



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Ανάπτυξη Διαδικτυακού Εργαλείου για την  
Παρακολούθηση των Ενεργειακών Καταναλώσεων  
του Κτιριακού Τομέα**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΙΩΑΝΝΗΣ Α. ΚΑΓΚΑΣ**

**Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς**  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2012



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Ανάπτυξη Διαδικτυακού Εργαλείου για την  
Παρακολούθηση των Ενεργειακών Καταναλώσεων  
του Κτιριακού Τομέα**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΙΩΑΝΝΗΣ Α. ΚΑΓΚΑΣ**

**Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς**

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 19<sup>η</sup> Ιουλίου 2012.

.....  
Ιωάννης Ψαρράς  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Δημήτριος Ασκούνης  
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Βασίλειος Ασημακόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούλιος 2012

.....  
Ιωάννης Α. Καγκάς

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © ΙΩΑΝΝΗΣ Α. ΚΑΓΚΑΣ, 2010  
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.



## Περίληψη

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ακολουθώντας την Πράσινη Βίβλο για την ενεργειακή απόδοση, υιοθέτησε τον Οκτώβριο του 2006 το Σχέδιο Δράσης για την Εξοικονόμηση Ενέργειας (2007-2012), που στοχεύει στη μείωση κατά 20% της ενεργειακής κατανάλωσης μέχρι το 2020. Τις πρωτοβουλίες του Σχεδίου Δράσης στηρίζουν διάφορες οδηγίες, κυριότερες εκ των οποίων είναι:

- 2010/31/EK, “για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (αναδιατύπωση)”
- 2006/32/EK, “για την ενέργεια κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες”.
- 2002/91/EK, “για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων”.

Επιπρόσθετα, η νέα ευρωπαϊκή νομοθεσία καθιστά υψηλότερα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για τα νέα κτίρια από το τέλος του 2020, τα οποία θα πρέπει να είναι “Σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης”. Σήμερα, η εισαγωγή της Πληροφορικής στον τομέα της Ενέργειας και η χρησιμοποίηση μεθόδων “ευφούς” Διαχείρισης Ενεργειακής γνώσης, καθώς και τεχνολογιών Διαδικτύου, αποτελούν σημαντικό παράγοντα για την προώθηση της αποτελεσματικής ενεργειακής και περιβαλλοντικής διαχείρισης του κτιριακού τομέα. Ειδικότερα, η σύνδεση των τεχνολογιών Διαδικτύου με την Ενέργεια έχει ήδη δημιουργήσει μια ανερχόμενη αγορά νέων ενεργειακών υπηρεσιών, αυτή των Πληροφοριακών Συστημάτων Διαχείρισης Ενέργειας.

Παράλληλα, τα τελευταία χρόνια, η εφαρμογή των κτιριακών αυτοματισμών στα σύγχρονα “έξυπνα” κτίρια βρίσκει μεγάλη απήχηση, καθώς έχει συμβάλει στην ορθολογική χρήση της ενέργειας και στη βελτίωση των συνθηκών άνεσης και ασφάλειας του κτιρίου. Στο πλαίσιο αυτό, έχουν αναπτυχθεί συστήματα και πρωτόκολλα επικοινωνίας για την υλοποίηση των συστημάτων διαχείρισης ενέργειας, όπως το “X-10”, “CEBus”, “BatiBUS”, “Dupline”, κλπ.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός διαδικτυακού εργαλείου (σε Python), που θα ενισχύει τη διαδραστικότητα των κτιριακών αυτοματισμών, για την ενεργειακή και περιβαλλοντική διαχείριση των κτιρίων. Το συγκεκριμένο εργαλείο θα έχει τη δυνατότητα συλλογής, αποθήκευσης και επεξεργασίας των ενεργειακών και οικονομικών δεδομένων του κτιρίου, ενώ παράλληλα αξιοποιώντας τις δυνατότητες διασύνδεσης του συστήματος Dupline, θα παρέχει απομακρυσμένο έλεγχο μέσω διαδικτύου.

### Λέξεις Κλειδιά:

Εξοικονόμηση Ενέργειας, Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας, “Έξυπνα Κτίρια”, Διαδικτυακό Εργαλείο, Προσομοίωση, Κτιριακός Αυτοματισμός

## Abstract

The European Commission, following the Green Paper on energy efficiency, adopted in October 2006 the Action Plan for Energy Conservation (2007-2012), which aims to reduce by 20% of energy consumption by 2020. Initiatives of the Action Plan support several directives, most important of which are:

- 2010/31/EU, “Energy performance of buildings (recast)”
- 2006/32/EU, “Energy end-use efficiency and energy services.”
- 2002/91/EU, “Energy performance of buildings.”

Additionally, the new European legislation makes higher energy efficiency standards for new buildings by the end of 2020, which should be “almost zero energy consumption”. Today, the introduction of IT in Energy and the methods using “intelligent” energy knowledge management and Internet technologies constitute an important factor in promoting efficient energy and environmental management in the building sector. In particular, the connection of Internet technologies in the energy has already created a new emerging market for energy services, that of Information Systems Energy Management.

Furthermore, in recent years, the implementation of building automation in modern “smart” buildings becomes greatly popular, and has contributed to the rational use of energy and to the improvement of comfort conditions and safety of the building. In this context, systems and communication protocols have been developed for the implementation of energy management systems, such as "X-10", "CEBus", "BatiBUS", "Dupline", etc.

The aim of this thesis is to develop a web tool (in Python), which enhances the interactivity of building automation systems for energy and environmental management of buildings. This tool will be able to collect, storage and process the energy and economic data of the building. Moreover, while taking advantage of the connectivity of the system Dupline, the web tool will provide remote control via Internet.

### **Keywords:**

Energy Conservation, Energy Management Systems, “Intelligent Buildings”, Internet Web Tool, Simulation, Building Automation

## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Ε.Μ.Π., στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης.

Υπεύθυνος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής ήταν ο Καθηγητής κ. Ι. Ψαρράς, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση αυτής και τη δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στο Βαγγέλη Μαρινάκη και Μιχάλη Πετυχάκη για την αδιάκοπη καθοδήγηση και υποστήριξη που μου παρείχαν κατά την υλοποίηση του διαδικτυακού εργαλείου και τη συγγραφή της εργασίας. Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω θερμά την Στέλλα Ανδρουλάκη για την υποστήριξη σχετικά με τη χρήση του εργαστηριακού εξοπλισμού. Η ευστοχία των υποδείξεων και των συμβουλών τους υπήρξε καταλυτικής σημασίας για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να αφιερώσω τη διπλωματική μου εργασία στους πολυαγαπημένους μου γονείς και αδερφές, και στην Αναστασία Δημαράκη.





## Πίνακας Περιεχομένων

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή.....</b>	<b>11</b>
1.1. Αντικείμενο - Σκοπός .....	13
1.2. Φάσεις υλοποίησης .....	14
1.3. Οργάνωση τόμου .....	17
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Παρακολούθηση Ενεργειακών Καταναλώσεων.....</b>	<b>19</b>
2.1. Εισαγωγή .....	21
2.2. Κτιριακός τομέας στην Ευρώπη και στην Ελλάδα .....	22
2.2.1. Κτιριακός τομέας στην Ευρώπη .....	22
2.2.2. Αέρια θερμοκηπίου του κτιριακού τομέα στην Ευρώπη .....	24
2.2.3. Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα .....	27
2.2.4. Πολιτικές και μέτρα .....	32
2.3. Συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων .....	35
2.3.1. Ανάγκη για συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων .....	35
2.3.2. Συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων που έχουν αναπτυχθεί .....	37
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Σύστημα Κτιριακού Αυτοματισμού και Ενεργειακής Διαχείρισης Dupline.....</b>	<b>41</b>
3.1. Εισαγωγή .....	43
3.2. Κριτήρια επιλογής Dupline.....	45
3.3. Οι βασικές συσκευές ενός συστήματος Dupline .....	48
3.4. Στάδια εγκατάστασης Dupline.....	54
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Προγραμματισμός της κεντρικής μονάδας Dupline.....</b>	<b>57</b>
4.1. Εισαγωγή .....	59
4.2. Προγραμματισμός.....	59
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Ανάπτυξη Διαδικτυακού εργαλείου.....</b>	<b>89</b>
5.1. Εισαγωγή .....	91
5.2. Λήψη μετρήσεων από κτίριο .....	92
5.2.1. Αναλυτής ενέργειας EM24 DIN .....	92
5.2.2. Dupline DDE Server .....	96
5.3. Αποστολή μετρήσεων στο Σύννεφο .....	102
5.3.1. Τι είναι το Σύννεφο (Cloud) .....	102
5.3.2 Google AppEngine.....	103
5.3.3. Αποστολή μετρήσεων στο Google AppEngine .....	103
5.4. Διαδικτυακή εφαρμογή .....	105
5.4.1. Google AppEngine Launcher.....	105

5.4.2. Το αρχείο Main .....	106
5.5. Παρακολούθηση της λειτουργίας της εφαρμογής .....	107
5.5.1. Main .....	107
5.5.2. Data .....	109
5.5.3. Administration .....	109
5.5.4. Billing .....	110
5.5.5. Resources .....	110
5.6. Εμφάνιση ιστοσελίδας .....	111
5.7. Προοπτικές.....	114
5.8. Απόδοση του διαδικτυακού εργαλείου .....	118
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Παράδειγμα Εφαρμογής.....</b>	<b>121</b>
6.1. Εισαγωγή .....	123
6.2. Περιγραφή της εφαρμογής.....	123
6.2.1. Μονάδα εργαστηριακού κτιριακού αυτοματισμού.....	123
6.2.2. Προετοιμασία της εφαρμογής.....	124
6.3. Αποτελέσματα της εφαρμογής.....	126
6.4 Αξιολόγηση.....	131
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συμπεράσματα και Προοπτικές.....</b>	<b>135</b>
7.1. Εισαγωγή .....	137
7.2. Συμπεράσματα .....	137
7.3. Προοπτικές.....	138
<b>Παράρτημα: Κώδικας .....</b>	<b>139</b>
<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>157</b>

## Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

---



## 1.1 Αντικείμενο - Σκοπός

Η ενεργειακή ζήτηση είναι ένα σημαντικό και πολύπλευρο πρόβλημα που απασχολεί την παγκόσμια κοινότητα. Καθώς το βιοτικό επίπεδο των ανθρώπων συνεχώς βελτιώνεται στις υποανάπτυκτες αλλά και στις αναπτυγμένες χώρες, ενώ παράλληλα η συνεχής αύξηση του πληθυσμού της γης είναι δεδομένη, είναι προφανές ότι η αύξηση της ζήτησης ενέργειας είναι μια μη αναστρέψιμη κατάσταση. Η συνεχής αυτή αύξηση της ζήτησης ενέργειας σε συνδυασμό με τα περιορισμένα αποθέματα συμβατικής ενέργειας είναι οι κύριοι παράγοντες που συντελούν στην δημιουργία του ενεργειακού προβλήματος.

Ο τομέας των κτιρίων και ο τομέας των μεταφορών αποτελούν τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας στη χώρα. Τα κτίρια στην Ελλάδα καταναλώνουν περί το 36% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η ενέργεια που δαπανάται για θέρμανση στα κτίρια κατοικίας φτάνει περίπου στο 60% των συνολικών ενεργειακών τους αναγκών. Η εικόνα αυτή οφείλεται κατά κύριο λόγο στην ηλικία των κτιρίων καθώς και στην ενεργειακή συμπεριφορά των ενοίκων. Επιπλέον, σύμφωνα με το Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΔΕΑ), η κατανάλωση στα κτίρια του οικιακού τομέα αυξάνεται ετησίως με ρυθμό 2% περίπου. Υπάρχει λοιπόν ένα σημαντικό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στον οικιακό κτιριακό τομέα.

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο εξασφαλίζεται εν μέρει με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτιρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων και εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν.

Άλλος ένας καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η ενεργειακή διαχείριση του κτιρίου, μία συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων.

Η σύγχρονη τάση των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης βασίζεται στην ανάπτυξη “ευφυών” μοντέλων για την ενεργειακή και περιβαλλοντική διαχείριση των κτιρίων, τα οποία στοχεύουν στη διατήρηση του άνετου “εσωκλίματος” αλλά και στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Η ανάπτυξη εργαλείων ενεργειακού ελέγχου και καταγραφής καταναλώσεων των φορτίων είναι μια από τις κυριότερες μεθόδους για την ενεργειακή παρακολούθηση, την ορθολογική διαχείριση της ενέργειας και τη λήψη μέτρων. Σημαντικός λοιπόν κρίνεται ο ρόλος των Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων (Building Energy Management Systems - BEMS).

Τα συστήματα για σωστή και αποδοτική διαχείριση της ενέργειας (BEMS) εγκαθίστανται με στόχο την εξοικονόμηση και την αποδοτική χρήση ενέργειας σε ένα κτίριο. Η εγκατάσταση του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης έχει σκοπό την επιτήρηση ή και τον αυτόματο έλεγχο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου, ώστε να είναι δυνατή η άμεση πρόσβαση, η απρόσκοπτη λειτουργία, η ρύθμιση των παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων όλων των εγκαταστάσεων από ένα σταθμό ελέγχου (χρονικός προγραμματισμός, διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες χρήσης, καταγραφή θερμοκρασιών, έλεγχος της κατάστασης των μηχανημάτων, φύλαξη δεδομένων). Παράλληλα, παρακολουθεί και καταγράφει τη συμπεριφορά των συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, που εγκαταστάθηκαν στο κτίριο, τη θερμική άνεση χώρων, τις εγκαταστάσεις κλιματισμού-θέρμανσης, τα παθητικά ηλιακά συστήματα, την εγκατάσταση φωτισμού και φυσικού δροσισμού, την κατανάλωση ηλεκτρικής κατανάλωσης κτιρίου καθώς και την ποιότητα αέρα και δημιουργεί αρχεία με στατιστικά στοιχεία. Τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης βρίσκουν ως επί το πλείστον εφαρμογή σε ξενοδοχεία, κτίρια οργανισμών και επιχειρήσεων και συνήθως περιλαμβάνουν και την εγκατάσταση αυτοματισμών άμεσης ρύθμισης και διακοπής της παροχής ενέργειας όπως για παράδειγμα τους ανιχνευτές κίνησης για άνοιγμα ή κλείσιμο των φώτων.

Σκοπός λοιπόν της διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός διαδικτυακού εργαλείου (σε Python) που θα ενισχύει τη διαδραστικότητα των κτιριακών αυτοματισμών, για την ενεργειακή και περιβαλλοντική διαχείριση των κτιρίων. Στην παρούσα εργασία γίνεται χρήση των συστημάτων αυτοματισμού της εταιρείας Dupline για τον έλεγχο των ενεργειακών καταναλώσεων του προσομοιωτή (εργαστηριακή κτιριακή μονάδα αυτοματισμού), και η σύνδεση του συστήματος Dupline με το εργαλείο που έχει αναπτυχθεί που θα επιτρέπει, πέρα από τη συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων του κτιρίου, τη δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου μέσω διαδικτύου.

## 1.2 Φάσεις υλοποίησης

Η εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε μεταξύ Ιανουαρίου και Ιουλίου 2012 και η πορεία αυτής ακολούθησε τις εξής φάσεις, που παρουσιάζονται παρακάτω στο σχήμα 1.1.

- *Φάση 1<sup>η</sup> – Βιβλιογραφική αναζήτηση και εκτενής αναζήτηση στο διαδίκτυο για στοιχεία ενδεικτικά της παρούσας κατάστασης όσον αφορά την ενεργειακή κατανάλωση στον κτιριακό τομέα στην Ελλάδα και στην Ευρωπαϊκή Ένωση: Σαν 1<sup>ο</sup> βήμα μελετήθηκαν στατιστικά στοιχεία ενεργειακών καταναλώσεων στην Ελλάδα και στην Ε.Ε. στη διάρκεια των τελευταίων ετών, προκειμένου να διαπιστωθεί η αναγκαιότητα της εφαρμογής δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας.*

- *Φάση 2<sup>η</sup> - Αξιολόγηση των συγκεντρωμένων στοιχείων και παρουσίαση των υπάρχουσών μεθοδολογιών:* Σε αυτή την φάση παρουσιάζονται, αφού πρώτα αξιολογηθούν, οι μεθοδολογικές προσεγγίσεις και τα εργαλεία που αναπτύχθηκαν, στις μελέτες που προέκυψαν από την προηγούμενη φάση της αναζήτησης.
- *Φάση 3<sup>η</sup> – Ανάπτυξη του διαδικτυακού εργαλείου σε γλώσσα προγραμματισμού Python, με το οποίο θα συντελείται ο έλεγχος του κτιριακού ενεργειακού αυτοματισμού:* Κατά τη φάση αυτή εξετάστηκε αρχικά ο τρόπος σύνδεσης και επικοινωνίας του εργαστηριακού αυτοματισμού με Η/Υ, και η δυνατότητα αποστολής εντολών μεταξύ τους και εν συνεχεία αναπτύχθηκε το διαδικτυακό εργαλείο στη γλώσσα προγραμματισμού Python.
- *Φάση 4<sup>η</sup> – Ανέβασμα του εργαλείου στο διαδίκτυο:* Αφού πλέον έχει αναπτυχθεί το εργαλείο, με την υποστήριξη του Google AppEngine δημιουργείται μια ιστοσελίδα που τρέχει το διαδικτυακό εργαλείο και δίνει τη δυνατότητα σε χρήστες για απομακρυσμένη παρακολούθηση και έλεγχο.
- *Φάση 5<sup>η</sup> – Πειραματική εφαρμογή του διαδικτυακού εργαλείου που αναπτύχθηκε και του εργαστηριακού ενεργειακού αυτοματισμού στο εργαστήριο για την αξιολόγηση της λειτουργίας του:* Στη φάση αυτή, η εφαρμογή πραγματοποιείται στον εργαστηριακό κτιριακό αυτοματισμό, με την βοήθεια του οποίου προσομοιώνονται συνθήκες πραγματικής κτιριακής εγκατάστασης καθώς συνδέθηκαν διάφορα ενεργοβόρα φορτία (φορητός υπολογιστής, 3D τηλεόραση, κεραία) για τα οποία κρατήθηκε ιστορικό.
- *Φάση 6<sup>η</sup> - Εξαγωγή συμπερασμάτων και προοπτικών:* Σε αυτή τη φάση εξήχθησαν γενικά συμπεράσματα και έγινε αναφορά και στις προοπτικές που ανοίγει η παρούσα εργασία.



**Σχήμα 1.1:** Φάσεις υλοποίησης διπλωματικής εργασίας



## 1.3 Οργάνωση τόμου

Αρχικά παρατίθεται μια περίληψη της διπλωματικής εργασίας, στην οποία παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια σημεία της. Η περίληψη αυτή υπάρχει και στην Αγγλική γλώσσα. Στη συνέχεια ακολουθεί ένας σύντομος πρόλογος και ένας πίνακας περιεχομένων. Τέλος, ακολουθεί το κύριο μέρος της διπλωματικής εργασίας, που αποτελείται από 7 κεφάλαια:

- *1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο – Εισαγωγή:*

Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο στο οποίο γίνεται μια ευρεία περίληψη της εργασίας που περιλαμβάνει το αντικείμενο και το σκοπό της καθώς επίσης και τις φάσεις υλοποίησης.

- *2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο - Παρακολούθηση Ενεργειακών Καταναλώσεων:*

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια λεπτομερής ανάλυση σχετικά με τις ενεργειακές καταναλώσεις σε κτίρια και τις μεθόδους παρακολούθησης και διαχείρισης αυτών τόσο στην Ελλάδα όσο και στην υπόλοιπη Ευρωπαϊκή Ένωση. Στη συνέχεια γίνεται ιδιαίτερη αναφορά σε εργαλεία συστημάτων κτιριακού αυτοματισμού που έχουν ήδη αναπτυχθεί.

- *3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο – Σύστημα Κτιριακού Αυτοματισμού και Ενεργειακής Διαχείρισης Dupline:*

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται λεπτομερής παρουσίαση του συστήματος κτιριακού αυτοματισμού και ενεργειακής διαχείρισης Dupline.

- *4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο – Προγραμματισμός της κεντρικής μονάδας Dupline:*

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια παρουσίαση του τρόπου προγραμματισμού του συστήματος αυτοματισμού. Πιο συγκεκριμένα περιγράφονται όλα τα επιμέρους στάδια για τον προγραμματισμό ενός αυτοματοποιημένου συστήματος σε ένα ξενοδοχείο στην Ηλεία, “Πύργος Hotel”.

- *5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο – Αρχιτεκτονική διαδικτυακού εργαλείου:*

Παρουσιάζεται η ανάπτυξη του διαδικτυακού εργαλείου που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας. Παρουσιάζονται αναλυτικά τα στάδια υλοποίησης του, το interface και ο κώδικάς του. Τέλος, παρουσιάζονται αναλυτικά τα επιμέρους στάδια κατασκευής της ιστοσελίδας.

- *6<sup>ο</sup> Κεφάλαιο – Παράδειγμα εφαρμογής:*

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής που πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο. Κατά τη διάρκεια της οποίας ενεργοβόρα φορτία συνδέθηκαν στην εργαστηριακή κτιριακή μονάδα αυτοματισμού και το εργαλείο κατέγραψε τα ιστορικά τους. Τέλος, αναλύονται και σχολιάζονται οι καμπύλες των φορτίων.

- *7<sup>ο</sup> Κεφάλαιο – Συμπεράσματα – Προοπτικές:*

Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί τον επίλογο της διπλωματικής εργασίας όπου παρατίθενται τα κυριότερα συμπεράσματα που εξήχθησαν και παρουσιάζονται οι προοπτικές που αναπτύσσονται στην περαιτέρω ανάπτυξη του διαδικτυακού εργαλείου.

## **Κεφάλαιο 2. Παρακολούθηση Ενεργειακών Καταναλώσεων**

---



## 2.1 Εισαγωγή

Είναι δεδομένο πλέον σήμερα ότι υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των συναφών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Ο κτιριακός τομέας είναι ένας από τους πιο σημαντικούς καταναλωτές ενέργειας σε κάθε χώρα κάτι που κάνει ξεκάθαρη την ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα αυτόν.

Σε εθνικό επίπεδο, η κατανάλωση ενέργειας του κτιριακού τομέα κυμαίνεται στο 16%-50% της κατανάλωσης ενέργειας από όλους τους τομείς, ενώ σε παγκόσμιο επίπεδο ο μέσος όρος ξεπερνά το 30%. Αυτό το σημαντικό επίπεδο κατανάλωσης, προτρέπει την αναλυτική κατανόηση των χαρακτηριστικών κατανάλωσης στον κτιριακό τομέα και την αύξηση της παγκόσμιας ενεργειακής συνείδησης όσον αφορά την ενεργειακή κατανάλωση του κλάδου. Η συνείδηση στέκεται σε θέματα τροφοδοσίας, αποτελεσματικής χρήσης και επιπτώσεις κατανάλωσης. Για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, των υψηλών τιμών της ενέργειας και της ενεργειακής προσφοράς-ζήτησης, υπάρχει ενδιαφέρον για την κατανόηση των λεπτομερών χαρακτηριστικών κατανάλωσης στον κτιριακό τομέα, σε μια προσπάθεια να προωθηθεί η εξοικονόμηση, η απόδοση, η εφαρμογή σύγχρονων τεχνολογιών και η χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας.

Ο κτιριακός τομέας καταναλώνει δευτερογενή ενέργεια. Δευτερογενής είναι η ενέργεια που λαμβάνεται σε μορφή κατάλληλη για χρήση από συστήματα που στηρίζουν το βιοτικό επίπεδο των ενοίκων. Οι σημαντικότερες ομάδες τελικής χρήσης δευτερογενής ενέργειας είναι η θέρμανση-ψύξη, το ζεστό νερό και οι συσκευές-φωτισμός. Ο βαθμός στον οποίο οι ομάδες αυτές επηρεάζουν τη συνολική κατανάλωση ενέργειας εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το κλίμα, τα φυσικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και τη συμπεριφορά των ενοίκων.

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου είναι το σύνολο των απαιτήσεων για την υποστήριξη όλης της ενέργειας που καταναλώνουν οι ομάδες τελικής χρήσης δευτερογενής ενέργειας, συμπεριλαμβανομένων των απωλειών που οφείλονται στις συσκευές και στην απόδοση συστήματος. Οι τελικές χρήσεις μπορούν να έχουν πολύπλοκες και αλληλένδετες συνέπειες όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας. Για παράδειγμα η κατανάλωση ενέργειας μερικών συσκευών συνεισφέρει στη θέρμανση του χώρου στον οποίο βρίσκονται. Το άθροισμα της κατανάλωσης ενέργειας κάθε κτιρίου για μια συγκεκριμένη περιοχή αντιπροσωπεύει την κατανάλωση ενέργειας του κτιριακού τομέα της αντίστοιχης περιοχής, της οποίας ο έλεγχος και η παρακολούθηση κρίνονται πλέον απαραίτητοι.

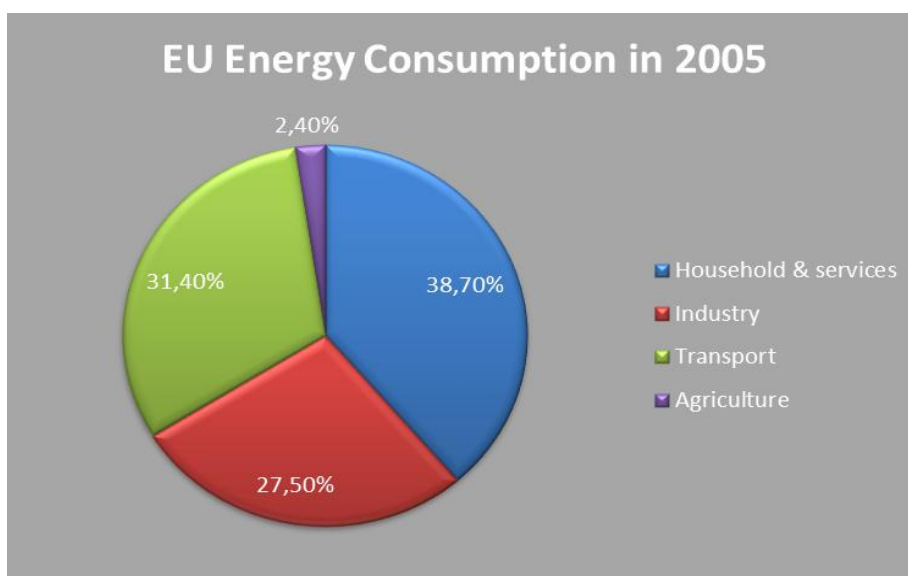
Με τα συστήματα έξυπνης διαχείρισης κτιρίων (Building Energy Management Systems), είναι εφικτός ο έλεγχος όλων των λειτουργιών ενός κτιρίου (θέρμανση, κλιματισμός, φωτισμός) από μία κεντρική και αυτοματοποιημένη μονάδα. Τα

συστήματα αυτά προγραμματίζονται ανάλογα με τις ανάγκες και δίνουν ενημέρωση αυτόματα σε περίπτωση που παρουσιαστεί ανωμαλία στη λειτουργία του συστήματος. Η ενσωμάτωση των συστημάτων αυτών μπορεί να γίνει σε μικρές οικίες και να επεκταθεί σε μεγάλα εμπορικά κτίρια, νοσοκομεία και γραφεία. Ανάλογα με το μέγεθος του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης, αλλάζει και η πολυπλοκότητα αλλά και το κόστος. Η εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων συνιστάται κατά το στάδιο της ανέγερσης του κτιρίου, διότι αργότερα η δυσκολία και το κόστος εγκατάστασης αυξάνεται. Με κατάλληλα συστήματα αυτόματου ελέγχου είναι δυνατό να εξοικονομηθεί 30-50% της ενέργειας που χρησιμοποιείται σε γραφεία, εμπορικά κτίρια και χώρους αναψυχής. Το ήμισυ δε της προβλεπόμενης αύξησης των ενεργειακών αναγκών για κλιματισμό, που θα διπλασιαστούν ως το 2020, είναι δυνατό να εξοικονομηθεί με πρόσθετα μέτρα αυστηρότερων κριτηρίων και προτύπων που αφορούν τον εξοπλισμό. Με τα συστήματα BEMS μπορεί να επιτευχθεί μεγάλη ενεργειακή εξοικονόμηση και επίσης μπορεί να υπάρξει απομακρυσμένη πρόσβαση και έλεγχος.

## 2.2 Κτιριακός τομέας στην Ευρώπη και στην Ελλάδα

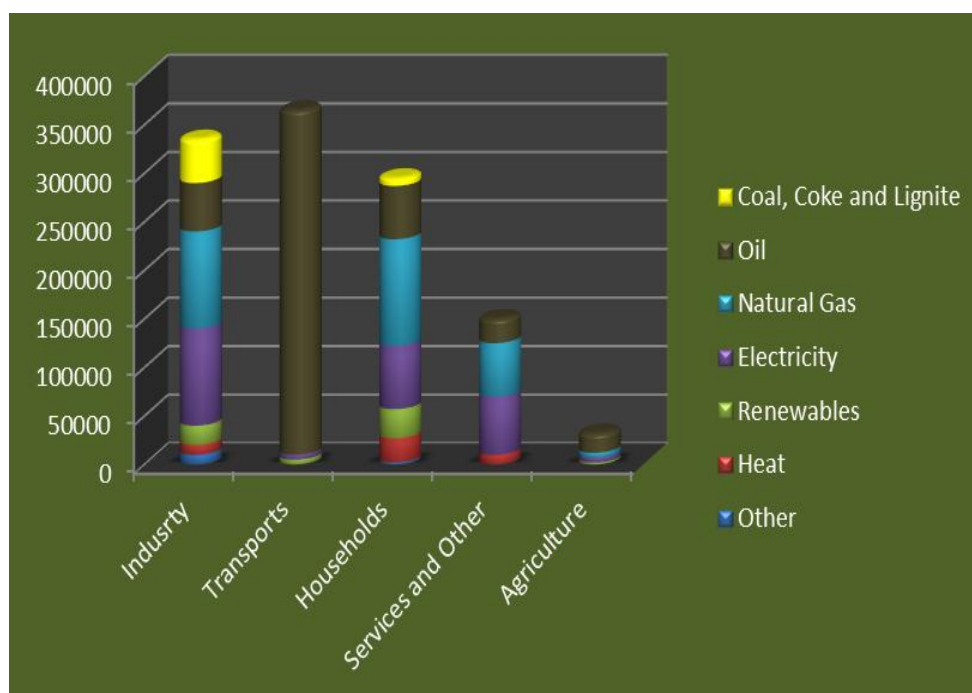
### 2.2.1 Κτιριακός τομέας στην Ευρώπη

Ο κτιριακός τομέας στην Ευρώπη είναι ο μεγαλύτερος χρήστης ενέργειας και η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα καθώς ευθύνεται περίπου για το 40% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης (**Σχήμα 2.1**) και 40% των συνολικών εκπομπών CO<sub>2</sub>. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλη αύξηση των κτιρίων στον χώρο της Ευρώπης, και οι ρυθμοί απόσυρσης παλαιών κτιρίων είναι πολύ μικροί με αποτέλεσμα ακόμα μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.



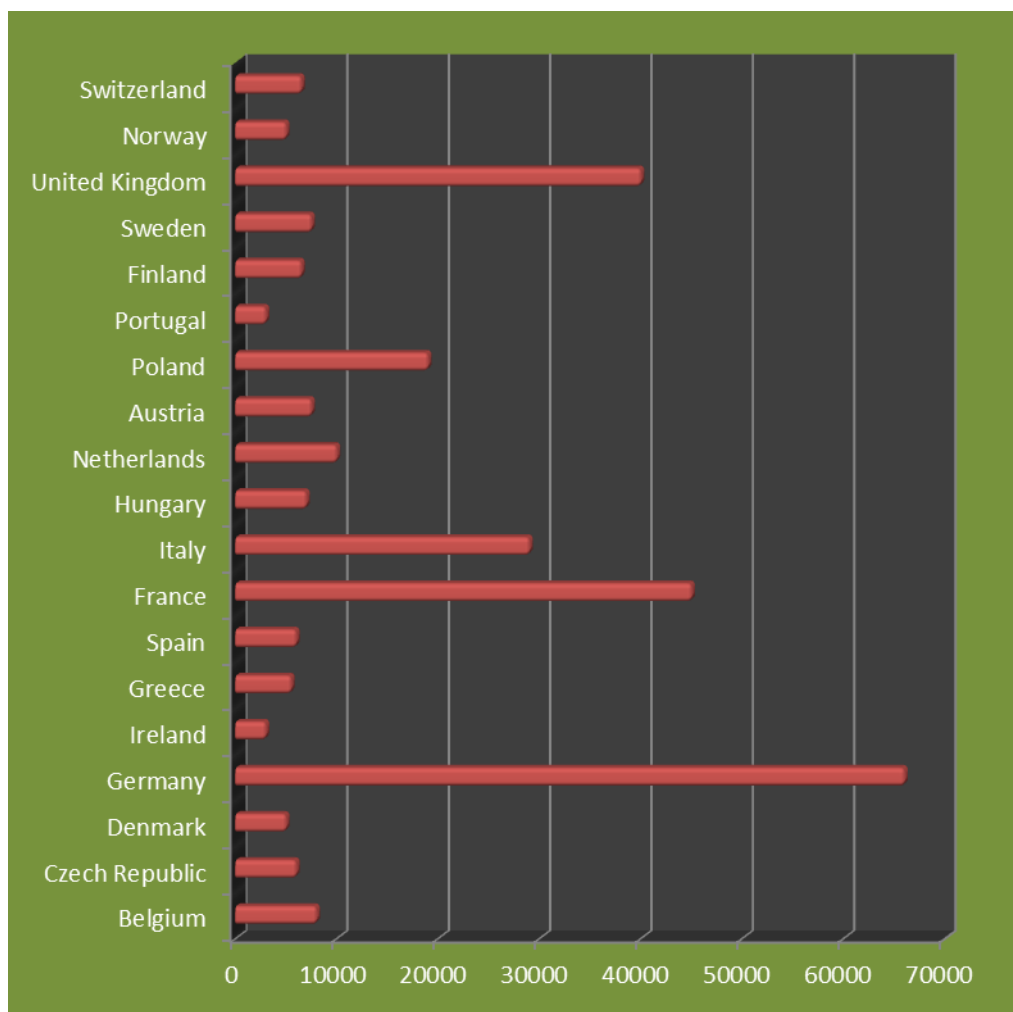
**Σχήμα 2.1:** Ενεργειακή κατανάλωση στην Ε.Ε το 2005

Οι επεμβάσεις στον κτιριακό τομέα με σκοπό την ελάττωση της καταναλισκόμενης ενέργειας είναι ξεκάθαρος στόχος της ΕΕ, καθώς όχι μόνο μπορεί να επιτευχθεί μεγάλη μείωση στην απαιτούμενη ενέργεια, αλλά παράλληλα βελτιώνεται και το εσωκλίμα του κτιρίου που είναι απαραίτητο για την άνεση των χρηστών του. Στον οικιακό τομέα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως παρουσιάζεται στο **Σχήμα 2.2**, παρατηρείται ότι η ενέργεια που απαιτείται για τα κτίρια προέρχεται από διάφορες μορφές (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρική ενέργεια κ.α.). Αντίθετα στον τομέα των μεταφορών υπάρχει σχεδόν αποκλειστική χρήση του πετρελαίου. Δεδομένου των παραπάνω, οι επιλογές για τις επεμβάσεις στον κτιριακό τομέα είναι περισσότερες, αφού υπάρχουν πολλοί τρόποι παροχής ενέργειας στο κτίριο.



**Σχήμα 2.2:** Τρόποι παροχής ενέργειας σε κάθε τομέα

Στον οικιακό τομέα η κατανάλωση της ενέργειας αναλόγως με την χώρα, δίνεται στο **Σχήμα 2.3**. Παρατηρείται ότι η Γερμανία, το Ηνωμένο Βασίλειο και η Γαλλία ευθύνονται περίπου για το 51% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στον οικιακό τομέα σε σχέση με την κατανάλωση συνολικά στις 27 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ενώ ο πληθυσμός των κρατών αυτών είναι το 41% του συνολικού πληθυσμού που κατοικεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

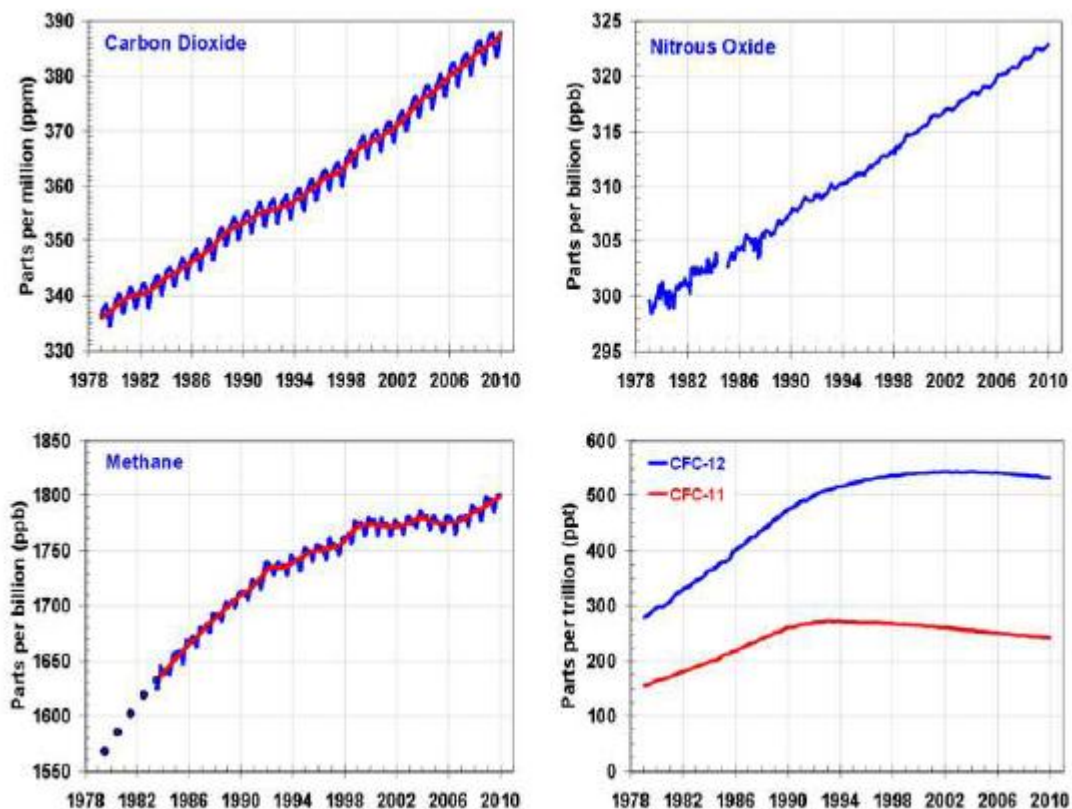


**Σχήμα 2.3:** Κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα

### 2.2.2 Αέρια θερμοκηπίου του κτιριακού τομέα στην Ευρώπη

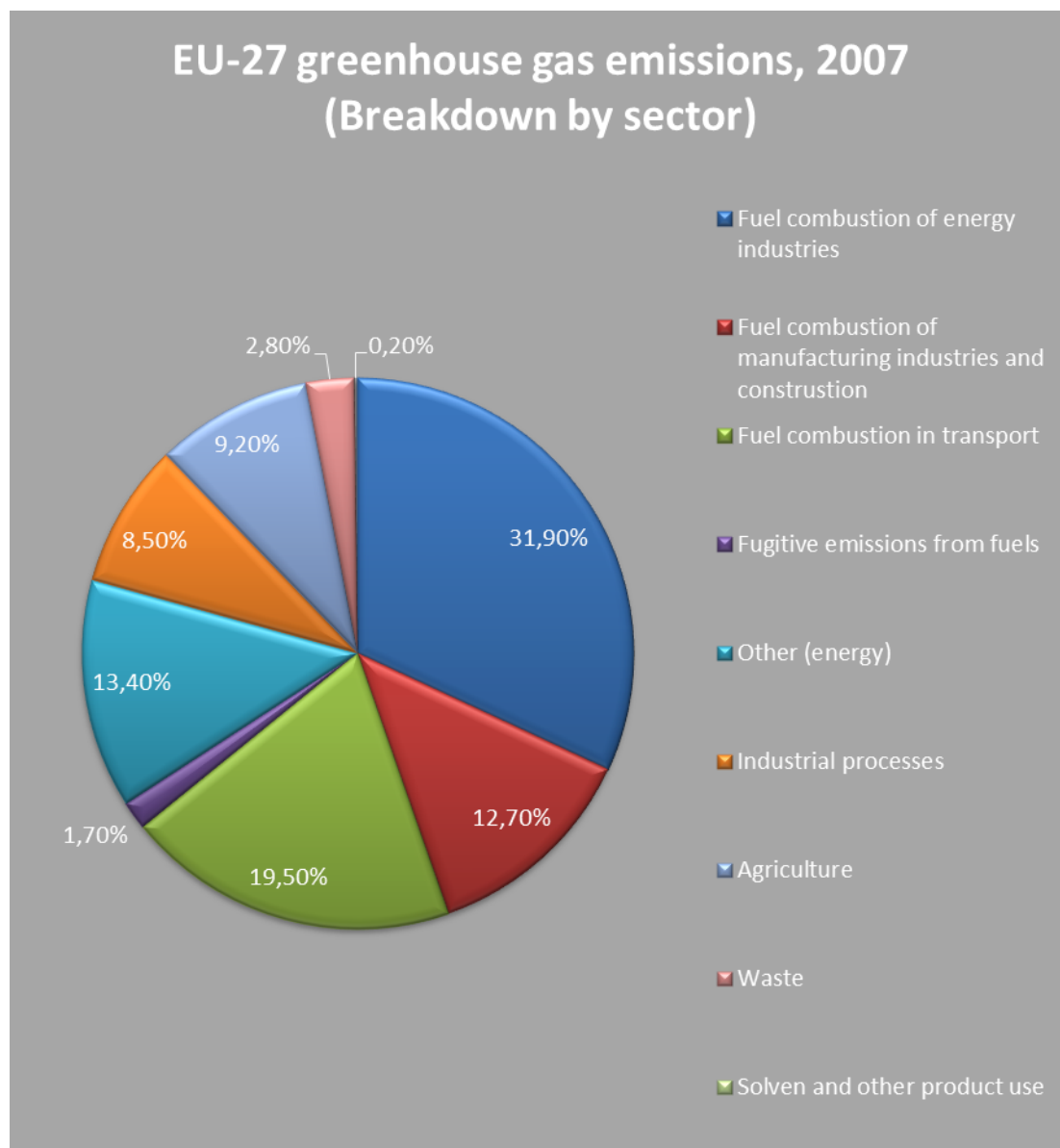
Ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα που αντιμετωπίζει η παγκόσμια κοινότητα τα τελευταία χρόνια, είναι η υπερθέρμανση του πλανήτη. Αυτό οφείλεται στην τρύπα του όζοντος που έχει προκληθεί από την αλόγιστη εκπομπή ρύπων. Οι ρύποι παράγονται από την καύση συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο, λιγνίτη κ.α.), οι οποίοι εκλύουν τεράστιες ποσότητες CO<sub>2</sub>. Η συνεχής αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων στην ατμόσφαιρα παρουσιάζεται στα παρακάτω διαγράμματα (**Σχήμα 2.4**):





Σχήμα 2.4: Συγκέντρωση αερίων στην ατμόσφαιρα

Η εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα οφείλεται κυρίως στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως παρουσιάζεται και στο Σχήμα 2.5, ο οικιακός τομέας ευθύνεται για το 13% περίπου των συνολικών εκπομπών του CO<sub>2</sub> από ανθρωπογενείς παράγοντες.



**Σχήμα 2.5:** Εκπομπές CO<sub>2</sub> ανά τομέα

Ο τομέας αυτός έχει πολλά περιθώρια βελτίωσης όσον αφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας καθώς με τα κατάλληλα μέτρα, η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας το 2020 θα φτάσει το 11%. Προκύπτει δηλαδή, ότι για την επίτευξη του απώτερου στόχου της μείωσης της ενέργειας και των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, καθώς και της αύξησης της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο 20%, η αναβάθμιση του τριτογενούς τομέα είναι ένα απαραίτητο και πολύ ουσιαστικό μέτρο. Επίσης, οι σχετικές με τον τομέα των κτιρίων δραστηριότητες αποτελούν σημαντικό μέρος της οικονομίας της ΕΕ, περίπου το 9% του ΑΕΠ της ΕΕ και το 7-8% της απασχόλησης στην ΕΕ αντιστοίχως. Συνεπώς, εκτός από τα περιβαλλοντικά οφέλη, η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων θα αποφέρει και νέες θέσεις εργασίας και αξιόλογα κοινωνικά και οικονομικά οφέλη. Για τους παραπάνω λόγους, η ΕΕ θέσπισε οδηγίες

για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, έτσι ώστε να δώσει την κύρια ώθηση στα κράτη μέλη.

Τέλος μια σημαντική καινοτομία της ΕΕ για την μείωση των ρύπων είναι το σύστημα εμπορίας εκπομπών του 2005 [Οδηγία 2003/87/ΕΚ]. Οι χώρες που συμμετέχουν σε αυτό μπορούν να αγοράζουν ή να πωλούν τα μερίδια εκπομπών που τους αναλογούν εντός των ορίων των συνολικών ευρωπαϊκών εκπομπών. Το σύστημα αυτό, που είναι και το πρώτο αυτού του είδους, επιτρέπει στις χώρες να μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου με αποτελεσματικό ως προς το κόστος τρόπο.

Το σύστημα εφαρμόζεται σε όλα τα κράτη μέλη της ΕΕ καθώς και στη Νορβηγία, την Ισλανδία και το Λιχτενστάιν. Δεδομένου ότι καλύπτει σήμερα 10.500 ενεργειακές και βιομηχανικές μονάδες οι οποίες ευθύνονται για το 40% των συνολικών εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου στην ΕΕ, τα περιθώρια αποτελεσματικής δράσης είναι τεράστια.

Η ΕΕ έχει επεκτείνει το σύστημα για να συμπεριλάβει περισσότερα αέρια του θερμοκηπίου όπως το υποξείδιο του αζώτου (παραγωγή λιπασμάτων) και τους υπερφθοράνθρακες (παραγωγή αλουμινίου) καθώς και όλες τις μεγάλες βιομηχανικές πηγές εκπομπών, όπως τους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής.

Παρόλο που το ίδιο το σύστημα περιορίζεται σε ορισμένους μόνο τομείς, η πολιτική της ΕΕ καλύπτει και άλλους σημαντικούς τομείς παραγωγής αερίων του θερμοκηπίου, όπως η γεωργία, οι κατασκευές, τα απόβλητα και οι μεταφορές. Κάθε χώρα που συμμετέχει στο σύστημα θέτει έναν εθνικό στόχο, αναλαμβάνοντας έτσι μερίδιο της ευθύνης.

### **2.2.3 Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα**

Στον **Πίνακα 2.1** παρουσιάζεται η ανάλυση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας του οικιακού τομέα ανά ενεργειακό προϊόν και χρήση. Σημειώνεται ότι όπως προβλέπεται στην Οδηγία 2006/32/ΕΚ έχει αφαιρεθεί η κατανάλωση θερμότητας από θερμικά ηλιακά συστήματα. Η ηλεκτρική κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα συμμετέχει κατά 27% στο σύνολο της τελικής κατανάλωσης του Μ.Ο. της πενταετίας 2001-2005 του οικιακού τομέα, ενώ το υπόλοιπο 73% δαπανάται για τις θερμικές ανάγκες, κυρίως για θέρμανση χώρων και ζεστό νερό χρήσης. Για τους υπολογισμούς της κατανάλωσης τελικής χρήσης ενέργειας στον οικιακό τομέα ακολουθήθηκε η παρακάτω μεθοδολογία:

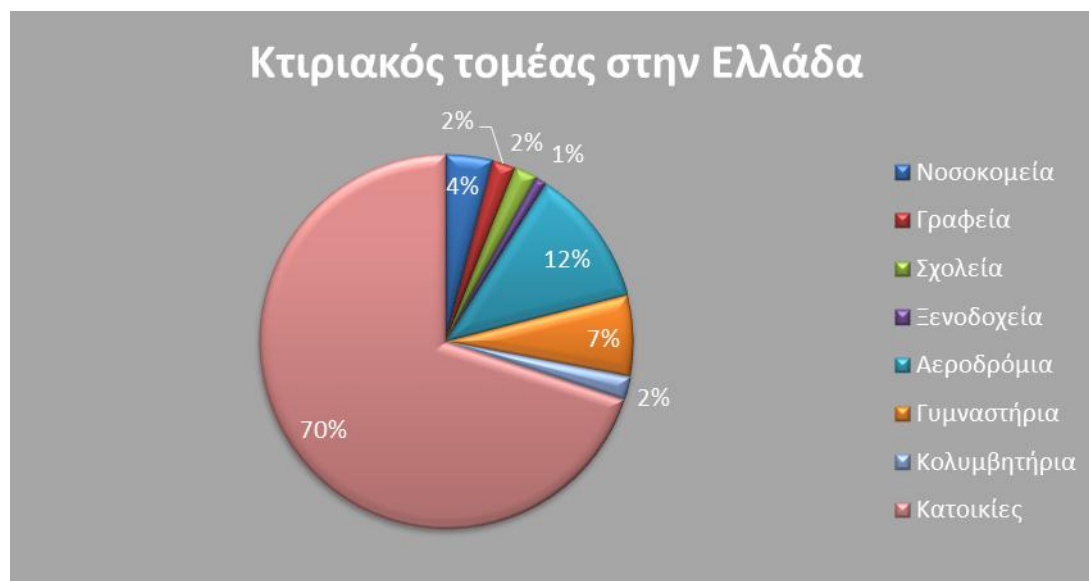
Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση της κατανομής της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στον οικιακό τομέα, επελέγησαν στοιχεία από το ολοκληρωμένο ευρωπαϊκό έργο EURECO. Συγκεκριμένα ελήφθησαν οι αποτυπωμένοι δείκτες της μέσης διορθωμένης ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά συσκευή και κατοικία για την Ελλάδα. Στη συνέχεια, υπολογίστηκε ο αριθμός των οικιακών

συσκευών που συμμετέχουν στην κατανάλωση της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμώντας πρώτα την μέση ποσοστιαία αναλογία των οικιακών συσκευών στο υπολογισμένο μέσο όρο του συνόλου των κανονικών κατοικιών για την περίοδο 2001 - 2005. Το σύνολο των κατοικιών προσδιορίστηκε σύμφωνα με την απογραφή κατοικιών της ΕΣΥΕ για το έτος 2001 συν τις νέες κατασκευές έως το 2005 (στοιχεία ΕΣΥΕ). Τέλος, εκτιμώντας τον συνολικό αριθμό των συσκευών ανά κατηγορία υπολογίζεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά κατηγορία συσκευής και χρήσης στον οικιακό τομέα για το έτος 2005. Οι κύριες χρήσεις της θερμικής ενέργειας είναι για θέρμανση χώρων, ζεστό νερό χρήσης και πολύ μικρή συμμετοχή για μαγείρεμα.

