

Τ.Ε.Ι Κρήτης

Τμήμα Ηλεκτρονικής
Παράρτημα Χανίων

ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΑ ΚΤΙΡΙΑ ΜΕ Πτυχιακή Εργασία ΕΥΦΥΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΜΗΤΣΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

Σπουδαστής :

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΘΥΜΑΚΗΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ

2011

Περίληψη

Η αυξανόμενη ανάγκη για ενέργεια έστρεψε το ενδιαφέρον του ανθρώπου στις πρωτογενείς μορφές ενέργειας όπως το πετρέλαιο και τα στερεά καύσιμα που αποτελούν τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ένα από τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες κοινωνίες, είναι η ολοένα αυξανόμενη ενεργειακή κατανάλωση. Ειδικότερα ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, και ταυτόχρονα η λειτουργία των κτιριακών ενεργειακών συστημάτων συνεισφέρει σημαντικά στην εκπομπή CO₂ στην ατμόσφαιρα. Κατά συνέπεια, για την εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας, είναι απαραίτητη η εφαρμογή των αρχών του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων σύμφωνα με την οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η Ελλάδα ωστόσο, αν και έχει ήδη δεσμευθεί, εντούτοις δεν έχει ακόμα εναρμονίσει πλήρως την ελληνική νομοθεσία με την οδηγία του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου. Επιπλέον, σε επίπεδο οικιακού τομέα, οι καταναλωτές έχουν ελλιπή πληροφόρηση σχετικά με τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

Ο σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η παρουσίαση των συστημάτων κτιριακού αυτοματισμού που χρησιμοποιούνται σήμερα, τα οποία αποσκοπούν στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Ειδικότερη αναφορά γίνεται στο σύστημα αυτοματισμού Can Bus το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την μελέτη στο νεόδμητο κτίριο του ΤΕΙ Χανίων.

Abstract

The increasing need for energy turned the interest of person in the primary forms of energy as oil and the solid fuels that constitute the not renewable sources of energy. One of the major problems faced by contemporary societies is the permanent increase of energy consumption. More specifically the building sector is responsible for about 40% of the total amount of energy consumption on a national and European basis. Moreover, the function of building energy systems contributes significantly to the CO₂ emissions in the atmosphere. Therefore, to secure energy saving, it is necessary to apply the standards of energy planning of the buildings according to the regulation 2002/91/EK (EPBD, 2003) of the European Parliament and the EU Council. However, Greece, although committed, has not as yet complied with the direction of European Council. Moreover, as far as the domestic sector is concerned, the consumers are not satisfactorily familiar with energy saving procedures.

The purpose of this thesis is the presentation of the building automation systems that are used, aiming energy saving.

Special reference is done about CAN bus automation system which was used for the study of the new building of Technical Educational Institute of Chania.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΝΕΡΓΕΙΑ

1.1 Τι είναι ενέργεια	9
1.2 Πηγές ενέργειας	11
1.2.1 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	12
1.2.2 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου	13
1.2.3 Όξινη Βροχή.....	15
1.2.4 Η τρύπα του όζοντος.....	17
1.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....	18
1.3.1 Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ.....	20

2. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΗ ΚΑΙ ΕΛΛΑΔΑ

2.1 Κτίρια και κατανάλωση ενέργειας στην Ε.Ε.	23
2.2 Κτίρια και κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα	29

3. ΝΟΜΟΙ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΤΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

3.1 Οδηγία 2002/91/Ε.Κ.....	36
3.2 Εναρμόνιση της Ελλάδας με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ.....	39

4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

4.1 Συστήματα διαχείρισης ενέργειας κτιρίων.....	25
4.2 Πρωτόκολλα επικοινωνίας BEMS.....	48
4.2.1 Ε.Ι.Β.....	49

4.2.2 CEBus.....	53
4.2.3 CBus.....	56
4.2.4 X10.....	60
4.2.5 LonWorks	63
4.2.6 CAN bus.....	66
4.2.7 KNX.....	70
4.2.8 KNX/EIB.....	72
5. Συστήματα κτιριακών αυτοματισμών Can bus και σενάρια για εξοικονόμηση ενέργειας	
5.1 Συστήματα κτιριακών αυτοματισμών Can bus.....	79
5.2 Σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας.....	90
6. Μελέτη κτιριακών αυτοματισμών στο νεόδμητο κτίριο του ΤΕΙ Χανίων.	
6.1 Μελέτη κτιριακών αυτοματισμών στο νεόδμητο κτίριο του ΤΕΙ Χανίων.....	99
6.2 Η λειτουργία του συστήματος.....	111

Εισαγωγή

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί μια μελέτη για συστήματα αυτομάτου ελέγχου σε δημόσια κτίρια. Σκοπός της μελέτης αυτής είναι η εγκατάσταση συστήματος αυτομάτου ελέγχου στα κτίρια για την εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση διαφόρων ανιχνευτών κίνησης, θερμοκρασίας και φωτός οι οποίοι λειτουργούν σαν αισθητήρια όργανα του συστήματος. Η ενεργοποίηση και η απενεργοποίηση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών γίνεται αυτόματα και εξαρτάται από τις εκάστοτε συνθήκες που επικρατούν στον χώρο. Επίσης γίνεται εκτενής αναφορά στις καταναλώσεις ενέργειας σε Ελλάδα και Ευρώπη καθώς και στη νομοθεσία. Τέλος ακολουθεί η εφαρμογή των ανωτέρω στον Α' όροφο του νεόδμητου κτιρίου του ΤΕΙ Χανίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Ζωή και ενέργεια είναι δυο έννοιες άρρηκτα δεμένες. Όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί για να επιζήσουν απαιτούν ενέργεια, αλλά και οι φυσικές όπως και οι ανθρωπογενείς διαδικασίες απαιτούν ενέργεια. Οτιδήποτε κινείται ή προκαλεί κίνηση διαθέτει ενέργεια, ο ήλιος ακτινοβολεί την ενέργειά του, όταν καίμε ξύλα στο τζάκι απελευθερώνεται ενέργεια που τη νιώθουμε σαν ζέστη, οι πυλώνες της ΔΕΗ μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια, ακόμη στους πυρηνικούς αντιδραστήρες η πυρηνική ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική. Δεν μπορούμε πάντοτε να την παρατηρήσουμε, αλλά αισθανόμαστε πάντα την επίδρασή της σε εμάς και γενικότερα στον κόσμο μας. Η ενέργεια λοιπόν υπάρχει παντού, μας περιβάλλει, αλλά εμφανίζεται και μέσα στους οργανισμούς μας.

1.1 Τι είναι ενέργεια;

Ενέργεια ονομάζεται η ικανότητα παραγωγής έργου ή ακόμη η ικανότητα οργάνωσης ή αλλαγής της ύλης. Ενέργεια: εν + έργο, δηλαδή έργο μέσα σε κάποιο σώμα. Το έργο σχετίζεται με την αλλαγή, την κίνηση ή τη στήριξη και ισοδυναμεί με την ενέργεια που δόθηκε στο αντικείμενο. Η ύλη, όταν προσλάβει ενέργεια, μπορεί να αποκτήσει διαφορετική οργάνωση στη δομή της (από στερεή να γίνει υγρή ή αέρια), ακόμη και να αλλάξει τη δομή της π.χ. με χημική αντίδραση. Η ενέργεια είναι φυσική ποσότητα που μπορεί να μετρηθεί και καθορίζει ποιες αλλαγές, γεγονότα ή φυσικά φαινόμενα είναι δυνατόν να συμβούν. Δεν καθορίζει όμως αν θα συμβούν, μια που αυτό εξαρτάται από τις εκάστοτε συνθήκες. Για παράδειγμα, η απαραίτητη συνθήκη για να θερμανθεί το περιβάλλον από ένα θερμό σώμα (έχει αποθηκευμένη ενέργεια) είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος να είναι χαμηλότερη από αυτή του θερμού σώματος. Η ενέργεια περικλείεται ή εμπεριέχεται, αποθηκεύεται, εκπέμπεται, μεταβιβάζεται, απορροφάται, μετατρέπεται, διατηρείται, υποβαθμίζεται, ρέει.

Από πού προέρχεται η ενέργεια;

Ο κύκλος της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας ξεκινά από τις αρχικές μορφές ενέργειας όπως ο άνθρακας, το αργό πετρέλαιο, ο άνεμος, το ηλιακό φως ή το φυσικό αέριο. Αυτές οι μορφές χαρακτηρίζονται ως πρωτογενή ενέργεια και βεβαίως, ελάχιστα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους καταναλωτές. Το επόμενο βήμα είναι η μετατροπή των πρωτογενών μορφών σε τελική ενέργεια όπως για παράδειγμα ηλεκτρισμός ή βενζίνη. Τέλος, κατάλληλος εξοπλισμός ή συσκευές όπως το αυτοκίνητο ή η τηλεόραση, μετατρέπουν την τελική ενέργεια σε χρήσιμη ενέργεια παρέχοντας ενεργειακές υπηρεσίες. Από την πρωτογενή έως την χρήσιμη ενέργεια, μεσολαβούν πολλά ενδιάμεσα στάδια ανάλογα με τη μορφή της ενέργειας. Εξόρυξη άνθρακα ή πετρελαίου, μεταφορά με αγωγούς, χρήση δεξαμενόπλοιων, καύση σε μεγάλους θερμικούς σταθμούς, δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και πολλά άλλα. Όλη αυτή η πολυσύνθετη αλυσίδα είναι γνωστή ως ενεργειακό σύστημα.

Κατανοώντας τα ενεργειακά μεγέθη

Για να μπορούμε να γνωρίζουμε το ακριβές ποσό της ενέργειας που μετασχηματίζεται από μια μορφή σε κάποια άλλη ή του έργου που παράγεται, χρειαζόμαστε μονάδες μέτρησης της ενέργειας. Στο διεθνές σύστημα μετρικών μονάδων (S.I.), μονάδα μέτρησης της ενέργειας είναι το 1 Joule (Τζάουλ) και είναι το έργο που παράγεται όταν δύναμη 1 Newton κινεί ένα αντικείμενο σε απόσταση 1 μέτρου. Για να εκτιμήσουμε το ρυθμό μεταβολής της ενέργειας ή το ρυθμό παραγωγής έργου μιας μηχανής, δηλαδή πόσο γρήγορα μια μηχανή κάνει ένα συγκεκριμένο έργο, χρησιμοποιούμε την ισχύ (P). Ισχύ ονομάζουμε το μέγεθος που μας δηλώνει πόσο γρήγορα μετασχηματίζεται (ή χρησιμοποιείται) η ενέργεια. Μεγάλη ισχύς σημαίνει ότι μια ορισμένη ποσότητα ενέργειας μετασχηματίζεται (χρησιμοποιείται) σε μικρό

χρόνο, ενώ μικρή ισχύς σημαίνει ότι χρειαζόμαστε πολύ χρόνο για να μετατρέψουμε (χρησιμοποιήσουμε) την ίδια ποσότητα ενέργειας. Αν μια μηχανή ισχύος 1 KW λειτουργεί για μια ώρα καταναλώνει ενέργεια ίση με 1 κιλοβατώρα (1 KWh) ή 3.600.000 Joule, που είναι πλέον μονάδα έργου.

1kWh

Αντιστοιχεί στην ποσότητα ενέργειας που καταναλώνει οικιακός λαμπτήρας σε 24 ώρες.

1MWh (1.000kWh)

Η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνει ηλεκτρική κουζίνα σε χίλιες ώρες λειτουργίας.

1GWh (1.000.000kWh)

Η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνουν ετησίως 450 κατοικίες στην κεντρική Ευρώπη.

1TWh (1.000.000.000kWh)

Η ποσότητα ενέργειας που καταναλώνουν οι βαλκανικές χώρες σε διάστημα 24 ωρών.

1.2 Πηγές ενέργειας

Ο συχνά χρησιμοποιούμενος όρος "Πηγές Ενέργειας" δεν ευσταθεί από επιστημονικής σκοπιάς διότι σύμφωνα με το νόμο διατήρησης της ενέργειας, η ενέργεια ούτε δημιουργείται αλλά ούτε και καταστρέφεται. Απλά αλλάζει μορφές. Γενικά όμως ο όρος Πηγές Ενέργειας περιγράφει τη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας χρήσης. Οι πηγές ενέργειας ταξινομούνται γενικά σε δυο κατηγορίες:

1) Μη ανανεώσιμες

2) Ανανεώσιμες

Η σημερινή παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται σε 10 δις τόνους ισοδύναμου πετρελαίου με κυρίαρχες πηγές τα ορυκτά καύσιμα

τα οποία καλύπτουν περισσότερο από το 80% της παγκόσμιας ενεργειακής κατανάλωσης.

1.2.1 Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται οι πηγές οι οποίες δεν αναπληρώνονται ή αναπληρώνονται εξαιρετικά αργά για τα ανθρώπινα μέτρα από φυσικές διαδικασίες. Στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνονται κυρίως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, γνωστά και ως ορυκτά καύσιμα. Βέβαια, η φύση δεν σταματά να δημιουργεί ούτε άνθρακα ούτε πετρέλαιο. Αν αναλογισθούμε όμως ότι η ανθρωπότητα καταναλώνει ημερησίως τόση ποσότητα ορυκτών καυσίμων όση μπορεί η φύση να δημιουργήσει σε χίλια περίπου χρόνια, αντιλαμβανόμαστε πλέον την έννοια της ανανεωσιμότητας.

Περιβαλλοντικές επιδράσεις

Η κύρια επιβλαβής επίδραση στο περιβάλλον της χρήσης των ορυκτών καυσίμων είναι η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρά που έχει ως αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του πλανήτη. Με την καύση των ορυκτών καυσίμων, εκτός από το διοξείδιο του άνθρακα, απελευθερώνονται και άλλες επιβλαβείς ουσίες στην ατμόσφαιρα όπως νιτρικά, θειικά ή ανθρακικά οξέα τα οποία είναι υπεύθυνα για τον σχηματισμό όξινης βροχής. Η όξινη βροχή εκτός των άλλων καταστροφικών επιπτώσεων που έχει προκαλεί μεγάλες φθορές στο μάρμαρο και στον ασβεστόλιθο επειδή τα παραπάνω οξέα διαλύουν το ανθρακικό ασβέστιο που περιέχεται σε αυτά τα πετρώματα. Με την καύση των ορυκτών καυσίμων απελευθερώνονται και ραδιενεργές ουσίες όπως ουράνιο και θόριο τα οποία περιέχονται σε μικρές ποσότητες στα ορυκτά καύσιμα. Το 2000 περίπου 12.000 τόνοι ουρανίου και 5.000 τόνοι θορίου απελευθερώνονται παγκοσμίως από την καύση κάρβουνου. Οι ποσότητες αυτές αναλογικά με την ποσότητα του κάρβουνου που καίγεται είναι πολύ μικρή και δεν έχουν

αναφερθεί αρνητικές επιδράσεις στην ανθρώπινη φυσιολογία. Η καύση του λιθάνθρακα παράγει μεγάλα ποσά τέφρας που επιβαρύνουν τις γειτονικές περιοχές στις μεγάλες μονάδες που χρησιμοποιούν αυτό το καύσιμο. Σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση προκαλούν και οι μέθοδοι εξόρυξης του άνθρακα. Επίσης υπεράκτιες εξορύξεις πετρελαίου μπορούν να προκαλέσουν τεράστια περιβαλλοντική καταστροφή αν υπάρξει διαρροή του υγρού στην θάλασσα. Αντίστοιχη καταστροφή μπορεί να προκληθεί κατά την μεταφορά του πετρελαίου σε περίπτωση θαλάσσιου ατυχήματος μεγάλου δεξαμενόπλοιου. Τέτοιες καταστροφές έχουν συμβεί αρκετές φορές καταστρέφοντας τις κοντινότερες ακτές στο ατύχημα σε ακτίνα πολλών χιλιομέτρων. Τέλος η χημική βιομηχανία και κυρίως τα διυλιστήρια έχουν αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον καθώς επιβαρύνουν και την ατμόσφαιρα με επικίνδυνα αέρια αλλά και τα υπόγεια νερά.

1.2.2 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου



Φαινόμενο του θερμοκηπίου ονομάζεται η φυσική διαδικασία κατά την οποία οι ακτίνες του ηλίου παγιδεύονται και αντανακλώνται στη Γη με τη βοήθεια κάποιων συγκεκριμένων αερίων, όπως το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), όζον (O_3), χλωροφθοράνθρακες (CFS), μεθάνιο (CH_4). Ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας περνά αναλλοίωτο στην ατμόσφαιρα, φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους και

ακτινοβολείται σαν μεγάλου μήκους υπέρυθρη ακτινοβολία. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από την ατμόσφαιρα, τη θερμαίνει και επανεκπέμπεται στην επιφάνεια του εδάφους. Το φαινόμενο αυτό, που επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 "Φαινόμενο Θερμοκηπίου". Αποτελεί μια φυσική διεργασία που εξασφαλίζει στη Γη μια θερμοκρασία επιφάνειας εδάφους γύρω στους 15 °C. Όμως τα τελευταία χρόνια λέγοντας "Φαινόμενο Θερμοκηπίου" δεν αναφερόμαστε στη φυσική διεργασία, αλλά στην έξαρση αυτής, λόγω της ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες (βιομηχανίες, αυτοκίνητα κ.ά.). Οι τελευταίες έχουν αυξήσει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των αερίων των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας ("αέρια θερμοκηπίου") με αποτέλεσμα την αύξηση της απορροφούμενης ακτινοβολίας και την επακόλουθη θερμοκρασιακή μεταβολή. Υπολογίζεται ότι η μέση θερμοκρασία της Γης έχει αυξηθεί κατά 0,5 με 0,6 °C από το 1880, λόγω της έξαρσης του φαινομένου και μέχρι το έτος 2100, εάν δεν ληφθούν μέτρα, η αύξηση της θερμοκρασίας θα είναι από 1,5 έως 4,5 °C. Η ανθρωπογενής επίδραση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι σχετικά πρόσφατη και οφείλεται στις αυξημένες καύσεις άνθρακα και υδρογονανθράκων της βιομηχανικής και μεταβιομηχανικής κοινωνίας. Το γεγονός αυτό αποτελεί μια ανθρωπογενή διαταραχή, η οποία θα επισύρει κάποιες αλλαγές στο κλίμα. Οι συνέπειες των κλιματικών αλλαγών, που λαμβάνουν ήδη χώρα, είναι πολύ σοβαρές και ορατές. Η Αυστραλία και η νότια Κίνα πλήττονται από έντονη ξηρασία.



Οι πάγοι της αρκτικής λιώνουν και οι παγετώνες σε όλο τον κόσμο συρρικνώνονται. Μέσα σε τρία χρόνια, παγετώνες 11.000 ετών στη Σιβηρία έγιναν... λίμνες. Περιβαλλοντική χιονοστιβάδα χαρακτηρίζουν το φαινόμενο επιστήμονες που υποστηρίζουν ότι το οριστικό λιώσιμο των πάγων στη Σιβηρία δεν θα αποφευχθεί. Το λιώσιμο των πάγων θα επισύρει μεγάλες κλιματικές αλλαγές και αυτό θα επηρεάσει τόσο την πανίδα και την χλωρίδα όσο και τις ανθρώπινες κοινωνίες. Σύμφωνα με προβλέψεις του ipcc (intergovernmental panel climatic changes) θα έχουμε άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη μεταξύ 1,4 και 5,8 βαθμών κελσίου μέχρι το 2100. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης της θάλασσας και κατά συνέπεια κάτοικοι παράλιων περιοχών θα αναγκαστούν να εγκαταλείψουν τα σπίτια τους. Πολλά είδη του ζωικού βασιλείου θα εξαφανιστούν. Το θαλασσινό νερό θα εισέλθει στα υπόγεια ύδατα και τα υδροφόρα στρώματα θα υφαλμυρίσουν. Μεγάλες εκτάσεις γης θα καταστούν ακατάλληλες για συντήρηση του ανθρώπου και το έδαφος θα χάσει τη γεωργική του ικανότητα. Μία ακόμα θλιβερή επιβεβαίωση όλων των λόγων αυτών που εδώ και χρόνια κρούουν τον κώδωνα κινδύνου για τις συνέπειες που θα έχει το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε όλο τον πλανήτη.

1.2.3 Όξινη Βροχή



Ο όρος Όξινη Βροχή πρωτοαναφέρθηκε περίπου 20 χρόνια πριν όταν οι επιστήμονες στην Σουηδία και τη Νορβηγία θεώρησαν αρχικά ότι η όξινη βροχή μπορεί να προκαλέσει μεγάλη οικολογική ζημιά στον πλανήτη. Το πρόβλημα όμως ήταν, ότι ώσπου να καταλάβουν τις επιπτώσεις της όξινης βροχής, το πρόβλημα ήδη είχε γίνει πολύ μεγάλο. Όξινη Βροχή ονομάζουμε οτιδήποτε πέφτει από τον ουρανό πάνω στον πλανήτη μας, η βροχή, το χιόνι, η υγρασία κλπ, και που είναι αφύσικα όξινα. Προκαλείται από τη σημερινή βιομηχανία που χρησιμοποιεί πολλές χημικές ουσίες για να κατασκευάζει διάφορα προϊόντα. Εντούτοις λόγω της δυσκολίας και του κόστους των προϊόντων εκπέμπονται συχνά στην ατμόσφαιρα, με ελάχιστη ή καμία επεξεργασία, πολλές χημικές ουσίες. Καθώς το όξινο νερό της βροχής κυλάει πάνω και μέσα απ' το έδαφος, επηρεάζει ένα μεγάλο ποσοστό των φυτών και των ζώων. Το μέγεθος της επιρροής εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως πόσο όξινο είναι το νερό, την σύσταση του εδάφους καθώς και τα είδη των ψαριών, δέντρων ή και άλλων έμβιων όντων έρχονται σε επαφή με το νερό. Ο άνεμος παρασέρνει τα όξινα σωματίδια και αέρια πάνω σε κτίρια, αυτοκίνητα, σπίτια και δέντρα, τα οποία μπορούν να ξεπλυθούν από τις διάφορες επιφάνειες με την βροχή. Όταν συμβαίνει αυτό, τα απόνερα προσθέτονται στο νερό της όξινης βροχής, κάνοντας έναν συνδυασμό ακόμη πιο όξινο και ισχυρό, απ' όσο η όξινη βροχή από μόνη της. Οι επιστήμονες ανακάλυψαν πως η κύρια αιτία δημιουργίας της όξινης βροχής είναι η παρουσία μεγάλων ποσοστών διοξειδίου του θείου (SO₂) και οξειδίων του αζώτου (NO_x)

στην ατμόσφαιρα. Η όξινη βροχή δημιουργείται όταν αυτά τα αέρια αντιδρούν στην ατμόσφαιρα με νερό, οξυγόνο και άλλες χημικές ενώσεις σχηματίζοντας διάφορες όξινες ενώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία δρα καταλυτικά, αυξάνοντας το ποσοστό αυτών των αντιδράσεων. Το αποτέλεσμα είναι ο σχηματισμός θειικού και νιτρικού οξέως. Η δραστηριότητα της όξινης βροχής μετριέται με την κλίμακα του pH. Όσο πιο χαμηλό είναι το pH, τόσο πιο όξινη είναι η βροχή. Το pH του καθαρού νερού είναι 7. Η κανονική βροχή είναι λίγο όξινη καθώς το διοξείδιο του άνθρακα διαλύεται σ' αυτήν, ρίχνοντας έτσι το pH στο 5.5. Η όξινη βροχή προκαλεί πολύ σοβαρά προβλήματα τόσο στη βιολογία όσο και στη χημεία του εδάφους. Πολλές εδαφόβιες μορφές ζωής δεν αντέχουν το χαμηλό pH και εξοντώνονται. Τα δάση υψηλού ύψους είναι ιδιαίτερα τρωτά επειδή περιβάλλονται συχνά από όξινη ομίχλη που είναι πιο όξινη από τη βροχή. Τα υπόλοιπα φυτά, καθώς και οι ανθρώπινες καλλιέργειες επίσης βλάπτονται σοβαρά από την όξινη βροχή. Όσον αφορά τον άνθρωπο οι επιστήμονες έχουν επιβεβαιώσει και άμεσες βλάβες στην ανθρώπινη υγεία όπου αυξάνεται η πιθανότητα εμφάνισης ορισμένων μορφών καρκίνου και επιβαρύνεται η αναπνευστική λειτουργία σε ανθρώπους με προδιάθεση άσθματος. Η όξινη βροχή μπορεί επίσης να προκαλέσει τη ζημία σε ορισμένα οικοδομικά υλικά και ιδιαίτερα σε ιστορικά μνημεία.

1.2.4 Η τρύπα του όζοντος



Σε ύψος 12.000 ως 25.000 μέτρων πάνω σημαντικό ποσοστό από το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα βρίσκεται ως όζον, δηλαδή αέριο, που τα μόριά του αποτελούνται από τρία άτομα οξυγόνου (Το μόριο του φυσικού αερίου οξυγόνου αποτελείται από δυο άτομα οξυγόνου). Αυτό το όζον, κατά το μεγαλύτερο ποσό του, σχηματίζεται σ' αυτή την περιοχή από οξυγόνο της ατμόσφαιρας, με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας που φτάνει στη Γη από τον ήλιο. Ένα μικρότερο ποσό παράγεται σε χαμηλότερα στρώματα, με την επίδραση ηλεκτρικών εκκενώσεων (αστραπές και κεραυνοί), πάνω στο οξυγόνο της ατμόσφαιρας και, τελικά, ανεβαίνει και προστίθεται σ' αυτό το στρώμα του όζοντος. Το ποσό του όζοντος που αποτελεί αυτό το στρώμα διατηρείται μέσα σε ορισμένα, μάλλον σταθερά, επίπεδα γιατί εκείνο που συνεχώς καταστρέφεται από διάφορα αίτια, αντικαθίσταται συνεχώς με την παραγωγή νέου όζοντος, με την επίδραση των υπεριωδών ακτίνων του ηλίου πάνω στο οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα. Αυτό το στρώμα του όζοντος, που περιβάλλει τη Γη, αποτελεί μια ΖΩΤΙΚΗΣ σημασίας ασπίδα της βιόσφαιρας έναντι της καταστροφικής επίδρασης των υπεριωδών ακτίνων της ηλιακής ακτινοβολίας. Πράγματι, αυτό το αέριο απορροφά, σε πολύ μεγάλο βαθμό, αυτή την ακτινοβολία και τη μετατρέπει σε θερμότητα. Με αυτό τον τρόπο, το ποσό της υπεριώδους ακτινοβολίας που φτάνει στην επιφάνεια της Γης περιορίζεται σε ένα μικρό μόνο ποσοστό της ακτινοβολίας που φτάνει στα ανώτερα στρώματα της στρατόσφαιρας. Χωρίς αυτή την προστασία, η ζωή, δηλαδή ολόκληρο το φυτικό και το ζωικό βασίλειο, συμπεριλαμβανομένων και των μικροβίων και των ιών, θα έπαυε να υφίσταται πάνω στη Γη. Το 1985, ο Βρετανός επιστήμονας Joe Farman ανακάλυψε μια σημαντική μείωση του στρώματος του όζοντος πάνω από την περιοχή της Ανταρκτικής (στην περιοχή πάνω από τον Νότιο Πόλο), φαινόμενο που χαρακτηρίστηκε ως «τρύπα του όζοντος,» η οποία από τότε παρακολουθείται άγρυπνα, γιατί η παρουσία της αποτελεί θανάσιμο κίνδυνο για τον κόσμο μας. Κύρια αιτία για την τρύπα του όζοντος θεωρείται η επίδραση των χλωροφθοριοανθράκων (CFC's) και των οξειδίων του αζώτου (NOx), στο όζον. Το στρατοσφαιρικό όζον καταστρέφεται από τον άνθρωπο με ρυθμό 1% περίπου το χρόνο. Μια μείωση όζοντος 10% αυξάνει την ηλιακή

υπεριώδης ακτινοβολία του ηλίου που φτάνει μέχρι το έδαφος και στις περιοχές αυτές, μπορεί να έχει ολέθριες επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου αλλά και των ζώων, εξασθενώντας το ανοσοποιητικό σύστημα των οργανισμών και αυξάνοντας τα κρούσματα καρκίνου του δέρματος καθώς και τον κίνδυνο για καταρράκτη.

1.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) έχουν οριστεί οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν εν αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Είναι η πρώτη μορφή ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος πριν στραφεί έντονα στη χρήση των ορυκτών καυσίμων. Οι ΑΠΕ πρακτικά είναι ανεξάντλητες, η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον ενώ η αξιοποίησή τους περιορίζεται μόνον από την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που θα έχουν σαν σκοπό την δέσμευση του δυναμικού τους. Το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη των τεχνολογιών αυτών εμφανίστηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1974 και παγιώθηκε μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων την τελευταία δεκαετία. Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μια εγχώρια πηγή ενέργειας με ευνοϊκές προοπτικές συνεισφοράς στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, καθώς έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο κλάδος που ευθύνεται κατά κύριο λόγο για τη ρύπανση του περιβάλλοντος. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο μόνος δυνατός τρόπος που διαφαίνεται για να μπορέσουμε να περιορίσουμε τους ρύπους του διοξειδίου του άνθρακα και τις επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον και την υγεία μας είναι να είναι να επιταχύνουμε την ανάπτυξη των ΑΠΕ.

Οι μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι:

- ο ήλιος - ηλιακή ενέργεια, με υποτομείς τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τη φωτοβολταϊκή μετατροπή,
- ο άνεμος - αιολική ενέργεια,
- οι υδατοπτώσεις - υδραυλική ενέργεια, με περιορισμό στα μικρά υδροηλεκτρικά, ισχύος κάτω των 10 MW,
- η γεωθερμία - γεωθερμική ενέργεια: υψηλής και χαμηλής ενθαλπίας,
- η βιομάζα: θερμική ή χημική ενέργεια με την παραγωγή βιοκαυσίμων, τη χρήση υπολειμμάτων δασικών εκμεταλλεύσεων και την αξιοποίηση βιομηχανικών αγροτικών (φυτικών και ζωικών) και αστικών αποβλήτων,
- οι θάλασσες: ενέργεια κυμάτων, παλιρροϊκή ενέργεια και ενέργεια των ωκεανών από τη διαφορά θερμοκρασίας των νερών στην επιφάνεια και σε μεγάλο βάθος.

1.3.1 Πλεονεκτήματα των ΑΠΕ:

- Είναι πρακτικά ανεξάντλητες πηγές ενέργειας και συμβάλλουν στη μείωση της εξάρτησης από τους συμβατικούς ενεργειακούς πόρους οι οποίοι με το πέρασμα του χρόνου εξαντλούνται...
- Είναι εγχώριες πηγές ενέργειας και συνεισφέρουν στην ενίσχυση της ενεργειακής ανεξαρτησίας και της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο.
- Είναι γεωγραφικά διεσπαρμένες και οδηγούν στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος. Έτσι, δίνετε η δυνατότητα να καλύπτονται οι ενεργειακές ανάγκες σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο, ανακουφίζοντας τα συστήματα υποδομής ενώ παράλληλα μειώνονται οι απώλειες μεταφοράς ενέργειας.
- Δίνουν τη δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης μορφής ενέργειας που είναι προσαρμοσμένη στις ανάγκες του χρήστη (π.χ. ηλιακή ενέργεια για θερμότητα χαμηλών θερμοκρασιών έως αιολική ενέργεια για ηλεκτροπαραγωγή), επιτυγχάνοντας πιο ορθολογική χρησιμοποίηση των ενεργειακών πόρων.

- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος, το οποίο επιπλέον δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Οι επενδύσεις των ΑΠΕ είναι εντάσεως εργασίας, δημιουργώντας πολλές θέσεις εργασίας ιδιαίτερα σε τοπικό επίπεδο.
- Μπορούν να αποτελέσουν σε πολλές περιπτώσεις πυρήνα για την αναζωογόνηση υποβαθμισμένων, οικονομικά και κοινωνικά, περιοχών και πόλο για την τοπική ανάπτυξη, με την προώθηση επενδύσεων που στηρίζονται στη συμβολή των ΑΠΕ (πχ. καλλιέργειες θερμοκηπίου με γεωθερμική ενέργεια).
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.

