Αυγ</b>	1,88	0,667	0,136	0,136	0,136	0,136	0,136
<b>11-Αυγ</b>	2,441	0,681	0,133	0,133	0,134	0,134	0,134
<b>12-Αυγ</b>	0,812	0,135	0,134	0,134	0,132	0,132	0,132
<b>13-Αυγ</b>	1,598	0,265	0,268	0,268	0,263	0,263	0,263
<b>14-Αυγ</b>	1,6	0,263	0,269	0,269	0,266	0,266	0,266
<b>15-Αυγ</b>	1,595	0,263	0,266	0,266	0,266	0,266	0,266
<b>16-Αυγ</b>	1,587	0,264	0,265	0,265	0,264	0,264	0,264

# Παράρτημα Β

## Μετρήσεις θερμοκρασιών

### Β.1 Περίοδος 01/11 - 30/04

Ημερομηνία	AC1 – Avg °C	AC2 – Avg °C	AC3 – Avg °C	AC4 – Avg °C	AC5 – Avg °C	AC6 – Avg °C	Υψηλ. °C	Χαμ. °C
1-Νοε	24	24,5	24	24	24,5	24	17	4
2-Νοε	24	24,5	24	24	24	24,5	18	5
3-Νοε	25	25	25,5	25,5	25	25	18	5
4-Νοε	25	25	25	25	25,5	25,5	19	8
5-Νοε	22,5	22,5	22,5	22	22,5	22	19	13
6-Νοε	25	25,5	25	25,5	22,5	22,5	21	12
7-Νοε	25	25,5	26	26,5	25	25,5	25	11
8-Νοε	25	25	26	26,5	25,5	25,5	25	20
9-Νοε	23,5	23,5	23,5	23	23	23	22	8
10-Νοε	23	23,5	23	23	23,5	23,5	18	6
11-Νοε	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	20	11
12-Νοε	22,5	22,5	22,5	22	22,5	22	21	11
13-Νοε	22,5	22,5	22	22	22,5	22,5	17	6
14-Νοε	22,5	22	24	24	24,5	22	12	7
15-Νοε	22,5	24	24	24	24,5	24,5	9	6
16-Νοε	24,5	24	23,5	23,5	23	23,5	11	1
17-Νοε	23	23	24,5	24	24	22,5	13	0
18-Νοε	24,5	23	24	24,5	24	22,5	14	2
19-Νοε	24,5	24,5	24,5	24	24,5	22,5	15	3
20-Νοε	24,5	24	24,5	24,5	24,5	22	16	4
21-Νοε	24,5	24,5	24	24	24,5	21	15	4
22-Νοε	24,5	24	24,5	24,5	24	21,5	15	7
23-Νοε	24,5	24	24	24	24,5	21,5	14	8
24-Νοε	24,5	24,5	24,5	24,5	24	20,5	14	6
25-Νοε	24	24,5	24,5	24	24	22,5	13	6
26-Νοε	24,5	24	24	24	24,5	22,5	12	6
27-Νοε	24	24	24	24	24,5	21	13	10
28-Νοε	24,5	24	24,5	24	24	23,5	14	6
29-Νοε	23	23	23	23	23,5	23,5	6	3
30-Νοε	23,5	23,5	23,5	23	23,5	23	6	0
1-Δεκ	24,5	24	24,5	24,5	24,5	21,5	11	0
2-Δεκ	24	24,5	24	24,5	24	22	13	1

3-ΔΕΚ	24	24	24,5	24	24,5	21	13	3
4-ΔΕΚ	23	23	23,5	23,5	23	21	9	7
5-ΔΕΚ	23,5	23,5	23	23	23,5	21	10	4
6-ΔΕΚ	23	23	23	23	23	21	11	1
7-ΔΕΚ	22,5	22	23	23	23	21,5	13	0
8-ΔΕΚ	23,5	23	23	23	23,5	21,5	10	0
9-ΔΕΚ	23	23	22	22,5	22	20	12	-1
10-ΔΕΚ	23,5	22,5	22,5	22	22	20,5	17	0
11-ΔΕΚ	23,5	21,5	21,5	21,5	21	20,5	15	0
12-ΔΕΚ	22,5	21,5	23,5	23	23	20	14	1
13-ΔΕΚ	23,5	23,5	21	21	21	20,5	11	-3
14-ΔΕΚ	23,5	23	23	23	23	19	7	-4
15-ΔΕΚ	23,5	23	23,5	23	23	19	11	-4
16-ΔΕΚ	23,5	23	23	23	23,5	20	6	3
17-ΔΕΚ	21,5	21,5	23	23,5	23	21,5	8	-3
18-ΔΕΚ	21	21	23,5	23	23	21,5	9	-5
19-ΔΕΚ	22,5	22	23,5	23	23	20	9	-4
20-ΔΕΚ	23,5	23	23	23	23	20,5	11	-4
21-ΔΕΚ	21	21,5	23	23,5	23,5	20	9	-2
22-ΔΕΚ	21,5	21,5	23	23,5	23,5	21,5	8	-4
23-ΔΕΚ	22,5	22	23	23,5	23	20,5	11	-4
24-ΔΕΚ	22,5	22	23	23,5	23,5	20,5	11	-4
25-ΔΕΚ	22,5	22	23,5	23	23,5	20,5	11	-4
26-ΔΕΚ	21,5	21,5	23,5	23	23,5	22	13	6
27-ΔΕΚ	22	22	23,5	23	23,5	21	14	3
28-ΔΕΚ	22,5	22	23,5	23,5	23,5	21,5	9	4
29-ΔΕΚ	21,5	21	23,5	23,5	23,5	21	8	3
30-ΔΕΚ	21,5	21	22,5	22,5	22	21	6	1
31-ΔΕΚ	22,5	21	21,5	21	21	20	6	0
1-Ιαν	22	20	20	20	20,5	20,5	8	-2
2-Ιαν	23	22,5	22	22	22	20	10	-5
3-Ιαν	23	23,5	23,5	23	23,5	22	9	-5
4-Ιαν	23,5	23	23,5	23	23	22	10	2
5-Ιαν	23,5	23,5	23,5	23,5	23	22	9	2
6-Ιαν	22	22,5	22	22,5	22	21	3	-5
7-Ιαν	22	22	22,5	22,5	22	22,5	-5	-8
8-Ιαν	21,5	21,5	21,5	21,5	21	21	-3	-8
9-Ιαν	21	21	21	21,5	21	21,5	-4	-6
10-Ιαν	20,5	20	20,5	20,5	20	20,5	-3	-10
11-Ιαν	20,5	20,5	20	20,5	20	20,5	-2	-10
12-Ιαν	21	21,5	21,5	21	21	21,5	4	-10
13-Ιαν	21	21,5	21	21	21,5	21,5	5	-8
14-Ιαν	21	21,5	21,5	21	21,5	19	6	-2
15-Ιαν	21	21,5	21	21	21,5	19	10	-1
16-Ιαν	23	23,5	23,5	23	23,5	21	6	3

17-Ιαν	23	23	23,5	23	23	21	8	4
18-Ιαν	23	23,5	23	23	23	22,5	8	4
19-Ιαν	23,5	23,5	23	23	23	21,5	7	3
20-Ιαν	23,5	23,5	23,5	23,5	23,5	20	8	-1
21-Ιαν	21,5	23,5	23	23,5	23,5	20,5	8	-2
22-Ιαν	21	23,5	23,5	23	23,5	19,5	8	-4
23-Ιαν	22,5	23	23,5	23,5	23	21	6	-2
24-Ιαν	23	23	23,5	23	23,5	20	7	1
25-Ιαν	23,5	23,5	23	23,5	23	21,5	4	3
26-Ιαν	23,5	23,5	23,5	23	23	21	3	0
27-Ιαν	23	23,5	23	23	23	19	5	-4
28-Ιαν	22	22	23,5	23	23,5	21,5	6	-5
29-Ιαν	21,5	21,5	23	23	23	21	4	1
30-Ιαν	23	23	23,5	23,5	23,5	21,5	5	3
31-Ιαν	23	23	23,5	23,5	23	19	6	3
1-Φεβ	23,5	23,5	23	23	23,5	19,5	8	3
2-Φεβ	23,5	23	23	23,5	23	19,5	9	2
3-Φεβ	22	22	23	23,5	23	21	11	3
4-Φεβ	22,5	22	23	23,5	23	20,5	16	3
5-Φεβ	21,5	21	23	23,5	23,5	20,5	18	7
6-Φεβ	21	21,5	23,5	23,5	23,5	20	19	9
7-Φεβ	21	21	23	23	23,5	20	14	7
8-Φεβ	21,5	21,5	23,5	23,5	23	20,5	14	4
9-Φεβ	20	20,5	23	23	23	20	10	7
10-Φεβ	20,5	22	23	23,5	23,5	19	8	5
11-Φεβ	20,5	21,5	23,5	23	23,5	19	9	4
12-Φεβ	20	21,5	23	23,5	23	19,5	8	4
13-Φεβ	22,5	23	23	23,5	23	21,5	5	-2
14-Φεβ	21,5	23,5	23	23	23,5	20,5	9	-3
15-Φεβ	21	22	23,5	23	23,5	20	13	2
16-Φεβ	21	23,5	23,5	23,5	23,5	20	12	0
17-Φεβ	23,5	23	23,5	23,5	23,5	20	11	3
18-Φεβ	22	23	23	23,5	23	20,5	12	5
19-Φεβ	22,5	23,5	23	23	23	20	10	7
20-Φεβ	23,5	23,5	23	23,5	23	20	12	6
21-Φεβ	22	23,5	23	23,5	23	20,5	13	3
22-Φεβ	22	23	23	23,5	23	20,5	18	2
23-Φεβ	22	22	23,5	23,5	23	20	17	4
24-Φεβ	22	23,5	23,5	23	23,5	20	18	3
25-Φεβ	21,5	22	23,5	23,5	23,5	20,5	14	7
26-Φεβ	21,5	21,5	23	23	23	20,5	10	9
27-Φεβ	21,5	21	23	23,5	23	20	15	8
28-Φεβ	23,5	21	23,5	23	23,5	20,5	12	8
1-Μαρ	23	22	22,5	22	23,5	20	17	11
2-Μαρ	24	23	23,5	23	23	21,5	16	6

