



Microprocessors and Energy Management

ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

- Η ενέργεια που χρησιμοποιείται στα κτίρια ισοδυναμεί με σχεδόν το μισό της συνολικής ενέργειας που καταναλίσκεται στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα σήμερα.
- Σχεδόν το 85% της ενέργειας που χρησιμοποιείται στα κτίρια είναι για εφαρμογές χαμηλής θερμοκρασίας όπως η θέρμανση του διαστήματος ή του νερού.
- Τα κατάλληλα σχέδια κτιρίων που περιλαμβάνουν καθαρές και επαρκείς τεχνολογίες είναι ήδη διαθέσιμα και η χρήση τους μπορεί να βοηθήσει να μειωθεί η μελλοντική κατανάλωση ενέργειας με σκοπό να παρέχουν μία καλύτερη ποιότητα ζωής για τους κατοίκους.
- Με τα ορυκτά καύσιμα ως την πρωταρχική πηγή ενέργειας, ο κτιριακός τομέας τώρα παράγει 22% των συνολικών εκπομπών CO₂ στην ΕΚ. Αυτό είναι περισσότερο από αυτό που παράγεται στον βιομηχανικό τομέα.
- Τα έξυπνα σχεδιασμένα κτίρια είναι αυτά που περιλαμβάνουν το ανταποκρινόμενο περιβαλλοντικό σχέδιο έχοντας υπόψη τον περίγυρο και τη χρήση των κτιρίων και περιλαμβάνουν την επιλογή των κατάλληλων

κτιριακών υπηρεσιών και ελεγκτικών συστημάτων της περαιτέρω ενίσχυσης των κτιριακών λειτουργιών με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και της περιβαλλοντικής επιρροής παραπάνω από το προσδόκιμο ζωής του.

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ

- Τα κτίρια συνδέονται έμφυτα με τη χρήση και τον περίγυρό τους. Συνεπώς το εσωτερικό τους περιβάλλον είναι το αποτέλεσμα μιας ποικιλίας αλληλεπιδράσεων επηρεασμένες από τις καθημερινές και εποχιακές αλλαγές στο κλίμα και από τις απαιτήσεις των ενοίκων που ποικίλουν στο χώρο και το χρόνο.
- Τα σχέδια των κτιρίων μετά τα τέλη του 20^{ου} αιώνα είχαν ως σκοπό να εξαιψουν την επίδραση των καθημερινών και εποχιακών εξωτερικών αλλαγών μέσω της χρήσης παρατεταμένης θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού και εξαερισμού εξαερισμού που οδηγεί σε ελικοειδή κατανάλωση ενέργειας και σε περιβαλλοντικό αντίκτυπο.
- Μία πιο ευαίσθητη κλιματική προσέγγιση συνδεδεμένη με τη χρήση προχωρημένων συστημάτων ελέγχου επιτρέπει στους ενοίκους των κτιρίων να ελέγχουν το εσωτερικό τους περιβάλλον ενώ μεγαλώνουν τη συνεισφορά των περιβαλλοντικών ενεργειακών πηγών στη δημιουργία ενός άνετου εσωτερικού περιβάλλοντος μέσω της χρήσης μιας σχεδιασμένης προσέγγισης πιο ευαίσθητης κλιματικά.
- Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις είναι απαραίτητο σε κάποιο σημείο στο χρόνο να παρέχουμε κάποιου είδους εφεδρικής θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού και εξαερισμού όταν οι φυσικές πηγές δε μπορούν πάντα να καλύψουν τις απαιτήσεις για θερμική άνεση, οπτική άνεση και εσωτερική ποιότητα αέρα όπου είναι προϋποθέσεις για ένα καλό, ισορροπημένο, άνετο και υγιές εσωτερικό περιβάλλον.
- Ο σκοπός της διαχείρισης ενέργειας στα κτίρια και ως εκ τούτου ο ρόλος του κτιριακού διαχειριστή ενέργειας, είναι να ταυτοποιήσει τις περιοχές του κτιριακού αποθέματος όπου η ενέργεια χρησιμοποιείται πάνω από τα όρια.
- Η ενεργειακή κατανάλωση στα κτίρια απαιτείται για τις παρακάτω χρήσεις : θέρμανση, ψύξη, αερισμό, φωτισμό, εξαερισμούς και μηχανές , οικιακό ζεστό νερό.

Microprocessors and Energy Management

Indoor Comfort

- Thermal comfort
- Visual Comfort
- Indoor air quality

ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

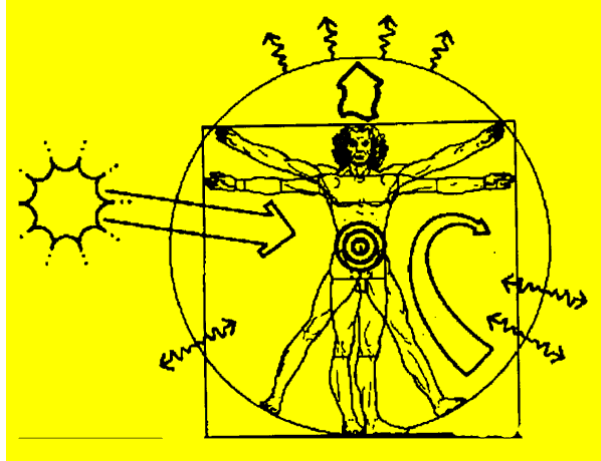
- Η άνεση ορίζεται ως η αίσθηση της απόλυτης φυσικής και ψυχικής υγείας.
- Η θερμική ουδετερότητα, όταν ένα άτομο επιθυμεί ούτε ένα θερμότερο ούτε ένα ψυχρότερο περιβάλλον, είναι μία απαραίτητη προϋπόθεση για θερμική άνεση.
- Οι παράγοντες που επηρεάζουν την άνεση χωρίζονται σε προσωπικές μεταβλητές:

- δραστηριότητα
- ρουχισμό

και περιβαλλοντικές μεταβλητές:

- θερμοκρασία αέρα, ελάχιστη θερμοκρασία ακτινοβολίας, ταχύτητα αέρα και υγρασία αέρα.

Thermal Comfort – Energy Balance



ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ – ΠΡΟΣΩΠΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

- **Ρουχισμός:** Περιγράφει τη θερμική μόνωση των κατοίκων ενάντια στο περιβάλλον. Αυτή η θερμική μόνωση εκφράζεται σε μονάδες clo.
- **Δραστηριότητα:** Ο ρυθμός μεταβολισμού είναι το ποσό της ενέργειας που παράγεται σε μονάδες χρόνου από τη μετατροπή του φαγητού. Είναι εμπνευσμένο από το επίπεδο δραστηριότητας και εκφράζεται σε mets (1 met=άτομο που αναπαύεται καθήμενο).

ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

- **Θερμοκρασία**
Η μέση θερμοκρασία αέρα από το πάτωμα στο ύψος 1.1 μέτρου.
- **Ελάχιστη θερμοκρασία ακτινοβολίας**
Η μέση θερμοκρασία των γύρω επιφανειών όπου περιλαμβάνει την επίδραση της τυχαίας ηλιακής ακτινοβολίας.
- **Ταχύτητα αέρα**
Όπου επηρεάζει τη θερμοαγωγό θερμική απώλεια από το σώμα, για παράδειγμα ο αέρας σε μεγαλύτερη ταχύτητα θα δείχνει πιο ψυχρός.
- **Υγρασία αέρα**

Όπου επηρεάζει τις απώλειες της λανθάνουσας θερμότητας και έχει ξεχωριστά μια σημαντική επίδραση στα θερμά και υγρά περιβάλλοντα.

ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ- ΔΕΙΚΤΕΣ

Παρά τις τέσσερις παραμέτρους της θερμοκρασίας αέρα, της θερμοκρασίας ακτινοβολίας, η σχετική υγρασία και η κίνηση του αέρα είναι γενικά αναγνωρισμένες ως οι κύριες παράμετροι θερμικής άνεσης. Οι εσωτερικές περιβαλλοντικές συνθήκες με βάση τη θερμική άνεση μπορούν γενικά να οριστούν μέσω τριών τάξεων περιβαλλοντικών δεικτών, ονομαστικά:

- **Άμεσοι - Απευθείας δείκτες**
 - Θερμοκρασίας ξηρού - βολβού
 - Θερμοκρασίας σημείου – δρόσου
 - Θερμοκρασίας υγρού – βολβού
 - Σχετικής υγρασίας
 - Κίνησης αέρα
- **Λογικά αποδιδόμενοι δείκτες**
 - Θερμοκρασίας ελάχιστης ακτινοβολίας
 - Ενεργής θερμοκρασίας
 - Έντασης θέρμανσης
 - Θερμικής έντασης
- **Εμπειρικοί δείκτες**

Δείκτες Προβλέψιμης Ελάχιστης Ψήφου

- Η αντιλαμβανόμενη ανάγκη για θέρμανση και ψύξη μαζί είναι να επιτευχθούν αποδεκτά στάνταρ – όρια θερμικής άνεσης, συνήθως ορισμένα σε θερμοκρασιακά όρια.
- Υπάρχει αντιπαράθεση για το τι είναι αυτά τα στάνταρ θερμικής άνεσης. Έχει παρατηρηθεί ότι υπήρξε μία φαινόμενη αντίφαση ανάμεσα στις προβλέψεις άνεσης χρησιμοποιώντας μοντέλα που αποκομίστηκαν από εργαστηριακά πειράματα όπως αυτά του Fanger (1970), και υποκειμενικές εκτιμήσεις που βρέθηκαν σε μελέτες πεδίων. Βρέθηκε – σε συνδυασμό των αποτελεσμάτων από τις μελέτες πεδίων σε δεσπόζοντα θερμά και ζεστά κλίματα από τον Humphreys (1978) ότι η προτιμώμενη θερμοκρασία άνεσης στα κτήρια ήταν μια συνάρτηση της μέσης μηνιαίας εξωτερικής θερμοκρασίας.

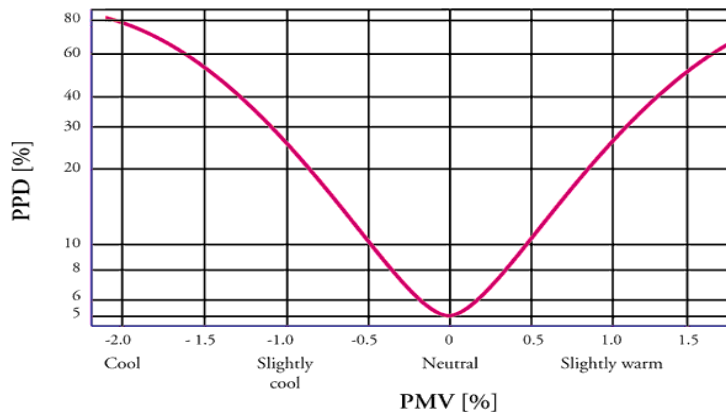
$$T_c = 0.534 \cdot T_o + 11.9$$

- Η Προβλέψιμη Ελάχιστη Ψήφος είναι μια ευρέως αποδεκτή μαθηματική έκφραση της θερμικής άνεσης. Αυτός ο δείκτης είναι ένας πραγματικός αριθμός και η άνεση αποκτάται αν βρίσκεται μεταξύ των συγκεκριμένων ορίων του ρυθμού άνεσης. Από το 1984, ο δείκτης – όπου υπολογίζεται μέσω μιας σύνθεσης μαθηματικής συνάρτησης της ανθρώπινης δραστηριότητας, ρουχισμού και περιβαλλοντικών παραμέτρων – έχει γίνει η βάση του διεθνούς στάνταρ ISO – 7730.
- Η ΠΕΨ είναι ένας δείκτης που προβλέπει την ελάχιστη ποσότητα ψήφων από μία μεγάλη ομάδα ανθρώπων, και σχετίζεται άμεσα με το ποσοστό των ανθρώπων που δεν είναι ικανοποιημένοι σε μια κλίμακα επτά σημείων θερμικής αίσθησης που ακολουθεί +3 Καυτό, +2 Θερμό, +1 Ελαφρώς Θερμός, 0 Ουδέτερο, -1 Ελαφρώς Ψυχρό, -2 Ψυχρό, -3 Κρύο.



Microprocessors and Energy Management

Thermal Comfort – PMV Index



Το αποτέλεσμα της χρήσεως των εξισώσεων του Fanger φαίνεται να προβλέπει την ανάγκη για περισσότερο κοντινές ελεγχόμενες συνθήκες από αυτές που συνήθως βρίσκονται στα ελεύθερα κτήρια όπου οι άνθρωποι ακόμα φαίνονται να είναι άνετοι. Μερικές από τις πιθανές εξηγήσεις για τη φαινόμενη αντίφαση ανάμεσα στην

πρόβλεψη με το μοντέλο του Fanger και τα ευρήματα της έρευνας του Humphrey είναι:

- Οι παράμετροι της θερμικής άνεσης, θερμοκρασία αέρα, θερμοκρασία ακτινοβολίας και κίνηση αέρα ποικίλουν χωρικά σε ένα δωμάτιο, και οι πραγματικές τιμές που ένας ένοικος βιώνει μπορεί να μη περιγράφονται από μια "μέση τιμή δωματίου".
- Οι παράμετροι της θερμικής άνεσης ποικίλουν με το χρόνο καθώς το μοντέλο του Fanger προβλέπει αντίδραση για σταθερές συνθήκες.
- Η περιγραφή του επιπέδου ρουχισμού που περιλαμβάνεται στη χρήση της εξίσωσης του Fanger μπορεί να μην είναι η ίδια όπως είναι στην πραγματική κατάσταση.
- Η τιμή της μόνωσης του ρουχισμού μπορεί να μην είναι τόσο προβλέψιμη από την περιγραφή του συνόλου του ρουχισμού.
- Ο ρυθμός μεταβολισμού όπως φαίνεται από την περιγραφή της δραστηριότητας μπορεί να μην είναι ίδιος όπως ο πραγματικός ρυθμός μεταβολισμού.

ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

- Η οπτική άνεση είναι ο καθοριστικός παράγοντας των φωτιστικών απαιτήσεων.
- Ο καλός φωτισμός παράγει μια κατάλληλη ένταση και κατεύθυνση φωταγώγησης στην περιοχή καθηκόντων, κατάλληλη απόδοση χρώματος, απουσία ταλαιπωρίας και επιπλέον μια ικανοποιητική ποικιλία στην ποιότητα φωτισμού και έντασης από μέρος σε μέρος και βάθος χρόνου.
- Οι προτιμήσεις των ανθρώπων στο φωτισμό ποικίλουν με την ηλικία, το φύλο, την ώρα και την εποχή. Η δραστηριότητα που πρέπει να γίνει είναι πολύ σημαντική.
- Διάφοροι φορείς και εγχειρίδια παραθέτουν καλύτερες φωταγωγήσεις για διάφορες δραστηριότητες. Αυτό γενικά βασίζεται σε ενιαία και συνεχή επίπεδα τεχνικού φωτός που προσπίπτει στο πλάνο εργασίας.

Visual Comfort – Illuminance levels

Location	Illuminance levels [lux]
Corridors/Toilets	100-150
Restaurant/Canteen	200
Library/Classroom	300
General office	500
Workbench	500
Drawing office	500-750
High precision tasks	1500

Το φυσικό φως είναι μια πηγή φωτός που διακυμαίνεται. Εξαρτάται από την ώρα της ημέρας, της εποχής, το κλίμα και το γεωγραφικό πλάτος της τοποθεσίας.

Η επιδίωξη μιας τεχνικής του φωτός της ημέρας αποτελείται από την παροχή του τέλειου πιθανού εσωτερικού φωτεινού περιβάλλοντος όσο πιο συχνά είναι δυνατό.

Ένα φωτεινό περιβάλλον θα πρέπει να είναι κατάλληλο στη λειτουργία του δωματίου: εκεί θα πρέπει να υπάρχει αρκετό φως για διάβασμα, γράψιμο ή συμπλήρωση εγγράφων.

Η φωταγώγηση των 300 έως 400 lux σε ένα γραφείο θεωρούνται συχνά ως τα ελάχιστα απαιτούμενα επίπεδα για τα περισσότερα καθήκοντα γραφείου.

Οι διάδρομοι ίσως απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα, 100lux, και τα εμπορικά κέντρα υψηλότερα επίπεδα, 700lux. Αυτές οι απαιτήσεις ορίζονται από τη Διεθνή Επιτροπή Φωταγώγησης (ΔΕΦ).

Η επίδοση δεν εξαρτάται μόνο από αυτά τα επίπεδα φωταγώγησης. Η τοποθεσία της πηγής του φωτός με σεβασμό στη διεύθυνση της παρατήρησης ίσως απαιτεί υψηλότερη φωταγώγηση, για μια στιγμή όταν ο παρατηρητής αντικρίζει ένα παράθυρο.

- Το φωτεινό περιβάλλον πρέπει να είναι άνετο, που σημαίνει ότι οι πηγές εκθαμβωτικού φωτός πρέπει να αποφεύγονται.
- Τα μεγάλου μεγέθους λεπτής επίστρωσης γυαλιού παράθυρα με καθαρή επίστρωση είναι πηγές εκτυφλωτικού φωτός και αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί χρησιμοποιώντας πολλαπλά στενά ανοίγματα αν είναι δυνατόν σε διαφορετικούς τοίχους.
- Τα γυαλιστερά υλικά και οι ακατάλληλες συσκευές σκίασης πρέπει να δίνουν υπερβολική ποσότητα φωτός στο πεδίο της όρασης.
- Επίσης ψυχολογικές διαστάσεις όπως η ποιότητα της όρασης προς τα έξω, η ομορφιά του σχεδίου και η ελκυστικότητα του διαστήματος είναι πολύ σημαντικές.

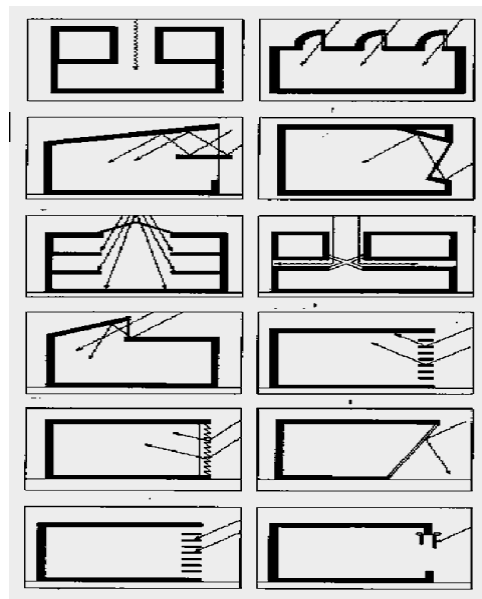


Microprocessors and Energy Management

Visual Comfort

Natural light comes from three directions:

- Direct Sunlight
- Diffuse light from the sky, and
- Light Reflections from the Environment



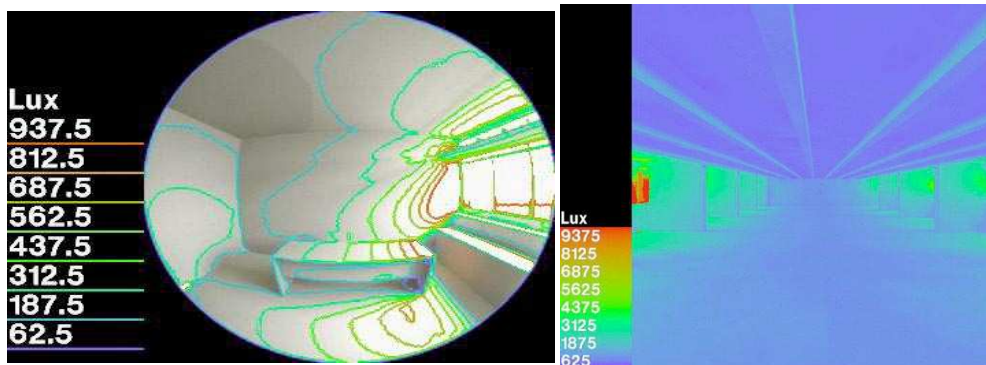
- Ο παράγοντας φως της ημέρας είναι ένα μέτρο του επιπέδου φωτός της ημέρας σε οποιαδήποτε θέση εσωτερικά σαν ποσοστό των φωταγωγιστικών επιπέδων εξωτερικού. Ο παράγοντας φως της ημέρας σε οποιοδήποτε σημείο σε ένα χώρο εργασίας μετριέται σε όρους φωτός που έρχεται κατευθείαν από τον ουρανό, σε φως που αντανακλάται από εξωτερικές επιφάνειες και σε φως που αντανακλάται από επιφάνειες μέσα στο δωμάτιο. Ο παράγοντας του

μέσου ημερήσιου φωτός σε ένα χώρο μπορεί να υπολογιστεί από:

$$DF = \frac{E_{in}}{E_{out}} \cdot 100\%$$

Microprocessors and Energy Management

Visual Comfort – Indoor lighting distribution



- Αν μια κυρίαρχη εμφάνιση ημερήσιου φωτός απαιτείται, τότε ο παράγοντας ημερήσιου φωτός πρέπει να είναι 5% ή περισσότερο αν δεν υπάρχει συμπληρωματικός τεχνητός φωτισμός, ή 2% αν ο συμπληρωματικός φωτισμός παρέχεται.
- Η έλλειψη άνεσης προκαλείται όταν το μάτι πρέπει να ανταπεξέλθει ταυτόχρονα σε μεγάλες διαφορές σε επίπεδα φωτός. Το φαινόμενο το ξέρουμε σαν εκθαμβωτικό φως. Οι μέγιστες προτεινόμενες τιμές για την αναλογία ανάμεσα σε διαφορετικά σημεία του οπτικού πεδίου, της αναλογίας φωταγώγησης φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Contrasting areas	Luminance ratio
Background of visual tasks : environment	3 : 1
Background of task : peripheral field	10 : 1
Light source : adjoining field	20 : 1
Interior in general	40 : 1

- Υπήρχε πάντα μια αντίφαση ανάμεσα στον επαρκή αερισμό και τα ενεργειακά κόστη.
- Κατά τη διάρκεια των τελευταίων τριών δεκαετιών, ο μειωμένος ρυθμός αερισμού για διατήρηση της ενέργειας μαζί με την αυξημένη χρήση συνθετικών υλικών στα κτήρια είχε ως αποτέλεσμα τα αυξημένα προβλήματα υγείας των κατοίκων των κτηρίων. Ωστόσο η ενεργειακή επάρκεια και η καλή εσωτερική ποιότητα αέρα στα κτήρια δε χρειάζεται να είναι αμοιβαία αποκλειστική.
- Η καλή ποιότητα αέρα είναι μια συνάρτηση ενός αριθμού παραμέτρων περιλαμβάνοντας: το αρχικό σχέδιο και τη συνεχή διατήρηση των συστημάτων Θέρμανσης – Αερισμού – Κλιματισμού, τη χρήση υλικών κτηρίων χαμηλής τοξικής εκπομπής: και θεωρώντας όλες τις πηγές εσωτερικής ρύπανσης του αέρα όπως είναι οι δραστηριότητες των ενοίκων, η λειτουργία εξοπλισμών και η χρήση καθαριστικών προϊόντων.
- Στην πραγματικότητα το 1986 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) ανέφερε ότι **"τα επαρκώς ενεργειακά αλλά άρρωστα κτήρια συχνά κοστίζουν στην κοινωνία πολύ περισσότερα απ' ότι κερδίζουν με την αποθήκευση ενέργειας"**.
- Το αποτέλεσμα της μείωσης του ρυθμού αερισμού στα κτήρια οδήγησε στο ονομαζόμενο **"Σύνδρομο Άρρωστων Κτηρίων"** (ΣΑΚ) και **"Σχετική Αρρώστια των Κτηρίων"**.
- Κάθε κτήριο έχει έναν αριθμό δυναμικών πηγών λοιμωδών εσωτερικού αέρα. Κάποιες πηγές, όπως τα υλικά των κτηρίων και η επίπλωση απελευθερώνουν λοιμώδη σχεδόν συνέχεια. Άλλες πηγές σχετίζονται με τις δραστηριότητες των ενοίκων όπου και εκεί απελευθερώνουν λοιμώδη διακοπτόμενα. Τέτοιες δραστηριότητες περιλαμβάνουν το μαγείρεμα, το κάπνισμα, τη χρήση διαλυτών, παρασιτοκτόνων, χρωμάτων και καθαριστικών προϊόντων καθώς και λειτουργία μηχανών γραφείου και διάφορο εξοπλισμό.
- Υψηλές συγκεντρώσεις ρυπαντών μπορούν να παραμείνουν στον εσωτερικό αέρα για μεγάλες περιόδους μετά την εκπομπή τους. Παρόλο που κάποιες πηγές μπορεί να είναι κοινές για όλους τους τύπους κτηρίων, τα εμπορικά κτήρια και τα κτήρια γραφείων ποικίλουν πολύ από τα κτίρια για διαμονή στους όρους του σχεδίου, τα συστήματα διαχείρισης του αέρα και τις

δραστηριότητες των ενοίκων και έτσι συγκεκριμένες πηγές ρύπανσης του αέρα μπορεί να είναι περισσότερο επικρατέστερες σε κάποιους τύπους κτηρίων.

Υπάρχουν δύο τύποι αερισμού: φυσικός και μηχανικός.

- Ο φυσικός αερισμός περιλαμβάνει την κίνηση του εξωτερικού αέρα μέσω εσκεμμένων – σκόπιμων ανοιγμάτων όπως οι πόρτες και τα παράθυρα και μέσω μη εσκεμμένων ανοιγμάτων στο κέλυφος των κτηρίων όπως οι ρωγμές που έχουν ως αποτέλεσμα την διείσδυση.
- Ο μηχανικός ή εξαναγκασμένος αερισμός είναι εσκεμμένος αερισμός που παρέχεται από τους ανεμιστήρες ή φτερωτές. Αυτοί οι ανεμιστήρες είναι συνήθως μέρος του κτηριακού συστήματος (Θέρμανση – Αερισμού – Κλιματισμού) ΘΑΚ που θερμαίνει, δροσίζει, ανακατεύει και φιλτράρει τον αέρα που παρέχεται στο κτήριο.



Microprocessors and Energy Management

Climate

Το σχέδιο των κτηρίων που ανταποκρίνεται με κατανόηση στο κλίμα λαμβάνει υπόψη τις ακόλουθες κλιματικές παραμέτρους που επηρεάζουν άμεσα την εσωτερική θερμική άνεση και ενεργειακή κατανάλωση στα κτήρια:

- **Θερμοκρασία αέρα**
- **Υγρασία**
- **Η επικρατούσα διεύθυνση και ταχύτητα του ανέμου**

- Το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας και της πορείας του ήλιου.
- Μεγάλου κύματος ακτινοβολία ανάμεσα σε άλλα κτήρια και το τριγύρω περιβάλλον καθώς και ο ουρανός παίζει σημαντικό ρόλο στην κτηριακή απόδοση.

Η εξωτερική θερμοκρασία του αέρα, έχει σημαντική επίδραση στις θερμικές απώλειες του κτηρίου κατά τη μετάδοση θερμότητας μέσω των τοίχων και της οροφής του κτηρίου καθώς επηρεάζει τον αερισμό και τις διεισδυτικές απώλειες σε επιθυμητές ή ανεπιθύμητες αλλαγές του αέρα.

Στα θερμά κλίματα η σχετική υγρασία παίζει σημαντικό ρόλο στα καθοριστικά επίπεδα θερμικής άνεσης από τη στιγμή που κατά τον θερμό καιρό η, υψηλή πίεση των υδρατμών εμποδίζει την εξάτμιση της εφίδρωσης από το σώμα εμποδίζοντάς το να διατηρείται σε μια άνετη θερμοκρασία.

Η υφιστάμενη ταχύτητα του αέρα και η κατεύθυνσή του επηρεάζουν σημαντικά τις θερμικές απώλειες του κτηρίου κατά τη θερμή περίοδο, αυξάνοντας τη μετάδοση στις εκτεθειμένες επιφάνειες, ενθαρρύνοντας τις απώλειες του περιβλήματος και αυξάνοντας τον ρυθμό αλλαγής του αέρα, οφειλόμενο στη διείσδυση και τον αερισμό. Κατά την ψυχρή περίοδο η γνώση της κατεύθυνσης και της ταχύτητας του ανέμου επιτρέπει στη σχεδίαση του κτηρίου να διευκολύνει τον παθητικό δροσισμό.

Η πορεία του ήλιου και η κάλυψη από τα σύννεφα καθορίζουν το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που επιδρά διαφορετικά σε κεκλιμένες επιφάνειες και όταν η πορεία του ήλιου αλλάζει από εποχή σε εποχή το ίδιο αλλάζει και η ποσότητα της απευθείας ηλιακής ακτινοβολίας που επιδρά σε αυτές τις διαφορετικές επιφάνειες.

Μακροκλίμα: είναι ο όρος που αναφέρεται στο γενικό κλιματικό χαρακτήρα μιας περιοχής σε όρους θερμοκρασίας, υγρασίας, ατμοσφαιρική κατακρήμνιση, άνεμο, ηλιακό φως και κάλυψη από σύννεφα. Μια αναγνώριση του ολικού χαρακτηρισμού του κλίματος μιας περιοχής είναι μια θεμελιώδης απαίτηση για το κλιματικό σχέδιο του κτηρίου όπου επηρεάζει τις γενικές αρχές σχεδιασμού που πρέπει να ακολουθούνται.

Οι τοπικοί κλιματικοί παράγοντες επηρεάζονται κυρίως από την τοπική τοπογραφία, τη βλάστηση και τη φύση της περιοχής έχοντας ως αποτέλεσμα αποκλίσεις από το μακροκλίμα της περιοχής. Η επίδραση τώσων παραγόντων έχει ως αποτέλεσμα κλιματικά χαρακτηριστικά γνωστά ως **μεσοκλίμα**. Η βαριά βλάστηση ή η πυκνότητα των οικοδομημένων περιοχών έχει σημαντική επίδραση στο κλίμα μιας περιοχής.

Οι συνθήκες των κλιματικών παραμέτρων μιας συγκεκριμένης θέσης ή γύρω από ένα κτήριο ορίζονται ως **μικροκλίμα**. Η θερμοκρασία, η υγρασία, η ταχύτητα ανέμου και η ηλιακή ακτινοβολία γύρω από ένα κτήριο μπορούν να επηρεαστούν από σκόπιμη τοποθέτηση βλάστησης, διαμόρφωσης κήπων, νερό και συντριβάνια και την τοποθεσία των κατασκευών.



Microprocessors and Energy Management

Building – Climate interaction

Κτηριακή – Κλιματική Αλληλεπίδραση

Το κτηριακό κέλυφος ανταποκρίνεται δυναμικά στην επίδραση του εξωτερικού κλίματος στο εξωτερικό περιβάλημα και στην επίδραση του κατοικήσιμου σχεδίου και τη χρήση του κτηρίου εσωτερικά.

Ωστόσο η απόδοση των συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού, του τεχνητού φωτισμού, τα ανοίγματα των θυρών και η σκίαση μπορούν να είναι αρμονικά και βελτιστοποιημένα σε όφελος των αναγκών των ενοίκων και των κλιματικών συνθηκών μέσω ενός συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτηρίου που επιτρέπει απ' ευθείας έλεγχο των απαραίτητων λειτουργιών χειροκίνητα ή αυτόματα.

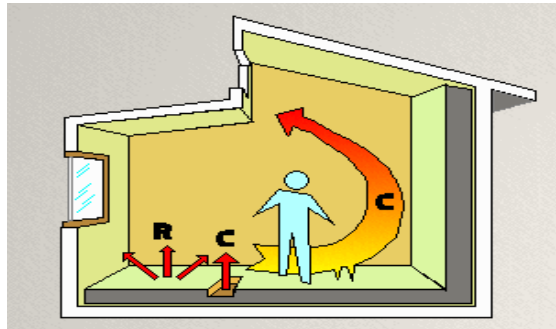
Με αυτόν τον τρόπο τα ξεχωριστά μέρη του κτηρίου μπορούν να ελεγχθούν να παράγουν το καλύτερο δυνατό εσωτερικό περιβάλλον με τη μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.



Microprocessors and Energy Management

Heat transfer

- Conduction - C
- Radiation - R
- Convection - C



Η μετάδοση θερμότητας είναι μια διαδικασία κατά την οποία η θερμική ενέργεια μεταδίδεται από την απευθείας μοριακή επικοινωνία.

Είναι ο μοναδικός μηχανισμός με τον οποίο η θέρμανση ρέει σε ένα αδιαφανές στερεό. Η μετάδοση σε ένα ημιδιαφανές στερεό ακολουθείται από ακτινοβολία, ενώ η μετάδοση θερμότητας μέσω στάσιμων αερίων και υγρών λαμβάνει μέρος με μετάδοση με μερική ακτινοβολία. Η μετάδοση βελτιώνει τη διαδικασία θερμικής ισορροπίας σε κινούμενα υγρά – ρευστά. Η θερμική μεταδοτικότητα μιας ουσίας καθορίζει την ικανότητά της να μεταδίδει θερμότητα.

Η μεταφορά θερμότητας μετάδοσης με σεβασμό στα κτήρια αφορά τις θερμικές απώλειες μέσω του περιβλήματος του κτηρίου: τους τοίχους, τα παράθυρα και τις πόρτες.

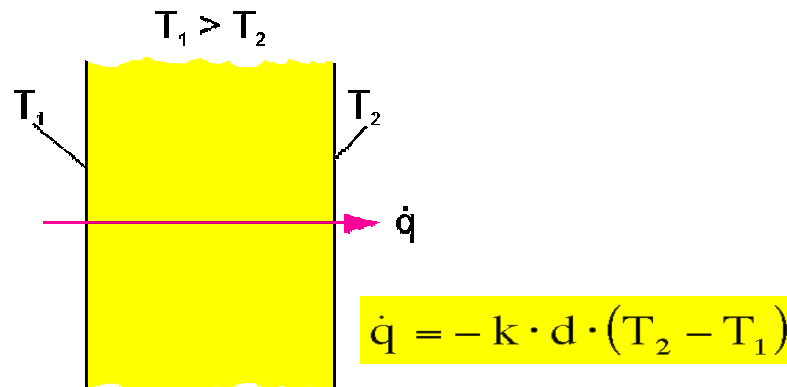
Η μεταφορά θερμότητας προκαλείται από τη διαφορά θερμοκρασίας στο περίβλημα, πάντα στη κατεύθυνση της κλίσης της θερμοκρασίας με την ενέργεια να εισέρχεται στη μία επιφάνεια σε υψηλότερη θερμοκρασία και να εξέρχεται της άλλης επιφάνειας σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Κατά συνέπεια τα κτήρια γενικά επηρεάζονται από τις

απώλειες του περιβλήματος το χειμώνα και το κέρδος του περιβλήματος το καλοκαίρι.



Microprocessors and Energy Management

Heat transfer Conduction



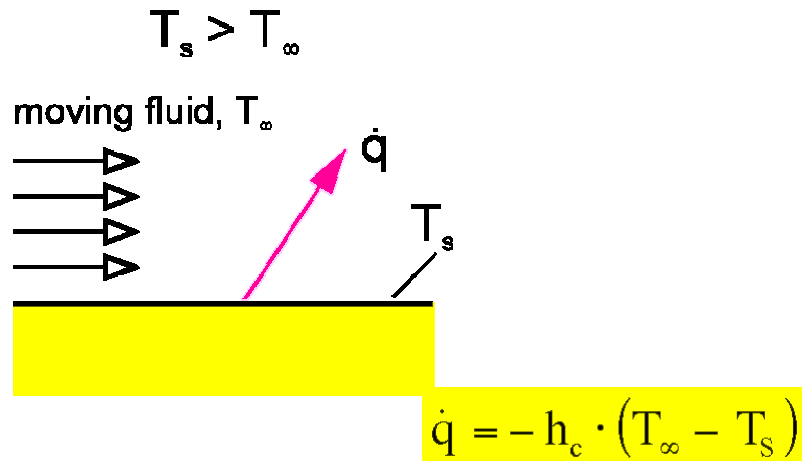
Η μετάδοση θερμότητας είναι μια διαδικασία μεταφοράς θερμότητας από τη συνδυασμένη δράση της μετάδοσης θερμότητας, της αποθήκευσης ενέργειας και κίνησης. Η μετάδοση συνδυάζεται με τα ρευστά μόνο και απαιτεί μια εξωτερική δύναμη – είτε εξαναγκασμένη είτε φυσική – να είναι παρούσα.

Ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας εξαρτάται από τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο ρευστό και την επιφάνεια και του θερμοαγωγού μεταφοράς θερμότητας συντελεστή h . Ο θερμοαγωγός μεταφοράς θερμότητας συντελεστή είναι μια συνάρτηση:

- 1) της γεωμετρίας του συστήματος
- 2) των ταχυτήτων και τη μορφή της ροής του ρευστού
- 3) των φυσικών ιδιοτήτων του ρευστού και
- 4) πιθανώς της διαφοράς θερμοκρασίας

Ο θερμοαγωγός μεταφοράς θερμότητας είναι επομένως μη συνεχής ή ενιαίος πάνω σε όλη την επιφάνεια, παρόλο που για όλους τους εντατικούς σκοπούς στη φυσική των κτηρίων θεωρείται συχνά ότι είναι.