**Πίνακας 2.1:** Τελική κατανάλωσης ενέργειας του οικιακού τομέα ανά ενεργειακό προϊόν και χρήση

	Στερεά Καύσιμα	Φυσικό Αέριο	LPG	Πετρέλαιο	Ηλιακή	Βιομάζα	Θερμότητα	Ηλεκτρισμός	Σύνολο	
Ζεστό νερό - Ηπειρωτική			22	10	1663	614	142		2867	5318
Ζεστό νερό - Νησιά						409			284	693
Μαγείρεμα - Ηπειρ.			3	360				355	2552	3270
Μαγείρεμα - Νησιά				49					252	301
Ψύξη Χώρων - Πολυκατοικίες - Ηπειρ.									359	359
Ψύξη Χώρων - Πολυκ. - Νησιά									51	51
Ψύξη Χώρων - Μονοκατοικίες - Ηπειρ.									460	460
Ψύξη Χώρων - Μονοκ. - Νησιά									65	65
Πλύσιμο Πιάτων									452	452
Άλλες ηλεκτρικές χρήσεις - Ηπειρ.									1934	1934
Άλλες ηλεκτρικές χρήσεις - Νησιά									191	191
Θέρμανση Χώρων - Πολυκ. - Ηπειρ.			100		9239			495	119	9953
Θέρμανση Χώρων - Πολυκ. - Νησιά					1307				17	1324
Θέρμανση Χώρων - Μονοκ. - Ηπειρ.	140		203	139	18443			5943	153	25021
Θέρμανση Χώρων - Μονοκ. - Νησιά				35	2610			660	22	3327
Φωτισμός - Ηπειρ.									2001	2001
Φωτισμός - Νησιά									198	198
Ψύξη Τροφίμων - Ηπειρ.									3006	3006
Ψύξη Τροφίμων - Νησιά									297	297
Πλύσιμο Ρούχων - Ηπειρ.									744	744
Πλύσιμο Ρούχων - Νησιά									74	74
Σύνολο	140		328	593	33262	1023	7100	495	16098	59039

Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα αποτελείται κατά 70% από κτίρια οικιακού τομέα ενώ το 30% αποτελείται από κτίρια του τριτογενή τομέα (αθλητικές εγκαταστάσεις, ξενοδοχεία, αεροδρόμια, σχολεία, εμπορικά καταστήματα κ.α.) όπως παρουσιάζεται στο **Σχήμα 2.6**.



Σχήμα 2.6: Κτιριακός τομέας στην Ελλάδα

Επίσης, στο παρακάτω σχήμα δίνεται η συνολική επιφάνεια των κτιρίων ανά χρήση. Όπως είναι φανερό το μεγαλύτερο ποσοστό αριθμού κτιρίων αλλά και επιφάνειας κτιρίων, ανήκει στις κατοικίες. Για το λόγο αυτό οι κατοικίες συμμετέχουν δυναμικά στο ενεργειακό πρόβλημα της χώρας μας.



Σχήμα 2.7: Συνολική επιφάνεια των κτιρίων ανά χρήση

Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα καταναλώνει περίπου το 40% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα η κατανάλωση θερμικής ενέργειας των κατοικιών κυμαίνεται από 35 ως 329 kWh/m<sup>2</sup> με μέση τιμή 126 kWh/m<sup>2</sup> ενώ η κατανάλωση της θερμικής ενέργειας στον τριτογενή τομέα κυμαίνεται από 9 ως 618 kWh/m<sup>2</sup> με μέση τιμή τα 145 kWh/m<sup>2</sup>. Η συνολική κατανάλωση ενέργειας στον

οικιακό τομέα κυμαίνεται από 41 ως 409 kWh/m<sup>2</sup> με μέση τιμή 167 kWh/m<sup>2</sup> ενώ στον τριτογενή τομέα η κατανάλωση συνολικής ενέργειας κυμαίνεται από 17 ως 792 kWh/m<sup>2</sup> με μέση τιμή 251 kWh/m<sup>2</sup>.



**Σχήμα 2.8:** Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε μια κατοικία

Στο παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται σε μια κατοικία, είναι για τις ανάγκες ψύξης τροφίμων. Σημαντική επίσης κατανάλωση ενέργειας αποτελεί το μαγείρεμα καθώς και το ZNX.



**Σχήμα 2.9:** Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε κτίριο του τριτογενή τομέα

Στα κτίρια του τριτογενή τομέα το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας (περίπου το 51%) χρησιμοποιείται για την θέρμανση του χώρου. Στον τριτογενή τομέα υπάρχει πολύ μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για την ανάγκη φωτισμού του χώρου. Οι μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στον τριτογενή τομέα για όλες τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου, παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα:



**Σχήμα 2.10:** Μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στον τριτογενή τομέα για όλες τις ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου

Η μεγαλύτερη κατανάλωση παρουσιάζεται σε κλειστές αθλητικές εγκαταστάσεις με πισίνες και λόγω της υψηλής ζήτησης θερμικής ενέργειας (θέρμανση πισίνας, θέρμανση χώρων, κλίβανοι κτλ.). Οι τιμές αυτές είναι ακόμα μεγαλύτερες όταν υπάρχουν ειδικά Η/Μ συστήματα.

Την μικρότερη κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζουν τα σχολεία και οι κλειστές αθλητικές εγκαταστάσεις με γυμναστήρια. Τα σχολεία λειτουργούν συνήθως 9 μήνες, τις πρωινές ώρες, έχουν λίγες εγκατεστημένες ηλεκτρικές συσκευές, δεν ψύχονται, δεν κλιματίζονται, ενώ τα θερμικά φορτία, τους είναι περιορισμένα λόγω της υψηλής συγκέντρωσης ατόμων. Τα γυμναστήρια συνήθως δεν κλιματίζονται παρά μόνο κατά την διάρκεια αγώνων, ενώ τα θερμικά τους φορτία είναι πολύ περιορισμένα.

Τα ξενοδοχεία είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα, αν ληφθεί υπόψη ότι το μεγαλύτερο ποσοστό λειτουργούν λιγότερο από έξι μήνες ετησίως. Σε περίπτωση ετήσιας λειτουργίας όλων των ξενοδοχειακών μονάδων, ο ενεργειακός δείκτης θα ήταν αρκετά υψηλότερος. Τα ξενοδοχεία είναι συνήθως χώροι πολυτελείας, και τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των υψηλών απαιτήσεων των πελατών, είναι αρκετά ενεργοβόρα.

Τα αεροδρόμια, εξαιτίας των υψηλών προδιαγραφών για τις συνθήκες των εσωτερικών χώρων τους, αλλά και της παρατεταμένης 24ωρης λειτουργίας τους, παρουσιάζουν υψηλή κατανάλωση ενέργειας κυρίως για τον κλιματισμό και για φωτισμό. Αρκετά ενεργοβόρος είναι και ο εξοπλισμός για τις ανάγκες φωτισμού στους χώρους πίστας.

Τα κτίρια γραφείων και εμπορικών, έχουν αυξημένη ζήτηση ενέργειας λόγω της συνεχής λειτουργίας του Η/Μ εξοπλισμού κατά τις ώρες λειτουργίας τους. Οι εργαζόμενοι επιβαρύνουν αρκετές φορές την κατάσταση αυτή με την περιττή λειτουργία του εξοπλισμού, αφού δεν είναι αυτοί που χρεώνονται άμεσα το ενεργειακό κόστος.

Τα κτίρια κατοικιών έχουν χαμηλότερο ενεργειακό δείκτη συγκριτικά με τα υπόλοιπα κτίρια, αλλά αν ληφθεί υπόψη ο μεγάλος αριθμός των κατοικιών γίνεται αντιληπτό ότι η συμμετοχή τους στην κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα είναι πολύ μεγάλη. Οι ενεργειακοί δείκτες των κατοικιών αναμένεται να αυξηθούν ακόμη περισσότερο με τη συνεχή αύξηση της χρήσης κλιματιστικών συστημάτων.

#### **2.2.4 Πολιτικές και μέτρα**

Η επίτευξη των εθνικών ενεργειακών στόχων τόσο για το 2020 όσο και σε πιο μακροχρόνιο ορίζοντα, όπως το 2050, απαιτεί το σχεδιασμό, την υιοθέτηση, καθώς και την παρακολούθηση εφαρμογής και αξιολόγηση μέτρων ενεργειακής πολιτικής, ικανών να δημιουργούν το πλαίσιο για την εξέλιξη του μίγματος της ηλεκτροπαραγωγής και των τάσεων στους τομείς τελικής κατανάλωσης ενέργειας, σύμφωνα με τους άξονες του εθνικού ενεργειακού σχεδιασμού.

Τα μέτρα αυτά αφορούν σε:

- παρεμβάσεις/αλλαγές κυρίως στο νομοθετικό και κανονιστικό πλαίσιο
- έργα υποδομών
- ανάπτυξη μηχανισμών της αγοράς καθώς και χρηματοδοτικών εργαλείων ή/και κινήτρων
- υιοθέτηση και προώθηση νέων ενεργειακών τεχνολογιών με προστιθέμενη αξία
- εκπαίδευση και επιμόρφωση επαγγελματιών ή/και κοινωνικών ομάδων
- δράσεις ενημέρωσης και προώθησης για την αλλαγή της καταναλωτικής συμπεριφοράς
- ανάπτυξη ενός μηχανισμού για την παρακολούθηση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτών των μέτρων ενεργειακής πολιτικής



Προφανώς σε κάθε περίπτωση, η υιοθέτηση και εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου και δεσμευτικού ρυθμιστικού πλαισίου για την επίτευξη περιβαλλοντικών και ενεργειακών στόχων, έχει και θα συνεχίσει να έχει καταλυτικό ρόλο ως προς την ανάπτυξη και διείσδυση τόσο των τεχνολογιών ΑΠΕ όσο και των τεχνολογιών βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Τα μέτρα πολιτικής στην κατανάλωση ενέργειας, αποτελούν ουσιαστικά συνέχεια και εξέλιξη των αντίστοιχων μέτρων που έχουν ήδη παρουσιαστεί στο 1ο και 2ο Εθνικό ΣΔΕΑ και τα οποία έχουν ποσοτικοποιηθεί, αναφορικά με τα ενεργειακά τους οφέλη, μέχρι και το 2016 ώστε να επιτυγχάνεται ο εθνικός στόχος για εξοικονόμηση ενέργειας, σύμφωνα με τα όσα προβλέπει η Οδηγία 2006/32/EK. Επισημαίνεται ότι σημαντικός αριθμός από τα μέτρα αυτά έχουν ήδη ληφθεί υπόψη για την επίτευξη των εθνικών ενεργειακών στόχων για το 2020, σύμφωνα και με το Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις ΑΠΕ, ενώ όπως είναι φυσικό περιγράφονται και μέτρα που η εφαρμογή τους θα είναι εφικτή σε χρονικό ορίζοντα μετά το 2020, καθώς απαιτείται πέρα από επιπρόσθετες κανονιστικές παρεμβάσεις, η τεχνολογική και εμπορική ωρίμανσή τους.

Οι άξονες σχεδιασμού αυτών των μέτρων, έχουν λάβει υπόψη το διαφαινόμενο και υπολογισμένο δυναμικό για εξοικονόμηση ενέργειας και βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε όλους τους τελικούς τομείς κατανάλωσης, ενώ έχουν επιπλέον αναλυθεί και σε οριζόντια μέτρα ή μέτρα ειδικού ενδιαφέροντος (π.χ. δημόσιος τομέας). Οι τομείς με το μεγαλύτερο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας είναι τα κτίρια, οι μεταφορές, και η βιομηχανία.

Οι θεσμικές παρεμβάσεις που αφορούν στην ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων, αναμένεται να συνεισφέρουν σημαντικά προς την κατεύθυνση βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ενώ ο στόχος για νέα κτίρια που θα πρέπει να καλύπτουν το σύνολο της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσής τους με συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αναμένεται, όταν εφαρμοστεί, να αλλάξει ριζικά την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων.

Η ενεργειακή αναβάθμιση των υπάρχοντων κτιρίων αποτελεί και τη μεγαλύτερη πρόκληση για την επίτευξη των στόχων εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα, καθώς η ενεργειακή συμπεριφορά του υπάρχοντος κτιριακού αποθέματος είναι αυτή που ουσιαστικά θα καθορίζει και το δείκτη ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού τομέα. Στο πλαίσιο αυτό, μείζονος σημασίας είναι το μίγμα των μέτρων ώστε ο ρυθμός ενεργειακής αναβάθμισης των κτιρίων να είναι αρκετός ώστε να επιτευχθούν οι ενεργειακοί στόχοι.

Η ανάπτυξη μηχανισμών της αγοράς, όπως οι Εταιρείες Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών και τα λευκά πιστοποιητικά, για την προώθηση ενεργειακά αποδοτικών

υπηρεσιών θα βοηθήσει σημαντικά προς αυτήν την κατεύθυνση, και θα πρέπει να υποστηριχθούν κανονιστικά αλλά και οικονομικά.



**Εικόνα 2.1:** Μηχανισμοί της αγοράς

Στο Σενάριο Εξοικονόμησης Ενέργειας λαμβάνονται υπόψη και μια σειρά από επιπτώσεις υπάρχοντων πολιτικών και δράσεων οι οποίες είναι:

- Οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων. Στο Σενάριο Εξοικονόμησης Ενέργειας λαμβάνεται υπόψη η βελτιωμένη ενεργειακή συμπεριφορά των νέων κτιρίων, καθώς και βελτιώσεις στα υφιστάμενα κτίρια.
- Οδηγία 2003/30/EK για την προώθηση των βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων στον τομέα των μεταφορών. Έχει ληφθεί υπόψη η οδηγία για τη χρήση των βιοκαυσίμων στις μεταφορές.
- Εθελοντική συμφωνία μεταξύ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και των αυτοκινητοβιομηχανιών (ACEA, KAMA, JAMA) σχετικά με τη διείσδυση στην αγορά αυτοκινήτων με καλύτερη απόδοση και χαμηλότερες εκπομπές. Η εθελοντική αυτή συμφωνία έχει ενσωματωθεί στα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται.
- Οδηγία 2001/77/EK για την προώθηση της αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Στο σενάριο που διαμορφώθηκε υιοθετείται η διείσδυση των ΑΠΕ στην ηλεκτροπαραγωγή σύμφωνα με την 3η Εθνική έκθεση για την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ.
- Συνέχιση των έργων υποδομής για τη διείσδυση του φυσικού αερίου στον οικιακό και τριτογενή, την επέκταση του δικτύου ώστε να καλυφθούν πρόσθετοι

βιομηχανικοί καταναλωτές, και την υλοποίηση των έργων για τη διασύνδεση του δικτύου με τα δίκτυα γειτονικών χωρών.

- ΕΣΚΔΕ –2 Για τις εγκαταστάσεις που εμπίπτουν στο μηχανισμό εμπορίας εκπομπών.
- Υπουργική Απόφαση - ΥΑ Δ5-ΗΛ/Β/ ΟΙΚ.20168/2006 - ΦΕΚ 1554/Β΄/24.10.2006 σχετικά με την “αντικατάσταση λαμπτήρων φωτισμού στα κτίρια δημόσιου τομέα”.

## 2.3 Συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων

### 2.3.1 Ανάγκη για συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων

Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας βελτιώνουν τις συνθήκες άνεσης των κτιρίων και αποδίδουν τεράστια οικονομικά οφέλη. Το B.E.M.S, ή αλλιώς το Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου, είναι ένα σύστημα το οποίο επιτρέπει στον χρήστη να παρακολουθεί και να ρυθμίζει την λειτουργία όλων των συστημάτων που υπάρχουν σε ένα κτίριο ηλεκτρικών και ηλεκτρομηχανολογικών αλλά και ενεργοβόρων μονάδων HVAC), μέσω μιας οθόνης ή ενός Η/Υ. Το σύστημα B.E.M.S εφαρμόζεται κυρίως σε κτίρια όπου υπάρχουν πολλοί χώροι ίδιας ή διαφορετικής φύσεως και επισκεψιμότητας, και που λόγω αυτού καθίσταται πολύ δύσκολη έως αδύνατη η παρακολούθηση και η διαχείριση τους.

Το σύστημα B.E.M.S είναι πλέον απαραίτητο, όχι μόνο γιατί δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να παρακολουθεί ενεργειακά ολόκληρο το κτίριο σε μία οθόνη, αλλά και γιατί με μία καλή μελέτη και οργάνωση των χρονοπρογραμμάτων, βάσει ενός προσεκτικού σεναρίου λειτουργίας του κτιρίου, θα μπορούσε να εξοικονομεί ενέργεια και να εξασφαλίζει περισσότερο χρόνο καλής λειτουργίας όλων των συστημάτων που διαχειρίζεται. Για παράδειγμα, σε ένα κτίριο γραφείων, το σύστημα B.E.M.S μπορεί να σβήσει τα φώτα όταν σχολάσουν οι εργαζόμενοι, οπότε δεν υπάρχει ο φόβος να ξεχαστούν αναμμένα και ούτε χρειάζεται να τρέχει κάποιος να ελέγχει σε κάθε γραφείο για να δει αν έχουν σβήσει.

Επίσης, στην περίπτωση που υπάρχουν δύο συστήματα όπου το ένα είναι εφεδρεία του άλλου το σύστημα B.E.M.S φροντίζει ώστε ο χρόνος λειτουργίας να είναι ίδιος και για τα δύο, και με αυτόν τον τρόπο να εξασφαλίζει περισσότερο χρόνο καλής λειτουργίας των συστημάτων αυτών. Στα κτίρια όπου υπάρχει κεντρικός κλιματισμός, το B.E.M.S παίζει καταλυτικό ρόλο στον συντονισμό των λειτουργιών των συστημάτων που χρειάζονται για την υλοποίηση του κλιματισμού, όπως είναι οι ανεμιστήρες (προσαγωγής/απαγωγής αέρα), οι ψυκτικές μονάδες, οι λέβητες, οι

κυκλοφορητές, οι μονάδες Fan cool κλπ. Εκτός από τον φωτισμό και τον κλιματισμό, το σύστημα B.E.M.S μπορεί να ελέγχει και άλλα ενεργειακά συστήματα σε ένα κτίριο, όπως την ομαλή λειτουργία των ανελκυστήρων, του H/Z, των αντλιών όμβριων και ακαθάρτων νερών, των πεδίων χαμηλής τάσης, της μεταγωγής των ηλεκτρικών φορτίων από την κύρια παροχή (Δ.Ε.Η) στην εφεδρική (H/Z), των UPS κλπ.

Το σύστημα B.E.M.S απαρτίζεται από ένα ή πολλά P.L.Cs (programmable logic controller), τα οποία συλλέγουν και “μεταφράζουν” τα δεδομένα από τους αισθητήρες που έχουν τοποθετηθεί στο κτίριο σε διάφορα σημεία ελέγχου (όπου υπάρχουν συστήματα που είναι επιθυμητός ο έλεγχος της λειτουργίας τους). Τα P.L.Cs εκτελούν τις εντολές του χρήστη μέσω του προγράμματος SCADA, το οποίο είναι εγκαταστημένο στον H/Y. Το SCADA είναι ένα πρόγραμμα που απεικονίζει γραφικά τα συστήματα και τα δεδομένα και βοηθά πολύ τον χρήστη να καταλάβει τι είναι αυτό που βλέπει και πώς να το χειριστεί. Τα σύγχρονα P.L.Cs είναι εφοδιασμένα με περισσότερες δυνατότητες και ταχύτητες επεξεργασίας. Για παράδειγμα, πολλοί οίκοι, τον τελευταίο χρόνο, προσθέσανε στον κατάλογο τους και μια σειρά από P.L.Cs τα οποία έχουν ενσωματωμένο http/WEB και FTP server, κάτι που σημαίνει ότι το SCADA μπορεί τρέχει στο P.L.C και ο χρήστης να το παρακολουθεί από οποιοδήποτε μέρος του κόσμου, μέσω Internet.

Πλέον με τις δυνατότητες που παρέχει η τεχνολογία, τα συστήματα B.E.M.S μπορούν να συνεργαστούν με τα σύγχρονα Ενεργειακά Πληροφοριακά Συστήματα που αναλύουν και οργανώνουν την κατανάλωση και το προφίλ ενέργειας των πελατών/κτιρίων σε πολύ υψηλότερο επίπεδο ανάλυσης, ευφυΐας και παρουσίας (προχωρημένες τεχνολογίες Web), με αποτέλεσμα ο χρήστης να έχει την πλήρη εικόνα και έλεγχο της λειτουργίας και της λειτουργικότητας του κτιρίου.

Με λίγα λόγια, ένα BEMS/BMS μπορεί να αποτελεί τμήμα και δομικό στοιχείο ενός ολοκληρωμένου Ενεργειακού Πληροφοριακού Συστήματος. Η βέλτιστη τακτική είναι ο συνδυασμός δύο συστημάτων (management information system/EIS και BEMS), έτσι ώστε να υπάρχει και ένας μηχανισμός ανάλυσης και στρατηγικής, βάσει του smart metering, αλλά κι ένας μηχανισμός αμφίδρομου και αυτόματου ελέγχου, ο οποίος να μπορεί να εμπλουτιστεί και με ειδικές ρουτίνες (P.L.C. programming).

Η μοντέρνα λοιπόν τακτική είναι η ενσωμάτωση των BEMS/BMS στα μοντέρνα Ενεργειακά Πληροφοριακά Συστήματα και η υποστήριξή τους από ένα έξυπνο Smart Metering δίκτυο, είτε μέσω των ίδιων των BEMS (Data Registers) είτε συμπληρωματικά με τεχνολογίες AMR (Automatic Meter Readings).

Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται παράγεται κατά το μεγαλύτερο μέρος από συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο- άνθρακα- λιγνίτη) τα οποία ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του άνθρακα. Εφαρμόζοντας στα κτίρια συστήματα όπως το

παραπάνω περιγραφόμενο, μπορεί να επιτευχθεί μείωση της κατανάλωσης ενέργειας από 10-50%, με ταυτόχρονη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων.

Τα οφέλη της εφαρμογής συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης γενικότερα, είναι πολλαπλά, όπως:

- ενεργειακά (εξοικονόμηση ενέργειας και θερμική/οπτική άνεση)
- οικονομικά (μείωση καυσίμων και κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων θέρμανσης-ψύξης-αερισμού-φωτισμού)
- περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων, περιορισμός φαινομένου του θερμοκηπίου)
- κοινωνικά (βελτίωση της ποιότητας ζωής)

### **2.3.2 Συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων που έχουν αναπτυχθεί**

Πράγματι, τα τελευταία χρόνια, οι σημαντικές προσπάθειες για την εφαρμογή των διαδικασιών ενεργειακής διαχείρισης επικεντρώθηκε στον κτιριακό τομέα, κάτι που υποδεικνύει την αύξηση των δεικτών κατανάλωσης ενέργειας. Λόγω της αύξησης των δεικτών κατανάλωσης ενέργειας, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δημοσίευσε την οδηγία 2002/91 σχετικά με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Η οδηγία αυτή προβλέπει ένα πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης για κάθε κτίριο, καθορίζοντας τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις ανάλογα με το μέγεθος του σε  $m^2$ . Παράλληλα με την οδηγία 2006/32, που αφορά την απόδοση της τελικής χρήσης της ενέργειας, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει θέσει ένα κατάλληλο περιβάλλον για τη συστηματοποίηση της διαδικασίας ενεργειακής διαχείρισης σε ενεργοβόρα κτίρια όπως νοσοκομεία, ξενοδοχεία, εμπορικά κέντρα και γραφεία.

Η εξέλιξη των συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης έχουν επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από την τεχνολογική πρόοδο των μικροεπεξεργαστών. Κατά το παρελθόν έχουν χρησιμοποιηθεί λιγότερο εξελιγμένα συστήματα, που εξυπηρετούσαν κυρίως ως συστήματα παρακολούθησης με αμελητέες λειτουργίες ελέγχου, ενώ ο βαθμός εξάρτησης από τον ανθρώπινο παράγοντα ήταν πολύ υψηλός. Πιο συγκεκριμένα, πολλά εργαλεία και μεθοδολογίες ενεργειακής διαχείρισης που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα παρέχουν εξειδικευμένες υπηρεσίες ενεργειακής διαχείρισης. Πέρα από αυτό, τα ενεργειακά συστήματα που έχουν αναπτυχθεί επικεντρώνονται σε ένα περιορισμένο αριθμό τύπου εξοπλισμού και σε συγκεκριμένο τύπο κτιρίων. Επιπλέον, υπάρχουν μια σειρά από εργαλεία ενεργειακής διαχείρισης που εκτός από την παροχή βοήθειας κατά τη διεξαγωγή ενεργειακών ελέγχων, έχουν ένα αριθμό από επιπλέον χαρακτηριστικά καθώς και πιο εξελιγμένα εργαλεία που ενσωματώνουν νοημοσύνη. Επίσης, έχουν αναπτυχθεί μεθοδολογίες σχετικά με την ανακαίνιση των κτιρίων με τρόπο που θα τα καταστήσουν ενεργειακά αποδοτικά. Οι μεθοδολογίες αυτές προχωράνε σε ένα αρχικό ενεργειακό έλεγχο για την εκτίμηση της ενεργειακής

κατάστασης του κτιρίου και για την αξιολόγηση των διαφόρων σεναρίων όσον αφορά την αναβάθμιση τους σε ένα πιο ενεργειακά αποδοτικό επίπεδο. Τέτοιες μεθοδολογίες είναι το “Tobus”, “Xenios” και το “Eriqr–Investimno” που έχουν παρουσιαστεί μέσω των προγραμμάτων Joule II, Altener και Growth. Λαμβάνοντας υπόψη την εναρμόνιση με τους στόχους της οδηγίας EPBD 91/2002, καινοτόμα εργαλεία αναπτύχθηκαν όπως το “EPA-ED” και το “EPA-NR”, για την ενίσχυση των διαδικασιών που σχετίζονται με τους ενεργειακούς ελέγχους σε κτίρια, στηρίζοντας έτσι τους σχεδιαστές και τους εμπειρογνώμονες που είναι επιφορτισμένοι για την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων, σύμφωνα με την πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Επιπλέον, η βάση δεδομένων “Datamine”, έχει διαμορφωθεί ώστε τα δεδομένα να μπορούν να συλλέγονται από την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων σε όλες τις χώρες της Ε.Ε.

Ανάλογα με τις μεθοδολογίες εργαλείων ενεργειακής απόδοσης που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη, οι πιο γνωστές στην αμερικανική ήπειρο είναι οι “Global Environmental Method” (GEM), “Energy Star” και “Building for Environmental and Economic Sustainability 3.0” (BEES). Η μεθοδολογία “GEM” έχει αναπτυχθεί στον Καναδά και αποτελεί μια online ενεργειακή διαδικτυακή αξιολόγηση κτιρίου και εφαρμογή διαχείρισης. Το “Energy Star” αφορά την απονομή του “Energy Star” πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης εξοπλισμού και τεχνολογίας κτιρίων, τη στιγμή που το “BEES 3.0” αναπτύχθηκε στο “ερευνητικό εργαστήριο κτιρίων και πυρκαγιάς” του Εθνικού Ινστιτούτου Προτύπων και Τεχνολογίας (NSIT) και αφορά μια αυτοματοποιημένη μεθοδολογία για τη μέτρηση της περιβαλλοντικής και οικονομικής αποδοτικότητας διαφόρων οικοδομικών και κτιριακών προϊόντων. Επίσης, το εργαλείο προσομοίωσης “Equest” αναπτύχθηκε από το “DOE2.com” και χρησιμοποιείται κυρίως στην Καλιφόρνια, πραγματοποιεί λεπτομερή ανάλυση των σύγχρονων τεχνολογιών σχεδιασμού κτιρίων διευκολύνοντας τις τεχνικές προσομοίωσης κτιριακών χρήσεων ενέργειας. Το εργαλείο “Building Design Advisor”, επίσης αναπτυγμένο στην Καλιφόρνια, προσφέρει μια αντικειμενοστραφή αναπαράσταση του κτιρίου και του πλαισίου του, παρέχοντας τη συντήρηση πολλαπλών εναλλακτικών λύσεων. Τέλος, στον Καναδά, το δημοφιλές διεθνές εργαλείο “RETScreen” επιδιώκει να αξιολογήσει την εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ενεργειακής απόδοσης σε παγκόσμιο επίπεδο.

Σήμερα, με την εξέλιξη της τεχνολογίας των πληροφοριών (IT), ευφυή μοντέλα έχουν αναπτυχθεί για την ενέργεια στον κτιριακό τομέα, με στόχο τη διατήρηση των συνθηκών άνεσης των χρηστών των κτιρίων και την ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης. Επιπλέον, η χρήση ευφύων μοντέλων υποστήριξης αποφάσεων για διαχείριση ενέργειας, ενεργειακούς ελέγχους και για τη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης, που αφορούν κυρίως μακροπρόθεσμες στρατηγικές προτάσεις για λήψη μέτρων ανακαίνισης και παρεμβάσεις στις ενεργειακές εγκαταστάσεις, είναι μεγάλης σημασίας. Τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων (BEMS) μέχρι πρόσφατα απλά κατέγραφαν τα ενεργειακά δεδομένα δίχως τη δυνατότητα περαιτέρω επεξεργασίας και ανάλυσης, όσον αφορά την παροχή βοήθειας στην επιλογή των

πιθανών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Εκεί στηρίχθηκε η φιλοσοφία της εταιρείας Intelen. Πολλές έρευνες σε όλο τον κόσμο, δείχνουν ότι όταν οι καταναλωτές λαμβάνουν τις ενεργειακές πληροφορίες που παρέχονται μέσω έξυπνων μετρητών και λογισμικού ειδικών υπηρεσιών τότε λαμβάνουν περισσότερα μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση της ζήτησης. Η Intelen ενισχύει αυτή την άποψη αυξάνοντας την ενεργειακή ευαισθητοποίηση και αλλάζοντας την συμπεριφορά προσέγγισης του πελάτη, χρησιμοποιώντας σύγχρονη τεχνολογία Web 2.0 και κοινωνικές τεχνολογίες. Η εταιρεία ενισχύει την προσφορά ζήτηση (DR) και την επικοινωνία ενεργειακής αποδοτικότητας (άμεση εξοικονόμηση) μεταξύ υπηρεσιών και καταναλωτών, μέσω εντατικής διαχείρισης των στοιχείων των μετρητών σε πραγματικό χρόνο, όπως επίσης μέσω υπηρεσίες “cloud 2.0”, κοινωνικών ενεργειακών δικτύων και διαγωνισμών.

Η υπηρεσία Energy Analytics του Intelen group, θα συνδυάσει δύο μεγάλες αγορές, την αγορά της Ενέργειας και τον χώρο του IT. Ο ενεργειακός χώρος στην Ελλάδα θα παρουσιάσει μεγάλη ανάπτυξη τα επόμενα χρόνια με την χρησιμοποίηση των ΑΠΕ - Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας- και την απελευθέρωση της αγοράς για την χαμηλή τάση και τους οικιακούς καταναλωτές. Η έννοια της εξοικονόμησης ενέργειας - κόστους- και των νεόφερτων “ενεργειακών υπηρεσιών” θα αποκτήσει ιδιαίτερη βαρύτητα και θα αποτελέσει σημείο αναφοράς για την δημιουργία νέων εταιριών παροχής υπηρεσιών. Λόγω της νέας αγοράς, ο ανταγωνισμός την παρούσα φάση είναι μικρός αλλά όχι αμελητέος. Αυτή την στιγμή στην Ελλάδα δεν υπάρχουν εταιρίες παροχής ολοκληρωμένων ενεργειακών υπηρεσιών και added value services, μέσω του Internet. Η σύνδεση του IT με το χώρο της ενέργειας θα δημιουργήσει μία νέα προσοδοφόρο Niche αγορά, αυτή των Ενεργειακών Πληροφοριακών Συστημάτων, όπως ήδη έχει γίνει με την εισαγωγή του IT στην λογιστική -ERP- και το Marketing - CRM-. Η καινοτομική παροχή της παρούσας υπηρεσίας θα χρησιμοποιήσει το Internet και τις συνδέσεις ADSL, προσδίδοντας μία νέα προοπτική στην εγκατάσταση και χρησιμοποίηση τέτοιων συνδέσεων, μιας και ο πελάτης πια θα χρησιμοποιεί το Internet και το ADSL όχι μόνο για ψυχαγωγία αλλά και ως αμφίδρομο μέσο λήψης ενεργειακής και λοιπής υπηρεσίας και άρα μέσο μείωσης του οικογενειακού κόστους για ενεργειακές υπηρεσίες –πχ. Ηλεκτρικό, θέρμανση-.

Ο χρήστες, μέσω της υπηρεσίας Energy Analytics θα μπορούν να έχουν:

- Ορθολογική και συστηματική παρακολούθηση όλων των ενεργειακών πόρων-δεικτών μιας εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάνελ. Πλήρης εικονική κατανομή της παραγωγής και παροχής ενέργειας.
- Συνεχής εποπτεία και άμεση ενημέρωση για πιθανές μετρούμενες ενεργειακές βλάβες, υπερκαταναλώσεις και εκτίμηση των peak loads του inverter ο οποίος συνδέεται με το φωτοβολταϊκό.
- Δυνατότητες επεξεργασίας δεδομένων για λήψη ορθής απόφασης και εκτίμηση κόστους κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και μελλοντικής πρόβλεψης

βάση κλιματολογικών συνθηκών (πχ. Ηλιοφάνεια, Φυσικές παράμετροι, θερμοκρασία)

- Real-time επεξεργασία ενεργειακών δεδομένων δημιουργία ενεργειακών προφίλ της εγκατάστασης ΑΠΕ. Συμβουλευτικές ενεργειακές added-value υπηρεσίες μέσω διαδικτύου και εξ αποστάσεως
- Real-time επεξεργασία περιβαλλοντολογικών δεδομένων και δημιουργία περιβαλλοντολογικών συσχετίσεων. Ανάλυση και εκτίμηση CO2 εκπομπών και δημιουργία ειδικής βάσης γνώσης για περιβαλλοντολογικά στοιχεία
- Δημιουργία και επεξεργασία ειδικών KPI δεικτών και ενεργειακού δυναμικού dashboard, για συνεχή μέτρηση των επενδυτικών δεικτών, ποσοστά κέρδους μέσω της πώλησης στον ΔΕΣΜΗΕ, οικονομοτεχνική ανάλυση σε σχέση με τον χρόνο και τις καιρικές εκτιμήσεις
- Ορθολογική και συστηματική παρακολούθηση, μέσω portal, όλων των ενεργειακών αποδόσεων ενός καταναλωτή ή κτιρίου ή Παραγωγικής Μονάδας
- Συνεχής εποπτεία και άμεση ενημέρωση για πιθανές μετρούμενες ενεργειακές βλάβες, υπερκαταναλώσεις, εκτίμηση των απορροφήσεων και των θερμικών διαρροών ενός κτιρίου ή εργοστασίου
- Δυνατότητες επεξεργασίας δεδομένων για λήψη ορθής απόφασης και εκτίμηση κόστους κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και μελλοντικές προβλέψεις βάση κλιματολογικών συνθηκών εκτός κτιρίου (συσχέτιση εξωτερικής θερμοκρασίας και κόστους θέρμανσης)
- Real-time επεξεργασία ενεργειακών δεδομένων και δημιουργία-αποθήκευση ενεργειακών προφίλ κτιρίων τα οποία θα συμβάλλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας (Εθνική Βάση Ενεργειακών Ταυτοτήτων)
- Δυνατότητες στατιστικών αρχείων για αξιολόγηση ενεργειακής κατανάλωσης και πρόβλεψης υψηλών φορτίων και κόστους κατανάλωσης ενέργειας
- Διαχείριση και συσχέτιση ρύπων και CO2 και αξιολόγηση της ενεργειακής κατανάλωσης σε σχέση με την παραγωγή ρύπων. Παράλληλα μοντέλα διαχείριση και εκτίμησης ρύπων με βάση τα ενεργειακά μεγέθη
- Διαρκής ενημέρωση Ενεργειακών Μεγεθών και κατανάλωσης μέσω κινητού τηλεφώνου και mobile services (iPhone).

Το group έχει ήδη διακριθεί σε Εθνικό και Ευρωπαϊκό επίπεδο (βραβείο Καινοτομίας OTENET 2006, TOP-5 ALBA σε Πράσινη Επιχειρηματικότητα 2008, παρουσίαση στο Innovation Academy Microsoft 2008, μέλος Ακαδημίας Καινοτομίας E.E i-techpartner, καλύτεροι νέοι ερευνητές στην Ελλάδα το 2007 STATUS Magazine) με αρκετά Διπλώματα ευρεσιτεχνίας σε αλγορίθμους διαχείρισης ενέργειας και γνωστικών πόρων και πλήθος Δημοσιεύσεων σε συνέδρια και περιοδικά.



## **Κεφάλαιο 3. Σύστημα Κτιριακού Αυτοματισμού και Ενεργειακής Διαχείρισης Dupline**

---



### 3.1 Εισαγωγή

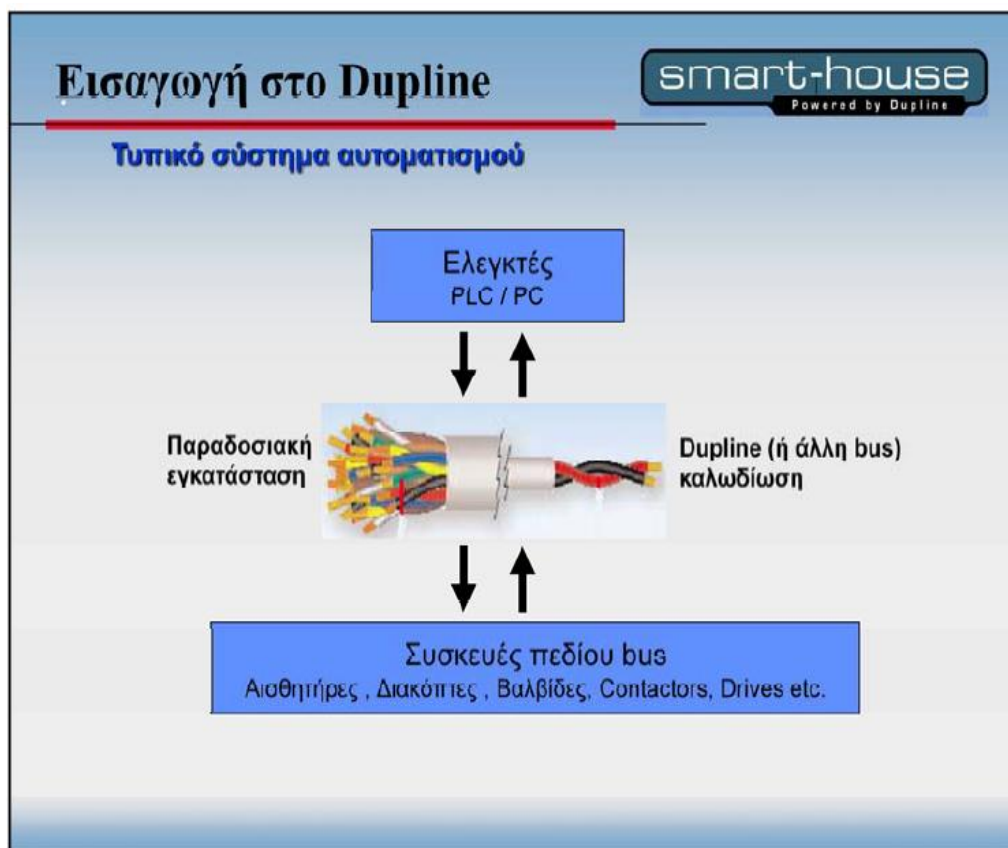
Στα παραπάνω κεφάλαια έγινε κατανοητή η ανάγκη ύπαρξης ενός συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων καθώς οι λειτουργίες των κτιρίων γίνονται βαθμιαία όλο και περισσότερο σύνθετες και οι απαιτήσεις για αλληλεπίδραση μεταξύ τους αυξάνονται. Για τον σκοπό της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα χρησιμοποιηθεί το σύστημα αυτοματισμού Dupline.

Το 1982, ο Δανός ιδιοκτήτης της εταιρείας Electromatic, συνέλαβε την ιδέα δημιουργίας ενός συστήματος που θα μπορούσε να μεταφέρει πολλά σήματα μέσα από 1 ζεύγος αγωγών με στόχο την μείωση των απαιτούμενων καλωδιώσεων. Ύστερα από 4 χρόνια ερευνών και δοκιμών οι μηχανικοί της Electromatic παρουσίασαν στην αγορά ένα επαναστατικό προϊόν το οποίο ονομάστηκε Dupline (Διπλή Γραμμή). Από το 1986 μέχρι σήμερα το Dupline εξελίσσεται συνεχώς, διατηρώντας την αρχική φιλοσοφία και συνεχίζει να επεκτείνεται σε πλήθος νέων εφαρμογών.

Το Dupline είναι ένα bus πεδίου κατάλληλο για βιομηχανικό και κτιριακό περιβάλλον που προσφέρει μοναδικές λύσεις σε μια ευρεία σειρά εφαρμογών κτιριακού ή βιομηχανικού αυτοματισμού, διανομής ύδατος, διαχείρισης ενέργειας, συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού, σιδηροδρόμων και πολλά άλλα. Το σύστημα είναι ικανό για τη μετάδοση πολλαπλών ψηφιακών και αναλογικών σημάτων σε αποστάσεις έως και 10 km, κάνοντας χρήση δυο συνηθισμένων αγωγών. Ο σχεδιασμός του υλικού και η απλή αρχή λειτουργίας επιτρέπει ακόμα και στους αρχάριους να το χρησιμοποιούν αποτελεσματικά σε νέες ή υπάρχουσες εφαρμογές. Οι λύσεις ολοκληρώνονται με το συνδυασμό των διαφόρων μονάδων Dupline, που περιλαμβάνουν μονάδες ψηφιακών και αναλογικών I/O, μονάδες επικοινωνίας με PLC και PC, HMIs (οθόνες κειμένου- επαφής- ενδεικτικά) και ενσύρματα ή ασύρματα modem. Όλες οι μονάδες σε μια εγκατάσταση συνδέονται με το ίδιο 2σύρματο καλώδιο που χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των μονάδων και ενός κεντρικού ελεγκτή.

Το Dupline χρησιμοποιείται συνήθως ως σύστημα απομακρυσμένων input/output (εισόδων/εξόδων) δημιουργώντας μια σύνδεση μεταξύ των μονάδων του πεδίου όπως: αισθητήρες, relay, βαλβίδες, μπουτόν κλπ. και του κεντρικού ελεγκτή ο οποίος μπορεί να είναι ένα PLC ή ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής ή ακόμα και ένας ελεγκτής Dupline. Το Dupline μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης σαν σύστημα αντικατάστασης καλωδίων όπου τα σήματα μεταδίδονται από κάθε πομπό στον αντίστοιχο δέκτη χωρίς να μεσολαβεί κάποιος ελεγκτής ή άλλη έξυπνη μονάδα. Τα συστήματα Dupline μπορούν να μεταδοθούν όχι μόνο ενσύρματα αλλά και μέσω οπτικών ινών, radio modem, μισθωμένες τηλεφωνικές γραμμές ή GSM modem. Η αξιοπιστία του συστήματος έχει αποδειχθεί από το 1986 σε περισσότερες από 150.000 εγκαταστάσεις. Ακόμα και με την εισαγωγή των ASIC ολοκληρωμένων

κυκλωμάτων σε όλες τις νέες μονάδες, αυτές εξακολουθούν να είναι συμβατές με εκείνες που τοποθετήθηκαν πριν από 26 χρόνια.



Εικόνα 3.1: Σύστημα αυτοματισμού Dupline

Το δίκτυο Dupline διαφέρει από τις υπάρχουσες αντιλήψεις της αγοράς αφού παρουσιάζει ένα τελείως διαφορετικό τρόπο για την ολοκλήρωση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης. Εκτός από την ολοκλήρωση των λειτουργικών αναγκών του ιδιοκτήτη του σπιτιού, διευκολύνει σημαντικά την δουλειά του εγκαταστάτη. Η βασική φιλοσοφία είναι ότι δεν απαιτούνται γνώσεις μηχανικού ή επίπονη εκπαίδευση για το σχεδιασμό και εγκατάσταση ενός συστήματος αυτοματισμού για μικρά και μεσαία κτήρια. Τα εργαλεία για κωδικοποίηση, έλεγχο και ρύθμιση του συστήματος έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι απλά στη χρήση, ενώ ταυτόχρονα η καλωδίωση είναι επίσης απλή με ελάχιστους περιορισμούς στον τύπο και τη δρομολόγηση των καλωδίων. Η φιλοσοφία της καλωδίωσης σε συνδυασμό με τα αποκεντρωμένα εξαρτήματα είναι ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό του συστήματος. Τα 2 καλώδια απλά ακολουθούν το δρόμο της συμβατικής καλωδίωσης μέσα από τους ίδιους σωλήνες. Η δυνατότητα αυτή κάνει την εγκατάσταση εύκολη και ευέλικτη καθώς καταργούνται πολλές συμβατικές καλωδιώσεις προς τον κεντρικό πίνακα. Επιπλέον οι συσκευές Dupline τροφοδοτούνται από χαμηλή συνεχή τάση 8Vdc περίπου, η οποία είναι απολύτως ασφαλής (π.χ. για χρήση σε παιδικά δωμάτια, εξωτερικούς χώρους κλπ).

### 3.2 Κριτήρια επιλογής Dupline

Για την επιλογή συστήματος κτιριακού αυτοματισμού πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφοροι παράγοντες όπως το κόστος, η αντοχή έναντι θορύβου, η απόσταση μετάδοσης, η οικονομική αποτελεσματικότητα και η εύκολη λειτουργίας. Με βάση τους παράγοντες αυτούς επιλέχθηκε η χρησιμοποίηση του bus συστήματος αυτοματισμού Dupline.

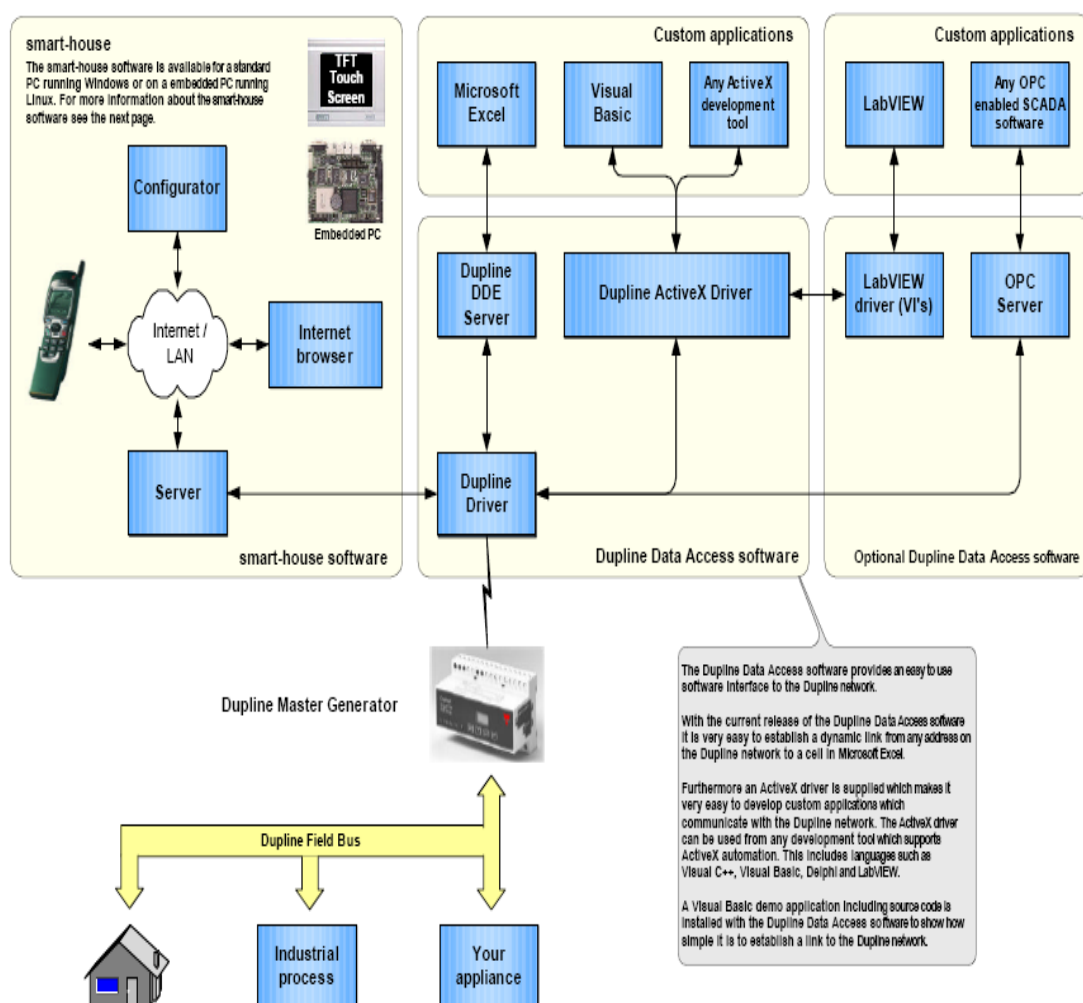
Το Dupline είναι σχεδιασμένο για να αποφεύγεται η χρήση περιττών υλικών. Πιο συγκεκριμένα, το Dupline bus ακολουθεί την ίδια διαδρομή με τα καλώδια ισχύος της συμβατικής ηλεκτρικής εγκατάστασης. Έτσι τα δεδομένα και η ηλεκτρική παροχή χρησιμοποιούν τον ίδιο σωλήνα. Επίσης πολλές συμβατικές καλωδιώσεις γίνονται περιττές με τη χρήση αποκεντρωμένων συσκευών Dupline. Η εγκατάσταση είναι απλή και γρήγορη ενώ αλλαγές της τελευταίας στιγμής πραγματοποιούνται πολύ εύκολα. Η υλοποίηση του συστήματος δεν απαιτεί ειδικές καλωδιώσεις. Καλώδια όπως αυτά που χρησιμοποιούνται για την συμβατική ηλεκτρική καλωδίωση ή απλό τηλεφωνικό καλώδιο μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς πρόβλημα. Επίσης τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες σε μία εγκατάσταση χαρακτηρίζονται από μικρό μέγεθος και χαμηλό κόστος. Τέτοιες συσκευές είναι οι διακόπτες φωτισμού, οι ανιχνευτές προσέγγισης για παράθυρα και πόρτες, οι ειδικοί μετατροπείς συμβατικών υλικών σε “έξυπνες” κλπ. Επιπρόσθετα, η απλή καλωδίωση και ρύθμιση του συστήματος μαζί με την ευελιξία που προσφέρει, οδηγεί σε σημαντική μείωση του χρόνου εγκατάστασης και ολοκλήρωσης του έργου.

Αξιοσημείωτη είναι και η ευκολία χειρισμού, καθώς και η αξιόπεραστη ευελιξία. Η εκπαίδευση ενός ηλεκτρολόγου ή μηχανικού για την εγκατάσταση, κωδικοποίηση, έλεγχο και ρύθμιση ενός συστήματος Dupline μπορεί να γίνει σε μία μέρα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η διευθυνσιοδότηση και ρύθμιση του συστήματος γίνεται απλά, με λίγα και εύχρηστα εργαλεία, λαμβάνοντας υπόψη ελάχιστους κανόνες που πρέπει να τηρηθούν. Με το Dupline είναι εξαιρετικά απλή η σχεδίαση, επέκταση ή αλλαγή της εγκατάστασης. Η κατάσταση μιας λειτουργίας (συσκευές on ή off, εντολές ενε/απενεργοποίησης, alarm κλπ) μπορεί να ελεγχθεί και να διαβασθεί από οποιοδήποτε σημείο της εγκατάστασης και από πολλές συσκευές ταυτόχρονα. Η προσθήκη νέων στοιχείων ελέγχου ή επίβλεψης σε μία υπάρχουσα λειτουργία (π.χ. η προσθήκη ενός διακόπτη για το άναμμα του φωτισμού) ή αλλαγή της λειτουργίας (π.χ. ενεργοποίηση φωτισμού από ανιχνευτή κίνησης και όχι από διακόπτη), γίνεται εξαιρετικά εύκολα και γρήγορα. Επιπρόσθετα η δυνατότητα χρήσης υπάρχοντων καλωδιώσεων μπορεί να μειώσει αξιοσημείωτα το χρόνο εγκατάστασης.

Συνοπτικά τα κριτήρια που οδήγησαν σε αυτή την επιλογή είναι τα ακόλουθα:

- Δοκιμασμένο προϊόν εδώ και 25 χρόνια με περισσότερες από 200.000 εφαρμογές παγκοσμίως, αποτελεί ιστορικά το αρχαιότερο σύστημα διαύλου αυτοματισμού στον κόσμο και είναι Ευρωπαϊκής προελεύσεως (χώρα προέλευσης: Δανία).