<b>3-Μαρ</b>	24,5	23	23	23,5	23,5	21,5	18	4
<b>4-Μαρ</b>	24,5	23,5	23,5	23,5	23,5	21	18	3
<b>5-Μαρ</b>	24	23,5	23,5	23	23	21	16	4
<b>6-Μαρ</b>	24	23,5	23,5	23,5	23	20	18	5
<b>7-Μαρ</b>	23,5	23	23,5	23,5	23	20,5	18	7
<b>8-Μαρ</b>	23,5	23,5	23	23,5	23	20	15	11
<b>9-Μαρ</b>	23	22	23,5	23	23	21,5	13	11
<b>10-Μαρ</b>	23,5	22	23,5	23	23	21,5	11	9
<b>11-Μαρ</b>	23	22,5	23	23,5	23	21	13	8
<b>12-Μαρ</b>	23,5	22,5	23,5	23,5	23,5	21,5	14	8
<b>13-Μαρ</b>	23	22,5	23	23,5	23,5	21,5	14	6
<b>14-Μαρ</b>	23,5	22	23,5	23,5	23	21,5	15	5
<b>15-Μαρ</b>	23	22,5	23	23	23	21	16	5
<b>16-Μαρ</b>	22,5	22,5	23,5	23,5	23,5	21,5	16	4
<b>17-Μαρ</b>	22,5	22,5	23,5	23,5	23,5	22,5	17	3
<b>18-Μαρ</b>	22	22	23,5	23	23,5	22	17	4
<b>19-Μαρ</b>	22	22	23,5	23,5	23,5	22,5	21	7
<b>20-Μαρ</b>	22	23,5	23	23	23,5	22	23	6
<b>21-Μαρ</b>	23,5	23	24,5	24,5	24,5	22	20	6
<b>22-Μαρ</b>	23	23	24,5	24,5	24,5	22,5	20	8
<b>23-Μαρ</b>	23,5	23	24,5	24,5	24	22	21	7
<b>24-Μαρ</b>	23	23	24,5	24	24,5	23	22	7
<b>25-Μαρ</b>	23	23	24,5	24	24	23,5	24	7
<b>26-Μαρ</b>	23,5	23	24	24	24	23	22	8
<b>27-Μαρ</b>	24,5	24,5	24,5	24	24,5	22,5	11	5
<b>28-Μαρ</b>	24,5	24,5	24	24	24,5	22,5	17	3
<b>29-Μαρ</b>	24	23	24	24	24	22,5	21	3
<b>30-Μαρ</b>	24	23,5	24,5	24,5	24,5	22,5	24	5
<b>31-Μαρ</b>	24	23	24	24	24,5	23,5	19	8
<b>1-Απρ</b>	23	23	24	24,5	24	23,5	19	5
<b>2-Απρ</b>	23	23	24	24	24,5	23	20	4
<b>3-Απρ</b>	24	24	24	24,5	24,5	23,5	16	5
<b>4-Απρ</b>	24	24,5	24,5	24,5	24,5	23	19	8
<b>5-Απρ</b>	24	24	25	25,5	25	23	19	8
<b>6-Απρ</b>	24	24	25,5	25,5	25	23	20	9
<b>7-Απρ</b>	24,5	24	25,5	25	25	23	16	12
<b>8-Απρ</b>	24,5	24,5	25,5	25	25	23,5	18	11
<b>9-Απρ</b>	24,5	24,5	25	25,5	25	23,5	22	8
<b>10-Απρ</b>	24	24	25	25,5	25,5	23,5	19	5
<b>11-Απρ</b>	24	25,5	25	25	25,5	23	21	5
<b>12-Απρ</b>	24	25,5	25	25	25	23,5	22	6
<b>13-Απρ</b>	24	25,5	25	25,5	25	23,5	22	9
<b>14-Απρ</b>	24,5	25,5	25	25,5	25	23,5	25	8
<b>15-Απρ</b>	24,5	25,5	25	25	25	23,5	24	12
<b>16-Απρ</b>	24	25,5	25	25,5	25	23,5	24	12

17-Απρ	23,5	24	24	24	24,5	23,5	17	12
18-Απρ	23	24	25	25	25	23,5	19	10
19-Απρ	23	24	25	25	25,5	23	22	11
20-Απρ	23,5	24	25	25	25	23	19	9
21-Απρ	22	24,5	24,5	24	24	23	14	8
22-Απρ	22	24,5	24,5	24	24,5	23,5	15	4
23-Απρ	22	24,5	24	24	24,5	23,5	22	3
24-Απρ	23	25,5	25	25,5	25	23,5	21	10
25-Απρ	23	25	25,5	25	25	23	19	7
26-Απρ	23	25	25,5	25	25,5	23	23	6
27-Απρ	24	25,5	25	25	25,5	23	24	7
28-Απρ	24,5	25,5	25,5	25,5	25,5	24,5	26	9
29-Απρ	24,5	25,5	25,5	25	25,5	24	22	12
30-Απρ	24,5	25	25,5	25,5	25,5	24	21	13

## B.2 Περίοδος 01/5 - 15/08

Ημερομηνία	AC1 – Avg °C	AC2 – Avg °C	AC3 – Avg °C	AC4 – Avg °C	AC5 – Avg °C	AC6 – Avg °C	Υψηλ. °C	Χαμ. °C
1-Μαϊ	31	31	31	31	31	31	25	12
2-Μαϊ	29	29	29	29	29	31	27	12
3-Μαϊ	29,5	29	29	29	29	31	28	11
4-Μαϊ	29,5	29	29	29	29	31	28	11
5-Μαϊ	29,5	29	29,5	29,5	29,5	31	28	12
6-Μαϊ	31	31	31	31	31	31	25	11
7-Μαϊ	31	31	31	31	31	31	27	12
8-Μαϊ	29,5	29	29,5	29,5	29,5	31	26	12
9-Μαϊ	29,5	29	29,5	29,5	29,5	31	22	15
10-Μαϊ	29,5	29	29,5	29,5	29,5	31	25	14
11-Μαϊ	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	31	23	12
12-Μαϊ	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	22	13
13-Μαϊ	31	31	31	31	31	31	26	14
14-Μαϊ	31	31	31	31	31	31	31	15
15-Μαϊ	29,5	29	29,5	29,5	29,5	31	26	15
16-Μαϊ	29,5	29	29,5	29,5	29,5	31	21	17
17-Μαϊ	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	31	24	14
18-Μαϊ	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	31	24	11
19-Μαϊ	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	25	10
20-Μαϊ	31	31	31	31	31	31	26	10
21-Μαϊ	31	31	31	31	31	31	26	12
22-Μαϊ	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	25	11
23-Μαϊ	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	26	15
24-Μαϊ	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	25	15
25-Μαϊ	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	26	14
26-Μαϊ	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	31	20	15