Heat transfer Convection



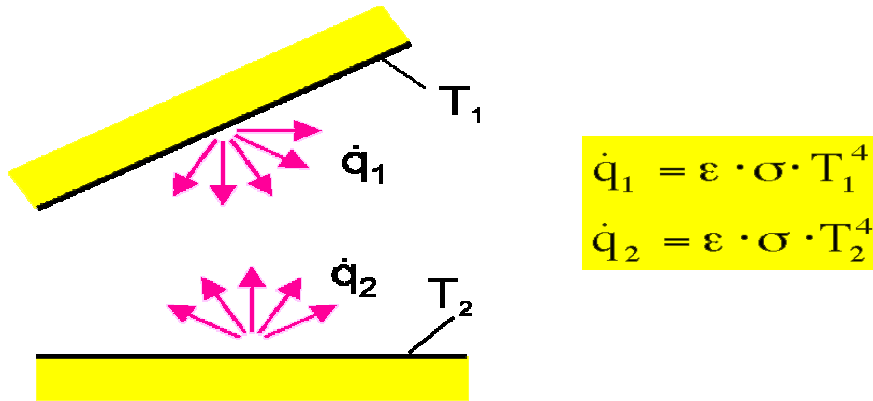
Μεταφορά θερμότητας – Ακτινοβολία

Όλα τα σώματα εκπέμπουν ακτινοβολία. Η μεταφορά θερμότητας μέσω ακτινοβολίας συμβαίνει όταν ένα σώμα μετατρέπει μέρος της εσωτερικής του ενέργειας σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα.

Στα κτήρια η μεταφορά θερμότητας που οφείλεται στην ακτινοβολία είναι κυρίως εμφανής στα διαφανή στοιχεία, όπου ένα μεγάλο ποσό της επιδρούσας ακτινοβολίας που προέρχεται από τον ήλιο μεταφέρεται στο υλικό του κτηρίου.

Η ακτινοβολούσα μεταφορά θερμότητας μπορεί επίσης να συνεισφέρει στην ψύξη των εξωτερικών επιφανειών μέσω της έκθεσης στο νυχτερινό ουρανό όπου αυτές οι επιφάνειες εκπέμπουν καθαρή ακτινοβολία προς τον καθαρό ουρανό ή κατά το φαινόμενο της δυσφορίας που σχετίζεται όταν καθόμαστε σε ζεστές ή κρύες επιφάνειες.

Heat transfer-Radiation



Θερμική αποθήκευση

Η ικανότητα ενός υλικού να αποθηκεύει ενέργεια χαρακτηρίζεται από την ειδική του θερμότητα (C_p , J/kg·K). Η ειδική θερμότητα ενός υλικού ορίζεται ως το ποσό της απαραίτητης θερμότητας ώστε να αυξηθεί μια μονάδα μάζας κατά ένα βαθμό. Η θερμότητα που αποθηκεύεται στη μάζα του υλικού, m , για μια θερμοκρασιακή αλλαγή, ΔT , δίνεται από:

$$q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

Microprocessors and Energy Management

Energy Management Systems

Έξυπνα Κτήρια – Ορισμοί

ΕΓΕΚ (Ευρωπαϊκό Γκρουπ Έξυπνων Κτηρίων): ενσωματώνει τις καλύτερες διαθέσιμες ιδέες, υλικά, συστήματα και τεχνολογίες εντάσσοντάς τα με σκοπό να επιτευχθεί ένα κτήριο που συναντά ή ξεπερνά τις λειτουργικές απαιτήσεις των ενδιαφερόμενων μερών του κτηρίου που περιλαμβάνει τους ιδιοκτήτες, διαχειριστές και χρήστες όπως και την τοπική και παγκόσμια κοινότητα.

Επίσης από το ΕΓΕΚ αλλά πιο συχνά παρατίθεται: αυτό που μεγιστοποιεί την αποδοτικότητα των ενοίκων του και επιτρέπει την πιο αποτελεσματική διαχείριση των πόρων με το ελάχιστο κόστος ζωής.

ΙΕΚ (Ινστιτούτο Έξυπνων Κτηρίων στην Ουάσιγκτον): αφορά τα κτήρια που παρέχουν ένα παραγωγικό και χαμηλού κόστους περιβάλλον μέσω της βελτιστοποίησης των τεσσάρων βασικών συστατικών – δομή, συστημάτων υπηρεσιών και διαχείρισης – και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους.

Ένα έξυπνο κτήριο είναι αυτό που:

- Παρέχει ένα παραγωγικό και χαμηλού κόστους περιβάλλον μέσω της βελτιστοποίησης των τεσσάρων βασικών συστατικών – δομή, συστημάτων υπηρεσιών και διαχείρισης– και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους.
- Στοχεύει στην αποδοτικότητα των ενοίκων του.

- Και που επιτρέπει αποτελεσματική διαχείριση των πόρων με τα ελάχιστα ανθρώπινα κόστη.

Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας Κτηρίων – Ορισμός

- Τα ΣΔΕΚ στοχεύουν να βελτιστοποιήσουν τη χρήση της ενέργειας στα κτήρια διατηρώντας την ίδια στιγμή το εσωτερικό περιβάλλον σε άνετες συνθήκες.
- Πρακτικά ένα ΣΔΕΚ είναι ένα υπολογιστικό σύστημα που προσπαθεί να "ελέγξει" όλες ή κάποιες από τις λειτουργίες κατανάλωσης ενέργειας σε ένα κτήριο:
 - συστήματα ΘΑΚ (Θέρμανση – Αερισμού – Κλιματισμού)
 - φωτιστικά συστήματα (φυσικά και τεχνητά)
 - εσωτερικό κλίμα
- Τα ΣΔΕΚ είναι τώρα διαθέσιμα με ένα μεγάλο εύρος κτηριακών εγκαταστάσεων αυτοματισμού και σε πολλές τοποθετήσεις τα ΣΔΕΚ έχουν αντικαταστήσει ελέγχους με καλώδια με στρατηγικές ελέγχου να έχουν υλοποιηθεί σε λογισμικό.
- Τα ΣΔΕΚ μπορούν να συνδυάσουν πολλές τεχνολογίες:
 - Παθητική θέρμανση και ψύξη
 - Αποδοτική διείσδυση ημερήσιου φωτός χρησιμοποιώντας κατάλληλες συσκευές σκίασης.
 - Αποδοτικές συσκευές που μειώνουν την κατανάλωση ηλεκτρισμού
 - Υψηλής αποδοτικότητας παράθυρα
 - Φυσικό αερισμό για εσωτερική ποιότητα αέρα και παθητική ψύξη
 - Βελτιώσεις στις επισκευές των κτηρίων για ΘΑΚ.
 - Ενεργειακή Διαχείριση Κτηρίου και Έλεγχος

Building Energy Management Systems- How much energy can be saved

Energy Conservation Opportunities	Estimated Energy Savings*
Turn back temperature to 68° in winter	5% of heating cost for each degree set back
Turn up temperature to 78° in summer	3% of cooling cost for each degree raised
Maintain furnace at maximum efficiency by annual checkups and adjustments	10% of heating cost
Maintain air-conditioning units by annual checkups and adjustments	15% of cooling cost
Set back domestic water heater from 140° to 110°	6-12% of hot water cost
Maximize use of daylight	50 - 60% of lighting cost
Improve lighting maintenance	10% of lighting cost
Turn off unnecessary lights	17% of lighting cost
Reduce lighting	15-28% of lighting in existing buildings 25-50% of lighting in new buildings
Use insulating glass	10-13% of cooling and heating costs
Insulate hot water pipes and storage tanks	15% of water heating costs
Provide adequate insulation for walland roof	20% of heating and cooling cost

ΣΔΕΚ – Υλικό

- Η βασική αρχιτεκτονική αποτελείται από:
 - Πολλαπλά προγραμματίσιμα πάνελ ελέγχου που λέγονται Μονάδες Ελέγχου Δικτύου (ΜΕΔ).
 - Σταθμούς Διαχείρισης (ΣΔ) όπου επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ενός δικτύου υψηλής ταχύτητας.
 - Αυτό το δίκτυο επικοινωνίας λέγεται Δίκτυο Τοπικής Περιοχής (ΔΤΠ).
 - Η χωρητικότητα των ΜΕΔ μπορεί να αυξηθεί με μακρινά πάνελ που λέγονται Μονάδες Επέκτασης Δικτύου ή Μονάδες Διεύρυνσης Δικτύου (ΜΔΔ).
 - Οι ΜΕΔ και ΜΔΔ ελέγχουν απευθείας τον κεντρικό εγκατεστημένο εξοπλισμό, ενώ η διαχείριση μικρότερων χειριστών αέρα, αντλιών θερμότητας, κυκλωμάτων φωτισμού και άλλα κτηριακά συστήματα παροχής είναι εξουσιοδοτημένα σε μια οικογένεια Εφαρμογής Ειδικών Ελεγκτών (ΕΕΕ).

ΣΔΕΚ – Λογισμικό [1]

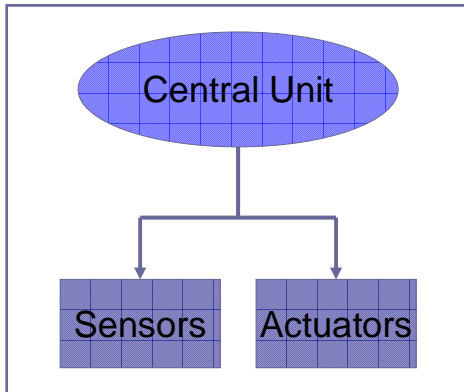
- Απευθείας Ψηφιακός Έλεγχος (ΑΨΕ) είναι η βασική ιδέα του Συστήματος Αυτοματισμού Κτηρίου (ΣΑΚ) σήμερα.
- Ο ΑΨΕ ελέγχει για παράδειγμα: τους βρόγχους για τη λειτουργία απόσβεσης που είναι διαθέσιμοι να παρέχουν τον απαιτούμενο αερισμό ή να χρησιμοποιούν τον εξωτερικό αέρα για ψύξη.
- Τα χαρακτηριστικά διαχείρισης ενέργειας κτηρίου είναι διαθέσιμα μέσα σ' ένα μόντεμ ΣΑΚ.
 - για παράδειγμα το συνολικό πρόγραμμα μειώνει την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται από τον ανεμιστήρα από το άνοιγμα και κλείσιμο.
 - Το πρόγραμμα "νεκρής" περιόδου, για παράδειγμα το πρόγραμμα νυχτερινού κύκλου είναι μια λειτουργία που μπορεί να μειώσει την εσωτερική θερμοκρασία του χώρου με την εφαρμογή νυχτερινού εξαερισμού.

ΣΔΕΚ – Λογισμικό [2]

- Το πρόγραμμα ενθαλπίας ρυθμίζει την θερμοκρασία και σχετική υγρασία ή σημείο δρόσου του εξωτερικού και του αέρα επιστροφής και στη συνέχεια τοποθετεί τον εξωτερικό αέρα και αποσβένει τον αέρα επιστροφής για να χρησιμοποιήσει την πηγή αέρα με το χαμηλότερο σύνολο θερμότητας ή ελάχιστης ενθαλπίας.
- Το πρόγραμμα επαναφοράς ελέγχει τη θέρμανση και/ή την ψύξη με σκοπό να διατηρήσει τις συνθήκες άνεσης του κτηρίου ενώ καταναλώνει την ελάχιστη ποσότητα ενέργειας.
- Το πρόγραμμα περιοχής μηδενικής ενέργειας εξοικονομεί ενέργεια αποφεύγοντας την ταυτόχρονη θέρμανση και ψύξη του αέρα που διανέμεται στους χώρους.
- Ο κατειλημμένος – μη κατειλημμένος έλεγχος φωτισμού είναι ένα χρονικά βασισμένο πρόγραμμα που ρυθμίζει την on/off ώρα των φώτων για ένα κτήριο ή ζώνη ώστε να συμπίπτουν με τα προγράμματα διαμονής.

BEM Systems – Architecture [1]

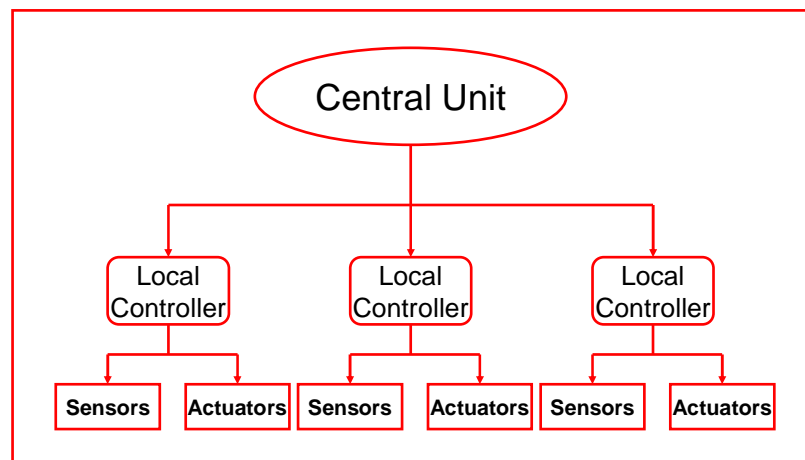
- General Architecture



Ενεργοποιητές

BEM Systems – Architecture [2]

- General Architecture



- Οι δομές των (ΣΔΕΚ) αλλάζουν με την εξέλιξη των τεχνολογιών και των προϊόντων.

Τα παλιότερα ΣΔΕΚ ήταν κεντρικά συστήματα διαχείρισης ενέργειας και πρωτοεμφανίστηκαν τη δεκαετία του 1970, έχοντας αναπτυχθεί στις ΗΠΑ. Ο κεντρικός σταθμός βασιζόταν σε έναν μικροϋπολογιστή, ο οποίος περιείχε τη μόνη υπολογιστική δύναμη ή "ευφυΐα" μέσα στο σύστημα, μαζί με "βουβές" ή αργές εξωτερικές μονάδες, οι οποίες ήταν κουτιά, ή ερμάρια για αναμεταδόσεις και συνδέσεις με τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές.

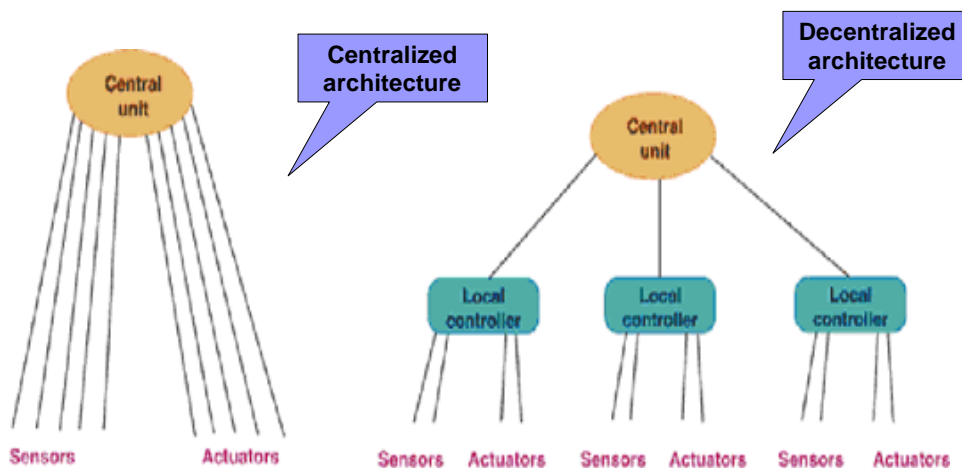
- Από το 1980 περίπου, με την ταχεία ανάπτυξη των τεχνολογιών, οι εξωτερικές μονάδες έγιναν τόσο, αν όχι περισσότερο, ισχυρές όσο οι προηγούμενοι μικρο-υπολογιστές.

Επίσης οι εξωτερικές μονάδες έχουν κερδίσει σημαντικά επεξεργαστική ισχύ δίνοντάς τους "ευφυΐα".

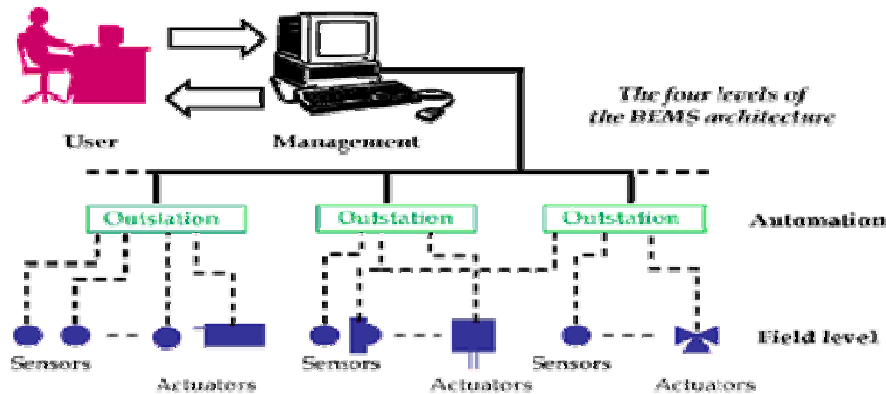


Microprocessors and Energy Management

BEM Systems – Architecture [4]



BEM Systems – Architecture [5]



Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας είναι σημαντικά καθώς η επικοινωνία διεισδύει μεταξύ των στοιχείων που αποτελούν τα συστήματα (αισθητήρες, ενεργοποιητές κλπ.)

Η πληροφορία θα πρέπει να μεταδίδεται και να διανέμεται με συγκεκριμένο τρόπο όπως ορίζεται από το πρωτόκολλο επικοινωνίας.

Η συμβατότητα κάθε στοιχείου του συστήματος ΣΔΕΚ με το πρωτόκολλο επικοινωνίας είναι μια ουσιώδης παράμετρος στη δομή του συστήματος.

Οι δικτυακές τοπολογίες καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο ο Σταθμός Διαχείρισης (ΣΔ) είναι συνδεδεμένος με ποικίλο εξοπλισμό:

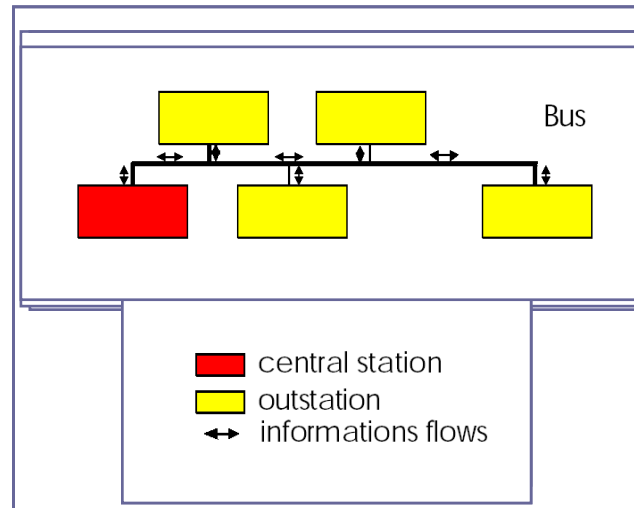
- **σημείο με σημείο:** η απλούστερη προσέγγιση όπου ο ΣΔ είναι απευθείας συνδεδεμένος με μια εξωτερική μονάδα.
- **αστέρας:** όπως το σημείο με σημείο αλλά περισσότερες της μίας μονάδες συνδέονται με το ΣΔ.
- **δίαιλος:** οι ποικίλες μονάδες επικοινωνίας ανεξάρτητα μεταξύ τους και με το ΣΔ.

Η επέκταση του δικτύου είναι απλή:

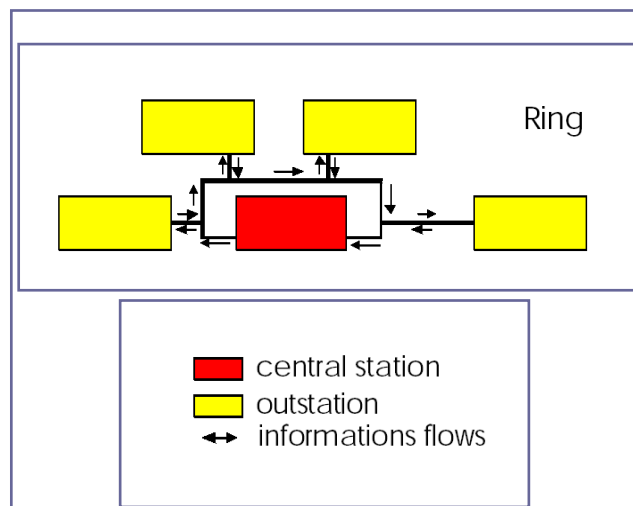
- **δακτύλιος:** η πληροφορία μεταφέρεται γύρω από το δακτύλιο μόνο προς μια κατεύθυνση. Κάθε μονάδα αναγνωρίζει αν η πληροφορία είναι δική της, αλλιώς η πληροφορία προσπερνάει τη μονάδα.
- **δέντρο ή ιεραρχική:** οι μονάδες επικοινωνούν μέσω μιας δενδροειδούς τοπολογίας.



BEM Systems – Communication [3]

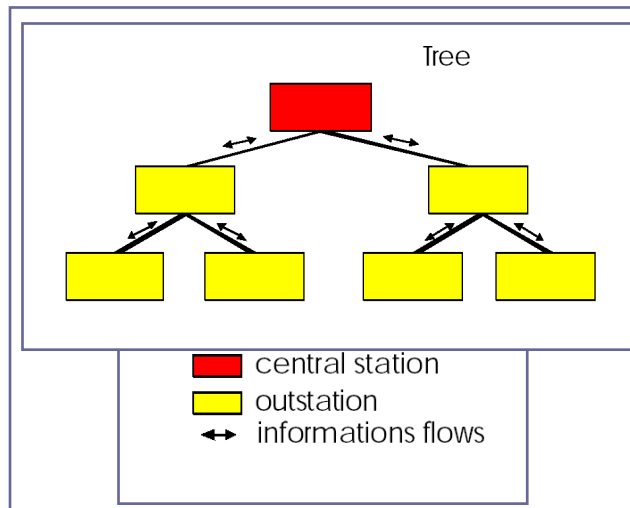


BEM Systems – Communication [4]

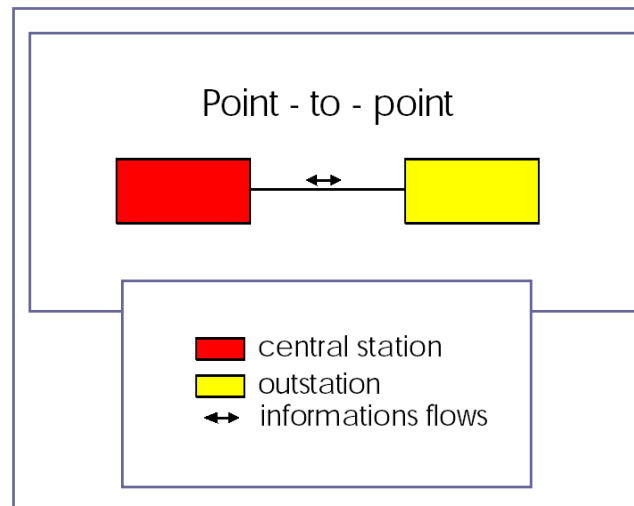




BEM Systems – Communication [5]

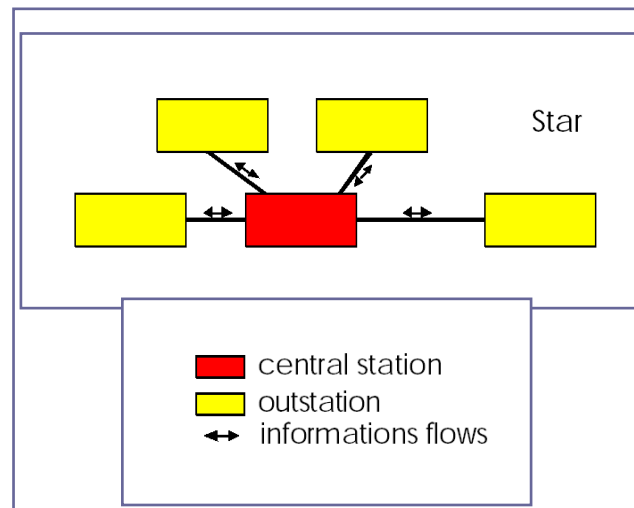


BEM Systems – Communication [6]





BEM Systems – Communication [7]



Συστήματα ΔΕΚ – Αισθητήρες

- Μέτρηση ηλιακής ακτινοβολίας
- Αισθητήρες θερμοκρασίας
- Αισθητήρες υγρασίας
- Μέτρηση ταχύτητας και κατεύθυνσης ανέμου.
- Αισθητήρες μέτρησης ροής.
- Αισθητήρες μέτρησης ρυπαντών αέρα (CO, CO₂)
- Αισθητήρες παρουσίας / διαμονής.



BEM Systems – Sensors



Water Temperature



BEM Systems – Sensors



Air Temperature in a duct



BEM Systems – Sensors



Indoor Temperature and Humidity



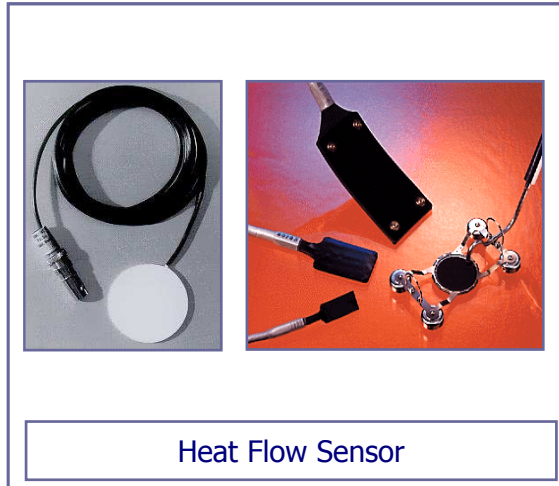
BEM Systems – Sensors



Wind Velocity and Direction



BEM Systems – Sensors



BEM Systems – Sensors



BEM Systems – Sensors



Presence/Occupancy Sensor

Συστήματα ΔΕΚ – Ενεργοποιητές

- Η επιλογή ενός ενεργοποιητή θα πρέπει να βασίζεται σε 2 κύρια κριτήρια:
 - στρατηγική ελέγχου
 - τύπο εξοπλισμού που θα ελεγχθεί
- **Αξιοπιστία:** η ισχύς του ενεργοποιητή πρέπει να ανταποκρίνεται σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.
- **Χρονική απόκριση:** πρέπει να είναι μικρή ειδικά στα συστήματα ελέγχου ασφάλειας ή λάθος χειρισμού.
- Σε περίπτωση δυσλειτουργίας ο ίδιος εξοπλισμός ελέγχου πρέπει να επιστρέφει σε θέση – λειτουργία ασφάλειας.
- Άλλα κριτήρια: ακρίβεια, συμβατότητα με το δίκτυο, χρόνο ζωής, διατήρηση, ισορροπία, κ.ά.



Microprocessors and Energy Management

BEM Systems – Actuators



Damper Actuator



Microprocessors and Energy Management

BEM Systems – Actuators



Ceiling Fan



BEM Systems – Actuators



Triode Valves



BEM Systems – Actuators – Shading devices





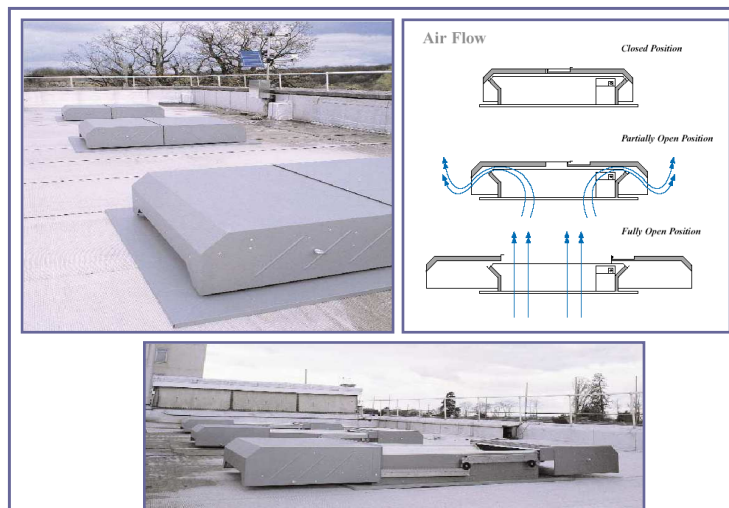
Microprocessors and Energy Management

BEM Systems – Actuators – Shading devices

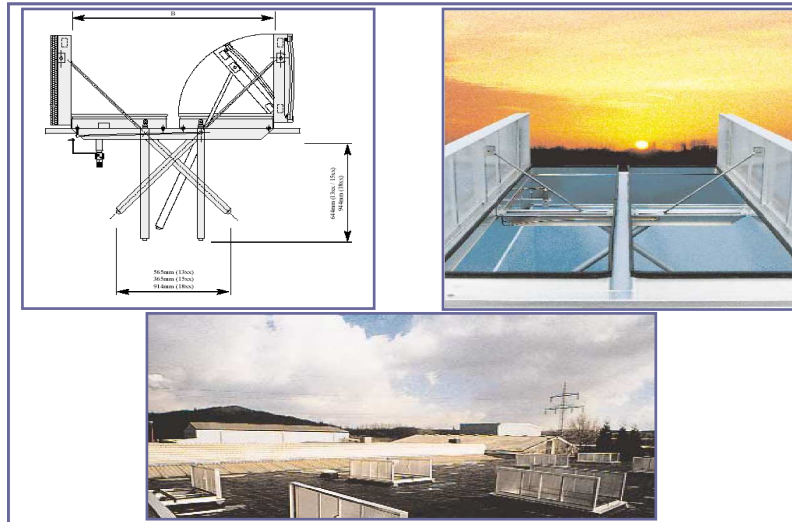


Microprocessors and Energy Management

BEM Systems – Actuators – Ventilation

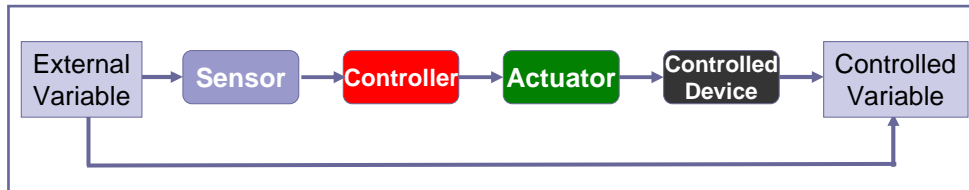


BEM Systems – Actuators – Ventilation

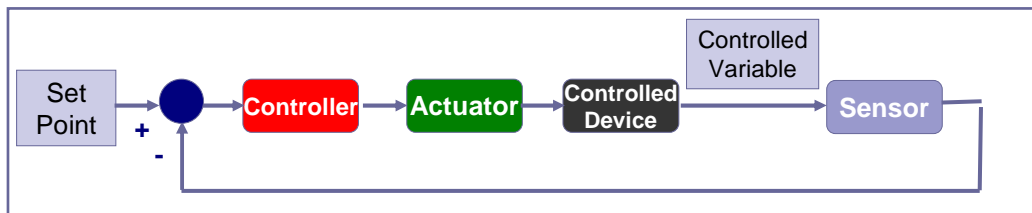


BEMS – Control of the System

■ Open loop

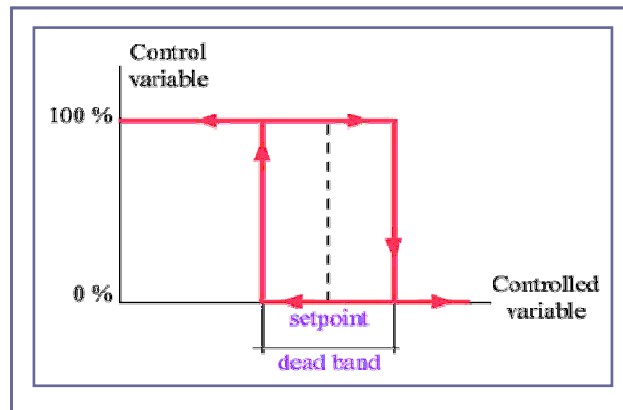


■ Closed loop



BEMS – Control of the System

- On/Off: There are only 2 states of outputs (e.g. in a valve fully opened/fully closed)

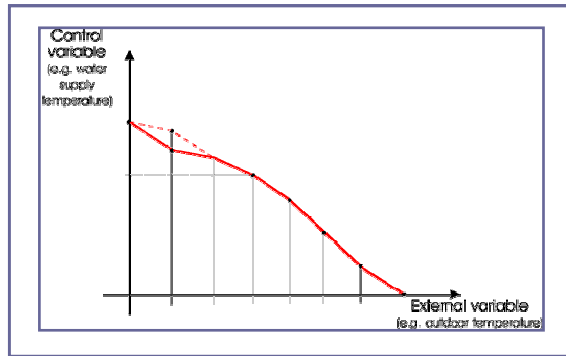


ΣΔΕΚ – Έλεγχος Συστήματος

- ΑΟΠ Έλεγχος
 - **Αναλογικός (A)**: υπολογίζει τη μεταβλητή ελέγχου ως μια γραμμική συνάρτηση της διαφοράς $E(t)$ ανάμεσα στην τιμή του σημείου ορισμού και της ελεγχόμενης μεταβλητής.
 - **Ολοκληρωτικός (O)**: υπολογίζει τη μεταβλητή ελέγχου ως μια γραμμική συνάρτηση της ολοκληρωτικής τιμής της διαφοράς $E(t)$ στο χρόνο.
 - **Παράγωγος (P)**: υπολογίζει την έξοδο ως μια γραμμική συνάρτηση της παραγώγου του $E(t)$.
- Έλεγχος ανοικτού βρόγχου:
 - συνήθως χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της θερμοκρασίας του προμηθευόμενου αέρα ή τη θερμοκρασία του προμηθευόμενου νερού ως μια συνάρτηση της εξωτερικής θερμοκρασίας.
 - Η ιδέα: όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία τόσο υψηλότερα θα είναι τα θερμαντικά φορτία.

BEMS – Control of the System

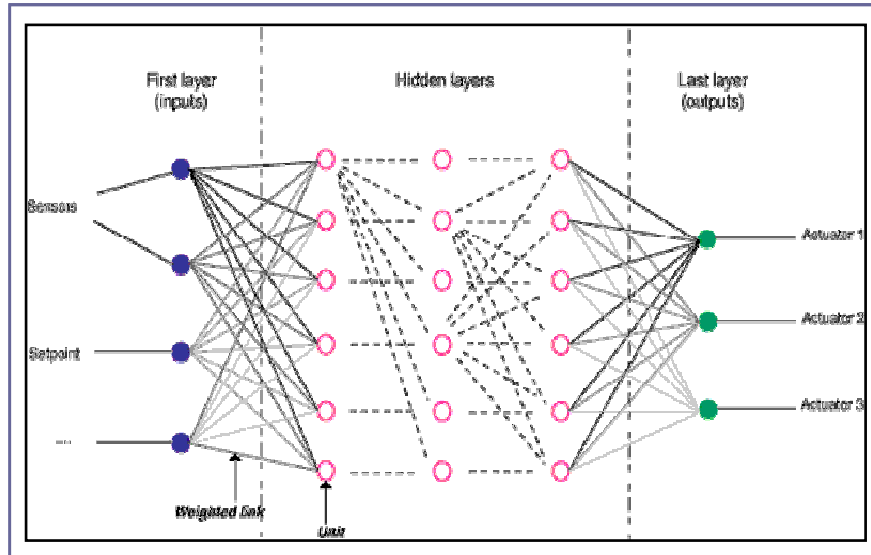
■ Open loop control



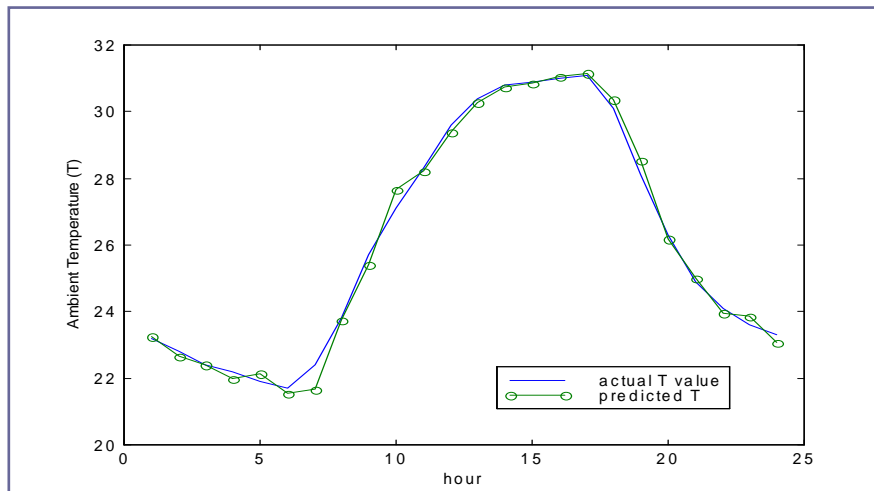
- Λογικός προγραμματισμός: η εκτέλεση της στρατηγικής ελέγχου βασίζεται στη χρήση λογικών κανόνων.
IF (AN) THEN (TOTE) AND (KAI)
- Οι συνδεδεμένες συσκευές ελέγχονται κυρίως από On/Off.
- Ασαφής λογική: αυτό το είδος ελέγχου απαιτεί τη σύνθεση ενός μεγάλου αριθμού παραμέτρων και κάποιες φορές είναι λίγο δύσκολο να προβλέψουμε τη "συμπεριφορά" του ελεγκτή.
- Η χρήση της ασαφούς λογικής μπορεί να είναι αποδοτική για τον έλεγχο πολύπλοκων παραμέτρων όπως η θερμική άνεση.
- Νευρωνικά δίκτυα: η δομή αυτών των ελεγκτών προσπαθεί με συγκεκριμένο τρόπο να μιμηθεί τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου.
- Χρησιμοποιούν κυρίως μη γραμμικά συστήματα.
- Μπορούν να χωριστούν σε ποικίλα στρώματα. Το 1^ο στρώμα αποτελείται από τις Εισόδους ενώ το τελευταίο από τις Εξόδους.
- Ένα στρώμα μπορεί να περιλαμβάνει κόμβους που το συνδέουν με κόμβους στο επόμενο στρώμα μέσω ζυγισμένων συνδέσμων.