- Ανοικτό πρωτόκολλο επικοινωνίας για σύνδεση με τα περισσότερα ανώτερα συστήματα αυτοματισμού του εμπορίου (PLC, SCADA, BMS, OPC Server κλπ).
- Υποστήριξη των γνωστότερων πρωτοκόλλων επικοινωνίας (Modbus RTU, Modbus TCP, Profibus-DP, Lonworks, Ethernet, κλπ).
- Υποστήριξη ασύρματων (RF – IR – GSM) και δικτυακών λύσεων (LAN, Internet).
- Μοναδική δυνατότητα πλήρους ανοσίας στον ηλεκτρικό θόρυβο.
- Αξιόπιστη μετάδοση σημάτων σε μεγάλες αποστάσεις έως και 10 km χωρίς χρήση αναμεταδοτών.
- Ελεύθερη τοπολογία καλωδίωσης, ακόμα και βρόγχου.
- Μεγάλη ποικιλία μονάδων I/O για σύνδεση με οποιοδήποτε συμβατικό υλικό του εμπορίου και με οποιοδήποτε τυποποιημένο σήμα εισόδων – εξόδων.
- Συντήρηση και επέκταση που δεν απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και εξοπλισμό.
- Συλλέγει δεδομένα σε μορφή ASCII ή EXCEL.
- Μπορεί είτε μόνο του, είτε σε συνεργασία με οποιοδήποτε PLC να ελέγξει και να διαχειριστεί όλα τα υποσυστήματα που διέπουν την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου.



**Εικόνα 3.2:** Μεταφορά δεδομένων από τη μονάδα Dupline Master Generator

Το Dupline παρουσιάζει πλεονεκτήματα σε όλες τις φάσεις ενός έργου. Κατά τη φάση προδιαγραφής, αποτελεί ένα αυτόνομο σύστημα που μπορεί να συνδεθεί με όλες σχεδόν τις συσκευές (ψηφιακές, αναλογικές, αριθμητικές) και τα σήματα και οι συσκευές καθορίζονται με τον ίδιο τρόπο όπως σε μια συμβατική εγκατάσταση. Στη φάση σχεδίασης, υπάρχει χαμηλό κόστος καλωδίωσης και χαμηλό κόστος εγκατάστασης σε σύγκριση με το συμβατικό τρόπο καλωδίωσης λόγω ανάγκης λιγότερων εργατικών και υλικών. Στην υλοποίηση, η εγκατάσταση του Dupline μπορεί εύκολα να εναρμονισθεί με το υπόλοιπο έργο και είναι δυνατόν να γίνουν αλλαγές τελευταίας στιγμής κατά τη διάρκεια του έργου χωρίς να χρειάζεται αναπροσαρμογή ολόκληρου του συστήματος. Επίσης τα υπάρχοντα καλώδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές περιπτώσεις μειώνοντας σημαντικά το κόστος του έργου. Κατά την εγκατάσταση και τη φάση δοκιμών, οι μονάδες συνδέονται απευθείας στα καλώδια του bus μειώνοντας τον αριθμό των ακροδεκτών και κλεμών, όπως και τον αριθμό των λάθος συνδέσεων. Η εξομοίωση και η παρακολούθηση της λειτουργίας του συστήματος γίνεται σε οπουδήποτε σημείο του δικτύου με ένα φορητό tester και ο προγραμματισμός των διευθύνσεων των μονάδων Dupline γίνεται

με το φορητό προγραμματιστή GAP1605 κάνοντας τη λειτουργία της μονάδας τόσο απλή που δεν απαιτούνται ειδικές γνώσεις ή ικανότητες. Τέλος, κατά τη λειτουργία και συντήρηση του έργου, υπάρχει αποδεδειγμένη αξιοπιστία σε όλες τις εγκαταστάσεις και παρέχει πρόσβαση στο σύστημα οποιαδήποτε ώρα και οπουδήποτε μέσω GSM ή internet.

### 3.3 Οι βασικές συσκευές ενός συστήματος Dupline

Το κύριο χαρακτηριστικό όλων των συσκευών ενός δικτύου Dupline είναι ότι συνδέονται στο δίκτυο χρησιμοποιώντας μόνο 2 αγωγούς. Το σύνολο των συσκευών μπορεί να ομαδοποιηθεί με διάφορους τρόπους: ενός δικτύου Dupline μπορεί να ομαδοποιηθεί με αρκετούς τρόπους: Σε εισόδους και εξόδους, σε συσκευές τροφοδοτούμενες από το δίκτυο Dupline ή από εξωτερική τροφοδοσία, ή σαν συσκευές τοποθέτησης σε κεντρικό πίνακα ή αποκεντρωμένης εγκατάστασης. Το Dupline προσφέρει μια ολοκληρωμένη σειρά από συσκευές απαραίτητες για τον αυτοματισμό ενός σύγχρονου κτιρίου όσον αφορά τον έλεγχο φωτισμού, φορτίων, ρολών και συναγερμού.



**Εικόνα 3.3:** Βασικές συσκευές Dupline

Η Κεντρική Μονάδα Ελέγχου (ονομάζεται και Γεννήτρια Καναλιών) αποτελεί την καρδιά κάθε έξυπνης κτιριακής εγκατάστασης. Ελέγχει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των συσκευών εισόδου και εξόδου καθώς και την επικοινωνία με ανώτερα συστήματα ελέγχου. Για πολύ μεγάλα κτίρια, πολλές Κεντρικές Μονάδες Ελέγχου μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους για να αυξήσουν τις δυνατότητες του συστήματος. Η Κεντρική Μονάδα μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου, συνήθως όμως τοποθετείται σε ένα κεντρικό πίνακα μαζί με άλλες συσκευές



Dupline ειδικές για σύνδεση σε ράγα. Οι ικανότητες της κεντρικής μονάδας ελέγχου επιτρέπουν στο σύστημα να λειτουργεί είτε αυτόνομα είτε σαν μέρος ενός μεγαλύτερου συστήματος. Όλες οι έξυπνες λειτουργίες του συστήματος, όπως ενεργοποίηση σε συγκεκριμένες ώρες, χρονικές και λογικές λειτουργίες κλπ. προγραμματίζονται μέσω ενός Η/Υ. Το ενσωματωμένο ρολόι πραγματικού χρόνου και το ημερολόγιο καταγράφει περιόδους όπως ώρες γραφείου και διακοπές. Κάθε Κεντρική Μονάδα δημιουργεί 128 διαφορετικές διευθύνσεις. Δεν υπάρχει περιορισμός στο πλήθος των συσκευών (εισόδων ή/και εξόδων) που έχουν την ίδια διεύθυνση, π.χ. 1000 button μπορούν να ελέγχουν την ίδια έξοδο καταλαμβάνοντας μόνο μία διεύθυνση. Κάθε Κεντρική Μονάδα έχει 3 θύρες επικοινωνίας: 2 RS232, 1 RS485. Έως 32 Κεντρική Μονάδες μπορούν να συνδεθούν σε δίκτυο RS-485 με χρήση του πρωτοκόλλου Modbus επιτρέποντας την απευθείας επικοινωνία με συστήματα SCADA ή BMS. Επίσης υποστηρίζουν ασύρματη δικτύωση μέσω εξωτερικού Radio Modem, ασύρματη επικοινωνία με χρήση κινητής τηλεφωνίας μέσω SMS μηνυμάτων (option), σύνδεση με Ethernet (με χρήση μετατροπέα RS-232 σε Ethernet). Τέλος η Κεντρική Μονάδα G3800x016 υποστηρίζει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των δικτυωμένων Κεντρική Μονάδων χωρίς να είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός Η/Υ ή ενός συστήματος BMS, SCADA ή PLC.



**Εικόνα 3.4:** Κεντρική Μονάδα Ελέγχου

Ο διακόπτης φωτισμού είναι το κύριο μέσο πρόσβασης του χρήστη στις λειτουργίες της εγκατάστασης για αυτό απαιτείται μια κομψή και ευέλικτη λύση. Προς το παρόν το Dupline περιέχει 4 διαφορετικούς τύπους διακοπών με διαφορετικό σχεδιασμό, ενώ όλοι οι τύποι έχουν ενσωματωμένο προσαρμογέα δικτύου, μπουτόν και led ανεξάρτητα προγραμματιζόμενα. Ένας διακόπτης φωτισμού μπορεί να ελέγξει όλες τις διαθέσιμες λειτουργίες του συστήματος όπως ρύθμιση έντασης φωτισμού, κίνηση ρολών, ενεργοποίηση συσκευών κλπ. ανάλογα με το πώς έχει προγραμματιστεί η

λειτουργία του διακόπτη. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα των διακοπών αυτών είναι ότι δεν απαιτούν εξωτερική τροφοδοσία γιατί τροφοδοτούνται από το δίκτυο Dupline (8Vdc περίπου), γεγονός που τους κάνει απολύτως ασφαλής στη χρήση. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλη απόσταση από το σπίτι, σε περιοχές όπου δεν υπάρχει ηλεκτρική παροχή. Κάθε ένα από τα πλήκτρα και τα led του διακόπτη μπορούν να αντιστοιχηθούν με οποιαδήποτε λειτουργία του συστήματος.



**Εικόνα 3.5:** Διακόπτης φωτισμού

Η μονάδα εισόδου γενικής χρήσεως για διακόπτες φωτισμού, επιτρέπει τη χρήση οποιουδήποτε συμβατικού μηχανικού διακόπτη του εμπορίου να χρησιμοποιηθεί με το δίκτυο Dupline. Με τον τρόπο αυτό ο χρήστης έχει απόλυτη ελευθερία στην επιλογή διακοπών της δικής του αισθητικής, αξιοποιώντας ταυτόχρονα τα πλεονεκτήματα που του δίνει το Dupline όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Η μονάδα αυτή τροφοδοτείται επίσης από το Dupline και έχει 4 επαφές εισόδου και μικρό μέγεθος που επιτρέπει την τοποθέτησή της μέσα στο κουτί διακοπών (πίσω από το συμβατικό διακόπτη). Με τη μονάδα αυτή είναι δυνατό να μετατραπεί ένα μέρος της κλασσικής εγκατάστασης σε τμήμα του δικτύου Dupline με το ελάχιστο κόστος. Οι ακροδέκτες της μονάδας μπορούν να δεχθούν καλώδιο διατομής 1.5mm<sup>2</sup>.



**Εικόνα 3.6:** Μονάδα εισόδου γενικής χρήσεως

Το αποκεντρωμένο ρελέ είναι μία πρωτοποριακή μονάδα εξόδου η οποία τροφοδοτείται από το δίκτυο και έχει μία επαφή ρελέ των 13Α ειδικά σχεδιασμένη για να χειρίζεται φορτία τυπικά σε μία κτιριακή εγκατάσταση. Εξαιτίας του μικρού μεγέθους του μπορεί να τοποθετηθεί μέσα σε ένα κουτί διακλάδωσης και σε οποιοδήποτε σημείο της εγκατάστασης, κοντά στο υπό έλεγχο φορτίο. Το ρελέ αυτό είναι ένα από τα στοιχεία που στηρίζουν την υψηλή ευελιξία που προσφέρει το Dupline και επιτρέπει την εύκολη επέκταση της υπάρχουσας εγκατάστασης. Η μονάδα απαιτεί 4 μόνο συνδέσεις: 2 καλώδια για το δίκτυο και 2 για τη φάση και τον ουδέτερο.



Εικόνα 3.7: Αποκεντρωμένο ρελέ

Οι κεντρικές μονάδες εισόδων/εξόδων συχνά θεωρούνται βασικά στοιχεία σε ένα δίκτυο Dupline και αποτελούνται από ένα μεγάλο πλήθος διαφορετικών συσκευών με κοινό χαρακτηριστικό την τοποθέτηση σε ράγα. Οι μονάδες αυτές είναι κληρονομιά από το δίκτυο Dupline για βιομηχανικές εφαρμογές. Η πιο κοινή από αυτές τις συσκευές είναι η μονάδα εξόδου 8x16A ρελέ, η μονάδα ρύθμισης φωτισμού (dimmer) 20-600W, η μονάδα ελέγχου ρολών με ειδικά ρελέ με εσωτερική μανδάλωση. Όλες οι κεντρικές μονάδες απαιτούν εξωτερική τροφοδοσία 24Vdc ή 220Vac και τοποθετούνται συνήθως σε κεντρικό πίνακα, μαζί με την Κεντρική Μονάδα Ελέγχου ή σε περιφερειακούς πίνακες ελέγχου όταν πρόκειται για μεγάλες εγκαταστάσεις.

Σε μεγάλα κτίρια με πολλά φωτιστικά και πρίζες, οι μονάδες εξόδου με πολλαπλά ρελέ όπως η μονάδα εξόδου 8x16A, χειρίζονται συνήθως τον έλεγχο των περισσότερων φορτίων. Η χρησιμοποίηση των μονάδων αυτών αποτελεί την πιο οικονομική μέθοδο.



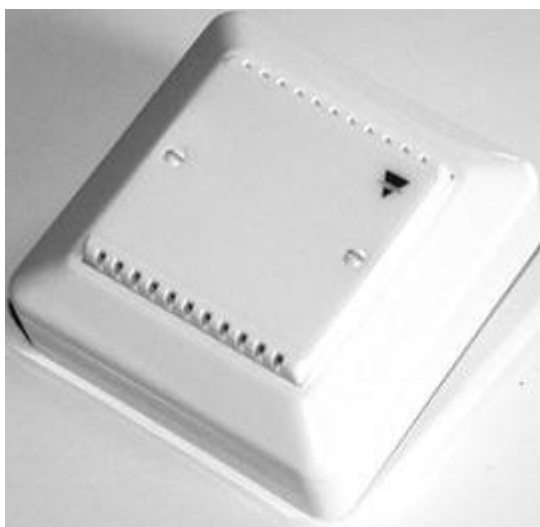
**Εικόνα 3.8:** Μονάδα εξόδου 8x16A

Ο ανιχνευτής κίνησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έλεγχο φωτισμού αλλά και σαν μέρος του συστήματος συναγερμού. Η χαμηλή κατανάλωση και ο ενσωματωμένος προσαρμογέας δικτύου επιτρέπουν σε ένα μεγάλο αριθμό αισθητήρων Dupline να τοποθετηθούν σε αποκεντρωμένα σημεία, οπουδήποτε στην εγκατάσταση.



**Εικόνα 3.9:** Ανιχνευτής κίνησης

Ο μετρητής θερμοκρασίας δωματίου μπορεί να μετρήσει θερμοκρασίες από  $-30...+60^{\circ}\text{C}$  και επειδή τροφοδοτείται από το δίκτυο μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο της εγκατάστασης. Για ψυγεία ή εξωτερικές εγκαταστάσεις υπάρχει μοντέλο σε συσκευασία προστασίας IP67 καθώς και μετατροπείς που δέχονται εξωτερικά αισθητήρια PT100. Είναι κατάλληλο για τοποθέτηση σε εσωτερικό χώρο και η μετρούμενη τιμή μπορεί να εμφανίζεται σε οποιαδήποτε από τις συσκευές απεικόνισης (ενδεικτικά, οθόνη κειμένου ή αφής κλπ.), αλλά και να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο θερμομαντικών ή κλιματιστικών σωμάτων και ανεμιστήρων. Οι ανωτέρω δυνατότητες προκύπτουν σε συνδυασμό με τον προγραμματισμό της κεντρικής μονάδας αυτοματισμού μέσω H/Y –Configuration, όπου και ορίζονται τα set-points.



**Εικόνα 3.10:** Μετρητής θερμοκρασίας δωματίου

Η έγχρωμη οθόνη επαφής είναι ο πιο πλήρης τρόπος για ένα χρήστη να έχει εποπτεία και έλεγχο σε ένα μεγάλο αριθμό σημάτων, από ένα κεντρικό σημείο ελέγχου. Οι εντολές δίνονται με απλή επαφή στην οθόνη, ενώ οι πληροφορίες φαίνονται σε μορφή κειμένου ή γραφικών.



**Εικόνα 3.11:** Έγχρωμη οθόνη επαφής

Η σειρά προϊόντων Dupline περιλαμβάνει μερικούς εξειδικευμένους αισθητήρες, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για έλεγχο φωτισμού, συναγερμούς ή άλλες λειτουργίες. Οι πιο κοινός αισθητήρες είναι οι ανιχνευτές κίνησης, διαρροής νερού, καπνού, μαγνητικοί ή επαγωγικοί διακόπτες προσέγγισης για πόρτες και παράθυρα

κλπ. Όλοι οι αισθητήρες Dupline έχουν ενσωματωμένο προσαρμογέα για απευθείας σύνδεση με το δίκτυο και δεν απαιτούν εξωτερική τροφοδοσία. Όταν χρειάζεται η μέτρηση αναλογικών σημάτων όπως θερμοκρασία, ένταση φωτισμού κλπ είναι διαθέσιμοι αντίστοιχοι αισθητήρες με ενσωματωμένο προσαρμογέα και τροφοδοσία από το δίκτυο Dupline. Για εξωτερικές μονάδες όπως μετρητές ταχύτητας ανέμου ή υγρασίας το Dupline προσφέρει ειδικές μονάδες που μετατρέπουν το σήμα 4-20mA που παράγουν αυτού του είδους οι μετρητές, σε σήμα κατανοητό από το Dupline. Οι μονάδες αυτές μετατροπής είναι σχεδιασμένες για τοποθέτηση σε ράγα και είναι διαθέσιμα με τροφοδοσία από το Dupline ή εξωτερική.

Μία προηγμένη μέθοδος αλληλεπίδρασης με μία έξυπνη εγκατάσταση μπορεί να πραγματοποιηθεί με μία μονάδα οθόνης κειμένου ή μία οθόνη επαφής ή με ειδικό λογισμικό σε H/Y. Μία πιο απλή μέθοδος είναι η κατασκευή ενός μιμικού διαγράμματος κάνοντας χρήση των ειδικών οικονομικών μονάδων σε μορφή πλακέτας (χωρίς πλαστικό περίβλημα προστασίας). Με τη χρήση των μονάδων αυτών είναι πολύ εύκολο να αποκτήσει κανείς πρόσβαση σε όλες τις πληροφορίες του δικτύου αλλά και να ελέγξει οποιοδήποτε σήμα (λειτουργία ή συσκευή).

### 3.4 Στάδια εγκατάστασης Dupline

Για να ολοκληρωθεί μια εγκατάσταση Dupline μπορεί να γίνει προγραμματισμός βημάτων που θα συμπεριλαμβάνουν όλες τις φάσεις, από το αρχικό έως το τελικό στάδιο. Ο προγραμματισμός αυτός θα βοηθήσει την οικονομικότερη και αποτελεσματικότερη περαίωση του έργου.

Πριν από τη φάση της σχεδίασης, ο μελετητής του συστήματος πρέπει να ξεκαθαρίσει τις ανάγκες και λειτουργίες, τις οποίες ο εργολάβος και ο τελικός χρήστης απαιτούν να πραγματοποιεί η εγκατάσταση και εν συνεχεία να τις θέσει ως προδιαγραφές. Για να περατωθεί αυτό το έργο, απαιτείται γενική γνώση των χαρακτηριστικών του συστήματος και των διαθέσιμων προϊόντων.

Μετά το ξεκαθάρισμα των προδιαγραφών, πρέπει αφού έχουν επιλεγεί οι κατάλληλες μονάδες, να τοποθετηθούν πάνω στο σχέδιο κάτοψης του κτιρίου. Συνηθίζεται να τοποθετούνται πρώτα οι μονάδες εισόδου που συναντώνται σε μεγαλύτερο βαθμό όπως για παράδειγμα οι διακόπτες φωτισμού και οι αισθητήρες. Η τακτική αυτή βοηθάει στο να αποκαλύψει το αναγκαίο εύρος του δικτύου και να φανερώσει τον πιο σύντομο δρόμο καλωδίωσης. Στη συνέχεια πρέπει να προστεθούν στην κάτοψη τα φορτία τα οποία πρέπει να συνδεθούν σε μονάδες εξόδου, τοποθετημένες είτε σε ένα κεντρικό πίνακα είτε σε μικρότερους τοπικούς είτε σε αποκεντρωμένες θέσεις κοντά στα ανεξάρτητα φορτία. Η πιο κατάλληλη στρατηγική εξαρτάται από την κατανομή των φορτίων και τη φυσική διαμόρφωση του κτιρίου.

Έπεται ο καθορισμός της καλωδίωσης. Ένα 2σύρματο καλώδιο αποκλειστικά για το δίκτυο Dupline πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την υλοποίηση της καλωδίωσης. Μπορεί να ακολουθήσει την ίδια διαδρομή με τα καλώδια της ηλεκτρικής παροχής ή ένα εναλλακτικό δρόμο σε περιοχές της εγκατάστασης όπου αυτό είναι πιο βολικό. Επίσης οποιαδήποτε τοπολογία καλωδίωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Η πιο ευέλικτη και φθηνή λύση είναι η χρησιμοποίηση ενός μόνο ζεύγους καλωδίων ίδιου τύπου με τα καλώδια που χρησιμοποιούνται για την ηλεκτρική παροχή των 220Vac ή η χρησιμοποίηση καλωδίου τηλεφωνικού τύπου. Προτείνεται όταν χρησιμοποιούνται καλώδια τηλεφωνικού τύπου για το δίκτυο Dupline αυτά να διέρχονται από ανεξάρτητη σωλήνα από αυτή της ηλεκτρικής παροχής έτσι ώστε να επιτυγχάνεται ένα ασφαλές επίπεδο ηλεκτρικής απομόνωσης ανάμεσα στα δύο ανεξάρτητα συστήματα. Σύμφωνα με τους κανονισμούς πρέπει τα καλώδια των 2 συστημάτων να είναι πιστοποιημένα για την ίδια τάση λειτουργίας (400V), συνεπώς αν για το δίκτυο Dupline χρησιμοποιηθούν ίδιου τύπου καλώδια με αυτά της ηλεκτρικής παροχής τότε δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα για τα 2 συστήματα, να διέρχονται από την ίδια σωλήνωση. Σχετικά με την διατομή των καλωδίων του δικτύου Dupline, μπορεί να χρησιμοποιηθεί καλώδιο από 0,75 έως 1,5mm<sup>2</sup>, για επίτευξη μετάδοσης σε δίκτυο συνολικού μήκους 1,5 έως 2,0 km με συνδεδεμένες 100 περίπου μονάδες που απαιτούν τροφοδοσία από το δίκτυο Dupline (δεν υπάρχει περιορισμός στη χρήση μονάδων που απαιτούν εξωτερική τροφοδοσία). Αν είναι ανάγκη να συνδεθούν περισσότερες από 100 τέτοιες συσκευές, πρέπει να τοποθετηθεί μονάδα ενίσχυσης.

Στη συνέχεια φτάνει η ώρα της εγκατάστασης όπου όλες οι καλωδιώσεις και τα βασικά στοιχεία τοποθετούνται στη θέση τους. Επίσης τοποθετούνται όλες οι κεντρικές και αποκεντρωμένες μονάδες Dupline. Βασιζόμενος στη λίστα υλικών και τα σχέδια που έχει δημιουργήσει ο μελετητής της εγκατάστασης, οποιοσδήποτε εγκαταστάτης μπορεί να ολοκληρώσει την εγκατάσταση χωρίς να έχει ειδικές γνώσεις για το Dupline. Η διαμόρφωση του δικτύου Dupline ξεκινάει με την απόδοση διευθύνσεων (διευθυνσιοδότηση) στις μονάδες εισόδου – εξόδου. Για να γίνει αυτό θα πρέπει όλες οι μονάδες Dupline να είναι τοποθετημένες στη θέση τους και να είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο Dupline και την τροφοδοσία (αν απαιτούν εξωτερική τροφοδοσία).

Το τελευταίο στάδιο για την ολοκλήρωση μιας εγκατάστασης Dupline είναι ο προγραμματισμός της κεντρικής μονάδας. Ο προγραμματισμός γίνεται με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, με το απλό στη χρήση λογισμικό “G3800 tool”. Για την καλύτερη επεξήγηση του λογισμικού θα γίνει μια λεπτομερής παρουσίαση στο επόμενο κεφάλαιο του προγραμματισμού της κεντρικής μονάδας ενός ξενοδοχείου στην Ηλεία.





## **Κεφάλαιο 4. Προγραμματισμός της κεντρικής μονάδας Dupline**

---



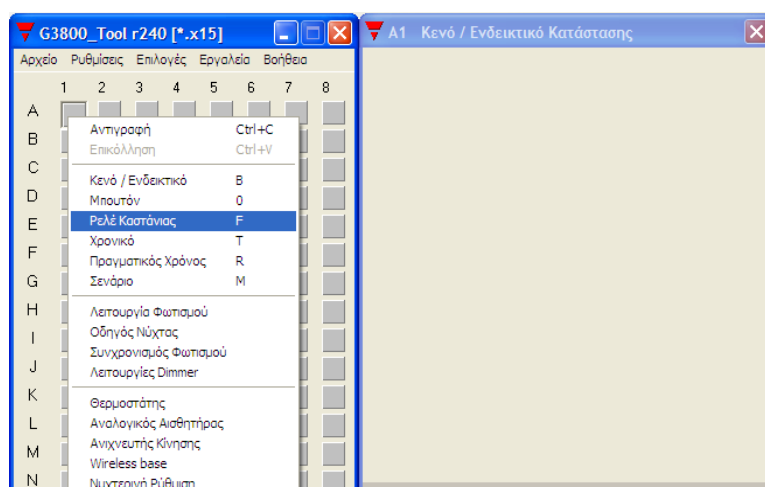
## 4.1 Εισαγωγή

Στο παρών κεφάλαιο θα γίνει μια αναλυτική παρουσίαση του προγραμματισμού της κεντρικής μονάδας ενός ξενοδοχείου στην Ηλεία με σκοπό την πληρέστερη κατανόηση του λογισμικού ‘G3800 tool’. Όλα τα ξενοδοχεία που δεν χρησιμοποιούν κάποιο σύστημα κτιριακού αυτοματισμού παρουσιάζουν τεράστια περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας. Τίθεται θέμα για εξοικονόμηση μεγαλύτερων ποσών και ποσοστών ενέργειας από ότι στον οικιακό τομέα καθώς είναι συχνό το φαινόμενο οι πελάτες να επιδεικνύουν μια πλήρης αδιαφορία και απερισκεψία στην κατανάλωση ενέργειας. Για παράδειγμα, συναντάται συχνά να φεύγει ο πελάτης από το δωμάτιο και να αφήνει αναμμένα φώτα και το κλιματιστικό.

Με την εγκατάσταση του κτιριακού αυτοματισμού, το ξενοδοχείο ‘Πύργος Hotel’ στοχεύει σε εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 30% που θα οδηγήσει στην απόσβεση της εγκατάστασης του συστήματος μέσα στα πρώτα δυο χρόνια. Το σύστημα κτιριακού αυτοματισμού αποσκοπεί κυρίως στην ελάχιστη κατανάλωση στα δωμάτια του ξενοδοχείου. Για να επιτευχθεί αυτό, η ρεσεψιόν θα έχει τη δυνατότητα να ορίζει την κατάσταση του κάθε δωματίου από occupied mode σε unoccupied mode ανάλογα με το αν διαμένουν πελάτες και σε energy conservation mode αν οι πελάτες που διαμένουν δεν βρίσκονται στο δωμάτιο. Με τον τρόπο αυτό θα είναι δυνατή η εξασφάλιση κάποιων ορίων ανάλογα με τη κατάσταση του δωματίου.

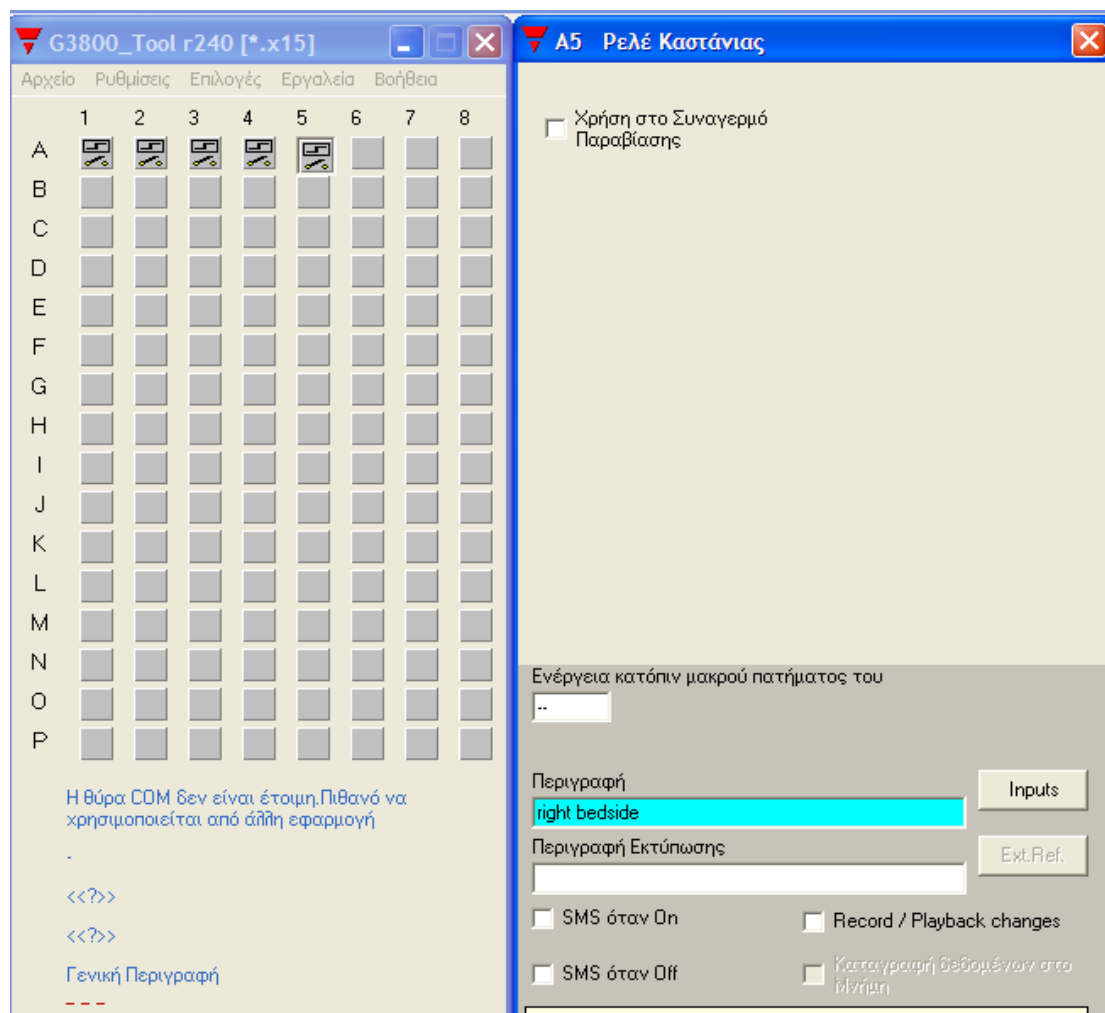
## 4.2 Προγραμματισμός

Οι διευθύνσεις A1-A8 χρησιμοποιούνται ως ρελέ καστάνιας για τον χειροκίνητο έλεγχο των φώτων του δωματίου (διακόπτες). Στην επιθυμητή διεύθυνση πατώντας δεξί κλικ επιλέγεται ρελέ καστάνιας.



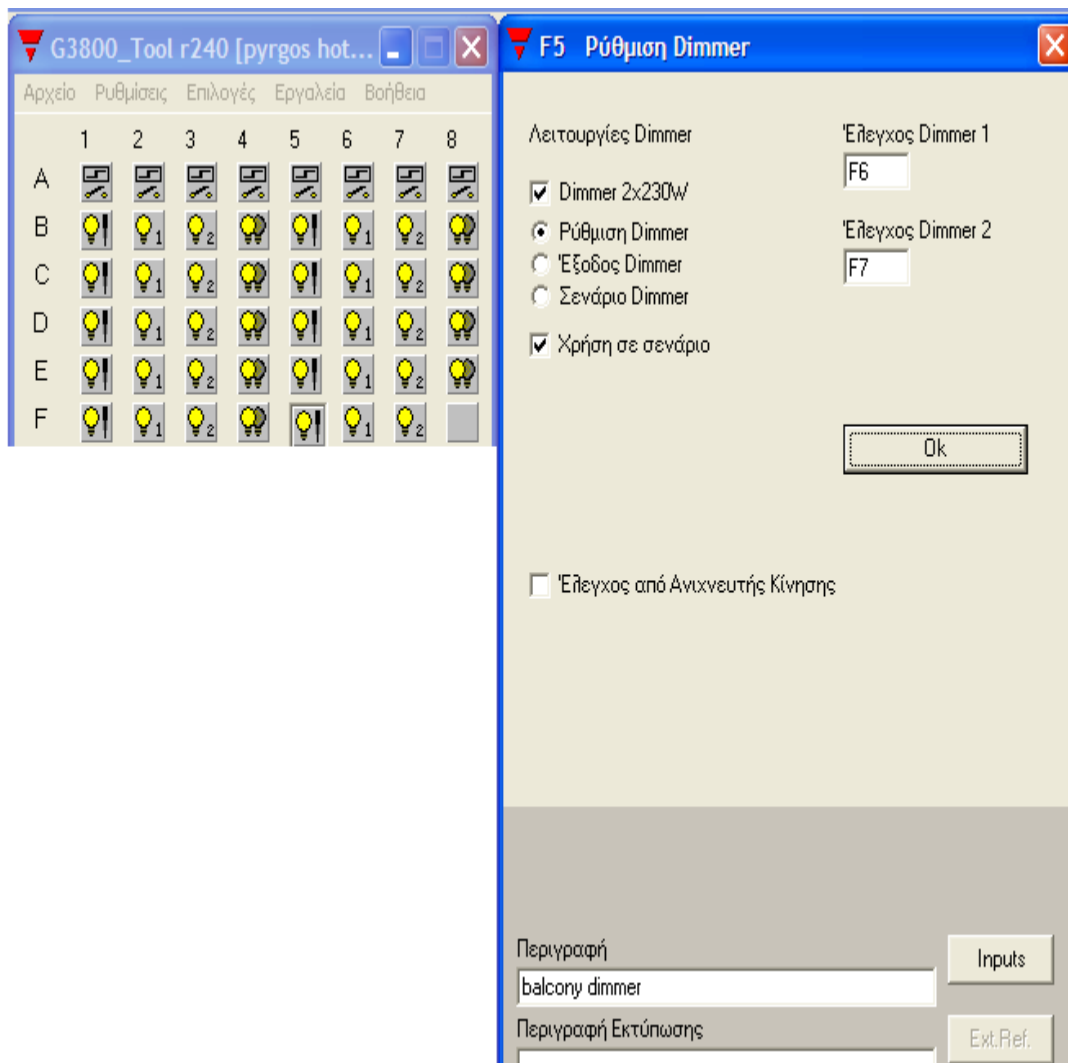
Εικόνα 4.1: Επιλογή ρελέ καστάνιας

Έχοντας πατήσει αριστερό κλικ σε κάποια διεύθυνση που έχει προγραμματιστεί ως ρελέ καστάνιας, δίνεται στο δεξί παράθυρο κάποια περιγραφή για να υπενθυμίσει σε ποιόν διακόπτη αναφέρεται. Για παράδειγμα, το A5 αντιστοιχεί στο διακόπτη για το δεξί φως του κρεβατιού.



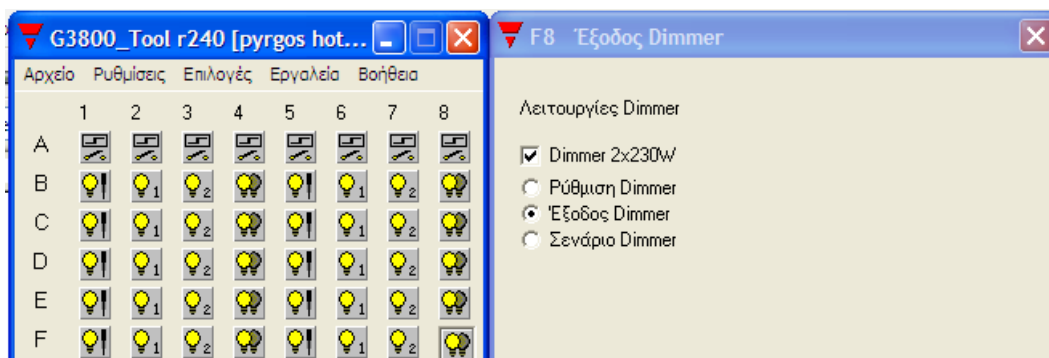
**Εικόνα 4.2:** Διακόπτης για το δεξί φως του κρεβατιού

Οι διευθύνσεις B1-F8 χρησιμοποιούνται για να προγραμματιστούν ως dimmer. Κάθε dimmer χρειάζεται 4 διευθύνσεις για να προγραμματιστεί και να μπορεί να εκτελεί διάφορα επίπεδα φωτισμού από 0% έως 100%. Για παράδειγμα για το dimmer που βρίσκεται στο μπαλκόνι θα χρησιμοποιούνται οι διευθύνσεις από F5-F8. Πατώντας δεξί κλικ στο F5, επιλέγεται 'λειτουργίες Dimmer' και στη συνέχεια πατιέται αριστερό κλικ στο F5. Στο πάνω μέρος στο δεξί παράθυρο επιλέγεται Dimmer '2x230W' καθώς αυτό χρησιμοποιείται και παραμένει επιλεγμένο το 'Ρύθμιση Dimmer'. Στη συνέχεια επιλέγεται χρήση σε σενάριο και στα κουτιά που εμφανίζονται δεξιά πληκτρολογούνται οι επιθυμητές διευθύνσεις F6 και F7 και πατιέται 'Ok'. Δίνεται και η επιθυμητή περιγραφή στο κουτάκι κάτω με τίτλο περιγραφή.



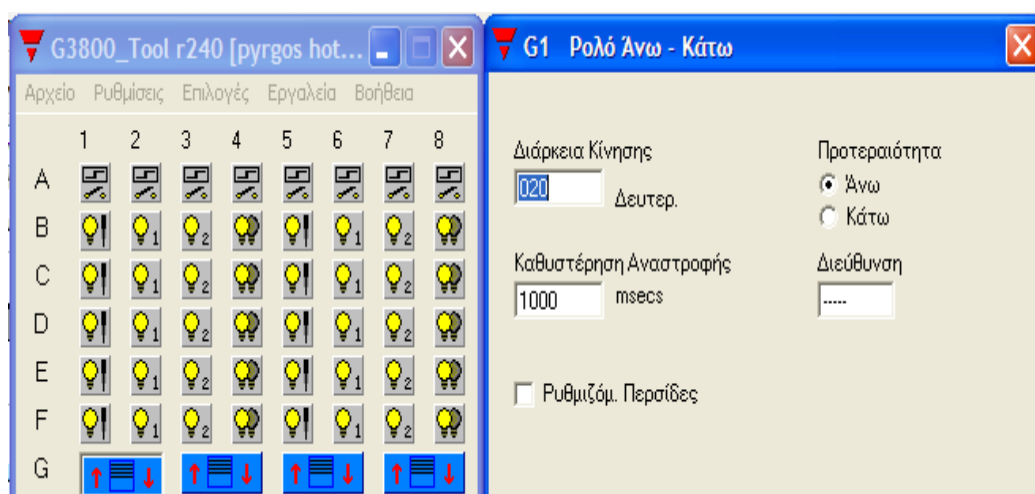
Εικόνα 4.3: Επιλογή dimmer στις διευθύνσεις από F5-F8

Πηγαίνοντας στο F8 τώρα, πατιέται δεξί κλικ και επιλέγεται πάλι 'Λειτουργίες Dimmer'. Με τσεκαρισμένη την επιλογή 'Dimmer 2x230W' αυτή τη φορά επιλέγεται 'Έξοδος Dimmer'.



Εικόνα 4.4: Επιλογή 'Έξοδος Dimmer'

Το κάθε δωμάτιο περιβάλλεται από 4 ρολά, οπότε θα χρειαστούν 8 διευθύνσεις για να προγραμματιστούν. Θα προγραμματιστεί για παράδειγμα το ρολό της τουαλέτας. Πατώντας δεξί κλικ στο G1, επιλέγεται 'Ρολά Άνω/Κάτω' και πατιέται αριστερό κλικ στο G1 για να προγραμματιστεί το ρολό στο δεξί παράθυρο που εμφανίζεται. Στη 'Διάρκεια Κίνησης' επιλέγεται 20 δευτερόλεπτα που χρειάζεται το ρολό για να ανέβει ή να κατέβει. Στην 'Καθυστέρηση Αναστροφής' τοποθετείται 1000 msec έτσι ώστε να μην καταπονείται ο μηχανισμός του ρολού με απότομες αλλαγές στη λειτουργία του. Τέλος, στην 'Προτεραιότητα' διαλέγεται η επιλογή άνω ώστε αν δυο σενάρια με αντίθετες λειτουργίες ρολού ενεργοποιηθούν ταυτόχρονα να υπερισχύσει η κίνηση προς τα πάνω.

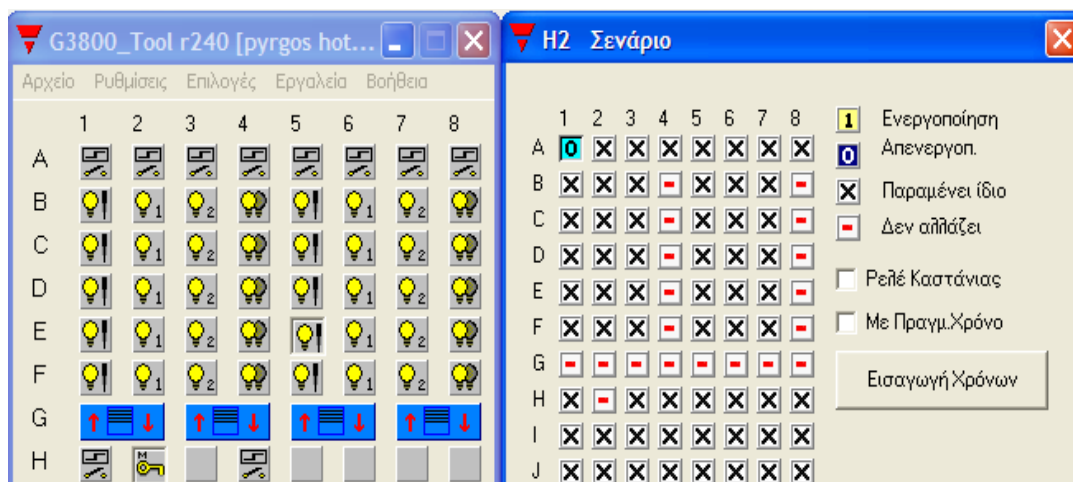


Εικόνα 4.5: Προγραμματισμός Ρολού στο G1

Προγραμματίζεται και το N1 ως ρελέ καστανίας πατώντας στο N1 δεξί κλικ και επιλέγοντας 'ρελέ καστανίας'. Χρησιμοποιείται ως διακόπτης για το φως του μπαλκονιού. Με τον ίδιο τρόπο επιλέγεται και το H1 και H4 ως ρελέ καστανίας (διακόπτες) οι οποίοι θα ανοιγοκλείνουν επιλεγμένα φώτα μέσα στο δωμάτιο και στο μπαλκόνι αντίστοιχα.

Μέσα στο δωμάτιο επιλέγεται να ανάβουν το φως εισόδου, το dimmer με λάμπες φθορισμού στην είσοδο, το dimmer που βρίσκεται στη μέση του δωματίου και το dimmer που βρίσκεται πάνω από το γραφείο. Θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν δυο σενάρια, ένα για να τα ανάβει αυτά και ένα για να τα σβήνει.

Πατιέται δεξί κλικ στο H2 και επιλέγεται 'Σενάριο'. Πατιέται με αριστερό κλικ το H2. Στο δεξί παράθυρο επιλέγεται τώρα ποιά φώτα πρέπει να ανάβουν. Για να ανάβει το φως εισόδου(A1) πατιέται μια φορά το A1. Το 0 που έχει τώρα το A1 σημαίνει ότι το σενάριο H2 απενεργοποιεί τη λάμπα A1,



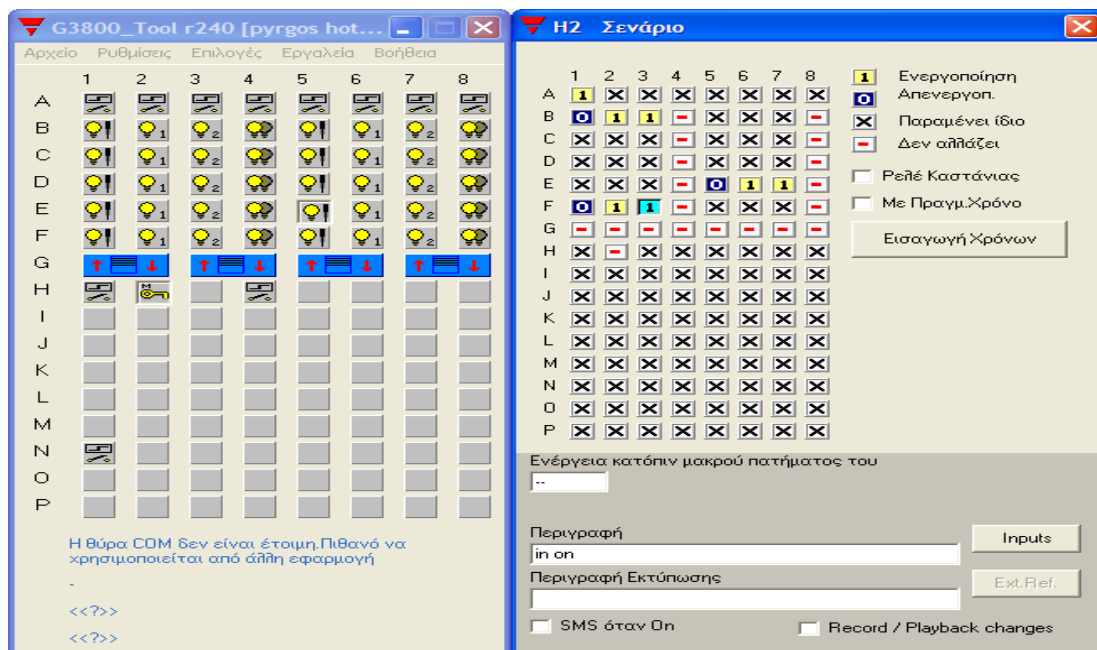
Εικόνα 4.6: Το H2 απενεργοποιεί την λάμπα A1

οπότε πατιέται άλλη μια φορά και τώρα δείχνει 1, που σημαίνει ότι κάθε φορά που



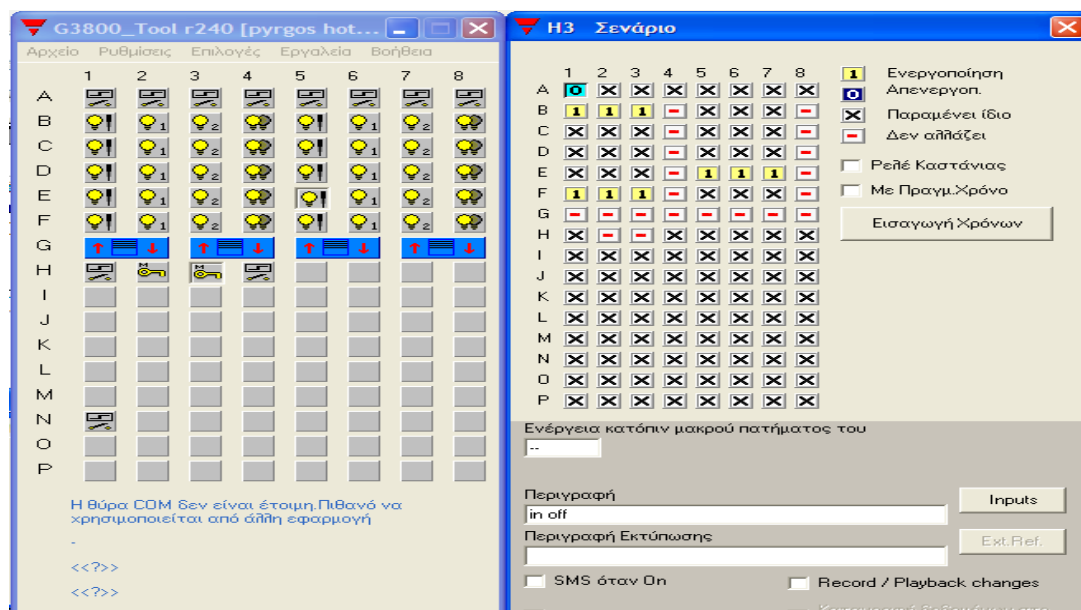
Εικόνα 4.7: Το H2 ενεργοποιεί την λάμπα A1

ενεργοποιείται το σενάριο θα ανάβει και το φως εισόδου. Για να ανάβει ένα dimmer σε ένα σενάριο και να επιτευχθεί το επίπεδο πλήρη φωτισμού πρέπει από την τετράδα διευθύνσεων να επιλεγθεί ως 0 η πρώτη διεύθυνση και ως 1 οι επόμενες 2. Συγκεκριμένα για το dimmer εισόδου πατιέται μια φορά το B1 ώστε να γίνει 0 και 2 φορές τα B2 και B3 ώστε να γίνουν 1. Ομοίως επιλέγονται και για το dimmer δωματίου το E5 0 και τα E6 και E7 1, και για το dimmer γραφείου το F1 0 και τα F2 και F3 1.



Εικόνα 4.8: Ενεργοποίηση dimmer από σενάριο

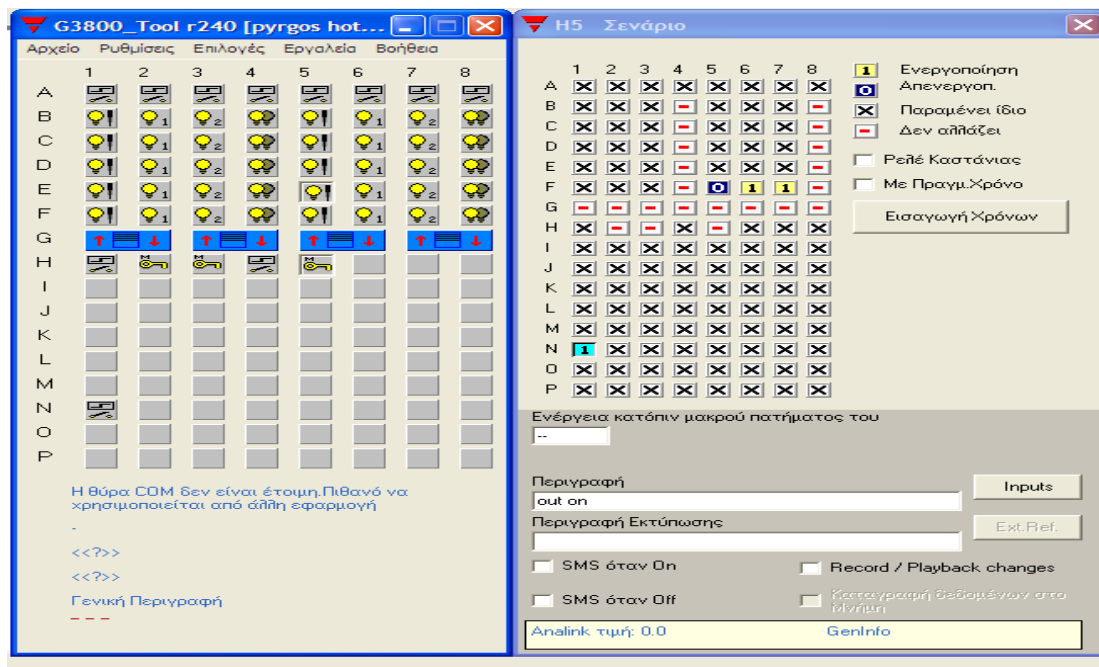
Αντίστοιχα επιλέγονται και στο H3 για να απενεργοποιούνται τα επιλεγμένα φώτα. Πατώντας δεξί κλικ στο H3, επιλέγεται 'σενάριο' και πατιέται με αριστερό κλικ το H3 για να προγραμματιστεί στο δεξί παράθυρο. Αυτή τη φορά πατιέται μια φορά το A1 για να σβήσει το φως εισόδου. Για να σβήσει ένα dimmer σε ένα σενάριο πρέπει οι πρώτες τρεις από τις τέσσερις διευθύνσεις να επιλεγθούν ως 1. Οπότε για το dimmer εισόδου οι B1,B2,B3, για το dimmer δωματίου οι E5,E6,E7 και για το dimmer γραφείου οι F1,F2,F3 πατιούνται δυο φορές ώστε να γίνουν 1.