<b>27-Maï</b>	31	31	31	31	31	31	21	13
<b>28-Maï</b>	31	31	31	31	31	31	21	14
<b>29-Maï</b>	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	31	26	13
<b>30-Maï</b>	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	31	27	14
<b>31-Maï</b>	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	31	30	14
<b>1-Iouν</b>	29	29	29	29	29	31	33	16
<b>2-Iouν</b>	29,5	29	29,5	29,5	29,5	29,5	32	18
<b>3-Iouν</b>	31	31	31	31	31	31	29	20
<b>4-Iouν</b>	31	31	31	31	31	31	28	18
<b>5-Iouν</b>	29,5	29,5	29	29	29	31	29	17
<b>6-Iouν</b>	29,5	29	29,5	29,5	29,5	31	30	17
<b>7-Iouν</b>	29,5	29	29	29	29	31	31	18
<b>8-Iouν</b>	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	31	27	18
<b>9-Iouν</b>	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	28	20
<b>10-Iouν</b>	31	31	31	31	31	31	28	15
<b>11-Iouν</b>	31	31	31	31	31	31	24	18
<b>12-Iouν</b>	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	31	28	18
<b>13-Iouν</b>	29	29	29	29	29	31	32	17
<b>14-Iouν</b>	29	29	29	29	29	31	34	18
<b>15-Iouν</b>	29,5	29	29	29	29	31	31	20
<b>16-Iouν</b>	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	27	18
<b>17-Iouν</b>	31	31	31	31	31	31	28	18
<b>18-Iouν</b>	31	31	31	31	31	31	25	19
<b>19-Iouν</b>	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5	31	28	14
<b>20-Iouν</b>	29,5	29	29,5	29,5	29,5	31	30	15
<b>21-Iouν</b>	29,5	29	29	29	29	31	32	17
<b>22-Iouν</b>	29	29	29	29	29	31	34	18
<b>23-Iouν</b>	29	29	29	29	29	29	36	19
<b>24-Iouν</b>	31	31	31	31	31	31	37	20
<b>25-Iouν</b>	31	31	31	31	31	31	35	20
<b>26-Iouν</b>	29	29	29	29	29	31	34	21
<b>27-Iouν</b>	29	29	29	29	29	31	35	21
<b>28-Iouν</b>	29	29	29	29	29	31	35	22
<b>29-Iouν</b>	29	29	29	29	29	31	38	21
<b>30-Iouν</b>	29	29	29	29	29	29	38	21
<b>1-Iouλ</b>	31	31	31	31	31	31	39	22
<b>2-Iouλ</b>	31	31	31	31	31	31	40	22
<b>3-Iouλ</b>	29,5	29	29,5	29,5	29,5	31	30	23
<b>4-Iouλ</b>	29,5	29	29,5	29,5	29,5	31	31	22
<b>5-Iouλ</b>	29,5	29	29,5	29,5	29,5	31	31	20
<b>6-Iouλ</b>	29,5	29,5	29	29	29	31	32	19
<b>7-Iouλ</b>	29	29	29	29	29	29	36	19
<b>8-Iouλ</b>	31	31	31	31	31	31	33	20
<b>9-Iouλ</b>	31	31	31	31	31	31	36	20
<b>10-Iouλ</b>	29	29	29	29	29	31	34	22

11-Ιουλ	29	29	29	29	29	31	34	22
12-Ιουλ	29	29	29	29	29	31	37	22
13-Ιουλ	29	29	29	29	29	31	37	22
14-Ιουλ	29	29	29	29	29	29	33	21
15-Ιουλ	31	31	31	31	31	31	30	21
16-Ιουλ	31	31	31	31	31	31	25	18
17-Ιουλ	29,5	29,5	29,5	29,5	31	31	21	18
18-Ιουλ	29,5	29,5	29,5	29,5	31	31	29	17
19-Ιουλ	29,5	29,5	29,5	29,5	31	31	30	17
20-Ιουλ	29,5	29	29,5	29,5	31	31	31	18
21-Ιουλ	29,5	29	29,5	29,5	31	29	33	19
22-Ιουλ	31	31	31	31	31	31	33	20
23-Ιουλ	31	31	31	31	31	31	34	22
24-Ιουλ	31	29	29	29	29	31	35	16
25-Ιουλ	31	29	29	29	29	31	34	21
26-Ιουλ	31	29	29	29	29	31	33	20
27-Ιουλ	31	29	29	29	29	31	32	24
28-Ιουλ	31	29	29	29	29	29	32	24
29-Ιουλ	31	31	31	31	31	31	34	18
30-Ιουλ	31	31	31	31	31	31	34	19
31-Ιουλ	31	29,5	29,5	29,5	29,5	31	32	20
1-Αυγ	31	29	29,5	29,5	29,5	31	33	21
2-Αυγ	31	29	29	29	29	31	35	19
3-Αυγ	31	29	29	29	29	31	36	20
4-Αυγ	31	29	29	29	29	29	37	20
5-Αυγ	31	31	31	31	31	31	38	20
6-Αυγ	31	31	31	31	31	31	38	22
7-Αυγ	29	31	31	31	29	31	38	24
8-Αυγ	29	31	31	31	29	31	36	24
9-Αυγ	29	31	31	31	29	31	36	24
10-Αυγ	29	31	31	31	29	31	36	24
11-Αυγ	29	31	31	31	29	29	36	23
12-Αυγ	31	31	31	31	31	31	36	23
13-Αυγ	31	31	31	31	31	31	31	22
14-Αυγ	31	31	31	31	31	31	32	21
15-Αυγ	31	31	31	31	31	31	32	22
16-Αυγ	31	31	31	31	31	31	34	22

# Παράρτημα Γ

## Ψήφοι Ενοίκων

### Γ.1 Κλιματιστικό 1

Ημερομηνία	Ψήφοι Χρήστης 1	AC1	
		1 λίγη ζέστη	2 πολύ ζέστη
1-Μαϊ			
2-Μαϊ	2	2	
3-Μαϊ	1	1	
4-Μαϊ	1	1	
5-Μαϊ	1	1	
6-Μαϊ			
7-Μαϊ			
8-Μαϊ			
9-Μαϊ			
10-Μαϊ			
11-Μαϊ			
12-Μαϊ			
13-Μαϊ			
14-Μαϊ			
15-Μαϊ			
16-Μαϊ			
17-Μαϊ			
18-Μαϊ			
19-Μαϊ			
20-Μαϊ			
21-Μαϊ			
22-Μαϊ			
23-Μαϊ			
24-Μαϊ			
25-Μαϊ			
26-Μαϊ			
27-Μαϊ			
28-Μαϊ			
29-Μαϊ			
30-Μαϊ			
31-Μαϊ	1	1	

1-Ιουν	2	2	
2-Ιουν	1	1	
3-Ιουν			
4-Ιουν			
5-Ιουν			
6-Ιουν	1	1	
7-Ιουν	1	1	
8-Ιουν			
9-Ιουν			
10-Ιουν			
11-Ιουν			
12-Ιουν			
13-Ιουν	2	2	
14-Ιουν	2	2	
15-Ιουν	1	1	
16-Ιουν			
17-Ιουν			
18-Ιουν			
19-Ιουν			
20-Ιουν	1	1	
21-Ιουν	1	1	
22-Ιουν	2	2	
23-Ιουν	2	1	1
24-Ιουν			
25-Ιουν			
26-Ιουν	2	2	
27-Ιουν	2	1	1
28-Ιουν	2	1	1
29-Ιουν	2		2
30-Ιουν	2		2
1-Ιουλ			
2-Ιουλ			
3-Ιουλ	1	1	
4-Ιουλ	1	1	
5-Ιουλ	1	1	
6-Ιουλ	1	1	
7-Ιουλ	2	1	1
8-Ιουλ			
9-Ιουλ			
10-Ιουλ	2	1	1
11-Ιουλ	2	1	1
12-Ιουλ	2		2
13-Ιουλ	2		2
14-Ιουλ	1		1
15-Ιουλ			

16-Ιουλ			
17-Ιουλ			
18-Ιουλ			
19-Ιουλ	1	1	
20-Ιουλ	1	1	
21-Ιουλ	1	1	
22-Ιουλ			
23-Ιουλ			
24-Ιουλ			
25-Ιουλ			
26-Ιουλ			
27-Ιουλ			
28-Ιουλ			
29-Ιουλ			
30-Ιουλ			
31-Ιουλ			
1-Αυγ			
2-Αυγ			
3-Αυγ			
4-Αυγ			
5-Αυγ			
6-Αυγ			
7-Αυγ	2	1	1
8-Αυγ	2	1	1
9-Αυγ	2	1	1
10-Αυγ	2	1	1
11-Αυγ	2	1	1
12-Αυγ			
13-Αυγ			
14-Αυγ			
15-Αυγ			
16-Αυγ			

## Γ.2 Κλιματιστικό 2

Ημερομηνία	Ψήφοι Χρήστης 2	AC2	
		1 λίγη ζέστη	2 πολύ ζέστη
1-Μαϊ			
2-Μαϊ	2		2
3-Μαϊ	2		2
4-Μαϊ	1		1
5-Μαϊ	1		1
6-Μαϊ			
7-Μαϊ			

<b>8-Maï</b>	1		1
<b>9-Maï</b>	1		1
<b>10-Maï</b>	1		1
<b>11-Maï</b>	1	1	
<b>12-Maï</b>			
<b>13-Maï</b>			
<b>14-Maï</b>			
<b>15-Maï</b>	1		1
<b>16-Maï</b>	1		1
<b>17-Maï</b>	1	1	
<b>18-Maï</b>	1	1	
<b>19-Maï</b>	1	1	
<b>20-Maï</b>			
<b>21-Maï</b>			
<b>22-Maï</b>			
<b>23-Maï</b>			
<b>24-Maï</b>			
<b>25-Maï</b>			
<b>26-Maï</b>			
<b>27-Maï</b>			
<b>28-Maï</b>			
<b>29-Maï</b>			
<b>30-Maï</b>			
<b>31-Maï</b>	1	1	
<b>1-louv</b>	1		1
<b>2-louv</b>	1		1
<b>3-louv</b>			
<b>4-louv</b>			
<b>5-louv</b>			
<b>6-louv</b>	1		1
<b>7-louv</b>	1		1
<b>8-louv</b>	1	1	
<b>9-louv</b>			
<b>10-louv</b>			
<b>11-louv</b>			
<b>12-louv</b>			
<b>13-louv</b>	1		1
<b>14-louv</b>	1		1
<b>15-louv</b>	1		1
<b>16-louv</b>			
<b>17-louv</b>			
<b>18-louv</b>			
<b>19-louv</b>	1	1	
<b>20-louv</b>	1		1
<b>21-louv</b>	1		1