BEMS – Control of the System



BEMS – Control of the System



Microprocessors and Energy Management

Communication Protocols

Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

- Η βιομηχανική πρόοδος στην ανάπτυξη ημιαγωγών και οι ανεπτυγμένες απαιτήσεις από τον τελικό χρήστη, για παράδειγμα, καλύτερη επίδοση ελέγχου, οδήγησαν απευθείας στα αναπτυγμένα συστήματα ελέγχου, γνωστού ως σειριακά δικτυωμένου ελέγχου συστήματα δικτύου. Τα χαρακτηριστικά αυτών των συστημάτων ελέγχου είναι:
 - κατανεμημένη ευφυΐα χρησιμοποιώντας μικροελεγκτές.
 - λειτουργίες πραγματικού χρόνου
 - αρχιτεκτονική ίσο προς ίσο
 - προγράμματα μνήμης και λογισμικού παρέχονται στο επίπεδο του κόμβου
 - λογισμικό είναι εφαρμοσμένο στις στοίβες πρωτοκόλλου
- Οι περιορισμοί των σειριακών δικτυωμένων συστημάτων ελέγχου βασίζονται κυρίως στην επέκταση του δικτύου, μια περιορισμένη ποικιλία τοπολογιών και μέσω μετάδοσης. Αυτοί οι περιορισμοί έχουν ξεπεραστεί από τη νέα γενιά συστημάτων κατανεμημένου δικτύου ελέγχου με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
 - ενώνοντας τα μέσα επικοινωνίας (οπτικές ίνες, ομοαξονικά, ράδιο..).

- Μια καλύτερη ή πιο ολοκληρωμένη εφαρμογή του μοντέλου Ανοικτής Διασύνδεσης Συστημάτων ΑΔΣ με υψηλότερη αξιοπιστία του δικτύου.
- Ελεύθερη τοπολογία
- Φιλικό προς το χρήστη λογισμικό και διαθέσιμα εργαλεία ανάπτυξης.
- Μονάδες συνδεσιμότητας, πύλες, γέφυρες, δρομολογητές και επαναλήπτες.

Με τα διανεμημένα συστήματα ελέγχου δικτύου ένα μεγάλο βήμα προς τα έξυπνα συστήματα αυτοματισμού κτηρίων έχει γίνει με αποτέλεσμα:

- τα χαμηλότερα κόστη λειτουργίας
- τις απαιτήσεις για μοίρασμα των πληροφοριών
- το βελτιωμένο ανθρώπινο περιβάλλον ειδικά των συνθηκών στους χώρους εργασίας
- τη βελτιωμένη απόδοση των κτηρίων και την οικονομία
- ομοίως με το εργασιακό σχέδιο, ένα δημόσιο κτήριο περιλαμβάνει αρκετούς τύπους συστημάτων δικτύου όπως:
 - **συστήματα αυτοματισμού κτηρίων:** τα οποία ανταποκρίνονται στις εξωτερικές συνθήκες και ελέγχουν το εσωτερικό περιβάλλον ή την παραγωγή συναγεμίων.
 - **συστήματα διαχείρισης κτηρίων:** παρακολούθηση, διαχείριση και αποθήκευση δεδομένων ελέγχου
 - **συστήματα δικτύου τοπικής περιοχής:** διαχειρίζονται την ανταλλαγή πληροφοριών σε μια εταιρεία.
 - **συστήματα επικοινωνίας:** παρέχουν συνδέσμους για παγκόσμια επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων.

Τα συστήματα αυτοματισμού κτηρίων χρησιμοποιούνται για τα καθήκοντα των υπηρεσιών αυτοματισμού και ελέγχου που ακολουθούν:

- **Θέρμανση, Αερισμό και Κλιματισμό (ΘΑΚ)**
- Έλεγχο φωτισμού και φωτισμού ανάγκης
- διαχείριση ισχύος
- ασφάλεια και προστασία
- μεταφορά (ανεγκυστήρες)
- Αυτές οι υπηρεσίες αυτοματισμού αυτή τη στιγμή υποστηρίζονται από πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως:
 - **BACNET**

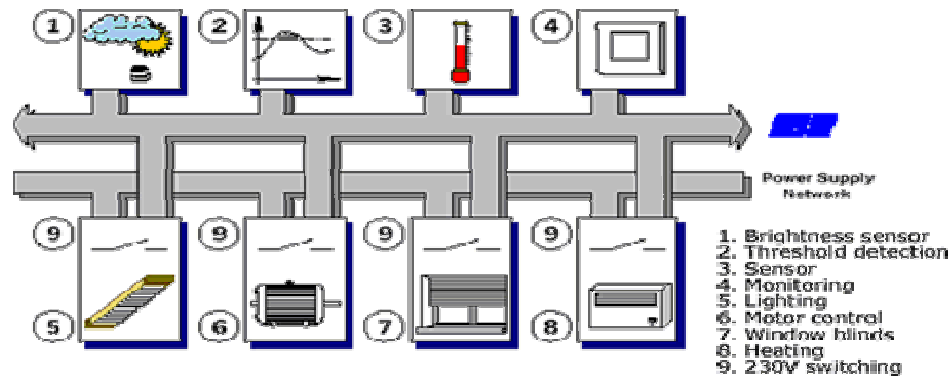
- **ARCNET**
- **BitBus**
- **CAN**
- **EIBUS**
- **LonWorks**
- **PROFIBUS**
- Και πολλά άλλα συστήματα βασίζονται στα **RS-232, RS-422, RS-485** στάνταρ επικοινωνίας.

Πρωτόκολλα Επικοινωνίας – EIBUS ΔΕΕ

- Βρέθηκε το 1995 από 15 εταιρείες, ο Συνεταιρισμός Διαύλου Ευρωπαϊκής Εγκατάστασης (ΔΕΕ) είναι τώρα ένας συνεταιρισμός σχεδόν 100 εταιρειών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων όπου ενώθηκαν με σκοπό να δημιουργήσουν ένα κοινό στάνταρ για τις εγκαταστάσεις διαύλων στην αγορά. Ο σκοπός τους για ένα ενιαίο σύστημα διαχείρισης κτηρίων στην Ευρώπη επετεύχθει από:
 - τον καθορισμό τεχνικών οδηγιών για συστήματα και προϊόντα
 - την επινόηση κανονισμών ποιότητας
 - την σχεδίαση τεχνικών ελέγχων
 - τη δημιουργία συστήματος ξέρω – πως διαθέσιμο στα μέλη, τις θυγατρικές και των δικαιούχων
 - τη δέσμευση των ινστιτούτων ελέγχου να κάνουν ποιοτικούς ελέγχους
 - τη λήψη ενεργού ρόλου στην τυποποίηση
- Ο ΔΕΕ επικεντρώνεται απερίφραστα στη διαχείριση σπιτιών και/ή κτηρίων. Αυτή η εστίαση του επιτρέπει να ασχοληθεί με όλα τα καθήκοντα και τις προκλήσεις σε αυτόν τον τομέα διεξοδικά και αποτελεσματικά. Ο Δίαυλος Ευρωπαϊκής Εγκατάστασης (ΔΕΕ) είναι ένα ανοικτό και περιεκτικό σύστημα το οποίο καλύπτει όλες τις πτυχές ενός Αυτοματισμού Κτηρίου.
- Μέσω της τυποποιημένης Μονάδας Πρόσβασης Διαύλου (ΜΠΔ) τα δομικά στοιχεία είναι διαθέσιμα από αρκετούς προμηθευτές. Αυτό σημαίνει ότι ο ΔΕΕ είναι ανοικτός: ο ΔΕΕ μπορεί να υλοποιηθεί από οποιονδήποτε σε ένα τσιπ ή μια πλατφόρμα επεξεργαστή επιλεγμένα μαζί σαν μια ιδιόκτητη εφαρμογή για ατομικά προϊόντα. Οι έλεγχοι συμμόρφωσης καθορίζονται και η Πιστοποίηση ΔΕΕ είναι ανοικτή σε όλα τα μέλη του συνεταιρισμού.

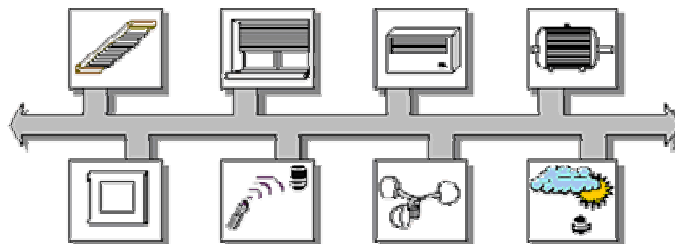
- Γιατί «σε μηδενική προσέγγιση»; Διότι ο ΔΕΕ ενσωματώνει το πρωτόκολλο σε ένα περιλαμβανόμενο Σύστημα Ηλεκτρονικών Σπιτιών και Κτηρίων με τυποποιημένα στοιχεία του συστήματος (όπως το ΜΠΔ), τα σάνταρ διαχείρισης δικτύου και διασυνεργασίας, με ένα εργαλείο ουδέτερου προμηθευτή και διεπαφές προγραμματισμού για προσωπικούς υπολογιστές, την εκπαίδευση για ηλεκτρικούς εργολήπτες, σχέδια πιστοποιήσεων κ.ά..
- Ο ΔΕΕ είναι σχεδιασμένος σαν ένα σύστημα διαχείρισης στον τομέα της ηλεκτρικής εγκατάστασης για τη μεταγωγή φορτίου, τον έλεγχο και την ασφάλεια του περιβάλλοντος, για διαφορετικούς τύπους κτηρίων. Ο Διάυλος Εγκατάστασης μπορεί να εγκατασταθεί σε μεγάλα κτήρια όπως τα εμπορικά καταστήματα, τα σχολεία, τα νοσοκομεία, τα εργοστάσια και οι χώροι διοίκησης καθώς και στις εγχώριες κατοικίες. Σκοπός του είναι να εξασφαλίσει την παρακολούθηση και τον έλεγχο των λειτουργιών και επεξεργασιών όπως ο φωτισμός, οι γρίλιες των παραθύρων, η θέρμανση, ο αερισμός, ο κλιματισμός, η διαχείριση φορτίου, η σηματοδότηση, η παρακολούθηση και ο συναγερμοί.
- Το σύστημα ΔΕΕ επιτρέπει στις συσκευές διαύλου να ορίσουν την παροχή ισχύος τους, από το μέσο επικοινωνίας όπως το Στρεπτό Ζεύγος ή Γραμμή Ισχύος. Άλλες συσκευές μπορεί σε αντίθεση να αποκτούν παροχή ισχύος από τις κύριες ή άλλες πηγές όπως στα μέσα Ραδιο-Συχνότητας και Υπερύθρων. Η εικόνα παρακάτω δείχνει κάποια παραδείγματα χρήσης.

Communication protocols – EIBUS – An example



Communication protocols – EIBUS – Main networks

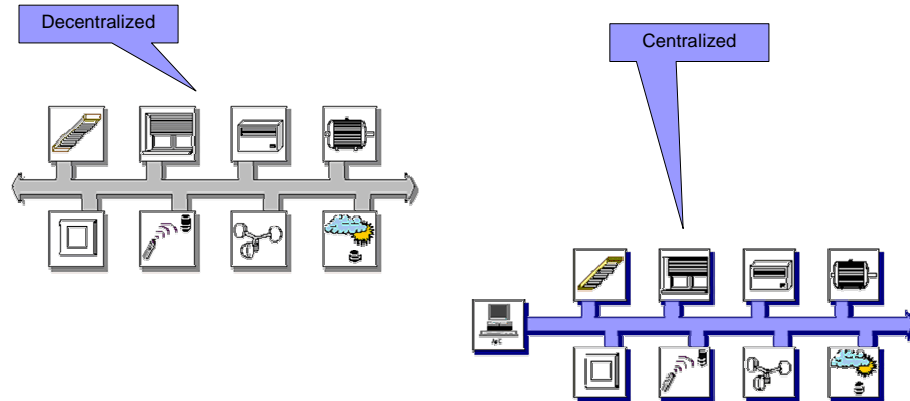
- The Installation Bus is designed to provide distributed technical control for management and surveillance of buildings.
- Therefore it provides a serial data transmission between the devices connected to the bus. It also operates as a compatible, flexible low-cost system supporting the above applications.



Microprocessors and Energy Management

Communication protocols – EIBUS – Main networks

- The Installation Bus is designed to provide distributed technical control for management and surveillance of buildings.
- Therefore it provides a serial data transmission between the devices connected to the bus. It also operates as a compatible, flexible low-cost system supporting the above applications.



Microprocessors and Energy Management

Communication protocols – EIBUS

Typical installations	Common applications
Homes	Power outlet interfaces
Office block	Lighting and venetian blind control
Utility building	Heating and ventilation control
Hotel	Air-conditioning
Hospital	Monitoring and signalling
School	Load management
Industrial installations	

- Ο ΔΕΕ είναι ένα στρεπτό ζεύγος το οποίο βρίσκεται παράλληλα στο δίκτυο κύριας παροχής ισχύος. Η Γραμμή Διαύλου διασυνδέει όλους τους αισθητήρες και ενεργοποιητές της εγκατάστασης μαζί.

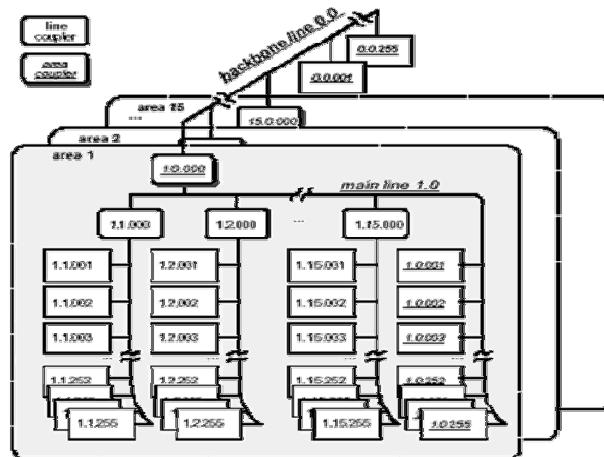
- Οι αισθητήρες είναι ενεργοποιητές εντολών όπως οι διακόπτες και τα κουμπιά. Άλλοι τύποι αισθητήρων περιλαμβάνουν αισθητήρες θερμοκρασίας, αισθητήρες φωτεινότητας κλπ. Οι ενεργοποιητές είναι αποδεκτές εντολών όπως τα φωτιστικά, οι γρίλιες, η θέρμανση, τα θυροτηλέφωνα κ.ά.
- Σε κάθε Γραμμή Διαύλου μπορούν να χειριστούν μέχρι 64 συσκευές. Μέχρι 12 Γραμμές Διαύλων μπορούν να ενωθούν με ένα Συζευκτήρα Γραμμών ώστε να σχηματιστεί μια Περιοχή Διαύλων. Μέχρι 15 Περιοχές Διαύλων μπορούν να συνδεθούν με την έννοια του Συζευκτήρα Περιοχής.

ΔΕΕ -Τοπολογία

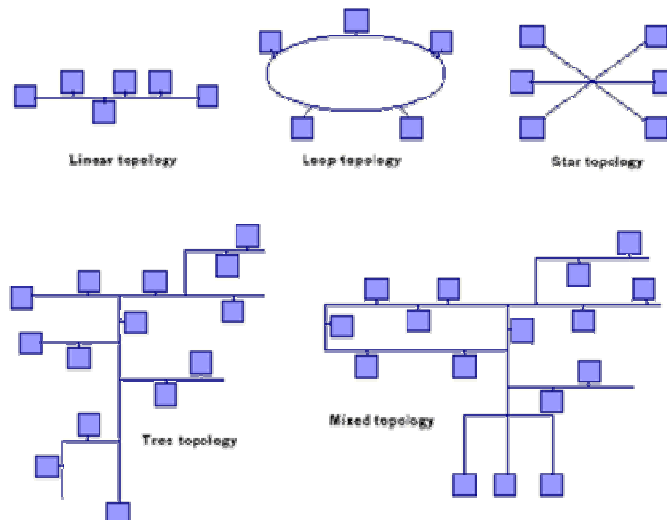
- Ο ΔΕΕ είναι ένα πλήρως ίσο προς ίσο δίκτυο το οποίο φιλοξενεί μέχρι και 65536 συσκευές.
- Η λογική τοπολογία επιτρέπει 256 συσκευές σε μια γραμμή.
- Οι γραμμές μπορούν να μπουν μαζί σε μια ομάδα με μια κύρια γραμμή σε μια περιοχή.
- 15 περιοχές μαζί με τη μορφή γραμμής κεντρικού κορμού σε μια ολόκληρη περιοχή.
- Στα ανοικτά μέσα οι γειτονικές περιοχές είναι λογικά χωρισμένες με ένα Σύστημα Αναγνώρισης 16-bit.
- Χωρίς τις διευθύνσεις που εξασφαλίζονται για τους συζευκτήρες, $(255*16)*15+255=61455$ τελικές συσκευές μπορούν να ενωθούν μέσω ενός ΔΕΕ δικτύου.
- Οι περιορισμοί εγκατάστασης μπορεί να εξαρτώνται από την εκτέλεση και από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Οι οδηγίες χρήσεις του προϊόντος και η εγκατάσταση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.



Communication protocols – EIBUS – Topology



Communication protocols – EIBUS – Topology



ΔΕΕ – Μέσα

Αρκετά μέσα όπως το Στρεπτό ζεύγος, η Γραμμή Ισχύος, η Ραδιοσυχνότητα και οι υπέρυθρες στηρίζουν το πρωτόκολλο ΔΕΕ. Είναι βέβαια πάντα δυνατό να συνδεθούν πύλες σε άλλο μέσο.

Στο ΣΖ στρεπτό ζεύγος του ΔΕΕ, η ανίχνευση της σύγκρουσης του επιπέδου bit με το κυρίαρχο λογικό 0 διασφαλίζει ότι σε περίπτωση σύγκρουσης, η μετάδοση πάντα πετυχαίνει για έναν από τους εταίρους της επικοινωνίας. Η εξάλειψη των επανεκπομπών που προκύπτει βελτιώνει την περαιτέρω απόδοση του ΑΖ του ΔΕΕ. Μαζί με τον ΔΕΕ αποτελούν μια πολύ δυνατή ομάδα διευθυνσιοδότησης. Το ΣΖ1 του ΔΕΕ Αποφυγής Σύγκρουσης φροντίζει για ακραία απόδοση με το χρόνο αντίδρασης να είναι 100ms για δύο ταυτόχρονες μεταδόσεις. Η γρήγορη συγκέντρωση επιτρέπει μέχρι και 14 συσκευές να συγκεντρωθούν σε πληροφορία κατάστασης 1byte μέσα σε 50ms. Ένα φυσικό ΣΖ τμήμα μπορεί να είναι μέχρι 1000m μακρύ.

Τα ηλεκτρικά τμήματα μπορεί να έχουν μια αυθαίρετη τοπολογία αποτελούμενη από ανεξάρτητους τομείς καλωδίωσης για όσο οι ηλεκτρικές απαιτήσεις δεν υπερβαίνουν (παραδείγματα τέτοιων τοπολογιών των ηλεκτρικών τμημάτων φαίνονται στο σχήμα που ακολουθεί).

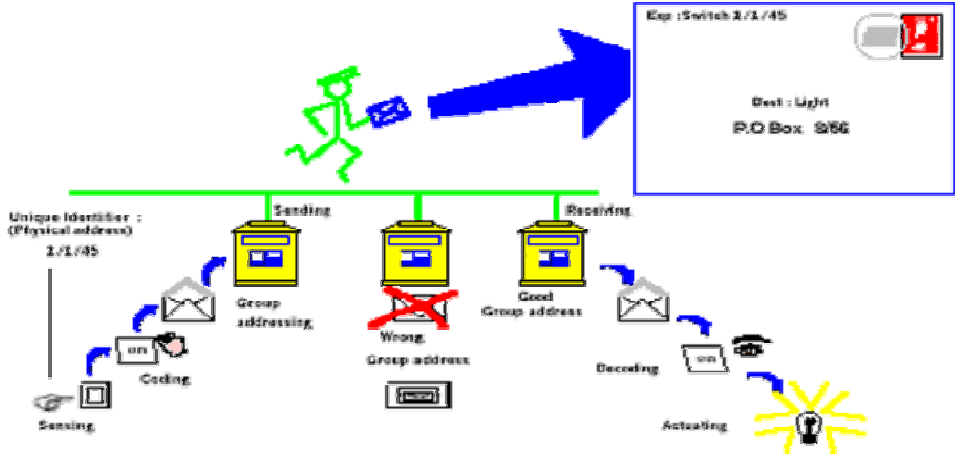
ΔΕΕ- Μετάδοση

Η επικοινωνία ανάμεσα σ' ένα αισθητήρα και έναν ενεργοποιητή είναι μια αλληλουχία λειτουργιών. Στην περίπτωση του πρωτοκόλλου ΔΕΕ, ένας διακόπτης-που είναι μοναδικά ορισμένος από τη φυσική του διεύθυνση – μπορεί να επικοινωνεί με λάμπες χρησιμοποιώντας ομαδοποιημένη διευθυνσιοδότηση.

Η ομαδοποιημένη διευθυνσιοδότηση βασίζεται στην ανταλλαγή δεδομένων κωδικοποιημένων με κοινούς κανόνες μεταξύ των αντικειμένων επικοινωνίας. Ένα αντικείμενο επικοινωνίας είναι ικανό μόνο να μεταδίδει τηλεγράφημα σε μια ομαδοποιημένη διεύθυνση

Αντιθέτως ένα αντικείμενο επικοινωνίας μπορεί να είναι συνδρομητής σε αρκετές ομαδοποιημένες διευθύνσεις επιτρέποντάς του να λαμβάνει τηλεγράφημα από διαφορετικούς εκπομπούς. Αυτό σημαίνει ότι όλες οι συσκευές συνδρομητές ΔΕΕ της κατάλληλης ομαδοποιημένης διεύθυνσης θα λαμβάνουν το μήνυμα της εντολής από το διακόπτη.

Communication protocols – EIBUS – Transmission



Communication protocols – EIBUS –OSI

APPLICATION	APPLICATION
PRESENTATION	----
SESSION	----
TRANSPORT	TRANSPORT
NETWORK	NETWORK
DATA LINK	DATA LINK
PHYSICAL	PHYSICAL

Η ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα σε δύο συσκευές επιτυγχάνεται με την μετάδοση πακέτων δεδομένων.

Κάθε πακέτο δεδομένων πρέπει να είναι αναγνωρίσιμο. Για κάθε μέσο το πλαίσιο μηνύματος είναι όμοιο του.

Κάποια μέσα θα προηγηθούν ή θα ακολουθήσουν το μήνυμα από κάποιες συγκεκριμένες ακολουθίες χαρακτηριστικές για τον έλεγχο πρόσβασης ή των μηχανισμών διόρθωσης σφαλμάτων. Αυτά τα πακέτα δεδομένων περιλαμβάνουν τα ακόλουθα πεδία.

-Πεδίο ελέγχου

-Πεδίο πηγής διεύθυνσης

-Πεδίο προορισμού διεύθυνσης

-Μήκος

-ΜΣΠΔ (Μονάδα Συνδέσμου Παροχής Δεδομένων) για παράδειγμα πληροφορίες που πρέπει να μεταφερθούν

-Έλεγχος Byte

ΔΕΕ-Διαχείριση Δεδομένων και Διευθυνσιοδότηση

Για να διαχειριστεί πόρους δικτύου ο ΔΕΕ χρησιμοποιεί ένα συνδυασμό επικοινωνίας αναμετάδοσης και σημείου με σημείο. Μέσω της αναμετάδοσης κάθε συσκευή στην εγκατάσταση εκχωρείται σε μια μοναδική Φυσική Διεύθυνση όπου χρησιμοποιείται από αυτή η περαιτέρω επικοινωνία σημείου με σημείο.

Μια σύνδεση μπορεί να δημιουργηθεί για παράδειγμα για να ληφθεί η ολοκληρωμένη δυαδική εικόνα ενός προγράμματος

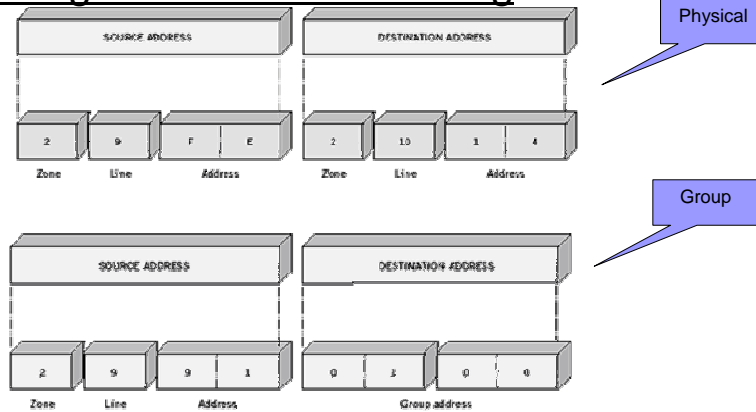
Η διαχείριση των συσκευών ΔΕΕ που συνδέονται με τον Δίαυλο Εγκατάστασης μπορούν να διευθυνσιοδοτηθούν χρησιμοποιώντας δύο τρόπους:

- Φυσική διευθυνσιοδότηση (λειτουργία συστήματος)

- Ομαδική διευθυνσιοδότηση (κανονική λειτουργία)



Communication protocols – EIBUS – Data management and addressing



ΔΕΕ -Διαμόρφωση

Η διαμόρφωση του συστήματος διαύλου επιτυγχάνεται με τη χρήση του Εργαλείου Λογισμικού ΔΕΕ όπου παρέχεται από τον ΣΔΕΕ (Συνεταιρισμός)

Η τοποθεσία και η φυσική διεύθυνση κάθε συσκευής διαύλου καταχωρείται στα αρχιτεκτονικά σχέδια

Όταν μια εγκατάσταση είναι ολοκληρωμένη, μια σειριακή διεπαφή από έναν προσωπικό υπολογιστή διαμορφώνει το σύστημα ΔΕΕ

ΔΕΕ –Αναμόρφωση

Ο ΔΕΕ ταιριάζει τέλεια για την εκμετάλλευση στο πεδίο της αναμόρφωσης για τους ακόλουθους λόγους

- διαθεσιμότητα εμπορικών προϊόντων
- η τεχνολογία είναι ανοιχτή προς τρίτους για εκμετάλλευση
- κιτ ανάπτυξης είναι διαθέσιμα
- καθιερωμένο δίκτυο κέντρων εκπαίδευσης

Το μείζον μειονέκτημα του διαύλου ΔΕΕ είναι ότι η τεχνολογία έχει μέχρι στιγμής εφαρμοστεί σε μεγάλο βαθμό μόνο στο μέσο στρεπτού ζεύγους. Αυτό σημαίνει ότι αν ένα υπάρχον σπίτι είναι να παραλάβει ένα δίαυλο ΔΕΕ

ένα συγκεκριμένο πόσο επανακαλωδίωσης θα πρέπει να γίνει. Ωστόσο η τεχνολογία μπορεί να εφαρμοστεί σε άλλα μέσα και υπάρχουν προϊόντα για μέσα υπερέυθρων και γραμμές ισχύος. Ο ΣΔΕΕ διενεργεί επίσης την ανάπτυξη του ομοαξονικού καλωδίου, των οπτικών ινών και των μέσων ραδιοσυχνότητας.

ΔΕΕ - Διαδικτύωση

Το πρωτόκολλο ΔΕΕ δεν επικοινωνεί για να επικοινωνεί. Ο σκοπός της επικοινωνίας είναι η διαδικτύωση ανάμεσα στους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές. Η πυραμίδα διαδικτύωσης ορίζει τους διαφορετικούς βαθμούς διαδικτύωσης. Ξεκινά με τη χρήση των μορφότυπων δεδομένων και τελειώνει με τη λειτουργία της εφαρμογής.

ΔΕΕ -Εξαρτήματα

Οι συσκευές ΔΕΕ χωρίζονται σε τρεις τύπους ανάλογα με τη χρήση τους:

-Βασικά εξαρτήματα όπως η μονάδα παροχής ισχύος, ο εμφράγκτης, το φίλτρο σήματος.

-Εξαρτήματα συστήματος τα οποία στηρίζουν την βασική λειτουργία του συστήματος όπως η Μονάδα Ζεύξης Διάυλου (ΜΖΔ), Γραμμή Ζεύξης (ΓΖ), Ζεύξη Φάσης (ΖΦ), Επαναλήπτης.

-Οι συσκευές ΔΕΕ που απευθύνονται σε εφαρμογές όπως οι αισθητήρες, οι ενεργοποιητές, οι αποκωδικοποιητές υπέρυθρων, πάνελ ενδείξεων. Η Μονάδα Ζεύξης Διαύλου ή όμοια διεπαφή συνδέουν τους τύπους των συσκευών στον ΔΕΕ

Ο ορισμός των ποικίλων μερών είναι

-Μονάδα παροχής ισχύος (ΜΠΙ):παρέχει ισχύ για την τροφοδοσία των συσκευών του ΔΕΕ διάλου.

-Εμφράγκτης:παρέχει τη ζεύξη της Μονάδας Παροχής Ισχύος στη γραμμή δεδομένων του διαύλου.

-Ράγια δεδομένων: παρέχει υποστήριξη με τέσσερα κομμάτια για την διανομή του διαύλου στην ράγια DIN.

-Σύνδεση ράγιας δεδομένων: παρέχει τη σύνδεση ανάμεσα στο καλώδιο του διαύλου και τη ράγια δεδομένων.

Δίκτυα Τοπικής Λειτουργίας

Η τεχνολογία δικτύων τοπικής λειτουργίας είναι μια γενική ανοικτή πλατφόρμα δικτύωσης που δημιουργήθηκε από την Echelon Corporation για τον έλεγχο δικτύων.

Ένα δίκτυο ελέγχου τοπικής λειτουργίας είναι οποιαδήποτε ομάδα συσκευών που λειτουργούν μαζί για την παρακολούθηση αισθητήρων, ενεργοποιητών ελέγχου όπου επικοινωνούν με αξιοπιστία χρησιμοποιώντας ένα ανοιχτό πρωτόκολλο για την λειτουργία διαχείρισης δικτύου και παρέχουν τυπική και απομακρυσμένη πρόσβαση στα δεδομένα δικτύου.

Κατά κάποιο τρόπο, ένα δίκτυο ελέγχου τοπικής δικτύωσης μοιάζει με ένα δίκτυο δεδομένων όπως ένα ΔΤΠ (δίκτυο τοπικής περιοχής).

Τα δίκτυα δεδομένων αποτελούνται από υπολογιστές συνδεδεμένους με ποικίλα μέσα επικοινωνιών συνδεδεμένα με δρομολογητές όπου επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας ένα κοινό πρωτόκολλο.

Το λογισμικό διαχείρισης δικτύου επιτρέπει στους διαχειριστές να διαμορφώσουν και να διατηρήσουν τα υπολογιστικά τους συστήματα

Τα δίκτυα ελέγχου περιλαμβάνουν όμοια κομμάτια βελτιστοποιημένα για το κόστος, την επίδοση, το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά αντίδρασης του ελέγχου.

Επιτρέπουν στα δικτυωμένα συστήματα να επεκταθούν σε μια κλάση εφαρμογών όπου η τεχνολογία δικτύωσης δεδομένων δεν πλησιάζει.

Όπως η βιομηχανία υπολογιστών, η βιομηχανία ελέγχου δημιουργεί λύσεις κεντραρισμένου ελέγχου βασιζόμενες στην καλωδίωση σημείου με σημείο και τα συστήματα ιεραρχικής λογικής.

Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ένας "κύριος" ελεγκτής όπως ένας υπολογιστής ή ελεγκτής προγραμματισμένης λογικής, φυσικά καλωδιωμένος με ανεξάρτητο έλεγχο, σημεία παρακολούθησης και αισθητήρια ή "σκλάβους".

Το αποτέλεσμα είναι ότι το δίκτυο δούλεψε αλλά ήταν ακριβό και δύσκολο να διατηρηθεί, να επεκταθεί και να συντηρηθεί. Ήταν επίσης πολύ ακριβό για να εγκατασταθεί ειδικά για μετασκευή.

Πριν τα δίκτυα ελέγχου ΔΤΠ, τα περισσότερα συστήματα ελέγχου απαιτούσαν χιλιάδες πόδια – ακόμη και μίλια - ακριβής καλωδίωσης για να συνδεθούν εξαρτήματα σε ένα συνηθισμένο προγραμματισμένο κεντρικό ελεγκτή. Η επέκταση απαιτούσε ακριβή επανακαλωδίωση και συνηθισμένο προγραμματισμό. Τα συστήματα ήταν ευάλωτα στην αποτυχία των κεντρικών ελεγκτών.

Τα δίκτυα ελέγχου ΔΤΠ βελτιώνουν αυτό το σενάριο. Επιτρέπουν την απλή επέκταση με την απλή σύνδεση σε νέες διαλειτουργικές συσκευές που λειτουργούν μαζί ανεξάρτητα από τον κατασκευαστή. Αυτές οι συσκευές που επικοινωνούν χρησιμοποιώντας ένα ανοικτό πρωτόκολλο, το πρωτόκολλο LonTalk. Με τη διανομή διαδικασιών μεταξύ όλων των συσκευών ελέγχου, το κεντρικό σημείο αποτυχίας αποβάλλεται. Επιτρέποντας την ελεύθερη ροή των πληροφοριών μεταξύ των συσκευών ο έλεγχος έχει βελτιωθεί και οι νέες εφαρμογές είναι ενεργοποιημένες.

Η τεχνολογία ΔΤΠ σήμερα παρέχει μια λύση στα πολλά προβλήματα του σχεδιασμού, της οικοδόμησης, εγκατάστασης και διατήρησης των δικτύων ελέγχου. Τα δίκτυα αναλογούν σε μέγεθος από δύο έως 32.000 συσκευές και μπορούν να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε από υπεραγορές έως εγκαταστάσεις πετρελαίου, από αεροσκάφη μέχρι βαγόνια, από λέιζερ τήξης μέχρι κουλοχέρηδες, από απλά οικογενειακά σπίτια μέχρι ουρανοξύστες.

Σήμερα σχεδόν σε κάθε βιομηχανία υπάρχει μια τάση απομάκρυνσης από ιδιόκτητα συστήματα ελέγχου και κεντρικά συστήματα. Οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν ανοικτά ανεξάρτητα τσιπ, λειτουργικά συστήματα και μέρη ώστε να δημιουργήσουν προϊόντα που διαθέτουν βελτιωμένη αξιοπιστία, ευελιξία, κόστος συστήματος για απόδοση.

Η τεχνολογία ΔΤΠ επιτυγχάνει την τάση απομάκρυνσης από τα ιδιόκτητα συστήματα ελέγχου και κεντρικά συστήματα παρέχοντας διαλειτουργικότητα, ισχυρή τεχνολογία, ταχύτερη ανάπτυξη και οικονομίες κλίμακας.

ΔΤΠ Δίκτυο

Ένα ΔΤΠ δίκτυο αποτελείται από έναν αριθμό κόμβων επικοινωνώντας μ'έναν αριθμό μέσων χρησιμοποιώντας ένα κοινό πρωτόκολλο. Τα κύρια μέρη του δικτύου είναι:

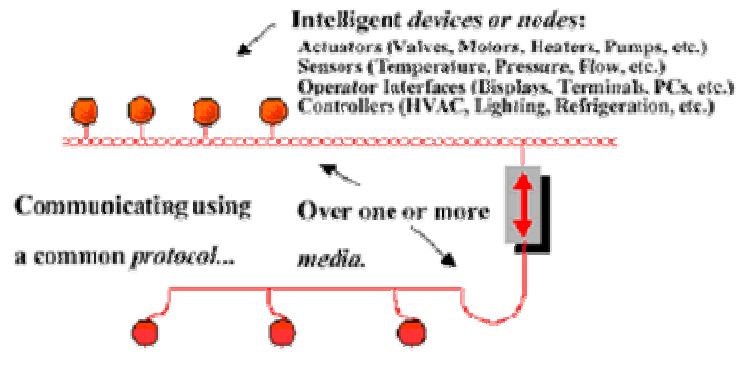
- οι κόμβοι όπου είναι έξυπνες συσκευές όπου "μιλούν" μέσω του πρωτοκόλλου επικοινωνίας επιβεβαιώνοντας την διαλειτουργία και διάδρασή τους
- εξοπλισμός δικτύου (δρομολογητές, επαναληπτής)
- πομποδέκτες (γραμμές ισχύος, υπέρυθρες κα)
- προσωπικούς υπολογιστές ή μικροεπεξεργαστές ή λογισμικό επικοινωνιών

- διαμόρφωση, διαχείριση, εποπτεία, και λογισμικό συντήρησης



Microprocessors and Energy Management

Communication protocols – Lonworks network



Microprocessors and Energy Management

Communication protocols – Lonworks network



Τα κύρια πλεονεκτήματα του δικτύου ΔΤΠ είναι:

- Είναι ένα διανεμημένο δίκτυο ελέγχου
- Ευκολότερη ολοκλήρωση των διαφορετικών συσκευών από ποικίλους

κατασκευαστές έχει επιτευχθεί

-Υψηλότερη απόδοση μέσων των ίσο προς ίσο επικοινωνιών έχει διασφαλιστεί

-Μειωμένα κόστη εγκατάστασης και επαναδιαμόρφωσης μέσω των διανεμημένων του χαρακτηριστικών.

Πρωτόκολλο ΔΤΠ

Το πρωτόκολλο ΔΤΠ επίσης γνωστό ως πρωτόκολλο LonTalk και το Στάνταρ Ελέγχου Δικτύωσης ANSI/EIA 709.1 είναι η καρδιά του συστήματος ΔΤΠ.