Εκτός από τα παραπάνω πλεονεκτήματα οι ΑΠΕ παρουσιάζουν και ορισμένα χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν την αξιοποίηση και ταχεία ανάπτυξή τους:

- Το διεσπαρμένο δυναμικό τους είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος ώστε να μεταφερθεί και να αποθηκευθεί.
- Έχουν χαμηλή πυκνότητα ισχύος και ενέργειας και συνεπώς για μεγάλη παραγωγή απαιτούνται συχνά εκτεταμένες εγκαταστάσεις.
- Παρουσιάζουν συχνά διακυμάνσεις στη διαθεσιμότητά τους που μπορεί να είναι μεγάλης διάρκειας απαιτώντας την εφεδρεία άλλων ενεργειακών πηγών ή γενικά δαπανηρές μεθόδους αποθήκευσης.
- Η χαμηλή διαθεσιμότητά τους συνήθως οδηγεί σε χαμηλό συντελεστή χρησιμοποίησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσής τους.
- Το κόστος επένδυσης ανά μονάδα εγκατεστημένης ισχύος σε σύγκριση με τις σημερινές τιμές των συμβατικών καυσίμων παραμένει ακόμη υψηλό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

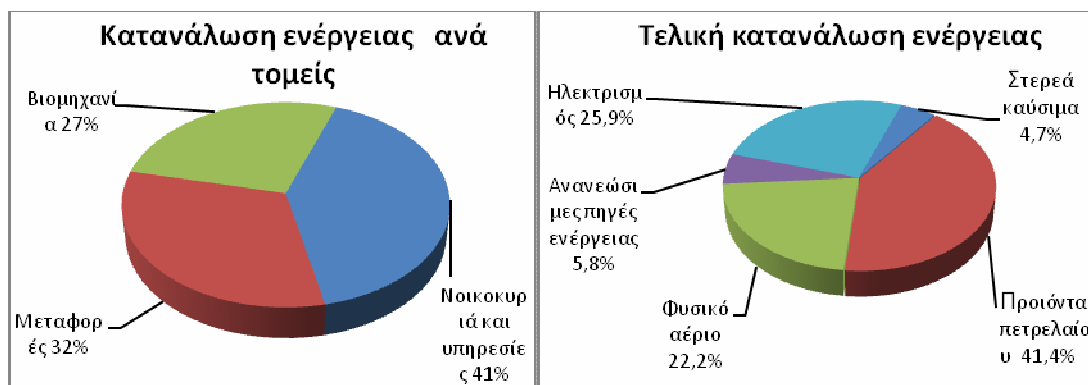
2.1 Κτίρια και κατανάλωση ενέργειας στην Ε.Ε.

Ο τομέας των κτιρίων αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο οικονομικό χώρο της Ευρώπης, παρουσιάζοντας ετήσιο κύκλο εργασιών που ξεπερνά τα 400 δις Ευρώ. Ταυτόχρονα, σε ημερήσια βάση, η παγκόσμια πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση που σχετίζεται με τα κτίρια ξεπερνάει τα 17 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου. Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο τομέας των κτιρίων απορροφά, κατά μέση τιμή, το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η ανά χώρα κύμανση ποικίλει από 20% για την Πορτογαλία, έως και 45% για την Ιρλανδία, ενώ στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στο 30%.

Κτιριακός τομέας

Ο κτιριακός τομέας καταναλώνει 30-40% της συνολικής ενέργειας που παράγεται στην Ευρώπη, ενώ ευθύνεται για το 40-45% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ο οικιακός τομέας στην Ευρώπη αριθμεί περίπου 150 εκατομμύρια κτίρια κατοικιών και αυξάνεται κατά περίπου 2 εκατομμύρια κτίρια το χρόνο. Από τα υπάρχοντα κτίρια κατοικιών εκτιμάται, ότι το 70% είναι παλαιότερα των 30 ετών, ενώ σχεδόν το 35% είναι παλαιότερα των 50 ετών. Η μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση σε κτίρια κατοικιών

κυμαίνεται μεταξύ 150 και 230 kWh/m². Η μέση κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση στη κεντρική και Ανατολική Ευρώπη κυμαίνεται μεταξύ 250-400 kWh/m² ενώ στη βόρεια Ευρώπη η μέση κατανάλωση για θέρμανση κυμαίνεται από 120-150 kWh/m² σε ένα καλά θερμομονωμένο κτίριο.

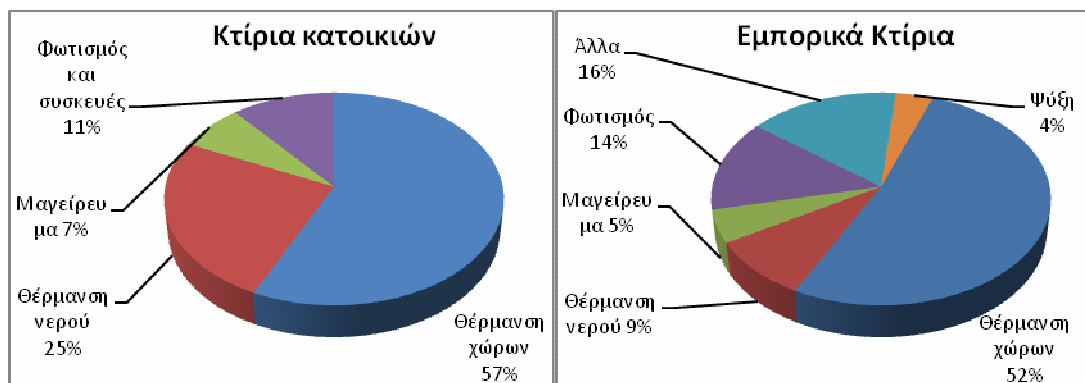


Σχήμα 1. Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας ανά τομείς και τελική κατανάλωση ενέργειας στην Ε.Ε το 2008

Πιο συγκεκριμένα η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι της τάξης των 350 Mtoe* ανά έτος, χωρίς να υπολογίζεται η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων καλύπτεται από το φυσικό αέριο, 116 Mtoe*, το πετρέλαιο 99 Mtoe*, τον ηλεκτρισμό 91 Mtoe*, και τα στερεά καύσιμα με 11 Mtoe*. Η κατανάλωση ενέργειας το 2001 στον κτιριακό τομέα ανήλθε σε 385,6 Mtoe* ή περίπου το 40% της ετήσιας τελικής ενέργειας χρήσης στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η πρόβλεψη για το έτος 2020 δίνει μια αύξηση κατά 18%. Κάτι που κάνει ξεκάθαρη την ανάγκη ενεργειακής επιθεώρησης των κτιρίων και μελέτη της απόδοσης των κτιριακών συγκροτημάτων καθώς το ποσοστό της συνολικής ενέργειας που καταναλώνουν είναι μεγάλο.

Η κατανάλωση ενέργειας για οικιακή χρήση αντιπροσωπεύει το 70% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται στον κτιριακό τομέα. Το υπόλοιπο 30% αφορά στη κατανάλωση ενέργειας που παρουσιάζουν τα εμπορικά και δημόσια κτίρια. Η θέρμανση χώρων κυρίως, αλλά και η ψύξη παρουσιάζουν το μεγαλύτερο μερίδιο στην κατανάλωση ενέργειας τελικής χρήσης. Στον οικιακό τομέα η θέρμανση χώρων αντιστοιχεί στο 57% της συνολικής ενέργειας, ενώ στον εμπορικό τομέα στο 52%. Η κατανάλωση για την ψύξη χώρων στον εμπορικό τομέα ανέρχεται στο 4% της συνολικής ενέργειας κατανάλωσης, ποσοστό που

εξαρχής φαίνεται μικρό, αλλά μελέτες καταδεικνύουν πως στο άμεσο μέλλον αναμένεται μια ραγδαία αύξηση της κατανάλωσης για λόγους δροσισμού, τέτοια ώστε αυτό το ποσοστό στο ενεργειακό ισοζύγιο να διευρυνθεί αρκετά.



Σχήμα 2. Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας τελικής χρήσης στην Ε.Ε. για κτίρια κατοικιών και εμπορικά κτίρια το 1998

* *Megatons of Oil Equivalent (Mtoe)*: Ο τόνος ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ) είναι μια μονάδα ενέργειας: το ποσό της ενέργειας που εκλύεται από την καύση ενός τόνου αργού πετρελαίου. Ισοδυναμεί περίπου με 42 GJ.

Το ιδιαίτερα σημαντικό μερίδιο στην κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια οφείλεται στην ανάγκη κλιματισμού των χώρων, που με τη σειρά της καθορίζεται από τα θερμικά κέρδη ή τις θερμικές απώλειες είτε λόγω θερμικής αγωγιμότητας είτε λόγω διείσδυσης αέρα από τις επιφάνειες του κτιρίου.

Δεδομένου ότι το μεγαλύτερο μέρος κατανάλωσης ενέργειας σε ένα κτίριο αφορά τη θέρμανση και την ψύξη του, γίνεται φανερό πως η εισαγωγή νέων ενεργειακά αποδοτικών θερμομονωτικών υλικών στο κέλυφος των κτιρίων, θα μειώσει σημαντικά τα θερμικά και ψυκτικά φορτία, κάτι που με την σειρά του θα οδηγεί σε μεγάλο ποσοστό στη μείωση της συνολικής ενέργειας που καταναλώνει ένα κτίριο. Αυτή η ανάλυση δείχνει πως υπάρχει ένα σημαντικό δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στο κτιριακό απόθεμα με την εισαγωγή νέων ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων θερμομόνωσης.

Είναι, επομένως, απαραίτητη η θερμική μόνωση του κελύφους του κτιρίου για την αποφυγή απωλειών ενέργειας. Ωστόσο, η θερμομόνωση δεν αποφέρει μόνο οικονομικά οφέλη λόγω της μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας, αλλά και περιβαλλοντικά, καθώς η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας συνοδεύεται και από εξοικονόμηση των

ενεργειακών πόρων και μειωμένες εκπομπές ρύπων που προέρχονται από την παραγωγή ενέργειας.

Οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου προέρχονται από την χρήση και την παράγωγή ενέργειας. Περίπου το 80% της ενέργειας που καταναλώνει η ΕΕ προέρχεται από ορυκτά καύσιμα – πετρέλαιο, φυσικό αέριο και άνθρακας που αποτελούν χωρίς καμία εξαίρεση σημαντικές πηγές εκπομπών CO₂.

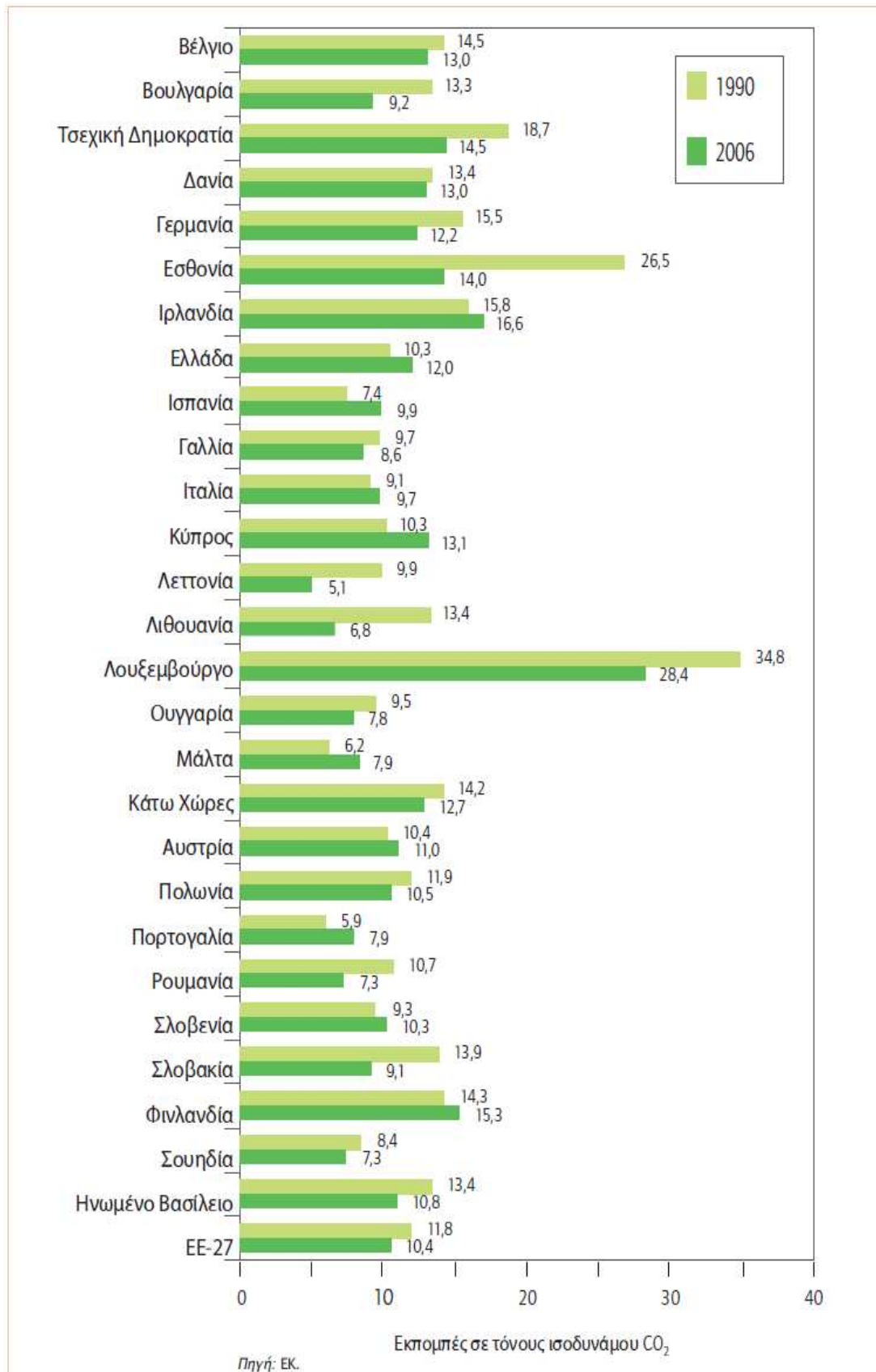
Τα κτίρια παράγονται μέσω μιας σύνθετης διαδικασίας και σε όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου υπάρχουν απόβλητα και εκπομπές CO₂ από την κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων.

Η Ε.Ε-27 εμφάνισε μείωση των συνολικών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου κατά 11,8% από το έτος 1990 ως το έτος 2006. Το σημαντικότερο των αερίων του θερμοκηπίου είναι το CO₂, καθώς αποτελεί το 82% των συνολικών εκπομπών στην Ε.Ε-27. Εάν τεθεί σε εφαρμογή η οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων (EU, 2002), τότε τα νέα οικοδομήματα θα εξοικονομήσουν 9 εκατ. ΤΙΠ πρωτογενή ενέργεια ως το έτος 2010. Με άλλα λόγια τα διαμερίσματα θα έχουν 60% λιγότερη κατανάλωση σε σύγκριση με αυτά που κατασκευάστηκαν πριν το 1970. Ο ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας θα συνεχίσει να μεγαλώνει, ενώ θα αρχίσει να παρουσιάζει κάμψη μέχρι το 2030, καθώς από 1% ετησίως την περίοδο 2000-2010 θα μειωθεί σε 0,6% το 2010-2020 και σε 0,3% το 2020-2030.

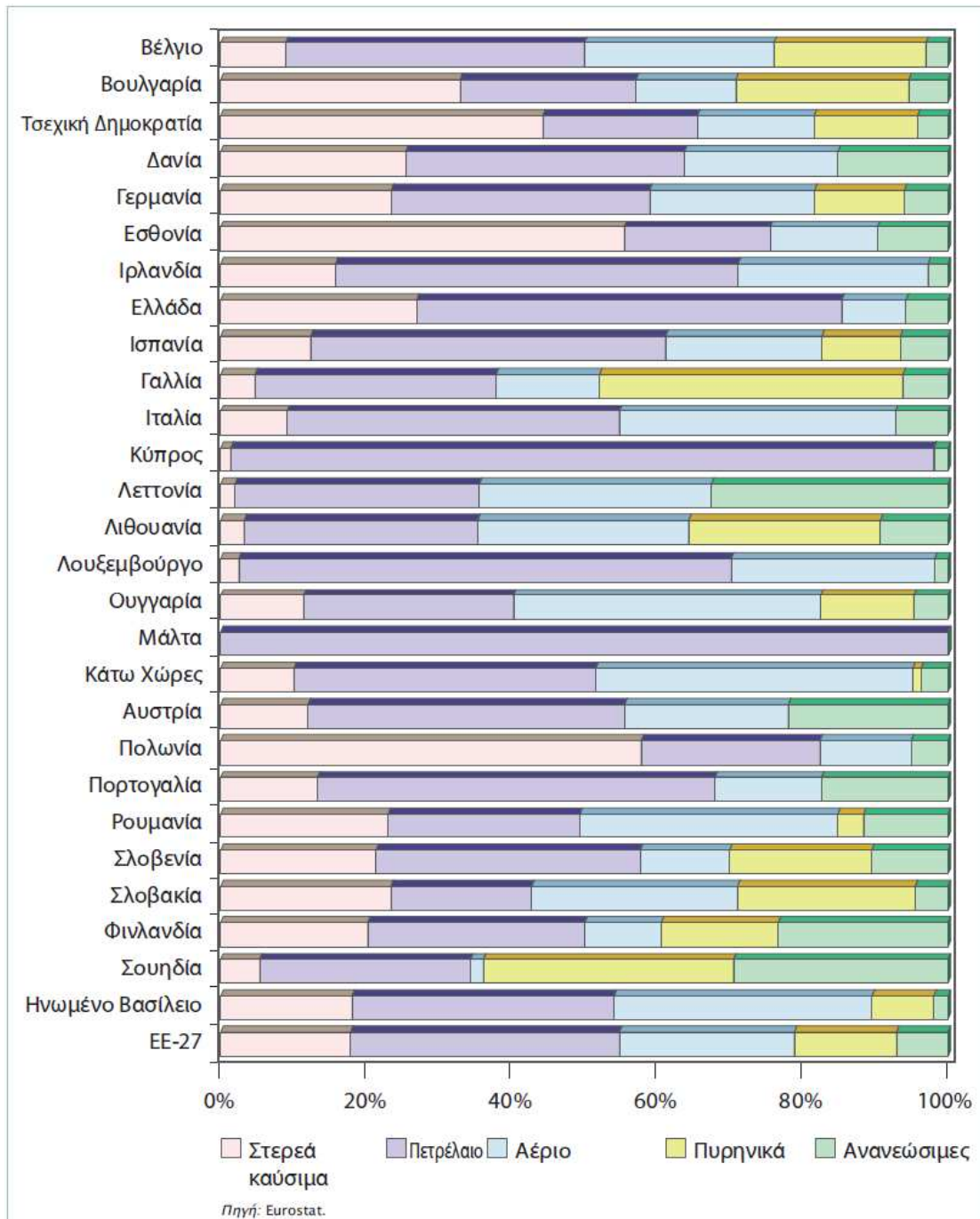
Πιο συγκεκριμένα, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων θα έχει θετικό αντίκτυπο στις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου. Επομένως, η μείωση της κατανάλωσης καυσίμου για λόγους θέρμανσης χώρων μπορεί να αποτελέσει σημαντικό βήμα για τη μείωση των εκπομπών CO₂. Όσον αφορά στην ψύξη χώρων υπάρχει δυναμικό περιορισμού των εκπομπών CO₂ από τη μείωση των ψυκτικών φορτίων στα κτίρια, αναλόγως το είδος καυσίμου που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ψύξης. Επιπρόσθετα η θερμομόνωση επιδρά θετικά και στο εσωκλίμα, διότι βοηθάει στην διατήρηση ομοιόμορφης κατανομής της θερμοκρασίας σε όλο το κτίριο. Οι τοίχοι, οι οροφές και τα πατώματα καθίστανται θερμότερα κατά την περίοδο θέρμανσης και ψυχρότερα κατά την περίοδο δροσισμού. Ταυτόχρονα, ορισμένα θερμομονωτικά

υλικά έχουν θετικές επιπτώσεις και όσον αφορά στην ηχομόνωση των κτιρίων, διότι λειτουργούν είτε ως φράγματα είτε ως απορροφητές του ήχου. Η θερμομόνωση δεν αφορά μόνο στα νεόδμητα κτίρια, αλλά και στα υφιστάμενα κτίρια, καθώς σε αυτά παρουσιάζονται μεγάλες απώλειες θερμότητας. Σήμερα γίνονται εκτεταμένες προσπάθειες για την ανεύρεση τρόπων διόρθωσης των στρεβλώσεων του παρελθόντος σχετικά με τον ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων ή, τουλάχιστον, ελαχιστοποίησης των συνεπειών αυτών των στρεβλώσεων. Φυσικά, είναι σαφές ότι άλλες δυνατότητες προστασίας προσφέρονται σε ένα νεοαναγειρόμενο κτίριο και άλλες σε ένα υφιστάμενο.

Η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων είτε αυτή αφορά στην κατασκευή τους είτε στη χρήση πιο αποδοτικών συσκευών απορρέει μεν από τα μέτρα εξοικονόμησης που ισχύουν σήμερα, αλλά τα αποτελέσματα αυτής της βελτίωσης θα φανούν μακροπρόθεσμα, διότι απαιτείται αρκετός χρόνος για να μεταβληθεί το υπάρχον κτιριακό απόθεμα.



Σχήμα 3. Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά κεφαλή στις χώρες της Ε.Ε 1990 και 2006



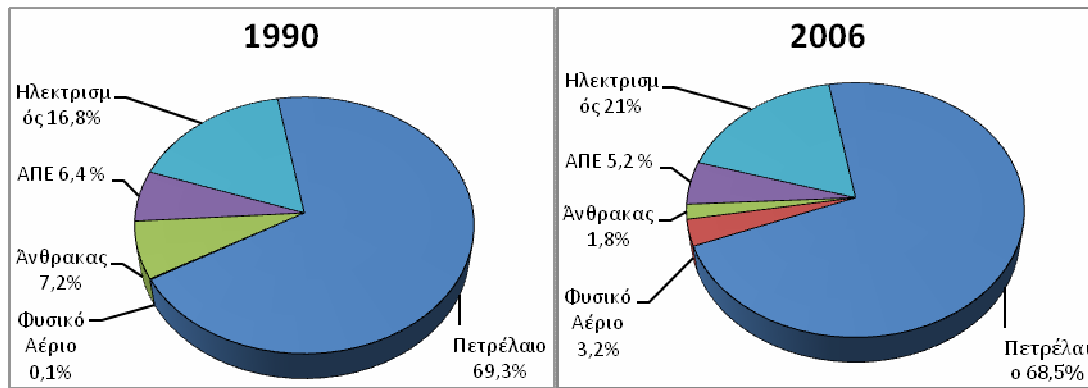
Σχήμα 4. Κατανάλωση ενέργειας ανά τύπο καύσιμου (2006)

2.2 Κτίρια και κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα

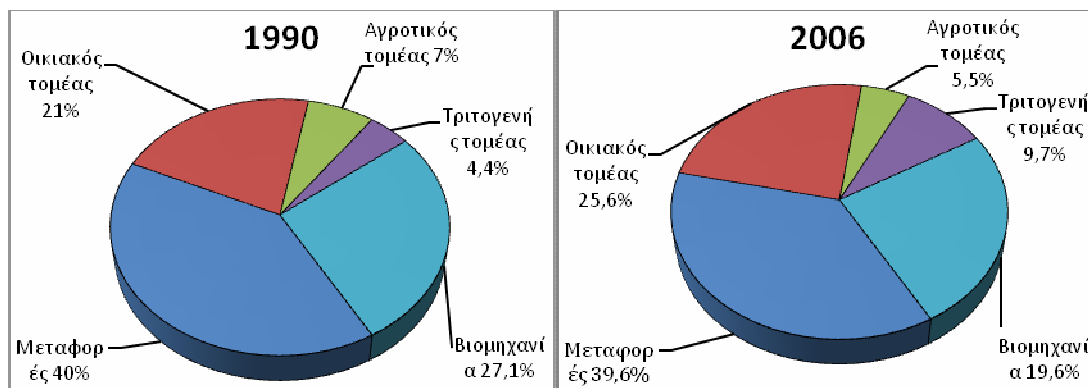
Ο Ελληνικός ενεργειακός τομέας χαρακτηρίζεται από μια ολοένα και λιγότερο αποδοτική κατανάλωση κυρίως στους τομείς των μεταφορών και του τριτογενούς-οικιακού τομέα. Ο λιγνίτης είναι η κύρια εγχώρια παραγωγή ενέργειας και χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Το πετρέλαιο και ο λιγνίτης καλύπτουν περίπου το 86% της συνολικής διάθεσης ενέργειας, η οποία παρουσιάζει μια σταθερή αύξηση τα τελευταία χρόνια. Το φυσικό αέριο πρωτοεμφανίστηκε το 1995 και οι ανανεώσιμες πηγές (ΑΠΕ) άρχισαν να εμφανίζονται σαν υπολογίσιμη πηγή παραγωγής ηλεκτρισμού στο τέλος της δεκαετίας του 90. Η ενεργειακή εξάρτηση της χώρας ήταν περίπου 75% το 2005, κυρίως λόγω των εισαγωγών του πετρελαίου και του φυσικού αερίου.

Κτιριακός τομέας

Ολοένα πιο "λαίμαργα" γίνονται τα τελευταία χρόνια τα κτίρια στην Ελλάδα σε ότι αφορά στην κατανάλωση ενέργειας. Υπολογίζεται ότι από το σύνολο της ενέργειας που καταναλώνεται στη χώρα μας, το 41% το καταναλώνουν τα κτίρια. Το ποσοστό αυτό, μάλιστα, τείνει αυξανόμενο, καθώς αν μέχρι πρόσφατα "καίγαμε λιγνίτη" κυρίως για θέρμανση, τα τελευταία χρόνια τα κλιματιστικά για ψύξη άλλαξαν τα δεδομένα (σε κτίρια επαγγελματικών χρήσεων, αλλά και σε κατοικίες, οι οποίες σήμερα απορροφούν περί το 35% της καταναλισκόμενης ενέργειας). Το ποσοστό της κατανάλωσης του οικιακού τομέα έχει αυξηθεί σημαντικά και ο τριτογενής τομέας παρουσιάζει μια σταθερά μεγάλη αύξηση κατανάλωσης ενέργειας. Το σύνολο του τριτογενούς, οικιακού, δημόσιου και αγροτικού τομέα κατανάλωσε το 2006 το 41% της ενέργειας, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό του 1990 ήταν 32%. Η βιομηχανία παρουσιάζει μια σταθερή κατανάλωση τα τελευταία χρόνια, η οποία το 2005 ήταν 4.1 Mtoe παρουσιάζοντας αύξηση κατά 0.2 Mtoe ή 5% σε σχέση με το 1990.



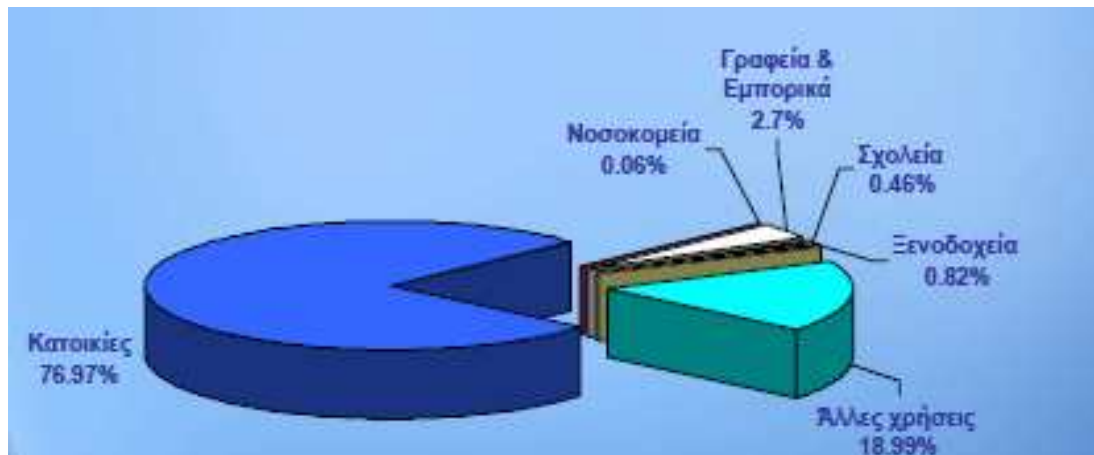
Σχήμα 5. Τελική Κατανάλωση ενέργειας ανά Καύσιμο 1990 και 2006



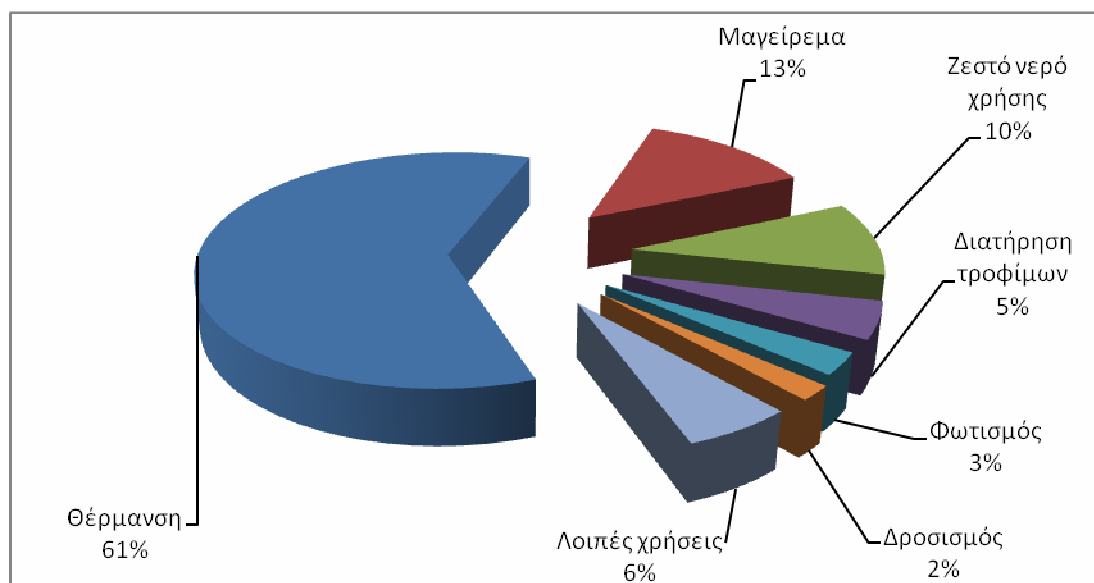
Σχήμα 6. Τελική Κατανάλωση ενέργειας ανά Τομέα 1990 και 2006

Αξιοσημείωτο είναι ότι η Ελλάδα σημειώνει τη μεγαλύτερη αύξηση κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση στην Ε.Ε-27. Ενώ αντίθετα χώρες βορειότερα στο ημισφαίριο που πλήττονται από δριμύτερους χειμώνες, όπως η Σουηδία και το Βέλγιο, κατάφεραν να μειώσου κατά 5% την ενεργειακή τους κατανάλωση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ότι η Ελλάδα παρουσιάζει τρεις φορές μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση κατοικιών από... τη Φινλανδία. Η Ελλάδα μια χώρα με εύκρατο κλίμα και λιγότερες θερμικές απαιτήσεις λόγω του ήπιου χειμώνα, οι ανάγκες για θέρμανση κατοικιών ανέρχεται περίπου στο 61% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η κατανάλωση ενέργειας για το μαγείρεμα αντιπροσωπεύει το 13% της συνολικής κατανάλωσης, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης το 10%, η διατήρηση των τροφίμων το 5%, ο φωτισμός το 3%, ο δροσισμός το 2% και οι υπόλοιπες χρήσεις το 6%. Οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο

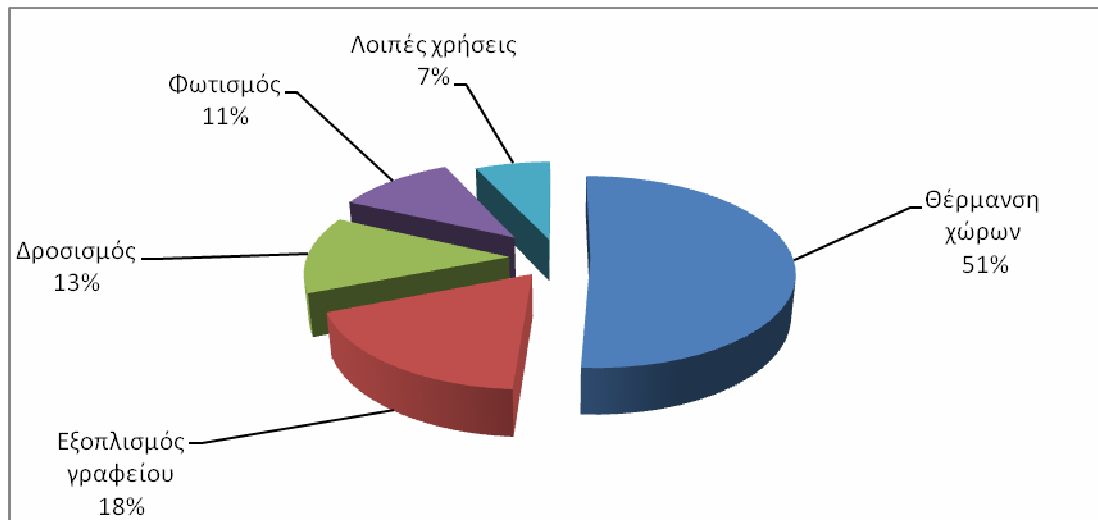
χρησιμοποιεί ως καύσιμο αποκλειστικά το πετρέλαιο αντιστοιχούν στο 35,5% του συνόλου. Το υπόλοιπο 64% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν σε ποσοστό 25% πετρέλαιο, 12% ηλεκτρισμό και 18% καυσόξυλα.