22-Ιουν	2	1	1
23-Ιουν	2		2
24-Ιουν			
25-Ιουν			
26-Ιουν	2	1	1
27-Ιουν	2	1	1
28-Ιουν	2	1	1
29-Ιουν	2		2
30-Ιουν	2		2
1-Ιουλ			
2-Ιουλ			
3-Ιουλ	1		1
4-Ιουλ	1		1
5-Ιουλ	1		1
6-Ιουλ	1	1	
7-Ιουλ	2		2
8-Ιουλ			
9-Ιουλ			
10-Ιουλ	2	1	1
11-Ιουλ	2	1	1
12-Ιουλ	2		2
13-Ιουλ	2		2
14-Ιουλ	2	1	1
15-Ιουλ			
16-Ιουλ			
17-Ιουλ			
18-Ιουλ	1	1	
19-Ιουλ	1	1	
20-Ιουλ	1		1
21-Ιουλ	1		1
22-Ιουλ			
23-Ιουλ			
24-Ιουλ	2	1	1
25-Ιουλ	2	1	1
26-Ιουλ	2	1	1
27-Ιουλ	1		1
28-Ιουλ	1		1
29-Ιουλ			
30-Ιουλ			
31-Ιουλ	1	1	
1-Αυγ	1		1
2-Αυγ	2	1	1
3-Αυγ	2	1	1
4-Αυγ	2		2
5-Αυγ			

6-Αυγ			
7-Αυγ			
8-Αυγ			
9-Αυγ			
10-Αυγ			
11-Αυγ			
12-Αυγ			
13-Αυγ			
14-Αυγ			
15-Αυγ			
16-Αυγ			

### Γ.3 Κλιματιστικό 3

Ημερομηνία	AC3					
	Ψήφοι Χρήστης 3			Ψήφοι Χρήστης 4		
		1 λίγη ζέστη	2 πολύ ζέστη		1 λίγη ζέστη	2 πολύ ζέστη
1-Μαϊ						
2-Μαϊ	1	1		1		1
3-Μαϊ	1	1		1	1	
4-Μαϊ	1	1		1	1	
5-Μαϊ				1	1	
6-Μαϊ						
7-Μαϊ						
8-Μαϊ						
9-Μαϊ						
10-Μαϊ						
11-Μαϊ						
12-Μαϊ						
13-Μαϊ						
14-Μαϊ						
15-Μαϊ						
16-Μαϊ						
17-Μαϊ						
18-Μαϊ						
19-Μαϊ						
20-Μαϊ						
21-Μαϊ						
22-Μαϊ						
23-Μαϊ						
24-Μαϊ						
25-Μαϊ						
26-Μαϊ						
27-Μαϊ						
28-Μαϊ						
29-Μαϊ						

30-Μαΐ						
31-Μαΐ				1	1	
1-Ιουν	1	1		1	1	
2-Ιουν				1	1	
3-Ιουν						
4-Ιουν						
5-Ιουν	1	1		1	1	
6-Ιουν				1	1	
7-Ιουν	1	1		1	1	
8-Ιουν						
9-Ιουν						
10-Ιουν						
11-Ιουν						
12-Ιουν				1	1	
13-Ιουν	1	1		1	1	
14-Ιουν	1	1		1		1
15-Ιουν	1	1		1	1	
16-Ιουν						
17-Ιουν						
18-Ιουν						
19-Ιουν						
20-Ιουν				1	1	
21-Ιουν	1	1		1	1	
22-Ιουν	1	1		1		1
23-Ιουν	1	1		1		1
24-Ιουν						
25-Ιουν						
26-Ιουν	1	1		1		1
27-Ιουν	1	1		1		1
28-Ιουν	1	1		1		1
29-Ιουν	1	1		2	1	1
30-Ιουν	2	2		1		1
1-Ιουλ						
2-Ιουλ						
3-Ιουλ	1	1				
4-Ιουλ				1	1	
5-Ιουλ				1	1	
6-Ιουλ	1	1		1	1	
7-Ιουλ	1		1	1		1
8-Ιουλ						
9-Ιουλ						
10-Ιουλ	1	1		2	1	1
11-Ιουλ	1	1		2	1	1
12-Ιουλ	2	2		1		1
13-Ιουλ	1		1	1		1

14-Ιουλ				1		1
15-Ιουλ						
16-Ιουλ						
17-Ιουλ						
18-Ιουλ						
19-Ιουλ				1	1	
20-Ιουλ				1	1	
21-Ιουλ				1	1	
22-Ιουλ						
23-Ιουλ						
24-Ιουλ	1	1		1		1
25-Ιουλ	1	1		1		1
26-Ιουλ	1	1		1	1	
27-Ιουλ				1		1
28-Ιουλ				1		1
29-Ιουλ						
30-Ιουλ						
31-Ιουλ				1	1	
1-Αυγ				1	1	
2-Αυγ	1	1		1	1	
3-Αυγ	1	1		1		1
4-Αυγ	1	1		1		1
5-Αυγ						
6-Αυγ						
7-Αυγ						
8-Αυγ						
9-Αυγ						
10-Αυγ						
11-Αυγ						
12-Αυγ						
13-Αυγ						
14-Αυγ						
15-Αυγ						
16-Αυγ						

#### Γ.4 Κλιματιστικό 4

Ημερομηνία	AC4		
	Ψήφοι Χρήστης 5		
		1 λίγη ζέστη	2 πολύ ζέστη
1-Μαϊ			
2-Μαϊ	3	3	
3-Μαϊ	2	2	
4-Μαϊ	2	2	
5-Μαϊ	1	1	
6-Μαϊ			

<b>7-Maï</b>			
<b>8-Maï</b>			
<b>9-Maï</b>			
<b>10-Maï</b>			
<b>11-Maï</b>			
<b>12-Maï</b>			
<b>13-Maï</b>			
<b>14-Maï</b>			
<b>15-Maï</b>			
<b>16-Maï</b>			
<b>17-Maï</b>			
<b>18-Maï</b>			
<b>19-Maï</b>			
<b>20-Maï</b>			
<b>21-Maï</b>			
<b>22-Maï</b>			
<b>23-Maï</b>			
<b>24-Maï</b>			
<b>25-Maï</b>			
<b>26-Maï</b>			
<b>27-Maï</b>			
<b>28-Maï</b>			
<b>29-Maï</b>			
<b>30-Maï</b>			
<b>31-Maï</b>	1	1	
<b>1-louv</b>	2	2	
<b>2-louv</b>	1	1	
<b>3-louv</b>			
<b>4-louv</b>			
<b>5-louv</b>	2	2	
<b>6-louv</b>	1	1	
<b>7-louv</b>	2	2	
<b>8-louv</b>			
<b>9-louv</b>			
<b>10-louv</b>			
<b>11-louv</b>			
<b>12-louv</b>	1	1	
<b>13-louv</b>	2	2	
<b>14-louv</b>	3	3	
<b>15-louv</b>	2	2	
<b>16-louv</b>			
<b>17-louv</b>			
<b>18-louv</b>			
<b>19-louv</b>			
<b>20-louv</b>	1	1	

21-Ιουν	2	2	
22-Ιουν	3	3	
23-Ιουν	3	3	
24-Ιουν			
25-Ιουν			
26-Ιουν	3	3	
27-Ιουν	3	3	
28-Ιουν	3	3	
29-Ιουν	4	4	
30-Ιουν	4	4	
1-Ιουλ			
2-Ιουλ			
3-Ιουλ	1	1	
4-Ιουλ	1	1	
5-Ιουλ	1	1	
6-Ιουλ	2	2	
7-Ιουλ	4	4	
8-Ιουλ			
9-Ιουλ			
10-Ιουλ	3	3	
11-Ιουλ	3	3	
12-Ιουλ	4	4	
13-Ιουλ	4	4	
14-Ιουλ	2	2	
15-Ιουλ			
16-Ιουλ			
17-Ιουλ			
18-Ιουλ			
19-Ιουλ	1	1	
20-Ιουλ	1	1	
21-Ιουλ	1	1	
22-Ιουλ			
23-Ιουλ			
24-Ιουλ	3	3	
25-Ιουλ	3	3	
26-Ιουλ	2	2	
27-Ιουλ	2	2	
28-Ιουλ	2	2	
29-Ιουλ			
30-Ιουλ			
31-Ιουλ	1	1	
1-Αυγ	1	1	
2-Αυγ	2	2	
3-Αυγ	3	3	
4-Αυγ	3	3	

5-Αυγ			
6-Αυγ			
7-Αυγ			
8-Αυγ			
9-Αυγ			
10-Αυγ			
11-Αυγ			
12-Αυγ			
13-Αυγ			
14-Αυγ			
15-Αυγ			
16-Αυγ			