Το πρωτόκολλο παρέχει ένα σετ υπηρεσιών επικοινωνίας που επιτρέπει στο πρόγραμμα εφαρμογών σε μια συσκευή να στέλνει και να λαμβάνει μηνύματα από άλλες συσκευές στο δίκτυο χωρίς να χρειάζεται να γνωρίζει την τοπολογία του δικτύου ή τα ονόματα, τις διευθύνσεις ή τις λειτουργίες των άλλων συσκευών.

Το πρωτόκολλο ΔΤΠ μπορεί προαιρετικά να παρέχει τέλος προς τέλος την αναγνώριση των μηνυμάτων, την αυθεντικότητα τους και την προτεραιότητα για παροχή των οριοθετημένων προθεσμιών συναλλαγών.

Οι υπηρεσίες για την υποστήριξη διαχείρισης δικτύου επιτρέπουν στα εργαλεία απομακρυσμένης διαχείρισης δικτύου να αλληλεπιδρούν με συσκευές στο δίκτυο, περιλαμβάνοντας την επαναδιαμόρφωση των διευθύνσεων και παραμέτρων του δικτύου, φορτώνοντας προγράμματα εφαρμογών, αναφέροντας προβλήματα του δικτύου και ξεκινώντας /σταματώντας / επαναφέροντας τα προγράμματα εφαρμογών των συσκευών.

Communication protocols – Lonworks protocol

No.	OSI Layer	Purpose	Services Provided
7	Application	Application Compatibility	Standard Objects and Types; Configuration Properties; File Transfer; Network Services.
6	Presentation	Data interpretation	Network Variables; Application Messages; Foreign Frames
5	Session	Control	Request-Response; Authentication
4	Transport	End-to-End Reliability	End-to-End Acknowledgement; Service Type; Packet sequencing; Duplicate Detection
3	Network	Message Delivery	Unicast & Multicast Addressing; Packet Routing
2	Link	Media Access and Framing	Framing; Data Encoding; CRC Error Checking; Media Access; Collision Avoidance & Detection; Priority
1	Physical	Electrical interconnect	Media-Specific Interfaces and Modulation Schemes (twisted pair, power line, Radio frequency, coaxial cable, infrared, fiber optic)

Table 3.12. ISO/OSI Reference model

Πρωτόκολλο ΔΤΠ -OSI

Το πρωτόκολλο ΔΤΠ ή LonWorks είναι ένα στρωματοειδές, αξιόπιστο, ίσο προς ίσο πρωτόκολλο επικοινωνίας. Όπως είναι τα σχετικά Ethernet και τα πρωτοκόλλα διαδικτύου είναι ένα δημοσιευμένο πρότυπο και τηρεί τις στρωματοειδείς αρχιτεκτονικές κατευθυντήριες γραμμές του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (ISO) για το Open Systems Interconnect (ISO OSI) μοντέλο αναφοράς.

Το πρωτόκολλο LonWorks ωστόσο είναι σχεδιασμένο για τις συγκεκριμένες απαιτήσεις των συστημάτων ελέγχου παρά για τα συστήματα διεργασίας δεδομένων. Για να διασφαλιστεί ότι οι απαιτήσεις αυτές ικανοποιούνται με ένα αξιόπιστο πρότυπο επικοινωνιών, το πρωτόκολλο LonWorks είναι στρωματοειδές όπως συνίσταται από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης.

Με την προσαρμογή του πρωτοκόλλου για τον έλεγχο σε κάθε ένα από τα στρώματα OSI, το πρωτόκολλο LonWorks παρέχει μια συγκεκριμένη λύση ελέγχου που παρέχει αξιοπιστία, απόδοση και αξιόπιστες επικοινωνίες που απαιτούνται για τις εφαρμογές ελέγχου.

Πρωτόκολλο LonWorks-Κανάλι

Ένα κανάλι είναι ένα συγκεκριμένο φυσικό μέσο επικοινωνίας όπου μια ομάδα συσκευών LonWorks επισυνάπτονται από πομποδέκτες ειδικούς για το κανάλι αυτό.

Κάθε τύπος καναλιού έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά με σκοπό το μέγιστο αριθμό επισυναπτόμενων συσκευών, ρυθμό επικοινωνίας και όρια φυσικής απόστασης.

Πρωτόκολλο LonWorks-Διευθυνσιοδότηση

Ο αλγόριθμος διευθυνσιοδότησης ορίζει πόσα πακέτα είναι δρομολογημένα από μια συσκευή πηγής σε μια ή περισσότερες συσκευές προορισμούς. Τα πακέτα μπορεί να είναι διευθυνσιοδοτημένα σε μια απλή συσκευή, σε οποιαδήποτε ομάδα συσκευών ή όλες τις συσκευές. Για να υποστηρίξει δίκτυα με δύο έως δεκάδες χιλιάδες συσκευών το πρωτόκολλο LonWorks υποστηρίζει διαφόρους τύπους διευθύνσεων από απλές φυσικές διευθύνσεις μέχρι διευθύνσεις που ορίζουν συλλογές από άλλες συσκευές.

Φυσική Διεύθυνση. Κάθε συσκευή LonWorks περιλαμβάνει ένα μοναδικό 48-bit αναγνωριστικό που ονομάζεται Neuron ID. Το Neuron ID αποδίδεται συνήθως όταν η συσκευή είναι κατασκευασμένη και δεν αλλάζει κατά τη διάρκεια ζωής της συσκευής.

Διεύθυνση συσκευής. Μια συσκευή LonWorks αποδίδει μια διεύθυνση συσκευής όταν είναι εγκατεστημένη σ' ένα συγκεκριμένο δίκτυο. Οι διευθύνσεις των συσκευών χρησιμοποιούνται αντί των φυσικών της διευθύνσεων διότι υποστηρίζουν την αποτελεσματικότερη δρομολόγηση των μηνυμάτων και απλουστεύουν την αντικατάσταση των συσκευών που απέτυχαν. Ένα εργαλείο εγκατάστασης δικτύου όπου διατηρείται μια βάση δεδομένων των διευθύνσεων συσκευής για το δίκτυο εκχωρεί τις διευθύνσεις της συσκευής. Οι διευθύνσεις της συσκευής αποτελούνται από τρία στοιχεία: ένα **τομέα ID**, **υποδίκτυο ID** και τον **κόμβο ID**. Οι συσκευές πρέπει να είναι στον ίδιο τομέα για να ανταλλάσσουν πακέτα. Μπορεί να είναι μέχρι 32.385 συσκευές σ' έναν τομέα. Το υποδίκτυο ID αναγνωρίζει μια συλλογή μέχρι και 127 συσκευών όπου είναι σ' ένα μόνο κανάλι ή ένα σετ καναλιών συνδεδεμένα με επαναλήπτες. Τα υποδίκτυα ID χρησιμοποιούνται για να υποστηρίξουν την αποτελεσματική δρομολόγηση των πακέτων στα ευρεία δίκτυα. Μπορούν να είναι μέχρι και 255 υποδίκτυα σ' έναν τομέα. Ο κόμβος ID αναγνωρίζει μια ανεξάρτητη συσκευή μέσα σ' ένα υποδίκτυο.

Διεύθυνση Ομάδας. Μια ομάδα είναι μια λογική συλλογή συσκευών μέσα σ' ένα τομέα. Σε αντίθεση μ' ένα υποδίκτυο οι συσκευές είναι ομαδοποιημένες μαζί χωρίς σεβασμό για τη φυσική τους θέση στον τομέα. Μπορεί να είναι οποιοσδήποτε αριθμός συσκευών σε μια ομάδα όταν χρησιμοποιούνται μηνύματα αναγνώρισης: οι ομάδες περιορίζονται στις 64 συσκευές εάν αναγνωριστούν τα μηνύματα που χρησιμοποιούνται. Οι ομάδες είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για να βελτιστοποιηθεί το εύρος ζώνης δικτύου για τα πακέτα που απευθύνονται σε πολλαπλές συσκευές. Μπορεί να υπάρχουν έως και 256 ομάδες σ' έναν τομέα.

Διεύθυνση Εκπομπής. Η διεύθυνση μετάδοσης προσδιορίζει όλες τις συσκευές μ' ένα υποδίκτυο ή όλες τις συσκευές μέσα σ' ένα τομέα. Οι διευθύνσεις μετάδοσης είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για να επικοινωνούν με πολλές συσκευές και κάποιες φορές χρησιμοποιούνται αντί των διευθύνσεων των ομάδων για να διατηρηθεί ο περιορισμένος αριθμός των διαθέσιμων ομάδων διευθύνσεων.

Πρωτόκολλο LonWork – Διανομή

Το Πρωτόκολλο LonWorks προσφέρει τρεις βασικούς τύπους διανομής μηνυμάτων και επίσης υποστηρίζει αυθεντικά μηνύματα. Ένα βελτιστοποιημένο δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιεί συχνά όλους τους τύπους υπηρεσιών. Αυτές οι υπηρεσίες επιτρέπουν την τήρηση των ισορροπιών μεταξύ της αξιοπιστίας, της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας και παρατίθενται παρακάτω:

- **Αναγνώριση μηνυμάτων:** παρέχει την τέλος -προς – τέλος αναγνώριση. Όταν χρησιμοποιούνται αναγνωρίσιμα μηνύματα, ένα μήνυμα στέλνεται σε μια συσκευή ή ομάδα των μέχρι και 64 συσκευών και οι ατομικές αναγνωρίσεις αναμένονται από κάθε δέκτη. Αν οι αναγνωρίσεις δεν παραδίδονται, ο αποστολέας τερματίζει και ξαναπροσπαθεί τη συναλλαγή. Ο αριθμός των επαναλήψεων και το όριο χρόνου είναι διαμορφώσιμα.

- **Επαναλαμβανόμενα. Μηνύματα:** Προκαλεί ένα μήνυμα να σταλεί σε μια συσκευή ή μια ομάδα οποιοδήποτε αριθμού συσκευών πολλές φορές. Αυτή η υπηρεσία τυπικά χρησιμοποιείται αντί της αναγνώρισης μηνυμάτων διότι δεν συνεπάγεται την επιβάρυνση και την καθυστέρηση της αναμονής για αναγνωρίσεις. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όταν μεταδίδει πληροφορίες σε μια ευρεία ομάδα συσκευών όταν ένα μήνυμα αναγνώρισης θα προκαλούσε όλες τις συσκευές παράδοσης να προσπαθούν να μεταδώσουν μια απάντηση την ίδια στιγμή.

- **Μη αναγνώριση μηνυμάτων:** προκαλεί κάθε μήνυμα που θα σταλεί μια φορά σε μια συσκευή ή μια ομάδα οποιουδήποτε αριθμού συσκευών και δεν αναμένεται απάντηση. Αυτή η υπηρεσία μηνυμάτων έχει τα χαμηλότερα έξοδα και είναι η τυπικά πιο χρησιμοποιημένη υπηρεσία.

- **Υπηρεσία Αυθεντικότητας:** Επιτρέπει στον παραλήπτη ενός μηνύματος να καθορίσει αν ο αποστολέας είναι εξουσιοδοτημένος να στείλει το μήνυμα. Έτσι η αυθεντικότητα εμποδίζει τη μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση στις συσκευές και υλοποιείται με τη διανομή 48-bit κλειδιών στις συσκευές κατά το χρόνο εγκατάστασης.

Μεταβλητές

Το πρωτόκολλο LonWorks υλοποιεί την καινοτόμο έννοια των μεταβλητών δικτύου. Οι μεταβλητές δικτύου απλοποιούν σε μεγάλο βαθμό τα καθήκοντα σχεδιασμών των προγραμμάτων εφαρμογών LonWorks για τη διαλειτουργικότητα με προϊόντα πολλαπλών προμηθευτών και τη διευκόλυνση της σχεδίασης της πληροφορίας – βάσης αντί της εντολής – βάσης των συστημάτων ελέγχου.

Μια μεταβλητή δικτύου είναι οποιοδήποτε αντικείμενο δεδομένων όπου μια συγκεκριμένη συσκευή προγράμματος εφαρμογών αναμένει να δεχθεί από άλλες συσκευές στο δίκτυο ή αναμένει να τεθεί διαθέσιμη για τις άλλες συσκευές στο δίκτυο. Το πρόγραμμα εφαρμογών σε μια συσκευή δε χρειάζεται να γνωρίζει τίποτα σχετικό με την προέλευση των μεταβλητών εισόδου δικτύου ή τον προορισμό των μεταβλητών εξόδου δικτύου.

Όταν το πρόγραμμα εφαρμογής έχει μια αλλαγμένη τιμή για μια μεταβλητή εξόδου απλά περνάει τη νέα τιμή στο υλικολογισμικό της συσκευής. Μέσω της διαδικασίας που λαμβάνει μέρος κατά το σχεδιασμό και την εγκατάσταση του δικτύου όπου καλείται σύνδεση, το υλικολογισμικό της συσκευής διαμορφώνεται ώστε να γνωρίζει τη λογική διεύθυνση των άλλων συσκευών ή ομάδας συσκευών στο δίκτυο αναμένοντας τη μεταβλητή δικτύου και συναρμολογεί και στέλνει το κατάλληλο πακέτο σ' αυτές τις συσκευές.

Ομοίως όταν το υλικολογισμικό της συσκευής λαμβάνει μια αναβαθμισμένη τιμή για μια μεταβλητή εισόδου του δικτύου απαιτούμενη από το πρόγραμμα εφαρμογής περνάει τα δεδομένα στο πρόγραμμα εφαρμογής.

Έτσι η διαδικασία σύνδεσης δημιουργεί λογικές συνδέσεις ανάμεσα σε μια μεταβλητή εξόδου δικτύου σε μια συσκευή και μια μεταβλητή εισόδου δικτύου σε άλλη συσκευή ή ομάδα συσκευών.

Οι συνδέσεις μπορούν να θεωρηθούν σαν "εικονικά καλώδια". Αν μια συσκευή περιλαμβάνει ένα φυσικό διακόπτη με μια αντίστοιχη μεταβλητή εξόδου δικτύου που καλείται διακόπτης on/off και μια άλλη συσκευή χειρίζεται μια λάμπα με μια αντίστοιχη μεταβλητή εισόδου δικτύου που λέγεται λάμπα on/off, δημιουργώντας μια σύνδεση ενώνοντας αυτές τις δύο μεταβλητές δικτύου έχουμε την ίδια λειτουργική επίδραση όπως αν συνδέαμε ένα φυσικό καλώδιο από το διακόπτη στη λάμπα.

Κάθε μεταβλητή δικτύου έχει ένα τύπο που ορίζει τις μονάδες, την κλίμακα και τη δομή των δεδομένων που περιέχονται εντός της μεταβλητής δικτύου. Οι μεταβλητές δικτύου πρέπει να είναι ίδιου τύπου για να συνδεθούν. Αυτό εμποδίζει τα λάθη της κοινής εγκατάστασης που προκύπτουν όπως η έξοδος πίεσης που συνδέεται σε μια είσοδο θερμοκρασίας.

Υπάρχουν τύποι μεταφραστών που είναι διαθέσιμοι για τη μετατροπή των μεταβλητών δικτύου από ένα τύπο σ' έναν άλλο. Ένα σετ στάνταρ τύπων μεταβλητών δικτύου (SNVTs) ορίζεται για τους τύπους που χρησιμοποιούνται συνήθως.

Εναλλακτικά οι κατασκευαστές πρέπει να ορίζουν από μόνοι τους το δικό τους τύπο μεταβλητής δικτύου (UNVTs) (userdefined)

Οι μεταβλητές δικτύου καθιστούν δυνατά τα συστήματα ελέγχου πληροφοριών – βάσης αντί των παλαιού τύπου συστημάτων ελέγχου εντολής-βάσης. Αυτό σημαίνει ότι σ'ένα σύστημα LonWorks κάθε εφαρμογή συσκευής αναλαμβάνει τις δικές της αποφάσεις ελέγχου βασιζόμενη στην πληροφορία που συλλέγει από άλλες συσκευές σχετικά με το τι συμβαίνει στο σύστημα.

Σ' ένα σύστημα εντολής – βάσης οι συσκευές θέτουν τις εντολές ελέγχου σε άλλες συσκευές, οπότε μια συσκευή εκτέλεσης εντολών η οποία είναι τυπικά ένας κεντρικός ελεγκτής πρέπει να είναι προγραμματισμένη να γνωρίζει πολλά για τη λειτουργία του συστήματος και την τοπολογία του.

Αυτό καθιστά πολύ δύσκολο για τους πολλαπλούς προμηθευτές να σχεδιάσουν τυποποιημένες συσκευές ελέγχου όπου μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν. Οι μεταβλητές δικτύου κάνουν εύκολο για τους κατασκευαστές να σχεδιάζουν συσκευές όπου οι ολοκληρωτές του συστήματος μπορούν άμεσα να ενσωματωθούν σε διαλειτουργικά συστήματα ελέγχου πληροφορίας – βάσης.



Communication protocols – Lonworks protocol – Devices

Devices in subnet	327
Subnets in a domain	256
Devices in a domain	32.385
Domains in a network	2^{48}
Members in a group: Unacknowledged or Repeated	No limit
Members in a group: Acknowledged or Request Response	63
Groups in a domain	256
Channels in a network	No limit
Bytes in a network variable	31
Bytes in an application frame message	228
Bytes in a data file	2^{32}

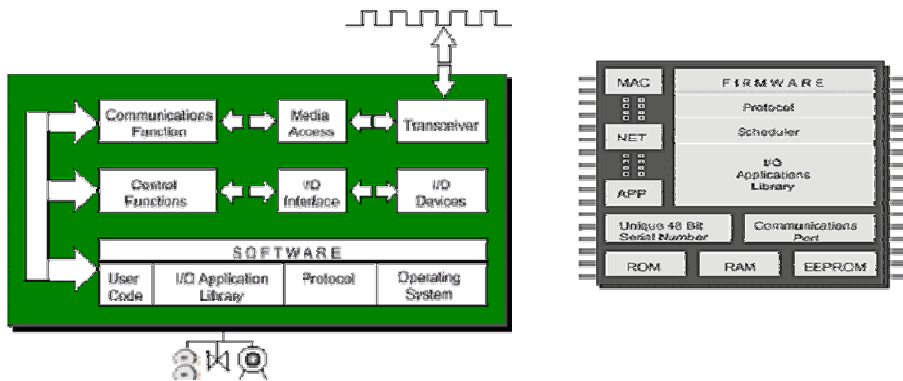
Πρωτόκολλο – Συσκευή

Η βάση κάθε συσκευής LonWorks είναι το Neuron τσιπ όπως περιλαμβάνει ολόκληρο το απαιτούμενο υλικό και λογισμικό της συσκευής. Το Neuron τσιπ περιλαμβάνει τρεις πανομοιότυπες 8 - bit κεντρικές μονάδες διεργασίας (CPUs) οι οποίες αφιερώνονται στις ακόλουθες λειτουργίες:

1. CPU-1 είναι ο έλεγχος πρόσβασης των μέσων όπου οδηγεί το υλικό του υποσυστήματος επικοινωνίας και εκτελεί τον αλγόριθμο πρόσβασης του μέσου. Η CPU-1 επικοινωνεί με τη CPU-2 χρησιμοποιώντας απομονωτές δικτύου που είναι τοποθετημένοι στη μοιρασμένη μνήμη. Η CPU-1 χειρίζεται τα στρώματα 3 έως 6.
2. CPU-2 είναι η CPU του δικτύου όπου εφαρμόζει τα στρώματα 3 έως 6 του LonTalk πρωτοκόλλου. Χειρίζεται τη διεργασία μεταβλητής δικτύου, τη διευθυνσιοδότηση, τη διεργασία συναλλαγής, την αυθεντικότητα και τη διαχείριση του δικτύου.
3. CPU-3 είναι η εφαρμόσιμη CPU όπου τρέχει τον κωδικό που είναι γραμμένος από το χρήστη μαζί με τις υπηρεσίες λειτουργίας του συστήματος που λέγεται κώδικας εφαρμογής.

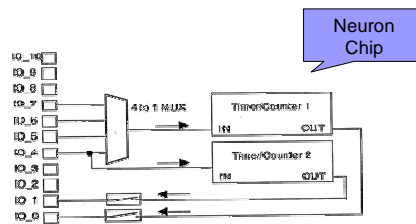
Microprocessors and Energy Management

Communication protocols – Lonworks protocol – Device



Microprocessors and Energy Management

Communication protocols – Lonworks protocol – Device



LonPoint

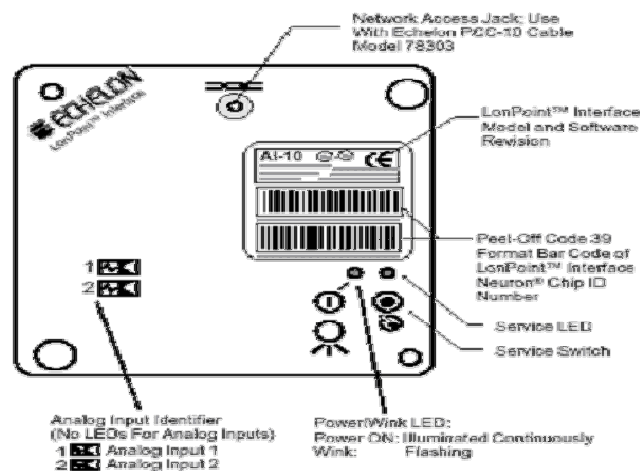
Το σύστημα LonPoint είναι το αποτέλεσμα μιας τέτοιας προσέγγισης του συστήματος που παρέχει το χαμηλό κόστος μιας αρχιτεκτονικής ανοικτού συστήματος, τις δυνατότητες πολλών χρηστών του LNS Συστήματος Λειτουργίας Δικτύου, τις διανεμημένες δυνατότητες διεργασιών του Neuron τσιπ και της πλατφόρμας LonWorks και την ευελιξία καλωδίωσης των επικοινωνιών ελεύθερης τοπολογίας.

Το σύστημα αποτελείται από τη Διεπαφή LonPoint, τον Δρομολογητή και τις Προγραμματισμένες Ενότητες, τα Προγράμματα Εφαρμογής LonPoint, τον LNS LonMarker για το Εργαλείο Ολοκλήρωσης των Windows και το Λογισμικό Plug – In LonPoint. Οι ποικίλες μονάδες εισόδου/εξόδου του συστήματος LonPoint περιγράφονται παρακάτω.

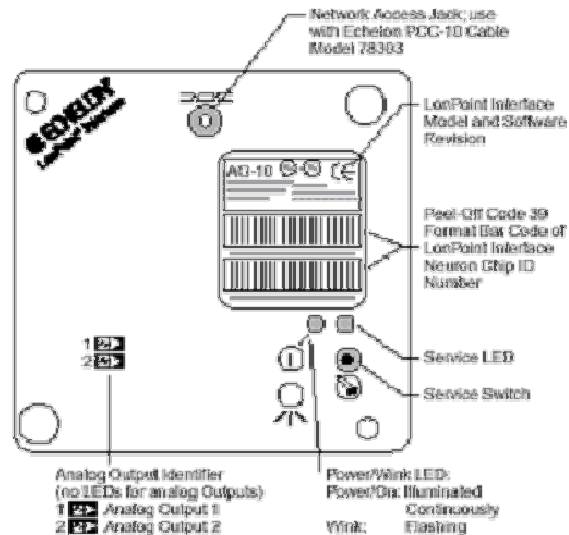


Microprocessors and Energy Management

Communication protocols – Lonworks protocol – LonPoint



Communication protocols – Lonworks protocol – LonPoint



Αντικείμενα LonMark

Ο συνεταιρισμός LonMark είναι ένας οργανισμός που στοχεύει στο να καταστήσει δυνατή την εύκολη ολοκλήρωση των συστημάτων πολυ-προμηθευτών βασισμένη στα δίκτυα LonWorks και παρέχοντας ένα ανοιχτό φόρουμ για τις εταιρείες μέλη για να δουλεύουν μαζί στο μάρκετινγκ και τα τεχνικά προγράμματα για να προωθηθεί η διαθεσιμότητα της ανοιχτής διαλειτουργίας συσκευών ελέγχου. Ο Συνεταιρισμός επικεντρώνεται:

- στα οφέλη προώθησης των προϊόντων διαλειτουργίας LonMark
- στην παροχή προγραμμάτων συνεργασίας μάρκετινγκ για εταιρείες που αναπτύσσουν τα προϊόντα LonMark
- στην παροχή ενός φόρουμ για να ορίσει τις ειδικής εφαρμογής απαιτήσεις σχεδιασμού. Τα προϊόντα που έχουν ελεγχθεί για να είναι σύμφωνα με τις κατευθυντήριες γραμμές διαλειτουργικότητας LonMark έχουν το δικαίωμα να φέρουν το λογότυπο LonMark. Το λογότυπο LonMark είναι ένας δείκτης ότι το προϊόν έχει ολοκληρώσει τα τεστ συμμόρφωσης και έχει σχεδιαστεί να διαλειτουργεί μέσω ενός δικτύου LonWork.

Όπως προαναφέρθηκε το πρωτόκολλο LonTalk απασχολεί ένα προσανατολισμένο στρώμα εφαρμογής δεδομένων όπου υποστηρίζει την επικοινωνία δεδομένων αντί των εντολών μεταξύ των κόμβων. Με αυτή τη προσέγγιση η εφαρμογή δεδομένων

όπως οι θερμοκρασίες, οι πιέσεις κλπ. μπορεί να σταλεί σε πολλαπλούς κόμβους εκ των οποίων ο καθένας μπορεί να έχει διαφορετική εφαρμογή για το δεδομένο. Τα δεδομένα στο πρωτόκολλο LonTalk χρησιμοποιούν τις μεταβλητές δικτύου και τις ιδιότητες διαμόρφωσης. Οι Τύποι Τυποποιημένων Μεταβλητών Δικτύων (SNVTs) και οι Τύποι Τυποποιημένων Παραμέτρων Διαμόρφωσης (SCPT) παρέχουν μια κοινή πλατφόρμα για την εκπροσώπηση ενός ευρύ ρυθμού δεδομένων προσδιορίζοντας τις μονάδες, το ρυθμό και την ανάλυση.

Στο στρώμα εφαρμογής, η διαλειτουργία ανάμεσα σε βασισμένα στην τεχνολογία LonWorks προϊόντα διευκολύνεται μέσω της χρήσης μιας συγκεκριμένης εφαρμογής LonMark Αντικειμένων και SNVTs. Τα Αντικείμενα LonMark βασίζονται στις μεταβλητές δικτύου και παρέχουν μια συνοπτική διεπαφή επιπέδου εφαρμογών που ενσωματώνει μια σημαντική ερμηνεία για την πληροφορία της επικοινωνίας.

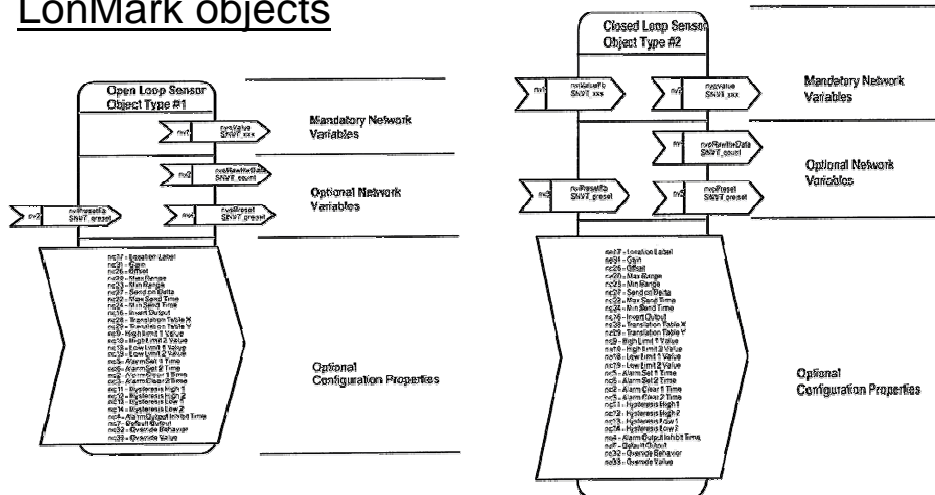
Υπάρχουν τρεις τύποι Αντικειμένων LonMark: Το **Αντικείμενο Κόμβου**, το **Αντικείμενο Αισθητήρα** και το **Αντικείμενο Ενεργοποιητή**.

- Το Αντικείμενο Αισθητήρα είναι ένα γενικό αντικείμενο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί με οποιοδήποτε τύπο αισθητήρα όπως αναλογικής πίεσης, αισθητήρα θερμοκρασίας ή υγρασίας ή ακόμα και ψηφιακού διακόπτη. Το Αντικείμενο Αισθητήρα μπορεί να παρέχει δεδομένα απευθείας σ' ένα Αντικείμενο Ενεργοποιητή ή να ελέγξει τη θηλιά που βρίσκεται μέσα σ' ένα Αντικείμενο Ελεγκτή. Υπάρχουν δύο εκδόσεις Αντικειμένου Αισθητήρα: μια χωρίς ανάδραση που λέγεται "**Αντικείμενο Αισθητήρα Ανοιχτής Θηλιάς**" και η άλλη με ανάδραση που λέγεται "**Αντικείμενο Αισθητήρα Κλειστής Θηλιάς**".
- Το Αντικείμενο Αισθητήρα Ανοιχτής Θηλιάς είναι κατάλληλο για χρήση με συσκευές αισθητηρίων όπου αναφέρουν απόλυτες τιμές αντί σχετικών και για χρήση με συσκευές που δεν απαιτούν πληροφορίες ανάδρασης για σωστή λειτουργία.
- Το Αντικείμενο Αισθητήρα Κλειστής Θηλιάς περιλαμβάνει ένα χαρακτηριστικό ανάδρασης που το κάνει κατάλληλο για χρήση σε εφαρμογές όπου οι πολλαπλοί αισθητήρες μπορούν να συνδυαστούν σε αυθαίρετους συνδυασμούς με συσκευές πολλαπλών ενεργοποιητών. Ο σκοπός του αντικειμένου αισθητήρα κλειστής θηλιάς είναι να θέτει διαθέσιμους τους πολλαπλούς αισθητήρες για να ελέγξουν έναν κοινό ενεργοποιητή, ή έναν

απλό αισθητήρα για να ελέγχει πολλαπλούς ενεργοποιητές ενώ διατηρεί το συγχρονισμό ανάμεσα στα ενεργά και επιθυμητά επίπεδα των αντικειμένων τόσο στους αισθητήρες όσο και στους ενεργοποιητές.

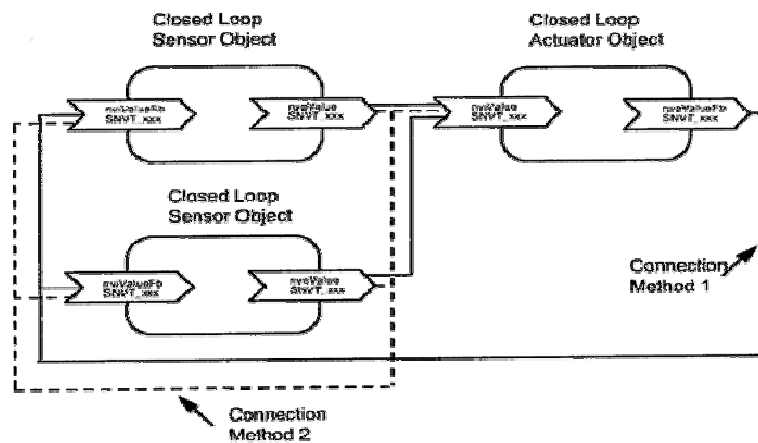
Microprocessors and Energy Management

Communication protocols – Lonworks protocol – LonMark objects



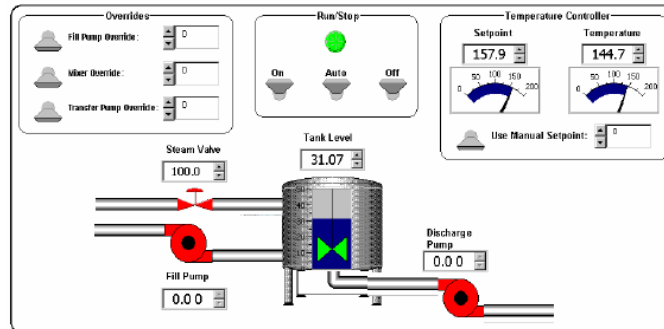
Microprocessors and Energy Management

Communication protocols – Lonworks protocol – LonMark objects



Communication protocols – Lonworks protocol – LonMaker™ 3.1 Integration Tool

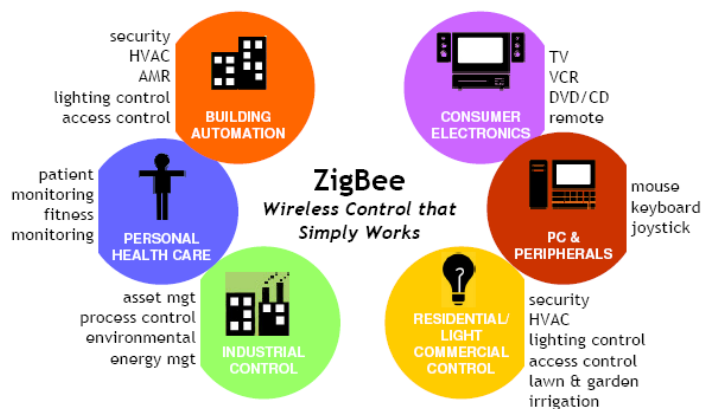
- HMI tool based on integrated monitoring and visualization components



Ασύρματα Δίκτυα

- Ευρεία δίκτυα – μεγάλος αριθμός συσκευών και μεγάλη περιοχή κάλυψης
- Μορφοποιούν τα δίκτυα αυτόνομα και λειτουργούν πολύ αξιόπιστα χωρίς καμία παρέμβαση του χειριστή.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής μπαταρίας
- Τυποποιημένα πρωτόκολλα για διαλειτουργικότητα.
- Πολύ χαμηλού κόστους υποδομή
- Πολύ χαμηλή πολυπλοκότητα και μικρό μέγεθος

ZigBee

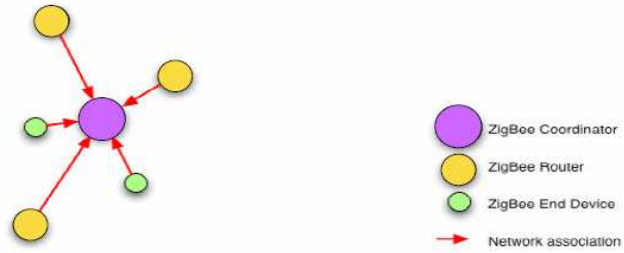


Χαρακτηριστικά

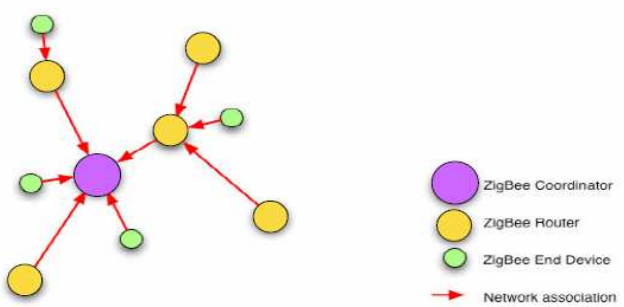
- Δίκτυα αυτόνομης μορφοποίησης Ad-hoc
- Πλέγμα, Δένδρο Συστάδας και Τοπολογίες Αστέρα
- Αξιόπιστη μετάδοση μηνυμάτων
- Τύποι Λογικών Συσκευών
- Συνεργάτης, Δρομολογητής και Συσκευή Τέλους
- Κέντρο Εμπιστοσύνης
- Κάθε συσκευή έχει μοναδική εκτεταμένη διεύθυνση 64-bit
- Ασφάλεια
- Συμμετρικό Κλειδί
- Εφαρμογές Ανθεκτικότητας και Κρυπτογράφησης
- Ανακάλυψη Συσκευής και Υπηρεσίας
- Προαιρετική Υπηρεσία Αναγνώρισης
- Ανταλλαγή μηνυμάτων με προαιρετικές απαντήσεις



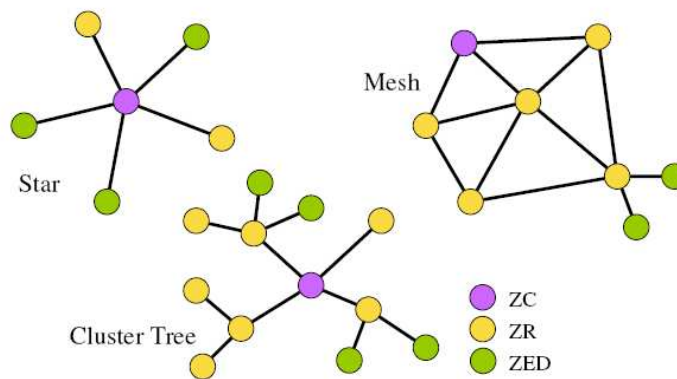
Devices



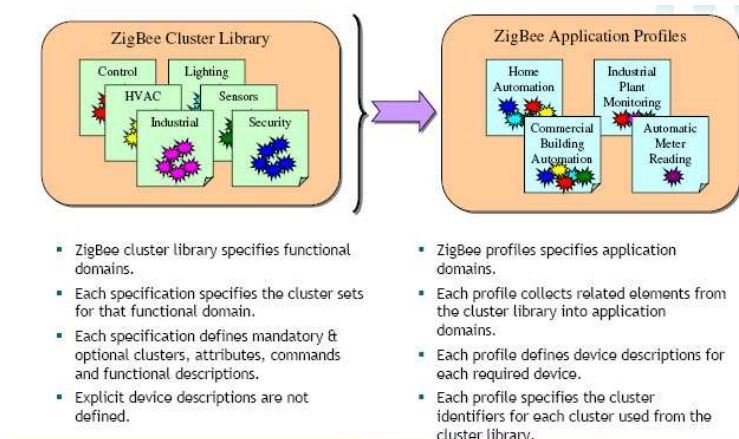
More....