Σχήμα 7. Κατανομή Ελληνικών κτιρίων



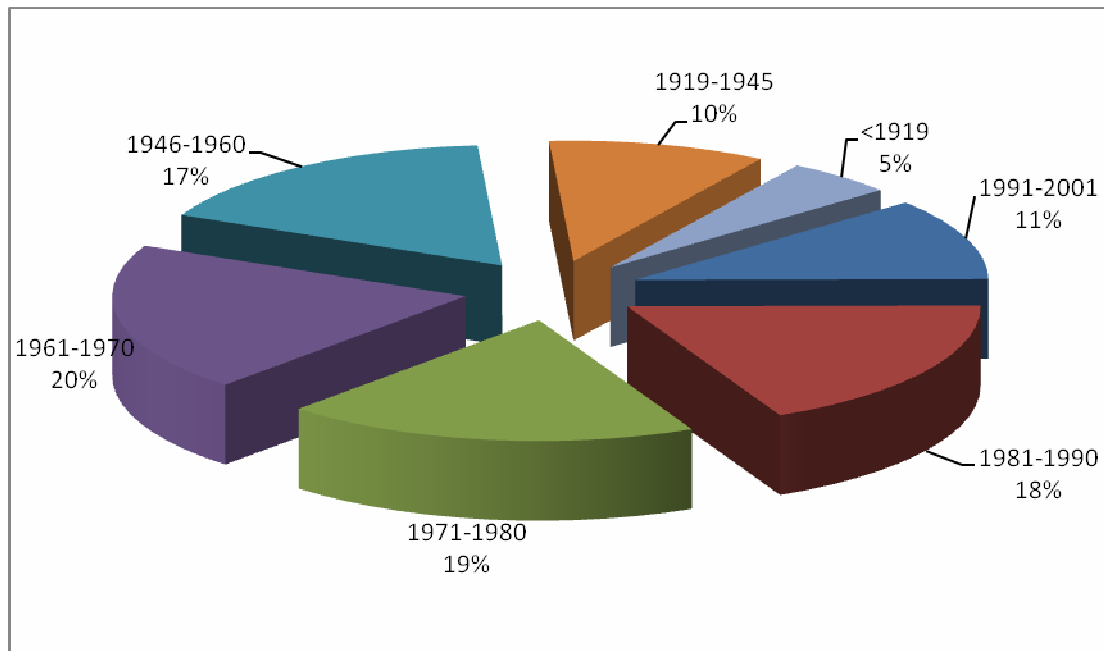
Σχήμα 8. Τελική Κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα



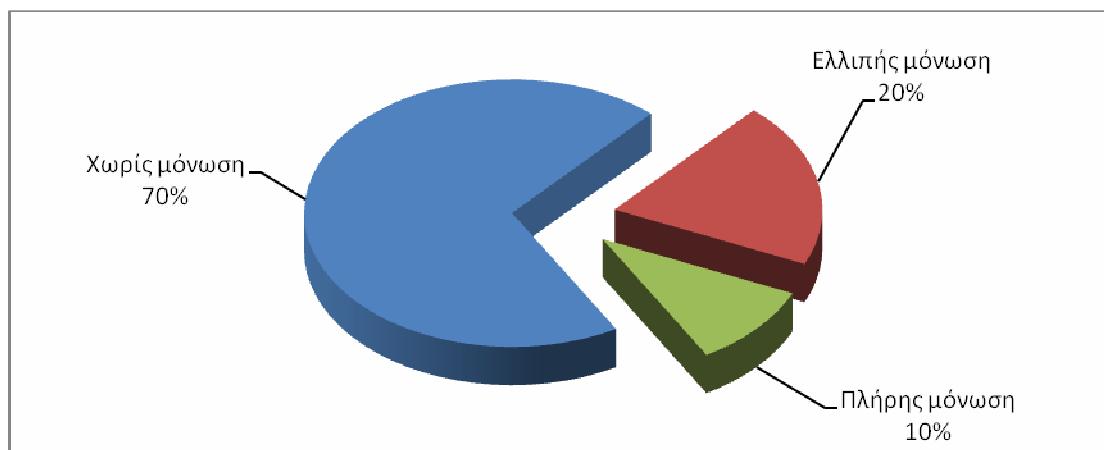
Σχήμα 9. Τελική Κατανάλωση ενέργειας στον τριτογενή τομέα (γραφεία, γυμναστήρια, ξενοδοχεία, σχολεία και νοσοκομεία)

Παρατηρούμε λοιπόν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας καταναλώνεται για την θέρμανση χώρων. Σύμφωνα με στοιχεία του ΥΠ.ΑΝ. στην Ελλάδα τα κτίρια κατοικιών αντιπροσωπεύουν το 76% του συνόλου. Από αυτά το 70% μέχρι το 2001 δεν είχαν μόνωση και μόνο το 29% έχει κτιστεί μετά το 1981. Οι δυνατότητες εξοικονόμησης είναι αρκετές αν λάβει κανείς υπόψη του ότι σύμφωνα με στοιχεία μέχρι το 2001 από το σύνολο των κτιρίων:

- 2,1% έχουν διπλά τζάμια
- 30,4% έχουν μόνωση δώματος
- 12,7% έχουν μόνωση πυλωτής
- 1,5% έχουν μόνωση δαπέδου
- 4,2% έχουν μόνωση σωληνώσεων στην εγκατάσταση θέρμανσης
- 20% έχουν μόνωση εξωτερικών τοίχων (αφού το 29% κτίσθηκε μετά το 1981 όπου από τότε άρχισε να ισχύει ο κανονισμός θερμομόνωσης)



Σχήμα 10. Κατανομή Ελληνικών κτιρίων με βάση το έτος κτίσης τους



Σχήμα 11. Κατανομή Ελληνικών κτιρίων σε σχέση με την μόνωσή τους

Η κατανάλωση ενέργειας από τα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού, εκτός από την άμεση επίδραση που έχει στο κόστος λειτουργίας ενός κτιρίου, επιδρά άμεσα και στο περιβάλλον. Η καύση υγρών καυσίμων και η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας επιβαρύνουν την ατμόσφαιρα και συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η λήψη μέτρων για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια κρίνεται αναγκαία. Κύριο εργαλείο για την επίτευξη εξοικονόμησης αποτελεί η ισχυρή θερμική προστασία του κτιριακού εξωτερικού περιβλήματος με την εφαρμογή κατάλληλης θερμομόνωσης και την επιλογή των κατάλληλων

υλικών. Η θερμομόνωση είναι σημαντικό μέτρο για την εξοικονόμηση ενέργειας. Η βελτίωσή της οδηγεί σε μείωση της απώλειας και αντιστοίχως της κατανάλωσης ενέργειας των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης και βοηθά στην ταχεία ανάκτηση της θερμοκρασίας του χώρου.

Δεν έχουμε όμως μόνον τα πιο σπάταλα αλλά και τα πιο «βρωμιάρικα» κτίρια στην Ευρώπη. Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος υπολόγισε ότι στην Ελλάδα, κάθε χρόνο, λόγω της ανεξήγητα υψηλής κατανάλωσης καυσίμων, από κάθε τετραγωνικό δομημένης επιφάνειας παράγονται 12-13 τόνοι διοξειδίου του άνθρακα, του πιο σημαντικού από τα αέρια που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και τις κλιματικές αλλαγές. Οι «επιδόσεις» αυτές είναι μεγαλύτερες από αυτές όλων των άλλων μεσογειακών χωρών, αλλά και πολλών βορειότερων, όπως η Νορβηγία, η Γερμανία, η Αυστρία και η Βρετανία. Επιπλέον η κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια στην Ελλάδα παρουσιάζει μακροπρόθεσμα αυξητική τάση, λόγω της αύξησης της χρήσης μικροσυσκευών και κλιματιστικών, η χρήση των οποίων αποτελεί σημαντικό παράγοντα αύξησης του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής στη χώρα, με τεράστιες οικονομικές συνέπειες και σημαντική επιβάρυνση του καταναλωτή. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι σύμφωνα με στοιχεία του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕ), το μέγεθος του οικονομικού και περιβαλλοντικού κέρδους που θα προκύψει με σωστό σχεδιασμό και αύξηση στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων που μπορεί να ανέλθει έως και 30% στη κατανάλωση. Γίνεται πλέον εύκολα αντιληπτό ότι η ενεργειακή επιθεώρηση με σκοπό την αύξηση της απόδοσης στον οικιακό και στον τριτογενή τομέα είναι απαραίτητη και τα ενεργειακά οφέλη της είναι τεράστια. Είναι σαφές λοιπόν πως οι επιδιώξεις για εξοικονόμηση ενέργειας έχουν γίνει πλέον συνειδητή επιλογή σε κάθε τομέα της ζωής μας, από τις ηλεκτρικές συσκευές και τα μέσα μαζικής μεταφοράς μέχρι τον κατασκευαστικό τομέα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 Οδηγία 2002/91/Ε.Κ

Προκειμένου να λάβει μέτρα για τις εκπομπές ρύπων και την ενεργειακή κατανάλωση των διαφόρων κτιρίων το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και Συμβούλιο θέσπισε την Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοσή τους την οποία έπρεπε τα κράτη μέλη να θέσουν σε εφαρμογή μέχρι τον Ιανουάριο του 2006. Η συγκεκριμένη οδηγία ουσιαστικά αποτελεί μια δέσμη μέτρων που αποσκοπούν στην ορθολογική χρήση ορυκτών καυσίμων , τα οποία περιλαμβάνουν προϊόντα πετρελαίου, φυσικό αέριο και στερεά καύσιμα. Κύρια επιδίωξη της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η δυνατότητα να επηρεάζει την παγκόσμια αγορά ενέργειας και κατά συνέπεια την μεσομακροπρόθεσμη ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού των κρατών μελών.

Η οδηγία περιλαμβάνει τις παρακάτω γενικές αρχές:

- Κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων
- Ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια καθώς και υφιστάμενα (>1000 τ.μ.) όταν αυτά υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση (>25%)
- Συστήματα πιστοποίησης για νέα και υφιστάμενα κτίρια και, σε δημόσια κτίρια, τοιχοκόλληση των πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών
- Επιθεώρηση λεβήτων
 - Ετήσια για 20-100kW
 - Κάθε διετία >100kW
 - Κάθε τετραετία για λέβητες φυσικού αερίου
 - Γενική επιθεώρηση εγκατάστασης και συστάσεις για μετατροπές ή αντικατάσταση σε λέβητες άνω των 15 ετών
- Επιθεώρηση συστημάτων κλιματισμού (ετήσια για ισχύ>12kW)

Η οδηγία αφορά τον τομέα της κατοικίας και τον τριτογενή τομέα (γραφεία, δημόσια κτίρια κλπ.) και σχετίζεται με όλες τις πλευρές της

ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ώστε το αποτέλεσμα που θα βγει να είναι πραγματικά ολοκληρωμένο και σφαιρικό. Παρόλα αυτά υπάρχουν κτίρια που εξαιρούνται από τη διάταξη σχετικά με την πιστοποίηση, όπως ιστορικά κτίρια, ορισμένα βιομηχανικά κτίρια κ.λπ.

Εξετάζοντας αναλυτικότερα την οδηγία, αυτή έχει υποχρεωτική εφαρμογή:

- Στην ανέγερση νέων κτιρίων κατοικίας, προσωρινής διαμονής, συνάθροισης κοινού, εκπαίδευσης, υγείας και κοινωνικής πρόνοιας, σωφρονισμού, εμπορίου, γραφείων, βιοτεχνιών και βιομηχανιών.
- Στην επέκταση κτιρίων.
- Στην ανακαίνιση υφιστάμενων κτιρίων, αποκατάσταση όψεων, αλλαγή χρήσης και αναβάθμιση εγκαταστάσεων.
- Στην εφαρμογή επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων.

Εξαιρούνται της υποχρεωτικής εφαρμογής τα ακόλουθα είδη κτιρίων:

- Ανοιχτά κτίρια, δηλαδή κτίρια αποτελούμενα κατά μεγάλο ποσοστό από ημιυπαίθριους χώρους και κτίρια στα οποία δεν προβλέπεται μόνιμη ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση θέρμανσης ή ψύξης (θερινές εξοχικές κατοικίες, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης, αγροτικοί οικισμοί).
- Θρησκευτικά κτίρια.
- Κτίρια χαρακτηρισμένα ως διατηρητέα για τα οποία η εφαρμογή της οδηγίας θα επέφερε αλλοίωση της φυσιογνωμίας τους.
- Νέες μικρές κατοικίες με ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη των 50 m^2 .
- Προσθήκες σε υφιστάμενα κτίρια με εμβαδόν προσθήκης μικρότερο των 30 m^2 .
- Κτίρια βιοτεχνιών ή βιομηχανιών που θερμαίνονται ή ψύχονται αποκλειστικά μέσω δικτύων των παραγωγικών τους διαδικασιών.
- Κτίρια εξειδικευμένης χρήσης τα οποία υπόκεινται σε ειδικές προδιαγραφές που επιβάλλονται από ειδική νομοθεσία, όπως

χειρουργεία, χώροι μνημείων, νοσοκομεία και ειδικοί χώροι συνάθροισης.

Στόχοι της οδηγίας 2002/91/EK είναι :

- Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, δηλαδή μείωση της ποσότητας ενέργειας που καταναλώνεται για θέρμανση, ψύξη, εξαερισμό, φωτισμό και παροχή ζεστού νερού χρήσης ενός κτιρίου. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με έναν ή με περισσότερους δείκτες, οι οποίοι υπολογίζονται λαμβάνοντας υπόψη τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, τους κλιματικούς παράγοντες και τις συνθήκες στο εσωτερικό του κτιρίου.
- Αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και κυρίως της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση, ψύξη, φυσικό φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ενός κτιρίου.
- Περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων που συντελούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, προκειμένου να εξασφαλιστεί η προστασία του περιβάλλοντος.
- Χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, τα οποία δεν απαιτούν μεγάλη ποσότητα ενέργειας για την παραγωγή τους και δεν εκπέμπουν τοξικές ουσίες στον κύκλο ζωής τους.
- Σύγκλιση των κτιριακών προτύπων προς αυτά των κρατών μελών, που έχουν ήδη υψηλότερα επίπεδα απαιτήσεων.

Προκειμένου να εφαρμοστούν τα παραπάνω θα πρέπει να ληφθούν υπόψη :

- Τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (κέλυφος, εσωτερικούς χώρους κλπ.)
- Οι εγκαταστάσεις θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης.
- Οι εσωτερικές κλιματικές συνθήκες στις οποίες περιλαμβάνονται οι επιδιωκόμενες συνθήκες θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου.
- Η εγκατάσταση κλιματισμού.
- Ο αερισμός των κτιρίων.
- Η ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού (κυρίως στον τομέα που δεν αφορά την κατοικία).

- Η θέση και ο προσανατολισμός των κτιρίων.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα και η ηλιακή προστασία.

3.2 Εναρμόνιση της Ελλάδας με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ

Προκειμένου να εναρμονιστεί η Ελληνική Νομοθεσία με την οδηγία 2002/91/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης θεσπίστηκε ο νόμος Ν.3661 που προβλέπει μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων. Η Ελλάδα έπρεπε να είχε μεταφέρει την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων στην νομοθεσία της πριν της 4/1/2006. Ωστόσο κάνοντας χρήση της 2ης παραγράφου του άρθρου 15 της οδηγίας ζήτησε παράταση 36 μηνών για την εφαρμογή της, μέχρι την 4η/1/2009.

Το Υπουργείο Ανάπτυξης μαζί με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) είχαν ολοκληρώσει από το 2002 τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) για τα κτίρια, ο οποίος αποτελούσε ένα κύριο βήμα για την εναρμόνιση της χώρας στην ευρωπαϊκή νομοθεσία, καθώς περιελάμβανε τις απαραίτητες διατάξεις και απαιτήσεις της Οδηγίας. Σκοπός ήταν η χρήση του για αντικατάσταση από το 2006 του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων του 1979, που ίσχυε μέχρι τότε. Έτσι στις 19 Μαΐου του 2008 κατατέθηκε στην Ελληνική Βουλή το Σχέδιο Νόμου (Ν. 3661/2008) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων».

Μεταξύ άλλων, ο νόμος προβλέπει:

- Κατάρτιση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων, ο οποίος θα καθορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια, καθώς και για παλιά με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 τ.μ., στις περιπτώσεις που υφίστανται ριζική ανακαίνιση και το κόστος της υπερβαίνει το 25% της αξίας του κτιρίου.

- Έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 50 τ.μ. με ισχύ δέκα ετών.
- Υποβολή στην αρμόδια πολεοδομική αρχή μελέτης πριν από την κατασκευή για τη σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών πηγών ενέργειας σε νέα κτίρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 τ.μ.
- Δημιουργία σώματος επιθεωρητών ενεργειακής απόδοσης, οι οποίοι θα εκδίδουν τα σχετικά πιστοποιητικά.
- Διεξαγωγή τακτικών επιθεωρήσεων στους λέβητες και στις εγκαταστάσεις κλιματισμού των κτιρίων, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και να περιορισθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Επιβολή προστίμων στην περίπτωση μη συμμόρφωσης.

Έτσι με τη προαναφερθείσα Ευρωπαϊκή οδηγία και το Ν. 3661/2008, για πρώτη φορά γίνεται θεσμική προσπάθεια για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι πριν από την θέσπιση του παραπάνω νόμου στην Ελλάδα οι απαραίτητες μελέτες για την πολεοδομία ήταν:

- Αρχιτεκτονικής
- Διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου
- Θέρμανσης
- Ψύξης
- Θερμομόνωσης
- Ζεστό Νερό Χρήσης
- Τεχνητού Φωτισμού

Αρ. Πρωτ.:		
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	ΧΡΗΣΗ: <input type="checkbox"/> Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας (για τμήμα κτιρίου) <hr/> Κλιματική Ζώνη: Διεύθυνση: Τ.Κ. Πόλη: Έτος κατασκευής: Συνολική επιφάνεια (m ²): Όνομα ιδιοκτήτη:	(Φωτογραφία κτιρίου)
	ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ (ως ποσοστό κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς)	ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m ² ·έτος)]
	ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
	A+ ≤ 0,33·RR	
	0,33·RR < A ≤ 0,5·RR	
	0,5·RR < B+ ≤ 0,75·RR	
0,75·RR < B ≤ 1,0·RR	←	
1,0·RR < Γ ≤ 1,41·RR		
1,41·RR < Δ ≤ 1,82·RR		
1,82·RR < E ≤ 2,27·RR		
2,27·RR < Z ≤ 2,73·RR		
2,73·RR ≤ Η		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ		
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ [kWh/(m ² ·έτος)]:	B	
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m ² θερμαινόμενης επιφάνειας [kWh/(m ² ·έτος)]:		
ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m ² θερμαινόμενης επιφάνειας [kgCO ₂ /(m ² ·έτος)]:		
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m ² θερμαινόμενης επιφάνειας [kWh/(m ² ·έτος)]:		
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ανά m ² θερμαινόμενης επιφάνειας [kWh/(m ² ·έτος)]: με βάση την αξιολόγηση της λειτουργίας		
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ανά m ² θερμαινόμενης επιφάνειας [kgCO ₂ /(m ² ·έτος)]:		

Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Σελίδα 1/2)

Αρ. Πρωτ.:

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ με βάση τους υπολογισμούς					
Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση		Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)	
Ηλεκτρική		Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> Αερισμός	
		Φωτισμός	<input type="checkbox"/> Συσσκευές	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
	Άλλο (προσδιορίστε)	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> Φωτισμός	
		Συσσκευές	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ		
	Βιομάζα	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
	Γεωθερμία	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	
	Άλλο (προσδιορίστε)	Θέρμανση	<input type="checkbox"/> Ψύξη	<input type="checkbox"/> Φωτισμός	
	Συσσκευές	<input type="checkbox"/> ΖΝΧ	<input type="checkbox"/> Φωτισμός		
Σύνολο					
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [kWh/(m ² *έτος)] ανά χρήση με βάση τους υπολογισμούς:					
Θέρμανση					
Ψύξη					
Αερισμός					
Φωτισμός					
Συσσκευές					
Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ)					
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ					
1.					
2.					
3.					
Αριθμός σύστασης	Αρχικό εκτιμώμενο κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας*		Εκτιμώμενη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [kg/(m ² *έτος)]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
		(kWh/m ² *έτος)	(%)		
1					
2					
3					
* Η εξοικονόμηση ενέργειας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.					
Ημερομηνία έκδοσης Πιστοποιητικού:					
Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή:					
Α.Μ. Επιθεωρητή:					
Υπογραφή:			Σφραγίδα:		

Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (Σελίδα 2/2)

Αφού τέθηκε σε ισχύ ο Ν.3661, η μελέτη Θερμομόνωσης αντικαταστάθηκε από την μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων η οποία περιλαμβάνει:

- Ενεργειακό σχεδιασμό κτιριακού κελύφους
- Συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στις Η/Μ εγκαταστάσεις (μελέτη ενεργειακής αποδοτικότητας συστήματος θέρμανσης, ψύξης, μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης συστήματος ΖΝΧ, συστήματος τεχνητού φωτισμού)

Αναλύοντας περισσότερο τον ΚΕΝΑΚ βλέπουμε ότι περιλαμβάνει:

- την μεθοδολογία για τον υπολογισμό των αναγκών των κτιρίων σε θέρμανση/ψύξη
- τις ενεργειακές ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης
- την ενεργειακή απόδοση των εγκαταστάσεων θέρμανσης και ψύξης
- το δυναμικό φυσικού φωτισμού
- τη συγκέντρωση φωτιστικής ισχύος των υφιστάμενων εγκαταστάσεων

Ταυτόχρονα, καθορίζονται ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις για τις εγκαταστάσεις:

- θέρμανσης
- ψύξης
- ΖΝΧ
- φωτισμού (κυρίως κτιρίων τριτογενούς τομέα) ενώ δεν παραλείπονται οι προδιαγραφές για τη θερμική συμπεριφορά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους.

Τέλος, χωρίζεται η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων σε κατηγορίες, καθίσταται απαραίτητη η διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης για την κατάταξη στις κατηγορίες και προδιαγράφονται η μορφή και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου. Στην ενεργειακή επιθεώρηση επιπλέον υποδεικνύονται τεχνικές και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για το υπό μελέτη κτίριο και καθορίζονται οι βασικές αρχές και τα περιεχόμενά της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (BUILDING ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS – BEMS)

Τα σύγχρονα κτίρια διαθέτουν ένα όλο και αυξανόμενο πλήθος ηλεκτρικών συσκευών και συστημάτων προκειμένου να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες των ατόμων που διαμένουν ή εργάζονται σε αυτά. Κατά συνέπεια ο σχεδιασμός των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων των κτιρίων αποκτά μεγαλύτερη σημασία και εξελίσσεται συνεχώς. Η εμφάνιση και η διάδοση των τεχνολογιών του «έξυπνου σπιτιού» είναι μια από τις πτυχές αυτής της εξέλιξης. Δύο είναι οι κύριοι παράγοντες που προωθούν τη νέα τεχνολογία:

- Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου που δημιουργεί - σε όλο και μεγαλύτερο αριθμό καταναλωτών - καινούργιες ανάγκες για άνεση και ποιοτικές συνθήκες στους χώρους εργασίας και κατοικίας.
- Η αύξηση του οικονομικού και περιβαλλοντικού κόστους από την κατανάλωση των φυσικών πηγών ενέργειας που επιβάλλει την ορθολογική διαχείριση και την εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας πάσης φύσεως.

Οι κλασικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν διάφορα ξεχωριστά κυκλώματα, το καθένα από τα οποία εξυπηρετεί μια συσκευή, μια ομάδα ομοειδών συσκευών ή ένα ιδιαίτερο λειτουργικό συγκρότημα. Έχουμε δηλαδή ηλεκτρικά κυκλώματα φωτισμού, θέρμανσης, κίνησης, κλιματισμού, πυρανίχνευσης, συναγερμού, τηλεφώνων, δίκτυα μεταφοράς δεδομένων, κλπ. Καθώς οι απαιτήσεις αυτοματισμού, τηλεχειρισμού, χρονοπρογραμματισμού των διαφόρων συσκευών αυξάνονται, τα αντίστοιχα ηλεκτρικά κυκλώματα εφοδιάζονται με πρόσθετα συστήματα ελέγχου και υλικά προκειμένου οι συσκευές να εκτελούν τις αυτοματοποιημένες λειτουργίες. Η επικρατούσα πρακτική - μέχρι το πρόσφατο παρελθόν - ήταν να κατασκευάζονται ιδιαίτερες διατάξεις αυτοματισμού για το κάθε κύκλωμα. Έτσι όμως δημιουργούνται προβλήματα συντονισμού και παρακολούθησης της συνολικής λειτουργίας όλων των εγκαταστάσεων

σε ένα κτίριο ή ένα διαμέρισμα, πολλαπλασιάζεται η πολυπλοκότητα και το κόστος κατασκευής και συντήρησης της ηλεκτρικής εγκατάστασης, ενώ παράλληλα ο χειρισμός των διαφόρων συσκευών γίνεται όλο και πιο σύνθετος, δυσκολεύοντας τους χρήστες των συσκευών.

Τα συστήματα ελέγχου κτιρίων εφαρμόζονται τις τελευταίες δεκαετίες σε μεγάλα κτίρια για να διασφαλίσουν την εύρυθμη καθημερινή λειτουργία των κτιρίων. Τα συστήματα αυτά έχουν αναλάβει την αφή και σβέση του φωτισμού, ρυθμίζουν την λειτουργία του κλιματισμού, της διανομής ηλεκτρισμού, των αντλιοστασίων, παρακολουθούν τη λειτουργία των συστημάτων ηλεκτρογεννητριών, ανελκυστήρων, πυρόσβεσης, ασφαλείας κλπ. Η εξέταση των υφιστάμενων συστημάτων δείχνει ότι η ενεργειακή παράμετρος δεν έχει ληφθεί σοβαρά υπόψη στην διαμόρφωση της πλειονότητας των συστημάτων αυτών. Επιπλέον οι παράμετροι λειτουργίας των κτιρίων σπάνια καταγράφονται για μακρά χρονικά διαστήματα και σπανιότερα αξιοποιούνται.

Με την πάροδο του χρόνου γίνεται αναγκαίο να περάσουμε από τα συνήθη Συστήματα Αυτοματισμού Κτιρίων (Building Automation Systems-BAS) ή Συστήματα Ελέγχου Κτιρίων (Building Management Systems-BMS) σε συστήματα Ενεργειακού Ελέγχου Κτιρίων (Building Energy Management Systems-BEMS). Η εγκατάσταση ενός συστήματος BMS, δίνει την δυνατότητα αλλά δεν οδηγεί κατ' ανάγκη, σε βελτίωση των συνθηκών λειτουργίας και πολύ περισσότερο σε εξοικονόμηση ενέργειας. Έχει παρατηρηθεί ότι σε περίπτωση ανεπιτυχών ρυθμίσεων (πχ αφή φωτισμού πολύ πριν την έλευση εργαζομένων στους χώρους) η χρήση συστημάτων BMS οδηγεί σε υπερκατανάλωση ενέργειας. Πιλοτικά έργα τα οποία έγιναν στα πλαίσια Ευρωπαϊκών προγραμμάτων, έδειξαν ότι οι επεμβάσεις σε κτίρια προς την κατεύθυνση της ρύθμισης της λειτουργίας των BEMS έχουν ιδιαίτερα χαμηλό χρόνο απόσβεσης. Τα συστήματα αυτά έχουν τη δυνατότητα να είναι ένα πολύτιμο εργαλείο τόσο προς την επίτευξη βέλτιστων συνθηκών άνεσης για τους χρήστες και λειτουργίας για τις συσκευές όσο και προς την βελτιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης. Για να επιτευχθούν όμως τα βέλτιστα αποτελέσματα θα πρέπει να γίνει ο κατάλληλος σχεδιασμός πριν την κατασκευή, ο κατάλληλος προγραμματισμός κατά την κατασκευή – έναρξη λειτουργίας και στη συνέχεια να παρακολουθείται, να αξιολογείται η λειτουργία του κτιρίου από εξειδικευμένα στελέχη και να γίνονται οι απαραίτητες ρυθμίσεις στο σύστημα ελέγχου. Τα συστήματα BEMS μπορούν να εφαρμοστούν

είτε τοπικά σε μεμονωμένα μεγάλα κτίρια είτε, μέσω τηλεφωνικής ή διαδικτυακής επικοινωνίας, σε απομακρυσμένα κτίρια και σε ομάδες κτιρίων.

Οι τεχνολογίες των Συστημάτων BEMS βασίζονται στις εξελίξεις στην πληροφοριακή και επικοινωνιακή τεχνολογία και εισάγουν ένα ενιαίο σύστημα ελέγχου, μέσω του οποίου μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους όλα τα επί μέρους τμήματα που απαρτίζουν μια ηλεκτρική εγκατάσταση. Κεντρικό σημείο του νέου συστήματος είναι η δημιουργία ενός αποκεντρωμένου συστήματος μεταφοράς και επεξεργασίας δεδομένων (κατά το πρότυπο λειτουργίας των Η/Υ), δηλαδή ενός διαύλου επικοινωνίας (Bus) που διατρέχει όλη την εγκατάσταση και πάνω στον οποίο συνδέονται όλα τα ενεργά στοιχεία του συστήματος, όπως είναι τα μπουτόν, οι διακόπτες, οι αισθητήρες (θερμοκρασίας, κίνησης, φωτεινότητας, κλπ.) και τα στοιχεία εξόδου που δίνουν εντολές για την ενεργοποίηση relay φωτισμού, ηλεκτρικών βαλβίδων, ηλεκτροκινητήρων (π.χ. για την αυτόματη λειτουργία ρολών παραθύρων), αναλογικών ρυθμιστών, κλπ. Το σύστημα B.E.M.S είναι πλέον απαραίτητο, όχι μόνο γιατί δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να παρακολουθεί ενεργειακά ολόκληρο το κτίριο, 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.

Η εγκατάσταση συστημάτων ενεργειακού ελέγχου των κτιρίων είναι ένα σημαντικό βήμα προς την κατεύθυνση της ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας. Η προμήθεια και εγκατάσταση ενός συστήματος BEMS δεν μπορεί αφ' εαυτής, να εξασφαλίσει την βέλτιστη λειτουργία του κτιρίου. Το σύστημα BMS πρέπει να σχεδιαστεί με ενεργειακά κριτήρια και την εγκατάσταση του θα πρέπει να ακολουθήσει η καταγραφή και παρακολούθηση των παραμέτρων λειτουργίας των κτιριακών εγκαταστάσεων και κυρίως η αξιολόγηση τους από εξειδικευμένα στελέχη. Με βάση τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων, ανά χρονικά διαστήματα, θα πρέπει να αναληφθούν πρωτοβουλίες και να γίνονται επεμβάσεις για την επίτευξη ρεαλιστικών στόχων μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης, τόσο στα υφιστάμενα κτίρια, όσο και σε αυτά που πρόκειται να ανακατασκευαστούν. Τα συστήματα αυτοματοποίησης κτηρίου χρησιμοποιούνται σήμερα κυρίως για τις ακόλουθες υπηρεσίες αυτοματισμού:

- Θέρμανση, ψύξη, αερισμός, κλιματισμός (HVAC)

- Φωτισμός και φωτισμός έκτακτης ανάγκης
- Διαχείριση ενέργειας
- Ασφάλεια και προστασία
- Μεταφορά (ανεγκυστήρες)

Στην αγορά των έξυπνων σπιτιών και κτιρίων δραστηριοποιούνται διάφορες εταιρείες και έτσι, τα συστήματα που κυκλοφορούν ποικίλουν. Οι βασικές τους διαφορές έγκεινται στην τοπολογία του δικτύου τους, στα πρωτόκολλα επικοινωνίας και τα μέσα μετάδοσης που χρησιμοποιούν καθώς και στην τεχνολογία των συσκευών που υποστηρίζουν και την ισχύ που καταναλώνουν. Τα κριτήρια με βάση τα οποία αξιολογούνται τα συστήματα οικιακών και κτηριακών αυτοματισμών είναι τα εξής:

1. **Πρωτόκολλο:** Αν το πρωτόκολλο είναι δημοσιευμένο, δηλαδή, αν είναι ανοιχτό ή κλειστό στο κοινό και αν είναι δυνατό να εφαρμοστεί σε κάθε πιθανή οικιακή συσκευή.
2. **Εξελξιμότητα:** Η δυνατότητα να προσθαφαιρούνται συσκευές στο οικιακό δίκτυο χωρίς να επηρεάζεται η λειτουργικότητά του και η απόδοσή του.
3. **Ετερογένεια:** Οι διαφορές στο hardware, το λογισμικό και τη γλώσσα προγραμματισμού που υποστηρίζει η εκάστοτε υποδομή.
4. **Τοπολογία:** Ο τρόπος που συνδέονται μεταξύ τους οι συσκευές ο οποίος αναφέρεται στο αν χρησιμοποιείται δίαυλος ή κανάλι από σημείο σε σημείο (point-to-point channels) κτλ. Στο κριτήριο αυτό συμπεριλαμβάνεται και ο τρόπος που επικοινωνούν μεταξύ τους οι συσκευές του δικτύου, δηλαδή, αν πρόκειται για μοντέλο πελάτη- εξυπηρετητή (client-server) ή δίκτυο ομότιμων οντοτήτων (peer-to-peer).