## Γ.5 Κλιματιστικό 5

Ημερομηνία	Ψήφοι Χρήστης 6	AC5	
		1 λίγη ζέστη	2 πολύ ζέστη
1-Μαϊ			
2-Μαϊ	2	1	1
3-Μαϊ	2	2	
4-Μαϊ	2	2	
5-Μαϊ	1	1	
6-Μαϊ			
7-Μαϊ			
8-Μαϊ			
9-Μαϊ			
10-Μαϊ			
11-Μαϊ			
12-Μαϊ			
13-Μαϊ			
14-Μαϊ			
15-Μαϊ			
16-Μαϊ			
17-Μαϊ			
18-Μαϊ			
19-Μαϊ			
20-Μαϊ			
21-Μαϊ			
22-Μαϊ			
23-Μαϊ			
24-Μαϊ			
25-Μαϊ			
26-Μαϊ			
27-Μαϊ			
28-Μαϊ			

<b>29-Μαΐ</b>			
<b>30-Μαΐ</b>			
<b>31-Μαΐ</b>	1	1	
<b>1-Ιουν</b>	1		1
<b>2-Ιουν</b>	1	1	
<b>3-Ιουν</b>			
<b>4-Ιουν</b>			
<b>5-Ιουν</b>	2	2	
<b>6-Ιουν</b>	1	1	
<b>7-Ιουν</b>	1		1
<b>8-Ιουν</b>			
<b>9-Ιουν</b>			
<b>10-Ιουν</b>			
<b>11-Ιουν</b>			
<b>12-Ιουν</b>	1	1	
<b>13-Ιουν</b>	2	2	
<b>14-Ιουν</b>	2	1	1
<b>15-Ιουν</b>	2	2	
<b>16-Ιουν</b>			
<b>17-Ιουν</b>			
<b>18-Ιουν</b>			
<b>19-Ιουν</b>			
<b>20-Ιουν</b>	1	1	
<b>21-Ιουν</b>	2	2	
<b>22-Ιουν</b>	2	1	1
<b>23-Ιουν</b>	2	1	1
<b>24-Ιουν</b>			
<b>25-Ιουν</b>			
<b>26-Ιουν</b>	2	1	1
<b>27-Ιουν</b>	2	1	1
<b>28-Ιουν</b>	2	1	1
<b>29-Ιουν</b>	3	2	1
<b>30-Ιουν</b>	3	2	1
<b>1-Ιουλ</b>			
<b>2-Ιουλ</b>			
<b>3-Ιουλ</b>	1	1	
<b>4-Ιουλ</b>	1	1	
<b>5-Ιουλ</b>	1	1	
<b>6-Ιουλ</b>	2	2	
<b>7-Ιουλ</b>	2		2
<b>8-Ιουλ</b>			
<b>9-Ιουλ</b>			
<b>10-Ιουλ</b>	2	1	1
<b>11-Ιουλ</b>	2	1	1
<b>12-Ιουλ</b>	3	2	1

13-Ιουλ	2		2
14-Ιουλ	2	2	
15-Ιουλ			
16-Ιουλ			
17-Ιουλ			
18-Ιουλ			
19-Ιουλ			
20-Ιουλ			
21-Ιουλ			
22-Ιουλ			
23-Ιουλ			
24-Ιουλ	2	1	1
25-Ιουλ	2	1	1
26-Ιουλ	2	2	
27-Ιουλ	2	2	
28-Ιουλ	1		1
29-Ιουλ			
30-Ιουλ			
31-Ιουλ	1	1	
1-Αυγ	1	1	
2-Αυγ	2	2	
3-Αυγ	2	1	1
4-Αυγ	2	1	1
5-Αυγ			
6-Αυγ			
7-Αυγ	2	1	1
8-Αυγ	2	1	1
9-Αυγ	2	1	1
10-Αυγ	2	1	1
11-Αυγ	2	1	1
12-Αυγ			
13-Αυγ			
14-Αυγ			
15-Αυγ			
16-Αυγ			

## Γ.6 Κλιματιστικό 6

Ημερομηνία	AC6					
	Ψήφοι Χρήστης 2			Ψήφοι Χρήστης 4		
		1 λίγη ζέστη	2 πολύ ζέστη		1 λίγη ζέστη	2 πολύ ζέστη
1-Μαϊ						
2-Μαϊ						
3-Μαϊ						
4-Μαϊ						
5-Μαϊ						

6-Maï						
7-Maï						
8-Maï						
9-Maï						
10-Maï						
11-Maï						
12-Maï						
13-Maï						
14-Maï						
15-Maï						
16-Maï						
17-Maï						
18-Maï						
19-Maï						
20-Maï						
21-Maï						
22-Maï						
23-Maï						
24-Maï						
25-Maï						
26-Maï						
27-Maï						
28-Maï						
29-Maï						
30-Maï						
31-Maï						
1-louv						
2-louv	1	1				
3-louv						
4-louv						
5-louv						
6-louv						
7-louv						
8-louv						
9-louv						
10-louv						
11-louv						
12-louv						
13-louv						
14-louv						
15-louv						
16-louv						
17-louv						
18-louv						
19-louv						

20-Ιουν						
21-Ιουν						
22-Ιουν						
23-Ιουν				2		2
24-Ιουν						
25-Ιουν						
26-Ιουν						
27-Ιουν						
28-Ιουν						
29-Ιουν						
30-Ιουν	2		2			
1-Ιουλ						
2-Ιουλ						
3-Ιουλ						
4-Ιουλ						
5-Ιουλ						
6-Ιουλ						
7-Ιουλ	2		2			
8-Ιουλ						
9-Ιουλ						
10-Ιουλ						
11-Ιουλ						
12-Ιουλ						
13-Ιουλ						
14-Ιουλ				2	1	1
15-Ιουλ						
16-Ιουλ						
17-Ιουλ						
18-Ιουλ						
19-Ιουλ						
20-Ιουλ						
21-Ιουλ	2	1	1			
22-Ιουλ						
23-Ιουλ						
24-Ιουλ						
25-Ιουλ						
26-Ιουλ						
27-Ιουλ						
28-Ιουλ	2	1	1			
29-Ιουλ						
30-Ιουλ						
31-Ιουλ						
1-Αυγ						
2-Αυγ						
3-Αυγ						

<b>4-Auy</b>	2		2			
<b>5-Auy</b>						
<b>6-Auy</b>						
<b>7-Auy</b>						
<b>8-Auy</b>						
<b>9-Auy</b>						
<b>10-Auy</b>						
<b>11-Auy</b>	2		2			
<b>12-Auy</b>						
<b>13-Auy</b>						
<b>14-Auy</b>						
<b>15-Auy</b>						
<b>16-Auy</b>						

# Παράρτημα Δ






























## KNX Έργο










### Δ.1 Κτίρια

Όνομα σημείο Σχόλια	Αριθμός	Κατάσταση
Γραφείο		
Industrial Automation Room		
KNX Room		
Meeting Room		
WC ανδρών		
WC γυναικών		
Αίθουσα γραφείων		
Κουζίνα		
Πίνακας		
Προθάλαμος WC		
Χωλ		





























### Δ.2 Συσκευές

Διεύθυνση σημείο Σχόλια Σημειώσεις Εγκατάστασης	Δημιουργός	Αριθμός Παραγγελίας	Προϊόν	Εφαρμογή	Κατάσταση
Γραφείο					
Industrial Automation Room					
1.1.15	Schneider Electric Industries SAS	MTN6212-04xx	Tryckknapp 2-knapp med RTR	Multifunction with RTCU and FanCoil 1816/1.0	
1.1.16	Schneider Electric Industries SAS	MTN6278xx	Push-button 4-gang plus	Universal 1815/1.1	
1.1.21	Intesis	DK-RC-KNX-1	DK RC Interface	0105 DKRCKNX1 T08V15	
1.1.25	Schneider Electric Industries SAS	MTN6308xx	KNX ARGUS Presence	Presence/monitoring 1334/1.0	
KNX Room					
1.1.17	Schneider Electric Industries SAS	MTN6278xx	Push-button 4-gang plus	Universal 1815/1.1	
1.1.22	Intesis	DK-RC-KNX-1	DK RC Interface	0105 DKRCKNX1 T08V15	
1.1.24	Schneider Electric Industries SAS	MTN6214-04xx	Tryckknapp 4-knapp med RTR + IR	Multifunction with RTCU and FanCoil 1817/1.0	