Εικόνα 4.9: Προγραμματισμός σεναρίου H3

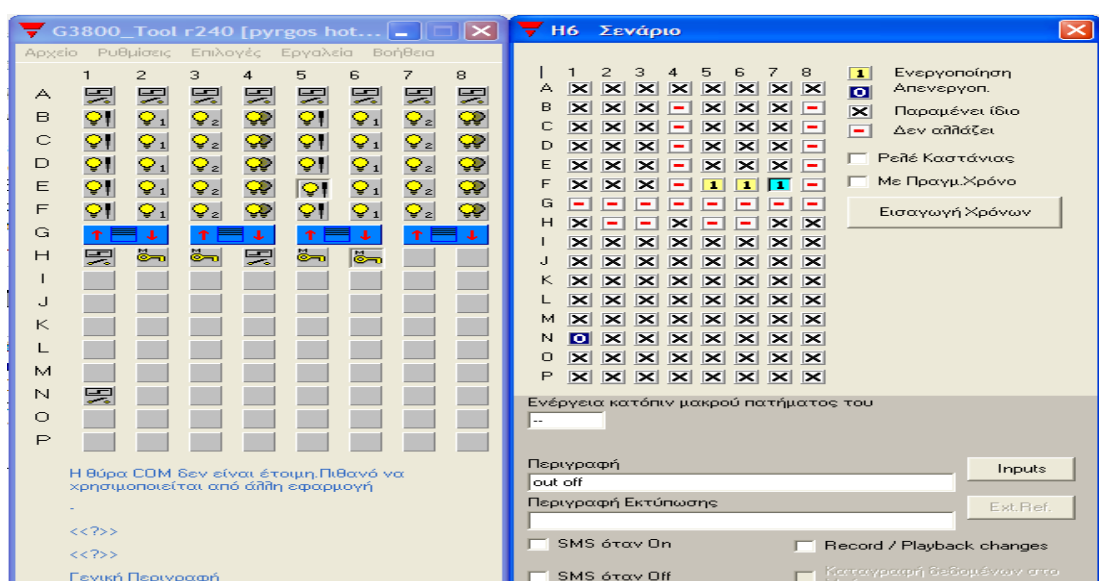


Πραγματοποιούνται τα αντίστοιχα βήματα για να αναβοσβήνουν τα φώτα του μπαλκονιού. Προγραμματίζεται η H5 ως σενάριο για να ανάβει το φως του μπαλκονιού δηλαδή το N1 να είναι 1 και να ανάβει το dimmer του μπαλκονιού δηλαδή το F5 να είναι 0 και το F6 και F7 1.



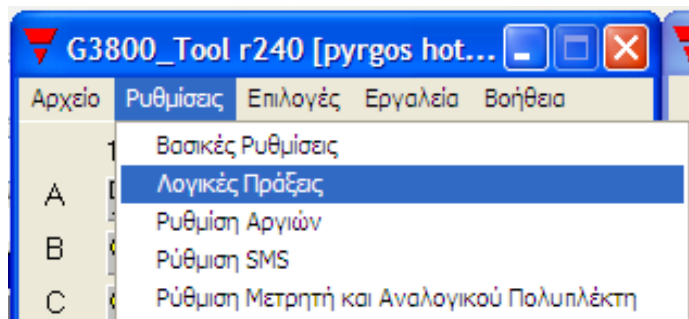
Εικόνα 4.10: Προγραμματισμός σεναρίου H5

Τέλος προγραμματίζεται και το H6 έτσι ώστε να σβήνει η λάμπα και το dimmer του μπαλκονιού.



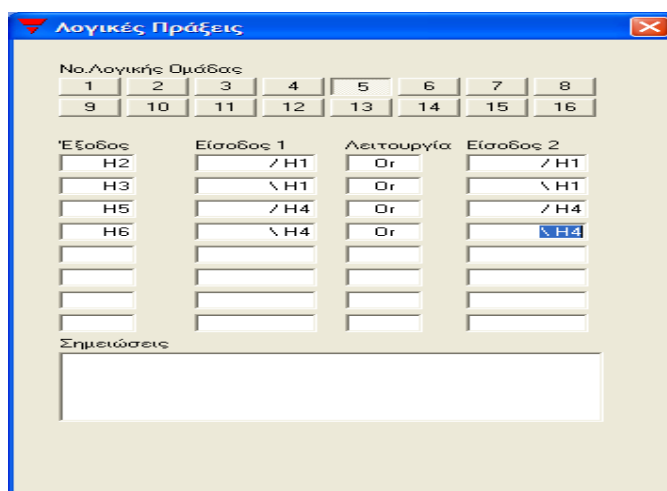
Εικόνα 4.11: Προγραμματισμός σεναρίου H6

Για να ολοκληρωθεί αυτή η διαδικασία χρησιμοποιούνται λογικές πράξεις. Πηγαίνοντας στις 'ρυθμίσεις' πάνω αριστερά και επιλέγεται 'λογικές πράξεις'.



Εικόνα 4.12: Λογικές Πράξεις

Επιλέγεται μια λογική ομάδα έστω η 5. Κάθε γραμμή είναι και μια πράξη. Το σύμβολο ' / ' πίσω από μια διεύθυνση σημαίνει ότι η διεύθυνση ενεργοποιείται και το σύμβολο ' \ ' ότι απενεργοποιείται (από ON πάει σε OFF). Επιθυμείται κάθε φορά που ο διακόπτης H1 πάει από ON σε OFF το σενάριο H2 να ενεργοποιείται και κάθε φορά που ο H1 πάει από OFF σε ON να ενεργοποιείται το σενάριο H3. Το ίδιο και με τον διακόπτη H4, κάθε φορά που ο διακόπτης H4 πάει από ON σε OFF το σενάριο H5 να ενεργοποιείται και κάθε φορά που ο H4 πάει από OFF σε ON να ενεργοποιείται το σενάριο H6. Θα χρειαστούν 4 γραμμές λογικών πράξεων για να προγραμματιστούν. Στην πρώτη γραμμή κάτω από την έξοδο πληκτρολογείται 'H2', κάτω από τη λειτουργία 'OR' και κάτω από την είσοδο 1 και είσοδο 2 ' /H1', δηλαδή κάθε φορά που ο διακόπτης H1 γίνεται ON να ενεργοποιείται το σενάριο H2. Στη δεύτερη γραμμή κάτω από την έξοδο πληκτρολογείται 'H3', κάτω από τη λειτουργία 'OR' και κάτω από την είσοδο 1 και είσοδο 2 ' \H1', δηλαδή κάθε φορά που ο διακόπτης H1 γίνεται OFF να ενεργοποιείται το σενάριο H3. Όμοια συμπληρώνονται και οι υπόλοιπες δυο γραμμές.



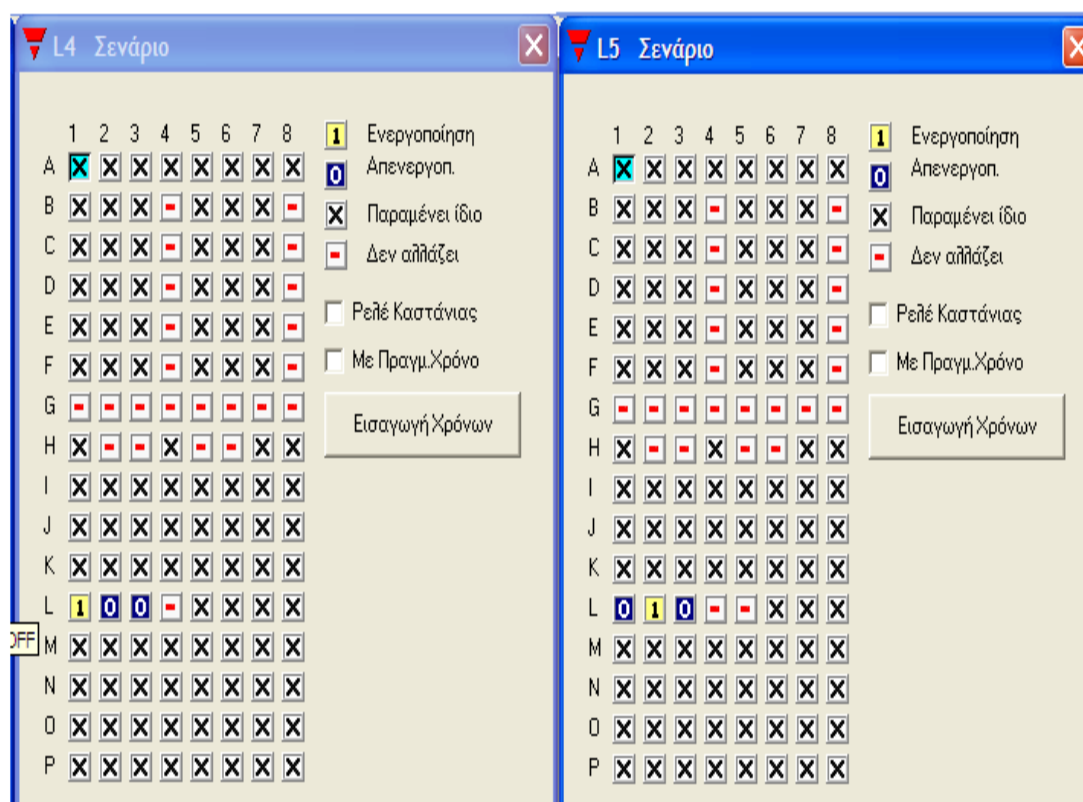
**Εικόνα 4.13:** Προγραμματισμός 5<sup>ης</sup> Λογικής Ομάδας

Προγραμματίζονται οι διευθύνσεις L1, L2, L3 ως ρελέ καστανίας οι οποίες αντιστοιχούν σε διακόπτες DND (do not disturb - μην ενοχλείτε), MUR (make up room – συγυρίστε το δωμάτιο) και PW (please wait – παρακαλώ περιμένετε). Οι διακόπτες αυτοί ανάβουν τα αντίστοιχα led στο πάνελ που βρίσκεται έξω από κάθε δωμάτιο.



**Εικόνα 4.14:** Ρελέ καστανίας

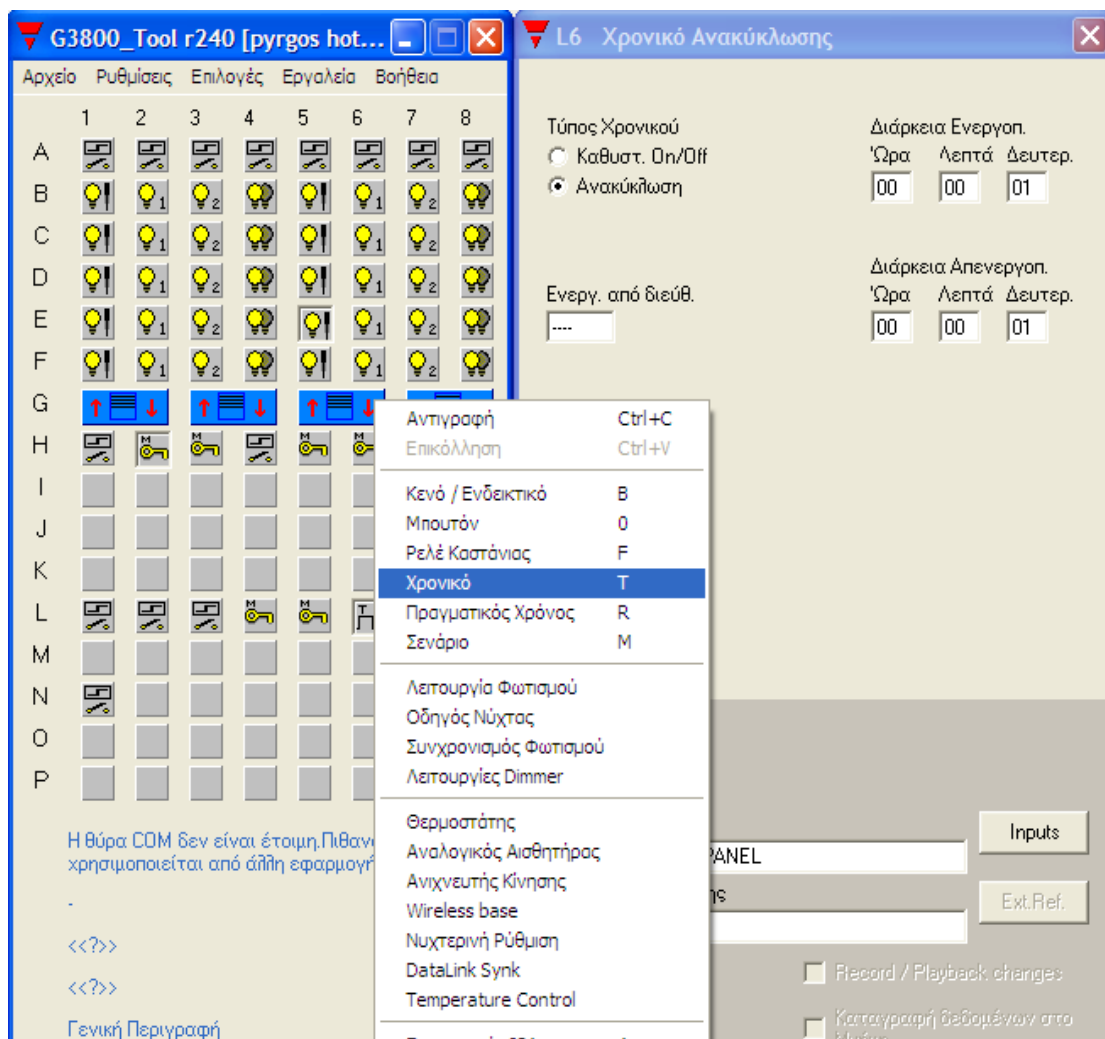
Το L4 προγραμματίζεται ως σενάριο το οποίο ανάβει το DND και σβήνει το MUR και το PW. Το L5 προγραμματίζεται ως σενάριο το οποίο ανάβει το MUR και σβήνει τα άλλα δυο.



**Εικόνα 4.15:** Προγραμματισμός σεναρίου L4 και L5

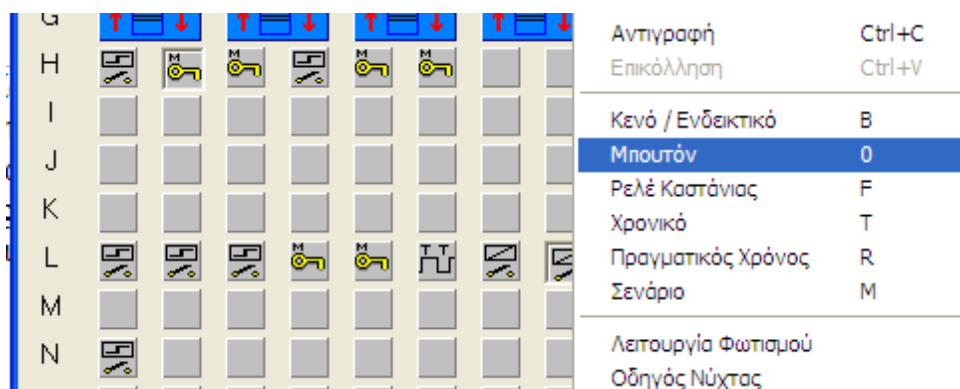
Το L6 επιλέγεται να προγραμματιστεί ως χρονικό ανακύκλωσης, οπότε πατώντας δεξί κλικ, επιλέγεται 'Χρονικό' και πατιέται το L6 για να ρυθμιστεί στο δεξί παράθυρο που εμφανίστηκε. Στον τύπο χρονικού επιλέγεται 'Ανακύκλωση'. Στη διάρκεια ενεργοποίησης και στη διάρκεια απενεργοποίησης επιλέγεται 01 δευτερόλεπτα. Αυτό

το χρονικό θα χρησιμοποιείται για να αναβοσβήνει το led 'Bell' στο πάνελ μέσα στο δωμάτιο.



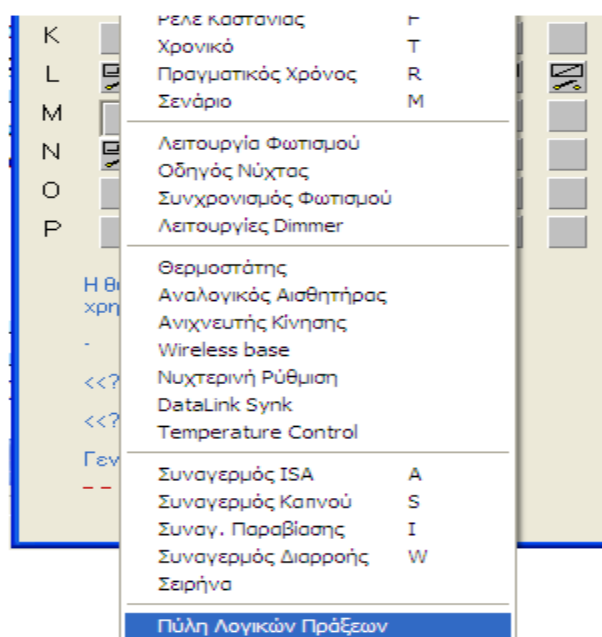
Εικόνα 4.16: Προγραμματισμός χρονικού ανακύκλωσης L6

Το L7 και το L8 προγραμματίζονται ως μπουτόν. Πατώντας δεξί κλικ στις αντίστοιχες διευθύνσεις, επιλέγεται 'Μπουτόν'. Το L7 αντιστοιχεί στο κουμπί του κουδουνιού και το L8 στο ρελέ του.



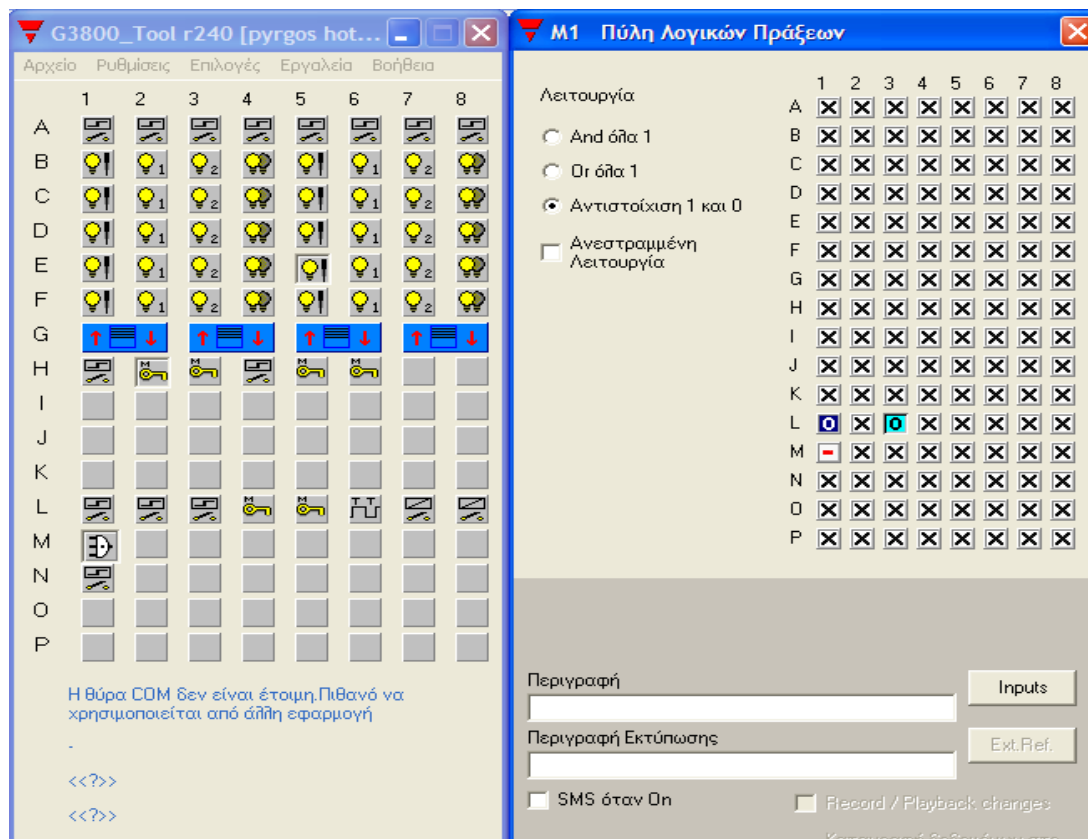
**Εικόνα 4.17:** Μπουτόν

Το M1 χρησιμοποιείται ως πύλη λογικής πράξης, πατώντας δηλαδή δεξί κλικ, επιλέγεται 'Πύλη λογικής πράξης' και πατιέται το M1 έτσι ώστε να προγραμματιστεί στο δεξί παράθυρο που εμφανίστηκε.



**Εικόνα 4.18:** Πύλη Λογικών Πράξεων

Ως λειτουργία επιλέγεται η 'Αντιστοίχιση 1 και 0' δηλαδή τα επιλεγμένα “1” και “0” πρέπει να ταιριάζουν ακριβώς για να γίνει η πύλη ON. Πατιέται το L1 και το L3 από μια φορά έτσι ώστε να γίνουν και τα δυο 0. Άρα η πύλη ενεργοποιείται όταν τα DND και PW είναι σβηστά.



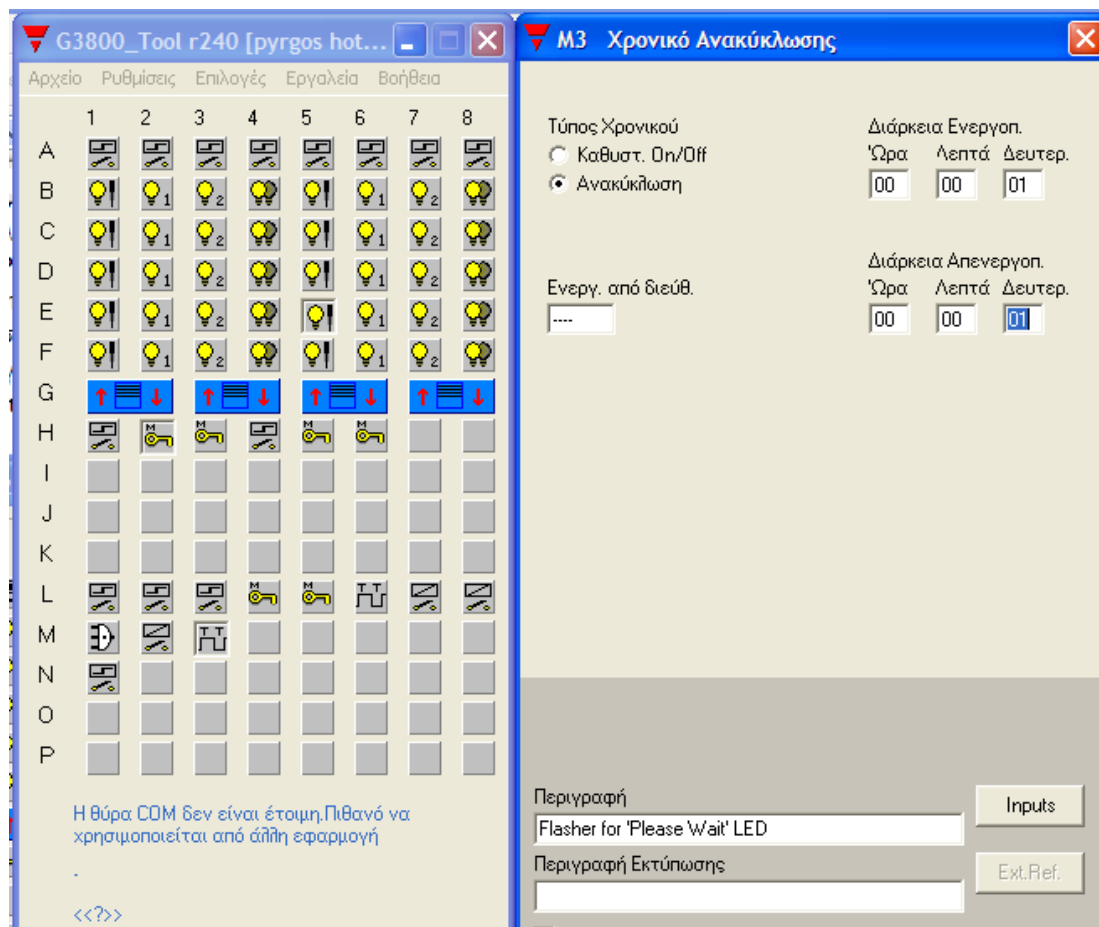
**Εικόνα 4.19:** Προγραμματισμός λογικής πράξης M1

Το M2 προγραμματίζεται ως μπουτόν που αντιστοιχεί στο led 'Please Wait' στο πάνελ μέσα στο δωμάτιο.



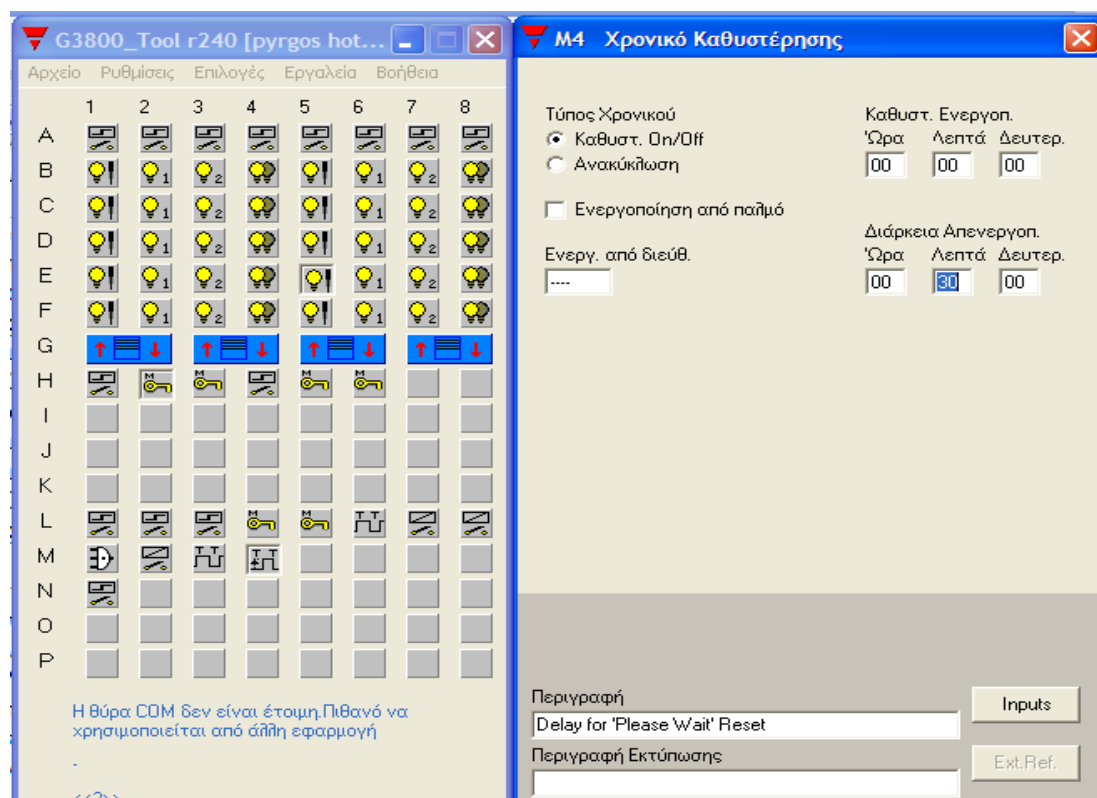
**Εικόνα 4.20:** Μπουτόν M2

Το M3 επιλέγεται να προγραμματιστεί ως χρονικό ανακύκλωσης, οπότε πατώντας δεξί κλικ, επιλέγεται 'Χρονικό' και πατιέται το M3 για να ρυθμιστεί στο δεξί παράθυρο που εμφανίστηκε. Στον τύπο χρονικού επιλέγεται 'Ανακύκλωση'. Στη διάρκεια ενεργοποίησης και στη διάρκεια απενεργοποίησης επιλέγεται 01 δευτερόλεπτα. Αυτό το χρονικό θα χρησιμοποιείται για να αναβοσβήνει το led 'PW' στο πάνελ έξω από το δωμάτιο.



**Εικόνα 4.21:** Προγραμματισμός χρονικού ανακύκλωσης M3

Επίσης θα χρησιμοποιηθεί και το M4 για χρονικό καθυστέρησης. Πατώντας δεξί κλικ, επιλέγεται ως 'Χρονικό'. Ως τύπο χρονικού παραμένει στο 'Καθυστ. On/Off'. Δεν τοποθετείται καθυστέρηση ενεργοποίησης αλλά τοποθετείται καθυστέρηση απενεργοποίησης 30 λεπτά. Το χρονικό αυτό θα χρησιμοποιηθεί με τη βοήθεια λογικών πράξεων έτσι ώστε όταν απενεργοποιείται το 'please wait' να περνάει μισή ώρα να σβήσει.



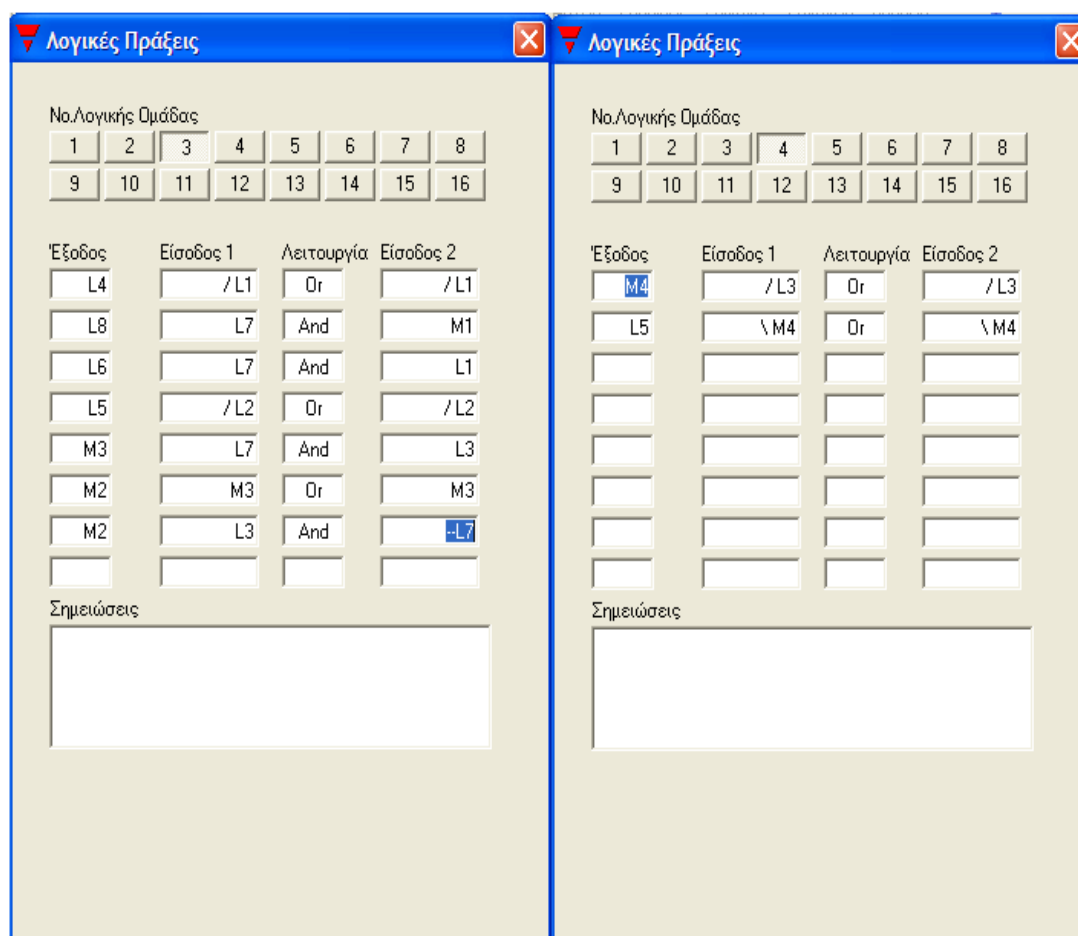
Εικόνα 4.22: Προγραμματισμός χρονικού καθυστέρησης M4

Πηγαίνοντας πάλι στις ρυθμίσεις και στις λογικές πράξεις για να ολοκληρωθεί και αυτή η διαδικασία, επιλέγεται η τρίτη λογική ομάδα για να γραφτούν οι πράξεις. Στην πρώτη γραμμή υπάρχει στην έξοδο 'L4', στη λειτουργία 'OR', στην είσοδο 1 '/L1' και στην είσοδο 2 '/L1'. Δηλαδή κάθε φορά που γίνεται ON ο διακόπτης L1 ενεργοποιείται το σενάριο L4. Στην δεύτερη γραμμή υπάρχει στην έξοδο 'L8', στη λειτουργία 'AND', στην είσοδο 1 'L7' και στην είσοδο 2 'M1'. Δηλαδή αν είναι ενεργοποιημένες οι L7 και M1 ταυτόχρονα τότε ενεργοποιείται η L8. Δηλαδή χτυπάει το κουδούνι μόνο όταν κάποιος πατάει το κουμπί και ταυτόχρονα δεν είναι αναμμένα τα led DND και PW. Στην τρίτη γραμμή υπάρχει στην έξοδο 'L6', στη λειτουργία 'AND', στην είσοδο 1 'L7' και στην είσοδο 2 'L1'. Δηλαδή αρχίζει και αναβοσβήνει το led 'BELL' στο εσωτερικό πάνελ αν κάποιος πατήσει το κουδούνι αλλά είναι αναμμένο το led DND στο εξωτερικό. Στην τέταρτη γραμμή υπάρχει στην έξοδο 'L5', στη λειτουργία 'OR', στην είσοδο 1 '/L2' και στην είσοδο 2 '/L2', δηλαδή κάθε φορά που γίνεται ON ο διακόπτης L2 ενεργοποιείται το σενάριο L5. Στην πέμπτη γραμμή υπάρχει στην έξοδο 'M3', στη λειτουργία 'AND', στην είσοδο 1 'L7' και στην είσοδο 2 'L3'. Δηλαδή, αν κάποιος πατήσει το κουδούνι την ώρα που είναι αναμμένο το PW στο εξωτερικό πάνελ θα αρχίσει να αναβοσβήνει ανά δευτερόλεπτο. Στην έκτη γραμμή υπάρχει στην έξοδο 'M2', στη λειτουργία 'OR', στην είσοδο 1 'M3' και στην είσοδο 2 'M3'. Δηλαδή, όσο είναι ενεργοποιημένο το χρονικό ανακύκλωσης του PW στο εξωτερικό πάνελ θα εμφανίζεται το 'please wait' και στο εσωτερικό πάνελ. Στην έβδομη γραμμή υπάρχει στην έξοδο 'M2', στη λειτουργία 'AND', στην είσοδο 1 'L3'



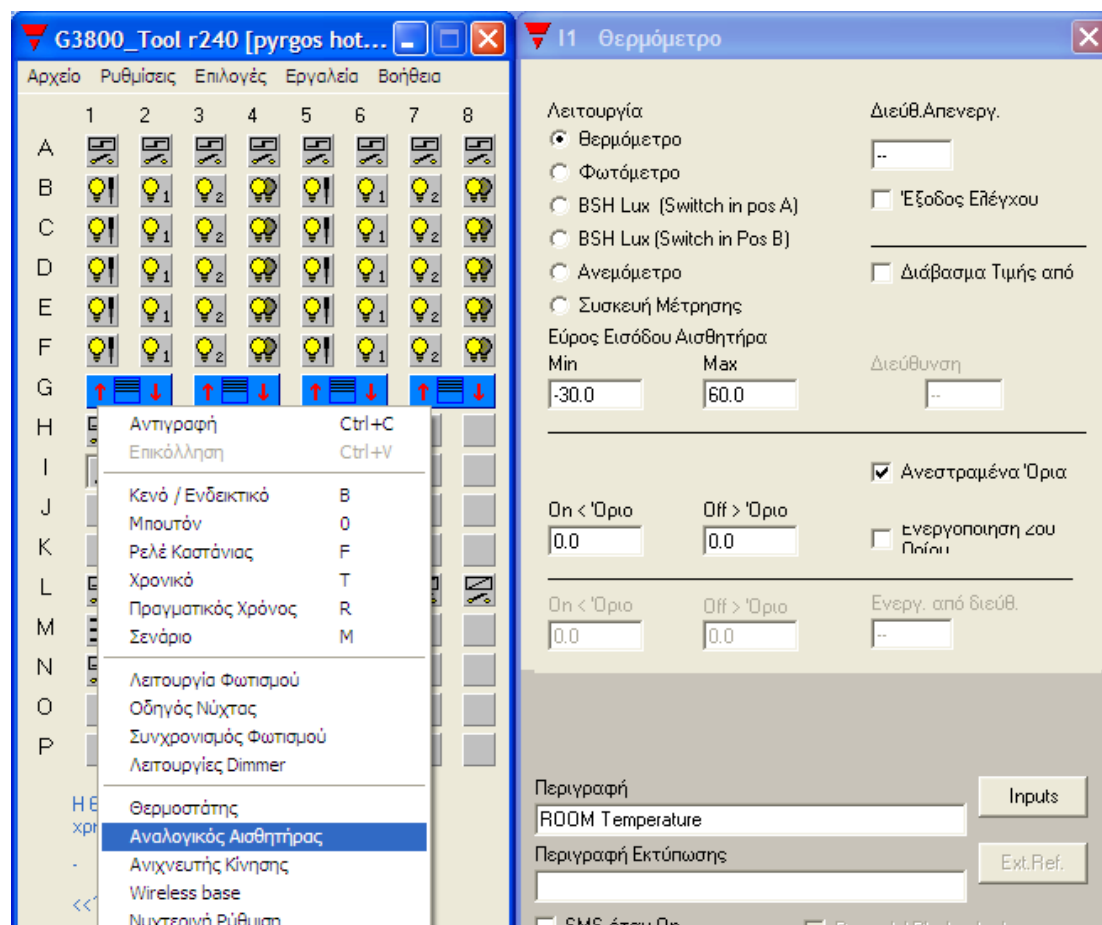
και στην είσοδο 2 '-L7' που σημαίνει ότι όσο η L7 δεν είναι ενεργοποιημένη και είναι ενεργοποιημένη η L3 θα ενεργοποιείται και η M2.

Γράφονται άλλες δυο λογικές πράξεις στη λογική ομάδα no.4. Στην πρώτη γραμμή τοποθετούνται στην έξοδο 'M4', στη λειτουργία 'OR', στην είσοδο 1 '/L3' και στην είσοδο 2 '/L3', δηλαδή κάθε φορά που γίνεται ON ο διακόπτης L3 ενεργοποιείται το χρονικό M4. Όταν όμως απενεργοποιηθεί το χρονικό M4 σύμφωνα με τη δεύτερη γραμμή όπου τοποθετούνται στην έξοδο 'L5', στη λειτουργία 'OR', στην είσοδο 1 '\M4' και στην είσοδο 2 '\M4' θα ενεργοποιηθεί το σενάριο L5. Με το που σβήσει δηλαδή το led 'Please Wait' ανάβει το led 'Make Up Room'.



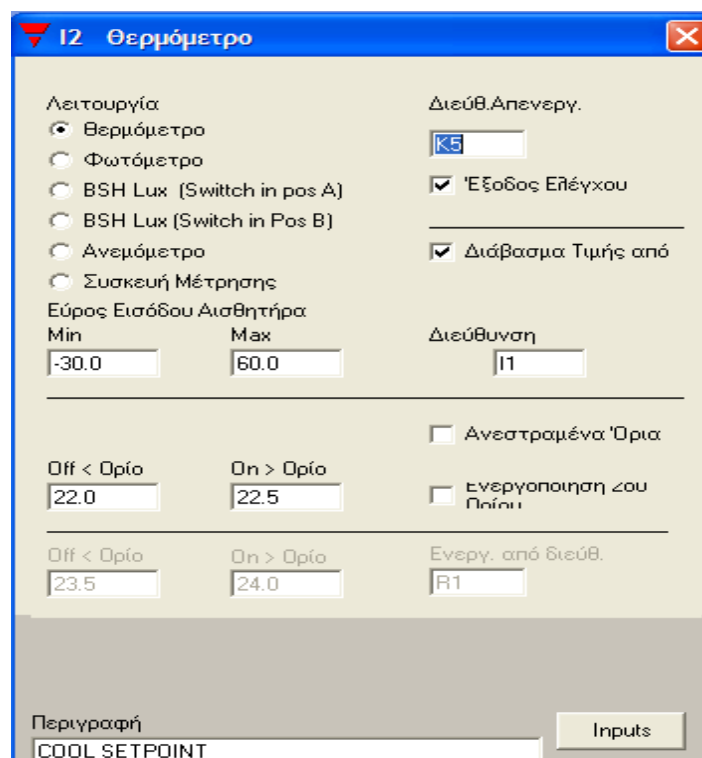
Εικόνα 4.23: Προγραμματισμός Λογικών Πράξεων

Το Π1 προγραμματίζεται έτσι ώστε να μετράει τη θερμοκρασία. Πατώντας δεξί κλικ στο Π1, επιλέγεται 'Αναλογικός Αισθητήρας'. Πηγαίνοντας στο δεξί παράθυρο για να ρυθμιστεί, επιλέγεται ως λειτουργία 'Θερμόμετρο'. Επιθυμείται από αυτή τη διεύθυνση απλά να μετράει τη θερμοκρασία του δωματίου, οπότε πάνω δεξιά το κουτάκι 'Έξοδος Ελέγχου' επιλέγεται να μην είναι τσεκαρισμένο. Τα υπόλοιπα τα αφήνονται όπως είναι.



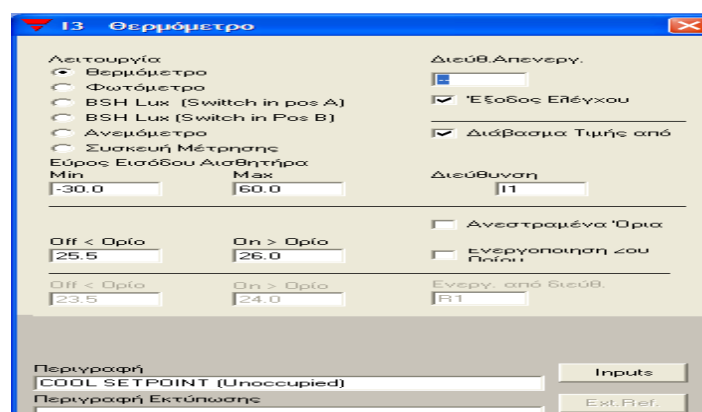
Εικόνα 4.24: Θερμόμετρο

Το I2 προγραμματίζεται και αυτό ως 'Αναλογικό Αισθητήρα' και 'Θερμόμετρο'. Αυτή τη φορά όμως ενδιαφέρει να δίνει μια τιμή (0 ή 1) σύμφωνα με το αν η θερμοκρασία που μετράται από το I1 είναι στα επιθυμητά όρια. Επιλέγεται επίσης κάθε φορά που πατιέται ο διακόπτης (ρελέ καστανίας) που βρίσκεται π.χ. στη διεύθυνση K5 να απενεργοποιείται η λειτουργία του αισθητήρα στη I2. Δηλαδή να μην ενδιαφέρουν τα όρια θερμοκρασίας που επιλέγονται στη I2. Για να ρυθμιστούν όλα αυτά πατιέται το I2 και στο κουτάκι Διεύθυνση Απενεργ., στο δεξί παράθυρο που εμφανίζεται, τοποθετείται η διεύθυνση K5. Επιλέγεται εδώ το κουτί έξοδος ελέγχου καθώς πρέπει η διεύθυνση να δίνει μια τιμή και επιλέγεται το κουτί από κάτω Διάβασμα τιμής από. Η διεύθυνση από την οποία δίνεται η τιμή είναι η I1. Η I2 επιλέγεται να ενεργοποιείται κάθε φορά που η θερμοκρασία ξεπερνά τους 22.5 βαθμούς και να απενεργοποιείται κάθε φορά που πέφτει κάτω από τους 22. Το 'ανεστραμμένα όρια' επιλέγεται να μην είναι τσεκαρισμένο και κάτω από το Off < Όριο πληκτρολογείται 22.0 και πατιέται Enter. Κάτω από το On > Όριο πληκτρολογείται 22.5 και πατιέται Enter.



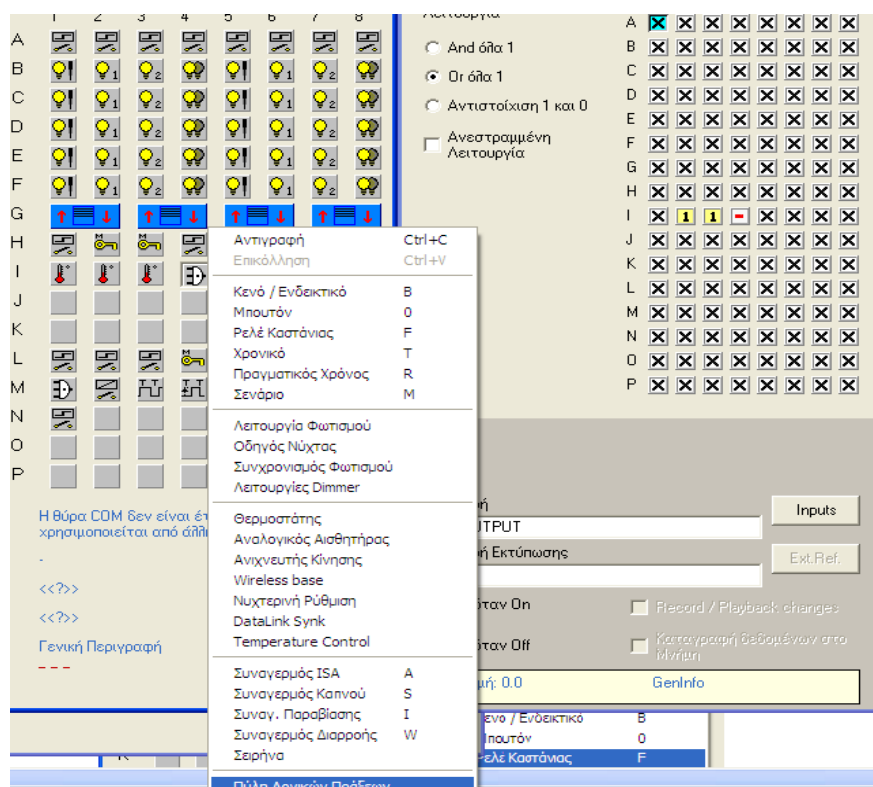
Εικόνα 4.25: Προγραμματισμός θερμομέτρου I2

Προγραμματίζεται και άλλο ένα θερμομέτρο στη διεύθυνση I3 για να τεθούν όρια θερμοκρασίας όταν το δωμάτιο του ξενοδοχείου δεν είναι κλεισμένο. Για εξοικονόμηση ενέργειας τίθενται πιο ψηλά όρια θερμοκρασίας. Επιλέγεται τώρα να ενεργοποιείται η διεύθυνση όταν η θερμοκρασία ξεπερνά τους 26 βαθμούς και να απενεργοποιείται όταν πέφτει κάτω από τους 25.5. Ρυθμίζεται η I3 όπως την I2 μόνο που αυτή τη φορά κάτω από το Off< Όριο πληκτρολογείται 25.5 και πατιέται Enter και κάτω από το On>Όριο πληκτρολογείται 26.0 και πατιέται Enter. Επίσης αυτή τη φορά δεν επιθυμείται να απενεργοποιείται από κάποια διεύθυνση οπότε δεν πληκτρολογείται κάτι στο κουτί κάτω από τη διεύθυνση απενεργοποίησης.



**Εικόνα 4.26:** Προγραμματισμός θερμομέτρου I3

Η διεύθυνση I4 προτιμάται να ενεργοποιείται κάθε φορά που μια εκ των I2, I3 ενεργοποιείται δηλαδή όταν η θερμοκρασία ξεπερνά κάποιο όριο. Πατώντας δεξί κλικ στη I4, επιλέγεται 'Πύλη Λογικών Πράξεων'. Κάτω από τη 'Λειτουργία' επιλέγεται το 'Οι όλα 1' καθώς προτιμάται η I4 να ενεργοποιείται είτε ενεργοποιείται η I2 είτε ενεργοποιείται η I3. Πηγαίνοντας δεξιά, πατιέται δυο φορές η I2 και δυο φορές η I3 έτσι ώστε να πάρουν την τιμή 1.



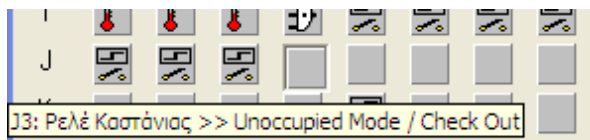
**Εικόνα 4.27:** Πύλη Λογικής Πράξης

Οι I5, I6, I7, I8 θα προγραμματιστούν ως ρελέ καστάνιας έτσι ώστε να ελέγχεται η κατάσταση του κλιματιστικού. Η I5 θα αντιστοιχεί σε κλειστό κλιματιστικό και οι υπόλοιπες τρεις θα αντιστοιχούν σε χαμηλής έντασης λειτουργία, μεσαίας έντασης λειτουργία και υψηλής έντασης λειτουργία.



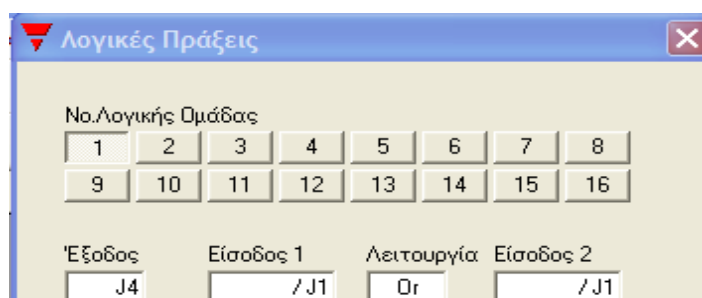
**Εικόνα 4.28:** Ρελέ καστάνιας

Προγραμματίζονται και 3 ρελέ καστανίας ακόμα τα οποία θα τα ελέγχει μόνο η ρεσεψιόν και θα αντιπροσωπεύει το κάθε ένα την κατάσταση στην οποία βρίσκεται το δωμάτιο. Το J1 σημαίνει ότι το δωμάτιο βρίσκεται σε occupied mode, το J2 ότι οι πελάτες που μένουν στο δωμάτιο δεν βρίσκονται στο δωμάτιο, δηλαδή energy conservation mode και το J3 ότι το δωμάτιο δεν έχει πελάτες, δηλαδή unoccupied mode. Καλό είναι στα ρελέ καστανίας να συμπληρώνονται τα κουτιά περιγραφής στο δεξί παράθυρο έτσι ώστε περνώντας με το ποντίκι πάνω από μια διεύθυνση στο αριστερό παράθυρο να παρουσιάζεται που αναφέρεται το κάθε ρελέ καστανίας.