4.2 Πρωτόκολλα επικοινωνίας BEMS

Σε διεθνές επίπεδο έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα και πρωτόκολλα επικοινωνίας για την υλοποίηση των τεχνολογιών του «έξυπνου σπιτιού». Χωρίς να εξαντλείται ο κατάλογος, αναφέρονται τα

συστήματα EIB, BatiBUS, EHS, Dupline που έχουν αναπτυχθεί στην Ευρώπη, τα συστήματα X-10, CEBus (Consumer Electronics Bus), Lon Talk, SMART HOUSE που έχουν αναπτυχθεί στη Βόρεια Αμερική, το σύστημα HBS (Home Bus System) της Ιαπωνίας, το σύστημα C-bus στην Αυστραλία, το Bluetooth consortium και το Home Radio Frequency Working Group (για τις ασύρματες επικοινωνίες), κ. ά. Ορισμένα από τα συστήματα αυτά έχουν αποτελέσει πρότυπα Διεθνών Οργανισμών (ISO, IEC, EN, ASHRAE, IEEE, κλπ.), άλλα είναι εμπορικές ονομασίες των εταιρειών που τα κατασκεύασαν.

Όπως συμβαίνει με όλα τα νέα και ταχέως αναπτυσσόμενα τεχνολογικά πεδία, παρατηρείται έντονος ανταγωνισμός των διαφόρων κατασκευαστών για την κατάκτηση της αγοράς. Παράλληλα γίνονται ενέργειες σε Ευρωπαϊκό και Διεθνές επίπεδο για την εμπορική συνεργασία μεταξύ των εταιρειών του κλάδου, την τυποποίηση των υλικών, τη θέσπιση κοινών πρωτοκόλλων επικοινωνίας, την συμβατότητα των συσκευών, τη δυνατότητα συνεργασίας και αμοιβαίας αντικατάστασης του υλικού που προμηθεύουν διαφορετικοί κατασκευαστές, τη συνεργασία (επικοινωνία) μεταξύ διαύλων διαφορετικής τεχνολογίας, κλπ.

4.2.1 E.I.B.

Το ακρώνυμο E.I.B. (ή αλλιώς Instabus) προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων European Installation Bus. Είναι ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης κτιρίων το οποίο είναι ικανό να ελέγχει, ρυθμίζει, μετρά και να ενεργοποιεί / απενεργοποιεί συσκευές. Το σύστημα EIB μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε κτίριο, δηλαδή σε μονοκατοικίες, διαμερίσματα, γραφεία, εργοστάσια μέχρι και δημόσιους χώρους όπως σχολεία, ξενοδοχεία, εμπορικά κέντρα κ.λπ.

Το «μυστικό» του EIB βρίσκεται σε απλά ολοκληρωμένα κυκλώματα τοποθετημένα σε διακόπτες και καταναλώσεις συνδεδεμένα με ένα ανοικτό δίαυλο επικοινωνίας. Κάθε διακόπτης μπορεί να «εκπέμπει» ένα μήνυμα στο δίαυλο, με παραλήπτες οσοσδήποτε επιλεγμένους

καταναλωτές ανεξάρτητα από το που είναι τοποθετημένοι μέσα στο κτίριο. Ο δίαυλος επικοινωνίας, που αποτελεί ουσιαστικά τη βάση του συστήματος, τρέχει παράλληλα με το κυρίως δίκτυο τροφοδοσίας των 230 V. Έξυπνες μονάδες του συστήματος, (από διαφορετικά συστήματα π.χ. θέρμανση, φωτισμός ή εξαερισμός, τα οποία μέχρι σήμερα λειτουργούσαν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο), καθοδηγούμενες από καταμετρημένο έλεγχο ενσωματώνονται σε αυτό το δίαυλο επικοινωνίας. Έτσι μπορούν να επιτευχθούν λειτουργίες οι οποίες στο παρελθόν ήταν δύσκολο ή και αδύνατον να επιτευχθούν. Για παράδειγμα το κλείδωμα της εξωτερικής πόρτας, μπορεί να σβήσει αυτόματα ξεχασμένα φώτα του υπογείου ή να διακόψει την παροχή ρεύματος στο ηλεκτρικό σίδερο σε μία κατοικία.

Καθεμιά από αυτές τις μονάδες μπορεί να προγραμματισθεί για να εκτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες σε συνδυασμό με άλλες μονάδες του συστήματος, είτε από μονάδες ελέγχου του ίδιου του συστήματος είτε μέσω Η/Υ.

Στοιχεία του E.I.B.

Τα δύο είδη μονάδων του συστήματος που χρησιμοποιούνται είναι οι ακόλουθες:

- **Αισθητήρες (Μεταδότες)** - Αυτοί στέλνουν την πληροφορία για τις συνθήκες ή την κατάσταση των μονάδων του συστήματος ή τις περιβαλλοντικές συνθήκες διαμέσου του διαύλου στους ενεργοποιητές (παραλήπτες) με ρυθμό 9600 bits ανά δευτερόλεπτο. Αυτή η πληροφορία μπορεί να είναι δυαδική (π.χ. εντός /εκτός, ανοικτό / κλειστό, ναι /όχι) ή αναλογική (π.χ. θερμοκρασία, χρόνος, ταχύτητα ανέμου, φωτεινότητα κλπ). Παραδείγματα ανιχνευτών είναι οι διακόπτες φωτισμού, τα θερμόμετρα, οι ανιχνευτές κίνησης, κλπ.
- **Ενεργοποιητές (Παραλήπτες)** - Αυτοί παίρνουν την μεταδιδόμενη πληροφορία από τους αισθητήρες και εκτελούν τις απαιτούμενες ενέργειες σύμφωνα με τον προγραμματισμό, όπως για

παράδειγμα κλείνουν την θέρμανση, κατεβάζουν τις περσίδες των παραθύρων, σβήνουν τα φώτα, κλπ.

Το μέσο επικοινωνίας μεταξύ αισθητήρων και ενεργοποιητών μπορεί να είναι:

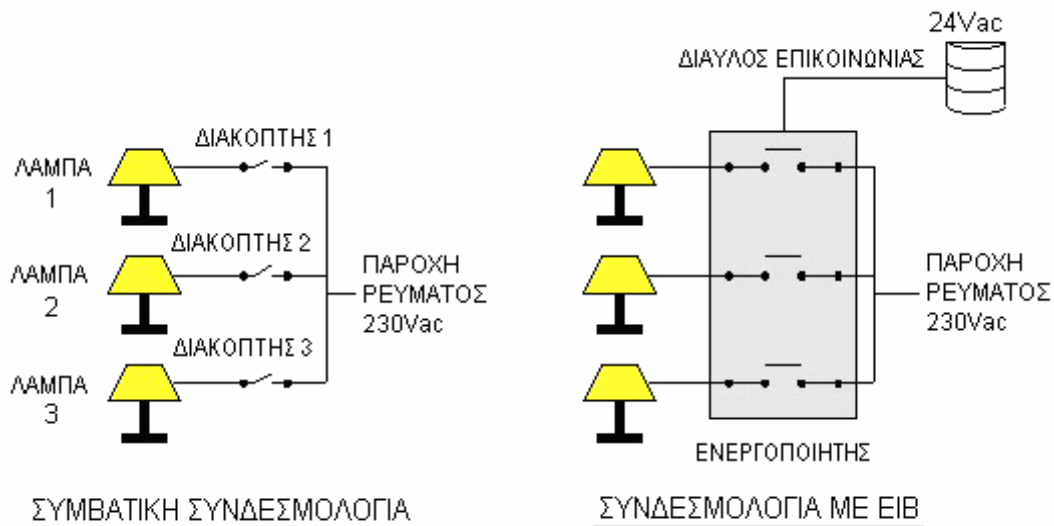
- Καλώδιο χαμηλής τάσης (24 V)
- Δίκτυο παροχής (230 V)
- Ραδιοφωνική συχνότητα

Πλεονεκτήματα του συστήματος E.I.B.

- ✓ Απαιτεί εγκατάσταση μόνο ενός διαύλου επικοινωνίας.
- ✓ Δυνατότητα ρύθμισης από απόσταση ανεξάρτητα από το μέγεθος της εγκατάστασης.
- ✓ Ευκολία στην αλλαγή ρύθμισης των λειτουργιών ενός χώρου, χωρίς να χρειασθεί νέα καλωδίωση γι' αυτό.
- ✓ Ευκολία στον σχεδιασμό και απλότητα στην εγκατάσταση.
- ✓ Δυνατότητα όλων των μονάδων του συστήματος να επικοινωνήσουν με όλες τις υπόλοιπες δια μέσου του διαύλου.
- ✓ Περιορισμός της καλωδίωσης του δικτύου κυρίας τάσης (230 V) καθώς πολλές από τις μονάδες του διαύλου χρειάζονται χαμηλή τιμή ρεύματος και τάσης.
- ✓ Επέκταση των μονάδων πάνω στον δίαυλο με εύκολο και γρήγορο τρόπο.
- ✓ Ελαχιστοποίηση του κινδύνου πυρκαγιάς λόγω της μείωσης της καλωδίωσης ισχύος.
- ✓ Δυνατότητα αστικοποίησης της εγκατάστασης και έλεγχος με Η/Υ.
- ✓ Τα υλικά όλων των κατασκευαστριών εταιριών μπορούν να συνεργασθούν μεταξύ τους στην ίδια εγκατάσταση.

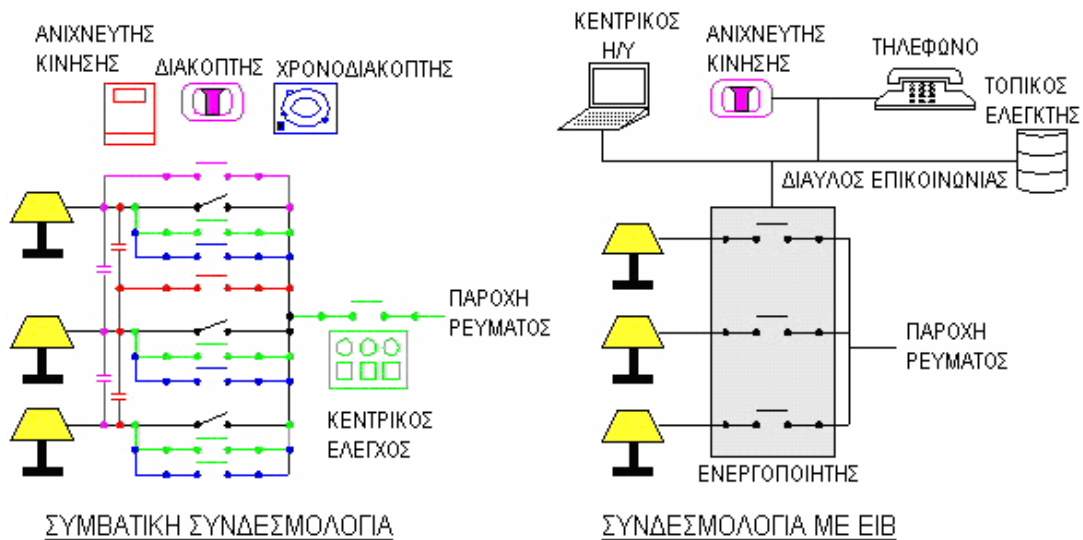
Σύγκριση συνδεσμολογίας EIB με την συμβατική συνδεσμολογία

Η ακόλουθη εικόνα περιγράφει την διαφορά στην καλωδίωση της συμβατικής μεθόδου με αυτή του συστήματος EIB.



Σχήμα 12. Σύγκριση συμβατικής συνδεσμολογίας (αριστερά) και συνδεσμολογίας EIB (δεξιά)

Για περιπτώσεις σύνθετου ελέγχου π.χ. μέσω χρονοδιακόπτη, ανιχνευτή κίνησης, τηλεφώνου, κλπ, με το σύστημα EIB είναι πιο εύκολο να γίνει η ακόλουθη συνδεσμολογία:



Σχήμα 13. Σύγκριση συμβατικής συνδεσμολογίας (αριστερά) και συνδεσμολογίας EIB (δεξιά) για σύνθετο έλεγχο

Σε κάθε γραμμή διαύλου μπορούν να λειτουργήσουν μέχρι 64 συσκευές. Μέχρι 12 τέτοιες γραμμές μπορούν να ενωθούν μαζί σε έναν

συζευκτήρα γραμμών για να διαμορφώσουν μια περιοχή διαύλου. Μέχρι 15 τέτοιες περιοχές διαύλου μπορούν στη συνέχεια να συνδεθούν με τη βοήθεια ενός συζευκτήρα περιοχής.

4.2.2 CEBus

Το Consumer Electronic Bus (CEBus), είναι το ανοιχτό πρότυπο της EIA (Electronic Industry Association) το οποίο περιγράφει μία μέθοδο επικοινωνίας μεταξύ ηλεκτρονικών προϊόντων στο οικιακό περιβάλλον. Το CEBus χρησιμοποιεί πέντε διαφορετικά μέσα:

- Οπτικές ίνες
- Συνεστραμμένο καλώδιο (twisted pair)
- Ομοαξονικό καλώδιο (coax)
- Ραδιοφωνική συχνότητα
- Υπέρυθρες

Το CEBus εν γένει συγκεντρώνει τα εξής χαρακτηριστικά:

- προσανατολισμένο στα πακέτα πληροφορίας
- ασύζευκτο
- peer-to-peer δίκτυο που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο CSMA/CDCR

Το CEBus είναι ένα προϊόν επικοινωνίας αρχικά σχεδιασμένο για καταναλωτικά προϊόντα. Η πρώτη έκδοση του CEBus το 1992 χρησιμοποιήθηκε για βιομηχανική δοκιμή και έπειτα επανεκδόθηκε το 1993 και 1994. Μετά τις δύο τελευταίες εκδόσεις το CEBus επανακυκλοφόρησε ως ένα EIA open standard (EIA 600).

Τα CEBus προϊόντα αποτελούνται από δύο θεμελιώδη συστατικά:

- ένα πομποδέκτη και
- ένα μικροελεγκτή

Τα πακέτα δεδομένων μεταδίδονται από τον πομποδέκτη με ρυθμό 7,5Kbps. Το πρωτόκολλο CEBus χρησιμοποιεί το peer to peer μοντέλο

επικοινωνίας έτσι ώστε κάθε κόμβος στο δίκτυο να έχει πρόσβαση στο μέσο οποιαδήποτε στιγμή κριθεί απαραίτητο. Το CEBus standard περιλαμβάνει εντολές όπως :

- αύξηση έντασης
- fast forward
- rewind
- παύση
- skip
- αυξομείωση της θερμοκρασίας κατά μία μονάδα.

Το CEBus παρέχει τη δυνατότητα στα προϊόντα να μοιράζονται πληροφορίες όπως χρόνος, θερμοκρασία, κατάσταση φόρτου εργασίας, κατάσταση του εξοπλισμού. Τα δεδομένα επιτρέπουν σε εφεδρικές λειτουργίες προϊόντων να κεντριοκοποιηθούν, την απομάκρυνση δυσκίνητων interface χρηστών από πολλά προϊόντα καθώς και την εύκολη παράδοση πληροφορίας εξωτερικών υπηρεσιών κατευθείαν στα προϊόντα. Με το CEBus ο εξοπλισμός μπορεί εύκολα να στείλει πληροφορία στο δίκτυο σε σημεία από τα οποία άλλες συσκευές έχουν πρόσβαση και μπορούν να αντλήσουν πληροφόρηση προς διευκόλυνση τους. Η πληροφορία μπορεί να προέρχεται μέσα από το οικιακό περιβάλλον ή από παρόχους εξωτερικά από το σπίτι.

Σε ένα δίκτυο, δύο συστατικά συντελούν ουσιαστικά σε μια επιτυχημένη επικοινωνία: η διαφανής μετακίνηση δεδομένων μεταξύ των κόμβων ή των συστημάτων και η διασφάλιση ότι η άφιξη των δεδομένων στον προορισμό κόμβο/σύστημα υπόκειται σε μια βαρυσήμαντη φόρμα η οποία μπορεί άμεσα να αναγνωριστεί και υλοποιηθεί. Το CEBus ορίζει μόνο εκείνες τις λειτουργίες που απαιτούνται προκειμένου να διευκολυνθούν οι επικοινωνίες. Αυτό δεν περιγράφει συγκεκριμένη υλοποίηση , σχεδιασμό ή τεχνολογίες που πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Η επιλογή των προαναφερθέντων πραγματοποιείται από τις εκάστοτε υπάρχουσες συνθήκες και ανάγκες. Ωστόσο, μια πλήρης γκάμα από θέματα πολυμεταβλητής διαλειτουργικότητας είναι επακριβώς σχεδιασμένα από το πρότυπο, συμπεριλαμβανομένων των συζευκτών και της διαμόρφωσης σημάτων.

Η τεχνολογία CEBus

Το CEBus χρησιμοποιεί την τεχνολογία ευρέος φάσματος προκειμένου να ξεπεράσει τα εμπόδια επικοινωνίας που συναντώνται στην γραμμή παροχής ισχύος του οικιακού περιβάλλοντος. Τα σήματα ευρέος φάσματος προκύπτουν ως η εξάπλωση ενός διαδιδόμενου σήματος σε μια ποικιλία συχνοτήτων και όχι χρησιμοποιώντας μια μοναδική συχνότητα. Το CEBus φέρον ισχύος εξαπλώνει το σήμα του σε ένα φάσμα από 100Hz έως 400 Hz κατά τη διάρκεια κάθε bit του πακέτου. Αποσκοπώντας την αποφυγή «σύγκρουσης» δεδομένων, το CEBus χρησιμοποιεί το CSMA/CDCR πρωτόκολλο. Το CEBus απαιτεί πως κάθε εφαρμογή πληροφορίας περιμένει μέχρι να βρει τη γραμμή καθαρή- μη απασχολημένη αυτό συνεπάγεται πως κανένα άλλο πακέτο πληροφορίας δε μπορεί να μεταδοθεί εάν δεν αποσταλεί αυτό που καταλαμβάνει ήδη τη γραμμή.

Κάθε CEBus έχει δύο κανάλια : ένα κανάλι ελέγχου για εργασίες πραγματικού χρόνου, πακέτων μικρού μεγέθους και ελέγχου και ένα κανάλι δεδομένων για εντατική μεταφορά δεδομένων. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία, η ανθεκτικότητα στις παρεμβολές και η μυστικότητα στην επικοινωνία, το πρωτόκολλο CEBus συγκεντρώνει ζωτικής σημασίας χαρακτηριστικά όπως η ανίχνευση λαθών, η αυτόματη επανεκτέλεση λειτουργίας μετά από αποτυχία, η από άκρη σε άκρη αναγνώριση, η απόρριψη αντιγράφων ήδη απεσταλμένου πακέτου, καθώς επίσης και υπηρεσία αυθεντικότητας πακέτων αποσκοπώντας στην παρεμπόδιση παρεμβολών αλλά και απόκρυψη αποσκοπώντας στην διασφάλιση της μυστικότητας.

Το CEBus κανάλι ελέγχου επικοινωνίας τυποποιείται για όλα τα μέσα με μια μορφοποίηση σύμφωνου πακέτου και ρυθμού σηματοδοσίας και χρησιμοποιείται αποκλειστικά για να ελέγξει συσκευές και πηγές του δικτύου, συμπεριλαμβανομένων και των κατανομών δεδομένων στα κανάλια. Τα κανάλια δεδομένων τυπικά παρέχουν εκλεκτικά ευρύ ζώνης, τα οποία μπορούν να υποστηρίξουν υψηλούς ρυθμούς δεδομένων και συνηθίζεται να αποστέλλουν δεδομένα όπως ήχο, βίντεο ή αρχεία υπολογιστών στο δίκτυο. Το χαρακτηριστικό του καναλιού δεδομένων μπορεί να διαφέρει σημαντικά εξαρτώμενο από

το μέσο και τις απαιτήσεις των συνδεδεμένων συσκευών. Όλες οι αποστολές και λειτουργίες του καναλιού δεδομένων διαχειρίζονται από CBus μηνύματα ελέγχου σταλμένα μέσω του καναλιού ελέγχου.

4.2.3 CBus

Το CBus είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας για οικιακούς και κτιριακούς αυτοματισμούς το οποίο μπορεί να χειριστεί καλώδια μήκους μέχρι και 1000 μέτρων χρησιμοποιώντας συνεστραμμένο ζεύγος. Χρησιμοποιείται στην Αυστραλία, τη Νέα Ζηλανδία, σε πολλές χώρες της Ασίας, στη Ρωσία, τις Η.Π.Α., τη Νότια Αφρική, το Ηνωμένο Βασίλειο καθώς και σε άλλες χώρες της Ευρώπης, μεταξύ των οποίων είναι η Ελλάδα και η Ρουμανία. Το CBus δημιουργήθηκε από την Αυστραλιανή εταιρία Clipsal και εξελίχθηκε από το τμήμα της Clipsal Integrated Systems. Το CBus διατίθεται πλέον και στις Η.Π.Α. με την επωνυμία 'SquareD Clipsal'.

Το CBus χρησιμοποιείται για τον έλεγχο συστημάτων φωτισμού, καθώς και άλλων ηλεκτρικών συσκευών όπως συσκευές εικόνας – ήχου, και γενικότερα οποιοδήποτε ηλεκτρικό φορτίο. Το CBus σύστημα είναι διαθέσιμο σε ενσύρματη αλλά και σε ασύρματη έκδοση, με μια πύλη διαθέσιμη για να επιτρέπει την ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ ενσύρματων και ασύρματων δικτύων.

Το CBus διαθέτει μια πρότυπη μέθοδο ελέγχου και τροποποίησης της κατάστασης των προς έλεγχο μονάδων. Αυτή η μέθοδος δεν απαιτεί κεντρικό υπολογιστή ή ελεγκτή για να χειριστεί τη βάση δεδομένων των συσκευών. Η κατάσταση κάθε μονάδας του CBus είναι αρχικοποιημένη σε διακριτά χρονικά διαστήματα, χωρίς την απαίτηση κεντρικού ελεγκτή. Σε κάθε συσκευή προσδίδεται ένα συγκεκριμένο χρονικό πλαίσιο για να προβλέψει τη μελλοντική της κατάσταση και συγχρονίζεται από το δικό της σύστημα παλμού ρολογιού. Αυτό επιτρέπει σε πολύ μεγάλο όγκο δεδομένων να μεταφερθούν σε πολύ μικρό χρόνο, με αποτελεσματικότητα και αξιοπιστία, στο δίκτυο, οδηγώντας σε απαιτήσεις χαμηλού bandwidth.

Το πρωτόκολλο CBus

Το CBus είναι ένα κλειστό πρωτόκολλο. Αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας το πρότυπο ISO 7. Το CBus υποστηρίζει έναν αριθμό interfaces όπως είναι τα RS232 και TCP/IP και καθιστά τα πρωτόκολλα αυτά διαθέσιμα προς τρίτες εταιρείες. Η Clipsal έχει επίσης αναπτύξει μία εφαρμογή κεντρικής διαχείρισης, την C-Gate, για να παρέχει αναβαθμίσεις του απαιτούμενου software.

Η Τεχνολογία του CBus

Το δίκτυο καλωδίωσης του CBus υλοποιείται με ζεύγος συνεστραμμένου καλωδίου. Το δίκτυο αυτό δεν παρέχει μόνο τα μέσα επικοινωνίας μεταξύ των μονάδων αλλά και ένα μικρό ποσό ισχύος που είναι απαραίτητο για το χειρισμό των εσωτερικών κυκλωμάτων κάθε μιας από τις συσκευές του CBus.

Το δίκτυο CBus είναι ηλεκτρικά απομονωμένο από την κύρια πηγή τροφοδοσίας και εκτελεί χειρισμούς σε ασφαλή, χαμηλά επίπεδα τάσης της τάξης των 36 Volts DC. Δεν υπόκειται σε νομικούς περιορισμούς καλωδίωσης, καθιστώντας το δίκτυο ικανό προς χρήση σε περιπτώσεις που μια συμβατική καλωδίωση θα ήταν επικίνδυνη ή παράνομη.

Όλες οι συσκευές εισόδου και εξόδου συνδέονται σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου CBus με τη χρήση του συνεστραμμένου ζεύγους καλωδίων, το οποίο μεταφέρει όλα τα δεδομένα επικοινωνίας μεταξύ των μονάδων. Οι συνδέσεις του CBus μπορούν να κλείνουν κύκλωμα από μονάδα σε μονάδα και βρόχοι μπορούν να σχηματιστούν σε οποιοδήποτε σημείο. Αυτή η δομή «ελεύθερης τοπολογίας» παρέχει ευελιξία στο σύστημα. Νέες μονάδες μπορούν να συνδεθούν οπουδήποτε, οποιαδήποτε στιγμή, χωρίς την απαίτηση επανασχεδίασης του δικτύου.

Το μέγεθος του δικτύου CBus είναι πρακτικά απεριόριστο. Ένα μεγάλο δίκτυο συνήθως διαιρείται σε υποδίκτυα των 100 CBus μονάδων, με

συνολικό μήκος καλωδίων που φτάνει τα 1000 μέτρα ανά υποδίκτυο. Αυτό επιτρέπει στο σύστημα να διαιρείται σε ελέγξιμα τμήματα, απλοποιημένου σχεδιασμού, ελαχιστοποιώντας την πιθανότητα ένα τοπικό σφάλμα να επηρεάσει το υπόλοιπο δίκτυο.

Μονάδες του CBus

Όλες οι μονάδες του δικτύου CBus έχουν το δικό τους εσωτερικό μικροεπεξεργαστή , επιτρέποντάς τους να χειρίζονται αυτόνομα. Η δομή αυτή δίνει τη δυνατότητα εξαιρετικά αξιόπιστων και αποτελεσματικών μέσων επικοινωνίας και ταυτόχρονα εξασφαλίζει ότι η δυσλειτουργία σε μία μονάδα δε θα έχει επιπτώσεις στη λειτουργία οποιασδήποτε άλλης μονάδας του δικτύου.

Κάθε μονάδα του δικτύου CBus έχει το δικό της μοναδικό αριθμό – κωδικό , έτσι ώστε όλες οι συσκευές του δικτύου να μπορούν να επικοινωνούν απευθείας.

Επιπλέον, δεδομένου ότι το CBus χρησιμοποιεί την επικοινωνία από σημείο σε πολλαπλά σημεία (point to multi-point communication), κάθε συσκευή του δικτύου μπορεί να ανταποκριθεί σε εντολές κατευθείαν από το δίκτυο, χωρίς να απαιτείται η χρήση κεντρικού υπολογιστή ή ελεγκτή.

Οι συσκευές εισόδου του CBus είναι προγραμματισμένες να εισάγουν εντολές και εκείνες της εξόδου να ανταποκρίνονται στις εντολές αυτές και να τις εκτελούν. Όταν μια εντολή εισαχθεί στις συσκευές εισόδου με μια συγκεκριμένη διεύθυνση, όλες οι υπόλοιπες συσκευές που έχουν προγραμματιστεί με αυτή τη διεύθυνση ενεργοποιούνται, όπου και αν βρίσκονται στο δίκτυο. Για την επικοινωνία των μονάδων δεν είναι αναγκαία κάποια σύνδεση των 230 Volts DC.

Πλεονεκτήματα του CBus

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του CBus είναι :

- ✓ Αξιόπιστο σύστημα ελέγχου
- ✓ Χαμηλό κόστος
- ✓ Έλεγχος μεγάλου αριθμού συσκευών από μια απλή σύνδεση με χρήση του καλωδίου CBus
- ✓ Μεγάλη ευελιξία στη ρύθμιση και τον έλεγχο: οι λειτουργίες των συσκευών μπορούν να αλλάξουν να επαναπρογραμματιστούν σε κάθε θέση του δικτύου, οποιαδήποτε στιγμή.
- ✓ Ευκολία εγκατάστασης
- ✓ Δυνατότητα ελέγχου οποιουδήποτε φορτίου, είτε ψηφιακού είτε αναλογικού.

Πολλαπλά γεγονότα

Οι συσκευές ελέγχου του δικτύου μπορούν να παράγουν πολλαπλά γεγονότα. Για παράδειγμα, είναι δυνατός ο προγραμματισμός του επιλογέα SWITCH ώστε ο χρόνος πίεσης του να καθορίζει τη λειτουργία του: μικρή πίεση υποδηλώνει on/off λειτουργία και μεγαλύτερης διάρκειας πίεση υποδηλώνει λειτουργία dimming. Τα πολλαπλά γεγονότα δεν είναι απαραίτητο να ελέγχουν τις ίδιες συσκευές εξόδου, δίνοντας τη δυνατότητα δημιουργίας πολλαπλών σεναρίων. Έτσι, ένα απλό άγγιγμα ενός κουμπιού είναι σε θέση να ελέγξει ένα ολόκληρο διαμέρισμα ή κτίριο.

Ευελιξία ελέγχου

Το σύστημα CBus μπορεί να φέρει σε πέρας τον έλεγχο των συσκευών με μια σειρά από διαφορετικούς τρόπους:

- Κάθε συσκευή εισόδου μπορεί να προγραμματιστεί ως ένα κύριο σημείο ελέγχου. Τέτοιες συσκευές που μπορούν να εποπτεύουν άλλες μπορούν να τοποθετηθούν οπουδήποτε στο δίκτυο.
- Το σύστημα μπορεί να επιτρέψει αναρίθμητες λειτουργίες των διακοπών. Δύο, τρεις (ή και περισσότεροι) διακόπτες μπορούν να τεθούν προς έλεγχο οποιουδήποτε άλλου διακόπτη ή οποιασδήποτε συσκευής.

- Οι κύριες – εποπτεύουσες συσκευές ελέγχου μπορούν εύκολα να επαναπρογραμματιστούν μέσω λογισμικού των Windows ανά πάσα στιγμή.

4.2.4 X10

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας X10 επιτρέπει την ανταλλαγή πληροφορίας και κατά συνέπεια τη «συνομιλία» μεταξύ συσκευών. Η επικοινωνία αυτή υλοποιείται μέσω υπαρχόντων καλωδίων των 220V. Το X10 είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη τεχνολογία για επικοινωνία με χρήση γραμμών ισχύος και χαρακτηρίζεται ως « power line carrier technology». Ειδικότερα αποστέλλονται παλμοί 120kHz στα zero crossing σημεία του εναλλασσόμενου ρεύματος. Η χρήση της υπάρχουσας ηλεκτρικής καλωδίωσης αποτελεί ένα από τα σημαντικά πλεονεκτήματα του πρωτοκόλλου καθώς αυτό έπεται το περιορισμένο κόστος στην οικιακή δικτύωση (εξάλειψη της ανάγκης για εκ νέου καλωδίωση). Η επιτυχία του X10 έγκειται στην απλότητα του πρωτοκόλλου και το χαμηλό κόστος των X10 συσκευών.

Αρχιτεκτονική του X10

Η αρχιτεκτονική του X10 αποτελείται ουσιαστικά από δύο οντότητες:

- X10 modules: Αυτά τοποθετούνται στις συσκευές τις οποίες επιθυμούμε να συμπεριλάβουμε στο δίκτυο μας και πρέπει συνεπώς να υπάρχει η δυνατότητα απόλυτου ελέγχου τους. Αυτά τα ενσωματώνουμε στις ηλεκτρικές πρίζες και τελικά προκύπτει μια νέα ηλεκτρική πρίζα στην οποία πρέπει να συνδεθεί η προς διαχείριση συσκευή.
- X10 controller: Αυτοί αποτελούν τα θεμελιώδη συστατικά της αρχιτεκτονικής του X10 πρωτοκόλλου. Ένας X10 ελεγκτής αποστέλλει σήματα ελέγχου στα X10 modules , χρησιμοποιώντας τις γραμμές ισχύος και λαμβάνει απαντήσεις με τον ίδιο τρόπο. Ο

αριθμός των ελεγκτών μπορεί να ξεπερνά τον ένα προκειμένου να ελέγξει μια ομάδα Χ10 συσκευών.

Ανάλογα με τη λειτουργικότητα οι Χ10 υπομονάδες δύναται επίσης να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Χ10 πομπούς : συσκευές οι οποίες είναι ικανές να αποστέλλουν Χ10 σήματα μέσω των γραμμών ισχύος
- Χ10 δέκτες : συσκευές οι οποίες είναι ικανές να λάβουν Χ10 σήματα μέσω των γραμμών ισχύος
- Χ10 υπερδέκτες : συσκευές οι οποίες είναι ικανές να στείλουν και να λάβουν Χ10 σήματα μέσω των γραμμών ισχύος

Τα modules και οι ελεγκτές μπορούν να ενταχθούν σε κάποια από τις τρεις προαναφερθείσες κατηγορίες. Γενικότερα συνήθως ισχύει ότι όλα τα modules είναι δέκτες και όλοι οι ελεγκτές λειτουργούν ως πομποί.