	1.1.26	Schneider Electric Industries SAS	MTN6308xx	KNX ARGUS Presence	Presence/monitoring 1334/1.0
	Meeting Room				
	1.1.7	Schneider Electric Industries SAS	MTN6214-04xx	Tryckknapp 4-knapp med RTR + IR	Multifunction with RTCU and FanCoil 1817/1.0
	1.1.8	Schneider Electric Industries SAS	MTN6283xx	Push-button 4-gang plus	Universal 1821/1.0
	1.1.23	Intesis	DK-RC-KNX-1	DK RC Interface	0105 DKRCKNX1 T08V15
	1.1.27	Schneider Electric Industries SAS	MTN6308xx	KNX ARGUS Presence	Presence/monitoring 1334/1.0
	WC ανδρών				
	1.1.9	Schneider Electric Industries SAS	MGU3.530.xx	KNX Tryckknapp, 1-knapp	Universal 1824/1.0
	1.1.28	Schneider Electric Industries SAS	MTN6308xx	KNX ARGUS Presence	Presence/monitoring 1334/1.0
	WC γυναικών				
	1.1.10	Schneider Electric Industries SAS	MGU3.530.xx	KNX Tryckknapp, 1-knapp	Universal 1824/1.0
	1.1.29	Schneider Electric Industries SAS	MTN6308xx	KNX ARGUS Presence	Presence/monitoring 1334/1.0
	Αίθουσα γραφείων				
	1.1.13	Schneider Electric Industries SAS	MTN6214-40xx	Tryckknapp 4-knapp med RTR + IR	Multifunction with RTCU and FanCoil 1817/1.0
	1.1.14	Schneider Electric Industries SAS	MTN6283xx	Push-button 4-gang plus	Universal 1821/1.0
	1.1.18	Intesis	DK-RC-KNX-1	DK RC Interface	0105 DKRCKNX1 T08V15
	1.1.19	Intesis	DK-RC-KNX-1	DK RC Interface	0105 DKRCKNX1 T08V15
	1.1.30	Schneider Electric Industries SAS	MTN6308xx	KNX ARGUS Presence	Presence/monitoring 1334/1.0
	1.1.31	Schneider Electric Industries SAS	MTN6308xx	KNX ARGUS Presence	Presence/monitoring 1334/1.0
	Γραφείο				
	Κουζίνα				
	1.1.11	Schneider Electric Industries SAS	MGU3.530.xx	KNX Tryckknapp, 1-knapp	Universal 1824/1.0
	1.1.32	Schneider Electric Industries SAS	MTN6308xx	KNX ARGUS Presence	Presence/monitoring 1334/1.0
	Πίνακας				
	1.1.-	Schneider Electric Industries SAS	MTN684032	KNX spänningsförs. 320 mA	
	1.1.0	Schneider Electric Industries SAS	MTN680329	KNX / IP-Router REG-K	KNX / IP-Router 7125/1.0
	1.1.1	Schneider Electric Industries SAS	MTN649912	Blind/Switch actuator REG-K/12x/24x/10 manual mode	Blind.Switch 5701/1.0
	1.1.2	Schneider Electric Industries SAS	MTN649912	Blind/Switch actuator REG-K/12x/24x/10 manual mode	Blind.Switch 5701/1.0
	1.1.255	Schneider Electric Industries SAS	MTN681829	USB Gränssnitt DIN	










	Προθάλαμος WC				
	1.1.12	Schneider Electric Industries SAS	MGU3.530.xx	KNX Tryckknapp, 1-knapp	Universal 1824/1.0
	1.1.33	Schneider Electric Industries SAS	MTN6308xx	KNX ARGUS Presence	Presence/monitoring 1334/1.0
	Χωλ				
	1.1.3	Schneider Electric Industries SAS	MTN6327xx	KNX ARGUS 180/2,20M UP	Movement/monitoring 1306/1.0
	1.1.4	Schneider Electric Industries SAS	MTN6260-1007	Touch Panel 7"	Touch Panel 7" 6150/2.2
	1.1.5	Schneider Electric Industries SAS	MTN6214-41xx	Tryckknapp 4-knapp med RTR + IR	Multifunction with RTCU and FanCoil 1817/1.0
	1.1.6	Schneider Electric Industries SAS	MTN6283xx	Push-button 4-gang plus	Universal 1821/1.0
	1.1.20	Intesis	DK-RC-KNX-1	DK RC Interface	0105 DKRCKNX1 T08V15

## Δ.3 Διευθύνσεις Ομάδων

Διεύθυνση Περιγραφή	Όνομα	Μήκος	Κεντρική	Πέρασμα από τον Προσαρμοστή Γραμμής	
Σχόλια					
	0	Φωτισμός		Όχι	
	0/0	Χωλ		Όχι	
	0/0/1	1η σειρά χωλ	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/0/2	1η σειρά χωλ status feedback	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/0/3	2η σειρά χωλ	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/0/4	2η σειρά χωλ status feedback	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/0/5	Εξωτερικό Φως On/Off	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/0/6	Εξωτερικό Φως Status Feedback	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/1	Γραφείο			Όχι
	0/1/1	1η σειρά γραφείο	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/1/2	1η σειρά γραφείο status feedback	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/1/3	2η σειρά γραφείο	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/1/4	2η σειρά γραφείου status feedback	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/1/5	3η σειρά γραφείο	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/1/6	3η σειρά γραφείου status feedback	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/1/7	4η σειρά γραφείο	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/1/8	4η σειρά γραφείου status feedback	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/2	KNX Room			Όχι
	0/2/0	Φως Demo KNX	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/2/1	Φως Demo KNX status feedback	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/2/2	Locking Argus Demo KNX		ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/3	IA Room			Όχι
	0/3/17	Φως Demo IA	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/3/18	Φως Demo IA status feedback	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/4	Meeting Room			Όχι
	0/4/0	1η σειρά meeting room	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/4/1	1η σειρά meeting room status feedback	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	0/4/2	1η σειρά trigger	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι




0/4/3	1η σειρά locking		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4/4	2η σειρά meeting room	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4/5	2η σειρά meeting room status feedback	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4/6	2η σειρά trigger	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4/7	2η σειρά locking		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4/8	3η σειρά meeting room	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4/9	3η σειρά meeting room status feedback	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4/10	3η σειρά trigger	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4/11	3η σειρά locking		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4/12	4η σειρά meeting room	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4/13	4η σειρά meeting room status feedback	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4/14	4η σειρά trigger	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4	Meeting Room			Όχι
0/4/15	4η σειρά locking		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/4/16	Όλα locking		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/5	Κουζίνα-Προθάλαμος-WC			Όχι
0/5/0	Φως WC Ανδρών	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/5/1	Φως WC Ανδρών status feedback	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/5/2	Φως WC Γυναϊκών	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/5/3	Φως WC Γυναϊκών status feedback	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/5/4	Φως Προθαλάμου	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/5/5	Φως Προθαλάμου status feedback	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/5/6	Φως Κουζίνας	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/5/7	Φως Κουζίνας status feedback	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
0/6	Central			Όχι
0/6/0	Central Off	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
1	Ρολιά			Όχι
1/0	Meeting Room			Όχι
1/0/0	Αριστερό stop/step	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
1/0/1	Αριστερό movement	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
1/0/2	Δεξιό stop/step	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
1/0/3	Δεξιό movement	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
1/1	Κεντρικό stop/step			Όχι
1/1/0	Κεντρικό movement	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
1/1/1	Κεντρικό stop/step	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
1/2	ΙΑ Room			Όχι
1/2/0	ΙΑ Room Stop/step	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
1/2/1	ΙΑ Room Movement	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2	AC			Όχι
2/0	Γραφεία			Όχι
2/0/0	Γραφείο AC1 On/Off		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/0/1	AC1-AC2 Control Setpoint Temperature	temperature (°C)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/0/2	Γραφείο AC1-AC2 Fan Speed		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/0/3	Γραφείο AC2 On/Off	switch	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/1	Meeting Room			Όχι
2/1/0	Meeting Room AC On/Off	switch	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/1/1	Meeting Room Fan Speed	1 byte	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/1/2	Meeting Room AC Control Setpoint Temperature	temperature (°C)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/2	KNX Room			Όχι
2/2/0	KNX Room AC On/Off	switch	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/2/1	KNX Room AC Fan Speed	1 byte	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/2/2	KNX Room AC Control Setpoint Temperature	temperature (°C)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι

2/2	KNX Room			Όχι
2/2/3	KNX Room Heating/Cooling	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/3	IA Room			Όχι
2/3/0	IA Room AC On/Off		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/3/1	IA Room AC Fan Speed		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/3/2	IA Room AC Control Setpoint Temperature	2 bytes	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/3/3	IA Room AC Heating/Cooling	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/4	Κεντρική λειτουργία			Όχι
2/4/0	All A/C On/Off		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/4/1	All A/C Heat/Cool	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/4/2	All A/C Mode		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/4/3	All A/C Speed	percentage (0..100%)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/5	Χωλ			Όχι
2/5/3	Χωλ AC On/Off	switch	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/5/4	Χωλ AC Status Feedback		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/5/5	Χωλ AC3 Heating/Cooling		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/5/6	Χωλ AC Control Setpoint Temperature	temperature (°C)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/5/7	Χωλ AC Fan Speed	1 byte	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6	KNX TEST			Όχι
2/6/0	CONTROL ON/OFF	switch	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/1	CONTROL MODE AUTO	boolean	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/2	CONTROL MODE FAN	boolean	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/3	CONTROL FAN SPEED/3 SPEED	percentage (0..100%)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/4	CONTROL SETPOINT TEMPERATURE	temperature (°C)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/5	STATUS FAN SPEED	percentage (0..100%)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/6	STATUS AC SETPOINT TEMP	temperature (°C)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/7	STATUS AC RETURN TEMP	temperature (°C)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/8	CONTROL ON/OFF GRAFΕΙΟ	switch	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/9	CONTROL MODE AUTO		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/10	CONTROL MODE FAN	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/11	CONTROL FAN SPEED/3 SPEED	percentage (0..100%)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/12	CONTROL SETPOINT TEMPERATURE	temperature (°C)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/13	STATUS FAN SPEED	percentage (0..100%)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/14	STATUS AC SETPOINT TEMP	temperature (°C)	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/15	STATUS AC RETURN TEMP		p <sup>z</sup> ύ	Όχι
2/6/16	HEATING/COOLING	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
3	Ανιχνευτές			Όχι
3/0	Χωλ			Όχι
3/0/1	Χωλ Ανιχνευτής Κίνησης Auto/Manual	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
3/1	Γραφεία			Όχι
3/1/0	Χωλ Ανιχνευτής Auto/Manual	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
3/1/1	Γραφεία Ανιχνευτής Auto/Manual	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
3/2	KNX Room			Όχι
3/2/0	KNX Room Ανιχνευτής Auto/Manual	1 bit	p <sup>z</sup> ύ	Όχι
3/3	IA Room			Όχι
3/3/0	IA Room Ανιχνευτής Auto/Manual		p <sup>z</sup> ύ	Όχι