Topologies



Applications



Εφαρμογές

- Αυτοματισμός Σπιτιού (ΑΣ)
 - Χαμηλού προς υψηλού τέλους συστήματα κατοικιών για τον έλεγχο των συσκευών γύρω από το σπίτι

- Αυτοματισμός Εμπορικού Κτηρίου (ΑΕΚ)
 - Ολοκληρωμένος έλεγχος κτηρίου παρακολούθησης και διαχείρισης ενέργειας
- Παρακολούθηση Βιομηχανικής Εγκατάστασης (ΠΒΕ)
 - Χρόνος παρακολούθησης διαφόρων ιδιοτήτων που σχετίζονται με το περιβάλλον λειτουργίας και τις συνθήκες των μηχανημάτων.
- Ασύρματες Εφαρμογές Αισθητήρα (ΑΕΑ)
- Εφαρμογές τηλεπικοινωνιών
 - Μοίρασμα ελαφρών δεδομένων
 - Ενεργό RFID στην κινητή πληρωμή
- Αυτόματο Μέτρο Διαβάσματος
 - Συστήματα κατοικήσιμης και εμπορικής χρησιμότητας
- Προσωπική/σπιτική ιατρική περίθαλψη
 - Δίκτυα σώματος περιοχής
 - Παρακολούθηση υγείας: σπίτι, γυμναστήριο, εν κινήσει
 - Παρακολούθηση ασθενών
- Αυτοκίνηση
 - Στον έλεγχο οχήματος: οχημάτων και διασκέδαση
- Παρακολούθηση κατάστασης



Case studies



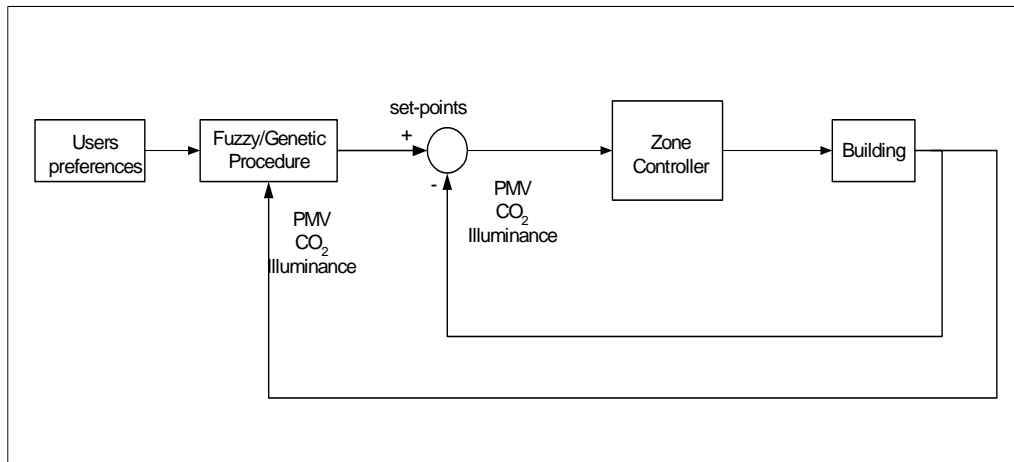
Building in Crete

Στόχοι

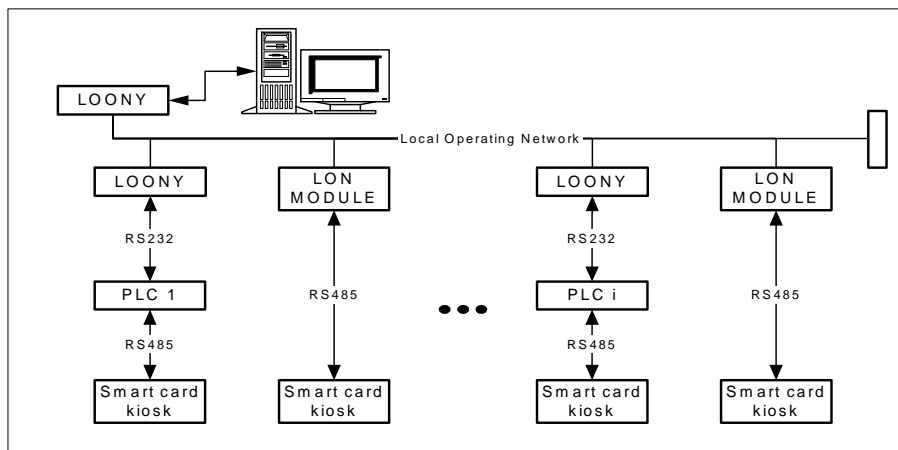
Το προτεινόμενο Σύστημα Διαχείρισης Μηχανών Ενσωματωμένης Βάσης (ΣΔΜΕΒ):

- Ενσωματώνει τις τρεις απόψεις για την εσωτερική άνεση σε μια παγκόσμια στρατηγική ελέγχου για τον έλεγχο κτηρίων ζώνης. Η στρατηγική ελέγχου μεγιστοποιεί τη διατήρηση ενέργειας δίνοντας προτεραιότητα στις παθητικές τεχνικές.
- Ενοποιεί τις απαιτήσεις άνεσης των ενοίκων στη στρατηγική ελέγχου και ταυτόχρονα ελαχιστοποιεί την κατανάλωση ενέργειας.
- Μπορεί να εγκατασταθεί σε νέα ή υπάρχοντα κτήρια τα οποία είναι λιγότερο αποδοτικά σε ενέργεια.

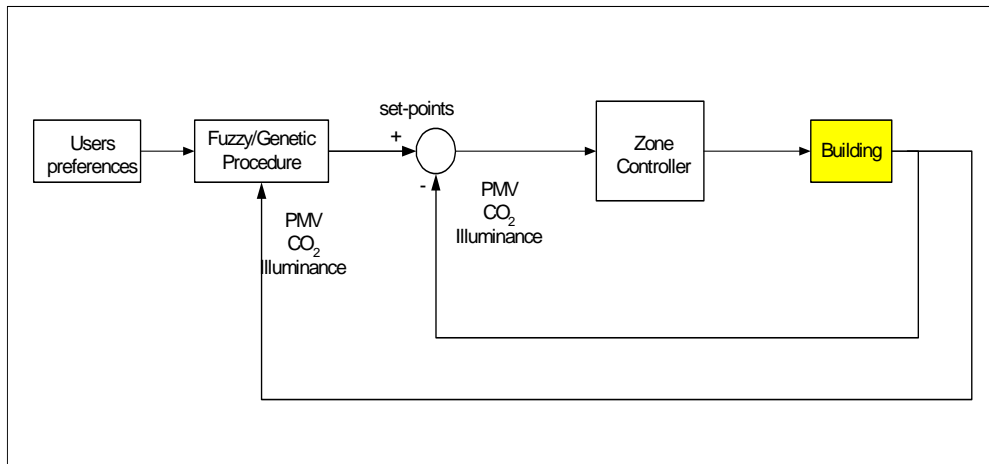
The Control Architecture



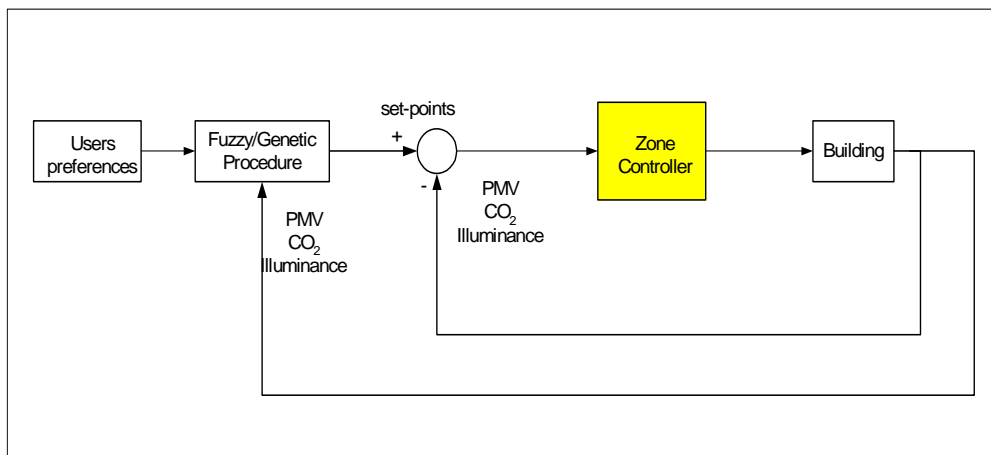
The Hardware Architecture



Building modelling



The zone controllers



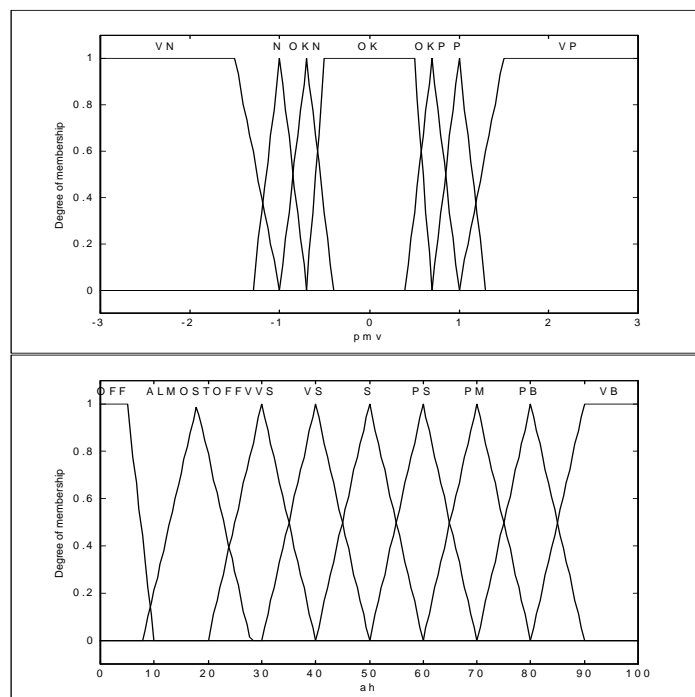
The zone controllers

The developed zone controllers are:

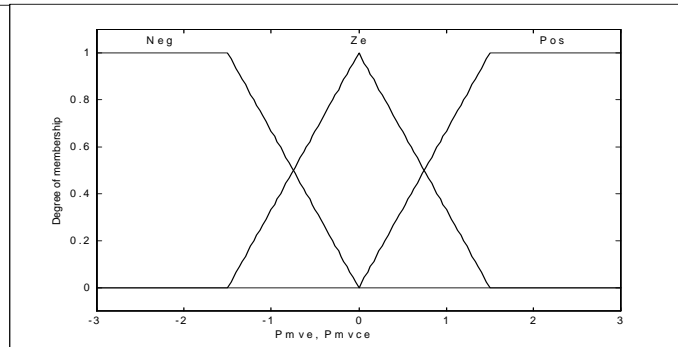
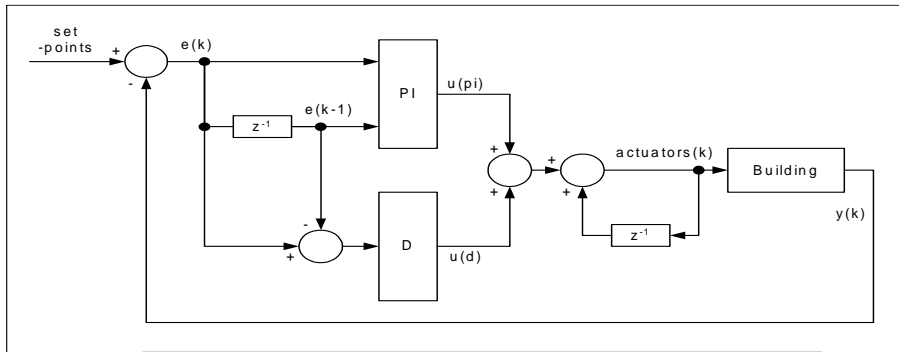
- Fuzzy
- Fuzzy PID
- Fuzzy PD
- Adaptive fuzzy PD

The fuzzy controller

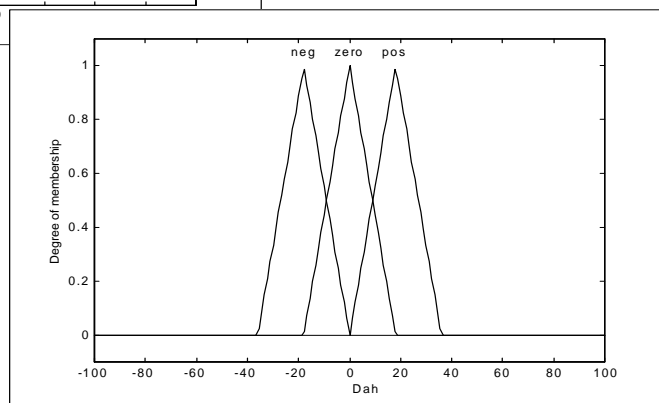
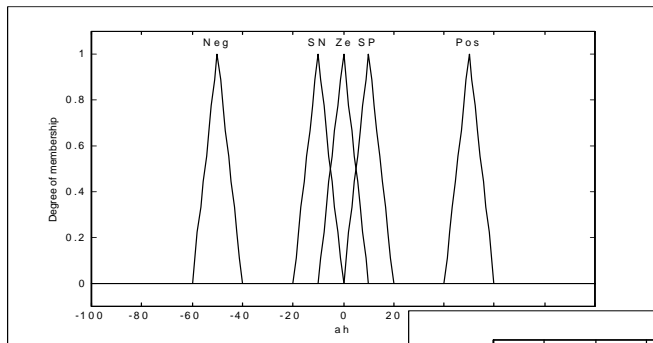
- Inputs:
 - PMV index
 - Outdoor temperature
 - CO₂ concentration
 - Rate of change of CO₂
 - Indoor illuminance
- Outputs:
 - Heating/Cooling
 - Window opening
 - Shading
 - Electric lighting
- Membership functions:
 - Triangular and trapezoidal
- Inference engine
 - min-max
- Defuzzification method
 - Center of area



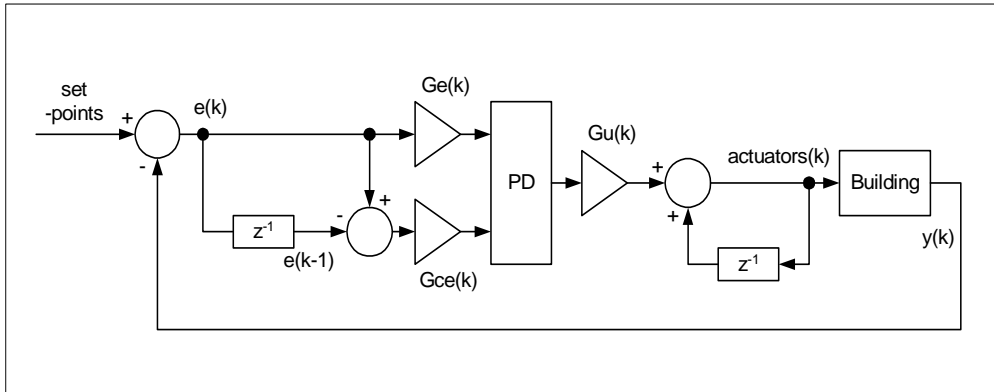
The fuzzy PID controller



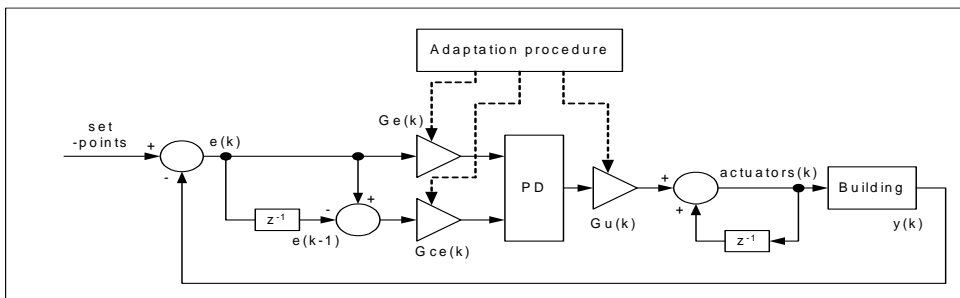
The fuzzy PID controller



The fuzzy PD controller



The adaptive fuzzy PD controller

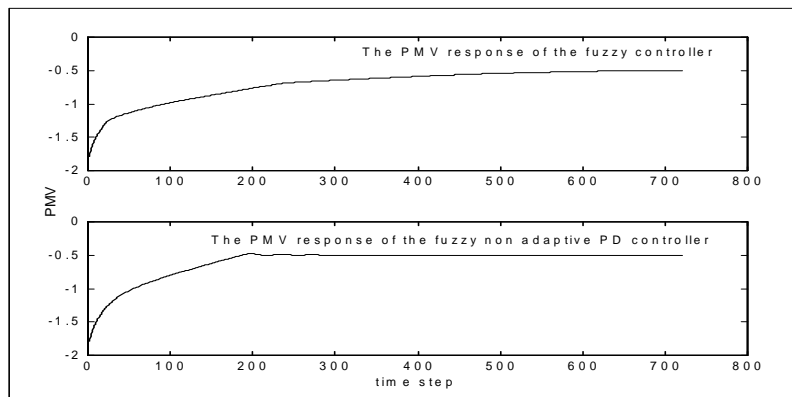


Ο προσαρμοσμένος ασαφής PD ελεγκτής

- Ο αλγόριθμος προσαρμογής βασίζεται στον υπολογισμό των τιμών Z_1 και Z_2 όπου είναι προβλέψιμες τιμές για τις δύο εισόδους $e(k)$ και $ce(k)$ σύμφωνα με το μοντέλο αναφοράς.
- Το μοντέλο αναφοράς είναι ένα σύστημα κλειστής θηλιάς με λειτουργία μεταφοράς δεύτερης εντολής και μονάδα ανάδρασης.

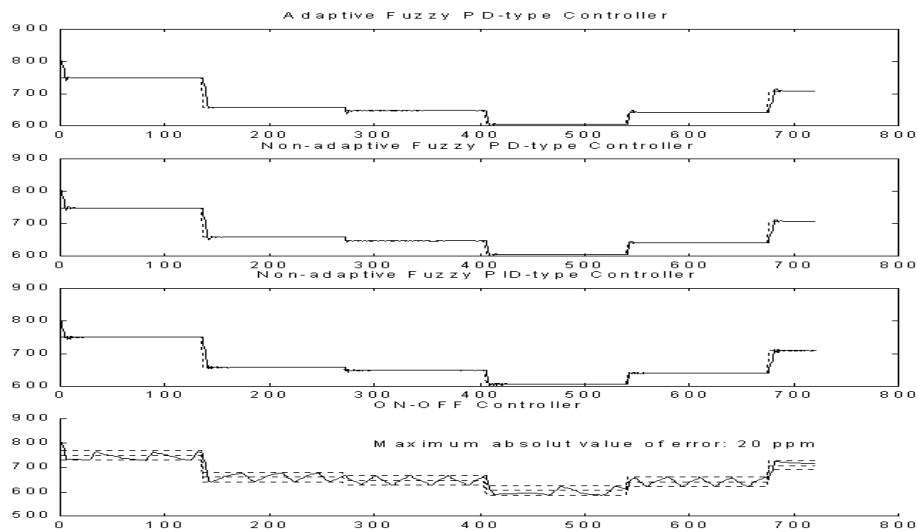
- Οι κλιμακωτοί παράγοντες $G_e(k)$, $G_{ce}(k)$ είναι προσαρμοσμένοι έτσι ώστε οι τελικές τιμές των εισόδων να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στις εισόδους που ανταποκρίνονται στο μοντέλο αναφοράς.
- Η διαδικασία συντονισμού των εξόδων του ελεγκτή υποθέτει μια ένδειξη της επιρροής του σήματος ελέγχου προς την απάντηση όπου αντανακλάται πιο ακριβής από την $ce(k)$. Έτσι η $ce(k)$ και ο σχετικός κλιμακωτός παράγοντάς της χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή του κλιμακωτού παράγοντα της εξόδου.

Simulation results – PMV response for 1 winter day



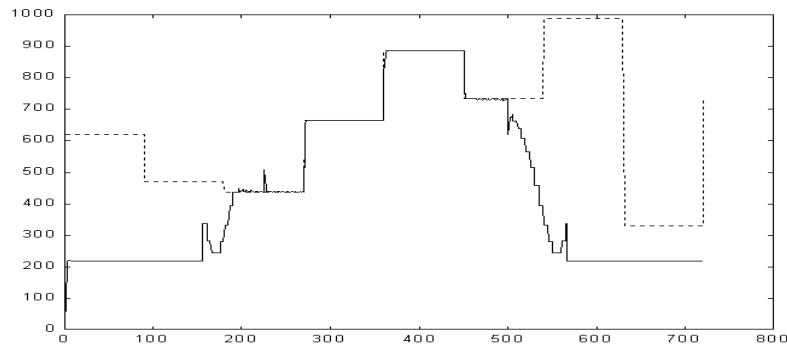
- The PMV reference signal used is -0.5
- The fuzzy controller has no overshoot, no steady state error and higher rise time.

Simulation results - CO₂ response for 1 winter day



- Το σήμα αναφοράς CO₂ που χρησιμοποιείται είναι 800ppm.
- Το σφάλμα σταθερού ρυθμού του ασαφούς ελεγκτή (~50ppm) αποδίδεται στη σύνδεση της εσωτερικής ποιότητας αέρα και τους ασαφείς κανόνες της θερμικής άνεσης.

Simulation results – Indoor illuminance response of the fuzzy non adaptive PD controller for 1 winter day



- Το σήμα αναφοράς φωτισμού που χρησιμοποιείται είναι 500lux.
- Το σήμα αναφοράς φωτισμού που χρησιμοποιείται είναι υψηλό (50 – 80lux) διότι η έξοδος σκίασης αλλάζει πιο αργά απ' ότι ο εσωτερικός φωτισμός.

Βελτιστοποίηση με χρήση Κωδικοποιημένων Γενετικών

Πραγματικών Αλγορίθμων

Γιατί ΓΑ:

- Οι ΓΑ είναι υψηλά εφαρμόσιμοι σε παραδείγματα μεγάλων μη γραμμικών μοντέλων όπου η τοποθεσία του παγκόσμιου βέλτιστου είναι ένα δύσκολο έργο. Λόγω της πιθανής ανάπτυξης των λύσεων οι ΓΑ δεν είναι περιορισμένοι από τοπικά βέλτιστα.
- Είναι ικανοί να ψάχνουν λύσεις σε ένα φτωχά κατανοητό ή ακανόνιστο διάστημα διότι λειτουργούν μέσω λειτουργίας εκτίμησης αντί της διαφορετικότητας ή άλλων μέσων.
- Ο υπολογιστικός κώδικας του ΓΑ είναι πολύ απλός και παρέχει έναν ισχυρότερο μηχανισμό αναζήτησης.

Γιατί πραγματικά κωδικοποιημένους ΓΑ:

- Όταν ασχολούνται με μεταβλητές σε συνεχείς περιοχές είναι περισσότερο φυσικό να εκπροσωπούν τα γονίδια απευθείας σαν πραγματικούς αριθμούς.

- Είναι περισσότερο συνεπείς από το run to run
- Είναι γρηγορότεροι από τους δυαδικούς κωδικοποιημένους ΓΑ.

Στόχοι Γενετικού Αλγόριθμου

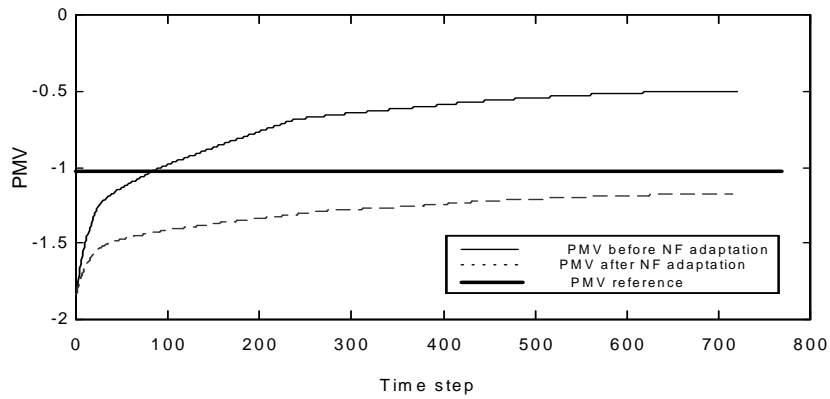
Οι στόχοι της τεχνικής βελτιστοποίησης του Γενετικού Αλγόριθμου είναι:

- η ικανοποίηση των προτιμήσεων των ενοίκων
- η ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση/ψύξη και ηλεκτρικού φωτισμού.

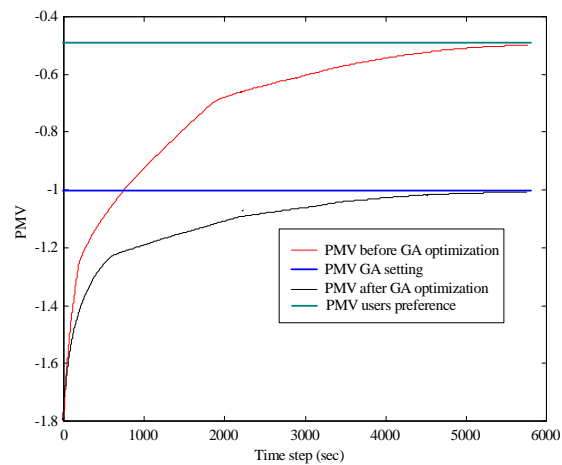
Η εφαρμογή του ασαφούς ελεγκτή στις ρυθμίσεις του ΓΑ

- Νευρο-ασαφής αλγόριθμος
 - Μόνο λειτουργίες βασισμένες στον Gauss μπορούν να χρησιμοποιηθούν
 - Δεν υπάρχουν δεδομένα εκπαίδευσης ανεπτυγμένα για εφαρμογή
 - Μη ικανοποιητικά αποτελέσματα
 - ο Ο νευρο-ασαφής προσαρμόζει τον ασαφή ελεγκτή σε συγκεκριμένα δεδομένα εκπαίδευσης που αναπτύσσονται για ένα συγκεκριμένο κτίριο και για συγκεκριμένες κλιματικές συνθήκες.
 - ο Αν το κτίριο ή οι κλιματικές συνθήκες αλλάξουν ο ασαφής ελεγκτής δεν ανταποκρίνεται καλά.
- Η μετατόπιση της λειτουργίας στο x-άξονα.
 - Απλή λύση
 - Αποτελέσματα ικανοποίησης

Neuro-fuzzy algorithm



Shifting the membership functions

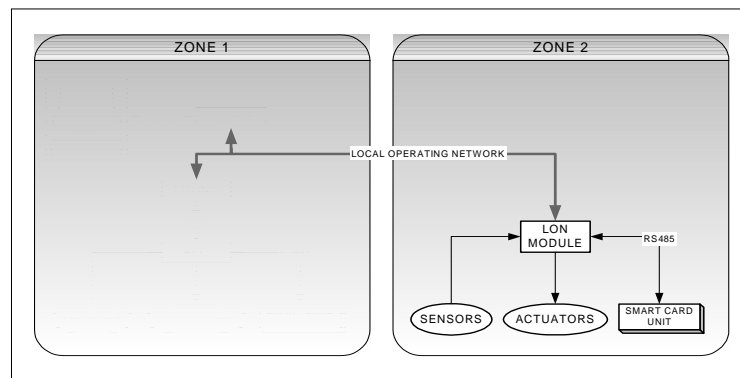


Αρχιτεκτονική υλικού

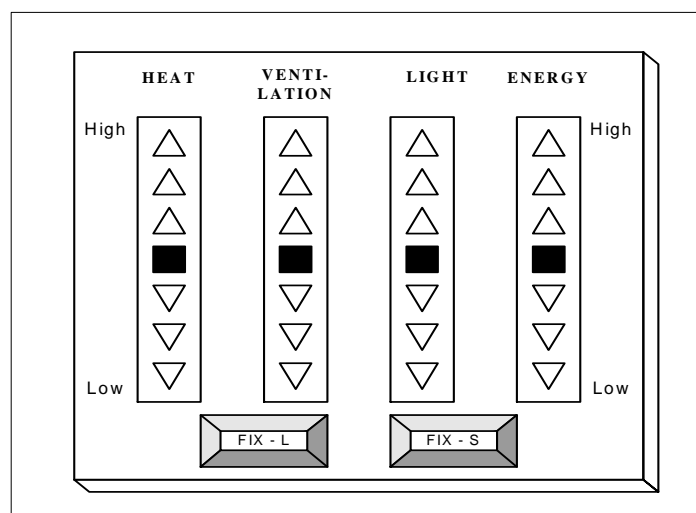
Τα κύρια εξαρτήματα των ΣΔΜΕΒ είναι:

- Η μονάδα έξυπνης κάρτας
- Οι αισθητήρες και ενεργοποιητές

- Ο ελεγκτής PLC και / ή οι συσκευές LON
- Ο κεντρικός προσωπικός υπολογιστής



Smart card unit



Μονάδα έξυπνης κάρτας

Είναι συναρμολογημένη στον τοίχο και διαβάζει/γράφει στην κάρτα που είναι αποθηκευμένες οι προτιμήσεις των χρηστών.

Η κάρτα είναι προγραμματισμένη με τις αρχικές των περιβαλλοντικών μεταβλητών. Όταν η κάρτα εισέλθει στη μονάδα το σύστημα εντοπίζει την παρουσία του χρήστη και ξεκινά τη λειτουργία του.

Ο χρήστης αλλάζει τις προτιμήσεις του πιέζοντας το πάνω ή κάτω βέλος στο πληκτρολόγιο. Αυτές οι αλλαγές λέγονται "δέλτα των προτιμήσεων". Οι τιμές αυτές ποικίλουν από -3 έως +3. Κάθε φορά που το δέλτα των προτιμήσεων δηλώνεται από τον χρήστη η τιμή του προωθείται στον Προσωπικό Υπολογιστή (PC). Ο ΠΥ αξιολογεί τις Προτιμήσεις Μικρής Περιόδου (STP) και τις χρησιμοποιεί για την αξιολόγηση των Προτιμήσεων Μακράς Περιόδου (LTP). Οι LTP αντικαθιστούν τις αρχικές στην έξυπνη κάρτα. Η έννοια των LTP ελαχιστοποιεί την κίνηση της επικοινωνίας ανάμεσα στις μονάδες έξυπνης κάρτας και τα άλλα εξαρτήματα του συστήματος. Τα κουμπιά FIX-L και FIX-S επιτρέπουν στον χρήστη να φτιάξει χειροκίνητα το φωτισμό και τη σκίαση σε απόλυτο ON ή OFF σε κάποιες ειδικές περιπτώσεις.

Αισθητήρες και Ενεργοποιητές

Αισθητήρες:

- **Θερμικής άνεσης αισθητήρες**
 - Μέση Ακτινοβολούσα Θερμοκρασία
 - Εσωτερική θερμοκρασία
 - Σχετική Υγρασία
 - Ροή αέρα
- **Αισθητήρας εσωτερικής ποιότητας αέρα:**
 - Αισθητήρας CO₂
- **Αισθητήρας οπτικής άνεσης:**
 - Αισθητήρας φωτισμού
- **Αισθητήρας εξωτερικών συνθηκών:**
 - Εξωτερική θερμοκρασία
 - Εξωτερική υγρασία

Ενεργοποιητές:

- **Ρελέ για σύστημα κλιματισμού:**

- Λειτουργούν σ' ένα κύκλο εργασίας αντίστοιχα με την έξοδο του ασαφούς ελεγκτή.
- **Μοτέρ παραθύρων:**
 - Η γραμμική μεταβλητή εξόδου του ασαφούς ελεγκτή μετατρέπεται σε ψηφιακό σήμα με χρονική διάρκεια αντίστοιχη της εξόδου του ασαφούς ελεγκτή.
- **Μοτέρ σκίασης:**
 - Η γραμμική μεταβλητή εξόδου του ασαφούς ελεγκτή μετατρέπεται σε ψηφιακό σήμα με χρονική διάρκεια αντίστοιχη της εξόδου του ασαφούς ελεγκτή.
- **Ηλεκτρικός φωτισμός:**
 - 3 ρελέ

To PLC

Διαβάζει τα δεδομένα των αισθητήρων μέσω των καναλιών αναλογικής εισόδου.

Τρέχει τον ασαφή αλγόριθμο ελέγχου για τη ρύθμιση της εσωτερικής θερμικής - οπτικής άνεσης και τα επίπεδα ποιότητας αέρα.

Οδηγεί τους ενεργοποιητές μέσω των ψηφιακών και αναλογικών εξόδων του.

Επικοινωνεί με τον ΠΥ μέσω μιας RS232 θύρας μέσω LOONY.