Όλα τα Χ10 συστατικά είτε είναι modules είτε είναι ελεγκτές χαρακτηρίζονται από μια διεύθυνση η οποία ονομάζεται Χ10 διεύθυνση. Μια τυπική Χ10 διεύθυνση αποτελείται από δύο μέρη : τον κωδικό του σπιτιού και τον κωδικό της μονάδας. Ο κωδικός σπιτιού μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή από το λατινικό Α μέχρι το λατινικό Ρ και ο κωδικός της μονάδας μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή στην κλίμακα του 1 έως 16. Η κάθε διεύθυνση λοιπόν καθορίζεται ως ένας συνδυασμός των κωδικών του σπιτιού και της μονάδας. Οι κωδικοί λ.χ. Α01, Β03, Γ05 είναι έγκυροι κωδικοί. Αξίζει να σημειωθεί ότι ο συνολικός αριθμός των διαθέσιμων διευθύνσεων είναι 256, ξεκινώντας από το Α01 και καταλήγοντας στο Ρ16, γεγονός το οποίο ερμηνεύεται ως τη δυνατότητα του Χ10 πρωτοκόλλου να διαχειρίζεται μια ποικιλία συσκευών των οποίων όμως ο αριθμός δεν υπερβαίνει τις 256.

Ανάλογα με το είδος του χρήστη και του μέσου αλληλεπίδρασης που χρησιμοποιεί οι ελεγκτές μπορούν να διακριθούν στις εξής ομάδες:

- Μικροελεγκτές : αυτοί είναι γενικά μονάδες που τοποθετούνται στον τοίχο και συνδέονται κατευθείαν στη γραμμή ισχύος. Αυτοί οι ελεγκτές έχουν δυνατότητα να λαμβάνουν εντολές από το

χρήστη και μέρος αυτών διαθέτουν και οθόνη προκειμένου να προβάλλουν πληροφορίες για την κατάσταση των συσκευών.

- Ασύρματοι ελεγκτές : αυτοί συνδέονται μετά τις πρίζες παροχής ηλεκτρικού ρεύματος αλλά χρησιμοποιούν και τις RF ως μέσο αλληλεπίδρασης. Η χρήση τους απαιτεί ένα τηλεχειριστήριο μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να εισάγει εντολές και οποίες μεταδίδονται στον ελεγκτή μέσω των RF. Ο ελεγκτής αναλύει τις διαταγές και εκτελεί την κατάλληλη ενέργεια επικοινωνώντας με τις μονάδες μέσω της γραμμής ισχύος.
- Ελεγκτές υπολογιστών : αυτοί οι ελεγκτές είναι σημαντικής πρακτικής σημασίας και χρησιμοποιούνται στην πλειοψηφία των εφαρμογών που υλοποιούνται για υπολογιστές. Αυτοί αλληλεπιδρούν τόσο μέσω των γραμμών αλλά και της σειριακής θύρας του υπολογιστή. Οι ελεγκτές αυτοί παρέχουν τη δυνατότητα στους χρήστες να πραγματοποιήσουν πολύπλοκες και προσαρμοσμένες εφαρμογές στην απόδοση εντολών που διοχετεύονται μέσω του ελεγκτή.

Το Πρωτόκολλο X10

Η επικοινωνία με βάση το πρωτόκολλο X10 περιλαμβάνει δύο φάσεις: αυτή της επιλογής και αυτή της εντολής. Η επικοινωνία στηρίζεται σε δυαδική τυποποίηση των δεδομένων. Στην φάση της επιλογής, ο ελεγκτής «φορτώνει» τη διεύθυνση της προς έλεγχο X10 συσκευής στην γραμμή ισχύος. Στην φάση της εντολής, ο ελεγκτής φορτώνει την ακριβή X10 εντολή. Από τη στιγμή που όλες τα απαραίτητα σήματα έχουν εκπεμφθεί και μεταφέρονται από τη γραμμή ισχύος, η φάση της επιλογής προσφέρει τη δυνατότητα να ανταποκριθούν αποκλειστικά και μόνο οι συσκευές προς τις όποιες είχαν αποσταλεί τα αντίστοιχα σήματα κατά τη διάρκεια της φάσης εντολής. Αποσκοπώντας στην επικοινωνία με δυαδική μορφή όλοι οι κώδικες του σπιτιού, των μονάδων και των εντολών κωδικοποιούνται δυαδικά.

Πλεονεκτήματα X10

Τα πλεονεκτήματα του X10 είναι :

- Απλή και χαμηλού κόστους τεχνολογία
- Μη εξειδικευμένη απαίτηση στην καλωδίωση
- Μεγάλη ποικιλία ελεγκτών ακόμη και για την υλοποίηση απλών εφαρμογών
- Συνδεσιμότητα και έλεγχος από ηλεκτρονικό υπολογιστή
- Εύκολα επεκτάσιμο

Μειονεκτήματα X10

Τα μειονεκτήματα του X10 είναι :

- Συγκεκριμένος αριθμός συσκευών που δύνανται να βρίσκονται υπό έλεγχο (256 που προκύπτει από την διευθυνσιοδότηση)
- Τα X10 σήματα μπορεί να εξασθενήσουν, να τροποποιηθούν , ή ακόμα να παύσουν να υφίστανται εξαιτίας της προβληματικής τροφοδοσίας του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού
- Τα X10 σήματα μπορεί να αλλοιωθούν κατόπιν εισαγωγής θορύβου από το ηλεκτρικό τους περιβάλλον
- Έλλειψη αναφοράς επιτυχημένης δράσης
- Έλλειψη μέσων προσδιορισμού της συσκευής που εμπλέκεται στην επικοινωνία

4.2.5 LonWorks

Το LonWorks είναι μια πλατφόρμα δικτύωσης που δημιουργήθηκε συγκεκριμένα για να καλύψει τις ανάγκες των εφαρμογών ελέγχου. Υποστηρίζει μεγίστη ταχύτητα μετάδοσης 1,25 Mbps και μέγιστο μήκος μέχρι 2Km. Η πλατφόρμα στηρίζεται σε ένα πρωτόκολλο που δημιούργησε η εταιρία Echelon Corporation και χρησιμοποιεί τέσσερα μέσα μετάδοσης :

- Οπτικές ίνες
- Συνεστραμμένο καλώδιο (twisted pair)
- Ραδιοφωνική συχνότητα
- Δίκτυο ισχύος (power line)

Τεχνολογία LonWorks

Η τεχνολογία LonWorks αποτελείται τους επεξεργαστές ελέγχου Neuron chip και τους πομποδέκτες, το πρωτόκολλο επικοινωνίας LonTalk και τις υπηρεσίες δικτύου LonWorks. Οι επεξεργαστές ελέγχου Neuron chip είναι ο φυσικός πυρήνας κάθε LonWorks συσκευής. Ένα Neuron chip χειρίζεται το δίκτυο (μετάδοση σημάτων) και την λειτουργία I/O (εισόδου/εξόδου) μέσω ενός λειτουργικού συστήματος. Κάθε Neuron chip περιέχει ένα αποκλειστικό 48-bit κωδικό, ο οποίος ονομάζεται Neuron chip ID. Αυτοί διατίθενται σε μια μεγάλη ποικιλία ταχυτήτων, τύπων μνήμης και χωρητικότητας καθώς και interfaces. Ένας πομποδέκτης είναι μια ηλεκτρονική μονάδα που παρέχει τη φυσική αλληλεπίδραση μεταξύ της θύρας επικοινωνίας του Neuron chip και του φυσικού μέσου η οποία ονομάζεται κανάλι, και μεταφέρει τα ψηφιακά πακέτα επικοινωνίας σε άλλες συσκευές. Όλες οι συνδεδεμένες με ένα κανάλι συσκευές πρέπει να έχουν συμβατούς πομποδέκτες που να λειτουργούν με το ίδιο bit rate. Η επικοινωνία των συσκευών επιτυγχάνεται μέσω του πρωτοκόλλου LonTalk.

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας LonTalk είναι ένα διαστρωματωμένο, βασισμένο στα πακέτα πληροφορίας, σειριακό peer-to-peer πρωτόκολλο επικοινωνίας. Ακολουθώντας τις απαιτήσεις των διαστρωματωμένων αρχιτεκτονικών του ISO, το πρωτόκολλο LonTalk σχεδιάστηκε για συγκεκριμένες απαιτήσεις των συστημάτων ελέγχου, παρά για τα συστήματα επεξεργασίας δεδομένων. Οι συσκευές σε ένα κανάλι αναλαμβάνουν εκ περιτροπής τη διαβίβαση των πακέτων. Κάθε πακέτο είναι ένας μεταβλητός αριθμός bytes στο μήκος και περιέχει πληροφορίες για το επίπεδο της εφαρμογής μαζί με άλλες πληροφορίες διευθυνσιοδότησης των δικτύων. Κάθε συσκευή του καναλιού εξετάζει κάθε πακέτο που διαβιβάζεται στο κανάλι για να καθορίσει εάν είναι

παραλήπτης. Σε αυτή την περίπτωση, επεξεργάζεται το πακέτο για να δει εάν περιέχει τα στοιχεία για το πρόγραμμα εφαρμογής του κόμβου ή εάν είναι ένα πακέτο πληροφορίας διαχείρισης δικτύου. Τα δεδομένα σε ένα πακέτο εφαρμογής παρέχονται στο πρόγραμμα της εφαρμογής και εάν κριθεί απαραίτητο, ένα μήνυμα αναγνώρισης στέλνεται έπειτα στη συσκευή. Το πακέτο διαχείρισης δικτύων υποβάλλεται σε κατάλληλη επεξεργασία χωρίς τη συμμετοχή που απαιτείται από το πρωτόκολλο εφαρμογής. Το πρωτόκολλο LonTalk είναι μέσο-ανεξάρτητο, επιτρέποντας στα συστήματα LonWorks να επικοινωνούν σε οποιοδήποτε φυσικό μέσο. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας LonTalk ενσωματώνεται μόνιμα σε κάθε συσκευή LonWorks. Το LonTalk ήταν εγκεκριμένο ως ανοικτό πρότυπο βιομηχανίας από το αμερικανικό εθνικό ίδρυμα προτύπων EIA 709.1 .

LonTalk

Η καρδιά της τεχνολογίας LonWorks είναι το πρωτόκολλο επικοινωνίας LonTalk. Αυτό το πρωτόκολλο σχεδιάστηκε ειδικά για δίκτυα συστημάτων ελέγχου και καθορίζει τις peer-to-peer επικοινωνίες μεταξύ των συσκευών. Το πρωτόκολλο είναι βασισμένο σε έναν ενισχυμένο CSMA (Carrier Sense Media Access) αλγόριθμο πρόσβασης στο δίκτυο, ο οποίος προβλέπει ένα σχέδιο αποφυγής σύγκρουσης. Το αποτελέσματα είναι η συνεπής απόδοση του δικτύου, χωρίς υποβάθμιση λόγω αυξημένης κυκλοφορίας στο δίκτυο. Τα χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου είναι:

- Εφαρμόζεται στο Neuron chip.
- Είναι βελτιστοποιημένο για τα δίκτυα ελέγχου.
- Υποστηρίζει σύντομα μηνύματα.
- Είναι ανεξάρτητο του μέσου.
- Εξασφαλίζει κόμβους χαμηλότερου κόστους.
- Ακολουθεί το πρότυπο αναφοράς 7- Layer OSI (Open Systems Interconnection model).
- Παρέχει υψηλή αξιοπιστία.

Επεκτασιμότητα

Στην πράξη δεν υπάρχει κανένα όριο στον αριθμό σημείων ελέγχου (κόμβοι) στο δίκτυο. Πρόσθετες λειτουργίες μπορούν εύκολα να προστεθούν αργότερα χωρίς τροποποιήσεις στο υπάρχον σύστημα.

Η δομή του δικτύου αποθηκεύεται στον κόμβο και στη βάση δεδομένων του συστήματος. Ο επανασχηματισμός δεν απαιτεί οποιαδήποτε αλλαγή στα υπάρχοντα καλώδια ή τα εγκατεστημένα προϊόντα. Όλα μπορούν να γίνουν με ένα PC. Το LonWorks χρησιμοποιεί ένα κοινό εργαλείο πρωτοκόλλου και εγκατάστασης για τις διάφορες εφαρμογές. Αυτό καθιστά εφικτό τον εύκολο συνδυασμό λειτουργιών και διεπαφών για διαφορετικά υποσυστήματα σε ένα κτήριο.

Αξιοπιστία

Το LonWorks είναι πλήρως κατανεμημένο και δεν χρειάζεται κανένα κεντρικό ελεγκτή. Σε περίπτωση δυσλειτουργίας κάποιων μονάδων το υπόλοιπο σύστημα θα συνεχίσει να λειτουργεί κανονικά. Το πρωτόκολλο LonTalk φτιάχτηκε για τη μέγιστη αξιοπιστία σε διάφορες λειτουργίες όπως επιβεβαίωση μηνύματος, ανίχνευση λάθους, επαναμετάδοση, προτεραιότητες, προσδιορισμός αποστολέα κλπ.

4.2.6 CANbus

Το CAN (Controller Area Network) είναι ένα σειριακό, διαφορικό πρωτόκολλο επικοινωνίας μεταξύ πολλαπλών συσκευών που υποστηρίζει αποτελεσματικά απομακρυσμένο έλεγχο σε πραγματικό χρόνο. Αναπτύχθηκε μέσα στη δεκαετία του 1980 και σχεδιάστηκε ειδικά ώστε να είναι ανθεκτικό σε περιβάλλοντα με έντονο ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο και να προσφέρει μεγάλη ασφάλεια στη μεταφορά δεδομένων. Το CAN χρησιμοποιήθηκε σε οχήματα αλλά η χρήση του πλέον

διευρύνεται σε όλες τις εφαρμογές αυτομάτου έλεγχου είτε για επικοινωνία σε μεγάλη ταχύτητα είτε για μείωση της καλωδίωσης, καθώς απαιτεί μόνο δύο αγωγούς για τη μεταφορά δεδομένων. Ο δίαυλος CAN μπορεί να χρησιμοποιεί μόνο ένα καλώδιο (με μειωμένη ταχύτητα και αξιοπιστία), οπτικές ίνες, ασύρματη μετάδοση και γίνονται προσπάθειες για τη μεταφορά σημάτων CAN διάμεσου γραμμών ισχύος. Η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων μπορεί να φτάσει το 1 Mbit/s για μήκη έως 40 μέτρα αλλά η ελάττωση της ταχύτητας επιτρέπει μεγαλύτερες αποστάσεις.

Το πρωτόκολλο έχει τυποποιηθεί με το πρότυπο ISO 11898-1 του 1993, στο οποίο περιγράφεται κυρίως ο τρόπος μετάδοσης. Σε ανώτερο επίπεδο υπάρχουν διάφορα πρωτόκολλα, με το CANOpen να είναι το πλέον διαδεδομένο.

Τεχνολογία CAN

Το CAN είναι ένα σειριακός δίαυλος εκπομπής που χρησιμεύει στη σύνδεση ηλεκτρονικών μονάδων έλεγχου. Κάθε κόμβος είναι σε θέση να στείλει και να λάβει τα μηνύματα, αλλά όχι ταυτόχρονα. Ένα μήνυμα αποτελείται από μια ταυτότητα, η οποία αντιπροσωπεύει τη προτεραιότητα του μηνύματος και έχει μέχρι οκτώ byte. Το σήμα κωδικοποιείται σε NRZ (non return to zero) και γίνεται αντιληπτό από όλους τους κόμβους.

Οι συσκευές που συνδέονται με το δίκτυο CAN είναι ανιχνευτές, ενεργοποιητές και άλλες συσκευές έλεγχου, οι οποίες δεν συνδέονται απευθείας πάνω στο δίαυλο αλλά μέσω ενός επεξεργαστή και ενός ελεγκτή CAN. Εάν ο δίαυλος είναι ελεύθερο, οποιοσδήποτε κόμβος μπορεί να ξεκινήσει τη μετάδοση. Σε περίπτωση που δυο ή περισσότεροι κόμβοι αρχίσουν να μεταδίδουν μηνύματα ταυτόχρονα, το μήνυμα με τη κυρίαρχη ταυτότητα θα επικαλύψει τις λιγότερο κυρίαρχες ταυτότητες άλλων κόμβων έτσι ώστε μόνο το κυρίαρχο να μηνύμα παραμένει και να παραλαμβάνεται από όλους τους κόμβους. Τα μηνύματα με τις αριθμητικά μικρότερες τιμές ταυτότητας έχουν υψηλότερη προτεραιότητα και μεταδίδονται πρώτα.

Κάθε κόμβος χρειάζεται έναν :

➤ **Επεξεργαστή**

- Ο επεξεργαστής θα αποφασίζει τι σημαίνουν τα ληφθέντα μηνύματα και ποια μηνύματα θέλει να μεταδώσει μόνος του.
- Αισθητήρες, ενεργοποιητές και συσκευές έλεγχου μπορούν να συνδεθούν με τον επεξεργαστή.

➤ **Ελεγκτής CAN (υλικό με ένα σύγχρονο ρολό)**

- Λήψη : ο ελεγκτής CAN αποθηκεύει τα ληφθέντα bits σειριακά από το δίαυλο μέχρι έως ότου ένα ολόκληρο μήνυμα είναι διαθέσιμο, το οποίο έπειτα μπορεί να προσκομιστεί από τον επεξεργαστή
- Αποστολή : ο επεξεργαστής αποθηκεύει τα μηνύματα μετάδοσής του στον CAN ελεγκτή, ο οποίος διαβιβάζει τα κομμάτια σειριακά επάνω στο δίαυλο

➤ **Πομποδέκτης (ενδεχομένως ενσωματώνεται στον ελεγκτή CAN)**

- Λήψη : προσαρμόζει τα επίπεδα σημάτων από τον δίαυλο στα επίπεδα όπου ο ελεγκτής CAN αναμένει και έχει τα προστατευτικά στοιχεία κυκλώματος που τον προστατεύουν.
- Αποστολή : μετατρέπει το μεταδιδόμενο bit σήματος από τον CAN ελεγκτή σε σήμα που μεταδίδεται από τον δίαυλο.

Χαρακτηριστικά

- Γρήγορη μεταφορά δεδομένων 1 MB/s εάν το μήκος διαύλου είναι λιγότερο από 40 μέτρα.

- Τα μηνύματα έχουν έναν προβλέψιμο μέγιστο χρόνο απόκρισης. Ένα μήνυμα ώθησης χωρίς δεδομένα και με την πιο υψηλή προτεραιότητα μπορεί να έχει έναν μέγιστο χρόνο απόκρισης 54 μ s στο δίαυλο εάν χρησιμοποιείται ρυθμός μεταφοράς 1 MB/s.
- Τα μηνύματα μπορεί να σταλούν από σημείο σε σημείο ή να είναι ευρείας ή πολλαπλής διανομής.
- Υποστηρίζονται απομακρυσμένα μηνύματα. Μια λειτουργική Μονάδα μπορεί πάντα να προετοιμαστεί για να διαβιβάσει αμέσως τα πιο πρόσφατα διαθέσιμα δεδομένα κατόπιν αιτήσεως από οποιαδήποτε άλλη μονάδα.
- 2032 (Standard CAN) ή 536.870.912 (Extended CAN) διαφορετικά μηνύματα είναι διαθέσιμα, κάθε ένα από τα οποία περιέχει 0 - 8 bytes δεδομένων.
- Ισχυρή ανίχνευση και χειρισμός σφάλματος. Εάν υπάρχει ένα αλλοιωμένο μήνυμα σε 1000 μεταδόσεις η συνολική πιθανότητα σφάλματος στα υπόλοιπα μηνύματα ανέρχεται σε 8.5×10^{-14} .
- Προγραμματισμός του ρυθμού μεταφοράς.
- Προγραμματισμός διαμόρφωση των οδηγών εξόδου.
- Χαμηλού κόστους CAN ελεγκτές και μικροσίπ με ενσωματωμένους CAN ελεγκτές είναι εμπορικά διαθέσιμα από τις εταιρίες Intel, Motorola, Philips, Siemens, NEC και National.

Επισκόπηση

Τα δίκτυα CAN μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ενσωματωμένο σύστημα επικοινωνιών για μικροελεγκτές καθώς επίσης και ως ανοικτό σύστημα επικοινωνιών για ευφυείς συσκευές. Το σειριακό σύστημα διαύλου CAN, αρχικά αναπτυγμένο για χρήση στα αυτοκίνητα, χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο στη βιομηχανία καθώς επίσης και στην αυτοματοποίηση κτηρίων και σε ιατρικούς εξοπλισμούς .

Πλεονεκτήματα

- ✓ Υψηλή αξιοπιστία, αποδοτική χρήση του εύρους ζώνης δικτύων και της διαθέσιμης ενέργειας στο δίκτυο.

Μειονεκτήματα

- Περιορισμένη αποδοχή εκτός Ευρώπης. Το πρωτόκολλο είναι αρκετά περίπλοκο ως προς την ανάπτυξή του.

4.2.7 KNX

Το πρότυπο KNX ή KNX standard δημιουργήθηκε έπειτα από τη συνεργασία μελών των BatiBUS Club International (BCI), European Installation Bus Association (EIBA) και European Home Systems Association (EHS) που διεξήχθη με σκοπό τη δημιουργία ενός κοινού προτύπου σχετικά με τις εφαρμογές διαύλου σε κατοικίες και κτίρια. Η συνεργασία κατέληξε στη δημιουργία του πρώτου, κοινού και παγκοσμίως αποδεκτού προτύπου σχετικά με τον έλεγχο των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, οικιακών συσκευών και των συστημάτων θέρμανσης, κλιματισμού και αερισμού (HVAC) κατοικιών και κτιρίων και στην ίδρυση ενός διεθνούς και μη κερδοσκοπικού οργανισμού, του Konnex Association το Μάιο του 1999.

Το KNX στηρίζεται κυρίως στη λογική του εξαιρετικά επιτυχημένου EIB συστήματος ενώ συνδυάζει ταυτόχρονα χαρακτηριστικά των BatiBUS και EHS. Πριν το KNX, οι εταιρείες αυτές εφήρμοζαν διαφορετικό σύστημα διαύλου και διεκδικούσαν ξεχωριστό μερίδιο αγοράς ανάλογα με τη γεωγραφική βάση τους και την τεχνολογία στην οποία διακρινόταν η καθεμιά:

- Το σύστημα instabus EIB καθιερώθηκε στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.
- Η εταιρεία EHS καθιερώθηκε στον έλεγχο των συσκευών, είτε πρόκειται για οικιακές συσκευές όπως ψυγείο και φούρνος, είτε πρόκειται για συσκευές πολυμέσων όπως ηχοσυστήματα και τηλεοράσεις.

- Το σύστημα της BatiBUS καθιερώθηκε στον έλεγχο των συστημάτων θέρμανσης, κλιματισμού και αερισμού.

Αντίθετα, το KNX πρότυπο συνδυάζει την τεχνογνωσία όλων των παραπάνω εταιρειών αναλόγως με τον εκάστοτε τομέα ειδικότητάς τους. Η πρωτοτυπία του έγκειται στο γεγονός ότι αποτελεί το πρώτο κοινό πρότυπο που συνδυάζει προτερήματα διαφορετικών συστημάτων διαύλου. Ο στόχος της KNX Association είναι η συνεχής βελτίωση των τεχνικών χαρακτηριστικών του KNX προτύπου όσον αφορά στο πρωτόκολλο, το μέσο επικοινωνίας που χρησιμοποιείται κτλ, όντας παράλληλα, οικονομικά προσιτό σε ευρύτερο αγοραστικό κοινό. Προκειμένου να εξασφαλιστεί η συνεργασία των συσκευών που συμμετέχουν στο σύστημα και η ευελιξία του, η οργάνωση φροντίζει να τυποποιεί τις απαιτήσεις του συστήματος αλλά και τις διαδικασίες ελέγχου αυτού, χορηγεί KNX πιστοποίηση σε επιλεγμένα προϊόντα (software, hardware προϊόντα και συνδρομητές) και οργανώνει εκπαιδευτικά προγράμματα για τους επαγγελματίες του χώρου.

Το KNX πρότυπο χαρακτηρίζεται από το ανοιχτό του πρωτόκολλο, την ευελιξία που προσφέρει στο σύστημα και τη διαλειτουργικότητά του. Η διαλειτουργικότητα (interoperability) είναι ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα του προτύπου καθώς εξασφαλίζει τη σωστή λειτουργία και συνεργασία όλων των συσκευών, ανεξαρτήτως του κατασκευαστή τους και του πεδίου εφαρμογής τους. Με τον τρόπο αυτό το σύστημα αποκτά μεγάλη ευελιξία όσον αφορά στην έκτασή του, δηλαδή τις συσκευές που μπορεί να συμπεριλάβει, αλλά και στις μετατροπές που επιδέχεται.

Προκειμένου ένα προϊόν να πιστοποιηθεί ως προϊόν KNX (KNX certification), πρέπει να είναι συμβατό με το ISO 9001 και με τα ευρωπαϊκά πρότυπα οικιακών και κτηριακών ηλεκτρονικών συστημάτων, EN 50090-2-2 (European standard for Home and Building Electronic systems).

4.2.8 KNX/EIB

Με τις συμβατικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις η κάθε μονάδα απαιτεί ξεχωριστή καλωδίωση και κάθε σύστημα ελέγχου δική του τροφοδοσία. Με το πέρασμα του χρόνου, όμως, οι συμβατικές αυτές εγκαταστάσεις δεν ανταποκρίνονταν στις απαιτήσεις για μεγαλύτερη ευκολία και περισσότερες τεχνικές δυνατότητες που όλο και αυξάνονταν. Αυτές τις ανάγκες καλύπτει αποτελεσματικά και οικονομικά το σύστημα KNX/EIB.

Με το σύστημα KNX/EIB τόσο ο έλεγχος όσο και η εποπτεία κάθε λειτουργίας, πραγματοποιούνται μέσω ενός και μόνο καλωδίου. Το κάθε σύστημα δεν χρειάζεται ξεχωριστή τροφοδοσία και οι καλωδιώσεις ελαχιστοποιούνται. Επιπλέον, το ηλεκτρικό δίκτυο γίνεται ευέλικτο και επιδεκτικό στις τροποποιήσεις:

- Η εγκατάσταση του δικτύου γίνεται με πολύ απλό τρόπο και οι μετατροπές του, όσον αφορά σε προσθαφαιρέσεις συσκευών στο δίκτυο, γίνονται εύκολα και γρήγορα.
- Οι μετατροπές που αφορούν στη λειτουργία του συστήματος διεξάγονται επίσης εύκολα και γρήγορα με αλλαγή στον προγραμματισμό, χωρίς να απαιτούνται αλλαγές στην καλωδίωση.

Για να εγκατασταθεί το σύστημα και να επιτελεί ορισμένες βασικές λειτουργίες χρειάζεται η συμβολή των ειδικών. Μετά την εγκατάσταση, ένα σύστημα EIB/KNX δεν είναι έτοιμο να λειτουργήσει μέχρι να προγραμματισθούν τα στοιχεία που συμμετέχουν στο δίκτυο. Για να προγραμματιστεί αρχικά, χρησιμοποιείται το εξειδικευμένο πρόγραμμα ETS (EIB Tool Software) μέσω ενός υπολογιστή που συνδέεται στο σύστημα. Ο μηχανικός που έχει αναλάβει την εγκατάσταση ορίζει, μέσω αυτού, τη λειτουργία των συνδρομητών και τις παραμέτρους που απαιτούνται για τη λειτουργία του συστήματος. Ο ιδιοκτήτης είναι σε θέση να κάνει κάποιες ρυθμίσεις ανάλογα με τις ανάγκες του.

Μέσα μετάδοσης

Ο εξοπλισμός που εγκαθίσταται για να υλοποιηθεί το σύστημα KNX/EIB ποικίλει ανάλογα με το μέσο μετάδοσης (communication media) που χρησιμοποιείται σε κάθε εγκατάσταση. Η απόφαση σχετικά με το καταλληλότερο μέσο εξαρτάται από το αν η κατοικία προϋπάρχει ή αν το σύστημα πρόκειται να εγκατασταθεί όταν το σπίτι βρίσκεται ακόμα στο στάδιο της κατασκευής. Οι κυριότερες υλοποιήσεις εγκατάστασης με το πρότυπο KNX/EIB γίνονται με τη χρήση τεσσάρων αρκετά διαδεδομένων φυσικών μέσων :

- Συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων (twisted pair)
- Ασύρματη μετάδοση (Radio Transmission)
- Γραμμής ισχύος (Power Line Transmission)
- Ethernet (KNX over IP)

Το κλασσικό μέσο μετάδοσης που χρησιμοποιεί το σύστημα είναι το συνεστραμμένο καλώδιο το οποίο προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα. Με βάση αυτό αναπτύχθηκε αρχικά το KNX/EIB σύστημα. Για το λόγο αυτό η κατανόηση της λειτουργίας των δικτύων με συνεστραμμένο ζεύγος είναι καίρια για την κατανόηση οποιουδήποτε άλλου μέσου μετάδοσης.

Συνεστραμμένο ζεύγος

Σε αυτή την περίπτωση η μετάδοση των σημάτων έλεγχου γίνεται μέσω ενός νέου δικτύου, του δικτύου δεδομένων, το οποίο σχηματίζεται με χρήση συνεστραμμένου ζεύγους καλωδίων (twisted pair cable). Καθώς πρόκειται για ένα νέο δίκτυο, η εγκατάσταση συστήματος με συνεστραμμένο ζεύγος συνίσταται για τις καινούριες εγκαταστάσεις στις οποίες μπορεί να γίνει εγκαίρως πρόβλεψη των τεχνικών απαιτήσεων.

Το συνεστραμμένο ζεύγος είναι, μέχρι στιγμής, η πιο διαδεδομένη εφαρμογή έξυπνης εγκατάστασης. Το χαρακτηριστικό του είναι η αξιοπιστία του στην οποία έγκειται και η επιτυχία του μέσου και η οποία

δεν συνοδεύεται από υψηλό κόστος. Η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων φτάνει τα 9600 bit/s και η διεύθυνση κάθε συσκευής αποτελείται από 8-bit. Το δίκτυο που χρησιμοποιεί ως μέσο μετάδοσης το συνεστραμμένο ζεύγος λέγεται «KNX TP» εν συντομία. Δύο παραλλαγές του μέσου είναι διαθέσιμες.

Συνεστραμμένο ζεύγος τύπου «0»

Το «συνεστραμμένο ζεύγος τύπου 0 (twisted pair, type 0)» ή TP-0 όπως είναι γνωστό, είναι μία παραλλαγή που προέρχεται από την αντίστοιχη BatiBUS εφαρμογή και έχει ρυθμό μετάδοσης 4800bits/s. Το KNX TP-0 επιτρέπει στους συνδρομητές που συνδέονται στο δίκτυο να λειτουργούν συνδεδεμένες στον ίδιο δίαυλο αλλά δεν διευκολύνει τη μεταξύ τους επικοινωνία. Αυτό σημαίνει ότι οι συνδρομητές δεν έχουν τη δυνατότητα να ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους.

Συνεστραμμένο ζεύγος τύπου «1»

Το «συνεστραμμένο ζεύγος τύπου 1 (twisted pair, type 1)» ή TP-1 όπως είναι γνωστό, είναι το δημοφιλέστερο μέσο μετάδοσης του KNX συστήματος. Πρόκειται για μία παραλλαγή που προέρχεται από την αντίστοιχη EIB. Οι συνδρομητές που συνδέονται στο KNX TP-1 σύστημα μπορούν εκτός του να λειτουργήσουν συνδεδεμένες στον ίδιο δίαυλο, να ανταλλάσσουν δεδομένα μεταξύ τους με ρυθμό μετάδοσης 9600bits/s. Δηλαδή, σε αντίθεση με το KNX TP-0 οι συνδρομητές μέσω αυτού του μέσου μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους.

Δίκτυο Ισχύος

Παρά την αποτελεσματικότητα του δικτύου δεδομένων, η χρήση του συνεστραμμένου καλωδίου ως μέσο μετάδοσης δεν είναι εύκολη όταν πρόκειται για ήδη υπάρχουσες κατοικίες. Έτσι, στις περιπτώσεις αυτές η μετάδοση γίνεται μέσω του δικτύου ισχύος (powerline network)

του σπιτιού που σημαίνει ότι το έξυπνο σύστημα λειτουργεί χρησιμοποιώντας ως μέσο μετάδοσης τις γραμμές του δικτύου 230/400V. Έτσι, οι μετατροπές που χρειάζονται είναι πολύ λιγότερες από την εξ αρχής εγκατάσταση ενός καινούριου δικτύου δεδομένων. Το KNX σύστημα που χρησιμοποιεί αυτό το μέσο επικοινωνίας λέγεται KNX PL.

Η χρήση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας για το σχηματισμό KNX δικτύου είναι λιγότερο διαδεδομένη εφαρμογή από τη χρήση του συνεστραμμένου ζεύγους. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε δύο παράγοντες. Ο πρώτος είναι ότι ορισμένες προϋποθέσεις πρέπει να πληρούνται προκειμένου να είναι δυνατή η χρήση του ως μέσο επικοινωνίας. Ο δεύτερος είναι ότι το KNX δίκτυο που σχηματίζεται είναι ένα ανοιχτό δίκτυο, το οποίο παρά τις τεχνικές που εφαρμόζονται, παραμένει λιγότερο αξιόπιστο από το KNX.TP δίκτυο.