	3/4	Meeting Room			Όχι
	3/4/0	Meeting Room Ανιχνευτής Auto/Manual	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	3/5	Κουζίνα-Προθάλαμος-WC			Όχι
	3/5/0	Κουζίνα Ανιχνευτής Auto/Manual	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	3/5/1	Προθάλαμος Ανιχνευτής Auto/Manual	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	3/5/2	WC Ανδρών Ανιχνευτής Auto/Manual	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	3/5/3	WC Γυναικών Ανιχνευτής Auto/Manual	1 bit	ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι
	3/6	Κεντρική Λειτουργία			Όχι
	3/6/0	All Ανιχνευτές Auto/Manual		ρ <sup>z</sup> ύ	Όχι

## Δ.4 Στατιστικά Έργου

### Συσκευές

	Συσκευές	36
	Στοιχεία Ομάδων	456
	Αντιστοιχίσεις Διευθύνσεων Ομάδων	213








### Διευθύνσεις Ομάδων

	Διευθύνσεις Ομάδων	105
---	--------------------	-----

### Τοπολογία

	Περιοχές	2
	Γραμμές	3

### Κτίρια

	Κτίρια	1
	Μέρη Κτιρίου	0
	Όροφοι	0
	Σκάλες	0
	Διάδρομοι	1
	Δωμάτια	8
	Πίνακες Διανομής	1

### Προϊόντα από Κατασκευαστή

	Intesis	6
	Schneider Electric Industries SAS	30

# Παράρτημα Ε

## Ανάλυση Παλινδρόμησης

### Ε.1 Περίοδος 01/11 – 30/04

#### Ε.1.1. Κλιματιστική Μονάδα 1

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
<i>Στατιστικά παλινδρόμησης</i>								
Πολλαπλό R	0,03327722							
R Τετράγωνο	0,001107373							
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	-0,004473032							
Τυπικό σφάλμα	0,852374896							
Μέγεθος δείγματος	181							
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ								
	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F			
Παλινδρόμηση	1	0,144174884	0,144175	0,198439585	0,656521606			
Υπόλοιπο	179	130,0511905	0,726543					
Σύνολο	180	130,1953654						
	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί την αρχή	1,696695961	1,249850423	1,357519	0,176325298	-0,76964062	4,163032542	-0,76964062	4,163032542
Μεταβλητή X 1	-0,024202229	0,054330188	-0,44547	0,656521606	-0,131412282	0,083007825	-0,131412282	0,083007825

#### Ε.1.2. Κλιματιστική Μονάδα 2

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
<i>Στατιστικά παλινδρόμησης</i>								
Πολλαπλό R	0,095574408							
R Τετράγωνο	0,009134467							
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,003598906							
Τυπικό σφάλμα	0,868353472							
Μέγεθος δείγματος	181							
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ								
	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F			
Παλινδρόμηση	1	1,24427001	1,24427001	1,650142856	0,20059942			
Υπόλοιπο	179	134,9727576	0,754037752					
Σύνολο	180	136,2170276						
	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί την αρχή	2,660872198	1,184003562	2,247351514	0,025838585	0,324471584	4,997272811	0,324471584	4,997272811
Μεταβλητή X 1	-0,065776948	0,051205068	-1,284578863	0,20059942	-0,166820186	0,035266289	-0,166820186	0,035266289

### Ε.1.3. Κλιματιστική Μονάδα 3

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
Στατιστικά παλινδρόμησης								
Πολλαπλό R		0,403743834						
R Τετράγωνο		0,163009083						
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο		0,158333156						
Τυπικό σφάλμα		0,723291651						
Μέγεθος δείγματος		181						
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ								
	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F			
Παλινδρόμηση	1	18,23773893	18,23773893	34,86134117	1,74081E-08			
Υπόλοιπο	179	93,6439953	0,523150812					
Σύνολο	180	111,8817342						
	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί την αρχή	8,324150864	1,171719896	7,104215687	2,76069E-11	6,011989675	10,63631205	6,011989675	10,63631205
Μεταβλητή X 1	-0,293290341	0,049673609	-5,904349343	1,74081E-08	-0,391311542	-0,195269141	-0,391311542	-0,195269141

### Ε.1.4. Κλιματιστική Μονάδα 4

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
Στατιστικά παλινδρόμησης								
Πολλαπλό R		0,374990195						
R Τετράγωνο		0,140617647						
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο		0,135816628						
Τυπικό σφάλμα		0,725886575						
Μέγεθος δείγματος		181						
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ								
	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F			
Παλινδρόμηση	1	15,4327725	15,4327725	29,28912685	1,98138E-07			
Υπόλοιπο	179	94,31712635	0,52691132					
Σύνολο	180	109,7498989						
	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί την αρχή	7,598167841	1,145355064	6,633897276	3,74622E-10	5,338032516	9,858303166	5,338032516	9,858303166
Μεταβλητή X 1	-0,262982607	0,048593011	-5,411942983	1,98138E-07	-0,358871458	-0,167093755	-0,358871458	-0,167093755

### Ε.1.5. Κλιματιστική Μονάδα 5

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
Στατιστικά παλινδρόμησης								
Πολλαπλό R		0,400467376						
R Τετράγωνο		0,160374119						
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο		0,155683472						
Τυπικό σφάλμα		0,771697354						
Μέγεθος δείγματος		181						
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ								
	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F			
Παλινδρόμηση	1	20,36083198	20,36083198	34,19018871	2,32408E-08			
Υπόλοιπο	179	106,5975083	0,595516806					
Σύνολο	180	126,9583403						
	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί την αρχή	8,606020563	1,237091544	6,956656205	6,32229E-11	6,164861149	11,04717998	6,164861149	11,04717998
Μεταβλητή X 1	-0,307011202	0,05250534	-5,847237699	2,32408E-08	-0,410620273	-0,203402132	-0,410620273	-0,203402132

### Ε.1.6. Κλιματιστική Μονάδα 6

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
<b>Στατιστικά παλινδρόμησης</b>								
Πολλαπλό R		0,001853562						
R Τετράγωνο		3,43569E-06						
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο		-0,005583137						
Τυπικό σφάλμα		0,991838497						
Μέγεθος δείγματος		181						
<b>ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ</b>								
	<b>βαθμοί ελευθερίας</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>Σημαντικότητα F</b>			
Παλινδρόμηση	1	0,000604993	0,000604993	0,000614991	0,980242906			
Υπόλοιπο	179	176,0901051	0,983743604					
Σύνολο	180	176,0907101						
	<b>Συντελεστές</b>	<b>Τυπικό σφάλμα</b>	<b>t</b>	<b>τιμή-P</b>	<b>Κατώτερο 95%</b>	<b>Υψηλότερο 95%</b>	<b>Κατώτερο 95,0%</b>	<b>Υψηλότερο 95,0%</b>
Τεταγμένη επί την αρχή	0,527841498	1,087759062	0,485255895	0,628088208	-1,618639325	2,67432232	-1,618639325	2,67432232
Μεταβλητή X 1	-0,001243316	0,050135702	-0,024799009	0,980242906	-0,100176367	0,097689736	-0,100176367	0,097689736

## Ε.2 Περίοδος 01/05 - 15/08

### Ε.2.1. Κλιματιστική Μονάδα 1

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
<b>Στατιστικά παλινδρόμησης</b>								
Πολλαπλό R		0,630835643						
R Τετράγωνο		0,397953608						
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο		0,392273925						
Τυπικό σφάλμα		0,654010591						
Μέγεθος δείγματος		108						
<b>ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ</b>								
	<b>βαθμοί ελευθερίας</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>Σημαντικότητα F</b>			
Παλινδρόμηση	1	29,96939088	29,96939088	70,066166	2,5284E-13			
Υπόλοιπο	106	45,33936441	0,427729853					
Σύνολο	107	75,3087553						
	<b>Συντελεστές</b>	<b>Τυπικό σφάλμα</b>	<b>t</b>	<b>τιμή-P</b>	<b>Κατώτερο 95%</b>	<b>Υψηλότερο 95%</b>	<b>Κατώτερο 95,0%</b>	<b>Υψηλότερο 95,0%</b>
Τεταγμένη επί την αρχή	19,87238924	2,244948244	8,852047832	2,13698E-14	15,42156113	24,32321735	15,42156113	24,32321735
Μεταβλητή X 1	-0,625942622	0,07477912	-8,370553506	2,5284E-13	-0,774199495	-0,477685748	-0,774199495	-0,477685748