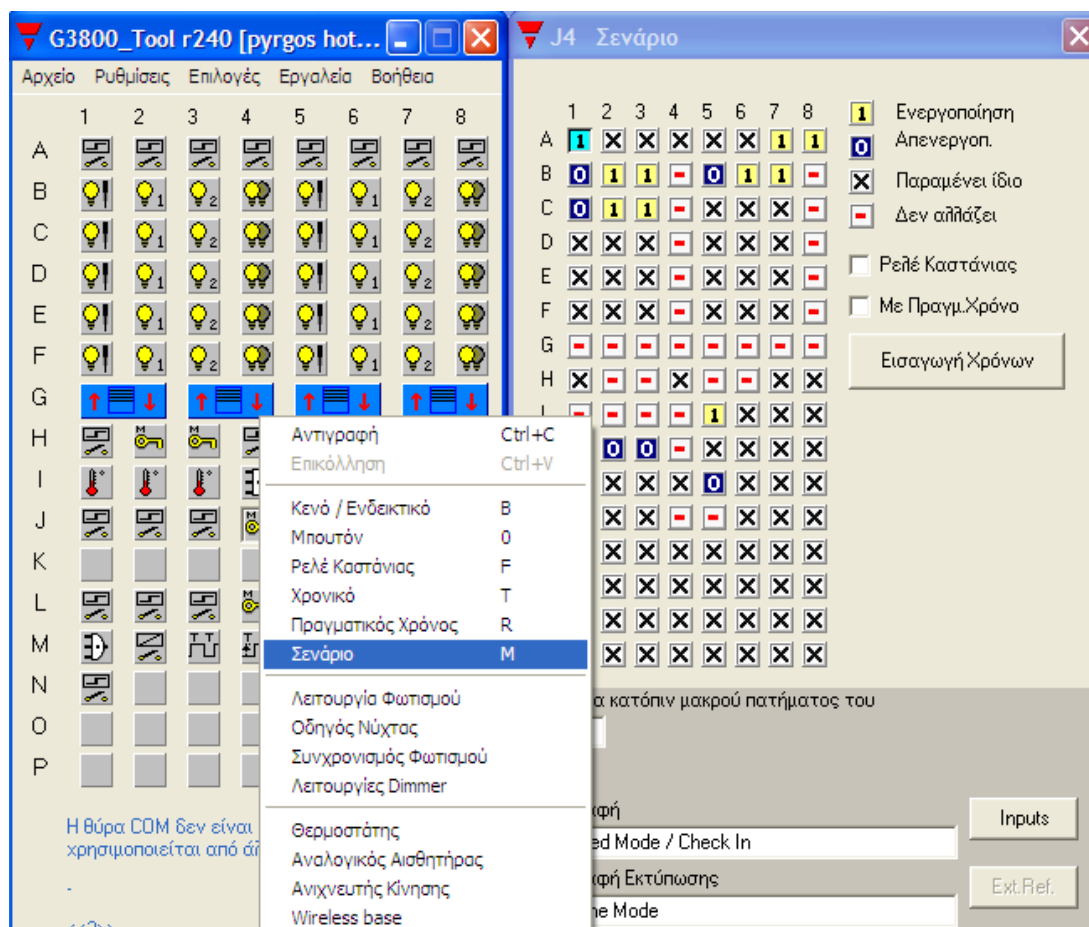
**Εικόνα 4.29:** Εμφάνιση περιγραφής στα ρελέ καστανίας

Στο J4 θα προγραμματιστεί ένα σενάριο το οποίο θα ενεργοποιείται όταν η ρεσεψιόν ενεργοποιεί το J1 που υποδηλώνει ότι ήρθαν οι πελάτες (occupied mode/ check in). Αυτό γίνεται με τη βοήθεια λογικής πράξης. Επιλέγεται η πρώτη λογική ομάδα και στην πρώτη γραμμή πληκτρολογείται στην έξοδο 'J4', στη λειτουργία 'or', στην είσοδο 1 '/J1' και στην είσοδο 2 '/J1'.



**Εικόνα 4.30:** Προγραμματισμός 1<sup>ης</sup> Λογικής Ομάδας

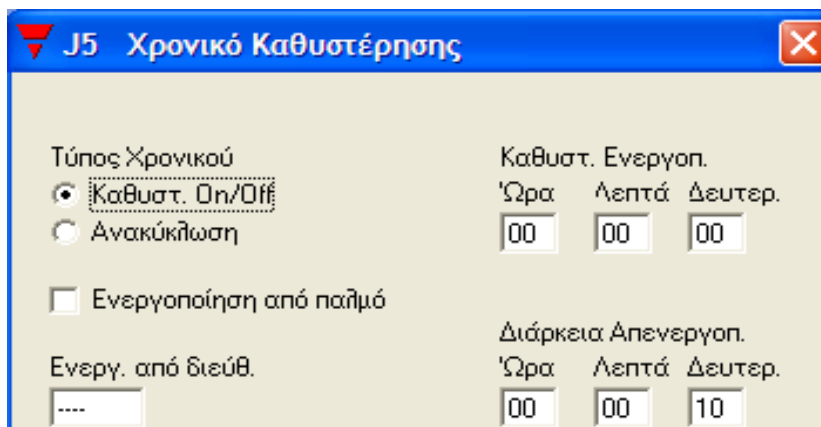
Με το που πατήσει η ρεσεψιόν το J1 επιθυμείται να ενεργοποιείται το σενάριο J4 και να ανάβει το φως εισόδου(A1), το dimmer εισόδου(B1), το dimmer τουαλέτας(C1), το dimmer στο νιπτήρα της τουαλέτας(B5) και να λειτουργούν οι δυο πρίζες του δωματίου A7,A8(στη δεύτερη είναι συνδεδεμένο το ψυγείο). Επιθυμείται επίσης να κλείνει το κλιματιστικό(I5), να απενεργοποιούνται οι άλλες δυο καταστάσεις του δωματίου J2, J3, και να απενεργοποιείται η διεύθυνση K5 που απενεργοποιεί τα όρια θερμοκρασίας του I2 που αναφέρεται σε occupied mode. Αυτό γίνεται εύκολα πατώντας δεξί κλικ στο J4 και επιλέγοντας 'Σενάριο'. Στη συνέχεια ρυθμίζονται στο δεξί παράθυρο όλες τις πράξεις που πρέπει να γίνουν. Όποια διεύθυνση χρειάζεται να δείχνει 1 πατιέται δυο φορές έως ότου να εμφανιστεί το '1' και όποια χρειάζεται να δείχνει 0 πατιέται από μια.



**Εικόνα 4.31:** Επιλογή σεναρίου στη διεύθυνση J4

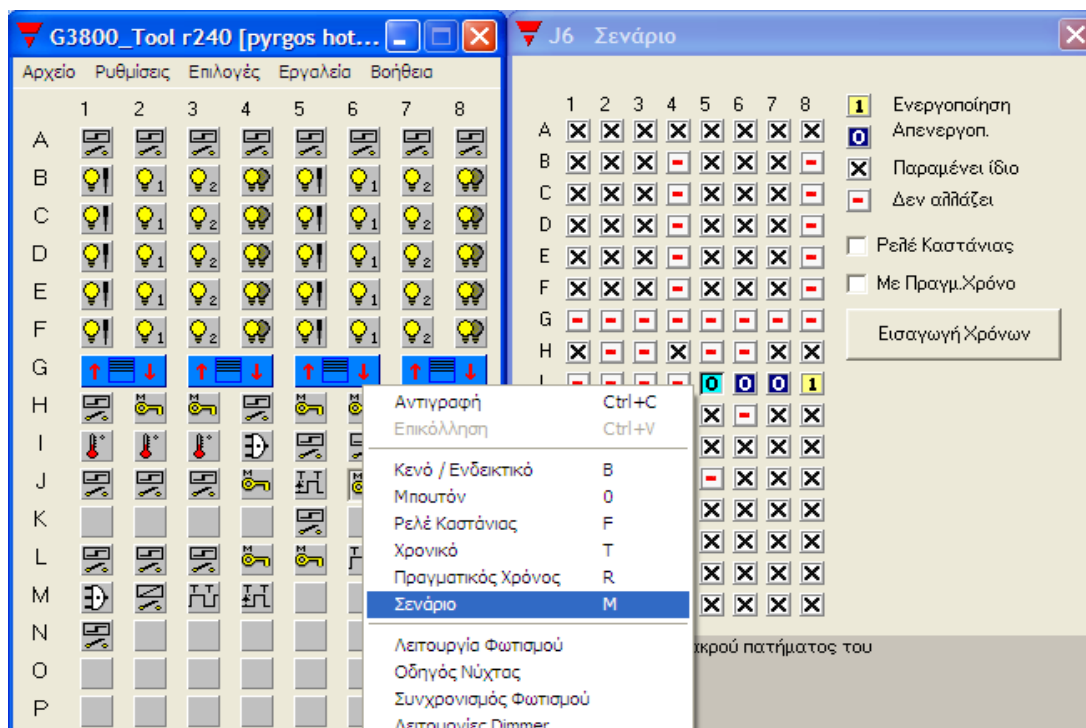
Με το που ενεργοποιηθεί όμως όλο αυτό το σενάριο χρειάζονται 10 δευτερόλεπτα να τρέξει το κλιματιστικό (που έκλεισε στο σενάριο) σε δυνατή ένταση και μετά να γυρίσει σε χαμηλή ένταση. Για να το επιτευχθεί αυτό θα χρειαστεί ένα χρονικό καθυστέρησης, δυο σενάρια και τρεις γραμμές λογικών πράξεων.

Το J5 χρησιμοποιείται ως χρονικό καθυστέρησης, πατώντας δεξί κλικ και επιλέγοντας 'Χρονικό'. Το μόνο που ρυθμίζεται στο δεξί παράθυρο είναι η διάρκεια απενεργοποίησης την οποία τίθεται στα 10 δευτερόλεπτα.



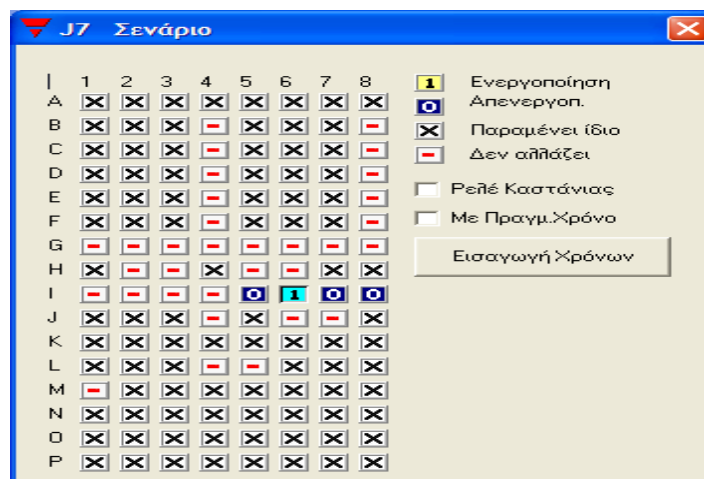
Εικόνα 4.32: Προγραμματισμός χρονικού καθυστέρησης J5

Το J6 προγραμματίζεται ως σενάριο και το μόνο που χρειάζεται στο δεξί παράθυρο είναι να πατηθεί δυο φορές το I8 ώστε να γίνει '1' και από δυο φορές τα I5, I6, I7 ώστε να γίνουν '0'. Δηλαδή όταν ενεργοποιείται αυτό το σενάριο ενεργοποιείται η υψηλή ένταση του κλιματιστικού και απενεργοποιούνται οι υπόλοιπες καταστάσεις.



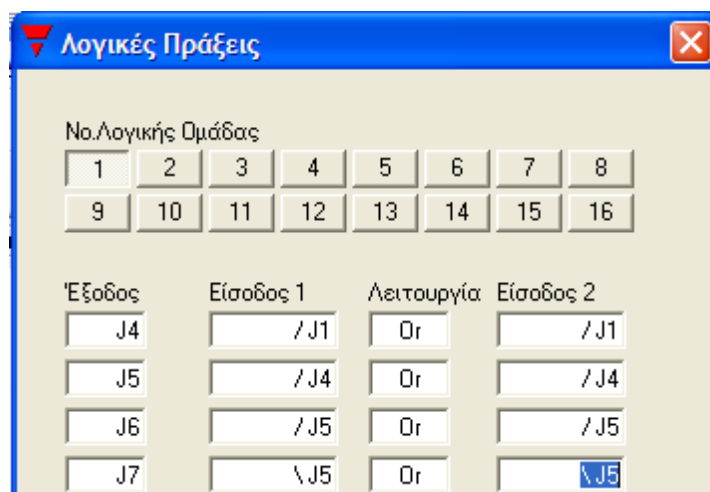
Εικόνα 4.33: Προγραμματισμός σεναρίου J6

Όμοια και το J7 προγραμματίζεται ως σενάριο και το μόνο που χρειάζεται στο δεξί παράθυρο είναι να πατηθεί δυο φορές το I6 ώστε να γίνει '1' και από δυο φορές τα I5, I7, I8 ώστε να γίνουν '0'. Δηλαδή όταν ενεργοποιείται αυτό το σενάριο ενεργοποιείται η χαμηλή ένταση του κλιματιστικού και απενεργοποιούνται οι υπόλοιπες καταστάσεις.



**Εικόνα 4.34:** Προγραμματισμός σεναρίου J7

Πηγαίνοντας τώρα στις λογικές πράξεις που πρέπει να γραφτούν για να γίνουν όλα αυτά αυτόματα, στη δεύτερη γραμμή της πρώτης ομάδας πληκτρολογείται στην έξοδο 'J5', στη λειτουργία 'or', στην είσοδο 1 '/J4' και στην είσοδο 2 '/J4', δηλαδή με το που ενεργοποιηθεί το σενάριο J4 ενεργοποιείται η J5. Στην τρίτη γραμμή πληκτρολογείται στην έξοδο 'J6', στη λειτουργία 'or', στην είσοδο 1 '/J5' και στην είσοδο 2 '/J5'. Στην τέταρτη γραμμή πληκτρολογείται στην έξοδο 'J7', στη λειτουργία 'or', στην είσοδο 1 '\J5' και στην είσοδο 2 '\J5'.

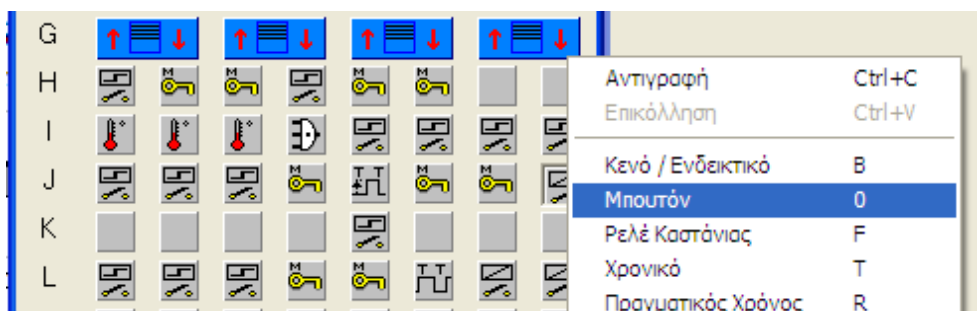


**Εικόνα 4.35:** Προγραμματισμός Λογικών Πράξεων

Δηλαδή με το που πατάει το διακόπτη J1 η ρεσεψιόν ενεργοποιείται η διεύθυνση J4. Η δεύτερη γραμμή προγραμματίστηκε έτσι ώστε με το που ενεργοποιηθεί το σενάριο J4 ενεργοποιείται το χρονικό J5. Όταν ενεργοποιείται το χρονικό, ενεργοποιείται και το σενάριο J6, δηλαδή δουλεύει στην υψηλή ένταση το κλιματιστικό. Με το που απενεργοποιηθεί όμως το χρονικό μετά από 10 δευτερόλεπτα όπως φαίνεται από την τέταρτη λογική πράξη ενεργοποιείται το σενάριο J7 το οποίο ενεργοποιεί την χαμηλή ένταση του κλιματιστικού και απενεργοποιεί όλες τις υπόλοιπες.

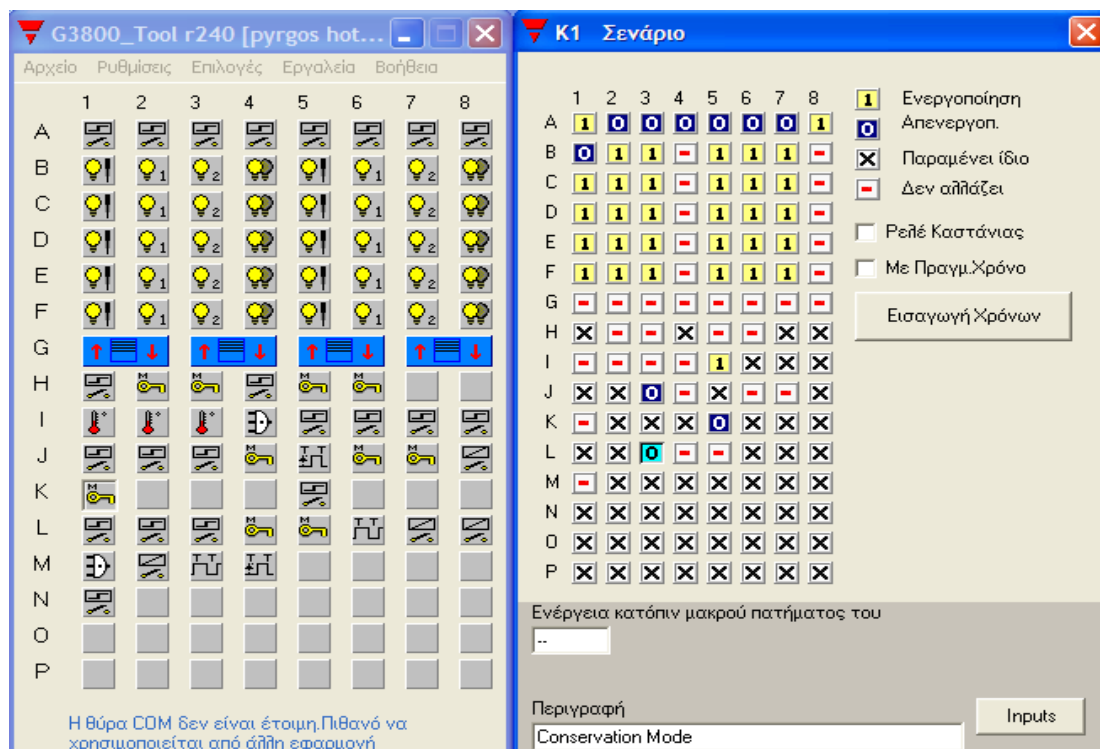


Προγραμματίζεται το J8 ως μπουτόν, το οποίο θα δείχνει αν βρίσκεται η κάρτα δωματίου στην υποδοχή της, δηλαδή αν ουσιαστικά οι πελάτες βρίσκονται εκείνη την ώρα στο δωμάτιο. Πατώντας δεξί κλικ στο J8, επιλέγεται 'Μπουτόν'. Στην περιγραφή συμπληρώνεται 'KEYCARD SWITCH'.



**Εικόνα 4.36:** Μπουτόν

Στη διεύθυνση K1 προγραμματίζεται ένα σενάριο για όταν οι πελάτες που διαμένουν στο δωμάτιο δεν βρίσκονται εκείνη τη στιγμή μέσα. Στο σενάριο αυτό σβήνουν όλα τα dimmer περά του dimmer εισόδου (B1), μένει αναμμένη η λάμπα εισόδου (A1) και η πρίζα του ψυγείου (A8), σβήνει προς στιγμή το κλιματιστικό (I5), απενεργοποιείται το led από το εξωτερικό πάνελ που γράφει PW (L3), απενεργοποιείται η κατάσταση unoccupied mode από τη ρεσεψιόν (J3) και απενεργοποιείται η διεύθυνση K5 που απενεργοποιεί τα όρια θερμοκρασίας του I2 που αναφέρεται σε occupied mode. Αυτό γίνεται πατώντας δεξί κλικ στο K1 και επιλέγοντας 'Σενάριο'. Στη συνέχεια ρυθμίζονται στο δεξί παράθυρο όλες οι πράξεις που πρέπει να γίνουν. Όποια διεύθυνση χρειάζεται να δείχνει 1 πατιέται δυο φορές έως ότου να εμφανιστεί το '1' και όποια χρειάζεται να δείχνει 0 πατιέται από μια.



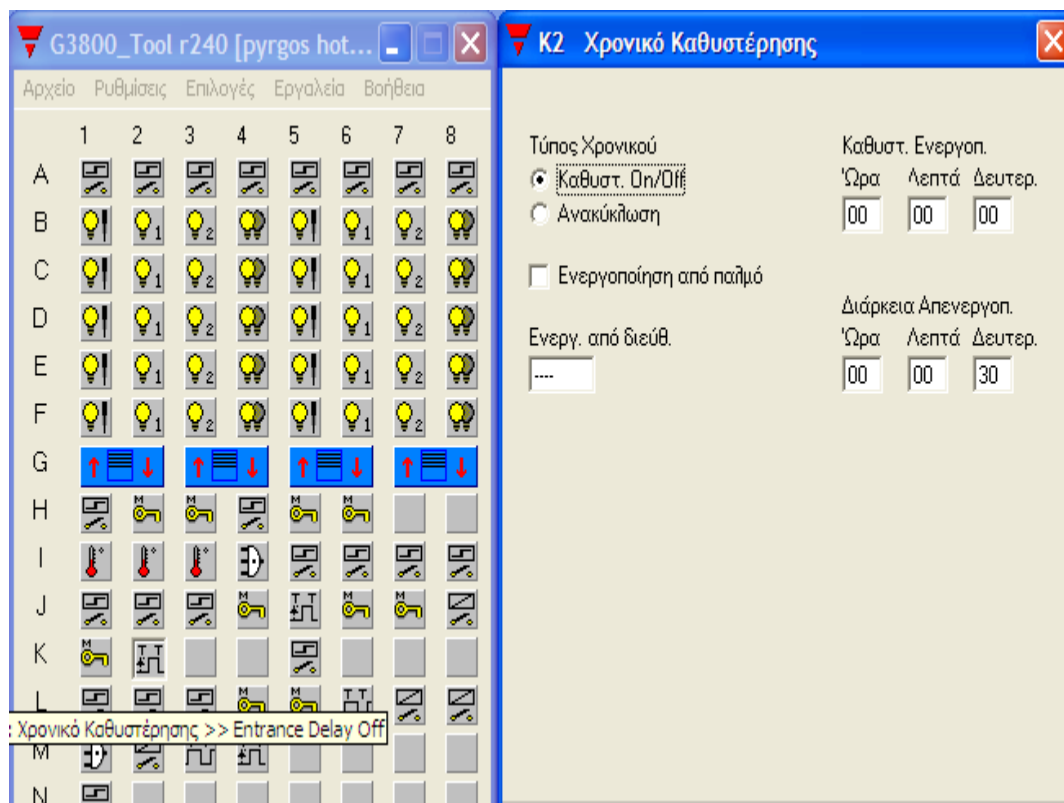
**Εικόνα 4.37:** Προγραμματισμός σεναρίου K1

Το K1 θα ενεργοποιείται με τη βοήθεια κάποιας λογικής πράξης. Πηγαίνοντας στις ρυθμίσεις, επιλέγεται λογικές πράξεις. Στην πρώτη λογική ομάδα στην πέμπτη γραμμή πληκτρολογείται στην έξοδο 'K1', στη λειτουργία 'or', στην είσοδο 1 '/J2' και στην είσοδο 2 '\J8'. Δηλαδή το σενάριο K1 θα ενεργοποιείται είτε όταν πατήσει το διακόπτη και ενεργοποιηθεί το energy conservation mode (J2) η ρεσεψιόν, είτε όταν βγάλει ο πελάτης την κάρτα από την υποδοχή του δωματίου και απενεργοποιηθεί η J8.



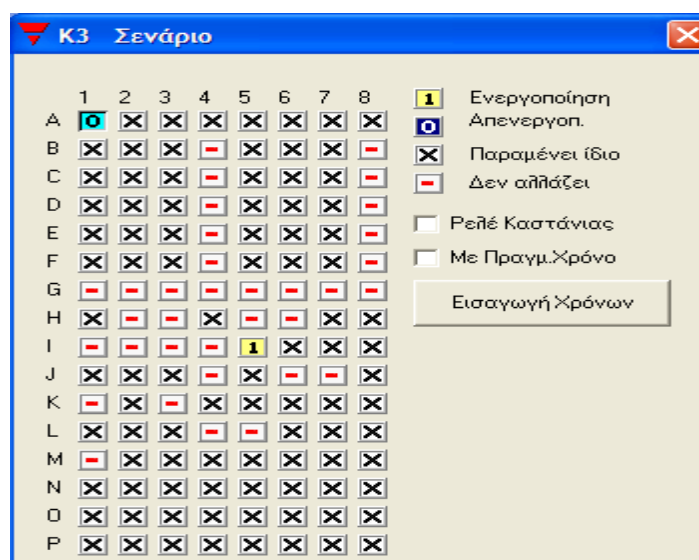
**Εικόνα 4.38:** Λογική Πράξη

Από τη στιγμή που φύγει ο πελάτης από το δωμάτιο επιθυμείται μετά από 30 δευτερόλεπτα να σβήνει η λάμπα εισόδου και προς στιγμή να σβήνει και το κλιματιστικό (θα ανάβει μετά κατευθείαν με τη βοήθεια κάποιας λογικής πράξης). Οπότε προγραμματίζεται το K2 ως χρονικό καθυστέρησης με διάρκεια απενεργοποίησης 30 δευτερόλεπτα. Στο K2 πατιέται δεξί κλικ και επιλέγεται 'Χρονικό'. Το μόνο που ρυθμίζεται στο δεξί παράθυρο είναι η διάρκεια απενεργοποίησης η οποία τίθεται στα 30 δευτερόλεπτα.



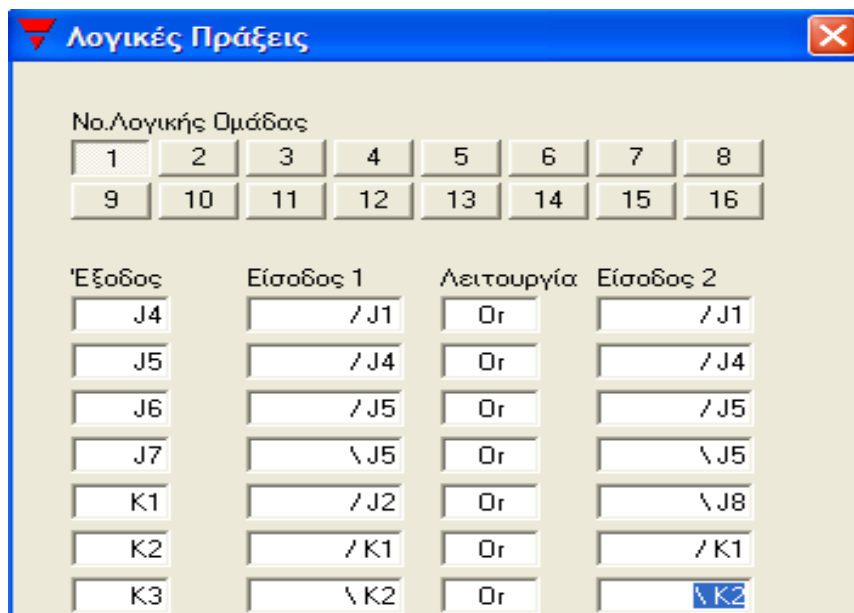
Εικόνα 4.39: Προγραμματισμός χρονικού καθυστέρησης K2

Το K3 προγραμματίζεται ως σενάριο και για να ρυθμιστεί στο δεξί παράθυρο όπου A1 επιλέγεται να εμφανίζει '0' και όπου I5 να εμφανίζει '1'.



Εικόνα 4.40: Προγραμματισμός σεναρίου K3

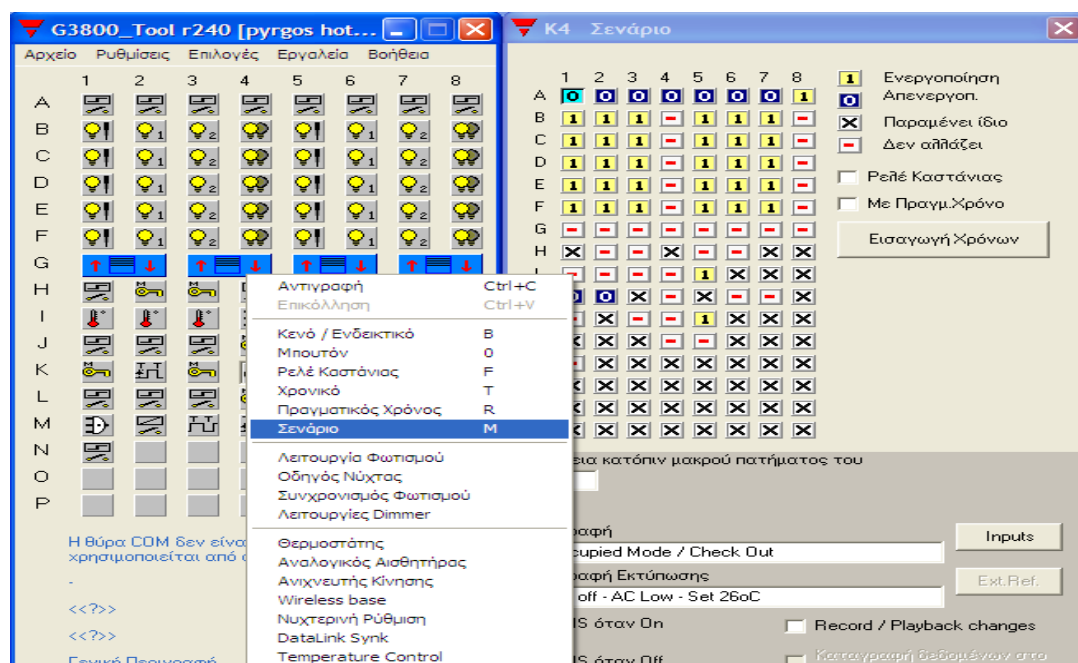
Τώρα θα χρειαστούν δυο γραμμές λογικών πράξεων, οπότε πηγαίνοντας στις ρυθμίσεις, επιλέγεται 'Λογικές Πράξεις'. Χρησιμοποιήθηκε η έκτη και η έβδομη γραμμή της πρώτης λογικής ομάδας. Στην έκτη γραμμή πληκτρολογείται στην έξοδο 'K2', στη λειτουργία 'or', στην είσοδο 1 '/K1' και στην είσοδο 2 '\K1' και στην έβδομη γραμμή πληκτρολογείται στην έξοδο 'K3', στη λειτουργία 'or', στην είσοδο 1 '\K2' και στην είσοδο 2 '\K2'.



Εικόνα 4.41: Λογικές Πράξεις

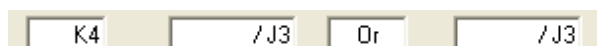
Δηλαδή με το που ενεργοποιείται το σενάριο K1 ενεργοποιείται το χρονικό K2. Μετά από 30 δευτερόλεπτα όταν απενεργοποιείται το K2 ενεργοποιείται το σενάριο K3. Όταν βγάλει δηλαδή ο πελάτης την κάρτα από το δωμάτιο ενεργοποιείται το σενάριο K1 και 30 δευτερόλεπτα μετά ενεργοποιείται το σενάριο K3 που κρατάει αναμμένη μόνο τη λάμπα εισόδου και την πρίζα ψυγείου.

Στο K4 προγραμματίζεται και ένα τελευταίο σενάριο, το σενάριο όπου δεν διαμένουν πελάτες στο δωμάτιο (unoccupied mode/ check out). Στο σενάριο αυτό σβήνουν όλα τα φώτα και dimmer, αλλά μένει αναμμένη η πρίζα του ψυγείου. Σβήνει και το κλιματιστικό προς το παρόν και απενεργοποιούνται οι καταστάσεις occupied mode και energy conservation mode. Επίσης ενεργοποιείται η διεύθυνση K5 η οποία απενεργοποιεί τα χαμηλά όρια θερμοκρασίας που χρησιμοποιούνται όταν διαμένουν πελάτες και έτσι ενεργοποιούνται τα υψηλά της I3. Αυτό γίνεται πατώντας δεξί κλικ στο K4 και επιλέγοντας 'Σενάριο'. Στη συνέχεια ρυθμίζονται στο δεξί παράθυρο όλες οι πράξεις που πρέπει να γίνουν. Όποια διεύθυνση χρειάζεται να δείχνει 1 πατιέται δυο φορές έως ότου να εμφανιστεί το '1' και όποια χρειάζεται να δείχνει '0' πατιέται από μια.



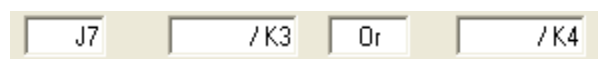
Εικόνα 4.42: Προγραμματισμός σεναρίου K4

Το K4 ενεργοποιείται από τη δεύτερη γραμμή λογικής πράξης στη δεύτερη λογική ομάδα όπου πληκτρολογείται στην έξοδο 'K4', στη λειτουργία 'or', στην είσοδο 1 '/J3' και στην είσοδο 2 '/J3'. Δηλαδή όποτε πατάει το διακόπτη J3 και τον ενεργοποιεί η ρεσεψιόν τότε θα ενεργοποιείται και το σενάριο K4.



Εικόνα 4.43: Λογική Πράξη

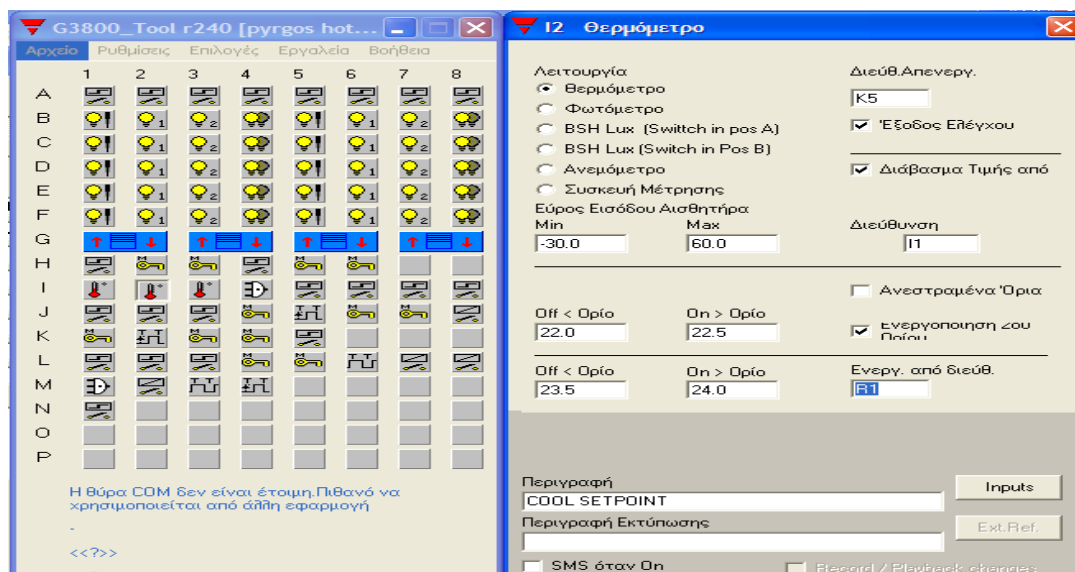
Κάθε φορά που ενεργοποιείται το σενάριο K3 ή το K4 δηλαδή όποτε το δωμάτιο μπαίνει σε unoccupied mode ή energy conservation mode, επιλέγεται να ενεργοποιείται το σενάριο J7 το οποίο ενεργοποιεί το κλιματιστικό στη χαμηλή ένταση. Οπότε θα χρησιμοποιηθεί άλλη μια γραμμή λογικής πράξης. Προγραμματίζεται η τελευταία γραμμή της πρώτης λογικής ομάδας. Πληκτρολογείται στην έξοδο 'J7', στη λειτουργία 'or', στην είσοδο 1 '/K3' και στην είσοδο 2 '/K4'.



Εικόνα 4.44: Λογική Πράξη

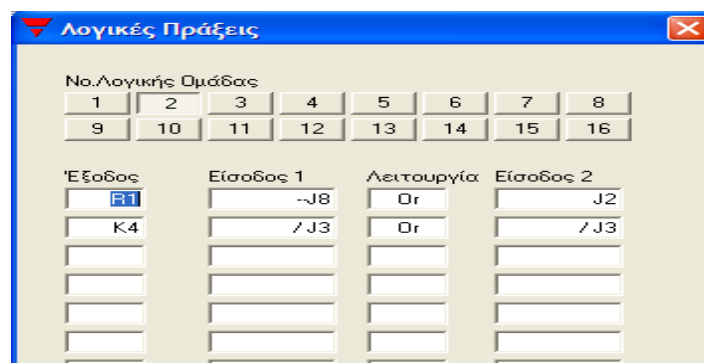
Ρυθμίζονται νέα όρια θερμοκρασίας έτσι ώστε όταν λείπουν οι πελάτες που διαμένουν στο δωμάτιο να μην είναι τόσο υψηλά όσο όταν δεν διαμένει κανείς αλλά

ούτε τόσο χαμηλά και ενεργοβόρα όσο όταν είναι μέσα στο δωμάτιο οι πελάτες. Για το λόγο αυτό θα χρησιμοποιηθεί μια βοηθητική διεύθυνση, η R1 η οποία όταν ενεργοποιείται θα θέτει καινούργιο ζεύγος τιμών. Πατώντας το I2, επιλέγεται το κουτάκι 'Ενεργοποίηση 2ου ορίου' που εμφανίζεται στο δεξί παράθυρο. Συμπληρώνεται τώρα το δεύτερο ζευγάρι ορίων, κάτω από το Off< Όριο πληκτρολογείται 23.5 και πατιέται Enter και κάτω από το On>Όριο πληκτρολογείται 24.0 και πατιέται Enter. Συμπληρώνεται και το κουτάκι 'Ενεργ. από διεύθ.' με τη διεύθυνση R1.



Εικόνα 4.45: Ενεργοποίηση θερμομέτρου από διεύθυνση

Για να ενεργοποιείται η βοηθητική διεύθυνση R1 θα προγραμματιστεί μια γραμμή λογικής πράξης. Πηγαίνοντας στις ρυθμίσεις, επιλέγεται 'Λογικές Πράξεις'. Συμπληρώνεται η πρώτη γραμμή της δεύτερης ομάδας. Πληκτρολογείται στην έξοδο 'R1', στη λειτουργία 'or', στην είσοδο 1 '-J8' και στην είσοδο 2 'J2'.



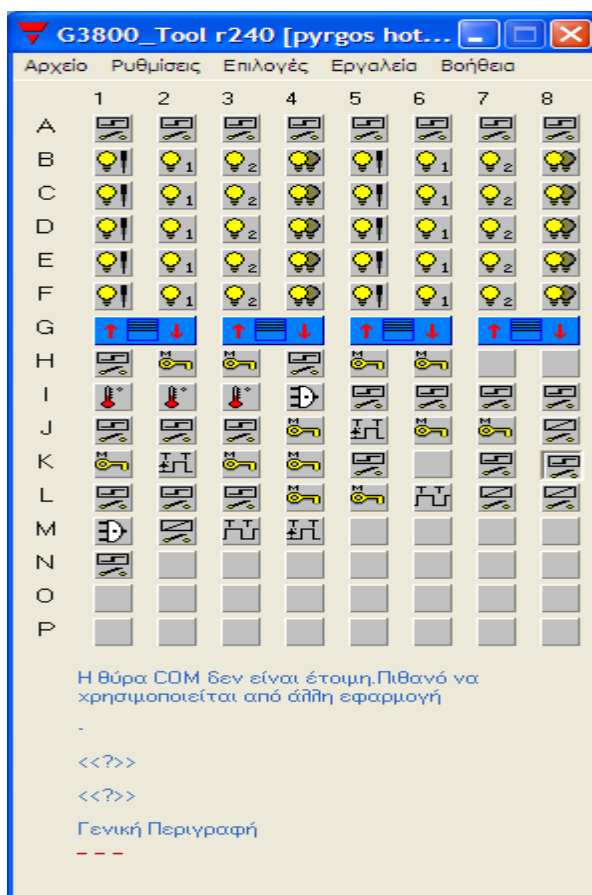
Εικόνα 4.46: Προγραμματισμός 2<sup>ης</sup> Λογικής Ομάδας

Δηλαδή για να ενεργοποιηθεί η R1 πρέπει είτε να είναι απενεργοποιημένη η J8 (να μην είναι η κάρτα δωματίου στην υποδοχή) ή να είναι ενεργοποιημένη η J2 (να έχει γυρίσει την κατάσταση του δωματίου η ρεσεψιόν σε energy conservation mode). Τέλος, προγραμματίζονται και οι K7 και K8 ως ρελέ καστανίας. Η K7 αντιστοιχεί στη βαλβίδα ψύξης και η K8 στη βαλβίδα θέρμανσης.



Εικόνα 4.47: Βαλβίδα ψύξης

Οπότε η τελική μορφή του προγράμματος και των λογικών πράξεων είναι η παρακάτω:



Εικόνα 4.48: Τελική μορφή του προγράμματος

The figure displays four instances of the 'Λογικές Πράξεις' (Logic Actions) configuration window. Each window contains a grid for selecting logical groups (1-16) and a table for defining logic rules. The table columns are: Έξοδος (Output), Είσοδος 1 (Input 1), Λειτουργία (Operation), and Είσοδος 2 (Input 2). Below the table is a section for 'Σημειώσεις' (Notes).

**Top-Left Window:** Group 4 is selected. The table contains the following rules:

Έξοδος	Είσοδος 1	Λειτουργία	Είσοδος 2
J4	/J1	Or	/J1
J5	/J4	Or	/J4
J6	/J5	Or	/J5
J7	\J5	Or	\J5
K1	/J2	Or	\J8
K2	/K1	Or	/K1
K3	\K2	Or	\K2
J7	/K3	Or	/K4

**Top-Right Window:** Group 2 is selected. The table contains the following rules:

Έξοδος	Είσοδος 1	Λειτουργία	Είσοδος 2
R1	-J8	Or	J2
K4	/J3	Or	/J3

**Bottom-Left Window:** Group 3 is selected. The table contains the following rules:

Έξοδος	Είσοδος 1	Λειτουργία	Είσοδος 2
L4	/L1	Or	/L1
L8	L7	And	M1
L6	L7	And	L1
L5	/L2	Or	/L2
M3	L7	And	L3
M2	M3	Or	M3
M2	L3	And	-L7

**Bottom-Right Window:** Group 4 is selected. The table contains the following rules:

Έξοδος	Είσοδος 1	Λειτουργία	Είσοδος 2
M4	/L3	Or	/L3
L5	\M4	Or	\M4

Εικόνα 4.49: Τελική μορφή των Λογικών Πράξεων



## **Κεφάλαιο 5. Αρχιτεκτονική Διαδικτυακού Εργαλείου**

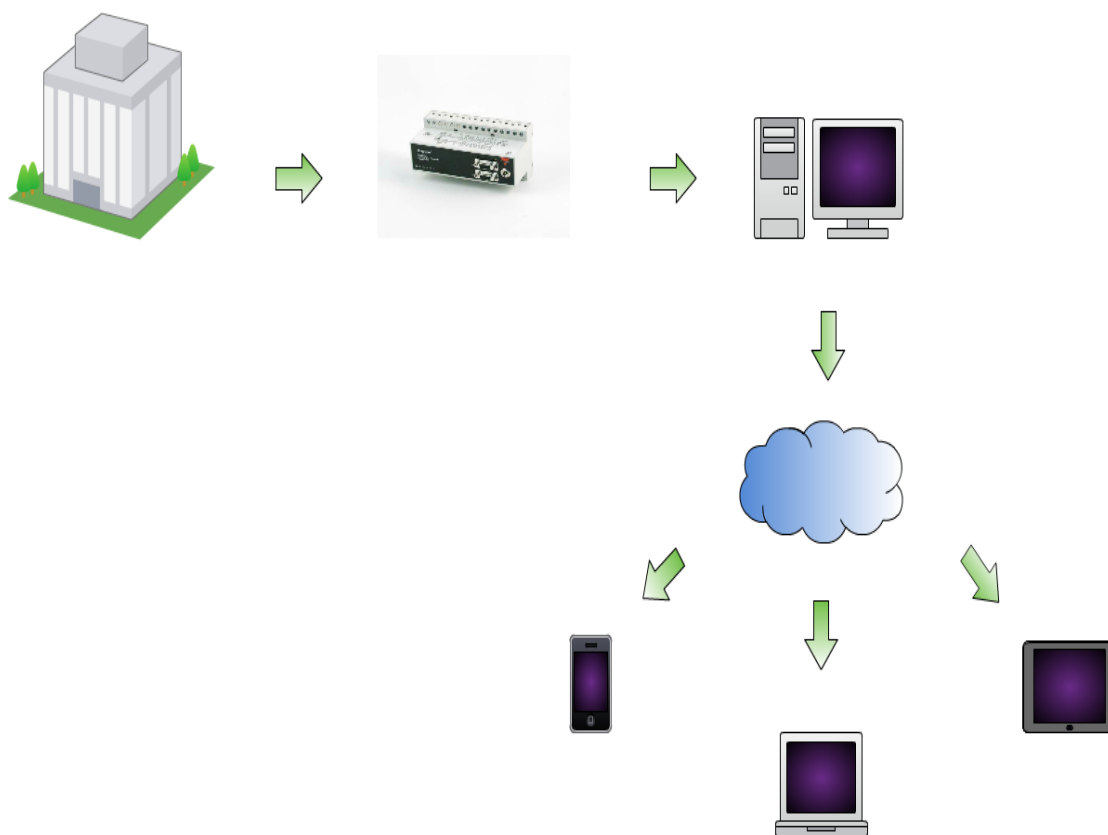
---



## 5.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει μια αναλυτική παρουσίαση της αρχιτεκτονικής του διαδικτυακού εργαλείου που αναπτύχθηκε. Η παρουσίαση περιλαμβάνει τον τρόπο με τον οποίο αναπτύχθηκε το εργαλείο, τα στάδια ανάπτυξής του και το interface που χρησιμοποιήθηκε.

Για την αποδοτικότερη λειτουργία του εργαλείου, η ανάπτυξη του οργανώθηκε σε ορισμένα βήματα έτσι ώστε να γίνει πληρέστερη κατανόηση της ολοκλήρωσης του. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται διαγραμματικά η διαδικασία ανάπτυξης του.



Σχήμα 5.1: Διάγραμμα ανάπτυξης διαδικτυακού εργαλείου

## 5.2 Λήψη μετρήσεων από κτίριο

### 5.2.1 Αναλυτής ενέργειας EM24 DIN

Σε προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκαν οι βασικές συσκευές αυτοματισμού Dupline με τις οποίες λαμβάνονται όλες οι απαραίτητες μετρήσεις. Η λειτουργία του αναλυτή ενέργειας περιλαμβάνει τον έλεγχο και την μεταφορά των τιμών των μετρητών.

Το σύστημα αυτοματισμού της Dupline έχει τη δυνατότητα να συνεργάζεται με μια σειρά από μετρητές και αναλυτές ενέργειας οι οποίοι παρέχονται στην αγορά από την μητρική εταιρεία Carlo Gavazzi. Ένας από τους αναλυτές αυτούς είναι ο EM24 DIN, με τον οποίο είναι εφοδιασμένο το σύστημα εργαστηριακού κτιριακού αυτοματισμού.

Ο αναλυτής ενέργειας EM24 DIN είναι ένας τριφασικός αναλυτής με απευθείας σύνδεση στο field bus Dupline, ενσωματωμένο χειριστήριο (joystick) και δυνατότητα παρουσίασης των δεδομένων σε LCD οθόνη τριών γραμμών. Χρησιμοποιείται για μέτρηση τάσης, έντασης ρεύματος, ενεργού ισχύος των εγκατεστημένων φορτίων, άεργου ισχύος των φορτίων, φάσης και συντελεστή ισχύος (cosφ). Επίσης βοηθά αποτελεσματικά για την κατανομή δαπανών και την εξοικονόμηση ενέργειας μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, όσον αφορά στη μέση τάση, μέσω της δυνατότητας του να προγραμματίζεται από το field bus Dupline.



**Εικόνα 5.1:** Αναλυτής ενέργειας EM24 DIN

Τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Βαθμοί προστασίας: IP50
- Σειριακή έξοδος RS485 (κατόπιν αιτήσεως) (MODBUS-RTU)
- Συμβατότητα με iFIX SCADA
- Ακρίβεια:  $\pm 0.5$  RDG (ρεύμα /τάση)
- Ανάλυση ενέργειας
- Στιγμιαία ανάγνωση μεταβλητών: 4 DGT
- Ανάγνωση Ενεργειών/ αερίων/ νερού: 7+1 DGT
- Μεταβλητές συστήματος: VLL, VLN, Admd, VA, VAdmd, maxW, Wdmd, Wdmd max var, PF, Hz, Phase-sequence
- Μονοφασικές μεταβλητές: VLL, VLN, A, VA, W, var, PF
- Ενεργειακές μετρήσεις: συνολικές και επιμέρους kWh και kvarh
- Μετρήσεις αερίου, κρύου νερού, ζεστού νερού, kWh τηλεθέρμανσης
- Αυτοτροφοδοτούμενη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος (είσοδοι AV0-AV9)
- Βοηθητική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος (AV5-AV6)
- 3 ψηφιακές είσοδοι για την επιλογή δασμολογίων, για μέτρηση (κατόπιν αιτήσεως) Μέγιστης Ζήτησης αερίου/ νερού (ζεστό - κρύο) και τηλεθέρμανσης
- 2 ψηφιακοί έξοδοι για παλμούς ή για προειδοποιήσεις ή για συνδυασμό και των δύο (κατόπιν αιτήσεως)
- Διαστάσεις:  $\leq 4$  Θέσεων (Πίνακα)
- Υγρασία: 20-80%
- Θερμοκρασία Λειτουργίας:  $-5 \dots 50^{\circ}\text{C}$

Όσον αφορά τον προγραμματισμό του EM24 ισχύουν τα ακόλουθα:

Κωδικοποίηση δεδομένων:

Η κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται είναι η 8-ψήφια BCD.

Τιμή εξόδου μετρητή:

Το διάβασμα και η μεταφορά των αποθηκευμένων τιμών μετρητών γίνονται μόνο διαμέσου του πρωτοκόλλου Modbus της Γεννήτρια. Υπάρχουν βασικά 3 δυνατότητες συνεχούς επεξεργασίας.

1. Απεικόνιση των τιμών με λογισμικό οπτικοποίησης ή οθόνη χειρισμού (πχ. Σε υπολογιστή με το λογισμικό Dupline - online).
2. Μέσω προγραμμάτων επικοινωνίας, πχ. Το Dupline DDE Server – ένα ανοιχτό λογισμικό διασύνδεσης με εφαρμογές όπως Microsoft Office.
3. Αυτόνομος μηδενισμός των τιμών των μετρητών.

### Ταυτόχρονη Μεταφορά Αναλογικών Τιμών στον EM24:

Τα κανάλια μεταφοράς των αναλογικών μεταβλητών του EM24 θέτονται έτσι ώστε να μην επικαλύπτουν τα κανάλια μεταφοράς των τιμών των μετρητών.

### Ρύθμιση λειτουργίας Μετρητή και Αναλογικού Πολυπλέκτη:

Στην σελίδα παραμετροποίησης των λειτουργιών του πολυπλέκτη εμφανίζονται και ρυθμίζονται τα βασικά σημεία που αφορούν την λειτουργία του.

*Εύρος μετρητή:* Επιλέγεται το εύρος των τιμών των μετρήσεων που θα μπορεί να αποθηκεύει και να εμφανίζει στο πρόγραμμα κάθε μετρητής (Counter). Η επιλογή μπορεί να είναι 0-99, 0-9999, 0-999999, 0-99999999.

*Αριθμός των τιμών των μετρητών:* Ορίζει πόσες τιμές μετρητών πρόκειται να μεταφερθούν στο δίκτυο του Dupline. Η προεπιλεγμένη τιμή είναι καθορισμένη για 128 τιμές μετρητών, ωστόσο το πραγματικό νούμερο των τιμών θα πρέπει να εισαχθεί, για να μειωθεί γενικά ο χρόνος ανανέωσης.

*Απενεργοποίηση μηδενισμού από το Dupline:* Το σενάριο αποκτά και χρονικό έλεγχο, ταυτόχρονα με την χειροκίνητη ενεργοποίηση / απενεργοποίηση. Αν το κελί αυτό επιλεγεί, τότε το σύστημα αυτόματα μηδενίζει το μετρητή, μόλις αυτός φτάσει την μέγιστη τιμή εύρους (99 ή 9999 ή 999999 ή 99999999). Αν το κελί αυτό δεν επιλεγεί, τότε ο μετρητής θα πρέπει να μηδενιστεί χειροκίνητα.

*Πλήθος πολυπλεξίας μονάδων:* Το πεδίο αυτό της παραμετροποίησης καθορίζει πόσες πολυπλεξίες μετρήσεων υπάρχουν στο σύστημα. Όταν χρησιμοποιείται ο αναλυτής EM24, αυτή η τιμή τίθεται πάντα 16. Για παράδειγμα, έστω ότι προγραμματίζεται μία μονάδα αναλογικών εισόδων με ένα αισθητήριο όργανο. Το πλήθος πολυπλεξίας μονάδων που θα πρέπει να επιλεγεί είναι το κενό αφού στην ουσία για ένα αισθητήριο δεν τίθεται θέμα πολυπλεξίας. Σε περίπτωση που η ίδια μονάδα παίρνει μετρήσεις από τέσσερα αισθητήρια, τότε το πλήθος πολυπλεξίας που θα πρέπει να επιλεγεί είναι 4. Αν έχει συνδεθεί δεύτερη μονάδα αναλογικών εισόδων, τότε η επιλογή θα γίνει με βάση την ποσότητα των αναλογικών εισόδων κ.ο.κ..