Ασύρματη Μετάδοση

Είναι γνωστή σαν τεχνολογία EIB-RF και σύμφωνα με αυτή δεν είναι απαραίτητη η εγκατάσταση καινούργιων γραμμών Bus. Χρησιμοποιείται ραδιοκανάλι (868 Mhz), ώστε να μεταδοθούν τα δεδομένα με ασύρματο τρόπο και τόσο τα αισθητήρια, όσο και οι τελικοί αποδέκτες, μπορούν να λειτουργούν με μπαταρίες. Ο ρυθμός μετάδοσης είναι 38,4kbits/s και η κάθε συσκευή μπορεί να απέχει περίπου 300m ελευθέρου χώρου. Εάν απαιτείται μεγαλύτερη απόσταση, τότε επαναληπτές αναλαμβάνουν την επανάληψη των ραδιο-τηλεγραφημάτων. Η τεχνική αυτή είναι εξαιρετικά κατάλληλη για επέκταση ήδη υπάρχοντων εγκαταστάσεων που έχουν υλοποιηθεί με διαφορετική τεχνολογία. Επίσης μήκος καλωδίων είναι μικρό έως μηδαμινό. Το κύριο μειονέκτημα της είναι η ανάγκη χρήσης μπαταριών καθώς και η έλλειψη τέτοιων συσκευών στην αγορά.

Μετάδοση μέσω Ethernet

Αυτή η τεχνική, γνωστή και ως KNX-over-IP, είναι η πιο πρόσφατη προσθήκη. Ο ρυθμός μετάδοσης είναι ο ρυθμός μετάδοσης του Ethernet ο οποίος συνήθως είναι της τάξης του Mbit. Το κύριο μειονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι το υψηλό της κόστος αφού ένας προσαρμοστής δικτύου Ethernet π.χ. στα 10Mbit/s είναι ακριβότερος από έναν απλό προσαρμοστή για συνεστραμμένο ζεύγος στα 9,6Kbit/s. Γι' αυτό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάθε αισθητήρα και ενεργοποιητή αλλά κυρίως μόνο για την επικοινωνία μιας συμβατικής KNX/EIB εγκατάστασης με υπολογιστές ενός δικτύου Ethernet (ίσως και Internet) ή για την επικοινωνία μεταξύ συμβατικών KNX/EIB εγκαταστάσεων με σκοπό να δημιουργηθεί μια μεγαλύτερη εγκατάσταση.

Τρόποι διαμόρφωσης

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες συσκευής KNX:

- Συσκευές A-mode ή "Automatic mode" οι οποίες διαμορφώνονται αυτόματα, και προορίζονται να πωληθούν και να εγκατασταθούν από τον τελικό χρήστη.
- Συσκευές E-mode ή "Easy mode" οι οποίες απαιτούν τη βασική εκπαίδευση για να εγκατασταθούν. Η συμπεριφορά τους προγραμματίζεται εκ των πρότερων, αλλά έχει τις παραμέτρους διαμόρφωσης που πρέπει να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις του χρήστη.
- Συσκευές S-mode ή "System mode" οι οποίες χρησιμοποιούνται στη δημιουργία των επί παραγγελία συστημάτων αυτοματισμού κτηρίων. Οι συσκευές S-mode δεν έχουν καμία συμπεριφορά προεπιλογής, και πρέπει να προγραμματιστούν και να εγκατασταθούν από τους ειδικούς τεχνικούς.

Πλεονεκτήματα

Τα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος KNX/EIB είναι συνοπτικά τα εξής:

- ✓ **Απλότητα:** Μειώνεται το κόστος της κατασκευής. Επίσης, μειώνονται οι πιθανότητες να γίνουν ατυχήματα λόγω ανθρώπινων λαθών κατά την εγκατάσταση εφόσον οι καλωδιακές εγκαταστάσεις είναι λιγότερο πολύπλοκες.
- ✓ **Οικονομία:** Έγκειται στο γεγονός ότι οι αλλαγές στη λειτουργία του συστήματος δεν συνεπάγονται αλλαγές στις συσκευές και στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, αλλά επαναπρογραμματισμό του συστήματος.
- ✓ **Λειτουργικότητα:** Τα συστήματα ενοποιούνται σε ένα κοινό, ενιαίο σύστημα. Από το στάδιο της εγκατάστασης μέχρι και τη λειτουργία τους, τα συστήματα ελέγχου και ασφάλειας συνεργάζονται μεταξύ τους, αντί να λειτουργούν ανεξάρτητα.
- ✓ **Ευκολία χειρισμού:** Η οργάνωση, ο προγραμματισμός και η εποπτεία του συστήματος όπως και η διάγνωση σφαλμάτων γίνονται μέσω προσωπικού υπολογιστή.
- ✓ **Ευκολία εγκατάστασης:** Η εγκατάσταση απαιτεί λιγότερη καλωδίωση από ότι τα κλασσικά συστήματα ελέγχου, ενώ οι απαραίτητες συσκευές που συμπληρώνουν το KNX/EIB σύστημα εγκαθίστανται εύκολα.
- ✓ **Συμβατότητα:** Το σύστημα KNX/EIB είναι συμβατό με μεγάλη ποικιλία ηλεκτρικών συσκευών, διαφόρων κατασκευαστών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

5.1 Συστήματα κτιριακών αυτοματισμών Can bus

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε τα συστήματα Can bus που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε καθώς επίσης και τα σενάρια αυτοματισμού για το νεόδμητο κτίριο του ΤΕΙ Χανίων.

Ελεγκτής Πίνακα



Σχήμα 14. Ελεγκτής Πίνακα RC-8R

Η Κεντρική Μονάδα αυτοματισμού αποτελεί την καρδιά κτιριακής εγκατάστασης. Ελέγχει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των συσκευών εισόδου και εξόδου καθώς και την επικοινωνία με ανωτέρα συστήματα έλεγχου. 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 Can bus ειδικές για σύνδεση σε ράγα.

Η προγραμματιζόμενη Κεντρική Μονάδα υποστηρίζει χρονικό προγραμματισμό ενεργειών, χρονικά, μετρητές, λογικές πράξεις και

εκτέλεση μακροεντολών ή σεναρίων. Περιλαμβάνει 12 εισόδους ψηφιακών ή αναλογικών αισθητήρων και 8 εξόδους ελέγχου.

Παρέχει τη μέγιστη δυνατή αξιοπιστία διότι, η λειτουργία του δεν βασίζεται σε μία και μόνο κεντρική μονάδα, αλλά σε ένα σύνολο ανεξάρτητων μονάδων- συνεργαζόμενων μεταξύ τους-έτσι ώστε η πιθανή αστοχία μίας εξ αυτών να μη συνεπάγεται και την κατάρρευση ολοκλήρου του συστήματος.

Κάθε Κεντρική Μονάδα. έχει 2 θύρες επικοινωνίας RS232 οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον προγραμματισμό της μονάδας μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή και επίσης υποστηρίζει ασύρματη δικτύωση μέσω εξωτερικού modem, ασύρματη επικοινωνία με χρήση κινητής τηλεφωνίας.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

- Τάση Τροφοδοσίας : 12 έως 20 Vdc
- Κατανάλωση : 300mW σε ηρεμία
- Χρόνος ζωής Relays : 30000 κύκλοι με λαμπτήρες πυρακτώσεως 2.5KW
- Μηχανική αντοχή Relays : 1000000 κύκλοι λειτουργίας
- Μέγιστη Ένταση Ρεύματος Relay : 20A
- Μέγιστη Τάση Ρεύματος Relay : 440 Vac
- Θύρα Επικοινωνίας RS232 : 38400 και 9600 baud
- Είσοδοι Αισθητήρων : Ψηφιακές ή Αναλογικές 5Vdc max, 10bit ADC
- Έξοδοι PWM / 0-10Vdc : 4 KHz, 5Vdc (0-10Vdc με προσθήκη του DO-6)
- Έξοδος Υπερύθρων : 1A 20Vdc max (current sink)
- Θερμοκρασία Λειτουργίας : -20°C έως 60°C
- Διαστάσεις : 9 θέσεις στοιχείων πίνακα, 156mm X 86mm X 58mm (Π x Υ x Β)

Εντοιχισμένη μονάδα Relays



Σχήμα 15. Εντοιχισμένη μονάδα Relays WR-420

Μονάδα μικρού μεγέθους κατάλληλη για τη μετατροπή 4 συμβατικών διακοπών ή button σε bus προγραμματιζόμενους με 4 Relays των 20 A.

Η μονάδα δεν απαιτεί εξωτερική τροφοδοσία (τροφοδοτείται από το bus- bus powered) ενώ το μικρό μέγεθος της μονάδας επιτρέπει την τοποθέτηση εντός των κιτιών διακοπών. Επίσης συνδυάζεται με τις μονάδες GWP τις οποίες θα δούμε στην συνέχεια.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά :

- Χρόνος ζωής Relays : 30000 κύκλοι με λαμπτήρες πυρακτώσεως 2.5KW
- Μηχανική αντοχή Relays : 1000000 κύκλοι λειτουργίας
- Μέγιστη Ένταση Ρεύματος Relay : 20A
- Μέγιστη Τάση : 440 Vac
- Διαστάσεις : 95mm X 53mm X 35mm (Π x Υ x Β)

Μονάδα Πίνακα GSM

Η μονάδα πίνακα GSM η οποία υποστηρίζει τέσσερις ζώνες συχνοτήτων (Quad Band) GSM 850, EGSM900, DCS1800 και PCS1900 εξυπηρετεί την ανάγκη για απομακρυσμένο έλεγχο και άμεση ενημέρωση για τη κατάσταση τους.



Σχήμα 16. Μονάδα Πίνακα GSM-1

Τεχνικά Χαρακτηριστικά :

- Τάση Τροφοδοσίας : 10 έως 40 Vdc
- Κατανάλωση : 10 mW Standby, 6W αιχμή κατά την εκπομπή
- Σειριακή Θύρα : V24/CMOS, Auto-Bauding έως 115200 bps
- Επικοινωνία Σειριακής : V.25ter και GSM 07.05 & 07.07
- Connector Κεραίας : SMA
- Θερμοκρασία Λειτουργίας : -20°C ως 80°C
- Διαστάσεις : 4 θέσεις στοιχείων πίνακα, 70mm X 86mm X 58mm (Π x Υ x Β)

Επίτοιχο Γυάλινο Χειριστήριο Αφής με Οθόνη

Το πληκτρολόγιο έχει εξοπλιστεί με 15 πλήκτρα αφής πλήρως προγραμματιζόμενα καθώς και με οθόνη LCD για ενημέρωση των συμβάντων του συστήματος. Περιλαμβάνει έξι αναλογικές ή ψηφιακές εισόδους και τέσσερις PWM εξόδους. Επίσης στο χειριστήριο μπορούν να οδηγηθούν και τέσσερα Relays. Επιπρόσθετα έχει μια θύρα RS-232 καθώς και είσοδο και έξοδο υπερύθρων.



Σχήμα 18. Επίτοιχο Γυάλινο Χειριστήριο Αφής με Οθόνη GWP-HD

Τεχνικά Χαρακτηριστικά :

- Τάση Τροφοδοσίας : 12 έως 20 Vdc
- Κατανάλωση : 500mW max
- Θύρα Επικοινωνίας RS232 : 38400 bps
- Είσοδοι Αισθητήρων : Ψηφιακές ή Αναλογικές 5Vdc max, 10bit ADC
- Έξοδος Υπερύθρων : 1A 20Vdc max (current sink)
- Θερμοκρασία Λειτουργίας : -20°C έως 60°C
- Διαστάσεις : 150mm X 90mm X 18mm (Π x Υ x Β)

ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Μονάδα Ελέγχου και Ρύθμισης φωτισμού (Dimmer 500W)

Η μονάδα dimmer δύο εξόδων 1-10V για ωμικά, χωρητικά φορτία και LED αποτελεί μια ακόμη συνιστώσα του συστήματος αυτοματισμού. Αποτελείται από δύο ανεξάρτητους κλάδους φθορισμού με ηλεκτρονικό ballast 1-10V. Η συγκεκριμένη μονάδα παρέχει προστασία από βραχυκύκλωμα, υπερφόρτωση και υπερθέρμανση.



Σχήμα 18. Μονάδα ελέγχου και ρύθμισης φωτισμού RD-500

Εγκατάσταση- σύνδεση

Η μονάδα μπορεί να τοποθετηθεί εντός του πίνακα ηλεκτρικής παροχής ή σε στεγανό κιτίο εντός της ψευδοροφής εφόσον υπάρχει σχετικός χώρος. Η παροχή των φορτίων και οι ουδέτεροι, η τροφοδοσία της μονάδας και το σήμα bus συνδέονται στις αντίστοιχες κλέμες.

Τεχνικά Χαρακτηριστικά :

- Τάση Τροφοδοσίας : 10 έως 30 Vdc
- Κατανάλωση : 0.55 W max
- Τάση Δικτύου : 200Vac έως 240Vac 50/60 Hz
- Μέγιστο Φορτίο Λαμπτήρων : 500W (Ωμικό ή Χωρητικό)
- Τάση Απομόνωσης : 5 KVrms
- Αντίσταση Εισόδου 1-10V : 300KΩ
- Θερμοκρασία Λειτουργίας : 0°C έως 50°C
- Διαστάσεις : 2 θέσεις στοιχείων πίνακα, 35mm X 86mm X 58mm (Π x Υ x Β)

Φωτόμετρο

Το φωτόμετρο μετατρέπει την ένταση του φωτισμού σε αριθμητική τιμή που μεταδίδεται στο δίκτυο καταλαμβάνοντας μόνο ένα κανάλι. Επιπρόσθετα η τιμή αυτή μπορεί να μεταδοθεί παράλληλα σε κανάλια τα οποία είναι ανεξάρτητα προγραμματισμένα και συνεπώς μπορούν να συγκριθούν με διαφορετικά όρια ρύθμισης (set points). Μόλις η τιμή αυτή ξεπεράσει κάποιο από τα όρια, τότε είναι δυνατό να προκληθούν κάποιες προγραμματιζόμενες ενέργειες. Το φωτόμετρο μπορεί να συνδυαστεί με συσκευές ρύθμισης φωτισμού Dimmer έτσι ώστε να διατηρεί σταθερή τη φωτεινότητα σε ένα δωμάτιο ή να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί τον φωτισμό. Ομοίως μπορεί να ελέγχει τον φωτισμό σε εξωτερικούς χώρους (on-off ή και dimming) ή να χρησιμοποιείται για το ανεβοκατέβασμα ρολών, αλλαγή κλίσεων σε ρυθμιζόμενες περσίδες κλπ.



Σχήμα 19. Φωτόμετρο PH-1

Τεχνικά Χαρακτηριστικά :

- Αντίσταση Εξόδου : 37KΩ @ 10 lux, 0.5KΩ @ 2000 lux
- Περιοχή Μέτρησης : 0 lux έως 100000 lux
- Θερμοκρασία Λειτουργίας : -40°C έως 75°C
- Διαστάσεις : 40mm X 45mm X 16mm (Π x Υ x Β)

Αισθητήρας Θερμοκρασίας

Ο μετρητής θερμοκρασίας μετατρέπει τη θερμοκρασία του χώρου σε αριθμητική τιμή που μεταδίδεται στο δίκτυο καταλαμβάνοντας μόνο ένα κανάλι. Είναι κατάλληλος για τοποθέτηση σε εσωτερικό χώρο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο θερμαντικών ή κλιματιστικών σωμάτων και ανεμιστήρων.



Σχήμα 20. Αισθητήρας θερμοκρασίας TH-1

Τεχνικά Χαρακτηριστικά :

- Αντίσταση Εξόδου : 10KΩ @ 25°C
- Ακρίβεια Μέτρησης : ±1%
- Θερμοκρασία Λειτουργίας : -40°C έως 125°C
- Διαστάσεις : 40mm X 45mm X 16mm (Π x Υ x Β)

Ανιχνευτής Κίνησης

Ο ανιχνευτής κίνησης τροφοδοτείται από το σύστημα. Επειδή η λειτουργία του βασίζεται στην παθητική ανίχνευση είναι δυνατόν να τοποθετηθούν περισσότεροι του ενός στον ίδιο χώρο χωρίς να επηρεάζει ο ένας τον άλλο.

Ο πομπός ενεργοποιείται μόλις ανιχνεύσει μεταβολή της θερμοκρασίας του χώρου (συνήθως από την θερμική ακτινοβολία ενός ανθρώπου). Η ιδιότητα αυτή χρησιμοποιείται σε συστήματα ελέγχου παρουσίας με

εφαρμογές όπως σε συστήματα συναγερμού, έλεγχο φωτισμού-κλιματιστικών, ειδοποίηση παρουσίας σε επικίνδυνους χώρους κ.ά..

Όταν γίνει αντιληπτή κάποια κίνηση από τον ανιχνευτή, αυτός αρχίζει και εκπέμπει στο επιλεγμένο κανάλι καθ' όλη τη διάρκεια του καθορισμένου χρόνου. Αν ο ανιχνευτής ενεργοποιηθεί ξανά κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου τότε ο χρόνος μηδενίζεται και ξεκινάει η μέτρηση από την αρχή (καθυστέρηση αποδιέγερσης με reset). Τέλος είναι δυνατή η ρύθμιση του ανιχνευτή έτσι ώστε να εκπέμπει σήμα κατά τη διάρκεια απουσίας κίνησης (ανάστροφη λειτουργία).

Το ψηφιακό σήμα λοιπόν μεταδίδεται στο δίκτυο καταλαμβάνοντας ένα μόνο κανάλι (ψηφιακό σήμα – Digital). Το αποτέλεσμα του ψηφιακού καναλιού είναι μια ένδειξη on/off και μπορεί να εμφανίζεται σε οποιαδήποτε από τις συσκευές που έχουν συνδεθεί με τον ανιχνευτή.



Σχήμα 21. Ανιχνευτής Κίνησης MS-I (PIR)

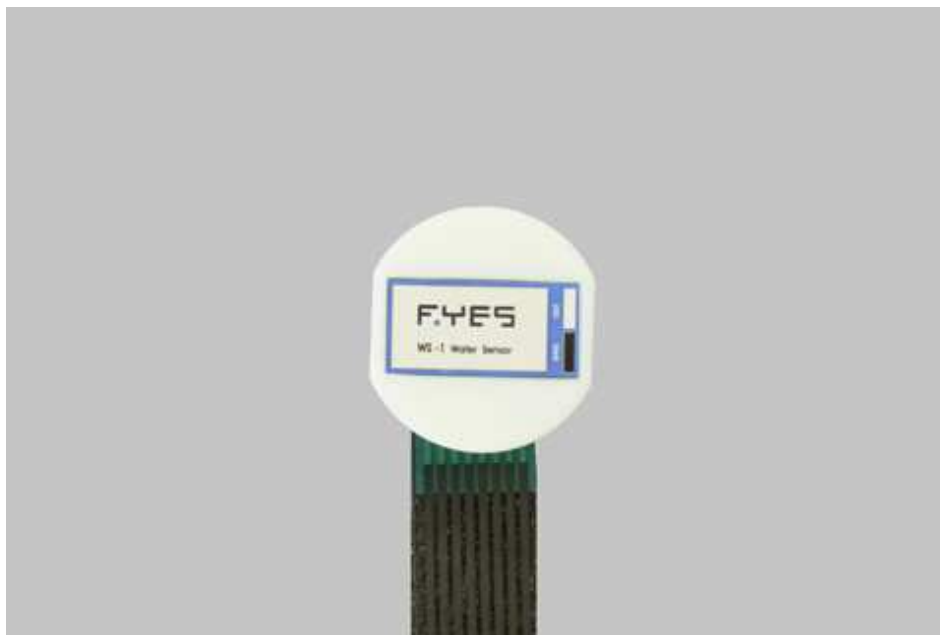
Τεχνικά Χαρακτηριστικά :

- Εμβέλεια : 10m
- Γωνία Κάλυψης : 110° οριζοντίως X 93° κατακορύφως

- Τάση Τροφοδοσίας : 8 έως 20 Vdc
- Κατανάλωση : 3.5mA σε ηρεμία, 10mA ενεργοποιημένο
- Έξοδος : Open Drain 1A, 20V max (γειωμένη σε ηρεμία)
- Αντίσταση εξόδου : 1KΩ, 2.7KΩ ή κατ' επιλογή.
- Εύρος παλμού ενεργοποίησης : ~ 2.5 sec
- Όρια ταχύτητας στόχου : 0.5 έως 1.5 m/Sec
- Ενδεικτικό Ενεργοποίησης : Κόκκινο
- Θερμοκρασία λειτουργίας : -20°C έως 60°C
- Διαστάσεις : Ο 80mm X 50mm
- Διάμετρος οπής τοποθέτησης : Ο 60mm
- Χρώμα : Λευκό, Γκρί

Ανιχνευτής Διαρροής Νερού

Ο ανιχνευτής διαρροής νερού, είναι ένα πολύ σημαντικό αισθητήριο, το οποίο μας προσφέρει προστασία από διάφορα αγώγιμα υγρά, τα οποία θα μπορούσαν να καταστρέψουν τον ηλεκτρικό και τον ηλεκτρονικό εξοπλισμό σε ένα κτίριο.



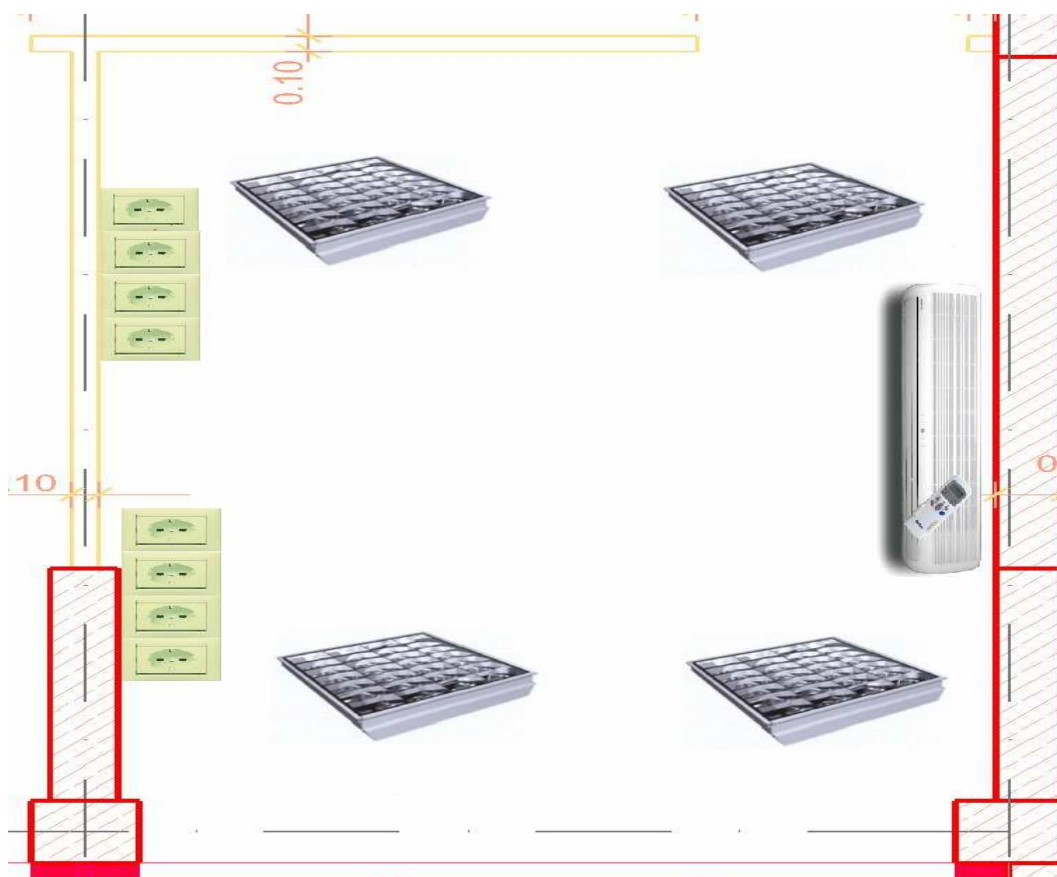
Σχήμα 22. Ανιχνευτής Διαρροής Νερού

Τεχνικά Χαρακτηριστικά :

- Εύκαμπτο αισθητήριο μήκους 20 cm.
- Διαστάσεις : 40mm X 45mm X 16mm (Π x Υ x Β)

5.2 Σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας

Σενάριο 1^ο



Στο πρώτο σενάριο υποθέτουμε ο χρήστης εισέρχεται σε ένα από τα γραφεία του νεόδμητου κτιρίου του ΤΕΙ και ενεργοποιεί τα φωτιστικά σώματα και τη συσκευή κλιματισμού του γραφείου. Το γραφείο εξοπλίζεται με τέσσερα φωτιστικά σώματα τα οποία έχουν λάμπες

φθορίου και καταναλώνουν 72 W το κάθε ένα. Η συσκευή κλιματισμού είναι 1.500 W (12.000 BTU).

Σε αυτό το σενάριο θα θεωρήσουμε ότι ο χρήστης του γραφείου φεύγοντας ξεχνά αναμμένο το κλιματιστικό και τα φωτιστικά σώματα. Ακόμα θεωρούμε ότι επιστρέφει στο γραφείο μετά από 4 ώρες, οπότε και τα απενεργοποιεί. Επιπλέον θεωρούμε ότι αυτό συμβαίνει 2 φορές την εβδομάδα, η αλλιώς 8 φορές στη διάρκεια ενός μηνά.

Η καταναλισκόμενη ενέργεια των φορτίων στη διάρκεια που θεωρήσαμε παραπάνω ως αβλεψία του χρήστη καθώς και η αντίστοιχη χρέωσή της, υπολογίζονται σύμφωνα με το τιμολόγιο της Δ.Ε.Η. ως εξής:

Συσκευή κλιματισμού:

$$4 \text{ h / ημέρα} * 1.500 \text{ W} = 6 \text{ kWh/ ημέρα}$$

$$6 \text{ kWh / ημέρα} * 8 \text{ ημέρες / μήνα} = 48 \text{ kWh/μήνα}$$

Φωτιστικά σώματα:

$$4 \text{ h / ημέρα} * (4 * 72) \text{ W} = 1,152 \text{ kWh/ ημέρα}$$

$$1,152 \text{ kWh / ημέρα} * 8 \text{ ημέρες / μήνα} = 9,216 \text{ kWh/μήνα}$$

Έτσι, τους 4 μήνες έχουμε συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια λόγω της αβλεψίας του χρήστη:

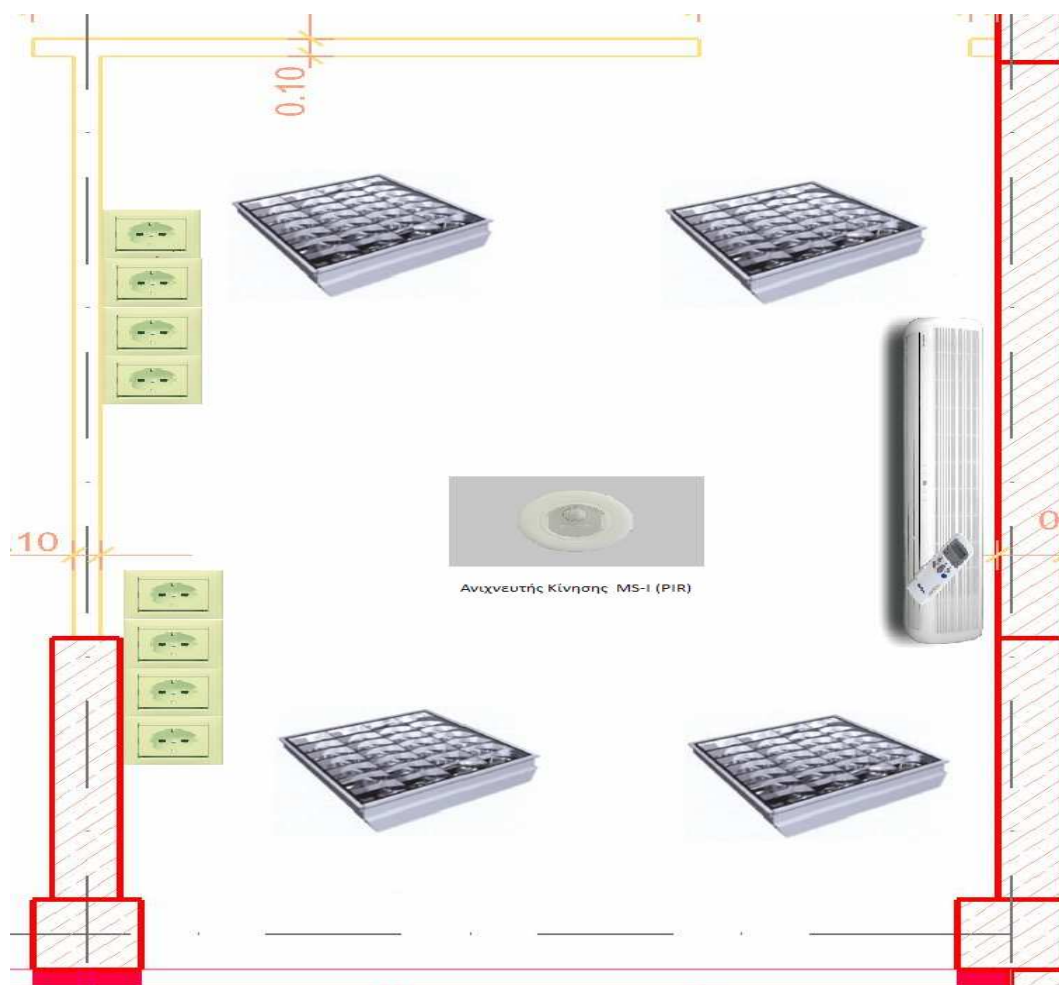
$$(48 + 9,216) \text{ kWh / μήνα} * 4 \text{ μήνες} = 228,864 \text{ kWh}$$

Η χρέωση της Δ.Ε.Η. γι' αυτές τις kWh είναι 0,06183 € / kWh. Επομένως, η συνολική χρέωση για τις 228,864 kWh είναι:

$$228,864 \text{ kWh} * 0,06183 \text{ € / kWh} = 14,15 \text{ €}$$

Προεκτείνοντας τα παραπάνω αποτελέσματα σε ετήσια βάση έχουμε μια ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια της τάξης των 685 kWh, που αντιστοιχεί σε ετήσια χρέωση 42,4 € λόγω της αβλεψίας του χρήστη.

Σενάριο 2^ο



Σύμφωνα με το σενάριο αυτό, τα φωτιστικά σώματα του γραφείου ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται με τη χρήση ενός ανιχνευτή κίνησης MS-I (PIR) ενώ η λειτουργία του κλιματιστικού θα γίνεται χειροκίνητα . Μετά την ανίχνευση παρουσίας στον χώρο, τα φωτιστικά σώματα θα ενεργοποιούνται ενώ όταν ο χρήστης φεύγει και ο ανιχνευτής δεν ανιχνεύει παρουσία θα απενεργοποιεί τα φωτιστικά σώματα μετά από 1'. Όπως και στο πρώτο σενάριο υποθέτουμε ότι ο χρήστης ξεχνά το κλιματιστικό αναμμένο για 4 ώρες καθώς επίσης και ότι αυτό συμβαίνει 2 φορές την εβδομάδα.