Experimental results

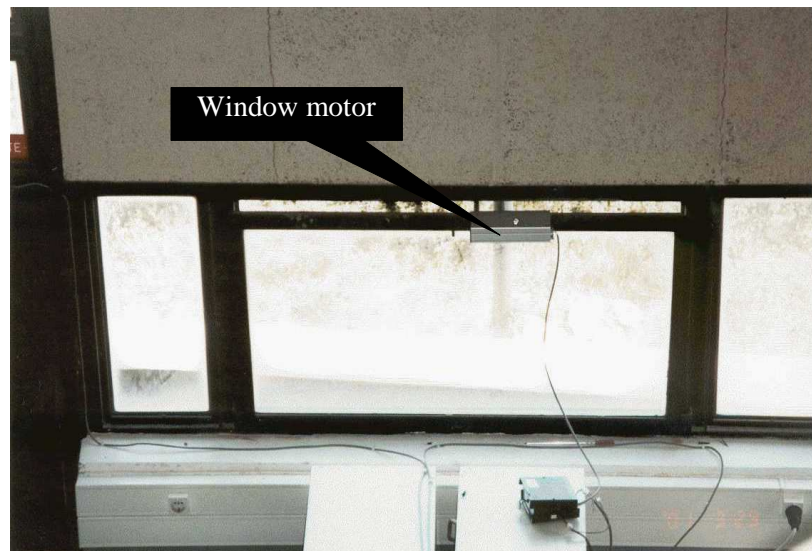
The system is installed in Electric Circuits
Laboratory of the Technical University of Crete



The installation (1)



The installation (2)



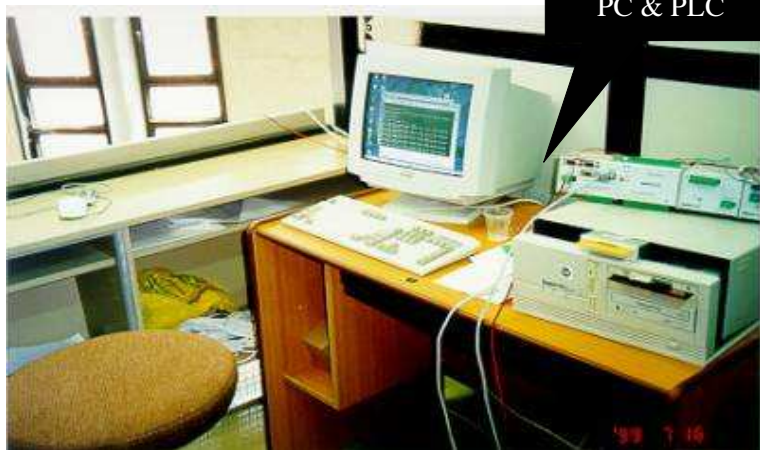
The installation (3)

Shading device

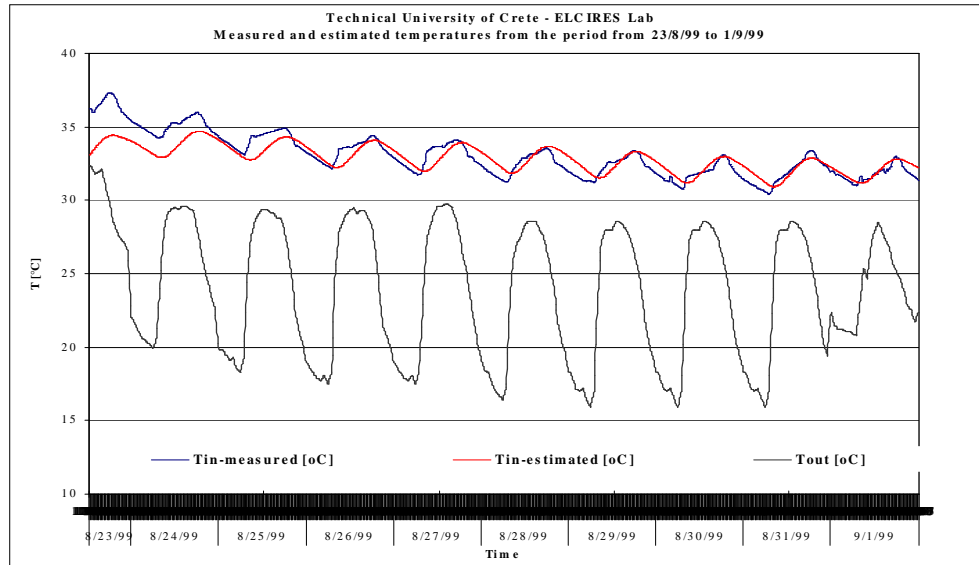


The installation (4)

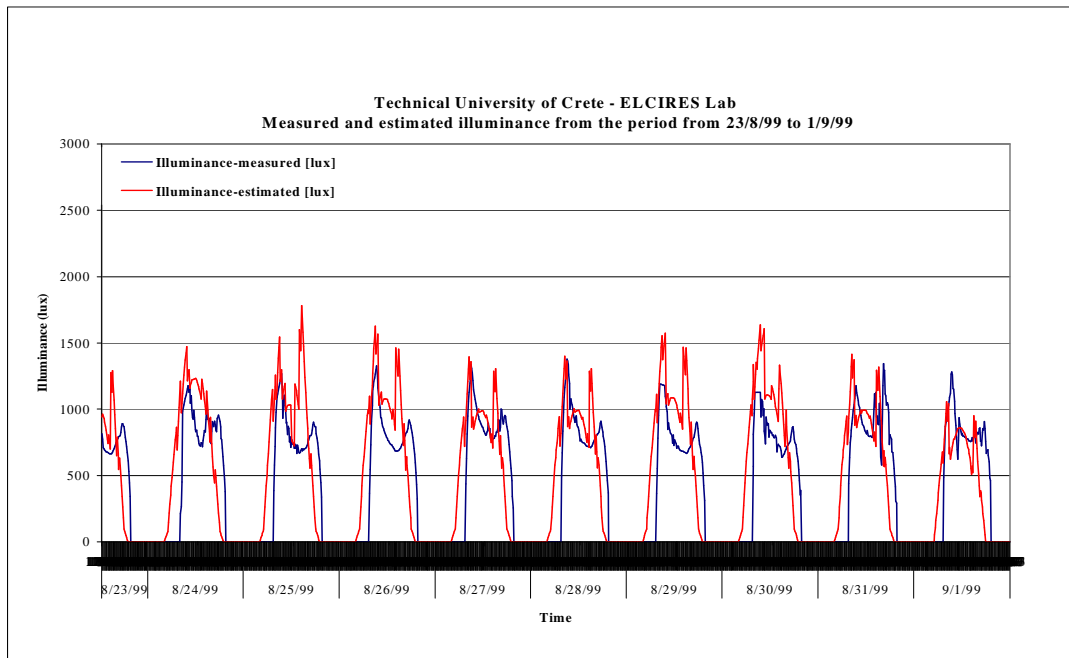
PC & PLC



Monitoring without the controller. Model Validation



Monitoring without the controller. Model Validation

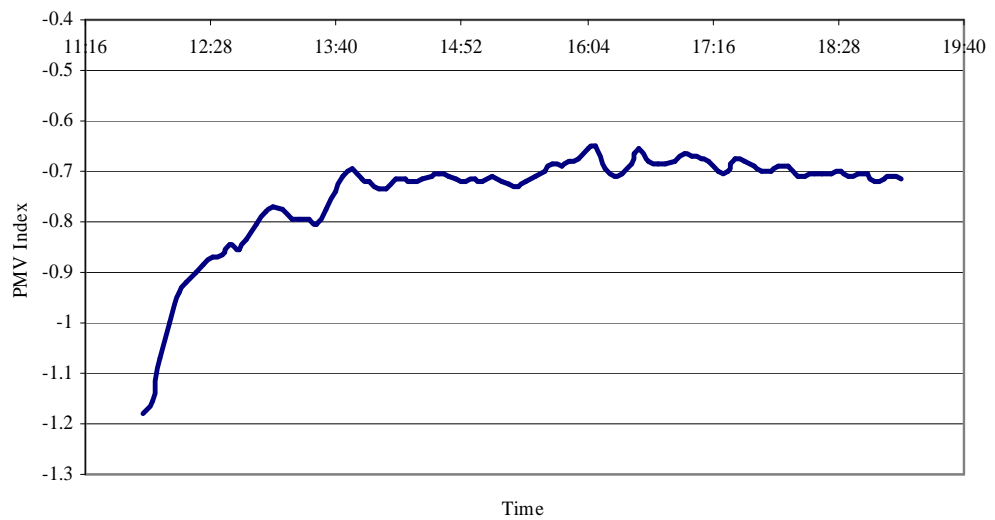


Monitoring without the controller. Model Validation

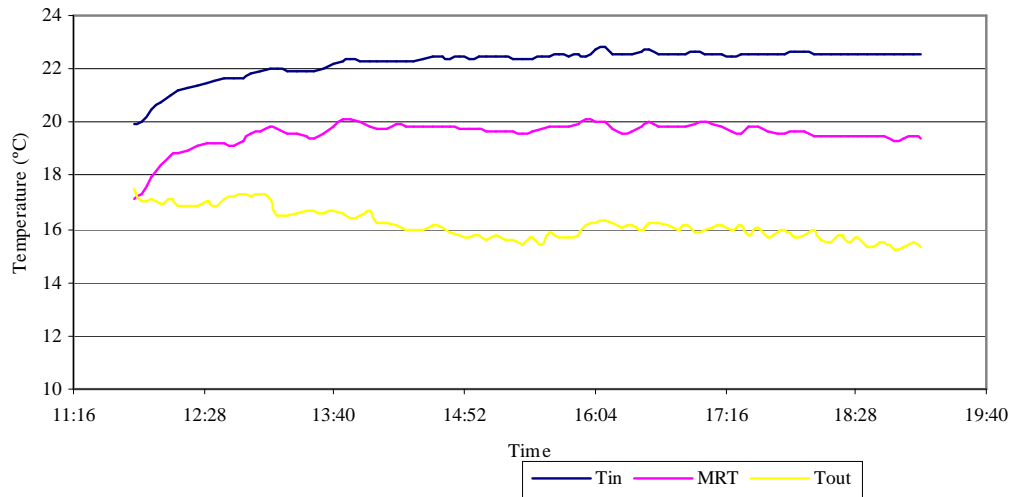
	Experiment	Model
Average air temperature (°C)	33.0	32.9
Standard deviation of air temperature (°C)	1.5	0.9
Average absolute difference of air temperature (°C)	0.7	

	Experiment	Model
Average levels of illuminance (lux)	419.1	475.4
Standard deviation of illuminance (lux)	436.9	499.7
Average absolute difference of illuminance (lux)	225.8	

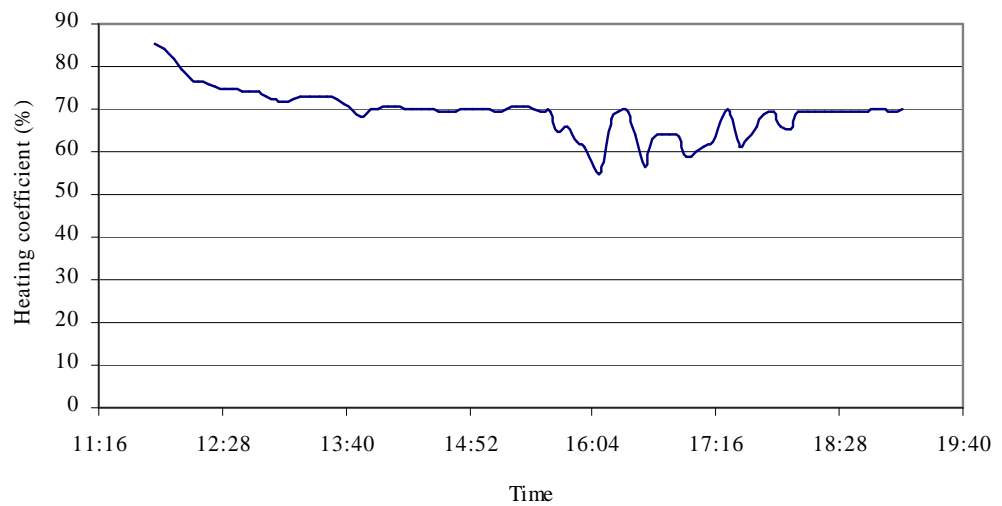
Control with the IBEMS



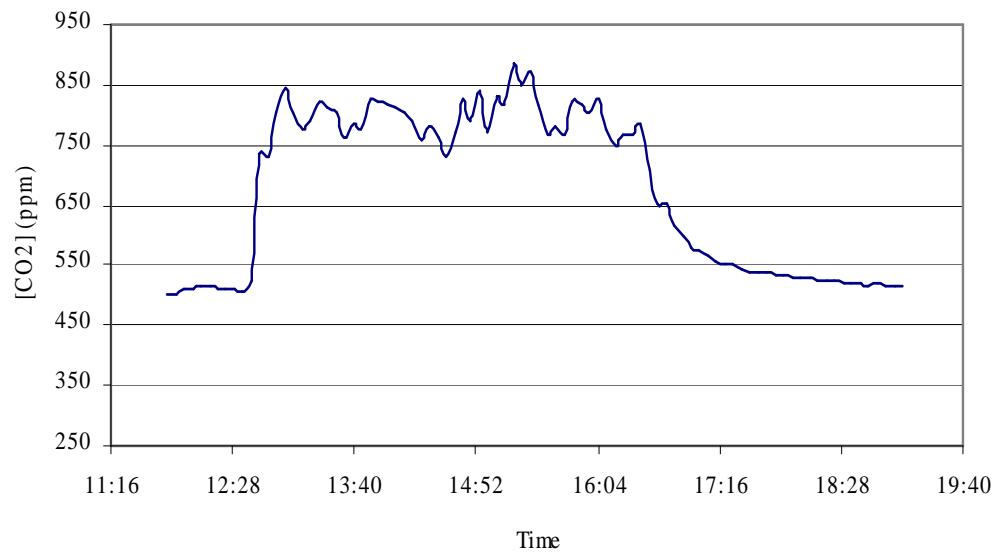
Control with the IBEMS



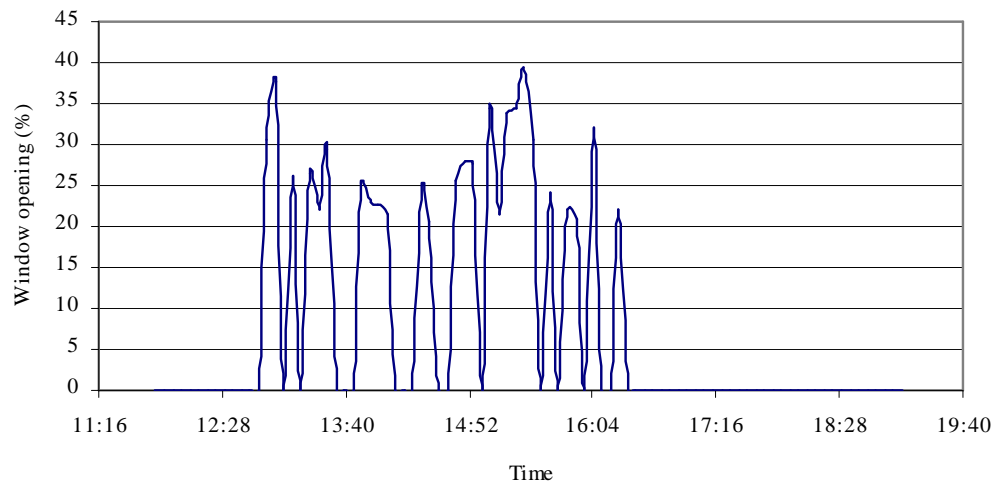
Control with the IBEMS



Control with the IBEMS

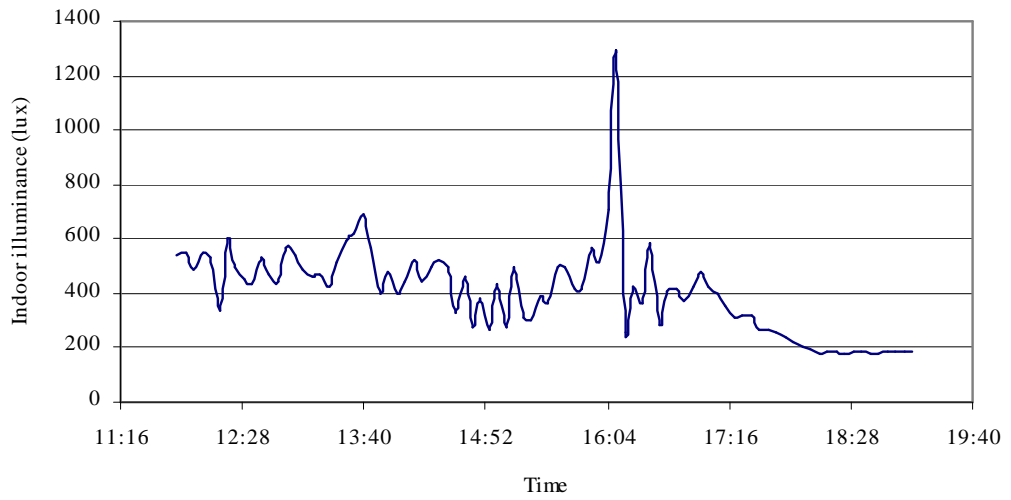


Control with the IBEMS

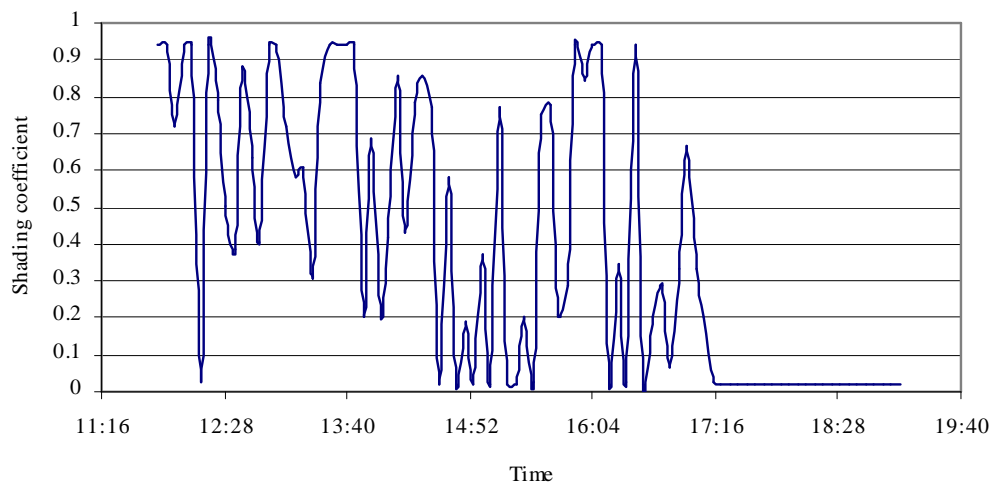




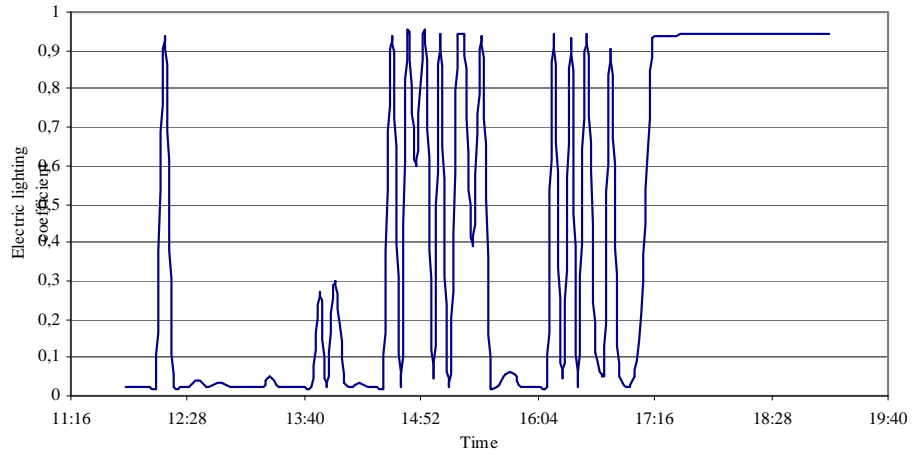
Control with the IBEMS



Control with the IBEMS



Control with the IBEMS



Energy consumption

Summer Period - Cooling	
Fuzzy Controller	On-Off Controller
31.8 KWh/m ²	37 KWh/m ²
Estimated energy saving 14%	
Winter Period -Heating	
Fuzzy Controller	On-Off Controller
26.3 KWh/m ²	35.8 KWh/m ²
Estimated energy saving 26.5%	
Annual Period-Heating/Cooling	
Fuzzy Controller	On-Off Controller
58.1 KWh/m ²	72.7 KWh/m ²
Estimated energy saving 20.1 %	
Annual Period-Lighting	
Fuzzy Controller	On-Off Controller
7.3 KWh/m ²	30.7 KWh/m ²
Estimated energy saving 76.3 %	
Annual Period-Total	
Fuzzy Controller	On-Off Controller
65.4 KWh/m ²	103.4 KWh/m ²
Estimated energy saving 36.8%	



Example 2: Greenhouse

Εισαγωγή

Η διαχείριση παραγωγής σ' ένα θερμοκήπιο απαιτεί να ληφθούν αποφάσεις για αρκετές χρονικές κλίμακες. Αυτές οι αποφάσεις μπορεί να είναι η παραγωγή μαζί με την περίοδο σποράς καθώς και η ρύθμιση του εσωτερικού περιβάλλοντος με θέρμανση και αρκετό αερισμό μεταξύ άλλων μέσων. Κάποιες από αυτές τις αποφάσεις λαμβάνονται χωρίς καμία μηχανική υποστήριξη και άλλες λαμβάνονται και εφαρμόζονται μέσω συστημάτων αυτοματισμού.

Ένα σημαντικό μέρος αυτών των αποφάσεων μετά την επιλογή της παραγωγής που είναι να καλλιεργηθεί αφορά κυρίως τη ρύθμιση του μικροκλίματος. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι συχνές και γρήγορες αποκρίσεις συχνά απαιτούνται ώστε το σύστημα να μπορεί να προσαρμόζεται στις εναλλασσόμενες καιρικές συνθήκες.

Η ρύθμιση καθενός από τους παράγοντες που επηρεάζουν το εσωτερικό περιβάλλον ενός θερμοκηπίου είναι μια δυναμική διαδικασία. Για παράδειγμα η απόκριση της εγκατάστασης στην εσωτερική θερμοκρασία βασίζεται στην ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας η οποία εναλλάσσεται συνεχώς με την ώρα. Είναι επίσης προφανές ότι η επιθυμητή θερμοκρασία δεν μπορεί να είναι συνεχής για ολόκληρη την καλλιεργητική περίοδο.

Παράμετροι που επηρεάζουν τα θερμοκήπια

Στα προχωρημένα συστήματα αυτοματισμού θερμοκηπίων, η ρύθμιση του εσωτερικού περιβάλλοντος επικεντρώνεται στη δημιουργία του πιο κατάλληλου μικροκλίματος για τη μεγιστοποίηση της ανάπτυξης των φυτών και τη μείωση του τελικού κόστους, στοχεύοντας στο υψηλότερο δυνατό οικονομικό όφελος για την επιχείρηση. Σήμερα μαζί με ένα σύστημα αυτοματισμού οι παράγοντες που συνήθως ρυθμίζονται είναι:

- Η θερμοκρασία χρησιμοποιώντας θέρμανση, ψύξη και αερισμό
- Η σχετική υγρασία χρησιμοποιώντας επίσης συστήματα θέρμανσης, ψύξης και αερισμού
- Το νερό στο έδαφος λαμβάνοντας υπόψη το αρδευτικό σύστημα
- Τα λιπάσματα στο έδαφος λαμβάνοντας υπόψη το σύστημα λίπανσης
- Τη συγκέντρωση CO₂ με την ολοκλήρωση ενός συστήματος εμπλουτισμού CO₂
- Το φωτισμό λαμβάνοντας υπόψη τόσο τον τεχνητό φωτισμό ως ηλεκτρικό φορτίο και το φυσικό φωτισμό όπως ελέγχεται από τις συσκευές σκίασης.

Η ενεργειακή επάρκεια στα θερμοκήπια επιτυγχάνεται με τα ακόλουθα μέσα:

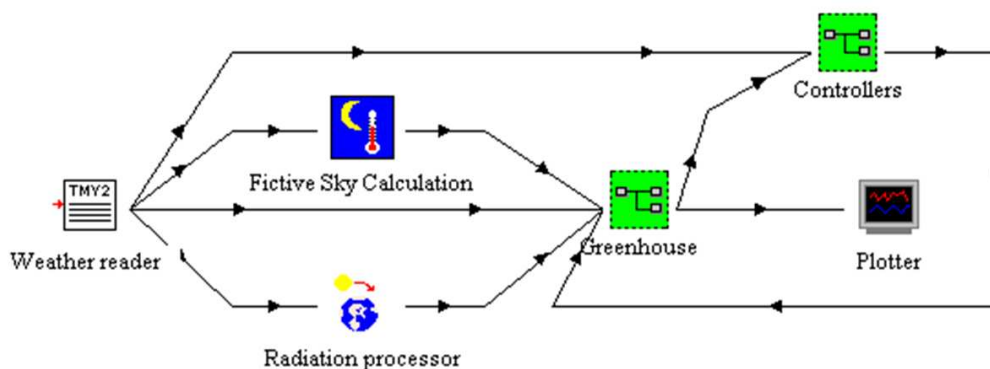
- Με τη μείωση ενεργειακών απωλειών μέσω βέλτιστου ελέγχου
- Με την αύξηση της παραγωγής φυτών ανά μονάδα ενεργειακής κατανάλωσης

Σκοποί και στόχοι

Ο σκοπός της παρούσας δουλειάς είναι η ανάλυση της ανάπτυξης ενός συστήματος διαχείρισης εσωτερικού περιβάλλοντος για τα θερμοκήπια όπου οι ακόλουθες μεταβλητές εσωτερικού περιβάλλοντος θεωρούνται και ρυθμίζονται μέσω ασαφούς λογικού ελέγχου: (i) εσωτερικής θερμοκρασίας, (ii) σχετικής υγρασίας, (iii) εσωτερικού φωτισμού και (iv) και συγκέντρωση CO₂

Η απόκριση του συστήματος τεστάρεται μέσω ενός TRNSYS μοντέλου για τα θερμοκήπια. Μια λεπτομερής ανάλυση της απόδοσης του συστήματος διεξήχθη μετά την εγκατάστασή του σε πραγματικό θερμοκήπιο στα Χανιά, Ελλάδα. Η Διασύνδεση ανάμεσα στις ποικίλες συσκευές στο θερμοκήπιο βασίζεται στο πρωτόκολλο LonWorks. Μια ανάλυση της παρακολούθησης της εγκατάστασης του θερμοκηπίου είναι ενσωματωμένη.

Greenhouse model



Παραδοχές μοντέλου

Όλο το διάστημα εκπροσωπείται από μια απλή θερμοκρασία, υγρασία και άλλες τιμές. Στην πραγματικότητα υπάρχουν παραλλαγές εντός του θαλάμου που μπορούν να μοντελοποιηθούν χρησιμοποιώντας υπολογιστική ρευστοδυναμική. Κατά τη διάρκεια μεταξύ δύο διαδοχικών χρονικών φάσεων, η μεταβολή των παραμέτρων του συστήματος όπως η θερμοκρασία και η υγρασία είναι γραμμική. Αυτό λόγω του τρόπου που το TRNSYS ενσωματώνει τις διαφορικές εξισώσεις.

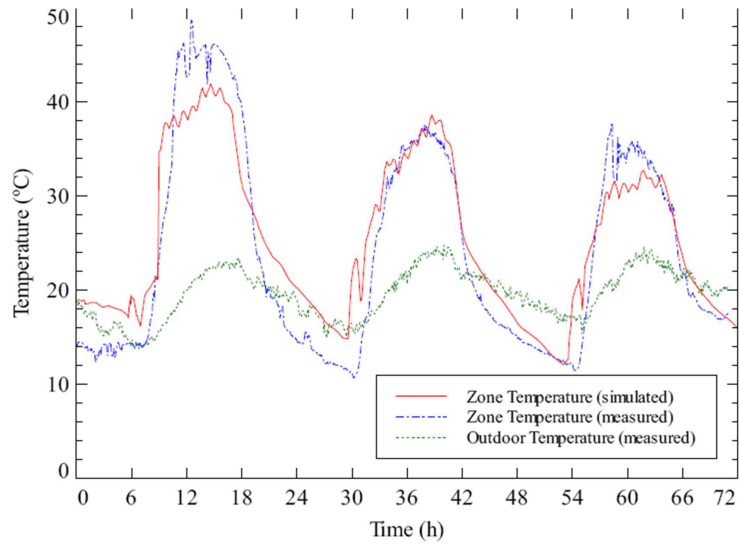
Λόγω των παραπάνω οι διαφορικές εξισώσεις μπορούν να μετατραπούν σε απλές διαφορές. Υποτίθεται ότι η φωτοσύνθεση του φυτού δεν επηρεάζει την θερμική του ισορροπία. Οι φυσικές παράμετροι του φυτού θεωρούνται ισοδύναμες αυτών του νερού για θερμική ανάλυση.

Όλες οι επιφάνειες θεωρούνται μαύρες για ακτινοβολία μακρού κύματος. Οι ανταλλαγές ακτινοβολίας μακρού κύματος υπολογίζονται με βάση τις προηγούμενες θερμοκρασίες επιφάνειας ανά μονάδα χρόνου.

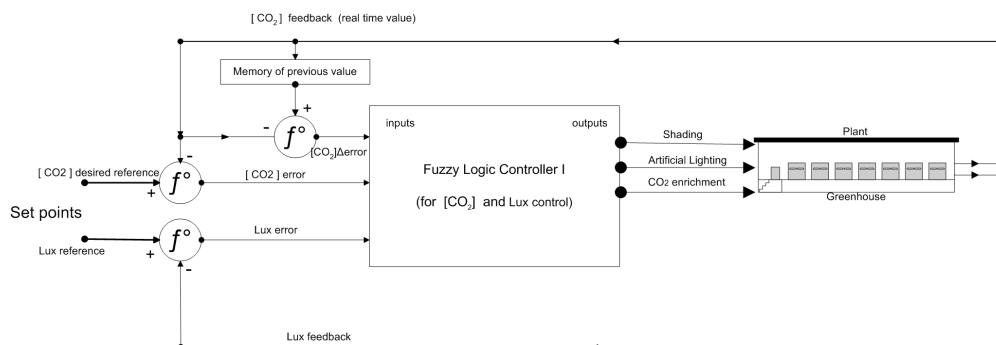
Τα κέρδη ακτινοβολίας από τα φώτα και τους ανθρώπους θεωρούνται αμελητέα.

Η ζώνη, το δάπεδο, τα φυτά και οι διακυμάνσεις θερμοκρασίας του εξοπλισμού θεωρούνται γραμμικά σε κάθε χρονικό βήμα της προσομοίωσης. Η ροή του ρυθμού αέρα λόγω της διήθησης υπολογίζεται βάση της θερμοκρασίας ζώνης του προηγούμενου χρονικού βήματος.

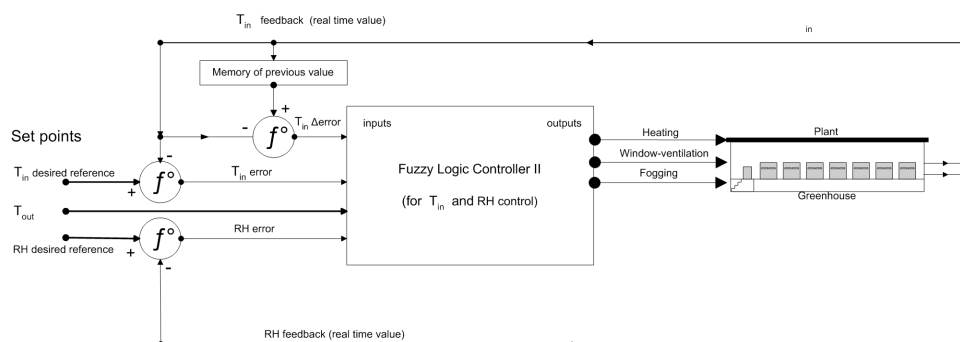
Model validation



Control of the greenhouse



Control of the greenhouse



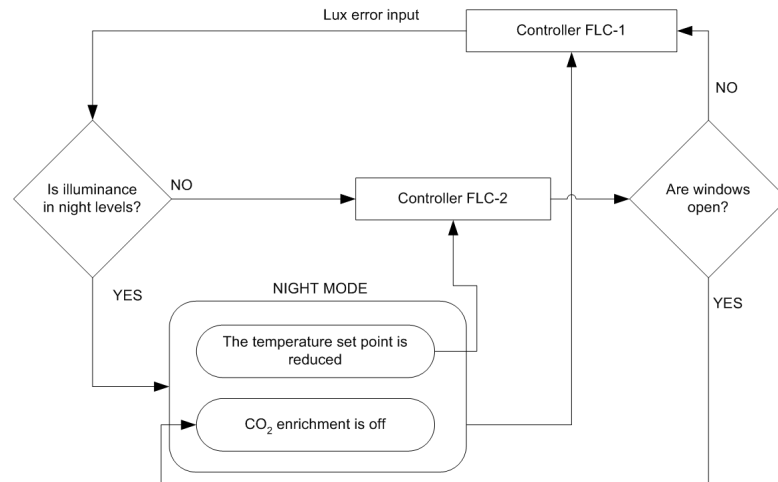
Νυχτερινός κύκλος

Κατά τη νύχτα η διαδικασία φωτοσύνθεσης είναι αδρανής, ένα γεγονός όπου ο ελεγκτής λαμβάνει υπόψη για περαιτέρω μείωση κατανάλωσης ενέργειας. Σ' αυτή την περίπτωση το μικροκλίμα του θερμοκηπίου τίθεται σε διαφορετικό τρόπο διατήρησης. Το σημείο αλλαγής εσωτερικής θερμοκρασίας αλλάζει σ' ένα χαμηλότερα. Η τιμή του σημείου χαμηλότερης θερμοκρασίας πετυχαίνει καλύτερη κατανάλωση ενέργειας και εισάγεται διότι κατά τη νύχτα δεν είναι απαραίτητο να διατηρείται η υψηλότερη θερμοκρασία που χρειάζονται τα φυτά για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

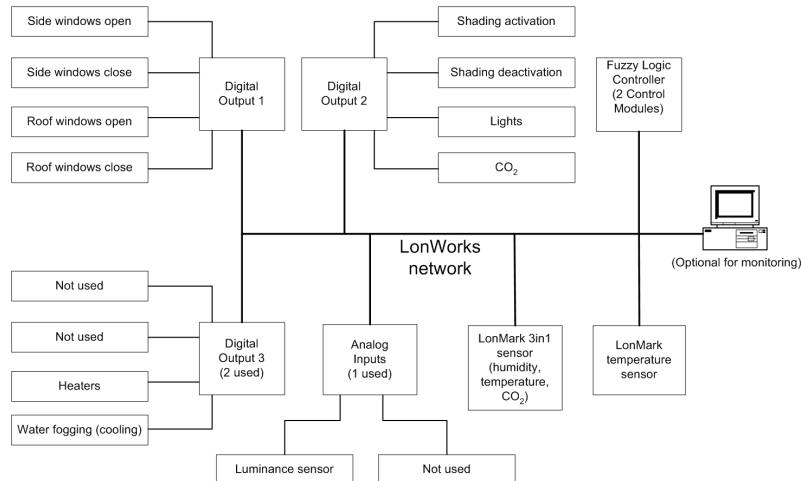
Το ίδιο εφαρμόζεται και για τη ρύθμιση εμπλουτισμού. Για τους παραπάνω λόγους ένας έλεγχος νυχτερινού κύκλου εισάγεται για τον έλεγχο του μικροκλίματος του θερμοκηπίου.



Night cycle



System's configuration



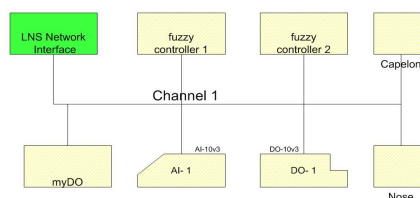
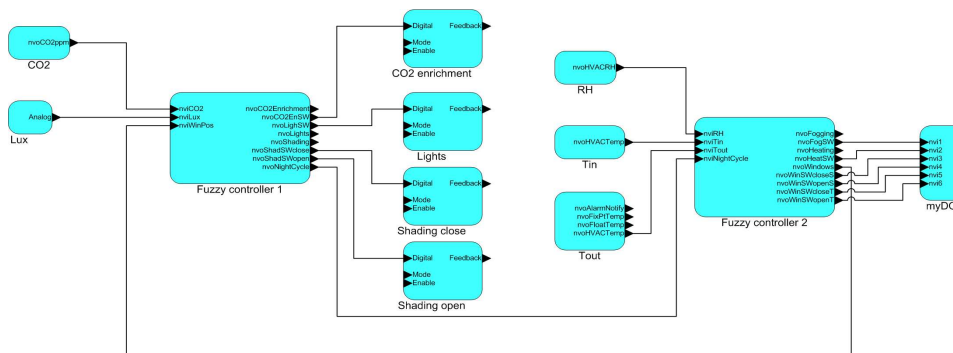
Inputs

INPUTS	
Inputs	Characteristics
Outside Temperature sensor	LS-T01 LONWORKS sensor Range -15..55 °C
Illuminance sensor	Analog sensor 0-10V Range 0-200000 lux Connected to LonWorks via Analog Input module
CO ₂ concentration sensor (part of 3 in 1 Nose3 sensor)	Lonworks sensor Range 0-5000ppm
Humidity sensor (part of 3 in 1 Nose3 sensor)	Lonworks sensor Range 0-100%
Temperature sensor (part of 3 in 1 Nose3 sensor)	Lonworks sensor Range -10-50 °C

Outputs

OUTPUTS	
Actuators	Characteristics
Electric Lighting	On-Off, Connected to LonWorks via Digital Output (DO) module
CO ₂ enrichment	On-Off, Connected to LonWorks via Digital Output (DO) module
Heating	On-Off, Connected to LonWorks via Digital Output (DO) module
Cooling (Water fogging)	On-Off, Connected to LonWorks via Digital Output (DO) module
Side Windows	On-Off, Connected to LonWorks via Digital Output (DO) module
Roof Windows	On-Off, Connected to LonWorks via Digital Output (DO) module
Shading	On-Off, Connected to LonWorks via Digital Output (DO) module

Configuration in lab



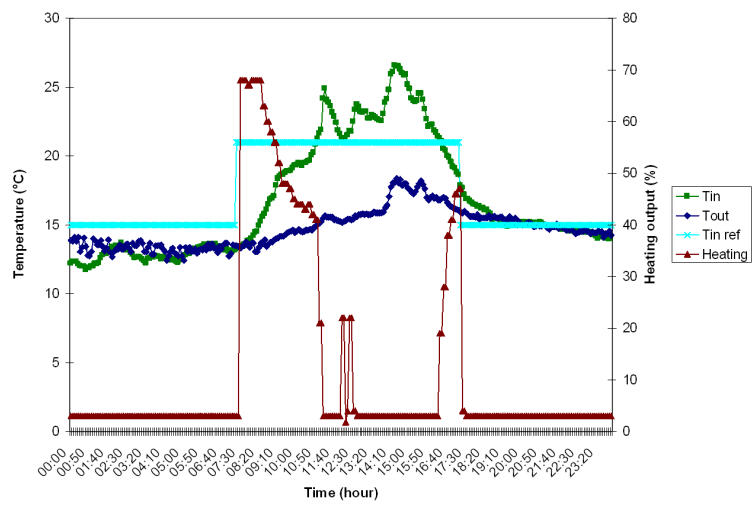


Installation in greenhouse





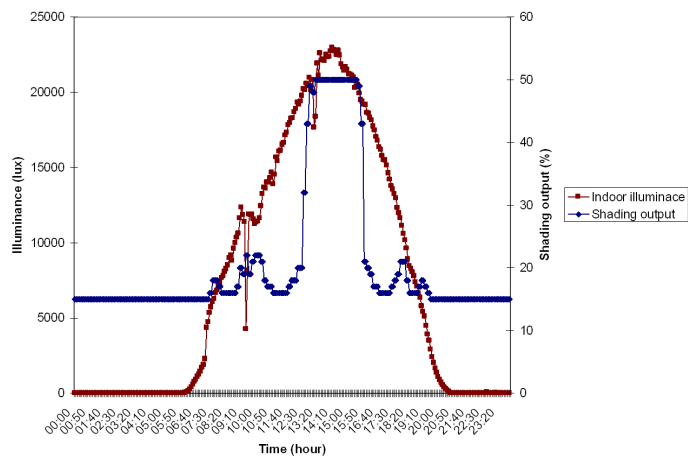
Results Temperature in winter



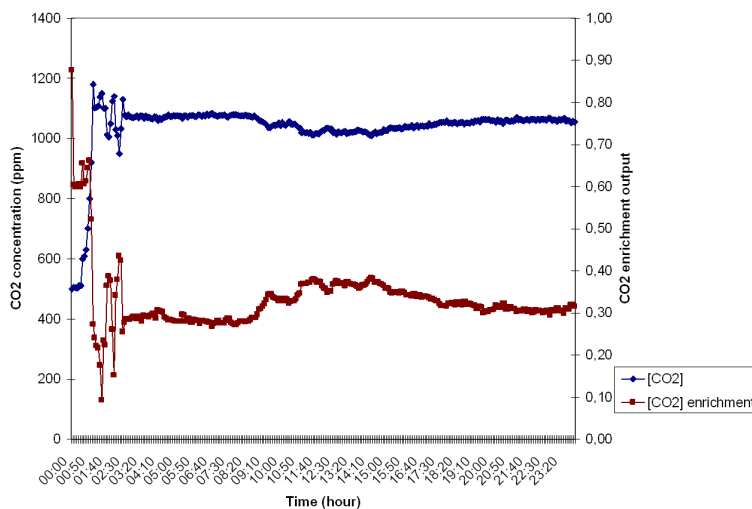
Results: Temperature in summer



Results: Illuminance



Results: CO2



Προβλήματα

- Το σύστημα θέρμανσης λειτουργεί επαρκώς ενώ δεν υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα ψύξης
- Η διαδικασία εμπλουτισμού δεν είναι αποτελεσματική όσον αφορά το κόστος για όλο το χρόνο καθώς είναι κάπως ακριβό και πρέπει να χρησιμοποιείται προσεκτικά.
- Το σύστημα ομίχλης παρουσιάζει περιστασιακές δυσλειτουργίες
- Οι συσκευές σκίασης καλύπτουν μόνο συγκεκριμένα σημεία του θερμοκηπίου καθώς το σύστημα δεν είναι ικανό να σκιάσει πλήρως το θερμοκήπιο

Συμπεράσματα

- Ο έλεγχος του θερμοκηπίου δείχνει να είναι κάπως αποδοτικός πετυχαίνοντας τους επιθυμητούς παράγοντες για τις απαιτήσεις οποιασδήποτε καλλιέργειας
- Το τεστάρισμα του ελεγκτή μέσω μοντέλων δείχνει ότι τα σημεία θέσης μπορούν να φτάσουν τις επιθυμητές τιμές
- Το σύστημα επανασχεδιάζεται περαιτέρω και βελτιώνεται μέσω της θεώρησης των συνεχών μετρήσεων μεταξύ των εποχών

- Το πιο βασικό χαρακτηριστικό είναι ότι αυτός ο έλεγχος είναι γενικός και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε καλλιέργεια θέτοντας τους επιθυμητούς παράγοντες όπως ο καλλιεργητής θέλει.