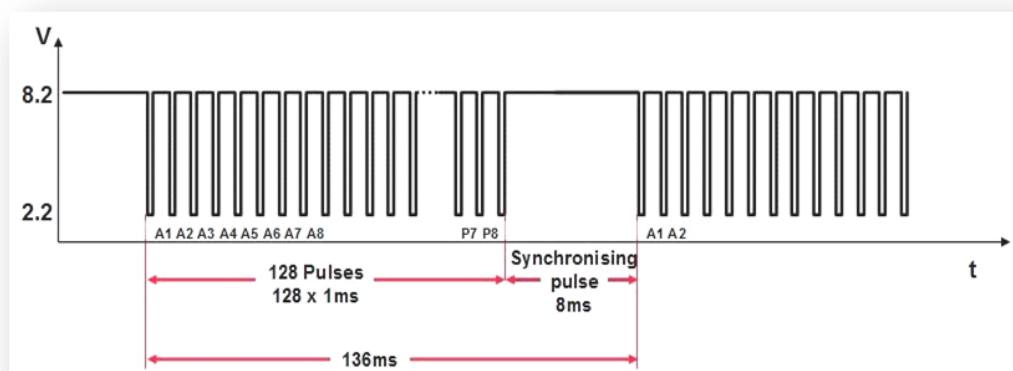
*Καθυστέρηση πολυπλεξίας:* Καθορίζει πόσους κύκλους Dupline θα κάνει το σύστημα από την στιγμή που θα εμφανίσει την μέτρηση ενός αισθητηρίου οργάνου ή την τιμή ενός αναλυτή, μέχρι την εμφάνιση της τιμής του επόμενου αισθητηρίου οργάνου (ή τιμής αναλυτή). Για παράδειγμα αν στο πεδίο “Καθυστέρηση πολυπλεξίας” επιλεγεί ο αριθμός 4, τότε το σύστημα αφού θα εμφανίσει την πρώτη μέτρηση (αναλογική τιμή αισθητηρίου ή αναλυτή ενέργειας), θα εμφανίσει την επόμενη μετά από περίπου μισό δευτερόλεπτο (4 κύκλοι Dupline). Έτσι λοιπόν ο χρόνος που μεσολαβεί από την εμφάνιση της τιμής ενός αισθητηρίου οργάνου μέχρι την εμφάνιση της επόμενης μέτρησης του ίδιου αισθητηρίου, μεταβάλλεται με βάση το πλήθος πολυπλεξίας και

την καθυστέρηση πολυπλεξίας που έχει επιλεγεί. Αν για παράδειγμα έχει ορισθεί πλήθος πολυπλεξίας 16 (δηλαδή είναι τοποθετημένα στο σύστημα 16 αισθητήρια όργανα ή αναμένεται ενημέρωση για 16 τιμές) και καθυστέρηση πολυπλεξίας 4, τότε ο συνολικός χρόνος από την εμφάνιση της τιμής μέτρησης ενός αισθητηρίου μέχρι την επανεμφάνισή της θα είναι :

$$4 \text{ κύκλοι Dupline} \times 16 \text{ πολυπλεξίες} = 64 \text{ κύκλοι Dupline (8704ms)}$$

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να διευκρινιστεί η έννοια του “Κύκλου Dupline”. Στις βασικές αρχές που διέπουν την λειτουργία του Dupline αναφέρεται ότι η Κεντρική Μονάδα ή Γεννήτρια Καναλιών παράγει ένα τετραγωνικό σήμα εξόδου. Συγκεκριμένα η κεντρική μονάδα παράγει συνεχόμενους κύκλους 128 τετραγωνικών παλμών όπως παρουσιάζεται στο **Σχήμα 5.2**. Κάθε παλμός διαρκεί 1ms ενώ στο τέλος κάθε κύκλου υπάρχει ένας παλμός συγχρονισμού που διαρκεί 8ms. Έτσι συνολικά ο κύκλος, ο οποίος αναφέρεται σαν κύκλος Dupline, διαρκεί 136ms.

Κάθε παλμός από τους 128 αντιπροσωπεύει μια διεύθυνση Dupline από την A1 έως την P8. Τα 128 αυτά κανάλια είναι διαθέσιμα για όλες τις συνδεδεμένες με την κεντρική μονάδα συσκευές ανά πάσα στιγμή.



**Σχήμα 5.2:** Σήμα εξόδου της κεντρικής μονάδας

Το μέγιστο εύρος μέτρησης των τιμών από αναλογικές αισθητήριες μονάδες μέτρησης 4-20mA ή αναλυτές ενέργειας είναι 0-1999. Σύμφωνα με τον **Πίνακα 5.1** οι διευθύνσεις G και H χρησιμοποιούνται για την εμφάνιση αυτών των μετρήσεων.

Συμπερασματικά, από την ένδειξη των διευθύνσεων A1-A4 στο εργαλείο γραφικής απεικόνισης, δηλώνεται η μέτρηση που δέχεται το σύστημα την συγκεκριμένη στιγμή. Παράλληλα, σύμφωνα με τον **Πίνακα 5.1**, το κανάλι G1 δηλώνει ότι το σήμα είναι διαθέσιμο από κάποια μονάδα μέτρησης (αναλογική μονάδα ή αναλυτής ενέργειας), το κανάλι G2 δηλώνει ότι το σήμα αυτό είναι έγκυρο και το κανάλι G3 αν η ακόλουθη τιμή είναι θετική ή αρνητική (ενεργοποιημένο δίνει αρνητική τιμή). Οι υπόλοιπες διευθύνσεις συνδυάζονται σε ομάδες (H1-H4, H5-H8, και G5-G8 όπως

παρουσιάζονται στον **Πίνακα 5.1**) για να δώσουν την τιμή της μέτρησης. Οι ομάδες των καναλιών κάνουν συνδυασμούς στο δυαδικό σύστημα που αντιστοιχίζονται στο δεκαδικό σύστημα από το 0 (όλες απενεργοποιημένες) μέχρι και τον αριθμό 9 (ενεργοποιημένη η πρώτη διεύθυνση και η τελευταία της εκάστοτε ομάδας). Έτσι εξάγεται τελικά η πραγματική τιμή της συγκεκριμένης μέτρησης.

**Πίνακας 5.1:** Κωδικοποίηση δεδομένων-μετρήσεων

Χρόνος	Διαθέσιμο σήμα	Έγκυρη τιμή Πρόσημο	Τιμή σε χιλιάδες	Τιμή σε εκατοντάδες				Τιμή σε δεκάδες				Μονοψήφια τιμή				
				G5	G6	G7	G8	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	
Κανάλι	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
Συντελεστής				1	8	4	2	1	8	4	2	1	8	4	2	1
Παράδειγμα																
Κατάσταση καναλιών	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1
Τιμή				1	9				5				7			

Πρέπει όμως εδώ να σημειωθεί ότι ο **Πίνακας 5.1** εξηγεί τον τρόπο εμφάνισης των πραγματικών τιμών των αναλογικών μετρήσεων του αναλυτή ενέργειας EM24 DIN και όχι για μονάδες αναλογικών εισόδων 4-20mA. Αυτές θα εμφανίζουν κανονικά τιμή από 0 μέχρι 1999. Στην συνέχεια η τιμή αυτή διαιρείται με το λόγο του 1999 προς το εύρος τιμών της αναλογικής μονάδας. Έτσι προκύπτει η πραγματική τιμή της μέτρησης.

Το διάβασμα των τιμών των μετρητών απαιτεί σωστή ρύθμιση του EM24. Επίσης είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί μια διεύθυνση για κάθε μετρητή του EM24 μέσω της διαδικασίας προγραμματισμού. Στον EM24:

- “dup Cnt” είναι το σύνολο των μετρητών που μεταφέρονται από τον ίδιο.
- “Adr Cnt” είναι η διεύθυνση του πρώτου του πολυπλέκτη.
- “dup Cnt.m”(m=1,...,6) είναι ο επιλεγμένος μετρητής (πχ. “total Kwh”).
- “res Cnt” επιτρέπει ή όχι τον μηδενισμό όλων των μετρητών του.

Ρυθμίζοντας κατάλληλα τον αναλυτή ενέργειας επιτυγχάνεται μέσω του Dupline DDE Server η μεταφορά των τιμών σε ένα φύλλο Excel.

## 5.2.2 Dupline DDE Server

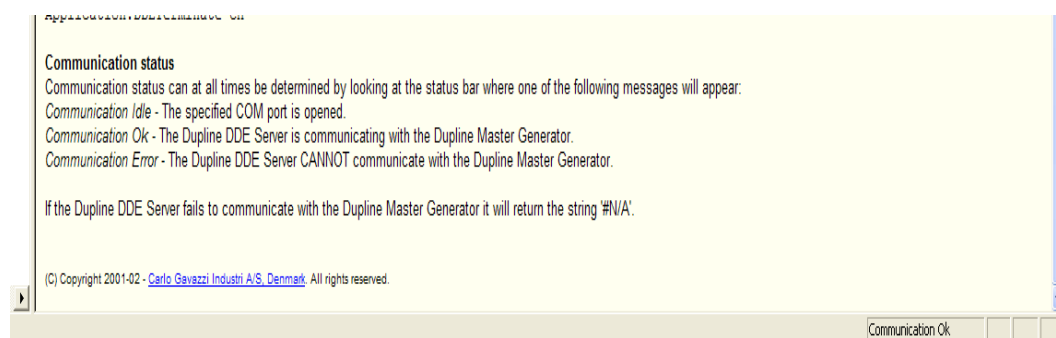


Ο κύριος σκοπός του DDE-driver είναι να κάνει τα δεδομένα και τις μετρήσεις από τους αισθητήρες και αναλυτές ενέργειας Dupline εύκολα διαθέσιμα από το Microsoft Excel. Η διαδικασία για τη δυναμική ανταλλαγή δεδομένων είναι αρκετά απλή.

Στην αρχή γίνεται η κατάλληλη συνδεσμολογία μεταξύ της κεντρικής μονάδας ελέγχου και του υπολογιστή. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός καλωδίου RS232 (Recommended Standard), καλώδιο ιδανικό για τη μετάδοση δυαδικών σημάτων δεδομένων. Λόγω της παρατηρούμενης αντικατάστασης (κυρίως στους φορητούς υπολογιστές) των κλασικών σειριακών θυρών RS232 από θύρες USB, κυκλοφορούν στο εμπόριο διαθέσιμοι μετατροπείς από RS232 σε USB που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον προγραμματισμό των κεντρικών μονάδων. Σε περίπτωση λοιπόν που ο υπολογιστής δε διαθέτει θύρα RS232 χρησιμοποιείται ένας “RS232 to USB Converter” που τοποθετείται στην έξοδο του RS232 που προοριζόταν για τη σύνδεση στον υπολογιστή. Έτσι η σύνδεση γίνεται μέσω θύρας USB.

Αφού λοιπόν γίνει η σύνδεση μεταξύ υπολογιστή και κεντρικής μονάδας χρησιμοποιείται το πρόγραμμα δυναμική ανταλλαγή δεδομένων “DDE Server” (Dynamic Data Exchange Server), με σκοπό να μεταφερθούν οι μετρούμενες τιμές του κτιρίου σε ένα υπολογιστικό φύλλο Microsoft Excel όπου γίνεται και η διαχείριση τους.

Ανοίγοντας την κεντρική σελίδα του προγράμματος γίνεται η επιλογή της θύρας (επιλογή στο πεδίο COM port) για να γίνει επιτυχημένη σύνδεση του προγράμματος και του υπολογιστή με τη γεννήτρια καναλιών. Έτσι στην επιλογή “COM Port” επιλέγεται η θύρα του υπολογιστή μέσω της οποίας γίνεται η σύνδεση με την κεντρική μονάδα. Η κατάσταση της σύνδεσης παρουσιάζεται στο κάτω δεξιά μέρος της σελίδας. Αν η σύνδεση με τη μονάδα είναι επιτυχημένη εμφανίζεται “Communication Ok”, και το πρόγραμμα είναι έτοιμο για χρήση. Σε αντίθετη περίπτωση που η σύνδεση έχει αποτύχει εμφανίζεται η ένδειξη “Communication Error”. Η αποτυχία στη σύνδεση οφείλεται συνήθως είτε σε κάποιο πρόβλημα στη συνδεσμολογία είτε σε πρόβλημα στην αντιστοίχιση της θύρας που έχει δηλωθεί στον DDE Server με αυτή που χρησιμοποιεί ο υπολογιστής για την σύνδεση του με την κεντρική μονάδα.



### Εικόνα 5.2: Επιτυχημένη σύνδεση DDE Server

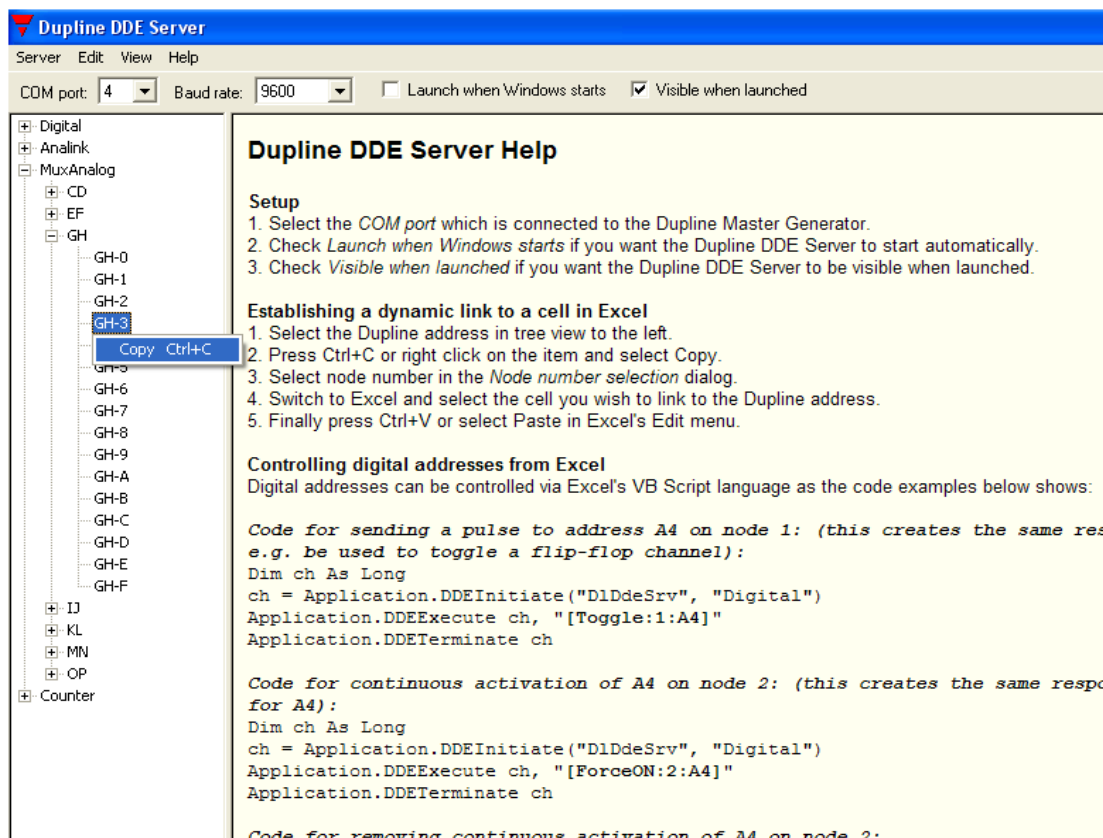
Στην πρώτη περίπτωση το πρόβλημα λύνεται σχετικά εύκολα ελέγχοντας την εγκυρότητα της συνδεσμολογίας. Στη δεύτερη περίπτωση, ελέγχεται αν η θύρα COM που έχει δηλωθεί στο αντίστοιχο πεδίο στον DDE Server συμφωνεί με τη θύρα του υπολογιστή η οποία χρησιμοποιείται για τη σύνδεση με την κεντρική μονάδα. Ανοίγοντας τη λειτουργία “Διαχείριση Συσκευών” ελέγχεται σε ποια θύρα του υπολογιστή λειτουργεί ο μετατροπέας και στη συνέχεια συγκρίνεται με τη θύρα που έχει δηλωθεί στον DDE Server. Σε περίπτωση που πραγματοποιηθεί ο έλεγχος και υπάρχει αντιστοιχία, τότε το πρόβλημα εντοπίζεται στη θύρα που έχει δηλωθεί ότι λειτουργεί ο μετατροπέας. Για την επίλυση αυτού του προβλήματος, γίνονται δοκιμές και σε άλλες θύρες του υπολογιστή μέχρι να βρεθεί η σωστή στην οποία λειτουργεί ο μετατροπέας. Είναι φανερό ότι τέτοιου είδους προβλήματα αποκλείεται να εμφανιστούν σε υπολογιστή που διαθέτει θύρα για καλώδιο RS232 και δεν επιβάλλεται η χρήση του μετατροπέα για σύνδεση μέσω θύρας USB.

Έχοντας πετύχει την επικοινωνία μεταξύ της κεντρικής μονάδας και του προγράμματος, ξεκινάει η διαδικασία μεταφοράς των τιμών των μετρήσεων μέσω του DDE Server σε ένα φύλλο εργασίας του Microsoft Excel. Η διαδικασία είναι απλή και αποτελείται από πέντε βασικά στάδια:

1. Επιλέγεται η διεύθυνση Dupline της οποίας επιθυμεί ο χρήστης να καταγράψει τις μετρήσεις. Η επιλογή γίνεται στο αριστερό μέρος της σελίδας του DDE Server όπου υπάρχουν οι εξής επιλογές ταξινομημένες σε μορφή δέντρου:

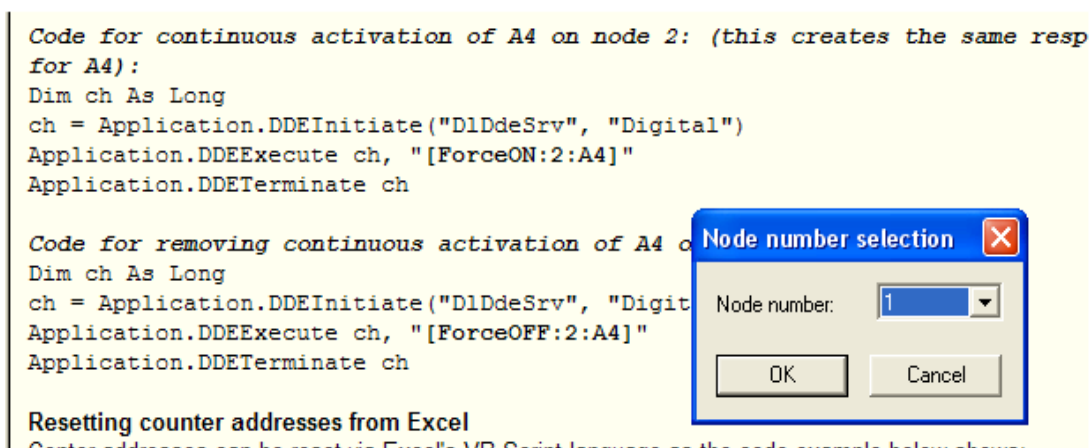
- “Digital”: Περιλαμβάνει τις διευθύνσεις από την A1 έως την P8 στις οποίες, μέσω της διαδικασίας του προγραμματισμού της κεντρικής μονάδας, μεταφέρονται οι τιμές των ψηφιακών καναλιών.
- “Analink”: Περιλαμβάνει τις διευθύνσεις από την A1 έως την P8 στις οποίες, μέσω της διαδικασίας του προγραμματισμού της κεντρικής μονάδας, μεταφέρονται οι τιμές των αναλογικών καναλιών.
- “MuxAnalog” Περιλαμβάνει τις ομάδες διευθύνσεων (CD, EF, GH, IJ, KL, MN και OP) στις οποίες μεταφέρονται τα αποτελέσματα του πολυπλέκτη αναλογικών τιμών.
- “Counter”: Περιλαμβάνει τις διευθύνσεις (128 συνολικά χωρισμένες σε 32 μετρητές των τεσσάρων διευθύνσεων) όπου μεταφέρονται οι τιμές των μετρητών.

2. Πατώντας το συνδυασμό CTRL + C ή με δεξί κλικ με το ποντίκι και επιλέγοντας “Copy” γίνεται η αντιγραφή της επιλεγμένης διεύθυνσης.



Εικόνα 5.3: Αντιγραφή της διεύθυνσης

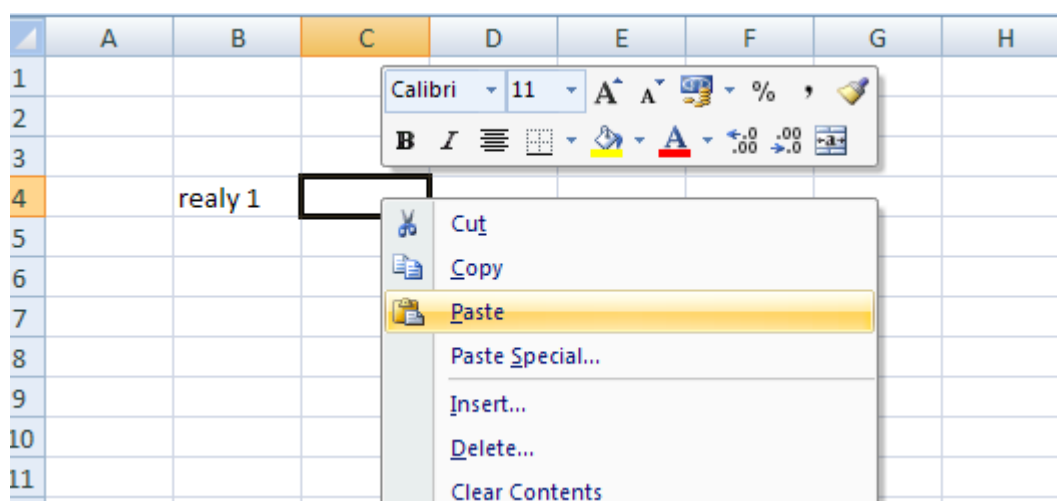
3. Επιλέγεται ο αριθμός κόμβου στο παράθυρο που εμφανίζεται για την επιλογή του αριθμού κόμβου. Συνήθως επιλέγεται ο κόμβος 1.



Εικόνα 5.4: Επιλογή του αριθμού κόμβου

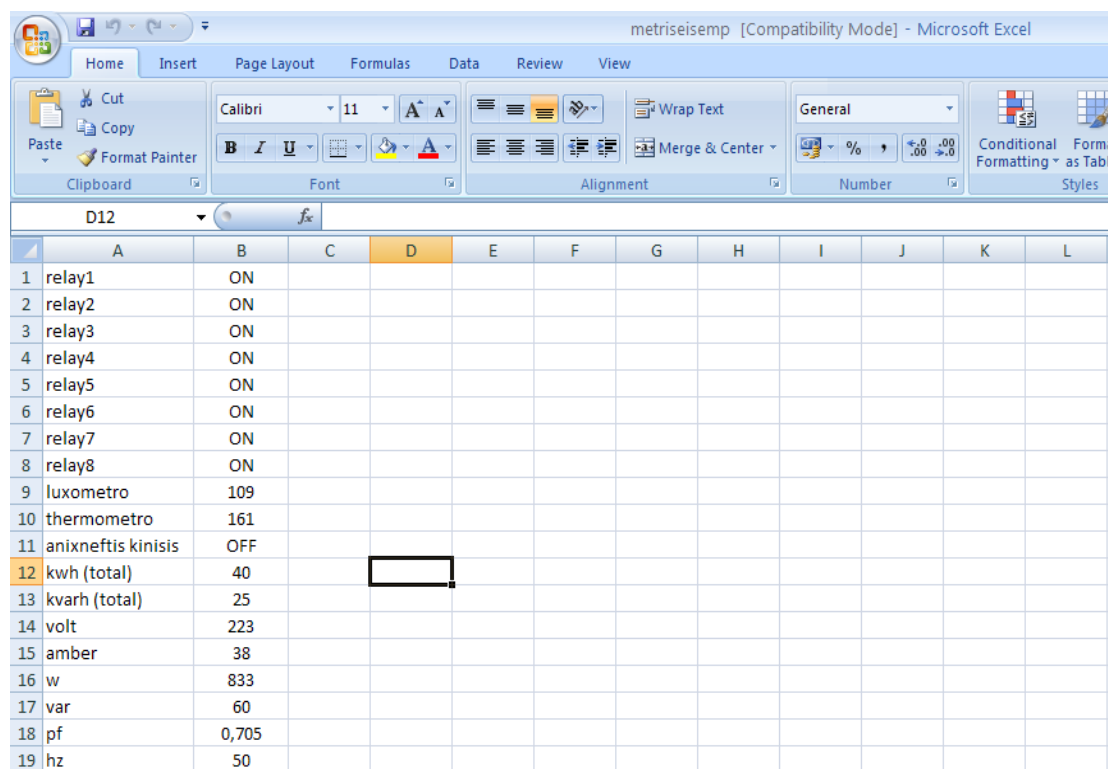
4. Σε ένα φύλλο εργασίας του προγράμματος Microsoft Excel επιλέγεται το κελί στο οποίο επιθυμεί ο χρήστης να εμφανίζονται οι μετρούμενες τιμές που δίνονται από την επιλεγμένη διεύθυνση.

5. Στο επιλεγμένο κελί, πατώντας το συνδυασμό CTRL + V ή με δεξί κλικ και επιλέγοντας “Paste”, γίνεται επικόλληση της συγκεκριμένης διεύθυνσης. Έτσι οι τιμές της επιλεγμένης διεύθυνσης (αναλογικές ή ψηφιακές) εμφανίζονται πλέον σε ένα κελί του Excel. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για να εμφανιστεί η τιμή μέτρησης στο κελί του Excel θα πρέπει , θα πρέπει συγχρόνως να είναι ανοιχτό το πρόγραμμα του DDE Server και να υπάρχει σύνδεση στην Com 2 της master generator.



**Εικόνα 5.5:** Εμφάνιση επιλεγμένης διεύθυνσης σε κελί του Excel

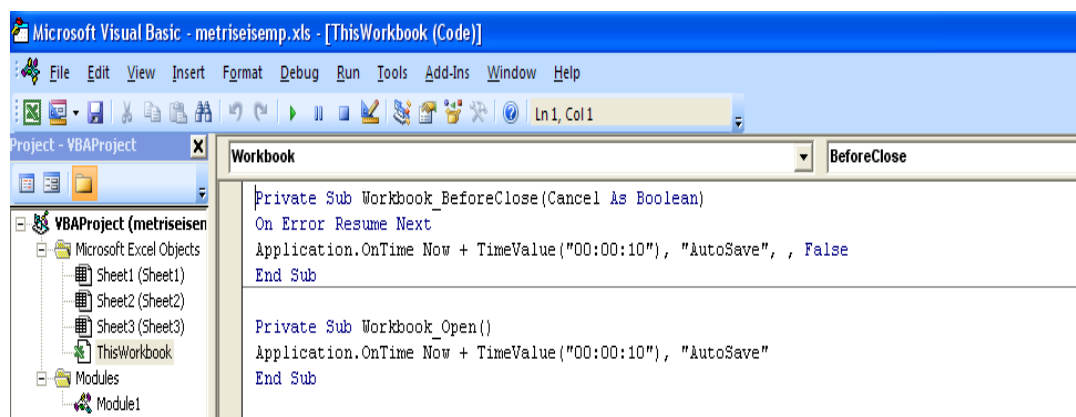
Ακολουθώντας την διαδικασία που παρουσιάστηκε παραπάνω, όλες οι επιθυμητές μετρήσεις που προέρχονται από τα αισθητήρια όργανα και τους αναλυτές ενέργειας καθώς και οι καταστάσεις των ψηφιακών καναλιών, εμφανίζονται στο φύλλο εργασίας του Microsoft Excel. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το φύλλο μετρήσεων του εργαλείου που αναπτύχθηκε το οποίο παρακολουθεί 19 τιμές:



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	relay1	ON										
2	relay2	ON										
3	relay3	ON										
4	relay4	ON										
5	relay5	ON										
6	relay6	ON										
7	relay7	ON										
8	relay8	ON										
9	luxometro	109										
10	thermometro	161										
11	anixneftis kinisis	OFF										
12	kwh (total)	40										
13	kvarh (total)	25										
14	volt	223										
15	amber	38										
16	w	833										
17	var	60										
18	pf	0,705										
19	hz	50										

Εικόνα 5.6: Οι μετρήσεις του εργαλείου σε φύλλο του Excel

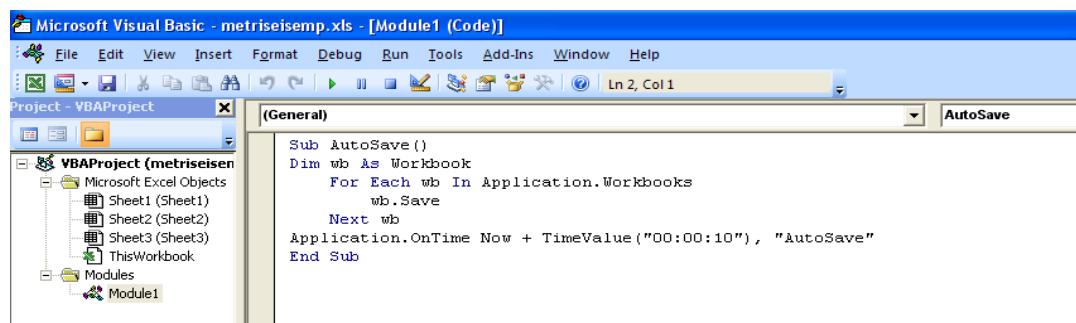
Η χρήση όμως του DDE Server επιτρέπει την εμφάνιση μιας μόνο τιμής κάθε φορά σε κάθε κελί. Όμως το σύστημα αυτοματισμού Dupline στέλνει στην κεντρική μονάδα συνεχώς τιμές, με διαφορά λίγων δευτερολέπτων μεταξύ τους. Αυτό σημαίνει ότι όταν γίνεται ανανέωση της τιμής και παρθεί μια καινούργια μέτρηση, αυτόματα χάνεται η αμέσως προηγούμενη τιμή. Έτσι δεν υπάρχει δυνατότητα να δημιουργηθεί αρχείο στο οποίο θα καταγράφονται όλες οι τιμές και θα παρακολουθούνται οι συνεχείς αλλαγές τους. Η δυνατότητα αυτή θα ανακτηθεί με τη γραφή ορισμένων γραμμών μακροεντολών κώδικα σε γλώσσα Visual Basic που θα αποθηκεύουν το φύλλο εργασίας αυτόματα ανά 10 δευτερόλεπτα.



```
Microsoft Visual Basic - metriseisemp.xls - [ThisWorkbook (Code)]
File Edit View Insert Format Debug Run Tools Add-Ins Window Help
Project - VBAProject
VBAProject (metriseisen)
  Microsoft Excel Objects
    Sheet1 (Sheet1)
    Sheet2 (Sheet2)
    Sheet3 (Sheet3)
    ThisWorkbook
  Modules
    Module1

Private Sub Workbook_BeforeClose(Cancel As Boolean)
On Error Resume Next
Application.OnTime Now + TimeValue("00:00:10"), "AutoSave", , False
End Sub

Private Sub Workbook_Open()
Application.OnTime Now + TimeValue("00:00:10"), "AutoSave"
End Sub
```



Εικόνα 5.7: Μακροεντολές αυτόματης αποθήκευσης

Με τον τρόπο αυτό έχει επιτευχθεί η λήψη μετρήσεων από την κεντρική μονάδα σε ένα φύλλο Excel επιτρέποντας την άμεση και εύκολη επεξεργασία του.

## 5.3 Αποστολή μετρήσεων στο Σύννεφο

### 5.3.1 Τι είναι το Σύννεφο (Cloud)

Ο όρος “Cloud” προέρχεται από το γεγονός ότι στα διάφορα διαγράμματα το διαδίκτυο αναπαριστάται με ένα σύννεφο. Ο όρος “cloud computing” (επεξεργασία σύννεφου) αναφέρεται στην επεξεργασία που γίνεται σε υπολογιστές στους οποίους υπάρχει πρόσβαση μέσω του Διαδικτύου και όχι σε προσωπικό υπολογιστή. Το “cloud storage” (Αποθήκευση Σύννεφου) αφορά στο μοντέλο διαδικτυακής αποθήκευσης δεδομένων σε εξυπηρετητές (servers). Ένα “Σύννεφο” διαθέτει κυρίως εξυπηρετητές (servers) που το ελέγχουν και το διαχειρίζονται οι οποίοι είναι είτε πραγματικοί είτε εικονικοί, ένα περιβάλλον διεπαφής, διαδραστικό με τον χρήστη (users interaction interface) και ένα κατάλογο προσφερόμενων υπηρεσιών για να επιλέξει ο χρήστης.

Το cloud computing, δηλαδή η δυνατότητα αποθήκευσης δεδομένων και λειτουργίας εφαρμογών απευθείας μέσω Διαδικτύου, αποτελεί την επόμενη γενιά πληροφορικής. Και το αποτέλεσμα είναι το ενδιαφέρον για τις cloud υπηρεσίες να αυξάνεται διαρκώς, ιδίως για συγκεκριμένους τομείς όπως είναι η αποθήκευση δεδομένων. Ένας τομέας όπου ο ανταγωνισμός γίνεται πλέον όλο και πιο έντονος.

Οι υπηρεσίες αποθήκευσης δεδομένων στο Διαδίκτυο (ή cloud storage) λειτουργούν περίπου ως ένα USB flash drive. Μόνο που αυτός ο μικρός δίσκος δεν έχει υλική μορφή αλλά ύλη και βρίσκεται κάπου στο Web. Ο χρήστης χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα πλοήγησης ιστοσελίδων εισέρχεται στην υπηρεσία χρησιμοποιώντας έναν όνομα χρήστη και έναν κωδικό πρόσβασης και μπορεί να αποθηκεύσει έγγραφα, φωτογραφίες, βίντεο και γενικότερα κάθε μορφής αρχείο. Φυσικά, τα αρχεία αυτά

μπορεί να τα ανοίξει όποτε θέλει και να τα επεξεργαστεί. Εξαιρετικά ενδιαφέρον είναι το γεγονός πως οι περισσότερες από τις υπηρεσίες cloud storage διαθέτουν και ειδικές εφαρμογές για “έξυπνα” κινητά τηλέφωνα, τα λεγόμενα “smartphones”.

Κάτι που σημαίνει ότι ο χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση στις συγκεκριμένες υπηρεσίες και μέσω του κινητού τηλεφώνου του. Το μόνο που χρειάζεται είναι να έχει σύνδεση στο Διαδίκτυο. Και είναι προφανές πως όσο καλύτερη και ταχύτερη είναι η σύνδεση τόσο πιο βελτιωμένη είναι και η εμπειρία.

### **5.3.2 Google AppEngine**

Το Google AppEngine είναι μια πλατφόρμα για cloud computing που δημιουργήθηκε για ανάπτυξη και υποστήριξη διαδικτυακών εφαρμογών σε κέντρα διαχείρισης δεδομένων της Google. Οι εφαρμογές τρέχουν σε δοκιμαστικό περιβάλλον και τρέχουν σε πολλούς servers. Το Google AppEngine προσφέρει αυτόματη κλιμάκωση για τις διαδικτυακές εφαρμογές, καθώς ο αριθμός των αιτήσεων αυξάνεται για μια εφαρμογή, το AppEngine διαθέτει αυτόματα περισσότερους πόρους στην διαδικτυακή εφαρμογή για να χειριστεί την πρόσθετη ζήτηση.

Το Google AppEngine είναι δωρεάν μέχρι ένα ορισμένο επίπεδο των πόρων που καταναλώνονται. Επιβάλλονται τέλη για επιπλέον αποθηκευτικό χώρο, εύρος ζώνης, ή τις ώρες που απαιτούνται από την εφαρμογή. Εκδόθηκε για πρώτη φορά ως μια έκδοση προεπισκόπησης τον Απρίλιο του 2008, και βγήκε από την προεπισκόπηση τον Σεπτέμβριο του 2011.

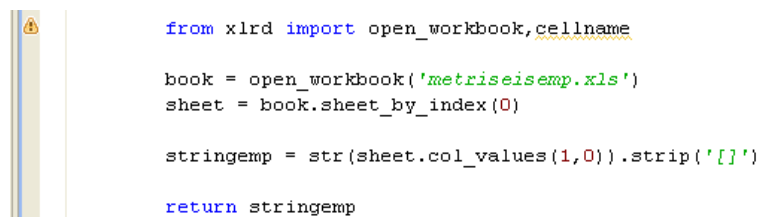
Το Google AppEngine παρέχει τη δυνατότητα στους προγραμματιστές να δημιουργούν εφαρμογές ιστού στα ίδια διαβαθμισμένα συστήματα τα οποία στηρίζουν τις εφαρμογές της Google. Δεν απαιτείται συναρμολόγηση καθώς διαθέτει πλήρως ενσωματωμένο περιβάλλον προγραμματισμού και έτσι καθιστά εύκολο τον σχεδιασμό διαβαθμισμένων εφαρμογών που εκτείνονται από έναν έως εκατομμύρια χρήστες χωρίς τον πονοκέφαλο της δημιουργίας απαραίτητης υποδομής.

Για την ευκολία και την οικονομία μέσω της χρήσης της πλατφόρμας επιλέχθηκε η ανάπτυξη του διαδικτυακού εργαλείου στο περιβάλλον του Google AppEngine. Μέσω του υπολογιστή αποστέλλονται οι μετρήσεις στο διαδικτυακό χώρο αποθήκευσης του AppEngine και στη συνέχεια γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων από την εφαρμογή που τρέχει στην πλατφόρμα του Google AppEngine.

### **5.3.3 Αποστολή μετρήσεων στο Google AppEngine**

Για να απλοποιηθεί η διαδικασία αποστολής μετρήσεων στο cloud, κατέβηκαν πακέτα επεξεργασίας κελιών Excel από την ιστοσελίδα <http://www.python-excel.org/>. Μέσω των πακέτων της ιστοσελίδας αυτής δεν χρειάστηκε παραπάνω από μια εντολή

για την εξαγωγή των μετρήσεων από το φύλλο εργασίας. Για την ευκολότερη αποστολή οι μετρήσεις μετατράπηκαν σε μια ακολουθία χαρακτήρων (string).



```
from xlrd import open_workbook, cellname

book = open_workbook('metriseisemp.xls')
sheet = book.sheet_by_index(0)

stringemp = str(sheet.col_values(1,0)).strip('{}')

return stringemp
```

**Εικόνα 5.8:** Μετατροπή μετρήσεων σε ένα string

Στη συνέχεια οι μετρήσεις στέλνονται στο cloud μέσω του αρχείου sender. Το αρχείο sender χρησιμοποιεί πρωτόκολλο xmpp για την αποστολή των μετρήσεων. Το Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP), που είχε παλιότερα την ονομασία Jabber, είναι ένα σύνολο ανοιχτών πρωτοκόλλων άμεσης επικοινωνίας (instant messaging), βασισμένα στην XML. Το λογισμικό Jabber είναι εγκατεστημένο σε χιλιάδες διακομιστές ανά το Διαδίκτυο (Internet) και χρησιμοποιείται από τουλάχιστον 10 εκατομμύρια χρήστες παγκοσμίως, σύμφωνα με τα στοιχεία της Jabber Software Foundation.

Το XMPP προτιμήθηκε επειδή είναι ένα ανοιχτό πρότυπο, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα πρωτόκολλα άμεσης επικοινωνίας. Όπως και με την ηλεκτρονική αλληλογραφία, υπάρχει η δυνατότητα επικοινωνίας με οποιονδήποτε χρήστη, όποιοι κι αν είναι οι εμπλεκόμενοι διακομιστές. Επίσης, οι τεχνολογίες Jabber χρησιμοποιούνται από το 1998. Πολλαπλάσιες εφαρμογές Jabber κυκλοφορούν και δέχονται την υποστήριξη μεγάλων εταιριών όπως την Sun Microsystems και την Google, κάτι που αποδεικνύει την λειτουργικότητα του πρωτόκολλου. Τέλος, προτιμήθηκε και λόγω της ασφάλειας που παρέχει καθώς ένας διακομιστής Jabber μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κλειστό κύκλο (για παράδειγμα πρόσβαση μόνο μέσα από το δίκτυο μιας εταιρείας). Επίσης, έχει ενσωματωθεί ισχυρή ασφάλεια δια SASL και TLS στα πρότυπα του XMPP.

Ένα μοναδικό χαρακτηριστικό του συστήματος Jabber είναι αυτό των μεταφορών, επίσης γνωστές ως πύλες, οι οποίες επιτρέπουν στους χρήστες την πρόσβαση σε δίκτυα βασισμένα σε άλλα πρωτόκολλα. Αυτά μπορεί να είναι πρωτόκολλα άμεσης επικοινωνίας, αλλά και πρωτόκολλα όπως η Υπηρεσία Σύντομου Μηνύματος (SMS) ή το Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο (email). Σε αντίθεση με τα προγράμματα πελάτες που υποστηρίζουν ταυτοχρόνως πολλά πρωτόκολλα, το Jabber παρέχει αυτήν την υπηρεσία στο επίπεδο του διακομιστή, διαμέσου των ειδικών πυλών που τρέχουν σ' αυτόν. Οποιοσδήποτε χρήστης Jabber μπορεί “να καταχωρηθεί” (register) σε μια από αυτές τις πύλες, παρέχοντας τις πληροφορίες που απαιτούνται για να καταγραφεί στο δίκτυο με τον οποίο τον συνδέει, και μπορεί έπειτα να επικοινωνήσει με τους χρήστες του δικτύου αυτού σαν να ήταν χρήστες Jabber (και αντιστρόφως). Αυτό σημαίνει ότι



οποιοδήποτε πρόγραμμα πελάτης που υποστηρίζει πλήρως το πρωτόκολλο Jabber μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιοδήποτε δίκτυο για το οποίο ο διακομιστής Jabber παρέχει μια πύλη, χωρίς πρόσθετο κώδικα στον πελάτη.

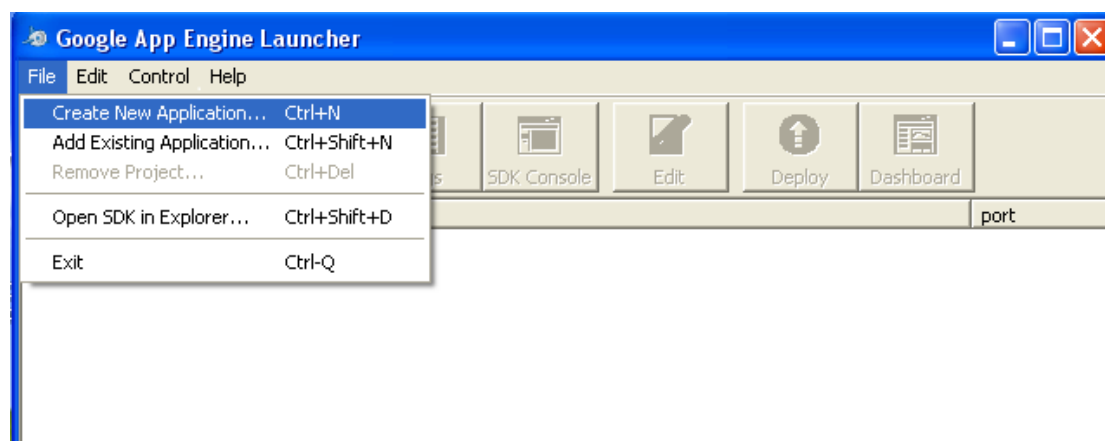
Επομένως το αρχείο sender, μετατρέπει όλες τις επιθυμητές τιμές σε ένα string και το αποστέλλει στο cloud της Google μέσω του πρωτοκόλλου XMPP. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται κάθε 15 δευτερόλεπτα.

## 5.4 Διαδικτυακή εφαρμογή

### 5.4.1 Google AppEngine Launcher

Η επεξεργασία των μετρήσεων γίνεται με τη ανάπτυξη της διαδικτυακής εφαρμογής μέσω του Google AppEngine Launcher. Ο Προωθητής (Launcher) επιτρέπει το ανέβασμα της εφαρμογής στην πλατφόρμα του Google AppEngine ώστε να παρουσιάζονται με τον επιθυμητό τρόπο οι μετρήσεις.

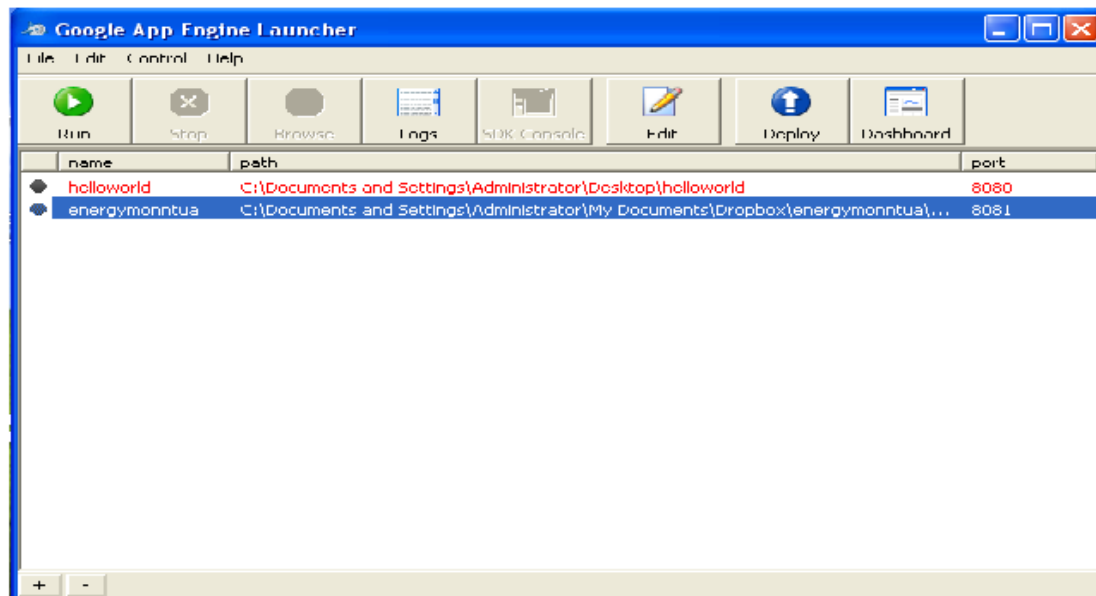
Η εφαρμογή αναπτύσσεται μέσω του Google AppEngine Launcher ο οποίος ανεβάζει τον φάκελο με τα απαραίτητα αρχεία για την ανάπτυξη του διαδικτυακού εργαλείου. Η διαδικασία είναι αρκετά απλή και σύντομη. Στην κεντρική σελίδα του Launcher επιλέγεται Φάκελος (File) και στη συνέχεια Δημιουργία Νέας Εφαρμογής (Create New Application).



**Εικόνα 5.9:** Δημιουργία νέας εφαρμογής στο Google AppEngine Launcher

Το όνομα της εφαρμογής που δόθηκε είναι “energymonntua”. Είναι δηλαδή ένας συνδυασμός των λέξεων “Energy Monitoring Ntua” (Παρακολούθηση Ενέργειας ΕΜΠ). Στο Parent Directory επιλέγεται ο φάκελος με όλα τα αρχεία που χρειάζονται για την ανάπτυξη της εφαρμογής. Για την εφαρμογή energymonntua χρειάστηκαν τα αρχεία “Main”, “Model”, “oauth”, “Activec”, “Activep”, “Frequency”, “Relay”,

“lux”. Ο κώδικας των αρχείων παρουσιάζεται αναλυτικά στο τέλος της διπλωματικής εργασίας στο **Παράρτημα**.



**Εικόνα 5.10:** Επιλογή του energymonntua στο Google AppEngine Launcher

Στη συνέχεια πατώντας Ανάπτυξη (Deploy) η εφαρμογή τρέχει στο cloud. Αν έχει ήδη αναπτυχθεί και ανέβει η εφαρμογή τότε επαναλαμβάνεται η ίδια διαδικασία απλά στη θέση του “Create New Application”, επιλέγεται “Add Existing Application” (Πρόσθεσε Υπάρχουσα Εφαρμογή).

#### 5.4.2 Το αρχείο Main

Το κύριο αρχείο της εφαρμογής είναι το “Main” (Κύριο). Στο αρχείο αυτό εκτελούνται οι κύριες εφαρμογές του διαδικτυακού εργαλείου. Καταρχάς, διαχωρίζεται η Ακολουθία Χαρακτήρων (String) με τις μετρήσεις που έχει ληφθεί και αποθηκεύεται ως μια κλάση “Values” (Αξίες) που έχει δημιουργηθεί στο αρχείο “Model” (Μοντέλο). Το string σπάει εύκολα με μια εντολή και αποθηκεύει 19 τιμές που αντιστοιχούν στην κατάσταση λειτουργίας των 8 ρελέ, στις τιμές των τριών αισθητήριων οργάνων (lux, κίνηση, θερμοκρασία) και στις 8 τιμές που επιλέχθηκαν να μετρούνται (τάση, ένταση, κατανάλωση ενεργού ισχύος, κατανάλωση άεργου ισχύος, ενεργός ισχύς, άεργος ισχύς, συντελεστής ισχύος, συχνότητα).

Επίσης, στο αρχείο αυτό γράφονται όλες οι προϋποθέσεις και τα χαρακτηριστικά για τη σχεδίαση των γραφικών παραστάσεων. Κάθε γραφική παράσταση χρησιμοποιεί τη δικιά της κλάση, καθώς έχει ξεχωριστές μεταβλητές, όρια και εμφάνιση.

Εξίσου σημαντικό είναι ότι στο Main ορίζονται όλες οι σελίδες του εργαλείου και σχετίζονται με το ανάλογο “html” για την εμφάνιση τους.

## 5.5 Παρακολούθηση της λειτουργίας της εφαρμογής

Η παρακολούθηση της εφαρμογής είναι μια αρκετά απλή διαδικασία. Όλη η κίνηση του διαδικτυακού εργαλείου μπορεί να ελεγχθεί στην ιστοσελίδα <https://appengine.google.com/> που μπορεί είτε να επιλεγθεί κατευθείαν είτε μέσω Google AppEngine Launcher και της επιλογής Ταμπλό (Dashboard) που οδηγεί τον χρήστη στην επιθυμητή ιστοσελίδα.

Google app engine el05624@gmail.com | [My Account](#) | [Help](#) | [Sign out](#)

### My Applications

« Prev 20 1-1 of 1 Next 20 »

Application	Title	Billing Administrator	Storage Scheme	Current Version
<a href="#">energymonntua</a>	energymonitoring		High Replication	3

« Prev 20 1-1 of 1 Next 20 »

You have 9 applications remaining.