Η καταναλισκόμενη ενέργεια του κλιματιστικού στη διάρκεια που θεωρήσαμε παραπάνω ως αβλεψία του χρήστη καθώς και η αντίστοιχη χρέωσή της, υπολογίζονται σύμφωνα με το τιμολόγιο της Δ.Ε.Η. ως εξής:

Συσκευή κλιματισμού:

$$4 \text{ h / ημέρα} * 1.500 \text{ W} = 6 \text{ kWh/ ημέρα}$$

$$6 \text{ kWh / ημέρα} * 8 \text{ ημέρες / μήνα} = 48 \text{ kWh/μήνα}$$

Έτσι, τους 4 μήνες έχουμε συνολική καταναλισκόμενη ενέργεια λόγω της αβλεψίας του χρήστη:

$$48 \text{ kWh / μήνα} * 4 \text{ μήνες} = 192 \text{ kWh}$$

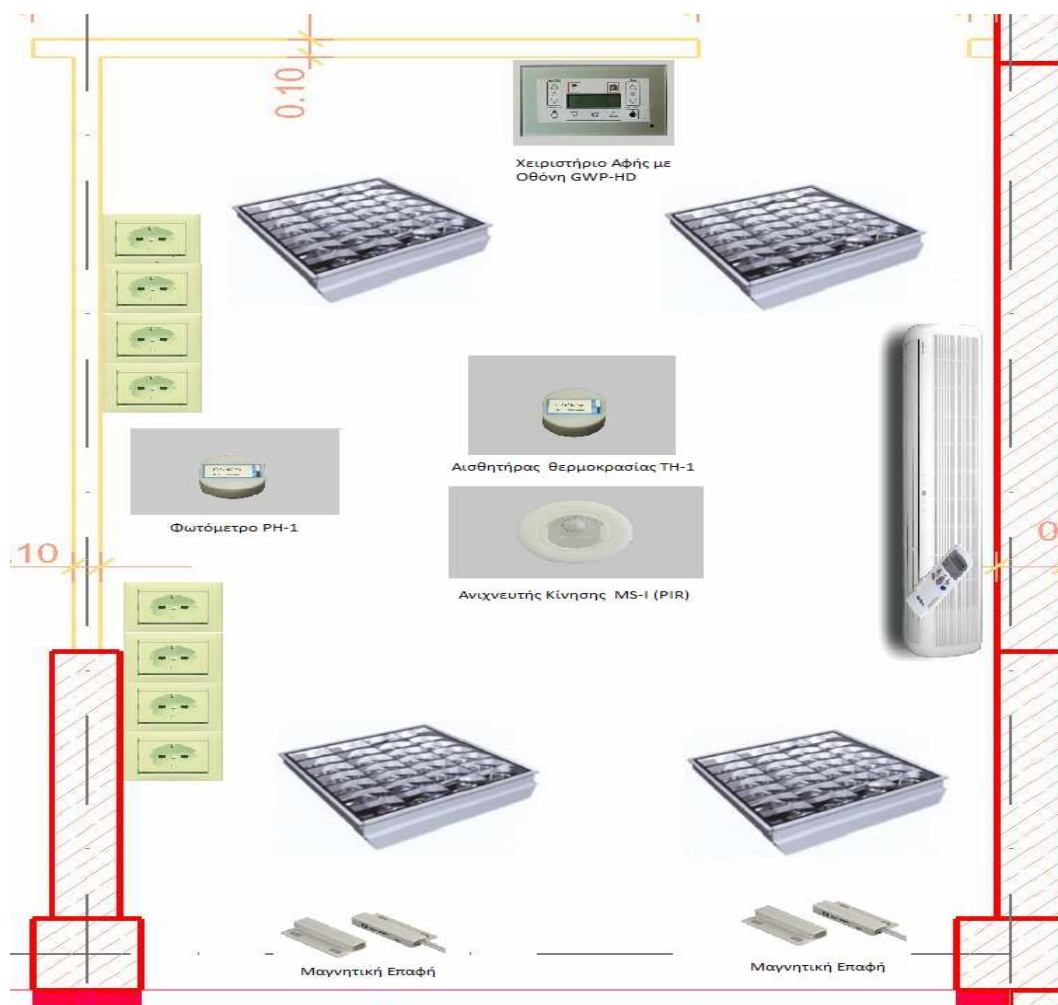
Η χρέωση της Δ.Ε.Η. γι' αυτές τις kWh είναι 0,06183 € / kWh. Επομένως, η συνολική χρέωση για τις 192 kWh είναι:

$$192 \text{ kWh} * 0,06183 \text{ € / kWh} = 11,87 \text{ €}$$

Προεκτείνοντας τα παραπάνω αποτελέσματα σε ετήσια βάση έχουμε μια ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια της τάξης των 576 kWh, που αντιστοιχεί σε ετήσια χρέωση 35,61 € λόγω της αβλεψίας του χρήστη να απενεργοποιήσει η συσκευή κλιματισμού.

Σε αυτό το σενάριο είδαμε ότι τα συστήματα BEMS προσφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας αλλά για να επιτευχτεί μεγίστη εξοικονόμηση ενέργειας θα πρέπει να γίνει σωστός προγραμματισμός των στοιχείων που το απαρτίζουν καθώς επίσης και να λάβουμε υπ' όψιν μας τις ανάγκες των χρηστών για άνεση και ευελιξία επέκτασης.

Σενάριο 3°



Σε αυτό το σενάριο θα προσπαθήσουμε να επιτύχουμε μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας χρησιμοποιώντας τα συστήματα αυτοματισμού που αναλύσαμε σε αυτό το κεφάλαιο. Έτσι εξοπλίζουμε το γραφείο με έναν ανιχνευτή κίνησης MS-I, έναν αισθητήρα θερμοκρασίας TH-1, ένα φωτόμετρο RH-1, δυο μαγνητικές επαφές και ένα χειριστήριο αφής GWP-HD. Ο ανιχνευτής κίνησης ενεργοποιείται μόλις ανιχνεύσει παρουσία στον χώρο ουσιαστικά είναι το όργανο το οποίο καθιστά το γραφείο λειτουργικό. Όταν λοιπόν ενεργοποιηθεί ο ανιχνευτής ενεργοποιείται το σύστημα κλιματισμού και ο φωτισμός του γραφείου. Αν ο ανιχνευτής κίνησης δεν ανιχνεύσει παρουσία στον χώρο μετά από 1' το σύστημα απενεργοποιεί το κλιματιστικό και θα σβήνει τα φωτά.

Μια ακόμα ρύθμιση που θα μπορούσαμε να κάνουμε στο σύστημα θα ήταν να συμπεριλάβουμε τις πρίζες στον προγραμματισμό του συστήματος. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσαμε να αποφύγουμε ξεχασμένες ενεργοποιημένες ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες θα λειτουργούσαν άσκοπα ενώ δεν βρισκόμαστε στο γραφείο μας. Ο ανιχνευτής φωτός χρησιμοποιείται για την σύζευξη με τον φυσικό φωτισμό για να εξασφαλίσει ότι η συνολική ποσότητα φυσικού και τεχνητού φωτισμού φτάνει πάντοτε τη στάθμη στην οποία έχει ρυθμιστεί το σύστημα. Η λύση αυτή εξοικονομεί ενέργεια γιατί κάθε φορά θα ενεργοποιούνται ακριβώς όσα φωτιστικά σώματα είναι απαραίτητα για την για την εξασφάλιση της επιθυμητής στάθμης φωτισμού στον χώρο. Εάν η απαιτούμενη στάθμη εξασφαλίζεται μόνο με φυσικό φώς τότε η ροή του τεχνητού συστήματος μηδενίζεται. Έρευνες έχουν δείξει πως η εφαρμογή κατάλληλων συστημάτων ελέγχου του φωτισμού μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση της ενέργειας που καταναλώνεται. Σε κτίρια γραφείων η κατανάλωση ενέργειας, στατιστικά, μπορεί να μειωθεί κατά 30% έως 50%. Με βάση τον παρακάτω πίνακα ρυθμίζουμε την στάθμη φωτισμού στα 500 Lux.

ΓΡΑΦΕΙΑ – ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

ΧΩΡΟΙ - ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	ΕΙΔΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	Συνιστώμενα Lux - (Ελάχιστα Lux)
Λογιστήριο – δακτυλογράφοι		1000 – (500)
Γραφεία γενικά		500 – (250)
Σχεδιαστήρια	(γενικός φωτισμός)	150
	(τοπικός φωτισμός)	1000 – (500)
Αίθουσες αναμονής		400 – (150)
Αίθουσες συνεδριάσεων		500 – (250)

Αξίζει να σημειωθεί ότι μπορούμε να μειώσουμε ακόμα περισσότερο την κατανάλωση ενέργειας κάνοντας dimming δηλαδή επεμβαίνοντας στην ένταση της φωτεινότητας του κάθε λαμπτήρα.



Ένας ακόμα καλύτερος τρόπος εξοικονόμησης ενέργειας είναι να αλλάξουμε τις λάμπες φθορίου με λάμπες led καθώς προσφέρουν την ίδια στάθμη φωτισμού με μικρότερη κατανάλωση. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας χρησιμοποιείται καθώς και οι μαγνητικές επαφές χρησιμοποιούνται για την αποφυγή της αλόγιστης χρήσης του συστήματος κλιματισμού. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας προγραμματίζεται στους 24 βαθμούς κελσίου για το καλοκαίρι και 21 βαθμούς κελσίου για το χειμώνα. Αυτό γίνεται για να μην μπορεί ο χρήστης να προγραμματίζει το κλιματιστικό σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες το καλοκαίρι και πολύ υψηλές τον χειμώνα και να κάνει πολύ μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Οι μαγνητικές επαφές χρησιμοποιούνται για να μην γίνεται χρήση του συστήματος κλιματισμού με ανοιχτά παράθυρα που έχει σαν αποτέλεσμα την κατανάλωση ενέργειας χωρίς λόγο. Το πληκτρολόγιο αφής με οθόνη χρησιμοποιείται για να πραγματοποιήσουμε ενέργειες οι οποίες υπό άλλες συνθήκες θα ήταν δύσκολο να πραγματοποιηθούν. Ένα απλό παράδειγμα είναι όταν ο χρήστης θα θέλει να σβήσει τα φώτα ολόκληρου του κτιρίου θα μπορεί να το κάνει με ένα απλό πάτημα ενός κουμπιού από το γραφείο του χωρίς να χρειαστεί να πάει σε κάθε γραφείο ξεχωριστά και να σβήσει το φως. Ακόμα θα μπορεί να ενημερωθεί για την κατάσταση του συστήματος από την οθόνη του πληκτρολογίου για οποιαδήποτε μεταβολή κατάστασης του συστήματος. Επίσης θα μπορεί οποιαδήποτε στιγμή να παρακάμψει τους διάφορους αισθητήρες στο γραφείο του έτσι ώστε να δημιουργήσει ένα πιο φιλικό περιβάλλον εργασίας.

Υποθέτουμε λοιπόν ότι ο χρήστης εισέρχεται στο γραφείο του το πρωί, και ενεργοποιείται ο ανιχνευτής κίνησης, το σύστημα παίρνει πληροφορίες από το φωτόμετρο, από τον αισθητήρα θερμοκρασίας και από τις μαγνητικές επαφές. Αν λοιπόν ο φυσικός φωτισμός του δωματίου είναι επαρκής δεν ενεργοποιούνται τα φωτιστικά σώματα αν δεν είναι επαρκής ενεργοποιούνται όσα φωτιστικά σώματα είναι απαραίτητα έτσι ώστε η στάθμη φωτός να φτάνει τα 500 lux. Αν για οποιοδήποτε λόγο ο χρήστης επιθυμεί να ανάψει ή να σβήσει τα φώτα τότε πατώντας το κατάλληλο κουμπί στο πληκτρολόγιο τα φώτα ανάβουν ή σβήνουν. Ταυτόχρονα το σύστημα παίρνει πληροφορίες από

τις μαγνητικές επαφές και τον αισθητήρα θερμοκρασίας. Αν η θερμοκρασία του χώρου ταυτίζεται με την θερμοκρασία που έχουμε ορίσει στο σύστημα τότε δεν λειτουργεί το κλιματιστικό. Αν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη ή υψηλότερη από αυτή που έχουμε ορίσει και οι μαγνητικές επαφές είναι κλειστές τότε ενεργοποιείται το κλιματιστικό και η περίοδος λειτουργίας του είναι ο χρόνος που χρειάζεται το κλιματιστικό για να φέρει τον χώρο στην κατάλληλη θερμοκρασία που του έχουμε ορίσει. Σε περίπτωση που ο χρήστης ανοίξει το παράθυρο τότε οι μαγνητικές επαφές είναι ανοιχτές, κατά συνέπεια το κλιματιστικό απενεργοποιείται και τίθεται ξανά σε λειτουργία όταν ο χρήστης κλείσει το παράθυρο.

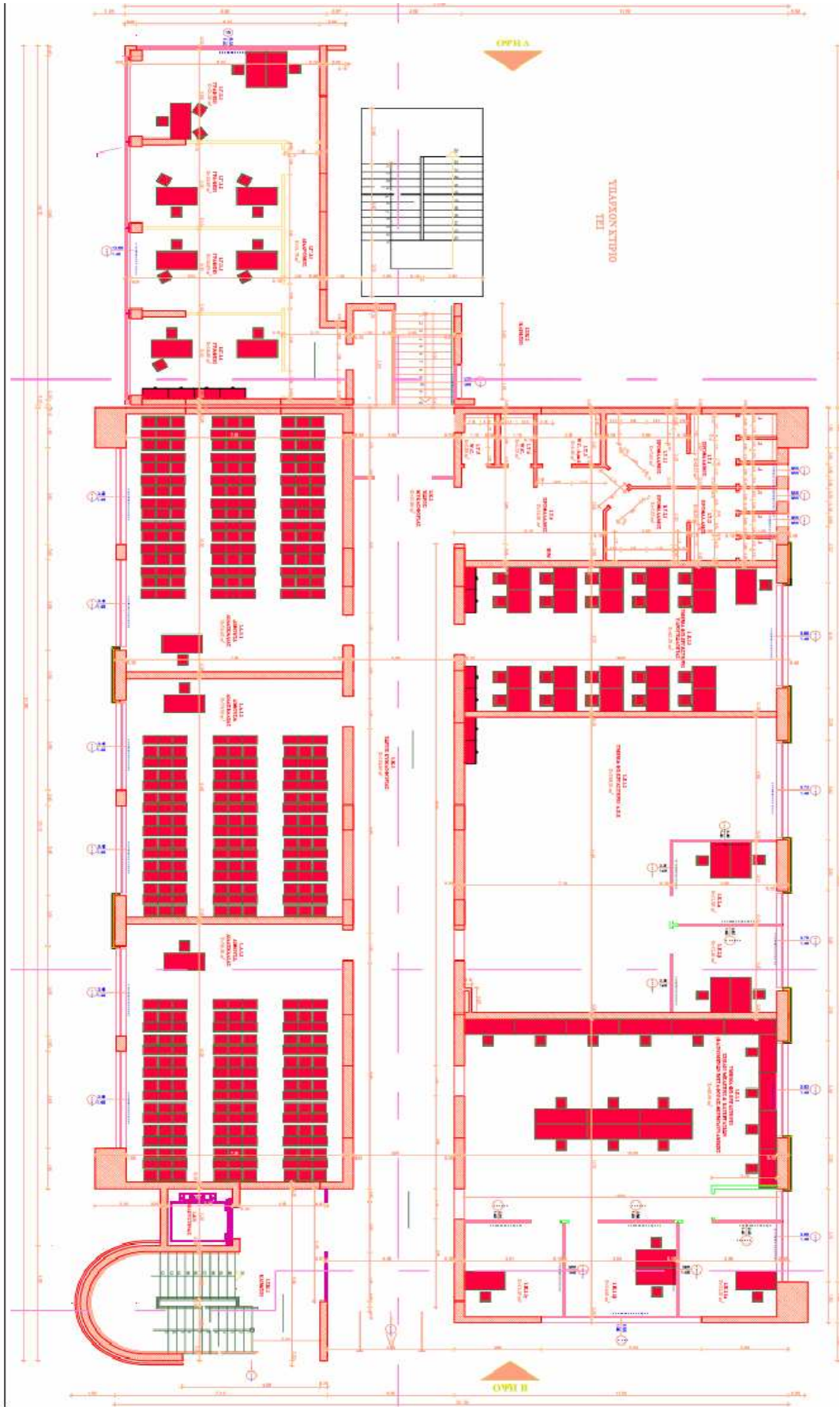
Σε αυτό το σενάριο είδαμε τα οφέλη που μας προσφέρουν τα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων. Παρατηρούμε ότι ο σωστός προγραμματισμός του συστήματος μηδενίζει το κόστος καταναλισκόμενης ενέργειας από την αβλεψία του χρήστη και προσφέρει σημαντικά στον στόχο μας που είναι η εξοικονόμηση ενέργειας. Επιπλέον, παρέχει τις διευκολύνσεις εκείνες που καθιστούν ένα κτίριο ικανό να «συμπεριφέρεται» ως «έξυπνο κτίριο» κάνοντας τη ζωή των χρηστών του ευκολότερη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

6.1 Μελέτη κτιριακών αυτοματισμών στο νεόδμητο κτίριο του ΤΕΙ Χανίων.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε πως μπορούμε να εξοπλίσουμε τους χώρους του κτιρίου έτσι ώστε να επιτύχουμε εξοικονόμηση ενέργειας στο μέγιστο βαθμό. Η τροπολογία είναι η ίδια με το τρίτο σενάριο του προηγούμενου κεφαλαίου με μόνη διαφορά ότι εδώ θα μελετήσουμε πως θα λειτουργήσει το σύστημα για να ολοκληρω όροφο. Η μελέτη θα γίνει για τον πρώτο όροφο του κτιρίου ο οποίος περιλαμβάνει εργαστήρια, αίθουσες διδασκαλίας, γραφεία καθηγητών και κοινόχρηστους χώρους. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφέρουμε ότι η λειτουργία του συστήματος δεν σημαίνει ότι δεν μπορεί να αλλάξει ή είναι δεσμευτικός, αντιθέτως μπορεί να επεκταθεί και να αναπρογραμματιστεί ανά πάσα στιγμή ανάλογα με τις ανάγκες του χρήστη καθώς τα συστήματα αυτοματισμών CAN bus είναι πολύ ευέλικτα.

Η εικόνα που ακολουθεί μας δείχνει την κάτοψη του πρώτου ορόφου του κτιρίου όπου συγκοινωνεί με τον πρώτο όροφο του υπάρχοντος κτιρίου. Κοιτάζοντας την εικόνα βλέπουμε την είσοδο από το παλιό κτίριο στο πάνω μέρος, από αριστερά τα γραφεία καθηγητών και τις τρεις αίθουσες διδασκαλίας και από αριστερά τις τουαλέτες και τα τρία εργαστήρια του τμήματος Φυσικών Πόρων. Το πρώτο από τα εργαστήρια είναι το εργαστήριο Υδρογεωλογίας, μετά το εργαστήριο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και στη συνέχεια το εργαστήριο Σχεδίου – Μελέτης και Κατεργασιών Φαινομένων Μεταφοράς Θερμοδυναμικής.



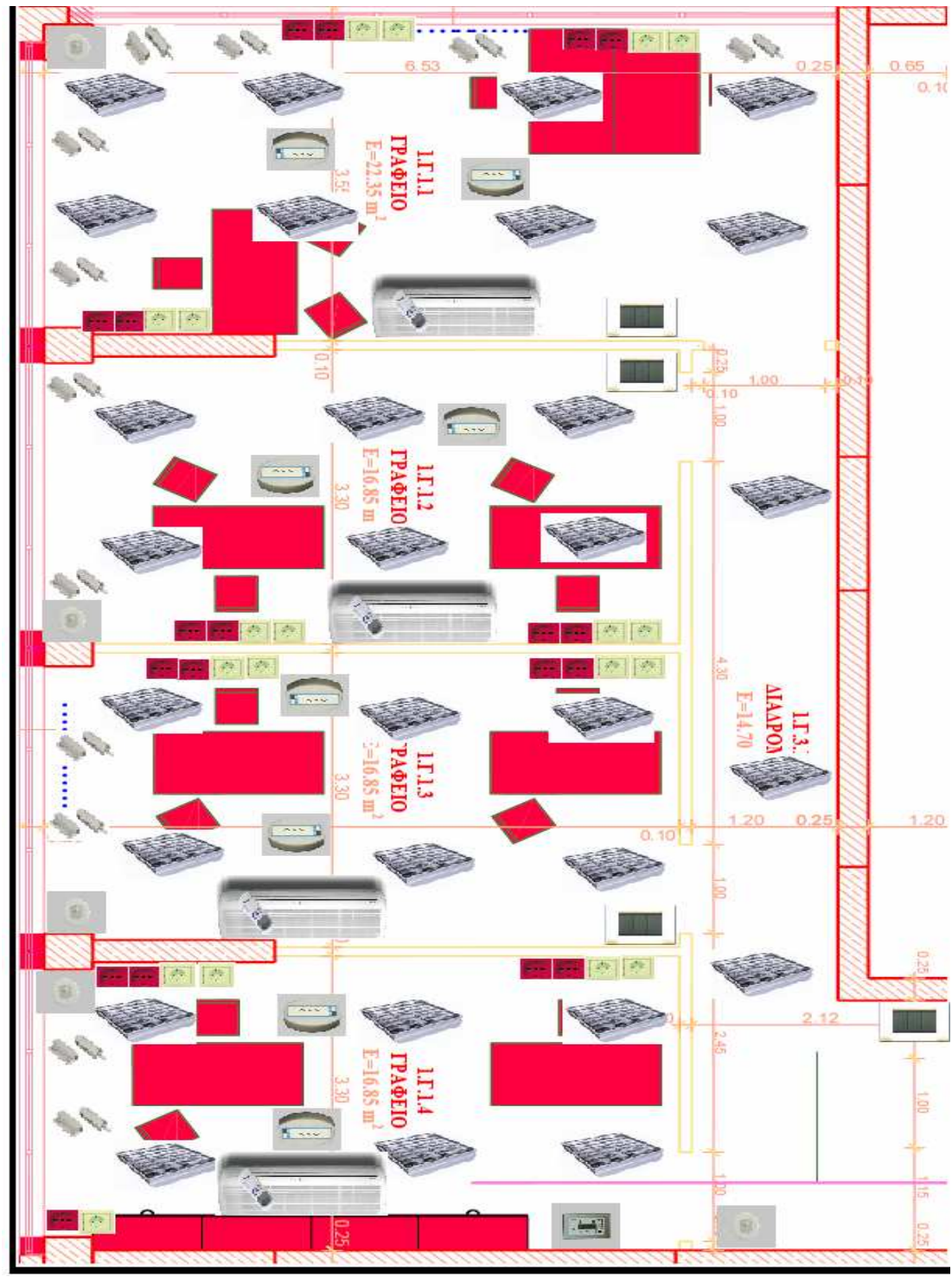
Γραφεία καθηγητών












Τα γραφεία καθηγητών είναι εξοπλισμένα με πρίζες Ups και πρίζες κανονικές. Οι πρίζες Ups κόκκινου χρώματος χρησιμεύουν για την παροχή ρεύματος σε υπολογιστές και διάφορα μηχανήματα τα οποία χρειάζονται συνεχή παροχή ρεύματος από το δίκτυο. Τα φωτιστικά σώματα είναι με λάμπες φθορίου, έξι σε κάθε γραφείο εκτός από το 1.Γ.1.1 το οποίο έχει οκτώ. Ο φωτισμός σε κάθε γραφείο είναι μιας ζώνης δηλαδή πατώντας τον διακόπτη ανάβουν ή σβήνουν όλα τα φωτιστικά σώματα. Επίσης το κάθε γραφείο έχει αυτόνομο σύστημα κλιματισμού.

Για να επιτύχουμε τον στόχο μας δηλαδή τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας πρέπει να εγκαταστήσουμε ένα σύστημα αυτοματισμού το οποίο θα το προγραμματίσουμε με τέτοιο τρόπο ώστε να μας βοηθήσει να φτάσουμε στον στόχο μας.

Εξοπλισμός που θα χρειαστούμε

Για κάθε γραφείο θα χρειαστούμε έναν ανιχνευτή κίνησης MS-I (PIR), έναν αισθητήρα θερμοκρασίας TH-1, ένα φωτόμετρο PH-1, ένα ζεύγος μαγνητικών επαφών για κάθε παράθυρο και ένα πληκτρολόγιο αφής με οθόνη GWP-HD το οποίο θα τοποθετηθεί στο γραφείο 1.Γ.1.4 το οποίο θεωρούμε ότι είναι το γραφείο του διευθυντή της σχολής. Στα υπόλοιπα γραφεία καθώς και στον διάδρομο τοποθετούμε μπουτόν αφού οι συμβατικοί διακόπτες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο σύστημα αυτοματισμού. Τοποθετούμε έναν ακόμα ανιχνευτή κίνησης στον διάδρομο για τον έλεγχο του φωτισμού από το σύστημα. Η τοποθέτηση του εξοπλισμού γίνεται στα σημεία που καταδεικνύει η παρακάτω εικόνα. Η χρησιμοποίηση των μπουτόν γίνεται διότι το όλο σύστημα πρέπει να το διαρρέει ένας δίαυλος επικοινωνίας χαμηλής τάσης για να λειτουργήσει. Επίσης τα μπουτόν χρησιμοποιούνται στη περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να παρακάμψει τους ανιχνευτές και να δημιουργήσει ένα πιο φιλικό περιβάλλον για τον ίδιο.



-  πρίζα Ups,  μαγνητικές επαφές,  μπουτόν,  πρίζα,  φωτιστικό σώμα
-  φθορίου,  πληκτρολόγιο αφής με οθόνη GWP-HD,  ανιχνευτής κίνησης MS-I (PIR),
-  συστήματα κλιματισμού,  αισθητήρας θερμοκρασίας TH-1,
-  φωτόμετρο PH-1

Τα φωτιστικά σώματα ρυθμίζονται από το φωτόμετρο έτσι ώστε μαζί η χωρίς τον φυσικό φωτισμό να έχουμε πάντα τη στάθμη των 500 lux. Η λειτουργία του κλιματιστικού καθορίζεται από τον αισθητήρα θερμοκρασίας ο οποίος έχει ρυθμιστεί στους 24°C για το καλοκαίρι και στους 22° C για τον χειμώνα. Οι μαγνητικές επαφές είναι υπεύθυνες για το κλείσιμο του συστήματος κλιματισμού όταν ο χρήστης ανοίξει το παράθυρο γιατί έτσι γίνεται άσκοπη κατανάλωση ενέργειας. Σε περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να ανάψει τα φώτα (χωρίς dimming) ή να τα σβήσει πατάει το μπουτόν που είναι υπεύθυνο για την ενεργοποίηση ή την απενεργοποίηση του φωτισμού και έτσι παρακάμπτει το σύστημα. Το σύστημα φωτισμού είναι μιας ζώνης δηλαδή με το πάτημα του μπουτόν είτε ενεργοποιούνται είτε απενεργοποιούνται όλα τα φωτιστικά σώματα. Επίσης σε περίπτωση που επιθυμεί να ανεβάσει ή να κατεβάσει την θερμοκρασία του χώρου πατάει το μπουτόν που είναι υπεύθυνο για την απενεργοποίηση του αισθητήρα θερμοκρασίας, με αυτόν τον τρόπο ρυθμίζει μόνος του την θερμοκρασία δωματίου από το κλιματιστικό. Ο ανιχνευτής κίνησης είναι το αισθητήριο όργανο του συστήματος Can bus το οποίο ουσιαστικά ενεργοποιεί και απενεργοποιεί όλα τα υπόλοιπα αισθητήρια. Δηλαδή αν δεν ενεργοποιηθεί ο αισθητήρας κίνησης δεν λειτουργεί ούτε το σύστημα κλιματισμού ούτε το σύστημα φωτισμού. Αυτό επιτυγχάνεται προγραμματίζοντας το σύστημα να ενεργοποιεί τα φώτα και το σύστημα κλιματισμού όταν είναι ενεργός ο αισθητήρας κίνησης. Σε περίπτωση που ο χρήστης φύγει από το γραφείο του και ο αισθητήρας κίνησης δεν ανιχνεύσει παρουσία στον χώρο, προγραμματίζουμε το σύστημα να διακόψει την παροχή ρεύματος στις κανονικές πρίζες και να απενεργοποιήσει το σύστημα φωτισμού και κλιματισμού με την πάροδο 1'λεπτου. Αν ο χρήστης επιστρέψει στον χώρο πριν την πάροδο του 1'λεπτου τότε το σύστημα επιτρέπει την λειτουργία των συσκευών κανονικά όπως πριν. Υπάρχει μια περίπτωση που ο χρήστης έχει ενεργοποιήσει τα φώτα από τα μπουτόν και στη συνέχεια φεύγει από το γραφείο τότε και πάλι ο ανιχνευτής κίνησης με την πάροδο του 1'λεπτου απενεργοποιεί τα φωτιστικά σώματα. Όσον αφορά το ηλεκτρολόγιο το οποίο είναι τοποθετημένο στο γραφείο 1.Γ.1.4 είναι για να παρέχει περισσότερες ευκολίες στον χρήστη αφού

έχει οθόνη. Ο χρήστης μπορεί ανά πάσα στιγμή να γνωρίζει ποιού ανιχνευτές κίνησης είναι ενεργοποιημένοι κατά συνέπεια σε ποιους χώρους τα φωτιστικά σώματα και τα κλιματιστικά είναι ενεργοποιημένα. Ακόμα μπορεί να παρέχει λειτουργιά dimming και αυξομείωση της θερμοκρασίας στον χρήστη. Επίσης επειδή έχει 15 προγραμματιζόμενα πλήκτρα ο χρήστης μπορεί να ελέγχει τα φωτιστικά σώμα και τον κλιματισμό όχι μόνο στον χώρο του αλλά σε ολόκληρο το κτίριο. Ένα ακόμα πλεονέκτημα του συγκεκριμένου πληκτρολογίου είναι ότι μπορεί να προγραμματιστεί έτσι ώστε να λειτουργεί με τηλεχειρισμό, πραγματοποιώντας όλες τις λειτουργίες του από απόσταση μέσω υπέρυθρων ακτίνων.

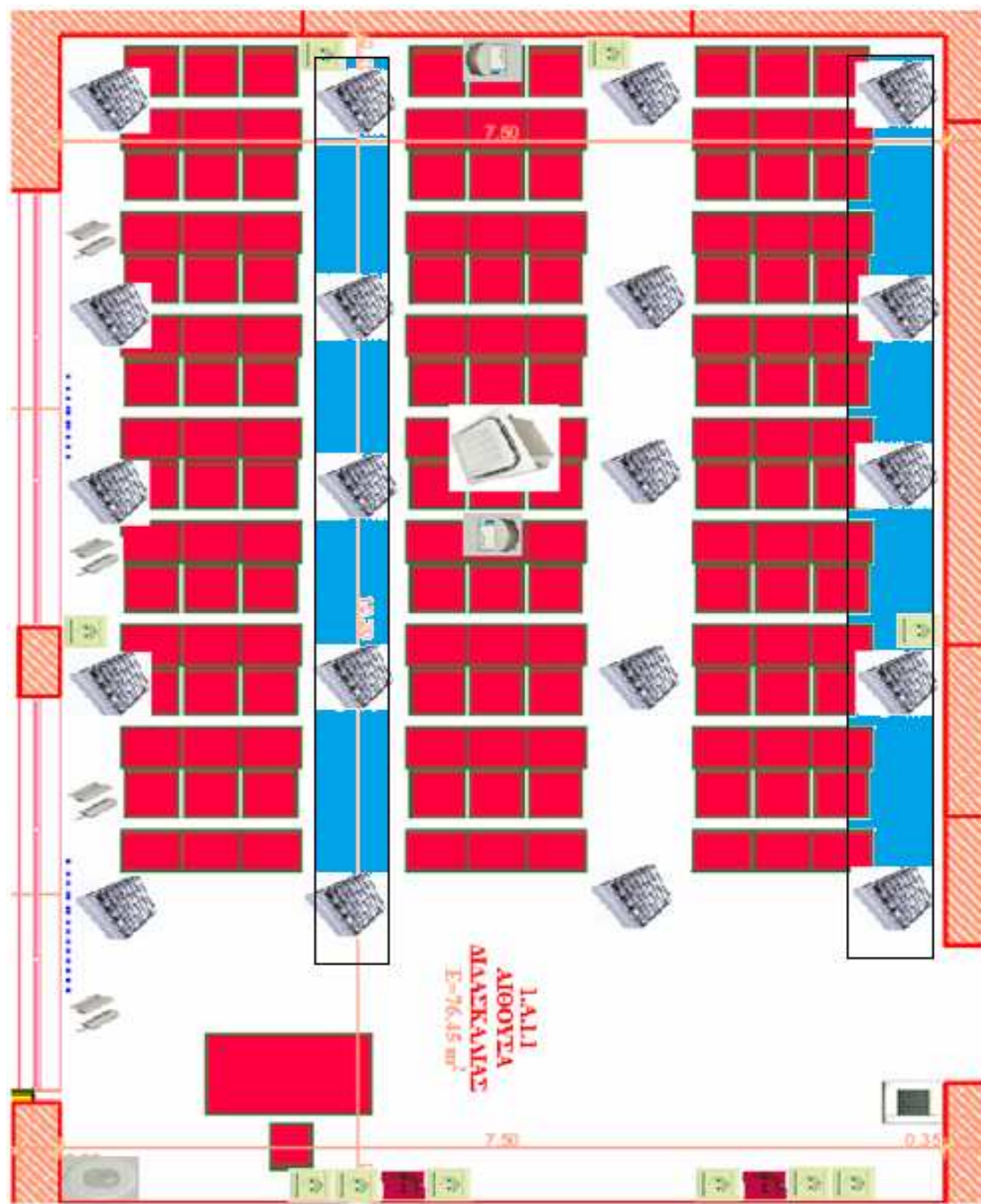
Αίθουσες διδασκαλίας

Οι αίθουσες διδασκαλίας εξοπλίζονται με πρίζες κανονικές και πρίζες Ups. Τα φωτιστικά σώματα είναι χωρισμένα σε 2 ζώνες όπως φαίνεται στο σχήμα και αποτελούνται από λάμπες φθορίου. Σε κάθε αίθουσα έχει τοποθετηθεί από ένα σύστημα κλιματισμού αυτόνομο. Στον όροφο που μελετάμε έχουμε τρεις αίθουσες διδασκαλίας οι οποίες είναι ίδιες, οπότε δεν χρειάζεται να μελετήσουμε κάθε αίθουσα ξεχωριστά. Η μελέτη για την αίθουσα που θα κάνουμε ισχύει και για τις υπόλοιπες δυο.