Example 3: EIB

Θάλαμος τεστ

Ο θάλαμος τεστ κατασκευάστηκε με σκοπό να τεστάρει και/ή να συγκρίνει ποικίλους εξελιγμένους ελεγκτές υποστηρίζοντας τα ΣΔΕΚ για τη ρύθμιση των εσωτερικών περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών την τελική τους εγκατάσταση σε πραγματικό κτήριο.

Οι μεταβλητές που επηρεάζουν την εσωτερική άνεση είναι: **η θερμική άνεση, η οπτική άνεση και η εσωτερική ποιότητα αέρα.**

Η θερμική άνεση εξαρτάται από την εσωτερική θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία, την κίνηση του αέρα και τις εσωτερικές θερμοκρασίες επιφάνειας. Επιπλέον η θερμική άνεση εξαρτάται από υποκειμενικές παραμέτρους όπως ο ρουχισμός, ο μεταβολισμός και το επίπεδο δραστηριοτήτων. Οι τέσσερις πρώτες παράμετροι μετρούνται ενώ οι υποκειμενικές παράμετροι εκτιμώνται βασιζόμενες στον τύπο του κτηρίου και τις δραστηριότητες.

Η οπτική άνεση εξαρτάται από τα επίπεδα εσωτερικού φωτισμού.

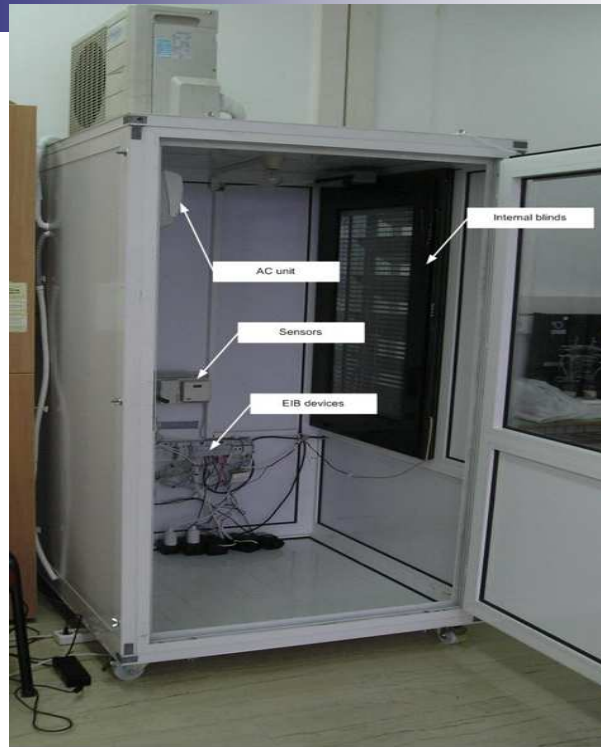
Τέλος η εσωτερική ποιότητα αέρα εξαρτάται από τη συγκέντρωση CO₂ μέσα σ' ένα κτήριο.

Τα ποικίλα εξαρτήματα όπως αισθητήρες, ενεργοποιητές και διεπαφές είναι διασυνδεδεμένα χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες συσκευές για το πρωτόκολλο (EIB) ΔΕΕ και την τυποποίηση EIS. Οι έξυπνοι ελεγκτές αναπτύσσονται στη Matlab με σκοπό να είναι εύκολα προγραμματισμένοι, συντονισμένοι και ενημερωμένοι. Η διασύνδεση ανάμεσα σε MATLAB και EIBUS αποδίδεται μέσω του OLE για τον Τυποποιημένο Έλεγχο Διαδικασίας (OPC).

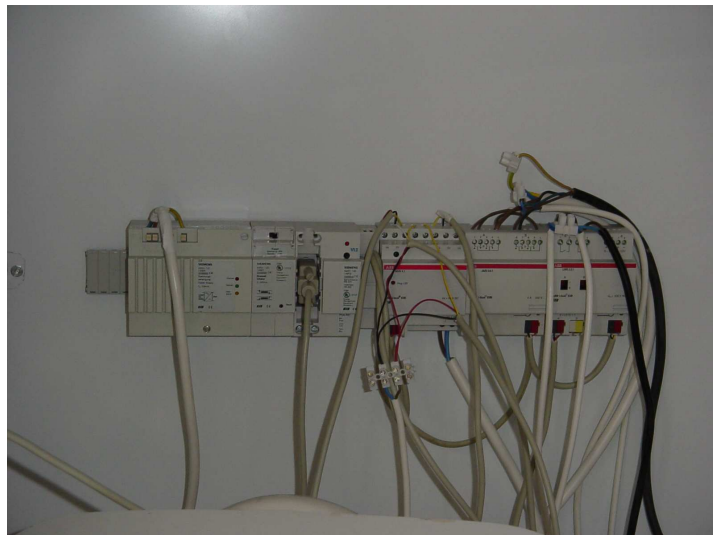


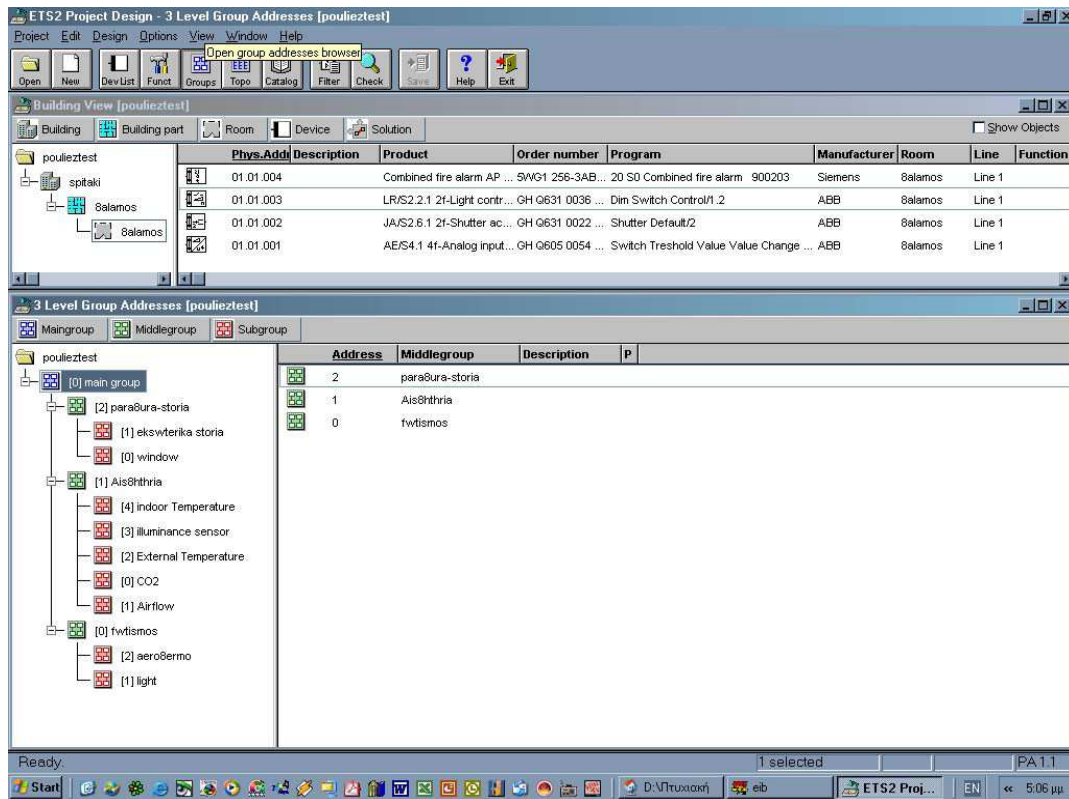
Test chamber





EIB devices





E-Building platform

Η πλατφόρμα ηλεκτρονικού κτηρίου

Η πλατφόρμα ηλεκτρονικού κτηρίου είναι ένα πρόσθετο για τα υπάρχοντα Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας Κτηρίων (ΣΔΕΚ) και εκτελούν τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Παρακολούθηση εσωτερικών περιβαλλοντικών παραμέτρων και έλεγχος ικανοποίησης εσωτερικού περιβάλλοντος των ενοίκων
- Διατύπωση ενός πρωτοκόλλου βάσης δεδομένων αισθητήρων σχετικής με την κτηριακή, περιβαλλοντική και ενεργειακή απόδοση.
- Ελέγχοντας τους ενεργειακούς λογαριασμούς και αποδίδοντας ενεργειακών σημάτων και πιστοποιήσεων
- Περιβαλλοντικά σήματα και πιστοποιήσεις
- Δημιουργία ηλεκτρικών εντύπων για συμπλήρωση των απαιτούμενων πληροφοριών από τους ενοίκους και τους διαχειριστές ενέργειας
- Απόφαση υποστήριξης των διαχειριστών ενέργειας των κτηρίων
- Πρόταση πιθανών μέτρων που βελτιώνουν την ενεργειακή και περιβαλλοντική σηματοδότηση των κτηρίων

Η ηλεκτρονική πλατφόρμα κτηρίου όπου βασίζεται στο IBM LOTUS DOMINO περιβάλλον κι έχει αναπτυχθεί στη JAVA αποτελείται από τα ακόλουθα υποσυστήματα:

- **Υποσύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρονικών Δεδομένων**
- **Υποσύστημα Αποθήκευσης και επεξεργασίας Δεδομένων**
- **Υποσύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων**
- **Υποσύστημα Διεπαφής WEB**

Υποσύστημα Αποθήκευσης Δεδομένων

Όλα τα ΣΔΕΚ συλλέγουν δεδομένα από τους αισθητήρες που συνήθως μεταφέρονται σε μία βάση δεδομένων. Οι απαραίτητες μετρήσεις είναι:

- **Εσωτερική θερμοκρασία**
- **Εσωτερική σχετική υγρασία**
- **Συγκέντρωση CO₂**

Ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό. Το Υποσύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρονικών Δεδομένων μεταφέρει τα συλλεγόμενα δεδομένα από τα ΣΔΕΚ στην πλατφόρμα ηλεκτρονικού κτηρίου για περαιτέρω ανάλυση.

Το υποσύστημα αποθήκευσης χρησιμοποιεί τα αποθηκευμένα δεδομένα για την ενεργειακή εκτίμηση και την περιβαλλοντική εκτίμηση κάθε κτηρίου υπό έρευνα.

Υποσύστημα υποστήριξης απόφασης

Παρόλο που η υποστήριξη απόφασης είναι ουσιώδης για την έγκριση αποφάσεων, σχεδόν όλες οι διεργασίες απόφασης περιέχουν αβεβαιότητα.

Υπάρχει μια σημαντική διαφορά ανάμεσα σε μια "καλή" απόφαση κι ένα "καλό" αποτέλεσμα στη διαδικασία λήψης απόφασης υπό αβεβαιότητα.

Η στατιστική ανάλυση των συστημάτων λήψεων αποφάσεων βασίζεται στο γεγονός ότι η μελλοντική αβεβαιότητα της επίδρασης των ποικίλων δράσεων μπορεί να χαρακτηριστεί στατιστικά. Η έκβαση της λύσης του προβλήματος απόφασης χωρίζεται σ' έναν αριθμό καταστάσεων.

Στο ελεγκτικό πρόβλημα ενέργειας αυτές οι καταστάσεις είναι οι ενεργειακές ταμπέλες οι οποίες θα αποδοθούν σ' ένα συγκεκριμένο κτήριο μετά την εξέταση και την ανάλυση των εναλλακτικών σεναρίων.

Για τον ενεργειακό έλεγχο οι μελλοντικές καταστάσεις και οι εκ των προτέρων πιθανότητες ορίζονται στον πίνακα παρακάτω βασιζόμενες στην ανάλυση των στατιστικών δεδομένων των κτηρίων στην Ελλάδα.

Τα σενάρια για βελτίωση της ενεργειακής εκτίμησης που προτείνονται είναι:

- **Αυξημένη μόνωση**
- **Εξωτερικό τελείωμα με υψηλή ανακλαστικότητα**
- **Χρήση ανεμιστήρων οροφής**
- **Αλλαγή ρυθμίσεων θερμοκρασίας θέρμανσης και ψύξης**
- **Βελτίωση αποδοτικότητας των ΘΑΚ**



<i>Future states</i>	<i>Percentage of total buildings</i>	<i>Prior probabilities</i>
A	0-30 %	0.3
B	30-50 %	0.2
C	50-75 %	0.25
D	75-100 %	0.25



Web interface screenshots

The screenshot displays the 'e-Building' web interface. At the top left is the 'e Building' logo. At the top right, the text reads: 'ΟΔΗΓΗΘΕΝΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ e-ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ'. Below this is a section titled 'Στοιχεία Κτηρίου' (Building Details) with a table of fields:

Field	Value
Κωδικός Κτηρίου	2
Περιγραφή	BYTE
Τοποθεσία	Κουκιάκι
Μόνωση	ΟΧΙ
Επιφάνεια	1000
Τύπος Συνδρομής	Τ1
Όροφος	6
Διεύθυνση	Καλλιμαχίας 98 & Τριβόλης
Όνομα Λογαριασμού	adminneebd
E-mail Λογαριασμού	
Ενεργό	ΝΑΙ

To the right of this table is a 3D architectural rendering of a building, labeled 'e-Building'. Below the building details is a section titled 'Διαχειριστές για το συγκεκριμένο Κτήριο' (Managers for this building) with a table:

UserName	Επώνυμο	Όνομα	Διεύθυνση	Τηλ 1	Τηλ 2	E-Mail	
adminneebd	Κατρίνου	Γατσίου	Κατρίνα	Διεύθυνση	Τηλ 1	Τηλ 2	E-mail
mkatrina	Κατρίνου	Μάρκος	Κατρίνα				

Red arrows point from the text 'Γενικά Στοιχεία' to the building details table and from 'Διαχειριστές του Κτηρίου' to the managers table. The 'e-Building' logo is also visible at the bottom right of the interface.

Εγκατάσταση και τεστάρισμα

Τεστάρισμα στο BYTE κτήριο:

- Μια κατασκευή με μια σειρά ανακλαστικών τζαμιών παραθύρου

- Το κτήριο χωρίζεται σε δύο κύριες περιοχές: το νέο κτήριο και το υπάρχον κτήριο
- Υπάρχουν κύρια γραφεία εκτός του υπογείου που χρησιμοποιείται για αποθήκευση
- Υπάρχουν δωμάτια ειδικά χρησιμοποιημένα για τους κεντρικούς υπολογιστές

Το εγκατεστημένο σύστημα διαχείρισης ενέργειας κτηρίου είναι ένα δίκτυο LonWorks.

Ο βασικός εξοπλισμός των εγκαταστάσεων BYTE καταναλώνει ηλεκτρισμό:

- (i) σύστημα κλιματισμού (VRV), (ii) φωτισμός, (iii) γεννήτριες, (iv) ανελκυστήρες, (v) συστήματα ασφαλείας και πυρασφάλειας, (vi) αντλίες νερού και λυμάτων

Ενεργειακή κατανάλωση

Ο BYTE καταναλώνει περίπου 135 KWh/m² το χρόνο.

Βασίζομενη στην ανάλυση απόδοσης από την πλατφόρμα ηλεκτρονικού κτηρίου η ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση κατά την περίοδο παρακολούθησης είναι σχεδόν 16% της ολικής κατανάλωσης ενέργειας.

Επομένως το BYTE καταναλώνει σχεδόν 85% της ενεργειακής του κατανάλωσης για ηλεκτρικό φωτισμό, συσκευές, ΠΥς κ.λ.π. Αυτό εξηγείται από τις δραστηριότητες της εταιρείας όπου κυρίως επικεντρώνεται στο λογισμικό και τις εφαρμογές υπολογιστή.

Συμπεράσματα

Η πλατφόρμα ηλεκτρονικού κτηρίου είναι μια εφαρμογή λογισμικού για ενεργειακή και περιβαλλοντική εκτίμηση των κτηρίων ενώ ταυτόχρονα παρακολουθεί την ενεργειακή απόδοση και προτείνει λύσεις για βελτίωση της ενεργειακής εκτίμησης των κτηρίων.

Η πλατφόρμα τεστάρεται στο κτήριο BYTE:

Η εσωτερική θερμική άνεση και η εσωτερική ποιότητα αέρα διατηρείται μέσα σε αποδεκτά επίπεδα καθ' όλη την περίοδο παρακολούθησης.



Demand Side management example

EMS - Σχεδιαστικές θεωρήσεις

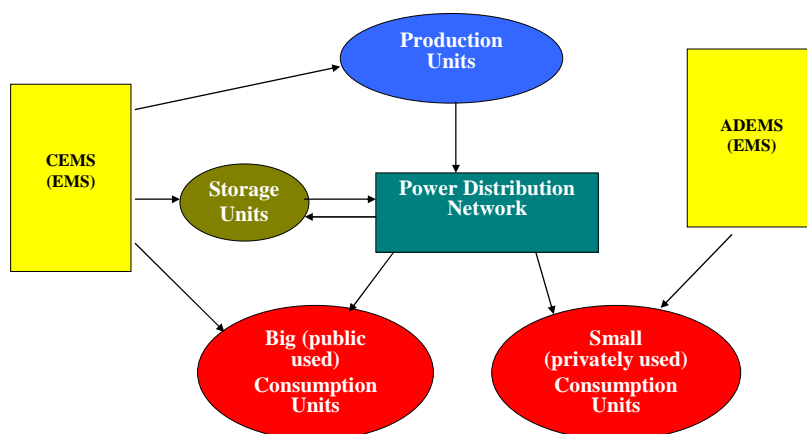
Το EMS έχει να:

- Παρακολουθήσει και να ελέγξει τις μονάδες παραγωγής
- Παρακολουθήσει και να ελέγξει τις μονάδες αποθήκευσης
- Διαχειριστεί τις μονάδες κατανάλωσης και να
- Παρακολουθήσει το δίκτυο ισχύος για να διασφαλίσει τη σταθερότητα και την κατάλληλη ποιότητα ισχύος.

Το προτεινόμενο EMS χρησιμοποιεί μερικώς κεντρικό και μερικώς διανεμημένο έλεγχο. Ο κεντρικός έλεγχος παρέχεται για τις μονάδες παραγωγής, τις μονάδες αποθήκευσης και τις μεγάλης κατανάλωσης μονάδες. Αυτό το κομμάτι λέγεται Κεντρικό EMS (CEMS). Ένα σύστημα υπολογιστών υποδέχεται το κομμάτι ελέγχου του CEMS.

Για τις υπόλοιπες μονάδες κατανάλωσης ο έλεγχος Αυτόματου Διανεμημένου EMS (ADEMS) προτείνεται για μικρής κατανάλωσης μονάδες.

An energy system with CEMS and ADEMS control



CEMS

Το CEMS πρέπει να σχεδιάζεται για μέγιστη απόδοση. Δύο παραδείγματα των πολλών πιθανών σεναρίων μπορούν να είναι:

1. Οι μονάδες παραγωγής παράγουν περισσότερο από την τωρινή ενεργειακή απαίτηση. Τότε η περισσευούμενη ενέργεια αποθηκεύεται. Το CEMS ελέγχει με ποιες μονάδες αποθήκευσης η παραπάνω ενέργεια θα αποθηκευθεί.
2. Οι μονάδες παραγωγής παρέχουν ενέργεια ενώ όλες οι μονάδες αποθήκευσης είναι πλήρεις. Το CEMS ανοίγει τις μεγάλης κατανάλωσης μονάδες αν είναι εφαρμόσιμο.

ADEMS

Αποτελείται από έναν αριθμό Έξυπνων Ελεγκτών (EE), όπου ο καθένας αυτόματα θέτει ένα φορτίο On ή OFF.

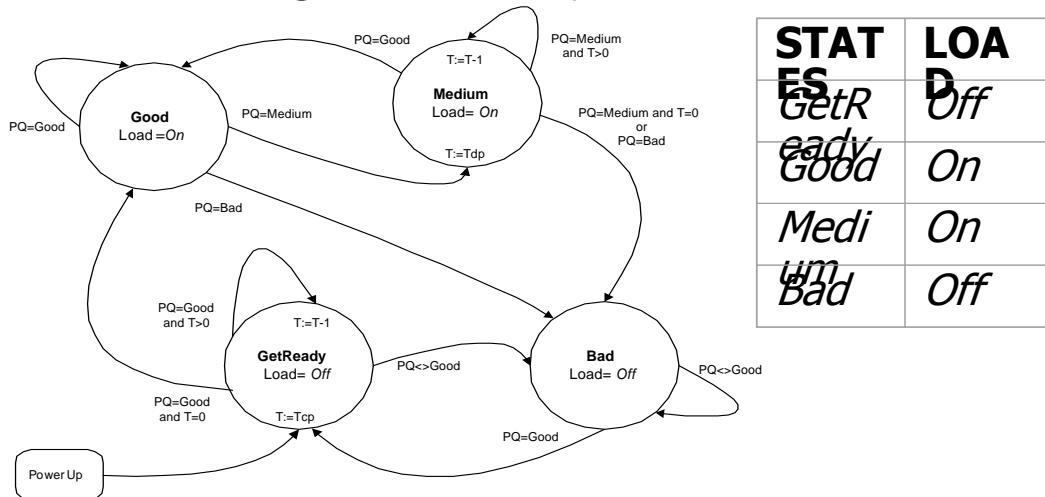
Κάθε EE συνεχώς παρακολουθεί τα χαρακτηριστικά ισχύος πλέγματος και εξάγει πληροφορίες σχετικά με την παρούσα και την προηγούμενη κατάσταση του δικτύου ισχύος.

Ο EE χρησιμοποιεί μια δράση για το φορτίο του: να το συνδέσει, να το αποσυνδέσει, να το διατηρήσει συνδεδεμένο ή αποσυνδεδεμένο βασιζόμενος στο μέγεθος της

τάσης, τη συχνότητα, την ιστορία του σήματος τάσης κατά τα τελευταία λίγα λεπτά, τη σημασία του φορτίου και το χρονικό διάλειμμα.



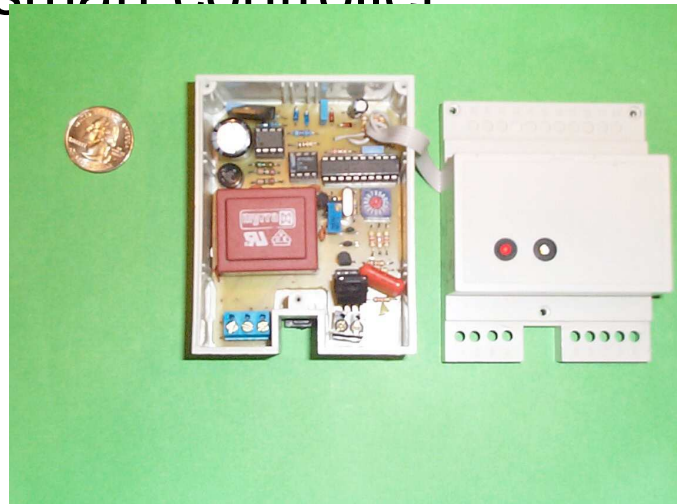
Electric grid quality control



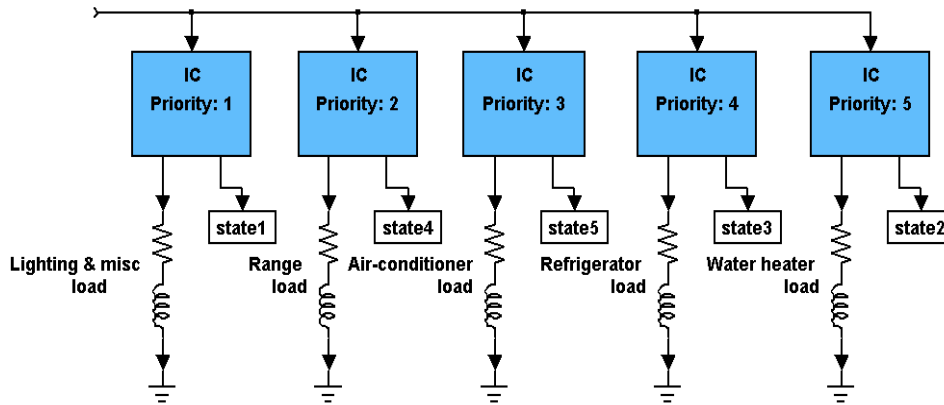
(Source: E. Antonidakis, et al, Renewable Energy Sources Congress 'Towards 100% RES at islands and remote sites, 2001.)



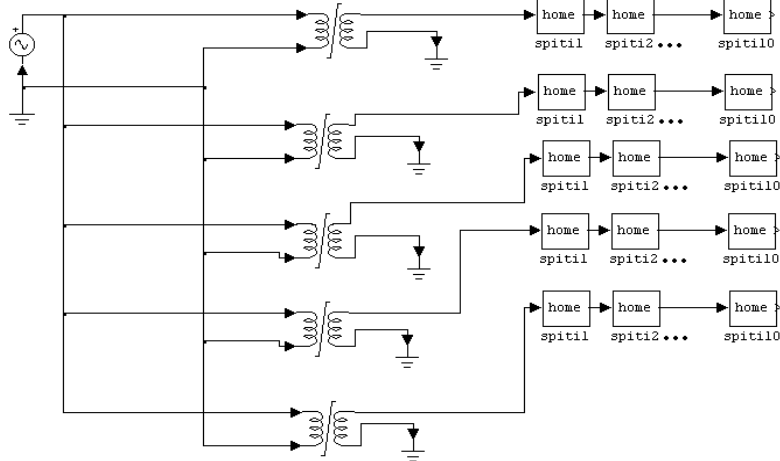
The smart controller



Home consumption model

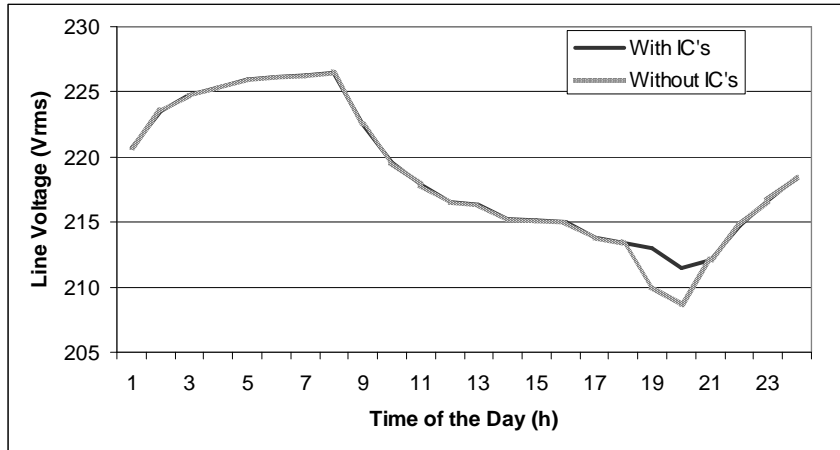


Grid connections model





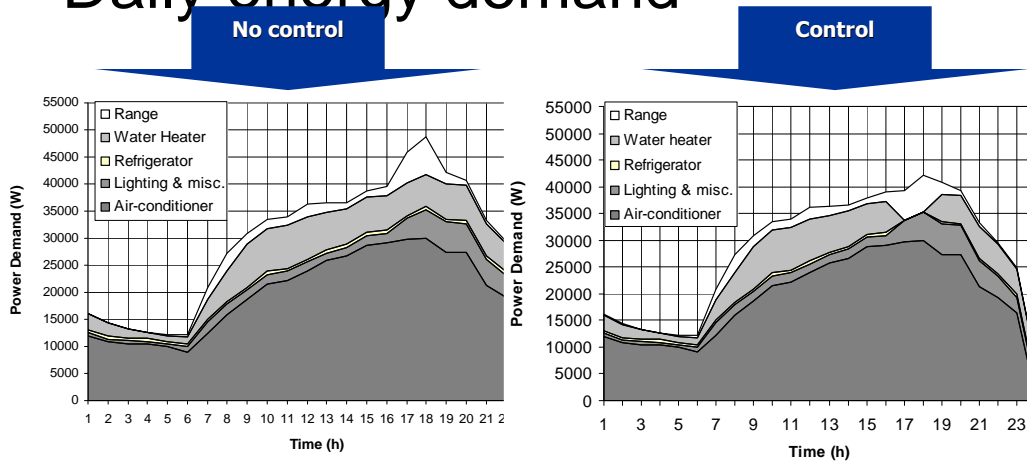
Ημερήσια διακύμανση τάσης



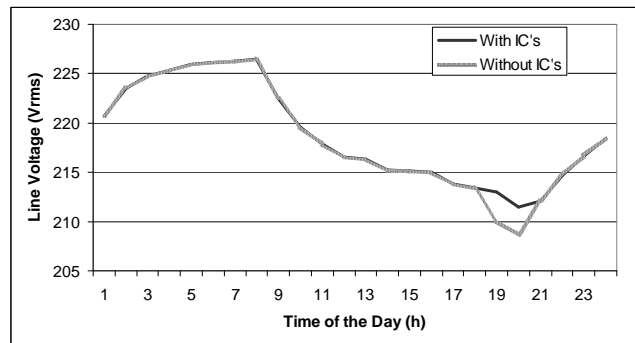
(Πηγή: E. Antonidakis, et al, Renewable Energy Sources Congress 'Towards 100% RES at islands and remote sites, 2001.)



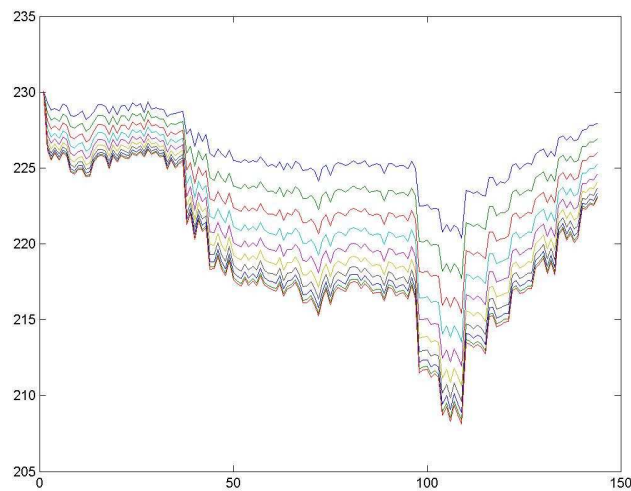
Daily energy demand



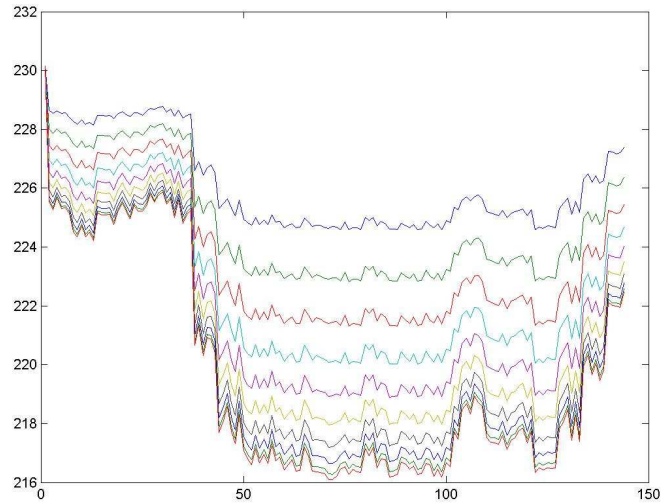
Daily voltage variation



Voltage of the grid without control



Voltage of the grid with control



A java platform for
energy and
environmental rating

Στόχοι

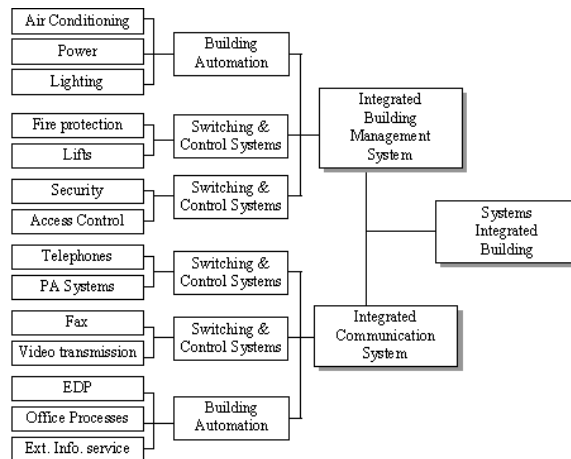
Η πλατφόρμα λογισμικού αξιολογεί και εκτελεί την ενεργειακή και περιβαλλοντική αξιολόγηση των κτηρίων βασιζόμενη στα εθνικά πρότυπα. Αυτό το λογισμικό αναπτύχθηκε σε γλώσσα προγραμματισμού JAVA χρησιμοποιώντας το Netbeans IDE κάτω από το λειτουργικό σύστημα Linux. Η γλώσσα JAVA επιλέχθηκε διότι: α) παρέχει μια αυτοδύναμη εφαρμογή που μπορεί να εκτελεστεί από διάφορα λειτουργικά συστήματα και β) διότι βοηθάει στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής ανοικτού κώδικα. Η ιδέα της εφαρμογής ανοικτού κώδικα επιτρέπει τη βελτίωση και επέκταση της εφαρμογής από άλλα μέλη της επιστημονικής κοινότητας.



Microprocessors and Energy Management

Smart Buildings Evaluation
Tool

Intelligent Building - Typical building's energy usage



Βήματα για ένα αποτελεσματικό εσωτερικό περιβάλλον και προγράμματος διαχείρισης ενέργειας:

- Εξασφαλίζει τη συνολική δέσμευση της διαχείρισης.
- Εξασφαλίζει τη συνεργασία των υπαλλήλων.
- Διεξάγει έρευνα ενέργειας. Αυτό είναι ο "Έλεγχος Κτηρίου" όπου ταυτοποιεί τα κτηριακά χαρακτηριστικά, τις χρήσεις ενέργειας στο κτήριο και πόση ενέργεια καταναλώνεται.
- Προσδιορίζει προβλήματα και λύσεις. Χρησιμοποιεί τις πληροφορίες που συγκεντρώνονται στον έλεγχο όπως οι κτηριακές συνθήκες και ελέγχει τις κατάλληλες Ευκαιρίες Διατήρησης Ενέργειας.
- Θέτει στόχους διατήρησης. Θεσπίζει ένα στόχο από την άποψη της επί τοις εκατό μείωσης.
- Διατηρεί αρχεία κατανάλωσης και εσωτερικής άνεσης. Εφαρμογή αλλαγών και αποτελέσματα παρακολούθησης.
- Εκτελώντας τις κατάλληλες ρυθμίσεις. Με βάση τα αποτελέσματα παρακολούθησης κάνει τα κατάλληλα βήματα για να εφαρμόσει οποιεσδήποτε απαραίτητες ρυθμίσεις απαιτούνται από την αλλαγή των συνθηκών.

Εκτίμηση Έξυπνων Κτηρίων – Μητρικό Εργαλείο

Το μητρικό εργαλείο λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα τρία κριτήρια:

- Το περιβάλλον οικοδόμησης πρέπει να είναι παραγωγικό, ασφαλές, υγιές, θερμικά, ακουστικά και οπτικά άνετο.
- Το κτήριο έχει τη δυνατότητα να εξυπηρετεί μελλοντικές γενιές: αειφορία ή ικανότητα προσαρμογής κατά τον κύκλο ζωής του κτηρίου και διαφύλαξη των γήινων και περιβαλλοντικών πόρων.
- Οικονομική άποψη: το κτήριο μπορεί να οικοδομηθεί εντός κάποιων περιορισμών κόστους ενώ διατηρεί την τιμή αγοράς.

Δείκτες Απόδοσης

Οι δείκτες απόδοσης που επιλέγονται είναι:

- **Περιβάλλον οικοδόμησης**
- **Ανταπόκριση**
- **Λειτουργικότητα**
- **Οικονομικά θέματα**
- **Καταλληλότητα**

Το περιβάλλον οικοδόμησης αποτελείται από τους ακόλουθους δείκτες υπο-απόδοσης:

- **Άνεση και παραγωγικότητα:** σε ποιο επίπεδο το κτήριο δημιουργεί ένα άνετο περιβάλλον για τους ενοίκους του.
- **Ατομικός έλεγχος του τοπικού περιβάλλοντος:** ένας ένοικος μπορεί να ορίσει το σημείο ρύθμισης των τερματικών συσκευών όπως η μονάδα fan – coil και συσκευών ηλιακής απόρριψης (σκόρπισμα).
- **Υγεία και ασφάλεια:** είναι ασφαλές και υγιές για τους ανθρώπους να μένουν μέσα ή γύρω από το κτήριο.
- **Ενεργειακή κατανάλωση και περιβαλλοντικές επιδράσεις:** υπάρχει μια οργανωτική πολιτική για τη λειτουργία του περιβάλλοντος οικοδόμησης και των σχετικών περιβαλλοντικών επιδράσεων.
- **Ολοκλήρωση με οικολογικά συστήματα περιβάλλοντα χώρου:** πώς λαμβάνονται οι αποφάσεις κατά τη φάση σχεδίασης σχετικά με το μακροκλιματικό σχέδιο, ολοκληρωμένες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας κτηρίου και χρησιμοποίηση νερού βροχής και λυμάτων.