### Ε.2.2. Κλιματιστική Μονάδα 2

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
<b>Στατιστικά παλινδρόμησης</b>								
Πολλαπλό R		0,628184533						
R Τετράγωνο		0,394615807						
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο		0,388904635						
Τυπικό σφάλμα		0,641182034						
Μέγεθος δείγματος		108						
<b>ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ</b>								
	<b>βαθμοί ελευθερίας</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>Σημαντικότητα F</b>			
Παλινδρόμηση	1	28,40612249	28,40612249	69,0954208	3,40294E-13			
Υπόλοιπο	106	43,57812643	0,41111144					
Σύνολο	107	71,98424892						
	<b>Συντελεστές</b>	<b>Τυπικό σφάλμα</b>	<b>t</b>	<b>τιμή-P</b>	<b>Κατώτερο 95%</b>	<b>Υψηλότερο 95%</b>	<b>Κατώτερο 95,0%</b>	<b>Υψηλότερο 95,0%</b>
Τεταγμένη επί την αρχή	18,16031226	2,051728768	8,851224656	2,14606E-14	14,09256054	22,22806398	14,09256054	22,22806398
Μεταβλητή X 1	-0,571408046	0,06874193	-8,312365536	3,40294E-13	-0,707695603	-0,435120489	-0,707695603	-0,435120489

### Ε.2.3. Κλιματιστική Μονάδα 3

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
Στατιστικά παλινδρόμησης								
Πολλαπλό R	0,601012248							
R Τετράγωνο	0,361215723							
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,355189456							
Τυπικό σφάλμα	0,658632133							
Μέγεθος δείγματος	108							
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ								
	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F			
Παλινδρόμηση	1	26,00184249	26,00184249	59,9402145	6,11374E-12			
Υπόλοιπο	106	45,98240642	0,433796287					
Σύνολο	107	71,98424892						
	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί την αρχή	18,2605987	2,215716328	8,24139736	4,88621E-13	13,8677257	22,6534717	13,8677257	22,6534717
Μεταβλητή X 1	-0,573612408	0,074089965	-7,742106593	6,11374E-12	-0,720502966	-0,42672185	-0,720502966	-0,42672185

## Ε.2.4. Κλιματιστική Μονάδα 4

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
Στατιστικά παλινδρόμησης								
Πολλαπλό R	0,614075282							
R Τετράγωνο	0,377088452							
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,371211928							
Τυπικό σφάλμα	0,655618132							
Μέγεθος δείγματος	108							
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ								
	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F			
Παλινδρόμηση	1	27,58192854	27,58192854	64,16862246	1,57844E-12			
Υπόλοιπο	106	45,56252438	0,429835136					
Σύνολο	107	73,14445292						
	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί την αρχή	18,79092065	2,205576873	8,519730541	1,17867E-13	14,4181501	23,16369119	14,4181501	23,16369119
Μεταβλητή X 1	-0,590784089	0,073750918	-8,010531971	1,57844E-12	-0,737002453	-0,444565724	-0,737002453	-0,444565724

## Ε.2.5. Κλιματιστική Μονάδα 5

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
Στατιστικά παλινδρόμησης								
Πολλαπλό R	0,416121612							
R Τετράγωνο	0,173157196							
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,165356792							
Τυπικό σφάλμα	0,755351752							
Μέγεθος δείγματος	108							
ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ								
	βαθμοί ελευθερίας	SS	MS	F	Σημαντικότητα F			
Παλινδρόμηση	1	12,66548838	12,66548838	22,19849131	7,49884E-06			
Υπόλοιπο	106	60,47896453	0,570556269					
Σύνολο	107	73,14445292						
	Συντελεστές	Τυπικό σφάλμα	t	τιμή-P	Κατώτερο 95%	Υψηλότερο 95%	Κατώτερο 95,0%	Υψηλότερο 95,0%
Τεταγμένη επί την αρχή	12,85643837	2,489878765	5,163479666	1,14201E-06	7,920011695	17,79286505	7,920011695	17,79286505
Μεταβλητή X 1	-0,392567373	0,083320616	-4,711527492	7,49884E-06	-0,557758593	-0,227376152	-0,557758593	-0,227376152

## Ε.2.6. Κλιματιστική Μονάδα 6

ΕΞΟΔΟΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΟΣ								
<b>Στατιστικά παλινδρόμησης</b>								
Πολλαπλό R	0,10467098							
R Τετράγωνο	0,010956014							
Προσαρμοσμένο R Τετράγωνο	0,00162541							
Τυπικό σφάλμα	0,826124627							
Μέγεθος δείγματος	108							
<b>ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ</b>								
	<i>βαθμοί ελευθερίας</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Σημαντικότητα F</i>			
Παλινδρόμηση	1	0,801371648	0,801371648	1,174202056	0,280998153			
Υπόλοιπο	106	72,34308127	0,682481899					
Σύνολο	107	73,14445292						
	<i>Συντελεστές</i>	<i>Τυπικό σφάλμα</i>	<i>t</i>	<i>τιμή-P</i>	<i>Κατώτερο 95%</i>	<i>Υψηλότερο 95%</i>	<i>Κατώτερο 95,0%</i>	<i>Υψηλότερο 95,0%</i>
Τεταγμένη επί την αρχή	4,152737879	2,790367958	1,48824024	0,139656558	-1,379437833	9,684913591	-1,379437833	9,684913591
Μεταβλητή X 1	-0,098557576	0,090953328	-1,083606043	0,280998153	-0,278881389	0,081766238	-0,278881389	0,081766238

# Παράρτημα ΣΤ

## Ψήφοι σε συνάρτηση με την κατανάλωση

### ΣΤ.1 Ψήφοι Μαΐου



*Ψήφοι χρήστη 1 κατά τον μήνα Μάιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*



*Ψήφοι χρήστη 2 κατά τον μήνα Μάιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*



*Ψήφοι χρήστη 3 κατά τον μήνα Μάιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*



*Ψήφοι χρήστη 4 κατά τον μήνα Μάιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*



*Ψήφοι χρήστη 5 κατά τον μήνα Μάιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*



*Ψήφοι χρήστη 6 κατά τον μήνα Μάιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*

## ΣΤ.2 Ψήφοι Ιουνίου



*Ψήφοι χρήστη 1 κατά τον μήνα Ιούνιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*



Ψήφοι χρήστη 2 κατά τον μήνα Ιούνιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση



Ψήφοι χρήστη 3 κατά τον μήνα Ιούνιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση



Ψήφοι χρήστη 4 κατά τον μήνα Ιούνιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση



Ψήφοι χρήστη 5 κατά τον μήνα Ιούνιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση



*Ψήφοι χρήστη 6 κατά τον μήνα Ιούνιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*

### ΣΤ.3 Ψήφοι Ιουλίου



*Ψήφοι χρήστη 1 κατά τον μήνα Ιούλιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*



Ψήφοι χρήστη 2 κατά τον μήνα Ιούλιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση



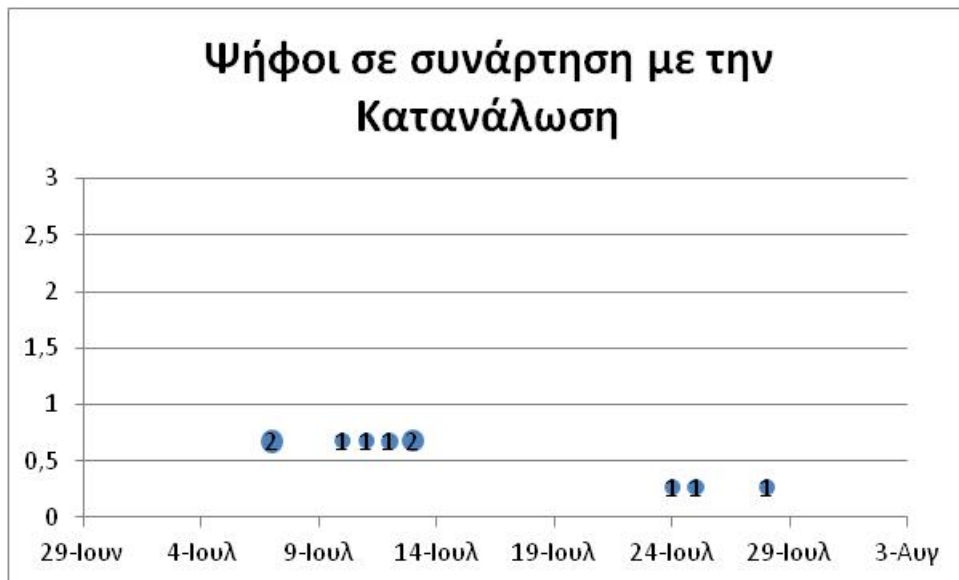
Ψήφοι χρήστη 3 κατά τον μήνα Ιούλιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση



*Ψήφοι χρήστη 4 κατά τον μήνα Ιούλιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*



*Ψήφοι χρήστη 5 κατά τον μήνα Ιούλιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*



*Ψήφοι χρήστη 6 κατά τον μήνα Ιούλιο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*

## ΣΤ.4 Ψήφοι Αυγούστου



*Ψήφοι χρήστη 1 κατά τον μήνα Αύγουστο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*



*Ψήφοι χρήστη 2 κατά τον μήνα Αύγουστο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*



*Ψήφοι χρήστη 4 κατά τον μήνα Αύγουστο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*



*Ψήφοι χρήστη 6 κατά τον μήνα Αύγουστο σε συνάρτηση με την κατανάλωση*