Εξοπλισμός που θα χρειαστούμε

Χρειαζόμαστε έναν ανιχνευτή κίνησης MS-I (PIR), έναν αισθητήρα θερμοκρασίας TH-1, ένα φωτόμετρο PH-1, ένα ζεύγος μαγνητικών επαφών για κάθε παράθυρο και τρία μπουτόν. Το σύστημα προγραμματίζεται* με τον ίδιο τρόπο όπως στα γραφεία καθηγητών και η μόνη αλλαγή που θα κάνουμε είναι η αλλαγή προγραμματισμού των μπουτόν. Επειδή ο φωτισμός είναι χωρισμένος σε 2 ζώνες, θα προγραμματίσουμε δυο μπουτόν να ενεργοποιούν και να απενεργοποιούν τις 2 ζώνες φωτισμού μη λαμβάνοντας υπόψη τον αισθητήρα φωτός. Αυτό γίνεται γιατί το σύστημα θα ελέγχει την στάθμη

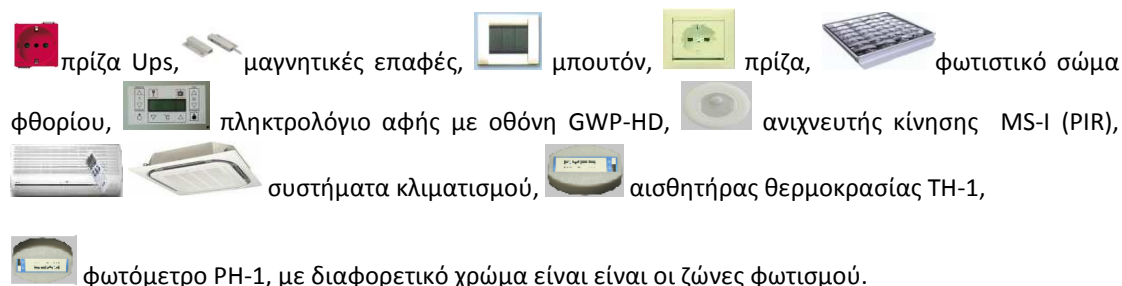
φωτισμού με λειτουργία dimming σε όλα τα φωτιστικά σώματα και όχι στη κάθε ζώνη ξεχωριστά. Έτσι ο χρήστης θα μπορεί να έχει ανάμεσα τα μισά φωτιστικά σώματα όταν υπάρχουν λίγα άτομα στην αίθουσα. Το τρίτο μπουτόν όπως και στα γραφεία θα είναι για τον αισθητήρα θερμοκρασίας και θα χρησιμοποιείται για την απενεργοποίησή του.



*Ο προγραμματισμός αυτός αποτελεί πρόταση και μπορεί να αλλάξει κατά την τοποθέτηση του συστήματος και με βάση τις ανάγκες του χρήστη.

Εργαστήριο υδρογεωλογίας

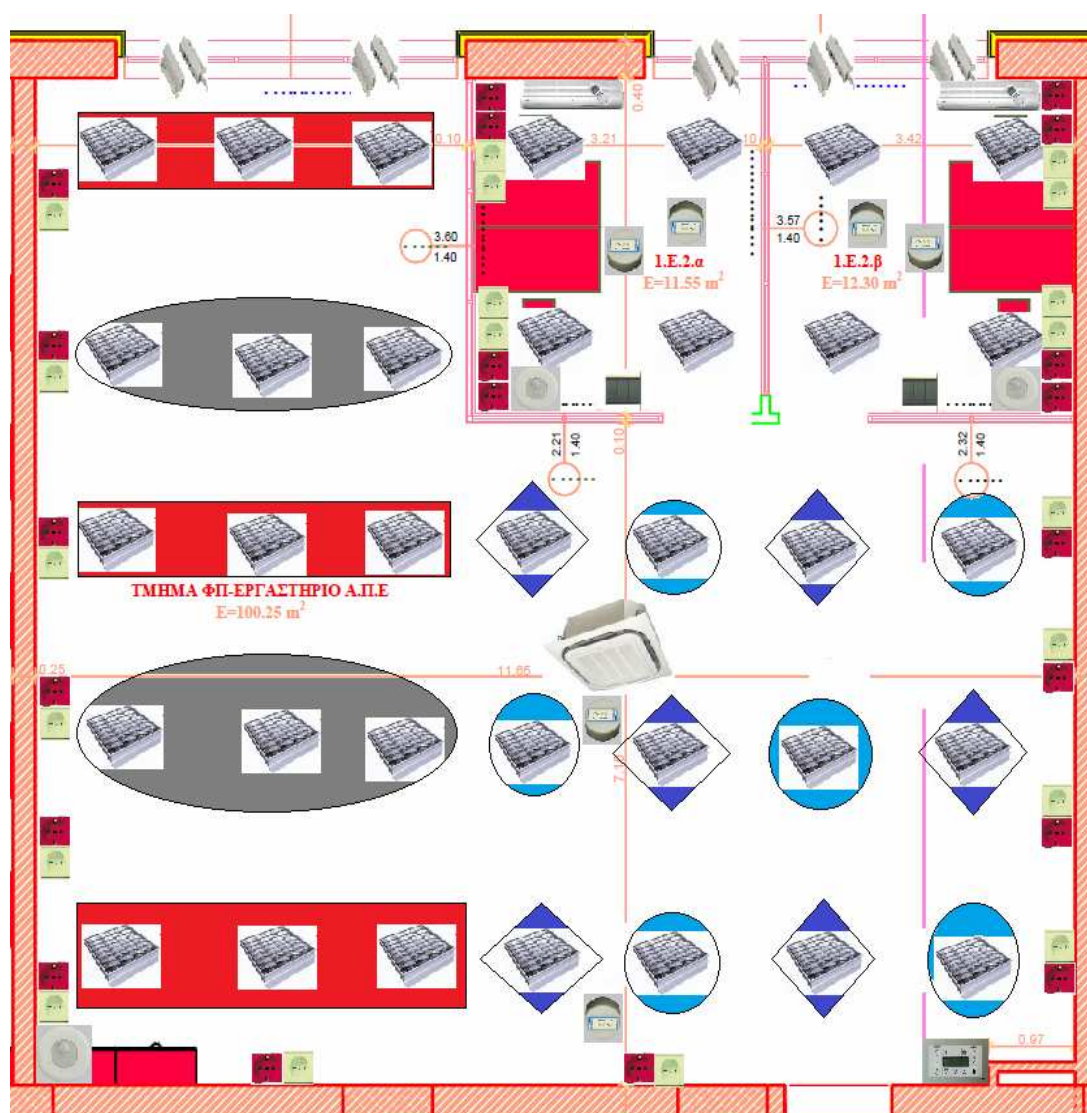
Το εργαστήριο αυτό είναι το πιο μικρό στον όροφο και εξοπλίζεται με πρίζες κανονικές και Ups, φωτιστικά σώματα με λάμπες φθορίου και αυτόνομο σύστημα κλιματισμού. Ο φωτισμός είναι χωρισμένος σε τέσσερις ζώνες όπως δείχνει το σχέδιο. Ο ανιχνευτής κίνησης μαζί με το φωτόμετρο είναι υπεύθυνος για τον φωτισμό. Ο προγραμματισμός του φωτόμετρου καθορίζεται στα 600 lux διότι είναι εργαστήριο και χρειαζόμαστε περισσότερο φωτισμό. Το σύστημα θα ελέγχει όλα τα φωτιστικά σώματα και δεν θα τα χωρίζει σε ζώνες με λειτουργία dimming. Το σύστημα κλιματισμού θα λειτουργεί στους 24°C το καλοκαίρι και 22°C το χειμώνα και δεν θα λειτουργεί με ανοιχτά παράθυρα. Ο χρήστης θα μπορεί με 4 μπουτόν να ενεργοποιεί το σύστημα φωτισμού με ζώνες όπως φαίνεται στο σχήμα και να το απενεργοποιεί ανάλογα τον αριθμό ατόμων και την κατανομή τους στην αίθουσα χωρίς τον αισθητήρα φωτός. Ένα ακόμα μπουτόν θα απενεργοποιεί τον αισθητήρα θερμοκρασίας. Ακόμα η παροχή ρεύματος στις πρίζες θα καθορίζεται από την ύπαρξη ή μη παρουσίας στον χώρο από τον ανιχνευτή κίνησης. Ο ανιχνευτής κίνησης θα σβήνει το σύστημα φωτισμού, το σύστημα κλιματισμού και θα σταματά την παροχή ρεύματος στις πρίζες μετά το πέρας 1' εάν δεν υπάρχει παρουσία στον χώρο.





Εργαστήριο Α.Π.Ε

Ο χώρος αυτός είναι παρόμοιος με τον προηγούμενο με μόνη διαφορά ότι υπάρχουν και δυο γραφεία καθηγητών μέσα στο εργαστήριο. Θα εξακολουθήσουμε την ίδια μεθοδολογία με κάποιες μικρές διαφοροποιήσεις. Στον κύριο χώρο θα εγκαταστήσουμε ένα πληκτρολόγιο από το οποίο ο χρήστης θα μπορεί να χειρίζεται τις τέσσερις διαφορετικές ζώνες φωτισμού χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο αισθητήρας φωτισμού. Ο χρήστης θα μπορεί να αυξομειώσει την θερμοκρασία του χώρου και την στάθμη του συστήματος φωτισμού προγραμματίζοντας το σύστημα εκείνη τη στιγμή από το πληκτρολόγιο. Η μόνη διαφορά της αίθουσας αυτής σε σχέση με την προηγούμενη είναι ότι έχει και δυο γραφεία τα οποία προγραμματίζονται όπως τα υπόλοιπα γραφεία καθηγητών.



Εργαστήριο Σχεδίου Μελέτης & Κατεργασιών

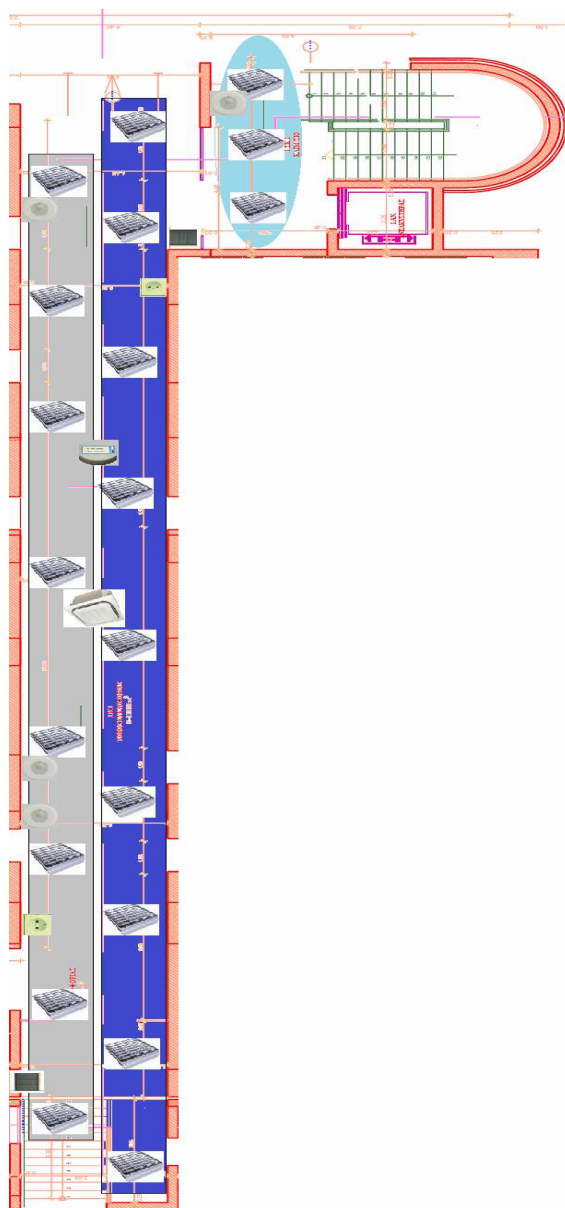
Ο προγραμματισμός είναι ο ίδιος με το προηγούμενο εργαστήριο, η μόνη διαφορά στον χώρο είναι ότι υπάρχει άλλο ένα γραφείο το οποίο προγραμματίζεται όπως και τα προηγούμενα γραφεία.



Διάδρομος Α' ορόφου

Στο διάδρομο του πρώτου ορόφου τοποθετούμε τρεις ανιχνευτές κίνησης οι οποίοι ρυθμίζουν το φωτισμό, όταν ανιχνεύσουν παρουσία στον χώρο ενεργοποιούν αμέσως μια από τις δυο ζώνες φωτισμού του διαδρόμου. Ο φωτισμός θα λειτουργεί μετά τις 19:30 το καλοκαίρι, από τις 18:00 το χειμώνα. Ο συγκεκριμένος προγραμματισμός γίνεται για

δείξουμε τις δυνατότητες του συστήματος και μπορεί να αλλάξει ανάλογα με τις ανάγκες φωτισμού του χώρου. Ο αισθητήρας κίνησης στον ανελκυστήρα θα ενεργοποιεί τα φωτιστικά σώματα μόνο σε εκείνον τον χώρο. Οι ανιχνευτές κίνησης θα απενεργοποιούν τον φωτισμό αν δεν υπάρχει παρουσία στον χώρο μετά το πέρας 5'. Επίσης θα απενεργοποιούν το σύστημα κλιματισμού μετά τις 21:00. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας ρυθμίζεται στους 24°C το καλοκαίρι και στους 22 °C το χειμώνα. Στις άκρες του διαδρόμου υπάρχουν μπουτόν για την ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση της μιας ή της άλλης ζώνης ή ακόμα και των δυο μαζί.



6.2 Η λειτουργία του συστήματος

Στην προηγούμενη ενότητα είδαμε τι εξοπλισμό θα χρησιμοποιήσουμε έτσι ώστε το κτίριο να καταναλώνει τη λιγότερη δυνατή ενέργεια που απαιτείται. Σε αυτή την ενότητα θα δούμε τη λειτουργία ολόκληρου του συστήματος στον Α' όροφο.



Ο χρήστης εισέρχεται στον πρώτο όροφο από τις σκάλες όπως φαίνεται στο σχήμα. Οι ανιχνευτές κίνησης οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την ενεργοποίηση του φωτισμού, ενεργοποιούνται αλλά δεν ανάβουν τα φώτα διότι είναι προγραμματισμένοι να ενεργοποιούν το σύστημα

φωτισμού συγκεκριμένες ώρες. Σε αυτόν τον χώρο έχουμε τοποθετήσει 3 μπουτόν. Τα δύο ενεργοποιούν και απενεργοποιούν τις 2 ζώνες του συστήματος φωτισμού και το τρίτο και τις 2 ζώνες μαζί. Όταν ο χρήστης απομακρυνθεί από αυτόν τον χώρο, τότε ο φωτισμός απενεργοποιείται μετά από 1'. Στη συνέχεια ο χρήστης κατευθύνεται στο διάδρομο που υπάρχει στα γραφεία καθηγητών όπου ο φυσικός φωτισμός είναι ελάχιστος. Στον διάδρομο υπάρχει ανιχνευτής κίνησης και φωτόμετρο. Ο φωτισμός ενεργοποιείται μόνο όταν το φωτόμετρο έχει μέτρηση κάτω από 100 lux και με την λειτουργία dimming παρέχεται στο χώρο φωτισμός της τάξης των 100 lux. Αν για οποιοδήποτε λόγο θέλουμε να ανάψουμε ή να σβήσουμε τα φώτα στους διαδρόμους, αυτό γίνεται από μπουτόν που έχουμε τοποθετήσει. Στη συνέχεια ο χρήστης κατευθύνεται στο γραφείο του διευθυντή της σχολής. Μόλις εισέρθει στον χώρο, ενεργοποιείται ο ανιχνευτής κίνησης. Αν η θερμοκρασία του δωματίου είναι πάνω από 24 °C το καλοκαίρι και κάτω από 22 °C το χειμώνα, ενεργοποιείται το κλιματιστικό. Παράλληλα ενεργοποιούνται και οι πρίζες του γραφείου. Ο φωτισμός ενεργοποιείται με λειτουργία dimming και σε συνδυασμό με το φωτόμετρο παρέχεται φωτισμός της τάξης των 500 lux. Αν ο χρήστης ανοίξει το παράθυρο τότε απενεργοποιείται το σύστημα κλιματισμού για εξοικονόμηση ενέργειας. Το γραφείο αυτό είναι εξοπλισμένο με πληκτρολόγιο για ευκολία του χρήστη, έτσι ανά πάσα στιγμή έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τη στάθμη φωτισμού και τη θερμοκρασία του χώρου. Το πληκτρολόγιο διαθέτει οθόνη όπου εμφανίζει διάφορες πληροφορίες του συστήματος όπως, ποιοι ανιχνευτές είναι ενεργοποιημένοι σε όλο τον όροφο. Με αυτόν τον τρόπο γνωρίζουμε σε ποια γραφεία υπάρχουν άνθρωποι στον χώρο. Σε αυτό το σημείο αναφέρουμε ότι οι ανιχνευτές κίνησης απενεργοποιούν το σύστημα φωτισμού, κλιματισμού και τις κανονικές πρίζες, με την πάροδο 1' όταν δεν υπάρχει παρουσία στον χώρο. Έπειτα ο χρήστης κατευθύνεται σε ένα από τα υπόλοιπα 3 γραφεία τα οποία διαθέτουν τον ίδιο προγραμματισμό με το γραφείο του διευθυντή, με τη διαφορά ότι δεν διαθέτουν πληκτρολόγιο. Γι αυτό το λόγο έχουμε τοποθετήσει μπουτόν τα οποία χρησιμοποιούνται για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του φωτισμού χωρίς λειτουργία dimming και άλλο ένα μπουτόν για την απενεργοποίηση του αισθητήρα

θερμοκρασίας. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης έχει την δυνατότητα για να αυξομειώνει τη θερμοκρασία από το χειριστήριο του κλιματιστικού. Εν συνεχεία ο χρήστης κατευθύνεται στο εργαστήριο υδρογεωλογίας όπου το σύστημα φωτισμού το έχουμε χωρίσει σε 5 ζώνες. Το σύστημα ανιχνεύει τον χρήστη και ενεργοποιεί τον κλιματισμό, το φωτισμό και τις πρίζες σε συνδυασμό με τον ανιχνευτή κίνησης, το φωτόμετρο και τον αισθητήρα θερμοκρασίας. Ο φωτισμός ενεργοποιείται με λειτουργία dimming αν η στάθμη φωτισμού είναι κάτω από 500 lux. Το σύστημα κλιματισμού ενεργοποιείται αν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη ή υψηλότερη από τη στάθμη που έχουμε ορίσει στον ανιχνευτή θερμοκρασίας. Επίσης οι μαγνητικές επαφές απενεργοποιούν το σύστημα κλιματισμού όταν ο χρήστης ανοίξει το παράθυρο. Τα μπουτόν είναι υπεύθυνα για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των 5 ζωνών φωτισμού. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης ενεργοποιεί όποια ζώνη επιθυμεί ανάλογα με τον αριθμό των φοιτητών στην αίθουσα. Επιπλέον έχουμε τοποθετήσει άλλο ένα μπουτόν για την απενεργοποίηση του αισθητήρα θερμοκρασίας, έτσι ώστε ο χρήστης να έχει την δυνατότητα να αυξομειώνει την θερμοκρασία του χώρου από το χειριστήριο του κλιματιστικού. Ο χρήστης απομακρύνεται από το εργαστήριο και κατευθύνεται στην αίθουσα διδασκαλίας απέναντι. Με την πάροδο 1', ο φωτισμός, ο κλιματισμός και οι πρίζες απενεργοποιούνται. Στο διάδρομο ενεργοποιείται ο ανιχνευτής κίνησης. Εάν η ώρα έχει περάσει τις 17.30 το καλοκαίρι και τις 18.00 τον χειμώνα, ενεργοποιείται ο φωτισμός με το φωτόμετρο να ρυθμίζει την στάθμη του στα 100 lux με λειτουργία dimming. Ο φωτισμός του διαδρόμου απενεργοποιείται και αυτός όπως τις προηγούμενες περιπτώσεις με την πάροδο 1'. Ο χρήστης εισέρχεται στην αίθουσα και ενεργοποιείται ο φωτισμός, ο κλιματισμός και οι πρίζες. Αντίστοιχα ο προγραμματισμός είναι ίδιος με το εργαστήριο Υδρογεωλογίας με μόνη διαφορά ότι εδώ έχουμε δύο ζώνες φωτισμού. Για αυτό τον λόγο τοποθετούμε 2 μπουτόν για τις ζώνες και ένα για τον αισθητήρα θερμοκρασίας. Και οι τρεις αίθουσες διδασκαλίας είναι προγραμματισμένες με τον ίδιο τρόπο. Ο χρήστης εξέρχεται από την αίθουσα διδασκαλίας και κατευθύνεται στο εργαστήριο Α.Π.Ε. Το εργαστήριο έχει τέσσερις ζώνες φωτισμού οι οποίες ενεργοποιούνται

και απενεργοποιούνται από το πληκτρολόγιο ανεξάρτητα. Το φωτόμετρο σε συνεργασία με τον ανιχνευτή κίνησης, είναι υπεύθυνο για την ενεργοποίηση όλων των ζωνών φωτισμού με λειτουργία dimming στάθμης 500lux. Το σύστημα κλιματισμού ενεργοποιείται όταν η θερμοκρασία δεν είναι στο επιθυμητό όριο και απενεργοποιείται μαζί με τα υπόλοιπα συστήματα όταν ο χρήστης εξέλθει του χώρου. Αν για οποιοδήποτε λόγο ο χρήστης θελήσει να ανοίξει το παράθυρο και παράλληλα είναι ενεργοποιημένος ο κλιματισμός, τότε το σύστημα τον απενεργοποιεί. Στα γραφεία του εργαστηρίου προγραμματίζουμε το σύστημα με τον ίδιο τρόπο, όπως στα υπόλοιπα γραφεία. Το πληκτρολόγιο μπορεί να ρυθμίζει την θερμοκρασία και την στάθμη φωτισμού καθώς και τις τέσσερις ζώνες ξεχωριστά, ενώ παράλληλα ο χρήστης μπορεί να λαμβάνει πληροφορίες από τους αισθητήρες στο υπόλοιπο κτίριο. Ακόμα μπορούμε να το προγραμματίσουμε να ενεργοποιεί και να απενεργοποιεί ταυτόχρονα, μεμονωμένα κάθε αίθουσα ή ολόκληρο τον όροφο. Μία ακόμα λειτουργία του πληκτρολογίου που δεν έχουμε αναφέρει είναι ο τηλεχειρισμός. Ο χρήστης μπορεί να ελέγξει τις λειτουργίες του πληκτρολογίου από το χειριστήριο της τηλεόρασης αφού εξοπλίζεται με θύρα υπερέθρων. Κατευθυνόμενος στο επόμενο εργαστήριο περνάει από τον διάδρομο όπου το σύστημα λειτουργεί όπως το περιγράψαμε και εισέρχεται στο χώρο. Οι αισθητήρες οι οποίοι υπάρχουν στο εργαστήριο προγραμματίζονται όπως στο εργαστήριο των Α.Π.Ε. με μόνη διαφορά ότι υπάρχει άλλο ένα γραφείο όπου τοποθετούμε τον ίδιο εξοπλισμό με τα υπόλοιπα γραφεία. Το πληκτρολόγιο είναι προγραμματισμένο για την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των τεσσάρων ζωνών φωτισμού ξεχωριστά καθώς και ολόκληρου του φωτισμού του χώρου. Επίσης επειδή έχει 15 πλήρως προγραμματιζόμενα πλήκτρα μπορούμε να το προγραμματίσουμε όπως επιθυμούμε εμείς. Ο χρήστης αυξομειώνει τις στάθμες θερμοκρασίας και φωτισμού από το πληκτρολόγιο. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας και το φωτόμετρο ρυθμίζονται στους 22°C και 24°C (χειμώνα, καλοκαίρι αντίστοιχα) και στάθμης 500 lux. Οι μαγνητικές επαφές συνδέονται στο σύστημα για να απενεργοποιείται ο κλιματισμός όταν ο χρήστης ανοίξει το παράθυρο. Κατόπιν, ο χρήστης εξέρχεται από το εργαστήριο και κατευθύνεται προς τον ανελκυστήρα.

Στον διάδρομο υπάρχουν οι ανιχνευτές κίνησης που αναφέρθηκαν παραπάνω όπου εάν η στάθμη του φωτισμού είναι κάτω από 500 lux ενεργοποιούνται τα φωτιστικά σώματα. Στο χώρο που βρίσκεται ο ανελκυστήρας υπάρχει ανιχνευτής κίνησης ο οποίος ενεργοποιεί το φωτισμό εάν η στάθμη φωτισμού είναι κάτω από 100 lux. Από εκεί ο χρήστης εξέρχεται του Α' ορόφου. Όταν δεν υπάρχει παρουσία στον όροφο τα συστήματα κλιματισμού, φωτισμού και οι πρίζες δεν λειτουργούν. Στον αντίποδα το σύστημα δεν απενεργοποιεί τις πρίζες Ups διότι στις πρίζες αυτές πρέπει να υπάρχει παροχή ρεύματος όλο το 24ωρο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το σύστημα διατηρεί τον προγραμματισμό του σε περίπτωση διακοπής ρεύματος, αφού συνδέεται με μπαταρία. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό του συστήματος αυτοματισμού CANbus το οποίο δεν έχουμε αναφέρει είναι ο χειρισμός από κινητό. Με την προσθήκη μονάδας GSM ο χρήστης μπορεί να δίνει εντολές από το κινητό του στο σύστημα με την αποστολή ενός απλού sms. Προγραμματίζουμε την μονάδα GSM να λαμβάνει μηνύματα από συγκεκριμένους αριθμούς και να τα μεταφράζει σε εντολές συστήματος. Έτσι ο χρήστης μπορεί να δίνει εντολές στο σύστημα όπως ενεργοποίηση – απενεργοποίηση φωτισμού, κλιματιστικού και πριζών. Για παράδειγμα με την αποστολή του μηνύματος «ALL LIGHTS ON» το σύστημα ενεργοποιεί όλα τα φωτιστικά σώματα και τα απενεργοποιεί με την εντολή «ALL LIGHTS OFF». Οι λέξεις ελέγχου δεν είναι συγκεκριμένες αλλά όποιες επιθυμεί ο χρήστης και με τον κατάλληλο προγραμματισμό το σύστημα εκτελεί τις εντολές του χρήστη χωρίς να είναι απαραίτητη η φυσική του παρουσία στον χώρο. Ένα ακόμα πλεονέκτημα της μονάδας GSM είναι ότι μπορεί να ειδοποιεί τον χρήστη για οποιαδήποτε μεταβολή της κατάστασης του συστήματος. Δηλαδή όταν ενεργοποιηθεί ένας ανιχνευτής κίνησης η μονάδα GSM στέλνει μήνυμα στον χρήστη και το ειδοποιεί ότι ενεργοποιήθηκε ο ανιχνευτής κίνησης στο διάδρομο του πρώτου ορόφου. Με αυτόν τον τρόπο η ενημέρωση είναι άμεση και ο χρήστης γνωρίζει κάθε στιγμή την κατάσταση του συστήματος.

Τα Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων, είναι συστήματα τα οποία επιτρέπουν στον χρήστη να παρακολουθεί και να ρυθμίζει την

λειτουργία όλων των συστημάτων που υπάρχουν σε ένα κτίριο ηλεκτρικών και ηλεκτρομηχανολογικών. Λαμβάνοντας ως δεδομένο ότι έχουν εφαρμοστεί όλες οι μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας κατά το σχεδιασμό του κτηρίου, με την εγκατάσταση Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων επιτυγχάνουμε τη βέλτιστη ρύθμιση και συνεργασία ενός συνόλου παραμέτρων που σε αντίθετη περίπτωση θα μας κόστιζαν χρήματα από άσκοπη κατανάλωση ενέργειας. Η εγκατάσταση ενός συστήματος κτιριακού αυτοματισμού όπως είναι το CAN bus, σε κάποιο κτίριο, προσφέρει σημαντικά στο στόχο της εξοικονόμησης ενέργειας. Επιπλέον, παρέχει τις διευκολύνσεις εκείνες που καθιστούν ένα κτίριο ικανό να «συμπεριφέρεται» ως «έξυπνο κτίριο» κάνοντας τη ζωή των χρηστών του ευκολότερη. Η εφαρμογή Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων μπορεί να μειώσει έως 45% την κατανάλωση ενέργειας σε ένα κτίριο και ο συνδυασμός τους με περαιτέρω πράσινες δράσεις είναι ικανός να δημιουργήσει τις βάσεις για την δημιουργία ενός "πράσινου" κτιρίου.

6.3 Οικονομική μελέτη

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το πλήρες κοστολόγιο του εξοπλισμού που απαιτείται για την μετατροπή του Α' ορόφου του νεόδμητου κτιρίου του Τ.Ε.Ι. Χανίων σε «έξυπνο κτίριο», με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας. Για την υλοποίηση της μελέτης υπολογίσαμε ότι απαιτούνται 51 είσοδοι για αισθητήρια όργανα του συστήματος και 58 εξόδοι για τον έλεγχο του συστήματος κλιματισμού, των φωτιστικών σωμάτων και των πριζών. Στο σημείο αυτό αναφέρουμε ότι ο ελεγκτής Ελεγκτής πίνακα Rc-8R έχει 12 εισόδους για αισθητήρια όργανα και 8 εξόδους ελέγχου. Η μονάδα Relays WR-420 η οποία τοποθετείται μαζί με κάθε πληκτρολόγιο μας προσφέρει ακόμα 4 εξόδους ελέγχου. Επίσης η συγκεκριμένη μονάδα μπορεί να τοποθετηθεί και χωρίς πληκτρολόγιο για μείωση του κόστους.

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται αναλυτικά η ποσότητα και το κόστος της κάθε μονάδας που χρησιμοποιήσαμε για την μελέτη μας.

Βλέπουμε ότι το κόστος για την αναβάθμιση του κτιρίου και πιο συγκεκριμένα για έναν όροφο είναι αρκετά υψηλό, αυτό όμως δεν πρέπει να μας αποτρέπει από την υλοποίηση του έργου αυτού. Ας μην ξεχνάμε ότι το όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας είναι αρκετά μεγάλο. Όπως αναφέραμε σε προηγούμενο κεφάλαιο ο χρήστης μπορεί

Είδος	Ποσότητα	Τιμή μονάδας σε €	Σύνολο
Μαγνητικές επαφές	27	7	189
Ανιχνευτής κίνησης MS-I (PIR)	19	100	1900
Φωτόμετρο PH-1	14	30	406
Πληκτρολόγιο αφής με οθόνη GWP-HD	3	300	900
Αισθητήρας θερμοκρασίας TH-1	14	30	406
Ελεγκτής πίνακα Rc-8R	3	425	1275
Καλώδιο LIYCY	600m	7 €/m	4200
Μονάδα Relays WR-420	9	100	900
Μπουτόν	48	4	192
Σύνολο			10368 €

να εξοικονομήσει περίπου 45 € τον χρόνο εγκαθιστώντας ένα Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης σε ένα μονό γραφείο. Αν λάβουμε υπόψη μας τις αίθουσες διδασκαλίας, τα εργαστήρια, τους κοινόχρηστους χώρους καθώς και τα υπόλοιπα γραφεία τότε τα χρήματα που εξοικονομούμε είναι αρκετά. Το κόστος εγκατάστασης ενός συστήματος BEMS αποσβένεται συνήθως σε 2 με 4 χρόνια, συγκριτικά με τις απώλειες ενέργειας που θα υπήρχαν στο κτήριο σ' αυτήν την περίοδο.

Συμπεράσματα

Η εγκατάσταση συστημάτων ενεργειακού ελέγχου των κτιρίων είναι ένα σημαντικό βήμα προς την κατεύθυνση της ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας. Η προμήθεια και εγκατάσταση ενός συστήματος BEMS δεν μπορεί αφ' εαυτής, να εξασφαλίσει την βέλτιστη λειτουργία του κτιρίου. Το σύστημα BEMS πρέπει να σχεδιαστεί με ενεργειακά κριτήρια και την εγκατάσταση του θα πρέπει να ακολουθήσει η καταγραφή και παρακολούθηση των παραμέτρων λειτουργίας των κτιριακών εγκαταστάσεων. Με βάση τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων, ανά χρονικά διαστήματα, θα πρέπει να αναληφθούν πρωτοβουλίες και να γίνονται επεμβάσεις για την επίτευξη ρεαλιστικών στόχων μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης.

Μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η περίπτωση των Συστημάτων Κτιριακού Αυτοματισμού παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον και αξίζει της προσοχής. Κρίνεται σκόπιμο η Ευρωπαϊκή Ένωση να συμπεριλάβει σε επόμενες οδηγίες της, που αφορούν στην ενεργειακή στρατηγική που θα ακολουθήσει, τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας κτιρίων, προβάλλοντας τη χρησιμότητά τους και δίνοντας κίνητρα σε επιχειρήσεις και τελικούς καταναλωτές για την περαιτέρω διάδοσή τους.

Να σημειωθεί ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία ή μέρος της μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικό ή ερευνητικό σκοπό στα πλαίσια μιας ευρύτερης μελέτης για ορθολογική χρήση της ενέργειας μέσω κτιριακών αυτοματισμών.

Βιβλιογραφία:

1. Ψαρράς Ι., Διαχείριση Ενέργειας και Περιβαλλοντική Πολιτική

Ηλεκτρονικές πηγές:

1. <http://el.wikipedia.org>
2. <http://www.cres.gr>
3. <http://www.fyes.gr>
4. <http://www.naftemporiki.gr>
5. <http://www.wwf.gr>
6. <http://ec.europa.eu/energy>
7. <http://portal.tee.gr>
8. <http://www.buildinggreen.eu/>
9. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
10. <http://www.ypan.gr>
11. <http://2005-2008.sustenergy.org>
12. <http://www.energypress.gr>
13. <http://www.ekpa.greekregistry.eu/>
14. <http://www.schneider-electric.com>