© 2008 Google | [Terms of Service](#) | [Privacy Policy](#) | [Blog](#) | [Discussion Forums](#) | [Project](#) | [Docs](#)

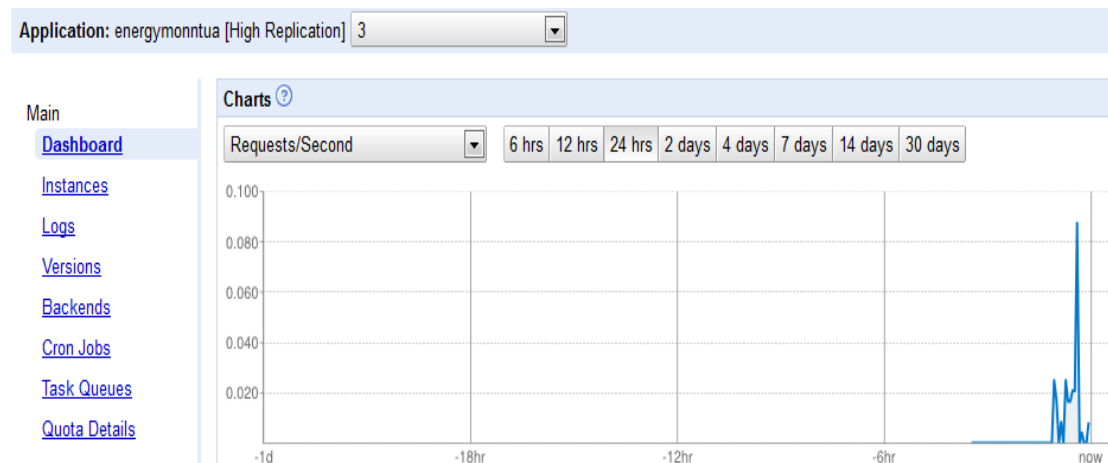
**Εικόνα 5.11:** Εμφάνιση των εφαρμογών του χρήστη στο Google AppEngine

Στην κεντρική σελίδα της ιστοσελίδας επιλέγεται η εφαρμογή που θα ελεγχθεί και ο χρήστης οδηγείται στην κεντρική σελίδα της παρακολούθησης της εφαρμογής. Εδώ υπάρχει η δυνατότητα επιλογής διάφορων επιλογών. Οι επιλογές χωρίζονται σε 5 κατηγορίες, στις Κύρια (Main), Δεδομένα (Data), Διαχείριση (Administration), Χρέωση (Billing) και Πόροι (Resources).

### 5.5.1 Main

Στην κατηγορία αυτή υπάρχουν χρήσιμες επιλογές όπως οι Dashboard, Αρχείο Καταγραφής (Logs) και Εκδόσεις (Versions).

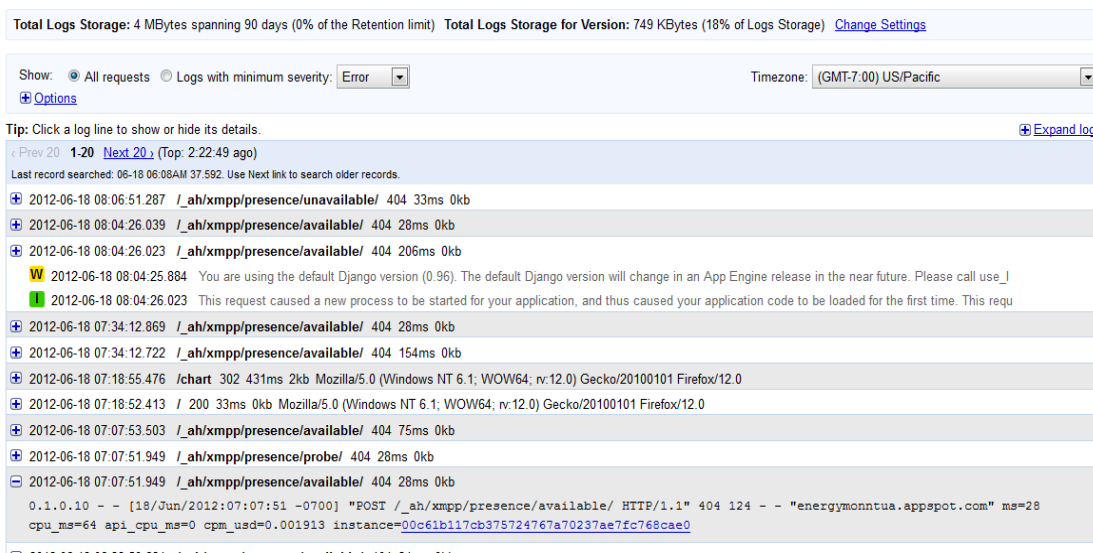
Στο Dashboard ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δει ένα γράφημα το οποίο του δίνει μια οπτική αναφορά για τη χρησιμοποίηση του συστήματος. Οι πληροφορίες που παρουσιάζονται στο γράφημα δείχνει μια εικόνα για την κατανάλωση των πόρων του συστήματος ανά δευτερόλεπτο για μια περίοδο έως και 30 ημερών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το γράφημα αντανακλά το χρόνο που χρειάζεται το σύστημα να επεξεργαστεί την αίτηση και όχι το χρόνο που χρειάζεται για να παραδοθεί η αίτηση στον πελάτη.



Εικόνα 5.12: Dashboard




Επίσης, ο χρήστης στην ενότητα Dashboard μπορεί να παρακολουθήσει το ποσοστό των “Datastore Write Operations” όπως επίσης το ποσοστό των “Datastore Read Operations”.

Στην ενότητα Logs αναφέρονται όλα τα συμβάντα του προγράμματος. Η σελίδα αυτή δημιουργείται αυτόματα από τη δραστηριότητα που λαμβάνει μέρος στο Google AppEngine. Είναι αρκετά χρήσιμη σελίδα καθώς παρουσιάζει και τυχόν λάθη της εφαρμογής.



Εικόνα 5.13: Logs

Άλλη μια χρήσιμη σελίδα είναι η “Versions” (Εκδόσεις) όπου ο χρήστης μπορεί να δει σε ποια έκδοση τρέχει το διαδικτυακό εργαλείο.

Version	Default	Deployed	Delete
<input type="radio"/> 1  <a href="#">instances</a>   python   api_version: 1	No	73 days, 6:47:58 ago by el05624@gmail.com	<input type="button" value="Delete"/>
<input type="radio"/> 2  <a href="#">instances</a>   python   api_version: 1	No	73 days, 5:58:51 ago by el05624@gmail.com	<input type="button" value="Delete"/>
<input checked="" type="radio"/> 3  <a href="#">instances</a>   python   api_version: 1	Yes	3 days, 3:15:11 ago by el05624@gmail.com	<input type="button" value="Delete"/>

Εικόνα 5.14: Versions



## 5.5.2 Data


Στην κατηγορία αυτή, η πιο χρήσιμη σελίδα είναι η Αποθήκη Δεδομένων (Datastore Viewer) όπου καταγράφονται όλες οι τιμές που λαμβάνει το Google AppEngine. Υπάρχουν διάφορες επιλογές για την εμφάνιση των δεδομένων, όπως ανά ημερομηνία μεταφόρτωσης και ανά αυξανόμενη τιμή. Για την επιθυμητή εμφάνιση δεδομένων ο χρήστης στο κουτάκι κάτω από την επιλογή Options μπορεί να γράψει την κατάλληλη εντολή σε GQL σύνταξη.

Η GQL είναι μια γλώσσα παρόμοια με τη SQL για την ανάκτηση οντοτήτων ή κλειδιών από την επεκτάσιμη βάση δεδομένων του Google AppEngine. Ενώ τα χαρακτηριστικά της GQL είναι διαφορετικά από αυτά μιας “query” γλώσσας για παραδοσιακή σχεσιακή βάση δεδομένων, η σύνταξη της GQL είναι πολύ παρόμοια με εκείνη της SQL.

## 5.5.3 Administration

Στη σελίδα Δικαιώματα (Permissions) ο χρήστης μπορεί να επεξεργαστεί τους χρήστες του διαδικτυακού εργαλείου. Έχει τη δυνατότητα να αφαιρέσει ή να προσθέσει χρήστες αλλά και να επιλέξει την ιδιότητα του κάθε χρήστη. Οι δυνατές επιλογές είναι Ιδιοκτήτης (Owner), Προγραμματιστής (Developer) και Θεατής (Viewer).

Google Account	Role	Status	Remove Access
el05624@gmail.com — you	Owner 	Active	<input type="button" value="Remove"/>
mpetyx@gmail.com	Developer 	Active	<input type="button" value="Remove"/>

 Admins can use the appcfg [appcfg](#) download\_app command to download your application's code. If you do not want any admin to be able to download code, you can [permanently prohibit code downloads](#). New!

### Invite a user to collaborate on this application

Email:

Enter a complete email address.

Role:

### Εικόνα 5.15: Permissions

Επίσης, στη σελίδα “Admin Logs” παρουσιάζονται όλες οι ενέργειες του κάθε χρήστη του διαδικτυακού εργαλείου.

#### 5.5.4 Billing

Όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 4.3.2 το Google AppEngine είναι δωρεάν μέχρι ένα ορισμένο επίπεδο των πόρων που καταναλώνονται. Επιβάλλονται τέλη για επιπλέον αποθηκευτικό χώρο, εύρος ζώνης, ή τις ώρες που απαιτούνται από την εφαρμογή. Σε περίπτωση ανάγκης επιπλέον δυνατοτήτων από το Google AppEngine μέσω των επιλογών Billing ο χρήστης μπορεί να ελέγξει την κατάσταση χρέωσης, το μέγιστο ημερήσιο προϋπολογισμό. Είναι επίσης διαθέσιμο ένα αρχείο καταγραφής συμβάντων όλων των χρεώσεων που σχετίζονται με τα γεγονότα αυτής της εφαρμογής.

#### 5.5.5 Resources

Στην τελευταία κατηγορία ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μεταφερθεί σε σελίδες σχετικές με πηγές που αφορούν την ανάπτυξη της εφαρμογής. Για παράδειγμα μπορεί να μεταφερθεί στο “Documentation” (Εγγραφα) του Google AppEngine, σε συχνές ερωτήσεις σχετικά με την πλατφόρμα, σε φόρουμ προγραμματιστών, σε διαθέσιμα αρχεία για κατέβασμα και σε πίνακα με την κατάσταση του συστήματος.



Εικόνα 5.16: Resources

## 5.6 Εμφάνιση Ιστοσελίδας

Έχοντας αναπτύξει την εφαρμογή μπορεί πλέον ο χρήστης να εισέρχεται στην ιστοσελίδα και να παρακολουθεί την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Η ιστοσελίδα της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι <http://energymonntua.appspot.com/>.

Στην αρχική σελίδα αν ο χρήστης δεν είναι συνδεδεμένος στο Facebook, του εμφανίζεται σχετικό μήνυμα και του δίνεται η επιλογή να συνδεθεί έτσι ώστε να μπορεί να περιηγηθεί στην ιστοσελίδα.

You are not yet logged into this site

[Log in with Facebook](#)

**Εικόνα 5.17:** Αρχική σελίδα διαδικτυακού εργαλείου

Όταν κάνει πετυχημένο “login” (είσοδος) ο χρήστης μεταφέρεται στην κεντρική σελίδα. Στη σελίδα αυτή εμφανίζονται οι γραφικές παραστάσεις που έχει ο χρήστης τη δυνατότητα να επιλέξει να παρακολουθήσει. Ταυτόχρονα, εμφανίζεται και η εικόνα του προφίλ του χρήστη στο Facebook, όπως επίσης και το μήνυμα ότι είναι συνδεδεμένος με τον αντίστοιχο λογαριασμό. Τέλος, στο κάτω μέρος της σελίδας υπάρχει η επιλογή της αποσύνδεσης από το λογαριασμό με τον οποίο συνδέθηκε ο χρήστης.

- [Active Power](#)
- [Active Consumption](#)
- [Frequency](#)
- [Illuminance](#)
- [RelayNow!](#)



You are logged in as Ioannis Kagkas

[Log out](#)

**Εικόνα 5.18:** Κύρια σελίδα διαδικτυακού εργαλείου

Επιλέγοντας κάποια μεταβλητή ο χρήστης μεταφέρεται αυτόματα στην αντίστοιχη γραφική παράσταση του ιστορικού της επιλεγμένης μεταβλητής. Οι επιλογές που παρουσιάζονται είναι η ενεργός ισχύς, η κατανάλωση ενεργού ισχύος, η συχνότητα και η ένταση φωτισμού. Επίσης μπορεί να επιλέξει να δει την κατάσταση λειτουργίας των 8 ρελέ που καταγράφονται. Παρακάτω φαίνονται οι σελίδες στις οποίες μεταφέρεται ο χρήστης αν επιλέξει την ενεργό ισχύ και την κατάσταση των ρελέ αντίστοιχα.



You are logged in as Ioannis Kagkas

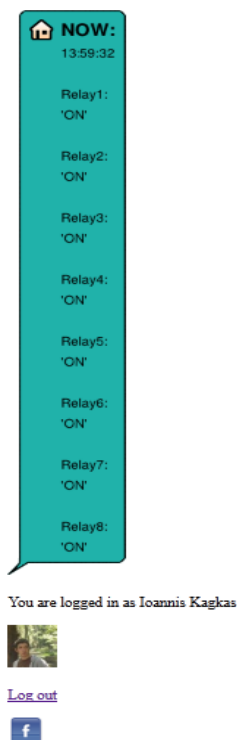


[Log out](#)



**Εικόνα 5.19:** Επιλογή παρακολούθησης ενεργού ισχύος





**Εικόνα 5.20:** Επιλογή παρακολούθησης παρούσας κατάστασης των ρελέ

Σε όλες τις γραφικές αναπαραστάσεις τόσο του ιστορικού, όσο και της παρούσας κατάστασης ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να μοιραστεί στο μέσο κοινωνικής δικτύωσης Facebook την επιλεγμένη παράσταση. Το μόνο που έχει να κάνει ο χρήστης είναι να πατήσει το εικονίδιο του Facebook στο κάτω μέρος της σελίδας και μεταφέρεται στην ιστοσελίδα του Facebook όπου μπορεί να μοιραστεί με άλλους χρήστες του κοινωνικού μέσου τις ενεργειακές του γραφικές παραστάσεις.

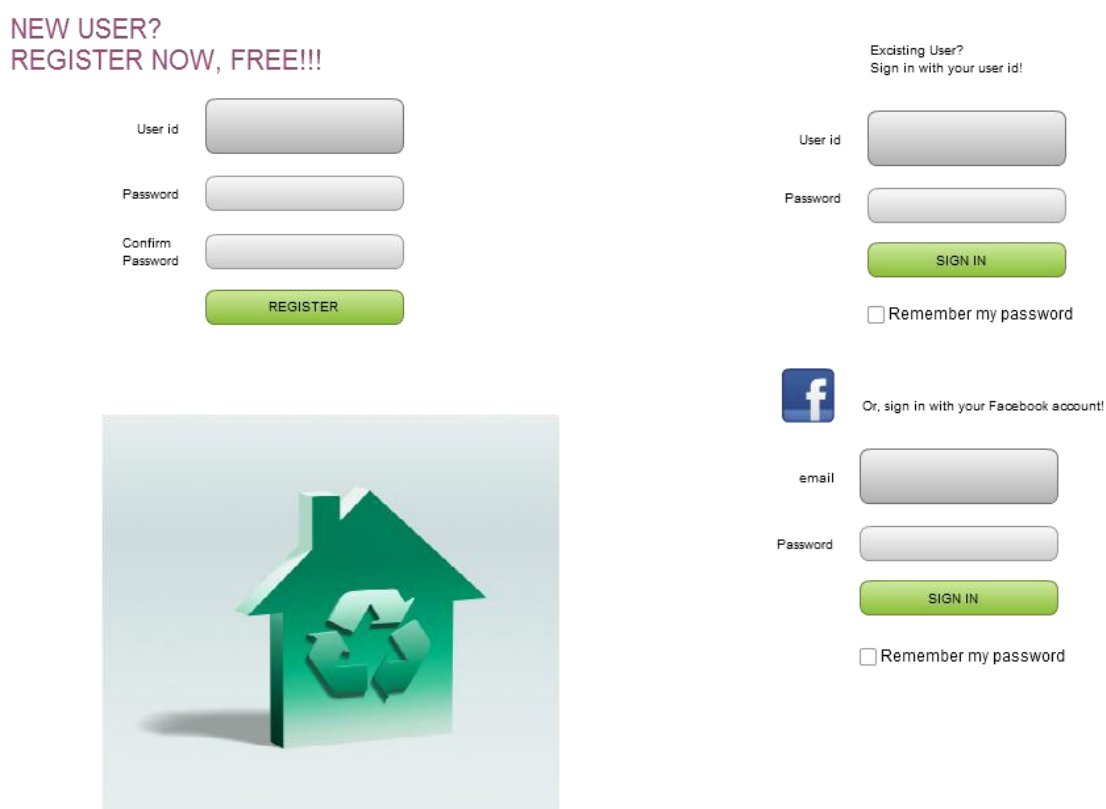


**Εικόνα 5.21:** Ο χρήστης μοιράζεται στο Facebook την ενεργειακή του κατανάλωση

## 5.7 Προοπτικές

Λόγω οικονομίας κόστους και χρόνου η ιστοσελίδα δεν αναπτύχθηκε στην τελική επιθυμητή μορφή. Το διαδικτυακό εργαλείο μπορεί να εξάγει κάθε γραφική παράσταση όπως επίσης να πραγματοποιήσει σχεδόν όλες τις επιθυμητές ενέργειες. Μια προοπτική που αναδύεται είναι η τελική διαμόρφωση της ιστοσελίδας. Παρακάτω θα αναλυθεί το πλάνο για την τελική εμφάνιση της ιστοσελίδας.

Στην αρχική σελίδα ο χρήστης κάνει login είτε με το όνομα χρήστη και τον κωδικό είτε με το λογαριασμό του στο κοινωνικό μέσο δικτύωσης, Facebook. Αν είναι καινούργιος χρήστης τότε του δίνεται η δυνατότητα να κάνει άμεσα μια νέα εγγραφή.



The image shows a web interface with two main sections: registration for new users and login for existing users. The registration section is titled "NEW USER? REGISTER NOW, FREE!!!" and includes input fields for "User id", "Password", and "Confirm Password", along with a green "REGISTER" button. The login section is titled "Existing User? Sign in with your user id!" and includes input fields for "User id" and "Password", a green "SIGN IN" button, and a checkbox for "Remember my password". Below the login section, there is a Facebook logo and the text "Or, sign in with your Facebook account!". Underneath this, there are input fields for "email" and "Password", another green "SIGN IN" button, and a checkbox for "Remember my password". To the left of the login section, there is a 3D green house icon with a recycling symbol on its front.

Εικόνα 5.22: Αρχική σελίδα

Σε περίπτωση που ο χρήστης πληκτρολογήσει λάθος είτε το όνομα χρήστη του είτε τον κωδικό του, μεταφέρεται στην σελίδα όπου έχει δικαίωμα να ξαναπροσπαθήσει να εισέλθει με τα σωστά στοιχεία.

**Αποτυχημένη είσοδος**  
**Wrong id/password, please try again!**



Existing User?  
Sign in with your user id!

User id

Password

Remember my password

 Or, sign in with your Facebook account!

email

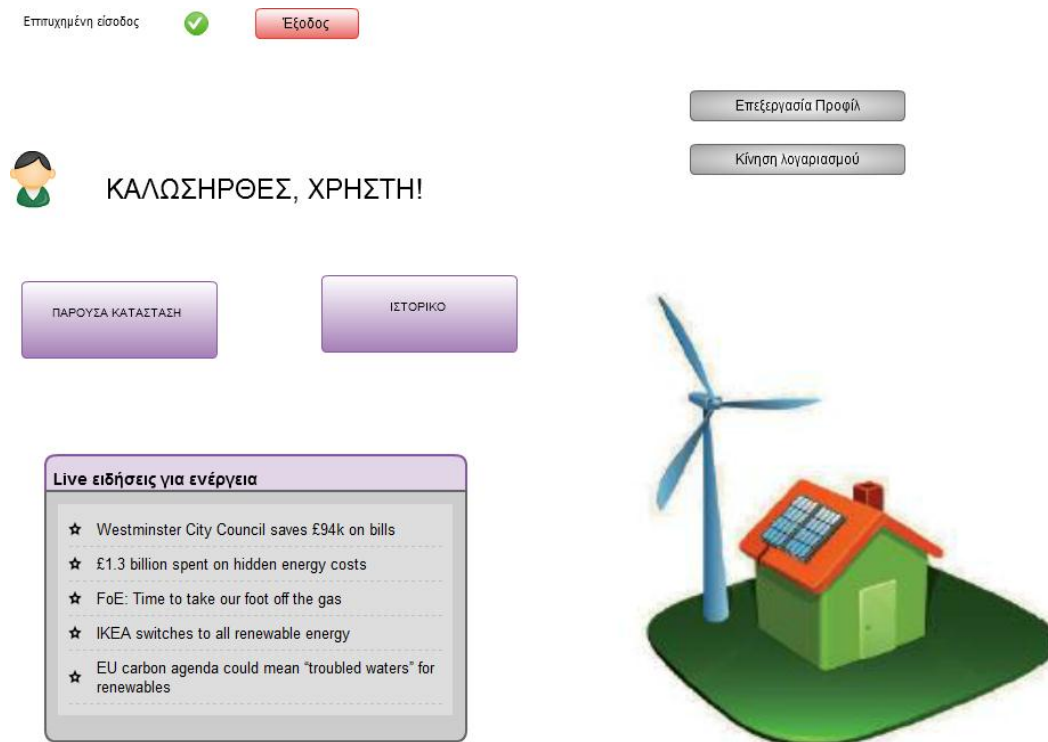
Password

Remember my password

**Εικόνα 5.23:** Αποτυχημένη είσοδος

Ο χρήστης μπορεί να ξαναδοκιμάσει να πληκτρολογήσει σωστά τα στοιχεία του έτσι ώστε να μεταφερθεί στην κύρια σελίδα. Στην κύρια σελίδα, ο χρήστης καλωσορίζεται και έχει τη δυνατότητα να επεξεργαστεί το προφίλ του και να παρακολουθήσει την κίνηση του λογαριασμού του, όπως για παράδειγμα προηγούμενες φορές που εισήλθε στον λογαριασμό του. Ταυτόχρονα στο κάτω μέρος της σελίδας ανακοινώνονται οι πιο πρόσφατες ειδήσεις σχετικά με την ενέργεια σε ζωντανό χρόνο.

Οι δυο σημαντικότερες λειτουργίες όμως της κύριας σελίδας είναι οι επιλογές πρόσβασης στα ενεργειακά διαγράμματα. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει είτε να μεταφερθεί στα διαγράμματα που αναφέρονται στην παρούσα κατάσταση κάποιας μεταβλητής είτε στο ιστορικό της.



**Εικόνα 5.24:** Κύρια σελίδα

Στην παρούσα κατάσταση ο χρήστης μεταφέρεται σε μια σελίδα όπου παρουσιάζονται οι τρεις τελευταίες τιμές των μεταβλητών που παρακολουθούνται και καταγράφονται. Επίσης, παρουσιάζεται το στιγμιαίο κόστος κατανάλωσης των φορτίων που καταγράφονται και δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να μοιράσει τις πληροφορίες της σελίδας σε κάποιο κοινωνικό μέσο.

Εμφάνιση Ημίσας & Ώρας

28 / 06 / 2009

15:06:12

act_consumption	active_power	amperage	frequency	knisi	lux	power_factor	react_consumption	reactive_power	relay1	relay2	relay3	relay4	relay5	relay6	relay7	relay8
64.0	1184.0	3.0	50.0	uOFF	107.0	0.717	25.0	68.0	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON
64.0	1201.0	3.0	50.0	uOFF	107.0	0.741	25.0	68.0	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON
64.0	616.0	3.0	50.0	uOFF	100.0	0.739	25.0	68.0	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON	u'ON

Αυτή τη στιγμή το κόστος υπολογίζεται στα:

0,12

ΕΥΡΩ/h

Share!



**Εικόνα 5.25:** Παρούσα Κατάσταση

Αν ο χρήστης επιλέξει ιστορικό τότε μεταφέρεται σε μια ενδιάμεση σελίδα όπου μπορεί να επιλέξει ακριβώς ποιο διάγραμμα επιθυμεί να παρακολουθήσει. Στην αριστερή στήλη επιλέγει τη μεταβλητή που θέλει να επιλέξει και στη δεξιά το διάστημα στο οποίο θέλει να παρακολουθήσει την αντίστοιχη μεταβλητή.

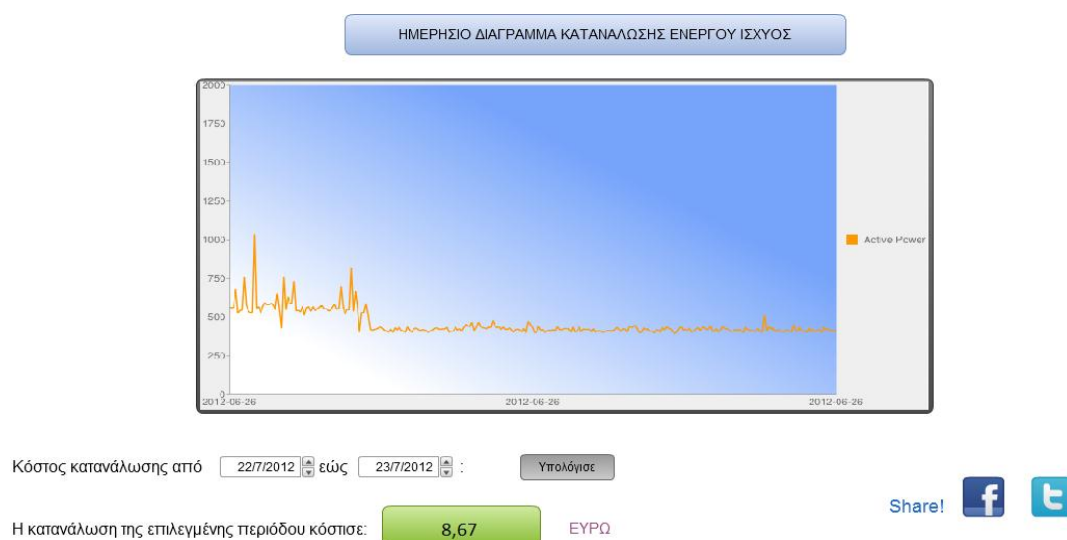
## ΕΠΙΛΕΞΤΕ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ!

ΤΑΣΗ  
ΕΝΤΑΣΗ  
ΕΝΕΡΓΟΣ ΙΣΧΥΣ  
ΑΕΡΓΟΣ ΙΣΧΥΣ  
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΣΧΥΟΣ  
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΕΡΓΟΥ ΙΣΧΥΟΣ  
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ  
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

ΗΜΕΡΗΣΙΑ  
ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΑ  
ΜΗΝΙΑΙΑ  
ΕΤΗΣΙΑ

**Εικόνα 5.26:** Επιλογή μεταβλητής για παρακολούθηση ιστορικού

Αφού γίνει η επιλογή τότε ο χρήστης μεταφέρεται στο αντίστοιχο διάγραμμα. Για παράδειγμα αν επιλέξει το ημερήσιο διάγραμμα της ενεργού ισχύος τότε μεταφέρεται στην ακόλουθη σελίδα:



**Εικόνα 5.27:** Ημερήσιο διάγραμμα ενεργού ισχύος

Μια επιπλέον δυνατότητα που παρουσιάζεται στο χρήστη στη σελίδα αυτή είναι ο υπολογισμός του κόστους της κατανάλωσης για κάποια συγκεκριμένη περίοδο. Επίσης, όπως και στην παρούσα κατάσταση ο χρήστης μπορεί να μοιραστεί τα ενεργειακά του διαγράμματα είτε στο Facebook είτε στο Twitter.

## 5.8 Απόδοση του διαδικτυακού εργαλείου

Η ιστοσελίδα αναπτύχθηκε με άριστες προδιαγραφές. Όπως φάνηκε και στο παράδειγμα εφαρμογής το διαδικτυακό εργαλείο ανανεώνει συνεχώς τις μετρήσεις ανά 15 δευτερόλεπτα χωρίς να διακόπτεται ποτέ η λειτουργία του. Επίσης η ιστοσελίδα σχεδιάστηκε έτσι ώστε να μεγιστοποιεί την ταχύτητα της και τη λειτουργικότητα της.

Η μείωση του χρόνου φόρτωσης σελίδων μπορεί να μειώσει το ποσοστό εγκατάλειψης και την αύξηση των ποσοστών μετατροπών (δηλαδή την αναλογία των επισκεπτών που μετατρέπουν την επίσκεψη τους στον δικτυακό τόπο σε κάποια επιθυμητή δράση βασιζόμενη στα άμεσα αιτήματα από τους εμπόρους, τους διαφημιστές και τους δημιουργούς περιεχομένου). Πιο συγκεκριμένα, έρευνες του πανεπιστημίου MIT, έδειξαν ότι το 49% των χρηστών θα εγκαταλείψει έναν ιστότοπο ή θα μεταβεί σε κάποιον ανταγωνιστή αν αντιμετωπίσει ζητήματα απόδοσης. Ενδεικτική είναι η και η έρευνα του Aberdeen Group που δηλώνει πως καθυστέρηση ενός μόνο δευτερολέπτου οδηγεί σε 11% λιγότερες επισκέψεις, 16% μειωμένη ικανοποίηση πελατών και 7% μείωση μετατροπών.

Η Google έχει αναπτύξει την ιστοσελίδα “PageSpeed Insights” (<https://developers.google.com/speed/pagespeed/insights>) που μπορεί κάποιος να ελέγξει την ταχύτητα μιας ιστοσελίδας και να δει προτεινόμενες λύσεις για τη βελτιστοποίηση της. Αναλυτικότερα, η PageSpeed Insights αναλύει το περιεχόμενο μιας ιστοσελίδας και στη συνέχεια, δημιουργεί τις προτάσεις για να προκύψει αυτή η σελίδα γρηγορότερη.

Αν τοποθετηθούν οι παγκοσμίως γνωστές ιστοσελίδες, Facebook και Google, τότε η ταχύτητα των σελίδων αυτών βαθμολογείται με 99%. Για παράδειγμα στη Google, προτείνονται 3 κινήσεις, οι οποίες θεωρούνται χαμηλής προτεραιότητας, έτσι ώστε να καταφέρει να πετύχει την πλήρη βελτιστοποίηση. Μια από αυτές είναι να μειώσει το μέγεθος των αιτήσεων.

PageSpeed Insights — google.com/ [Edit](#) Desktop Mobile Refresh

**Overview**

Critical Path Explorer

The page [Google](#) got an overall PageSpeed Score of **99** (out of 100). [Learn more](#)

**Low priority (3)**

- Minify JavaScript
- Minimize request size
- Put CSS in the document head

**Experimental rules (2)**

- Reduce request serialization
- Eliminate unnecessary render-blocking JavaScript

**Already done! (24)**

**Overview**

The page [Google](#) got an overall PageSpeed Score of **99** (out of 100). [Learn more](#)

**New:** Try out an early preview of the [Critical Path Explorer](#)! Be aware that the Critical Path Explorer is in early beta. The tool might present data that is incorrect and/or inadvertently turn off the internet. :)

**Note:** that PageSpeed Insights followed a redirect from [http://google.com/](#) and analyzed the page at [http://www.google.com/](#).

This PageSpeed Report is generated for this page as it appears in desktop browsers. To get suggestions on how to optimize the performance of this page for mobile devices, generate a [mobile report](#).

**Suggestion Summary**

Click on the rule names to see suggestions for improvement.

- High priority.** These suggestions represent the largest potential performance wins for the least development effort. However, there are no high priority suggestions for this site. Good job!
- Medium priority.** These suggestions may represent smaller wins or much more work to implement. However, there are no medium priority suggestions for this site. Good job!
- Low priority.** These suggestions represent the smallest wins. You should only be concerned with these items after you've handled the higher-priority ones: [Minify JavaScript](#), [Minimize request size](#), [Put CSS in the document head](#)

Εικόνα 5.28: Βαθμολογία του [www.google.com](#)

Για να επαληθευθεί και η εγκυρότητα της ιστοσελίδας αυτής πληκτρολογήθηκε και η σελίδα [www.bet-time.com](#) η οποία μόλις αναπτύχθηκε από ομάδα ατόμων χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις προγραμματισμού. Η περιήγηση στην ιστοσελίδα αυτή παρουσιάζει κάποιες καθυστερήσεις, για αυτό και επιλέχθηκε να βαθμολογηθεί. Αφού ζητήθηκε να αναλυθεί η συγκεκριμένη σελίδα, παρουσιάστηκε η βαθμολογία της ταχύτητας που έφτασε στο 10%, προφανώς λόγω των σημαντικών καθυστερήσεων. Το PageSpeed Insights προσέφερε πάνω από 20 συμβουλές εκ των οποίων οι 5 ήταν υψηλής προτεραιότητας και οι 3 μεσαίας προτεραιότητας.

**Overview**

Critical Path Explorer

The page [Bet-time.com](#) | [Προβλέψεις](#) | [Αναλύσεις...](#) got an overall PageSpeed Score of **10** (out of 100). [Learn more](#)

**High priority (5)**

- Serve scaled images
- Optimize images
- Leverage browser caching
- Combine images into CSS sprites
- Defer parsing of JavaScript

**Medium priority (3)**

- Serve resources from a CDN
- Inline Small JavaScript
- Prefer asynchronous resource loading

**Low priority (10)**

**Overview**

The page [Bet-time.com](#) | [Προβλέψεις](#) | [Αναλύσεις...](#) got an overall PageSpeed Score of **10** (out of 100). [Learn more](#)

**New:** Try out an early preview of the [Critical Path Explorer](#)! Be aware that the Critical Path Explorer is in early beta. The tool might present data that is incorrect and/or inadvertently turn off the internet. :)

This PageSpeed Report is generated for this page as it appears in desktop browsers. To get suggestions on how to optimize the performance of this page for mobile devices, generate a [mobile report](#).

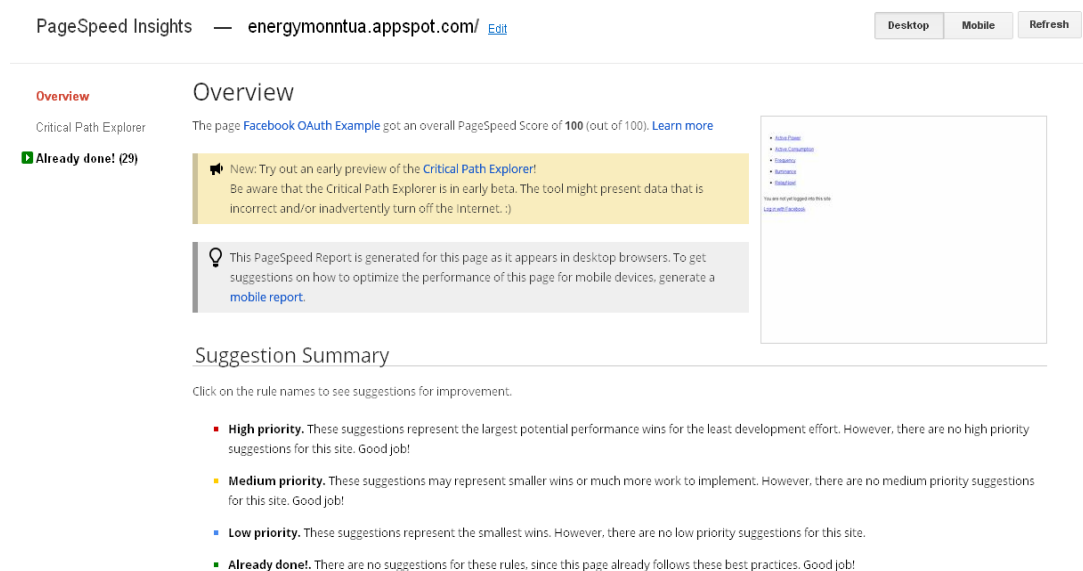
**Suggestion Summary**

Click on the rule names to see suggestions for improvement.

- High priority.** These suggestions represent the largest potential performance wins for the least development effort. You should address these items first: [Serve scaled images](#), [Optimize images](#), [Leverage browser caching](#), [Combine images into CSS sprites](#), [Defer parsing of JavaScript](#)

Εικόνα 5.29: Βαθμολογία του [www.bet-time.com](#)

Όσον αφορά την ιστοσελίδα που αναπτύχθηκε για τους σκοπούς αυτής της διπλωματικής εργασίας, τα αποτελέσματα είναι εξαιρετικά. Η βαθμολογία της σελίδας είναι άριστη στο 100%. Ως επακόλουθο, δεν παρουσιάζεται καμία συμβουλή καθώς όλες που θα μπορούσε να προτείνει η ιστοσελίδα PageSpeed Insights έχουν τοποθετηθεί στην κατηγορία αυτών που έχουν ήδη πραγματοποιηθεί.



The screenshot shows the PageSpeed Insights interface for the URL `energymonntua.appspot.com/`. The overall PageSpeed Score is 100 out of 100. The report is categorized as 'Already done! (29)'. The 'Suggestion Summary' section indicates that there are no high, medium, or low priority suggestions for this site, as it already follows best practices. A 'New!' notification mentions the 'Critical Path Explorer' tool. The interface includes navigation tabs for 'Desktop', 'Mobile', and 'Refresh', and a sidebar with 'Overview' and 'Critical Path Explorer' options.

**Εικόνα 5.30:** Βαθμολογία του `energymonntua.appspot.com`



## **Κεφάλαιο 6. Παράδειγμα Εφαρμογής**

---



## 6.1 Εισαγωγή

Ο πρωταρχικός σκοπός του παραδείγματος είναι να διαπιστωθεί αν τρέχει το διαδικτυακό εργαλείο χωρίς να διακόπτεται η ομαλή λειτουργία του, όπως επίσης αν επιτυγχάνεται η άμεση αποστολή των μετρήσεων στο cloud και η άμεση εξαγωγή γραφικών παραστάσεων.

Η διαδικασία περιλαμβάνει τη σύνδεση και την αποσύνδεση φορτίων από τη μονάδα εργαστηριακού κτιριακού αυτοματισμού για μια βδομάδα ώστε να παρθούν οι κατάλληλες μετρήσεις και οι κατάλληλες γραφικές παραστάσεις.

Για το συγκεκριμένο παράδειγμα θα χρησιμοποιηθούν 4 φορτία, δυο φορητοί υπολογιστές, μια τηλεόραση και μια κεραία. Κατά τη διάρκεια της εβδομάδας (πέντε εργάσιμες μέρες: Δευτέρα, Τρίτη, Τετάρτη, Πέμπτη, Παρασκευή) θα συνδέονται και θα αποσυνδέονται τα φορτία χωρίς κάποιο συγκεκριμένο προγραμματισμό ώστε να επιτευχθεί προσομοίωση της ενεργειακής λειτουργίας ενός κτιρίου.

Για την κατανόηση της λειτουργίας του εργαλείου που αναπτύχθηκε στο περασμένο κεφάλαιο θα αναλυθούν διάφορες γραφικές παραστάσεις κατά τη διάρκεια και στο τέλος της εβδομάδας οι οποίες θα εξαχθούν από το ίδιο το διαδικτυακό εργαλείο.

## 6.2 Περιγραφή της εφαρμογής

### 6.2.1 Μονάδα εργαστηριακού κτιριακού αυτοματισμού

Έχοντας αναπτύξει το διαδικτυακό εργαλείο με τη διαδικασία που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο είναι δυνατή πλέον η εκτέλεση μιας εφαρμογής. Για την εφαρμογή, χρησιμοποιήθηκε η μονάδα εργαστηριακού κτιριακού αυτοματισμού.

Η μονάδα εργαστηριακού κτιριακού αυτοματισμού λειτουργεί ως προσομοιωτής κτιρίου καθώς περιέχει πολλά από τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται ένας κτιριακός αυτοματισμός. Περιέχει μονάδες εξόδου, μονάδες εισόδου, αισθητήρια όργανα και προφανώς κεντρική μονάδα αυτοματισμού και αναλυτή ενέργειας.

Πιο αναλυτικά, η μονάδα εργαστηριακού κτιριακού αυτοματισμού αποτελείται από την κεντρική μονάδα αυτοματισμού η οποία είναι συνδεδεμένη με όλα τα υπόλοιπα όργανα και είναι αυτή που δίνει εντολές και παραλαμβάνει αποτελέσματα. Ακριβώς από κάτω βρίσκεται η μονάδα relay 8 εξόδων και το mini relay μιας εξόδου. Δίπλα στη μονάδα αυτή είναι και μια μονάδα δυο εξόδων 1-10V για λαμπτήρες φωτισμού φθορίου με ηλεκτρονικό ballast. Ακόμα πιο κάτω βρίσκεται ο αναλυτής ενέργειας EM24 DIN, για τον οποίο έγινε εκτενής αναφορά σε προηγούμενο κεφάλαιο (Κεφ.

5.2.1), ενώ δίπλα του υπάρχει ένας τριπολικός διακόπτης για την τροφοδότηση της μονάδας με ενδεικτικά λαμπάκια που ανάβουν όταν είναι ON η αντίστοιχη φάση.



**Εικόνα 6.1:** Μονάδα εργαστηριακού κτιριακού αυτοματισμού

Στην άλλη πλευρά της μονάδας είναι τοποθετημένα τα αισθητήρια όργανα της μονάδας, δηλαδή ένας ανιχνευτής κίνησης, ένας αισθητήρας φωτεινότητας και ένα εσωτερικό θερμόμετρο. Επίσης, σε αυτήν την πλευρά βρίσκονται οι 16 διακόπτες με διαφορετικές λειτουργίες που ελέγχουν τα συνδεδεμένα στις πρίζες φορτία ενώ υπάρχουν και 3 coupler που ελέγχουν τους διακόπτες. Το κάθε coupler, που λειτουργεί ως μονάδα εισόδου, ελέγχει 4 διακόπτες (άλλο coupler ένα βρίσκεται στην δεξιά πλευρά της μονάδας). Τέλος υπάρχουν υποδοχές για επέκταση και σύνδεση επιπλέον μονάδων στον ήδη υπάρχοντα εξοπλισμό.

Ο εργαστηριακός κτιριακός αυτοματισμός περιλαμβάνει πέρα από την μονάδα-προσομοιωτή και φορητές μονάδες, οι οποίες συνοδεύουν τον εξοπλισμό, για τον προγραμματισμό των μονάδων εισόδων-εξόδων και τον έλεγχο της κατάστασης των συσκευών, καθώς και ένα τριφασικό καλώδιο τροφοδοσίας.

## 6.2.2 Προετοιμασία της εφαρμογής

Η προετοιμασία του παραδείγματος εφαρμογής αποτελεί αρκετά σύντομη διαδικασία. Καταρχάς, πραγματοποιήθηκε σύνδεση της εργαστηριακής κεντρικής μονάδας αυτοματισμού με ένα φορητό υπολογιστή ο οποίος θα δουλεύει ασταμάτητα ώστε να λαμβάνει τις μετρήσεις και να τις στέλνει στο cloud. Στη συνέχεια, μετά τον έλεγχο

ορθής σύνδεσης μέσω του DDE server, συνδέθηκαν τα φορτία (ένα εκ των οποίων είναι ο ίδιος ο φορητός υπολογιστής).



**Εικόνα 6.2:** Δυο φορητοί υπολογιστές συνδεδεμένοι με την εργαστηριακή μονάδα



**Εικόνα 6.3:** Όλα τα φορτία του παραδείγματος συνδεδεμένα με την εργαστηριακή μονάδα

## 6.3 Αποτελέσματα της εφαρμογής

Καταρχάς, για να υπάρξει πρόσβαση στις γραφικές παραστάσεις πρέπει να γίνει είσοδος με λογαριασμό από το Facebook. Αφού γίνει πετυχημένη είσοδος εμφανίζονται οι 5 μεταβλητές που μπορούν να παρακολουθηθούν.

- [Active Power](#)
- [Active Consumption](#)
- [Frequency](#)
- [Illuminance](#)
- [RelayNow!](#)

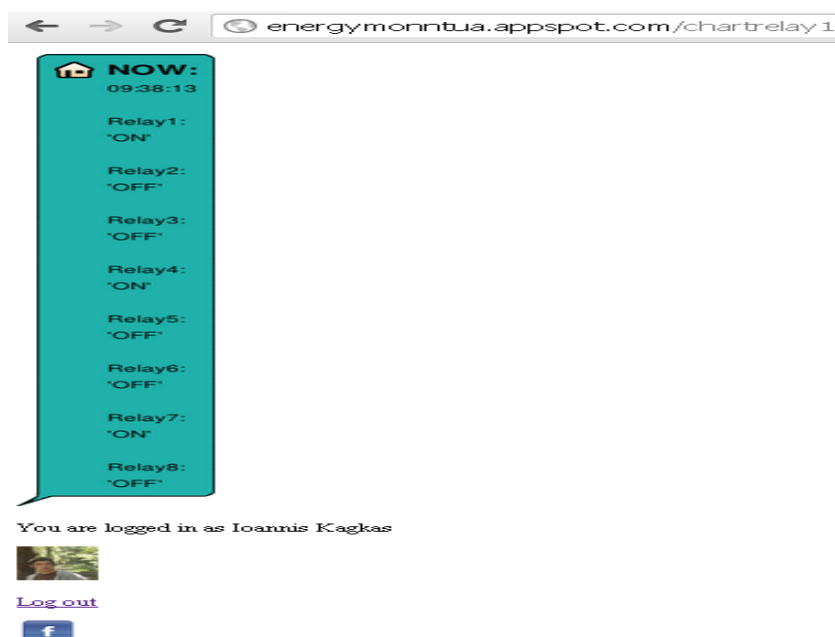


You are logged in as Ioannis Kagkas

[Log out](#)

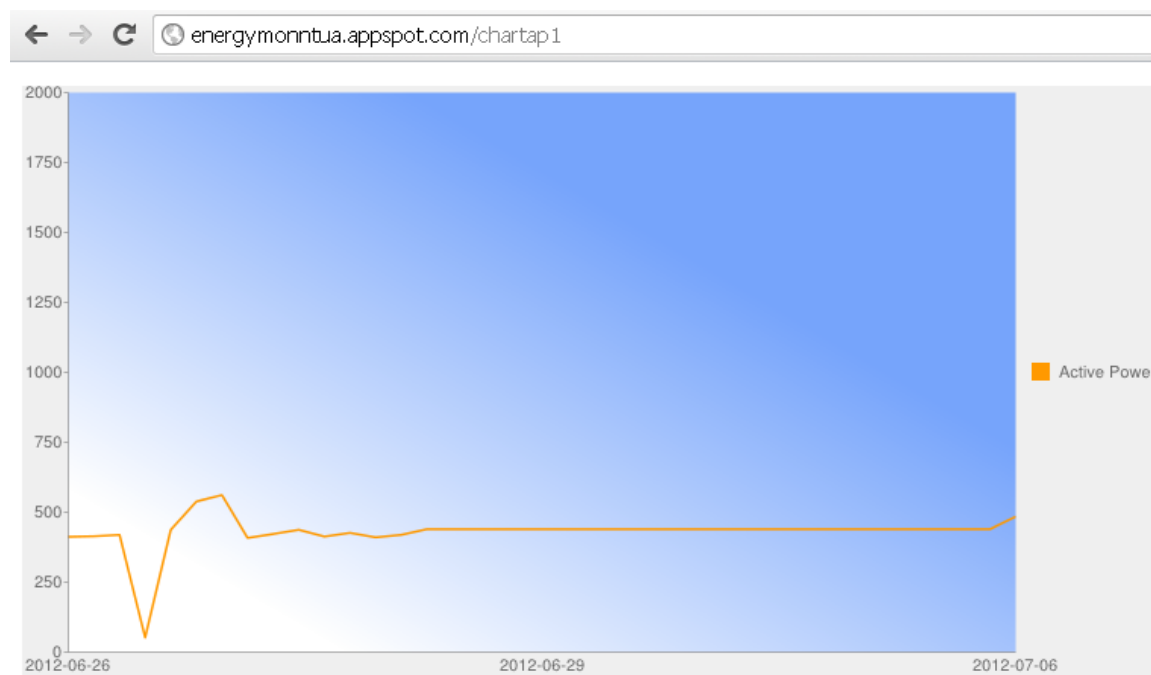
Εικόνα 6.3: Είσοδος μέσω λογαριασμού Facebook

Επιλέγονται στην αρχή τα 3 από τα ρελέ να είναι σε λειτουργία ON. Επιλέγοντας την επιλογή “Relay Now!” εμφανίζεται η σελίδα με την παρούσα κατάσταση των ρελέ.



Εικόνα 6.4: Ιστοσελίδα με την κατάσταση λειτουργίας των ρελέ (3 από τα 8)

Η ενεργός ισχύς παραμένει σε χαμηλά επίπεδα καθώς σε αυτά τα τρία ρελέ μόνο ο ένας φορητός υπολογιστής είναι συνδεδεμένος. Υπάρχει η δυνατότητα παρουσίασης του ιστορικού κάνοντας κλικ στην επιλογή “Active Power”.



You are logged in as Ioannis Kagkas

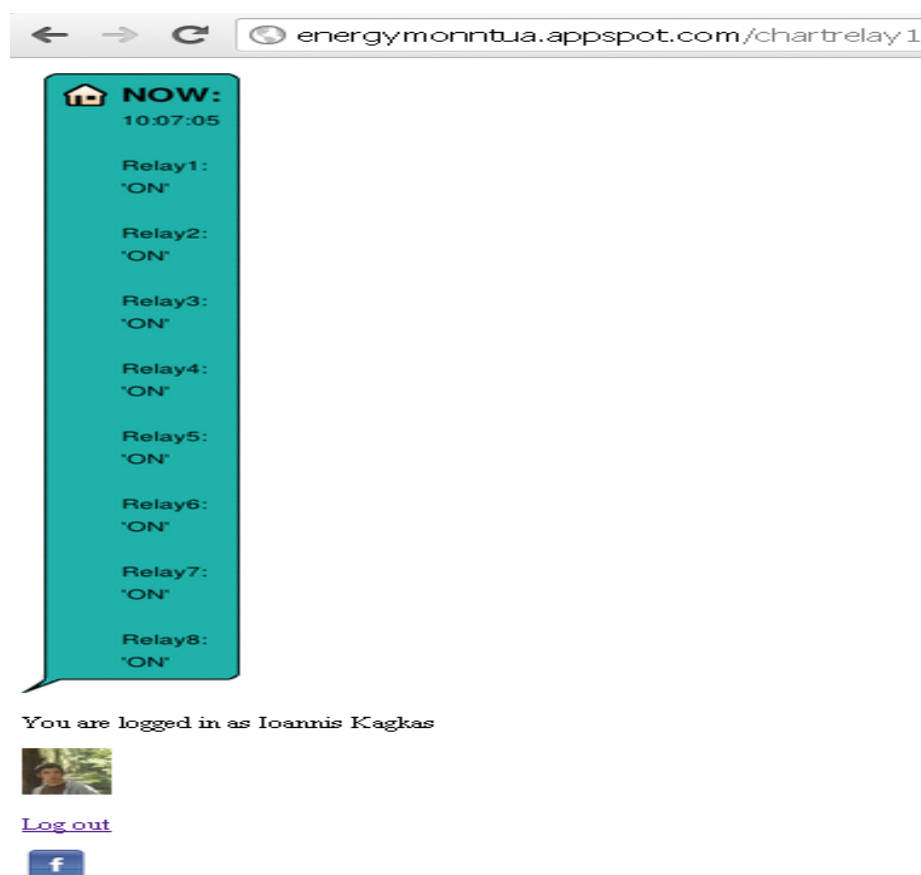


[Log out](#)



**Εικόνα 6.5:** Ιστοσελίδα με το διάγραμμα ενεργούς ισχύος (σύνδεση ενός φορτίου)

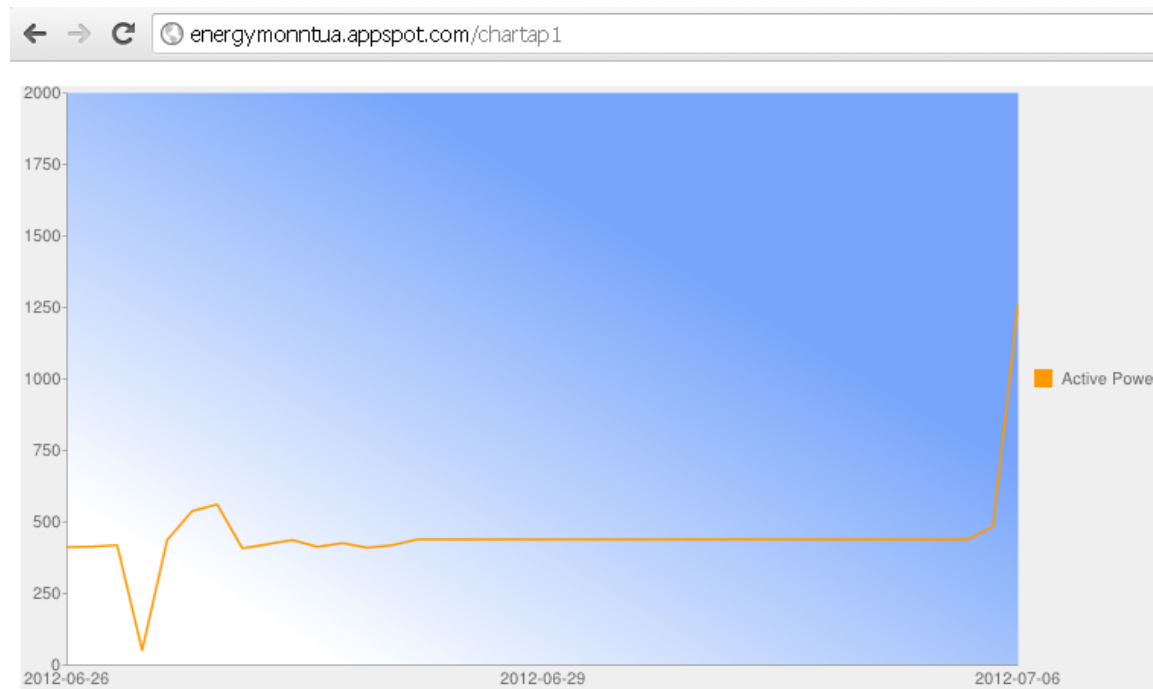
Μετά από 25 λεπτά μετατρέπονται και τα 8 ρελέ σε λειτουργία ON. Η σελίδα “Relay Now!” δείχνει πλέον διαφορετικά αποτελέσματα.



**Εικόνα 6.6:** Ιστοσελίδα με την κατάσταση λειτουργίας των ρελέ (8 από τα 8)

Επίσης, αναμένεται και μια απότομη αύξηση της ενεργού ισχύος καθώς πλέον είναι συνδεδεμένα στην μονάδα δυο φορητοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές, μια 3D τηλεόραση και μια κεραία. Αυτό επαληθεύεται επιλέγοντας να παρουσιαστεί το διάγραμμα “Active Power”, όπου σε σχέση με το προηγούμενο διάγραμμα προστίθεται στο τέλος μια κατακόρυφη αύξηση της ενεργού ισχύος.





You are logged in as Ioannis Kagkas

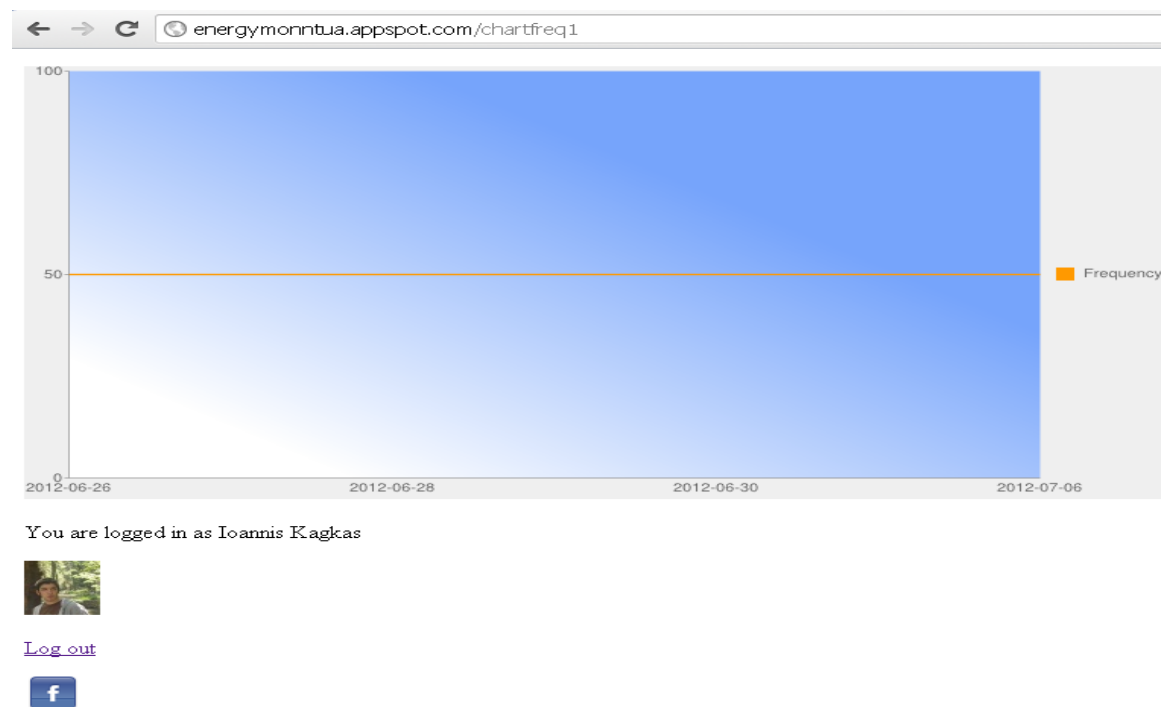


[Log out](#)



**Εικόνα 6.7:** Ιστοσελίδα με το διάγραμμα ενεργού ισχύος μετά τη σύνδεση όλων των φορτίων

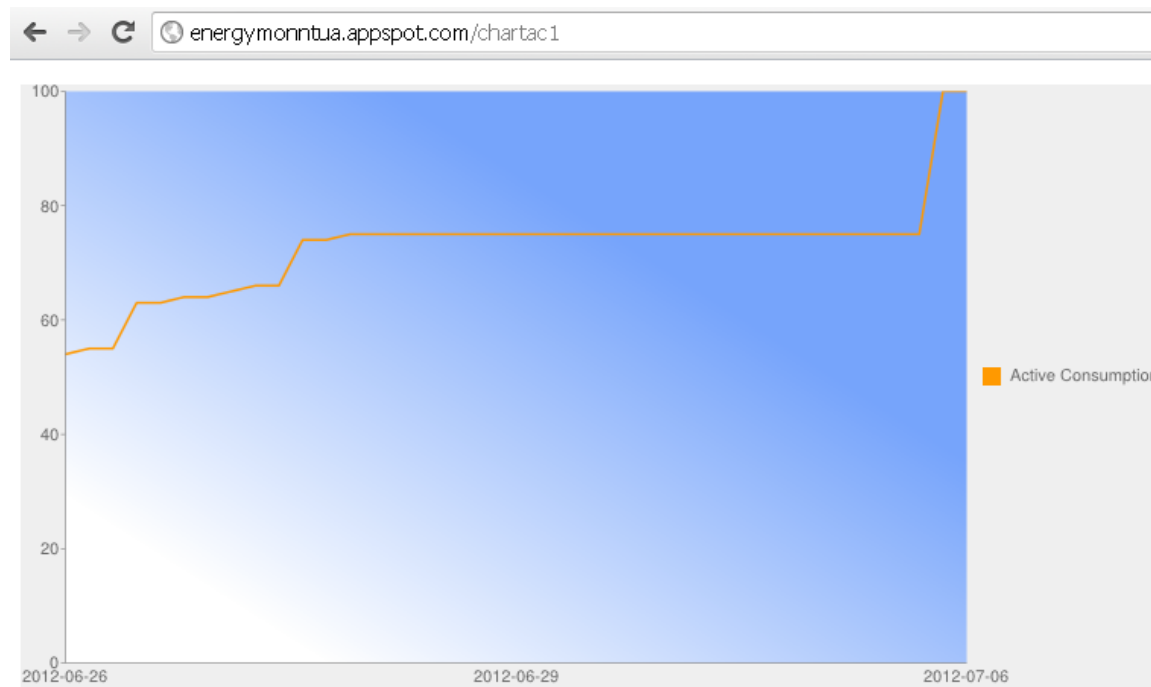
Στο τέλος της εβδομάδας προσομοίωσης επιλέγεται να παρατηρηθούν και οι υπόλοιπες τρεις μεταβλητές. Η συχνότητα παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια της εβδομάδας. Παρομοίως, η ένταση φωτισμού παραμένει σχεδόν σταθερή καθώς το εργαστήριο δεν έχει παράθυρα και χρησιμοποιείται τεχνητός φωτισμός σε όλη τη διάρκεια της ημέρας. Από την άλλη πλευρά, η κατανάλωση ενεργού ισχύος αυξάνεται με σταθερούς ρυθμούς αφού είναι συνεχώς συνδεδεμένα στη μονάδα εργαστηριακού κτιριακού αυτοματισμού ενεργοβόρα φορτία.



**Εικόνα 6.8:** Ιστοσελίδα με το ιστορικό συχνότητας



**Εικόνα 6.9:** Ιστοσελίδα με το ιστορικό έντασης φωτισμού



You are logged in as Ioannis Kagkas



[Log out](#)

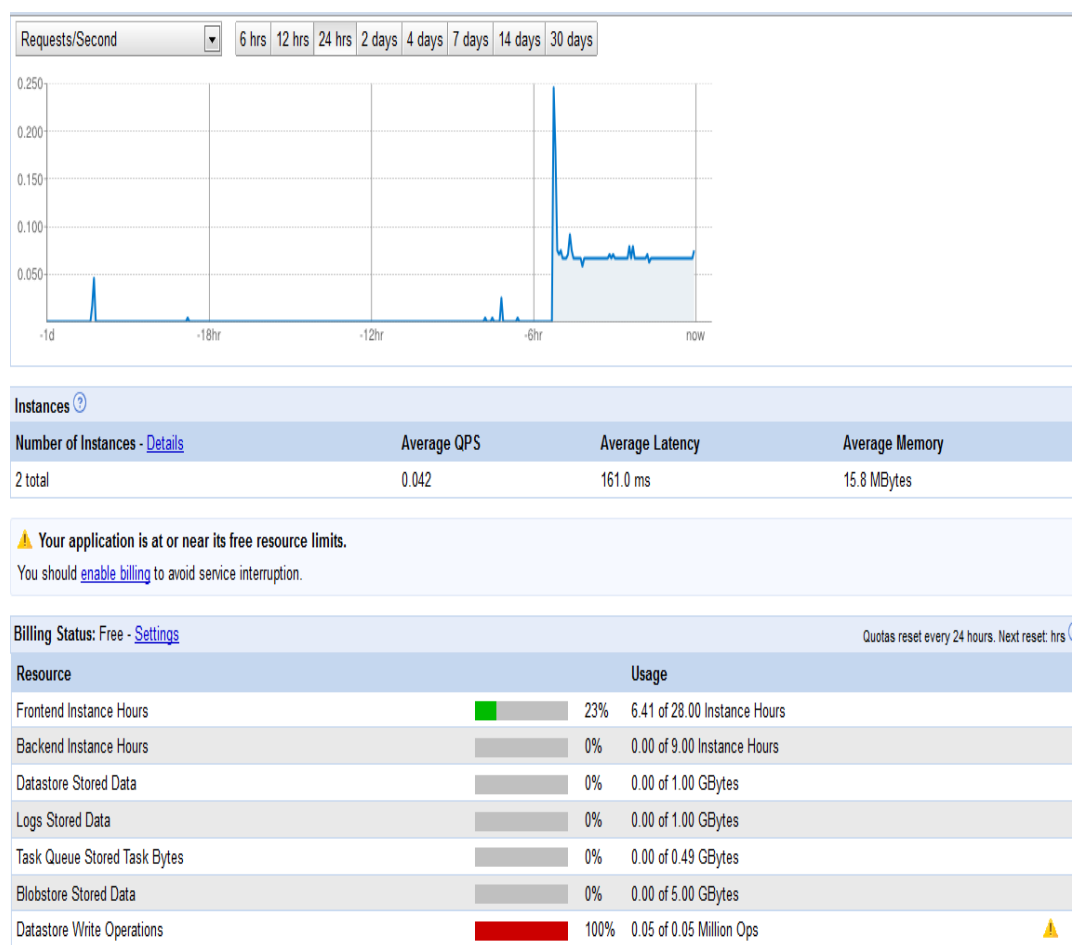


**Εικόνα 6.10:** Ιστοσελίδα με το ιστορικό κατανάλωσης ενεργού ισχύος

## 6.4 Αξιολόγηση

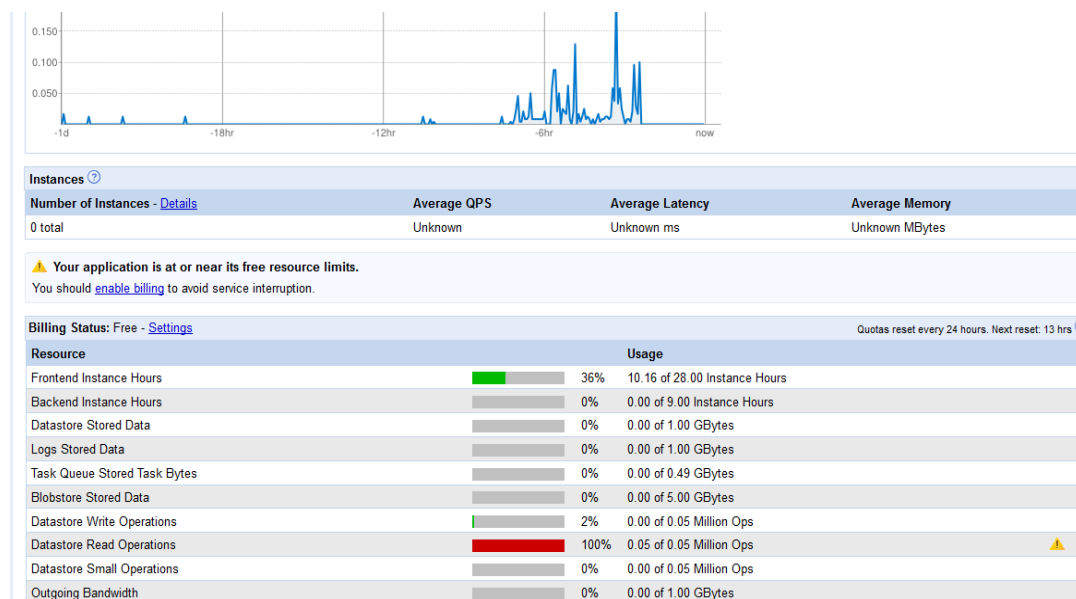
Το παράδειγμα αυτό εφαρμογής βοήθησε στο να εξαχθούν πολύ χρήσιμα συμπεράσματα καθώς αποτέλεσε παράδειγμα προσομοίωσης καταγραφής κανονικού κτιρίου. Η εργαστηριακή μονάδα ουσιαστικά αποτέλεσε την προσομοίωση ενός κτιρίου και το κάθε φορτίο μπορεί να προσομοιώσει δεκάδες άλλα φορτία. Έτσι παρουσιάζεται η δυνατότητα να αναλυθεί η συμπεριφορά και η λειτουργικότητα του διαδικτυακού εργαλείου σε πραγματικές συνθήκες.

Το κυριότερο συμπέρασμα ήταν το αναμενόμενο λόγω χρήσης της δωρεάν έκδοσης του Google AppEngine. Το σύστημα δεν είχε τη δυνατότητα να αποθηκεύει συνεχόμενα τιμές για χρονικό διάστημα άνω των 4-5 ωρών. Έτσι η εφαρμογή κατέληγε σε μια υπερφόρτωση που δεν επέτρεπε άλλες λειτουργίες μέχρι να γίνει το επόμενο reset.



**Εικόνα 6.11:** Μέγιστο όριο Datastore Write Operations

Όπως φαίνεται στην **Εικόνα 6.11** το “Datastore Write Operations” έχει φτάσει στο όριο του κάτι το οποίο προκλήθηκε με τη συνεχόμενη αποστολή μετρήσεων και την αποθήκευσή τους στο cloud. Το ίδιο συνέβη και κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του εργαλείου όταν γίνονταν συνεχόμενες δοκιμές για την ομαλή λειτουργία της ιστοσελίδας οδηγούσαν στο όριο το “Datastore Read Operations”, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα, καθώς το διαδικτυακό εργαλείο έκανε συνεχόμενα, για μεγάλο χρονικό διάστημα, ανάκληση των δεδομένων.



Εικόνα 6.12: Μέγιστο όριο Datstore Read Operations

Σε περίπτωση πλήρης ανάπτυξης του εργαλείου, από κάποια εταιρεία ενεργειακού αυτοματισμού για παράδειγμα, το πρόβλημα επιλύεται με την ενεργοποίηση της χρέωσης. Η επεκτασιμότητα είναι ένα από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα του Google AppEngine, το οποίο οδήγησε και στην προτίμηση του από άλλες πλατφόρμες. Επιβάλλονται τέλη ανάλογα με τον επιπλέον αποθηκευτικό χώρο, το εύρος ζώνης, ή τις ώρες που απαιτούνται από την εφαρμογή. Το διαδικτυακό εργαλείο αναπτύχθηκε στην δωρεάν έκδοση της πλατφόρμας. Σε περίπτωση δηλαδή ενεργοποίησης της χρέωσης θα αποφευχθεί η διακοπή των υπηρεσιών.

Ένα άλλο θέμα που παρουσιάζεται είναι η απενεργοποίηση του υπολογιστή μετά από κάποιο διάστημα που δεν χρησιμοποιείται. Έτσι, ο υπολογιστής σταματάει να στέλνει μετρήσεις στο cloud και το διαδικτυακό εργαλείο παύει να είναι ενημερωμένο. Για να αποφευχθεί αυτό το πρόβλημα πρέπει να ρυθμιστεί κατάλληλα ο υπολογιστής ώστε να παραμένει ενεργοποιημένος καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας.

Όσον αφορά τις γραφικές αναπαραστάσεις τα αποτελέσματα είναι άκρως ικανοποιητικά. Πιο συγκεκριμένα, η ενεργός ισχύς μεταβάλλεται διαρκώς ανάλογα με την σύνδεση και την αποσύνδεση φορτίων ενώ η άεργος ισχύς παραμένει σχεδόν σταθερή καθώς τα φορτία που συνδέονται (υπολογιστές και τηλεόραση) δεν επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό την άεργο ισχύ. Η κατανάλωση ενεργού ισχύος αυξάνεται με σταθερό ρυθμό όπως αναμενόταν, ενώ η ένταση φωτισμού και η θερμοκρασία πέφτουν ελαφρά τις νυχτερινές ώρες. Δίχως προβλήματα και διακοπές λειτουργεί και το διάγραμμα που αναπαριστά τη κατάσταση λειτουργίας των 8 ρελέ το οποίο ανανεώνεται κάθε 15 δευτερόλεπτα.



## **Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα και Προοπτικές**

---





## 7.1 Εισαγωγή

Στην παρούσα διπλωματική εργασία αρχικά παρουσιάστηκε συνοπτικά η ενεργειακή κατάσταση τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Ελλάδα, όπως επίσης η εξέλιξη στα σύγχρονα συστήματα κτιριακών αυτοματισμών. Στη συνέχεια παρουσιάστηκε η επιμέρους ανάπτυξη του διαδικτυακού εργαλείου που αναπτύχθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας. Το κεφάλαιο αυτό αποτελεί τον επίλογο της διπλωματικής εργασίας όπου παρατίθενται τα κυριότερα συμπεράσματα που εξήχθησαν καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης του διαδικτυακού εργαλείου και παρουσιάζονται οι προοπτικές που αναπτύσσονται στην περαιτέρω επέκταση του.

## 7.2 Συμπεράσματα

Μέσω της μελέτης που έχει διεξαχθεί έχει γίνει πλέον κατανοητό πως η παρούσα ενεργειακή κατάσταση τόσο στην Ελλάδα, όσο και στην υπόλοιπη Ευρώπη, απαιτεί την άμεση λήψη μέτρων όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας. Ο κτιριακός τομέας είναι ένας από τους πιο σημαντικούς καταναλωτές ενέργειας σε κάθε χώρα κάτι που κάνει ξεκάθαρη την ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα αυτόν.

Τις περισσότερες φορές, το μεγαλύτερο ποσοστό οικιακής χρήσης ενέργειας είναι άορατο για το χρήστη. Οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν μόνο μια ασαφή ιδέα για το πόση ενέργεια χρησιμοποιούν για διαφορετικούς σκοπούς και το πόση διαφορά θα έκανε η αλλαγή συμπεριφοράς μέρα με τη μέρα ή η επένδυση σε μέτρα εξοικονόμησης. Γίνεται λοιπόν κατανοητή η ανάγκη της παρουσίασης της ενεργειακής κατανάλωσης και άλλων ενεργειακών μεγεθών σε πραγματικό χρόνο, κάτι το οποίο προσφέρει το διαδικτυακό εργαλείο μετατρέποντας την κατανάλωση ενέργειας σε ποιο ορατό μέγεθος και πιο εύκολο στην κατανόηση και στον έλεγχο.

Σκοπός λοιπόν της διπλωματικής εργασίας ήταν η ανάπτυξη ενός εργαλείου που θα δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη την προβολή και επεξεργασία ενεργειακών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο στηριζόμενο στην άποψη ότι αν οι καταναλωτές λαμβάνουν τις ενεργειακές πληροφορίες που παρέχονται μέσω έξυπνων μετρητών και λογισμικού ειδικών υπηρεσιών τότε λαμβάνουν περισσότερα μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση της ζήτησης.

Κύριο χαρακτηριστικό του διαδικτυακού εργαλείου είναι η δημιουργία και η αποθήκευση ενεργειακών προφίλ κτιρίων και στατιστικών αρχείων που συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στην εξοικονόμηση ενέργειας. Εξίσου σημαντική λειτουργία του εργαλείου είναι η άμεση και πλήρης εικονική κατανομή της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου που καταναλώνεται στο διαδίκτυο. Έτσι, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ενημερώνεται διαρκώς για την ενεργειακή κατανάλωση και για άλλα ενεργειακά μεγέθη οπουδήποτε και αν βρίσκεται, με γνώμονα πάντα την ευκολία χρήσης της ιστοσελίδας.

Η ανάπτυξη του διαδικτυακού εργαλείου έγινε σε εργαστηριακό επίπεδο και μέσω της εργαστηριακής κτιριακής μονάδας αυτοματισμού πραγματοποιήθηκε μια προσομοίωση εφαρμογής που στέφθηκε με απόλυτη επιτυχία. Η αποστολή των μετρήσεων και η εξαγωγή των γραφικών παραστάσεων γινόντουσαν άμεσα, όπως επίσης και η δημιουργία στατιστικών αρχείων στο διαδίκτυο.

### 7.3 Προοπτικές

Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε το διαδικτυακό εργαλείο σε ένα αρχικό στάδιο. Αυτό του επιτρέπει να αναπτυχθεί σημαντικά και να προστεθούν λειτουργίες ανάλογα με τις ανάγκες που πρέπει να εξυπηρετηθούν. Συνεπώς, παρουσιάζονται διάφοροι τομείς στους οποίους το διαδικτυακό εργαλείο επιδέχεται περαιτέρω μελέτη:

- Όσον αφορά την τελική του εμφάνιση έχει γίνει εκτενής αναφορά και διαγραμματική παρουσίαση για το πώς προβλέπεται σε προηγούμενο κεφάλαιο (Κεφ. 5.7).
- Το συγκεκριμένο εργαλείο αφορά την παρακολούθηση των ενεργειακών μεγεθών που επιλέχθηκαν να καταγράφονται από ένα χρήστη. Το επόμενο βήμα είναι η ανάπτυξη του διαδικτυακού εργαλείου έτσι ώστε να συνδέονται πολλαπλοί χρήστες. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να δημιουργηθεί ένα δίκτυο χρηστών που θα έχουν τη δυνατότητα να μοιράζονται τα αποτελέσματά τους και να συγκρίνουν μεταξύ τους τις ενεργειακές καταναλώσεις τους.
- Το σύστημα ενεργειακής διαχείρισης αφορούσε συγκεκριμένες ανάγκες του εργαστηριακού περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύχθηκε με τη βοήθεια τη εργαστηριακής μονάδας κτιριακού αυτοματισμού. Με βάση αυτό το μοντέλο και πραγματοποιώντας τις απαραίτητες αλλαγές, μπορεί να γίνει επέκταση του για εφαρμογή πέρα από τον οικιακό τομέα, σε πιο σύνθετες εγκαταστάσεις, όπως δημόσια κτίρια και μεγάλες βιομηχανικές μονάδες.

Η ανάπτυξη του συστήματος έγινε σε εργαστηριακό επίπεδο, όμως η απόλυτα πετυχημένη εφαρμογή του σε προσομοίωση κτιριακών συνθηκών και η άριστη βαθμολογία όσον αφορά την ανάπτυξη της ιστοσελίδας, εκφράζουν τα γερά θεμέλια που έχουν μπει για την περαιτέρω ανάπτυξη του και την χρήση του στον ευρύτερο κτιριακό τομέα.

## **Παράρτημα. Κώδικας**

---



### **Sender.py:**

```
import ssl
import sleekxmpp

# Python versions before 3.0 do not use UTF-8 encoding
# by default. To ensure that Unicode is handled properly
# throughout SleekXMPP, we will set the default encoding
# ourselves to UTF-8.

class SendMsgBot(sleekxmpp.ClientXMPP):

    """
    A basic SleekXMPP bot that will log in, send a message,
    and then log out.
    """

    def __init__(self, jid, password, recipient, message):
        sleekxmpp.ClientXMPP.__init__(self, jid, password)

        self.recipient = recipient
        self.msg = message

        self.add_event_handler("session_start", self.start)

    def stringemp(self):

        from xlrd import open_workbook, cellname

        book = open_workbook('metriseis.xls')
        sheet = book.sheet_by_index(0)

        stringemp = str(sheet.col_values(1,0)).strip('[]')

        return stringemp

    def start(self, event):

        self.send_presence()
        self.get_roster()

        print "yooooo"
        from time import sleep
        i = 0
        while True:
            i = i + 1
            sleep(15)
            #self.msg = "publish:face3 "+feed
            #self.msg = "publish:face3 I am on my "+str(i)+"
cycle!"

            self.msg = self.stringemp()
            print"\n"
            print self.msg
            print"\n"
```

```
        self.send_message(mto=self.recipient,
                          #mbody=self.msg,
                          mbody=self.stringemp(),
                          mtype='chat')
    # Using wait=True ensures that the send queue will be
    # emptied before ending the session.
    self.disconnect(wait=True)

if __name__ == '__main__':

    # Setup the EchoBot and register plugins. Note that while
    # plugins may
    # have interdependencies, the order in which you register
    # them does
    # not matter.
    jid = "el05624@gmail.com"
    password = "*****"
    #to = "publishsubscribe@facebooknode.gic"
    message = "yo"
    to = "energymonntua@appspot.com"
    xmpp = SendMsgBot(jid, password, to, message)
    xmpp.register_plugin('xep_0030') # Service Discovery
    xmpp.register_plugin('xep_0199') # XMPP Ping

    # If you are working with an OpenFire server, you may need
    # to adjust the SSL version used:
    #xmpp.ssl_version = ssl.PROTOCOL_SSLv3

    # If you want to verify the SSL certificates offered by a
    # server:
    # xmpp.ca_certs = "path/to/ca/cert"

    # Connect to the XMPP server and start processing XMPP
    # stanzas.
    if xmpp.connect(("talk.google.com",5222)):
        # If you do not have the pydns library installed, you
        # will need
        # to manually specify the name of the server if it
        # does not match
        # the one in the JID. For example, to use Google Talk
        # you would
        # need to use:
        #
        # if xmpp.connect(('talk.google.com', 5222)):
        #     ...

        xmpp.process(threaded=False)
        print("Done")
    else:
        print("Unable to connect.")
```

### **Main.py:**

```
from google.appengine.ext import db
from google.appengine.ext import webapp
from google.appengine.ext.webapp.util import run_wsgi_app
from google.appengine.ext.webapp import template
from google.appengine.ext.webapp import xmpp_handlers
from google.appengine.api import xmpp
from django.utils import simplejson as json
from google.appengine.ext.webapp import util
```

```
from model import Values
from GChartWrapper import *
```

```
FACEBOOK_APP_ID = "300337943370588"
FACEBOOK_APP_SECRET = "59f310dd170db744956c6c820125b196"
```

```
import base64
import cgi
import Cookie
import email.utils
import hashlib
import hmac
import logging
import os.path
import time
import urllib
import wsgiref.handlers
```

```
class User(db.Model):
    id = db.StringProperty(required=True)
    created = db.DateTimeProperty(auto_now_add=True)
    updated = db.DateTimeProperty(auto_now=True)
    name = db.StringProperty(required=True)
    profile_url = db.StringProperty(required=True)
    access_token = db.StringProperty(required=True)
```

```
class BaseHandler(webapp.RequestHandler):
    @property
    def current_user(self):
        """Returns the logged in Facebook user, or None if
unconnected."""
        if not hasattr(self, "_current_user"):
            self._current_user = None
            user_id =
parse_cookie(self.request.cookies.get("fb_user"))
            if user_id:
```

```
        self._current_user =
User.get_by_key_name(user_id)
        return self._current_user

class HomeHandler(BaseHandler):
    def get(self):
        path = os.path.join(os.path.dirname(__file__),
"oauth.html")
        args = dict(current_user=self.current_user)
        self.response.out.write(template.render(path, args))

#class HomeHandler(BaseHandler):
#    # def get(self):
#    #    path = os.path.join(os.path.dirname(__file__),
"photo.html")
#    #    args = dict(current_user=self.current_user)
#    #    self.response.out.write(template.render(path, args))

class LoginHandler(BaseHandler):
    def get(self):
        verification_code = self.request.get("code")
        args = dict(client_id=FACEBOOK_APP_ID,
redirect_uri=self.request.path_url)
        if self.request.get("code"):
            args["client_secret"] = FACEBOOK_APP_SECRET
            args["code"] = self.request.get("code")
            response = cgi.parse_qs(urllib.urlopen(
"https://graph.facebook.com/oauth/access_token?" +
urllib.urlencode(args)).read())
            access_token = response["access_token"][-1]

            # Download the user profile and cache a local
instance of the
            # basic profile info
            profile = json.load(urllib.urlopen(
                "https://graph.facebook.com/me?" +
urllib.urlencode(dict(access_token=access_token)))
                user = User(key_name=str(profile["id"]),
id=str(profile["id"]),
                    name=profile["name"],
access_token=access_token,
                    profile_url=profile["link"])
                user.put()
                set_cookie(self.response, "fb_user",
str(profile["id"]),
                    expires=time.time() + 30 * 86400)
                self.redirect("/")
            else:
                self.redirect(
                    "https://graph.facebook.com/oauth/authorize?"
+
                    urllib.urlencode(args))
```



```
class LogoutHandler(BaseHandler):
    def get(self):
        set_cookie(self.response, "fb_user", "",
expires=time.time() - 86400)
        self.redirect("/")

def set_cookie(response, name, value, domain=None, path="/",
expires=None):
    """Generates and signs a cookie for the give name/value"""
    timestamp = str(int(time.time()))
    value = base64.b64encode(value)
    signature = cookie_signature(value, timestamp)
    cookie = Cookie.BaseCookie()
    cookie[name] = "|".join([value, timestamp, signature])
    cookie[name]["path"] = path
    if domain: cookie[name]["domain"] = domain
    if expires:
        cookie[name]["expires"] = email.utils.formatdate(
            expires, localtime=False, usegmt=True)
    response.headers._headers.append(("Set-Cookie",
cookie.output()[12:]))

def parse_cookie(value):
    """Parses and verifies a cookie value from set_cookie"""
    if not value: return None
    parts = value.split("|")
    if len(parts) != 3: return None
    if cookie_signature(parts[0], parts[1]) != parts[2]:
        logging.warning("Invalid cookie signature %r", value)
        return None
    timestamp = int(parts[1])
    if timestamp < time.time() - 30 * 86400:
        logging.warning("Expired cookie %r", value)
        return None
    try:
        return base64.b64decode(parts[0]).strip()
    except:
        return None

def cookie_signature(*parts):
    """Generates a cookie signature.

    We use the Facebook app secret since it is different for
    every app (so
    people using this example don't accidentally all use the
    same secret).
    """
    hash = hmac.new(FACEBOOK_APP_SECRET,
digestmod=hashlib.shal)
    for part in parts: hash.update(part)
```

```
        return hash.hexdigest()

class chartap(webapp.RequestHandler):

    def get(self):

        obj = db.GqlQuery("SELECT * FROM Values ORDER BY
received ASC")

        #http://code.google.com/p/google-chartwrapper/

        lista =[]
        listadate =[]
        counter = 1
        listadate.append('2012-06-26 13:46:21.281719')
        for amp in obj:
            if amp.active_power !=None:
                if str(amp.received)[:13] !=listadate[counter-
1][:13]:
                    lista.append( int(float(amp.active_power))
)
                    listadate.append( str(amp.received) )
                    counter = counter + 1
                    #if counter >290:
                    #break

                    #if lista == []:
#lista = [ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]

                    #lista = [ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]
G = Line( [
    #range(len(lista)), # x values
    lista#, # y values, etc.
] )

G.scale(1,2000)
#G.color('red')
G.axes('xy')
G.axes.label(0, listadate[0][:10],
listadate[counter/2][:10], listadate[counter-1][:10])
#G.axes.range(1, 0, 2000, 100)
#G.axes.label(0, 'April', 'May', 'June')
G.axes.range(1, 0, 2000, 250)
G.fill('c', 'lg',45, 'white',0, '76A4FB',0.75)
G.fill('bg', 's', 'EFEFEF')
G.size(750,400)
G.legend('Active Power')

lol = str(G)
self.redirect(lol)

#template_values = {'quotes': quotes,}
```

```
#path = os.path.join(os.path.dirname(__file__),
'index.html')

#self.response.out.write(template.render(path,
template_values))

class chartac(webapp.RequestHandler):

    def get(self):

        obj = db.GqlQuery("SELECT * FROM Values ORDER BY
received ASC")

        lista =[]
        listadate =[]
        counter = 1
        listadate.append('2012-06-26 13:46:21.281719')
        for amp in obj:
            if amp.act_consumption !=None:
                if str(amp.received)[:13] !=listadate[counter-
1][:13]:
                    lista.append(
int(float(amp.act_consumption)) )
                    listadate.append( str(amp.received) )
                    counter = counter + 1

        G = Line( [lista] )

        G.scale(0,100)
        G.axes('xy')
        G.axes.label(0, listadate[0][:10],
listadate[counter/2][:10], listadate[counter-1][:10])
        G.axes.range(1, 0, 100, 20)
        G.fill('c','lg',45,'white',0,'76A4FB',0.75)
        G.fill('bg','s','EFEFEF')
        G.size(750,400)
        G.legend('Active Consumption')

        lol = str(G)
        self.redirect(lol)

class chartfreq(webapp.RequestHandler):

    def get(self):

        obj = db.GqlQuery("SELECT * FROM Values ORDER BY
received ASC")

        lista =[]
        listadate =[]
        counter = 1
        listadate.append('2012-06-26 13:46:21.281719')
```

```
        for amp in obj:
            if amp.frequency !=None:
                if str(amp.received)[:13] !=listadate[counter-
1][:13]:
                    lista.append( int(float(amp.frequency)) )
                    listadate.append( str(amp.received) )
                    counter = counter + 1

        G = Line( [lista] )

        G.scale(0,100)
        G.axes('xy')
        G.axes.label(0, listadate[0][:10],
listadate[counter/3][:10], listadate[2*counter/3][:10],
listadate[counter-1][:10])
        G.axes.range(1, 0, 100, 50)
        G.fill('c','lg',45,'white',0,'76A4FB',0.75)
        G.fill('bg','s','EFEFEF')
        G.size(750,400)
        G.legend('Frequency')

        lol = str(G)
        self.redirect(lol)

class chartlux(webapp.RequestHandler):

    def get(self):

        obj = db.GqlQuery("SELECT * FROM Values ORDER BY
received ASC")

        lista =[]
        listadate =[]
        counter = 1
        listadate.append('2012-06-26 13:46:21.281719')
        for amp in obj:
            if amp.lux !=None:
                if str(amp.received)[:13] !=listadate[counter-
1][:13]:
                    lista.append( int(float(amp.lux)) )
                    listadate.append( str(amp.received) )
                    counter = counter + 1

        G = Line( [lista] )

        G.scale(0,1000)
        G.axes('xy')
        G.axes.label(0, None, listadate[counter-1][:10])
        G.axes.range(1, 0, 100)
        G.fill('c','lg',45,'white',0,'76A4FB',0.75)
        G.fill('bg','s','EFEFEF')
        G.size(750,400)
        G.legend('Illuminance')
```

```
        lol = str(G)
        self.redirect(lol)

class chartrelay(webapp.RequestHandler):

    def get(self):

        obj = db.GqlQuery("SELECT * FROM Values ORDER BY
received DESC")

        lista1 =[]
        lista2 =[]
        lista3 =[]
        lista4 =[]
        lista5 =[]
        lista6 =[]
        lista7 =[]
        lista8 =[]
        listadate =[]
        counter = 0
        for amp in obj:
            if amp.received !=None:
                lista1.append(amp.relay1)
                lista2.append(amp.relay2)
                lista3.append(amp.relay3)
                lista4.append(amp.relay4)
                lista5.append(amp.relay5)
                lista6.append(amp.relay6)
                lista7.append(amp.relay7)
                lista8.append(amp.relay8)
                listadate.append( str(amp.received) )
                counter = counter + 1
                if counter >0:
                    break

        G =
Bubble('icon_texts_big','house','bb','lightseagreen','black','
NOW:',listadate[counter-1][11:19],'\nRelay1:',lista1[counter-
1][1:],'\nRelay2:',lista2[counter-
1][2:],'\nRelay3:',lista3[counter-
1][2:],'\nRelay4:',lista4[counter-
1][2:],'\nRelay5:',lista5[counter-
1][2:],'\nRelay6:',lista6[counter-
1][2:],'\nRelay7:',lista7[counter-
1][2:],'\nRelay8:',lista8[counter-1][2:])

        lol = str(G)
        self.redirect(lol)

class chartapl(BaseHandler):

    def get(self):
        path = os.path.join(os.path.dirname(__file__),
"activep.html")
```

```
        args = dict(current_user=self.current_user)
        self.response.out.write(template.render(path, args))

class chartacl(BaseHandler):

    def get(self):
        path = os.path.join(os.path.dirname(__file__),
"activec.html")
        args = dict(current_user=self.current_user)
        self.response.out.write(template.render(path, args))

class chartfreq1(BaseHandler):

    def get(self):
        path = os.path.join(os.path.dirname(__file__),
"frequency.html")
        args = dict(current_user=self.current_user)
        self.response.out.write(template.render(path, args))

class chartlux1(BaseHandler):

    def get(self):
        path = os.path.join(os.path.dirname(__file__),
"lux.html")
        args = dict(current_user=self.current_user)
        self.response.out.write(template.render(path, args))

class chartrelay1(BaseHandler):

    def get(self):
        path = os.path.join(os.path.dirname(__file__),
"relay.html")
        args = dict(current_user=self.current_user)
        self.response.out.write(template.render(path, args))

class hello(webapp.RequestHandler):

    def get(self):
        self.response.out.write("hey")

class XmppHandler(webapp.RequestHandler):
    """Handler class for all XMPP activity."""

    def post(self):

        message = xmpp.Message(self.request.POST)
        stringemp = message.body

        relay1          =stringemp.split(",")[0]
        relay2          =stringemp.split(",")[1]
        relay3          =stringemp.split(",")[2]
        relay4          =stringemp.split(",")[3]
        relay5          =stringemp.split(",")[4]
        relay6          =stringemp.split(",")[5]
```

```
relay7 =stringemp.split(",") [6]
relay8 =stringemp.split(",") [7]
lux =stringemp.split(",") [8]
thermokrasia =stringemp.split(",") [9]
kinisi =stringemp.split(",") [10]
act_consumption =stringemp.split(",") [11]
react_consumption =stringemp.split(",") [12]
Voltage =stringemp.split(",") [13]
Amperage =stringemp.split(",") [14]
Active_power =stringemp.split(",") [15]
reactive_power =stringemp.split(",") [16]
power_factor =stringemp.split(",") [17]
frequency =stringemp.split(",") [18]
entry =
Values(relay1=relay1,relay2=relay2,relay3=relay3,relay4=relay4
,relay5=relay5,relay6=relay6,relay7=relay7,relay8=relay8,lux=l
ux,thermokrasia=thermokrasia,kinisi=kinisi,act_consumption=act
_consumption,react_consumption=react_consumption,voltage=Volta
ge,amperage=Amperage,active_power=Active_power,reactive_power=
reactive_power,power_factor=power_factor,frequency=frequency,)
entry.put()
message.reply("hey")

application = webapp.WSGIApplication([
('/_ah/xmpp/message/chat/', XmppHandler),
(r"/", HomeHandler),
(r"/auth/login", LoginHandler),
(r"/auth/logout", LogoutHandler),
(r"/chartap", chartap),
(r"/chartlux", chartlux),
(r"/chartac", chartac),
(r"/chartfreq", chartfreq),
(r"/chartrelay", chartrelay),
(r"/hello", hello),
(r"/chartap1", chartap1),
(r"/chartlux1", chartlux1),
(r"/chartac1", chartac1),
(r"/chartfreq1", chartfreq1),
(r"/chartrelay1", chartrelay1),
], debug=True)

def main():
run_wsgi_app(application)

if __name__ == "__main__":
main()
```

### **Model.py**

```
from google.appengine.ext import db

class Values(db.Model):
```

```
relay1          = db.StringProperty(required=False)
relay2          = db.StringProperty(required=False)
relay3          = db.StringProperty(required=False)
relay4          = db.StringProperty(required=False)
relay5          = db.StringProperty(required=False)
relay6          = db.StringProperty(required=False)
relay7          = db.StringProperty(required=False)
relay8          = db.StringProperty(required=False)
lux             = db.StringProperty(required=False)
#luxometro
  thermokrasia  = db.StringProperty(required=False)
#thermometro
  kinisi        = db.StringProperty(required=False)
#anixneftis kinisis
  act_consumption = db.StringProperty(required=False)
#katalanosi energou isxios
  react_consumption = db.StringProperty(required=False)
#katalanosi aergou isxios
  voltage       = db.StringProperty(required=False)
#tasi
  amperage      = db.StringProperty(required=False)
#entasi
  active_power  = db.StringProperty(required=False)
#energos isxis
  reactive_power = db.StringProperty(required=False)
#aergow isxis
  power_factor  = db.StringProperty(required=False)
#sintelestis isxios
  frequency     = db.StringProperty(required=False)
#sixnotita
  received      =
db.DateTimeProperty(auto_now_add=True)
```

### **Activec.html:**

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=UTF-8"/>
    <title>chartshare</title>
    <script type="text/javascript"
src="http://w.sharethis.com/button/buttons.js"></script>
    <script type="text/javascript">stLight.options({publisher:
"ur-14c8a1c4-3ee7-dela-562c-37fee4f5f199"}); </script>
  </head>
  <body>
    {% if current_user %}
      <p><a href="{{ current_user.profile_url }}"></a></p>
```



```
<p>You are logged in as {{ current_user.name|escape
}}</p>
<p><a href="{{ current_user.profile_url }}"></a></p>
<p><a href="/auth/logout">Log out</a></p>
{% else %}
<p>You are not yet logged into this site</p>
<p><a href="/auth/login">Log in with Facebook</a></p>
{% endif %}
<span class='st_facebook_large'></span>
</body>
</html>
```

### **Activep.html:**

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=UTF-8"/>
    <title>chartshare</title>
    <script type="text/javascript"
src="http://w.sharethis.com/button/buttons.js"></script>
    <script type="text/javascript">stLight.options({publisher:
"ur-14c8a1c4-3ee7-dela-562c-37fee4f5f199"}); </script>
  </head>
  <body>
    {% if current_user %}
      <p><a href="{{ current_user.profile_url }}"></a></p>
      <p>You are logged in as {{ current_user.name|escape
}}</p>
      <p><a href="{{ current_user.profile_url }}"></a></p>
      <p><a href="/auth/logout">Log out</a></p>
    {% else %}
      <p>You are not yet logged into this site</p>
      <p><a href="/auth/login">Log in with Facebook</a></p>
    {% endif %}
    <span class='st_facebook_large'></span>
  </body>
</html>
```

### **Lux.html:**

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=UTF-8"/>
    <title>chartshare</title>
    <script type="text/javascript"
src="http://w.sharethis.com/button/buttons.js"></script>
    <script type="text/javascript">stLight.options({publisher:
"ur-14c8a1c4-3ee7-dela-562c-37fee4f5f199"}); </script>
  </head>
  <body>
    {% if current_user %}
      <p><a href="{{ current_user.profile_url }}"></a></p>
      <p>You are logged in as {{ current_user.name|escape
}}</p>
      <p><a href="{{ current_user.profile_url }}"></a></p>
      <p><a href="/auth/logout">Log out</a></p>
    {% else %}
      <p>You are not yet logged into this site</p>
      <p><a href="/auth/login">Log in with Facebook</a></p>
    {% endif %}
    <span class='st_facebook_large'></span>
  </body>
</html>
```

### **Frequency.html:**

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=UTF-8"/>
    <title>chartshare</title>
    <script type="text/javascript"
src="http://w.sharethis.com/button/buttons.js"></script>
```

```
<script type="text/javascript">stLight.options({publisher:
"ur-14c8a1c4-3ee7-de1a-562c-37fee4f5f199"}); </script>
</head>
<body>
  {% if current_user %}
    <p><a href="{{ current_user.profile_url }}"></a></p>
    <p>You are logged in as {{ current_user.name|escape
}}</p>
    <p><a href="{{ current_user.profile_url }}"></a></p>
    <p><a href="/auth/logout">Log out</a></p>
  {% else %}
    <p>You are not yet logged into this site</p>
    <p><a href="/auth/login">Log in with Facebook</a></p>
  {% endif %}
  <span class='st_facebook_large'></span>
</body>
</html>
```

### **Relay.html:**

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=UTF-8"/>
    <title>chartshare</title>
    <script type="text/javascript"
src="http://w.sharethis.com/button/buttons.js"></script>
    <script type="text/javascript">stLight.options({publisher:
"ur-14c8a1c4-3ee7-de1a-562c-37fee4f5f199"}); </script>
  </head>
  <body>
    {% if current_user %}
      <p><a href="{{ current_user.profile_url }}"></a></p>
      <p>You are logged in as {{ current_user.name|escape
}}</p>
      <p><a href="{{ current_user.profile_url }}"></a></p>
      <p><a href="/auth/logout">Log out</a></p>
    {% else %}
      <p>You are not yet logged into this site</p>
```

```
<p><a href="/auth/login">Log in with Facebook</a></p>
{% endif %}
<span class='st_facebook_large'></span>
</body>
</html>
```

### **OAuth.html:**

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
  <head>
    <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html;
charset=UTF-8"/>
    <title>Facebook OAuth Example</title>
  </head>
  <body>
    {% block nav %}
B B B B <ul id="nav">
B B B B B B <li>{% block nav-ActiveP %}<a href="{% url
chartap1 %}">Active Power</a>{% endblock %}</li>
B B B B B B <li>{% block nav-ActiveC %}<a href="{% url
chartacl %}">Active Consumption</a>{% endblock %}</li>
B B B B B B <li>{% block nav-Freq %}<a href="{% url
chartfreq1 %}">Frequency</a>{% endblock %}</li>
B B B B B B <li>{% block nav-lux %}<a href="{% url
chartlux1 %}">Illuminance</a>{% endblock %}</li>
B B B B B B <li>{% block nav-relay %}<a href="{% url
chartrelay1 %}">RelayNow!</a>{% endblock %}</li>
B B B B </ul>
    {% endblock %}
    {% if current_user %}
      <p><a href="{{ current_user.profile_url }}"></a></p>
      <p>You are logged in as {{ current_user.name|escape
}}</p>
      <p><a href="/auth/logout">Log out</a></p>
    {% else %}
      <p>You are not yet logged into this site</p>
      <p><a href="/auth/login">Log in with Facebook</a></p>
    {% endif %}
  </body>
</html>
```

## **Βιβλιογραφία**

---



- [1] Shem Heiple, David J. Sailor, “Using building energy simulation and geospatial modeling techniques to determine high resolution building sector energy consumption profiles”, *Energy and Buildings* 40 (2008) 1426–1436
- [2] Andrea Costa, Marcus M. Keane, J. Ignacio Torrens, Edward Corry, “Building operation and energy performance: Monitoring, analysis and optimization toolkit”, *Applied Energy* (2011)
- [3] Σχεδιασμός BEMS, Αναμενόμενα Οφέλη - <http://www.ergon-energia.gr/CA1E4647.el.aspx>
- [4] Armel, Dr. Carrie, Stanford Precourt Energy Efficiency Center, & Ehrhardt - Martinez, K., Donnelly, K.A., Laitner, J.A. (June 2010) “Advanced Metering Initiatives and Residential Feedback Programs: A Meta –Review for Household Electricity –Saving Opportunities”, ACEEE, Overbook Foundation
- [5] H. Doukas, C. Nychtis, J. Psarras. “Assessing Energy Saving Measures in Buildings through an Intelligent Decision Support Model”, *Building and Environment*, Volume 44, Issue 2, February 2009, Pages 290-298
- [6] Εκπαιδευτικό Πρόγραμμα για την Ενέργεια, Ενεργειακή διαχείριση - <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu3-7>
- [7] Europe’s Energy Portal, Greece - [http://www.energy.eu/country\\_overview/Greece\\_2011.pdf](http://www.energy.eu/country_overview/Greece_2011.pdf)
- [8] Α.Γ. Γαγλία, Κ.Α. Μπαλάρας “Εξοικονόμηση Ενέργειας –Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτιρίων, Εφαρμογή Ευρωπαϊκών μεθοδολογιών και λογισμικών βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας κτιρίων, 2009”
- [9] TD. Tsoutsos, “Marketing solar thermal technologies: strategies in Europe, experience in Greece”, *Renewable Energy*, Volume 26, Issue 1, May 2002, Pages 33-46
- [10] Εθνικό Σχέδιο Δράσης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας - <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=vBWJVY3FdTk%3D&tabid=37>
- [11] Βασικές συσκευές ενός συστήματος Dupline - [http://www.dupline.gr/files/buildingautomation\\_v2.pdf](http://www.dupline.gr/files/buildingautomation_v2.pdf)
- [12] Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης, Στα πλαίσια της Οδηγίας 2006/32/EK - [http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/neeap/greece\\_el.pdf](http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/neeap/greece_el.pdf)
- [13] Anna Joanna Marszal Per Heiselberg, “A literature review of Zero Energy Building, (ZEB) definitions”, DCE Technical Report No.78, Aalborg University, Department of Civil Engineering, Division of Architectural Engineering
- [14] ΟΔΗΓΙΑ 2010/31/ΕΕ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ, της 19ης Μαΐου 2010, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, (αναδιατύπωση)

[15] ΟΔΗΓΙΑ 2006/32/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ, της 5ης Απριλίου 2006, για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου

[16] ΟΔΗΓΙΑ 2002/91/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

[17] Adamsnet Dupline Presentation - <http://www.adamsnet.gr/>

[18] Intelen, Data Analytics to engage - <http://www.intelen.com/>

[19] D.A. Asimakopoulos, M. Santamouris, I. Farrou, M. Laskari, M. Saliari, G. Zanis, G. Giannakidis, K. Tigas, J. Kapsomenakis, C. Douvis, S.C. Zerefos, T. Antonakaki, C. Giannakopoulos, “Modeling the energy demand projection of the building sector in Greece in the 21st century”, Energy and Buildings 49 (2012) 488–498

[20] “Energy Efficiency Policies and Measures in Greece, Monitoring of Energy Efficiency in EU-27, Norway and Croatia.” Odyssee -Mure, CRES, September 2009

[21] Ιωάννης Ψαρράς, Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π., Κωνσταντίνος Δ. Πατλιτζιάνας, Επ. Συνεργάτης Ε.Μ.Π. “Διαχείριση Ενέργειας και Περιβαλλοντική Πολιτική”, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, Αθήνα 2005

[22] Π. Δρούτσα, Α.Γ. Γαγλία, “Δυναμικό Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτίρια – Επιθεωρήσεις Κτιρίων”

[23] Συστήματα Κτιριακών Αυτοματισμών Carlo Gavazzi –Dupline - [http://www.dupline.gr/dupline\\_introduction.html](http://www.dupline.gr/dupline_introduction.html)

[24] Δικτυακός τόπος του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας - [http://www.cres.gr/kape/index\\_gr.htm](http://www.cres.gr/kape/index_gr.htm)

[25] Hai -xiang Zhao, Frederic Magoules, “A review on the prediction of building energy consumption”, Renewable and Sustainable Energy Reviews 16 (2012) 3586–3592

[26] H. Hens, G. Verbeeck, B. Verdonck, “Impact of energy efficiency measures on the CO<sub>2</sub> emissions in the residential sector, a large scale analysis”, Energy and Buildings 33 (2001) 275-281