Ανταπόκριση

- **Επίγνωση:** πόσο καλά οι σχετικοί άνθρωποι καταλαβαίνουν τη σχέση τους με το κτήριο.
- **Αυτόματη απόκριση στις αλλαγές στα περίχωρα:** η ύπαρξη μέτρων που να επιτρέπουν στο κτήριο να ανταποκρίνεται κατάλληλα στις αλλαγές του περιβάλλοντος χώρου, στην παροχή χρησιμότητας, στα συστήματα υπηρεσιών και στη χρήση των κτηρίων.
- **Απόδοση σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης:** ποιο το επίπεδο των έκτακτων αναγκών που μπορούν να διαχειριστούν εντός και γύρω από το κτήριο.
- **Λήψη αποφάσεων:** η ικανότητα των χειριστών κτηρίου να λάβουν αποφάσεις αποκρινόμενοι στις αλλαγές.
- **Ελαστική χρήση:** να είναι ευέλικτη η μεταβολή των χωρισμάτων, των σχεδιαγραμμάτων και συστημάτων υπηρεσιών για διαφορετική χρήση.

Λειτουργικότητα

- **Σύστημα αναφοράς:** πόσο καλά η πληροφορία που σχετίζεται με την αποδοτική διαχείριση και λειτουργία του κτηρίου επικοινωνεί με σχετικές ομάδες.
- **Σύστημα Διαχείρισης Κτηρίου (ΣΔΚ):** αν υπάρχει ΣΔΚ εγκατεστημένο και πώς χρησιμοποιείται.
- **Διατήρηση:** πώς το κτήριο συμπεριλαμβανομένων των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών. το ΣΔΚ (αν υπάρχει) και των συστημάτων υπηρεσιών διατηρούνται.
- **Ευκολία Διαχείρισης (ΕΔ):** αν υπάρχει διαχειριστής ευκολιών ή ομάδα διαχείρισης και πόσο τεχνικά ανταγωνιστικοί είναι.
- **Εύκολο στη χρήση μέσω σχεδίου:** πώς τα θέματα που σχετίζονται στην ευκολία χρήσης λαμβάνονται υπόψη στη σχεδιαστική φάση.

Οικονομικά θέματα

- **Επένδυση:** οι τεχνολογίες έξυπνου κτηρίου εκτιμώνται από τους σχετικούς λήπτες αποφάσεων.
- **Παροχή ενέργειας:** πόσο εύκολο ή δύσκολο είναι να αλλάξει η παροχή ενέργειας

- **Πηγές:** πώς ο έλεγχος ενέργειας, η παρακολούθηση της χρήσης του νερού και η διαχείριση λυμάτων διεξάγονται.
- **Κόστη:** πώς το κόστος λειτουργίας σχετικά με την ενέργεια και άλλες χρήσεις πληρώνονται από τους ενοικιαστές.
- **Προϋπολογισμός:** ποια διαδικασία χρησιμοποιείται για να καθοριστεί η αναλογία του αρχικού κόστους κατασκευής με το κόστος κύκλου ζωής.

Καταλληλότητα

- **Ειδική χρήση:** το κτήριο παρέχει χαρακτηριστικά για τη ικανοποίηση ειδικών αναγκών κάποιων ατόμων όπως οι ανάπηροι ή οι ηλικιωμένοι.
- **Συνδεσιμότητα IT:** το κτήριο έχει πρόσβαση σε παρόχους ειδικών υπηρεσιών μέσω του δικτύου IT.
- **Τοποθεσία:** το κτήριο είναι τοποθετημένο έτσι ώστε οι δραστηριότητες του κτηρίου έχουν εύκολη πρόσβαση σε σχετικές πηγές.
- **Οργάνωση:** υπάρχει συγκεκριμένη επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών διασπάσεων ενός οργανισμού που επιτρέπει αποδοτική διάδοση πληροφοριών σχετικών με την αποδοτική λειτουργία του κτηρίου.
- **Εσωτερική ροή και λειτουργικό σχέδιο:** η διαδικασία ή μέθοδος που χρησιμοποιείται στη σχεδιαστική φάση για να ληφθούν αποφάσεις σχετικές με την τοποθεσία των αλληλεπιδρώντων διασπάσεων στο κτήριο και τις μετακινήσεις του προσωπικού και πληροφοριών.

Μητρικό εργαλείο – Παράγοντες

Οι δείκτες απόδοσης επηρεάζονται από έναν αριθμό παραγόντων. Το Μητρικό Εργαλείο λαμβάνει υπόψη μόνο τους πέντε παράγοντες που ακολουθούν:

1. Άνθρωποι:

- Αν αισθάνονται άνετα και αν είναι παραγωγικοί στο κτήριο.
- Πόσο καλά καταλαβαίνουν τη σχέση τους με το κτήριο.
- Επένδυση στους λήπτες αποφάσεων: αν καταλαβαίνουν το όφελος των τεχνολογιών έξυπνων κτηρίων και αν είναι διατεθειμένοι να ερευνήσουν τη σκοπιμότητα της σχετικής επένδυσης.
- Άνθρωποι με ειδικές ανάγκες: αν το κτήριο μπορεί να ικανοποιήσει τις ειδικές τους ανάγκες.

2. Συστήματα κτηρίου:

- Αν το σύστημα παρέχει εγκαταστάσεις για άτομα να μπορούν να αλλάξουν το σημείο ρύθμισης των τοπικών συσκευών σχετικά με τις επιθυμίες τους.
- Αν το κτήριο και τα συστήματά του είναι σωστά εφαρμοσμένα με τα περίχωρα.
- Αν το κτήριο ελέγχεται και διαχειρίζεται από ένα Σύστημα Διαχείρισης Κτηρίου (ΣΔΚ).
- Αν είναι τεχνικά εφικτό να αλλάζουν οι προμηθευτές των επιχειρήσεων κοινής ωφέλειας όταν θεωρείται ωφέλιμο.
- Αν το κτήριο έχει καλή πρόσβαση στο διαδίκτυο.

3. Κρίσιμα:

- Ποια μέτρα εξασφαλίζουν την ασφάλεια και την υγεία των ανθρώπων που μένουν μέσα ή γύρω από το κτήριο.
- Εγκαταστάσεις εξοπλισμένες για χειρισμό εκτάκτων περιστατικών.
- Διατήρηση και σέρβις των ανωτέρω εγκαταστάσεων.
- Διαχείριση των λυμάτων και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Οι παράγοντες που σχετίζονται με την τοποθεσία του κτηρίου όπου επηρεάζουν την απόδοσή του κατά τις περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

4. Διαδικασία:

- Η διαδικασία εφαρμογής πολιτικών διαχείρισης ενέργειας εντός των οργανισμών.
- Η τεχνική ανταγωνιστικότητα των χειριστών του κτηρίου στη διαχείριση κάθε σχετικής αλλαγής.
- Η τεχνική ανταγωνιστικότητα των διαχειριστών των εγκαταστάσεων.
- Εγκαταστάσεις για τους ενοικιαστές να ελέγχουν και να μετρούν τις χρήσεις τους.
- Οργανωτικό καθεστώς διαχείρισης θεμάτων σχετικών με την ενέργεια.

5. Σχέδιο:

- Εκτιμήσεις και αποφάσεις σχεδίου στην ολοκλήρωση του κτηρίου και των συστημάτων του με τα περίχωρα.
- Εκτιμήσεις και αποφάσεις σχεδίου σε πιθανές αλλαγές χωρισμάτων, σχεδιαγράμματος και συστημάτων υπηρεσιών που απιτούνται από την αλλαγή χρήσης.
- Η χρήση, η λειτουργία και η διατήρηση των κτηριακών συστημάτων.
- Απόφαση για τα αρχικά και κύκλου ζωής κόστη.

- Αστικός και εσωτερικός σχεδιασμός κτηρίου



Microprocessors and Energy Management

Evaluating Intelligent Buildings – Matrix Tool

Special Needs of Users	Connectibility (C.I.B.)	Location	Organisation	Interior Operations (Flows)	SUITABILITY
Investment	Power Supply & Fuel Options	Overall Resource Management	Cost Centres	Construction/Rent Cost	ECONOMIC
Reporting	Building Management System	Maintenance	Facilities Manager	Ease of Use	FUNCTIONALITY
Awareness	Automated Components	Emergency	Devolved Decision Making	Spacial	RESPONSIVENESS
Comfort	Local Interface	Health	Policy	Sustainability	BUILT ENVIRONMENT
PEOPLE	SYSTEMS	CRITICAL	PROCESS	DESIGN	

Καθένας από τους δείκτες απόδοσης έχει μία τιμή όπου αναλογεί από 0 έως 5 με το 5 να θεωρείται το καλύτερο και το 0 το χειρότερο. Αυτοί οι δείκτες αξιολογούνται με βάση τα σχετικά χαρακτηριστικά του κτηρίου, όπου η ολική απόδοση υπολογίζεται όπως φαίνεται παρακάτω:

$$IQ = g_B P_B + g_R P_R + g_F P_F + g_E P_E + g_S P_S$$

Όπου: P_B, P_R, P_F, P_E, P_S είναι οι τιμές των δεικτών ατομικής απόδοσης: **Περιβάλλον Οικοδόμησης, Ανταπόκριση, Λειτουργικότητα, Οικονομική και Καταλληλότητα** αντίστοιχα.

g_B, g_R, g_F, g_E, g_S είναι οι αντίστοιχοι συντελεστές στάθμισης για τους δείκτες ατομικής απόδοσης.

Και: $g_B + g_R + g_F + g_E + g_S = 5$

Η τιμή του IQ ορίζει την "ευφυΐα" ενός κτηρίου κατά το "Matool". Η μέγιστη τιμή του IQ είναι 125. Η εκτίμηση του έξυπνου κτηρίου ορίζεται ως:

- **Κακό:** <50
- **Καλό:** 50 ~ 80
- **Πολύ καλό:** 80 ~ 100

- **Εξαιρετικό: 100 ~ 125**

Εκτίμηση Μητρικό Εργαλείο

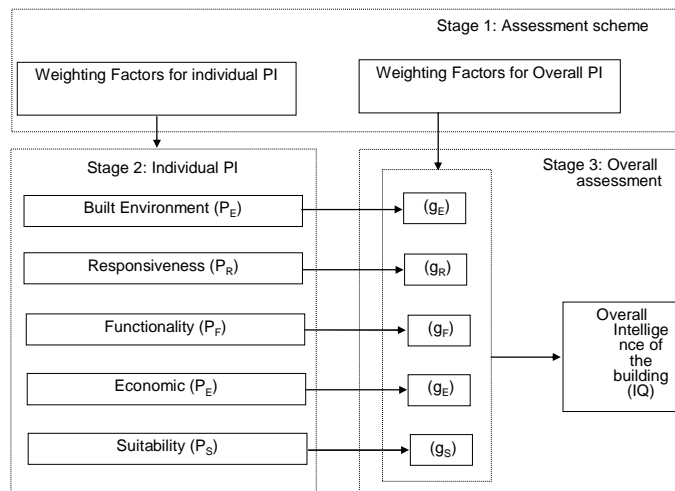
Η εκτίμηση περιλαμβάνει τρία στάδια:

- **Στάδιο 1 «Σκοποί εκτίμησης»:** να καθοριστούν οι συντελεστές στάθμισης.
- **Στάδιο 2 «Ατομική εκτίμηση»:** να αξιολογηθούν όλοι οι δείκτες σχετικά με τις ατομικές επιδόσεις.
- **Στάδιο 3 «Ολική εκτίμηση»:** να υπολογιστεί η ολική απόδοση βασιζόμενη στο σκηνικό στάθμισης που ορίζεται στο στάδιο 1 και η τιμή των δεικτών των ατομικών επιδόσεων του σταδίου 2.



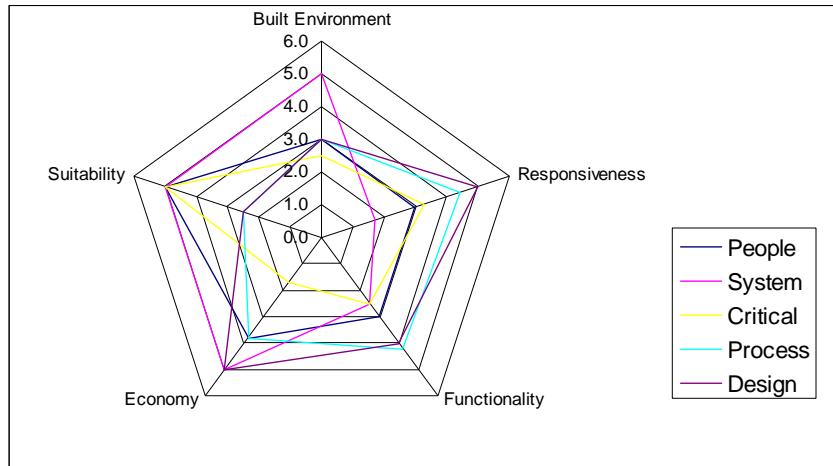
Microprocessors and Energy Management

Evaluating Intelligent Buildings – Matrix Tool -Assessment

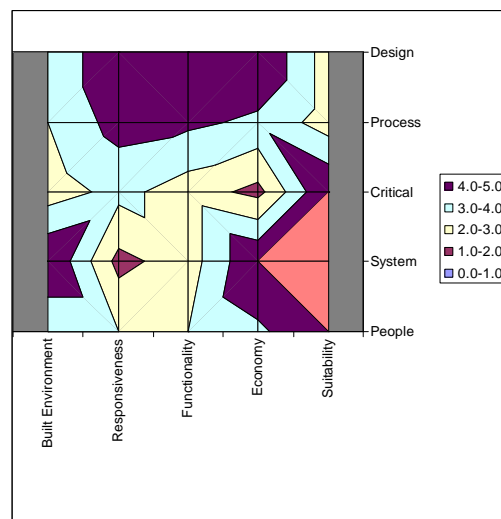




Evaluating Intelligent Buildings – Matrix Tool - Assessment



Evaluating Intelligent Buildings – Matrix Tool - Assessment



Μελέτες Περιπτώσεων

Κτήριο Αγγελίδης – Γεωργακόπουλος

- Το παρόν κτήριο βρίσκεται στο Κρυονέρι, Αθήνα προς Λαμία.

- Είναι μεικτής χρήσεως κτήριο, γραφεία και αποθηκευτικοί χώροι.
- Κατασκευάστηκε το 2002 για να στεγάσει τις αυξανόμενες ανάγκες της εταιρείας επικεντρώνοντας στην ευελιξία και την ασφάλεια με σκοπό να παρέχει εξαιρετικές συνθήκες άνεσης για τους χρήστες του.
- Περιοχή γραφείων 900 m² όπου βρίσκεται στον πρώτο όροφο του κτηρίου. Το υπόλοιπο του κτηρίου αποτελείται από αποθηκευτικούς χώρους χαρτιού, μια περιοχή 10.000 m². Η ακαθόριστη περιοχή των 10.900m² διανέμεται σε τρία επίπεδα, το υπόγειο, το ισόγειο και έναν όροφο γραφείων.

Χαρακτηριστικά

- Σχεδιασμένο για την εκμετάλλευση της δυνατότητας φυσικού φωτισμού της περιοχής
- Φεγγίτες και ανεμιστήρες οροφής.
- Θαμμένοι σωλήνες στους αποθηκευτικούς χώρους.
- Σκίαση:
 - Μείγματα μπλακ άουτ
 - Ημιδιαφανή εσωτερικά ρολά
- Κεντρικό σύστημα διαχείρισης κτηρίου (ΣΔΚ)
- ΘΑΚ
- Γεννήτρια Ισχύος

Αντίκτυπος στους ανθρώπους

- Ο αντίκτυπος στους ανθρώπους είναι εξαιρετικός στο Περιβάλλον Οικοδόμησης και Ανταπόκρισης ενώ η Λειτουργικότητα και η Οικονομία έχουν επίσης υψηλό σκορ.
- Η μόνη απόκλιση είναι στην Καταλληλότητα: σ' αυτόν τον τομέα τυπικά το κτήριο δεν μπορεί να έχει υψηλό σκορ καθώς δεν υπάρχει συγκεκριμένο σχέδιο για τους ανθρώπους με αναπηρία.

Αντίκτυπος στα συστήματα

- Ο αντίκτυπος στα συστήματα παρουσιάζει μια αξιοσημείωτη απόκλιση στο Περιβάλλον Οικοδόμησης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχει μόνο κεντρικός έλεγχος.
- Όλοι οι δείκτες εσωτερικής άνεσης ελέγχονται απευθείας από τα ΣΔΚ και οι ένοικοι δεν έχουν κανένα έλεγχο στο δικό τους άμεσο εσωτερικό περιβάλλον.

Αντίκτυπος στα Κρίσιμα Θέματα

- Ο αντίκτυπος στα κρίσιμα θέματα είναι εξαιρετικός στο Περιβάλλον Οικοδόμησης και Λειτουργικότητας ενώ όλοι οι άλλοι δείκτες απόδοσης έχουν επίσης πετύχει υψηλά σκορ.

Αντίκτυπος στη Διεργασία

- Ο αντίκτυπος στη Διεργασία είναι θετικός σε όλους τους δείκτες απόδοσης και εξαιρετικός στη Λειτουργικότητα.

Αντίκτυπος στο Σχέδιο

- Ο αντίκτυπος στις διεργασίες και το σχέδιο μαζί είναι εξαιρετικός στη Λειτουργικότητα.
- Αυτό απεικονίζει ότι το συγκεκριμένο θέμα κατά τη φάση της σχεδίασης ήταν η κύρια ανησυχία και έχει ένα ρόλο κλειδί στη χρήση και λειτουργία του κτηρίου.

Γενικά

- Το σκορ 94 τοποθετεί το κτήριο στην πολύ καλή κατηγορία.
- Όλοι οι δείκτες απόδοσης εκτός των συστημάτων έχουν πετύχει υψηλό σκορ.
- Μόνο κεντρικός έλεγχος έχει τοποθετηθεί.
- Υπάρχει δυνατότητα για βελτίωση καθώς το κτήριο έχει τη δυνατότητα να δώσει την παράκαμψη στους χρήστες, αλλά αυτό είναι ερώτημα της εσωτερικής διαχείρισης και λήψης αποφάσεων.

Τομπάζης Μελετητική

- Το παρόν κτήριο βρίσκεται στο Πολύδροσο στο Χαλάνδρι στα βόρεια προάστια της Αθήνας.
- Κατασκευάστηκε το 1995 για να στεγάσει την αρχιτεκτονική ομάδα Α. Ν. Τομπάζης και Συνεργάτες – Μελετητική ΕΠΕ, σχεδιασμένο από τον αρχιτέκτονα Αλέξανδρο Τομπάζη.
- Το κτήριο αντανακλά τη φιλοσοφία του βιοκλιματικού σχεδίου ενώ προωθεί την επαγγελματική ταυτότητα της ομάδας και παρέχει εξαιρετικές συνθήκες άνεσης για τους χρήστες του.
- Το κτήριο είναι ένας μοναδικός χώρος αναφορικά με το εσωτερικό σχέδιο, σχέδιο χειρισμού του ημερήσιου φωτός και άνεσης.

Χαρακτηριστικά

- Σχεδιασμένο να εκμεταλλεύεται το δυναμικό φυσικό φωτισμό της περιοχής.
- Σκίαση
 - Ηλιακά πτερύγια
 - Σταθερές οριζόντιες μεταλλικές γρίλιες
 - Εξωτερικές ενετικές περσίδες
- Παθητικές/Υβριδικές τεχνικές ψύξης
 - Νυχτερινός αερισμός
 - Ανεμιστήρες οροφής
 - Σύστημα αποθήκευσης κρύο (ψύξης)
- Κεντρικό Σύστημα Διαχείρισης Κτηρίου (ΣΔΕΚ)

Αντίκτυπος στους ανθρώπους

Ο αντίκτυπος στους ανθρώπους είναι εξαιρετικός σε όλους τους δείκτες απόδοσης εκτός της Καταλληλότητας: σ' αυτόν τον τομέα υπάρχει δυνατότητα βελτίωσης ειδικά για άτομα με αναπηρία, ωστόσο το εσωτερικό σχέδιο με το μοναδικής αισθητικής αποτέλεσμα είναι καθαρά προσανατολισμένο να εξυπηρετεί το φως της ημέρας και τον χώρο χειρισμού. Το γεγονός αυτό δε διευκολύνει τις υπηρεσίες για τους ανθρώπους με αναπηρία.

Αντίκτυπος στα Συστήματα

- Ο αντίκτυπος στα συστήματα είναι θετικός και ισορροπημένα σε όλους τους δείκτες απόδοσης. Αυτό απεικονίζει ότι τα συστήματα του κτηρίου εξυπηρετούν σ' ένα πολύ καλό επίπεδο τις ανάγκες των χρηστών του και στην πράξη δεν υπάρχει ανάγκη για βελτίωση.

Αντίκτυπος στα Κρίσιμα Θέματα

- Ο αντίκτυπος στα κρίσιμα θέματα είναι εξαιρετικός αναφορικά με το Περιβάλλον Οικοδόμησης και Οικονομίας, ενώ είναι επίσης θετικός στη Λειτουργικότητα και την Καταλληλότητα. Υπάρχει μόνο μια μικρή απόκλιση στην Ανταπόκριση.

Αντίκτυπος στη Διεργασία

- Ο αντίκτυπος στις διεργασίες και το σχέδιο είναι πολύ θετικός. Στην πράξη το σχέδιο του κτηρίου και όλες οι διεργασίες που σχετίζονται με τη μέρα προς μέρα λειτουργία του κτηρίου είναι σε υψηλό επίπεδο οπότε δεν υπάρχει ανάγκη για βελτιώσεις.

Γενικά

- Όλοι οι δείκτες απόδοσης πέτυχαν υψηλά σκορ. Η βαθμολογία του 103.5 τοποθετεί το κτήριο στην εξαιρετική κατηγορία εννοώντας ότι το κτήριο είναι εξαιρετικό στην ολοκλήρωση των συστημάτων του, των υπηρεσιών και της διαχείρισης.

Έλεγχος και Στόχευση

Ο όρος "έλεγχος ενέργειας" είναι ευρέως χρησιμοποιούμενος και μπορεί να έχει διαφορετική ερμηνεία εξαρτώμενος από τις εταιρείες ενεργειακών υπηρεσιών. Ο έλεγχος της ενέργειας των κτηρίων μπορεί να εκτείνεται από ένα μικρό πέρασμα της εγκατάστασης σε μια λεπτομερή ανάλυση με πολύωρη υπολογιστή προσομοίωση. Γενικά τέσσερις τύποι ενέργειας διακρίνονται όπως αναφέρονται εν συντομία παρακάτω:

- Έλεγχος μικρού περάσματος
- Ανάλυση κόστους χρησιμότητας
- Τυποποιημένος έλεγχος ενέργειας
- Λεπτομερής έλεγχος ενέργειας

Έλεγχος μικρού περάσματος

Αυτός ο έλεγχος αποτελείται από μια μικρή επίσκεψη της εγκατάστασης να αναγνωρίσει περιοχές όπου απλές και μη ακριβές δράσεις μπορούν να παρέχουν άμεση χρήση ενέργειας και/ή οφέλη λειτουργικού κόστους. Κάποιοι μηχανικοί αναφέρονται σ' αυτούς τους τύπους δράσεων ως μέτρα λειτουργίας και διατήρησης (Λ και Δ). Παραδείγματα τέτοιων μέτρων περιλαμβάνουν επαναφέροντας τα σημεία ρύθμισης των θερμοκρασιών θέρμανσης, αντικαθιστώντας τα σπασμένα παράθυρα, μονώνοντας τους εκτεθειμένους σωλήνες ζεστού νερού ή ατμού και ρυθμίζοντας την αναλογία καυσίμου – αέρα του βραστήρα.

Ανάλυση κόστους χρησιμότητας

Ο κύριος σκοπός αυτού του τύπου ελέγχου είναι η προσεκτική ανάλυση των κοστών λειτουργιών της εγκατάστασης. Τυπικά τα δεδομένα χρησιμότητας μετά από αρκετά χρόνια εκτιμώνται για να αναγνωρισθούν τα σχέδια της ενεργειακής χρήσης, απαιτούμενης κορυφής, καιρικές επιδράσεις και δυνατότητα για ενεργειακά αποθέματα. Για να γίνει αυτή η ανάλυση, προτείνεται ότι ο ελεγκτής ενέργειας

διεξάγει μια λεπτομερή έρευνα για να εξοικειωθεί με την εγκατάσταση και τα συστήματα ενέργειας.

- Ελέγχει τις επιβαρύνσεις της χρησιμότητας και επιβεβαιώνει ότι δεν έχουν γίνει λάθη στον υπολογισμό των μηνιαίων λογαριασμών. Πράγματι οι δομές του ρυθμού χρησιμότητας για εμπορικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις μπορεί να είναι κάπως σύνθετες με κυρώσεις παράγοντα ισχύος.
- Για να καθορίσει τις κυριότερες χρεώσεις στους λογαριασμούς χρησιμότητας. Για παράδειγμα οι χρεώσεις απαιτούμενης κορυφής μπορεί να είναι σημαντικό μέρος του λογαριασμού. Τα μέτρα αποθεμάτων κορυφής μπορούν έπειτα να προταθούν για τη μείωση των απαιτητικών αυτών χρεώσεων.
- Για να αναγνωρίσει πότε η εγκατάσταση μπορεί ή όχι να έχει όφελος από τη χρήση άλλων δομών χρησιμότητας ώστε να έχει φθηνότερο καύσιμο και μείωση των λειτουργικών κοστών.
- Συμπερασματικά ο ελεγκτής ενέργειας μπορεί να καθορίσει πότε η εγκατάσταση είναι πρώτη για μελέτες ενεργειακής μετασκευής ή όχι με την ανάλυση των δεδομένων. Όντως η χρήση ενέργειας της εγκατάστασης μπορεί να κανονικοποιηθεί και να συγκριθεί με δείκτες εμπορικών κτηρίων ή βιομηχανιών εγκαταστάσεων.

Τυποποιημένος Έλεγχος Ενέργειας

Ο τυποποιημένος έλεγχος ενέργειας παρέχει μια περιεκτική ανάλυση των συστημάτων ενέργειας της εγκατάστασης. Σε αντίθεση με τις δραστηριότητες που περιγράφονται στον έλεγχο μέσω περάσματος και την ανάλυση κόστους χρησιμότητας που περιγράφηκαν παραπάνω, ο τυποποιημένος έλεγχος ενέργειας περιλαμβάνει την ανάπτυξη μιας αρχικής τιμής της χρήσης ενέργειας από την εγκατάσταση και την εκτίμηση αποθεμάτων ενέργειας και την αποτελεσματικότητα κόστους των κατάλληλα επιλεγμένων μέτρων αποθήκευσης ενέργειας. Η βήμα προς βήμα προσέγγιση του τυποποιημένου ελέγχου ενέργειας είναι όμοια του λεπτομερούς ελέγχου ενέργειας.

Τυπικά απλοποιημένα εργαλεία χρησιμοποιούνται στον τυποποιημένο έλεγχο ενέργειας για ανάπτυξη ενεργειακών μοντέλων αρχικής τιμής και την πρόβλεψη αποθεμάτων ενέργειας των μέτρων διατήρησης της ενέργειας. Σε αυτά τα εργαλεία είναι οι μέθοδοι ημερήσιων βαθμών και τα μοντέλα γραμμικής οπισθοδρόμησης. Σε

αντίθεση, μια απλή ανάλυση αποπληρωμής εκτελείται για να καθοριστεί η αποτελεσματικότητα κόστους των μέτρων διατήρησης ενέργειας.

Λεπτομερής Έλεγχος Ενέργειας

Βήμα1: Ανάλυση δεδομένων κτηρίου και χρησιμότητας

Ο κύριος σκοπός αυτού του βήματος είναι να εκτιμηθούν τα χαρακτηριστικά των συστημάτων ενέργειας και τα σχέδια ενεργειακής χρήσης για το κτήριο. Τα χαρακτηριστικά του κτηρίου συλλέγονται από τα αρχιτεκτονικά/μηχανικά/ηλεκτρικά σχέδια και/ή από τις συζητήσεις των χειριστών του κτηρίου. Τα σχέδια ενεργειακής χρήσης λαμβάνονται από έναν συνδυασμό λογαριασμών χρησιμότητας αρκετών χρόνων. Η ανάλυση της ιστορικής ποικιλίας των λογαριασμών επιτρέπει στον ελεγκτή ενέργειας να καθορίσει αν υπάρχουν εποχιακές και καιρικές επιδράσεις στη ενεργειακή χρήση του κτηρίου. Κάποια από τα καθήκοντα που πρέπει να γίνουν στο σ' αυτό το βήμα παρουσιάζονται παρακάτω με τα αποτελέσματα κλειδιού που αναμένονται:

- Συλλογή τουλάχιστον τριών χρόνων δεδομένων χρησιμότητας.
- Αναγνώριση των τύπων καυσίμων που χρησιμοποιούνται.
- Καθορισμό των σχεδίων χρήσης καυσίμων από τον τύπο καυσίμων.
- Κατανόηση της δομής ρυθμού χρησιμότητας.
- Ανάλυση της επίδρασης του καιρού στην κατανάλωση καυσίμου.
- Ανάλυση χρήσης ενέργειας χρησιμότητας από τον τύπο και το μέγεθος του κτηρίου.

Βήμα 2: Έρευνα μέσω περάσματος

Τα μέτρα δυναμικών αποθεμάτων ενέργειας πρέπει να καθοριστούν. Τα αποτελέσματα αυτού του βήματος είναι σημαντικά από τη στιγμή που καθορίζουν αν το κτήριο εγγυάται περαιτέρω εργασία ελέγχου ενέργειας. Κάποια από τα καθήκοντα του βήματος αυτού είναι:

- Αναγνώριση των ανησυχιών και αναγκών του πελάτη.
- Έλεγχος των διαδικασιών της τωρινής λειτουργίας και διατήρησης.
- Καθορισμός των υπαρχόντων συνθηκών λειτουργίας του βασικού εξοπλισμού χρήσης ενέργειας.
- Εκτίμηση της κατοίκησης, του εξοπλισμού και του φωτισμού.

Βήμα 3: Αρχική τιμή για την χρήση ενέργειας του κτηρίου

Ο κύριος σκοπός αυτού του βήματος είναι να αναπτύξει ένα μοντέλο που αντιπροσωπεύει την υπάρχουσα χρήση ενέργειας και των συνθηκών λειτουργίας για το κτήριο. Αυτό το μοντέλο χρησιμοποιείται ως αναφορικό για να εκτιμηθούν τα αποθέματα ενέργειας που πραγματοποιήθηκαν από κατάλληλα επιλεγμένα μέτρα διατήρησης ενέργειας. Τα κύρια καθήκοντα του βήματος είναι:

- Εξασφάλιση και ανασκόπηση των αρχιτεκτονικών, μηχανικών, ηλεκτρικών και ελέγχου σχεδίων.
- Έρευνα, τεστ και αξιολόγηση του κτηριακού εξοπλισμού για αποδοτικότητα, επίδοση και αξιοπιστία.
- Εξασφάλιση όλων των προγραμμάτων κατοίκησης και λειτουργίας για εξοπλισμό.
- Ανάπτυξη μοντέλου αρχικής τιμής για χρήση ενέργειας του κτηρίου.
- Βαθμονόμηση μοντέλου αρχικής τιμής χρησιμοποιώντας δεδομένα χρησιμότητας κα/ή δεδομένα μετρήσεων.

Βήμα 4: Αξιολόγηση των μέτρων ενεργειακών αποθεμάτων

Μια λίστα μέτρων διατήρησης ενέργειας αποδοτικού κόστους καθορίζεται χρησιμοποιώντας αποθέματα ενέργειας και οικονομική ανάλυση. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος προτείνονται:

- Προετοιμασία μιας περιεκτικής λίστας μέτρων διατήρησης ενέργειας.
- Καθορισμός αποθεμάτων ενέργειας λόγω των ποικίλων μέτρων διατήρησης ενέργειας που είναι συναφή του κτηρίου χρησιμοποιώντας το μοντέλο προσομοίωσης που αναπτύχθηκε στη φάση 3.
- Εκτίμηση των αρχικών κοστών που απαιτούνται για την εφαρμογή των μέτρων διατήρησης ενέργειας.
- Αξιολόγηση του αποτελεσματικού κόστους κάθε μέτρου διατήρησης ενέργειας χρησιμοποιώντας μια μέθοδο οικονομικής ανάλυσης.

Microprocessors and Energy Management

PHASE	THERMAL SYSTEMS	ELECTRIC SYSTEMS
UTILITY ANALYSIS	<ul style="list-style-type: none"> • Thermal energy use profile (building signature). • Thermal energy use per unit area (or per student for schools or per bed for hospitals). • Thermal energy use distribution (heating, DHW, process, etc.) • Fuel types used • Weather effect on thermal energy use • Utility rate structure 	<ul style="list-style-type: none"> • Electrical energy use profile (building signature) • Electrical energy use per unit area (or per student for schools or per bed for hospitals) • Electrical energy use distribution (cooling, lighting, equipment, fans, etc.) • Weather effect on electrical energy use • Utility Rate structure (energy charges, demand charges, power factor penalty, etc.)
ON-SITE SURVEY	<ul style="list-style-type: none"> • Construction materials (thermal resistance type and thickness) • HVAC system type • DHW system • Hot water/steam use for heating • Hot water/steam for cooling • Hot water/steam for DHW • Hot water/steam for specific applications (hospitals, swimming pools, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • HVAC system type • Lighting type and density • Equipment type and density • Energy use for heating • Energy use for cooling • Energy use for lighting • Energy use for equipment • Energy use for air handling • Energy use for water distribution

Microprocessors and Energy Management

ENERGY USE BASELINE	<ul style="list-style-type: none"> • Review architectural, mechanical, and control drawings • Develop a base-case model (using any baselining method ranging from very simple to more detailed tools) • Calibrate the base-case model (using utility data or metered data) 	<ul style="list-style-type: none"> • Review architectural, mechanical, electrical, and control drawings • Develop a base-case model (using any baselining method ranging from very simple to more detailed tools) • Calibrate the base-case model (using utility data or metered data)
ENERGY CONSERVATION MEASURES	<ul style="list-style-type: none"> • Heat recovery system (heat exchangers) • Efficient heating system (boilers) • Temperature Setback • EMCSHVAC system retrofit • DHW use reduction • Cogeneration 	<ul style="list-style-type: none"> • Energy efficient lighting • Energy efficient equipment (computers) • Energy efficient motors • HVAC system retrofit • EMCS • Temperature Setup • Energy efficient cooling system (chiller) • Peak demand shaving • Thermal Energy Storage System Cogeneration • Power factor improvement • Reduction of harmonics

Auditing and Targeting - Detailed Energy Audit

Application: Office building

Table 1.5: Building construction materials.

Component	Materials
Exterior wall	5 cm tile 16 cm concrete 2.5 cm foam insulation 0.6 cm finishing material
Roof	5 cm light weight concrete 15 cm concrete 2.5 cm foam insulation
Interior wall	2 cm finishing cement mortar 19 cm concrete block 2 cm finishing cement mortar
Glazing	1.2 cm thick single pane glazing
Underground wall	25 cm concrete asphalt shingle air-space 10 cm brick 2 cm finishing cement mortar
Underground floor	15 cm concrete asphalt shingle 12 cm concrete 2 cm finishing cement mortar

Auditing and Targeting - Detailed Energy Audit

Application: Office building

Step 1: Building and utility data analysis

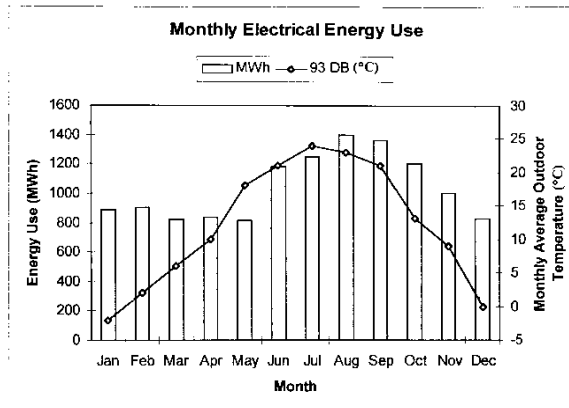


Figure 1.3: Monthly Actual Electrical Energy Consumption.

Auditing and Targeting - Detailed Energy Audit

Application: Office building

Step 2: Walk through audit

- Lamps were replaced by low energy lamps. The number of luminaires was measured.
- Temperature settings were 24.5 and 25.5 °C for winter and summer period respectively. The walk through audit showed discomfort with temperature 28 °C and humidity 65%. The cooling systems could not cover the peak loads due to new machines in the office buildings. Ice storage system was installed to cover the peaks.
- Heating and cooling is performed by 2 CAV systems and complementary FCU. Their power is measured. The ice storage does not use load prediction.
- High casual gains.

Table 1.6: Internal heat gain level for the office building

Internal Heat Gain	Design Load
Occupancy	17 m ² /person; Latent heat gain: 45W Sensible heat gain: 70W
Lighting	14W/ m ²
Equipment	16W/ m ²
Ventilation	14.7 CFM/person

Auditing and Targeting - Detailed Energy Audit Application: Office building

Step 3: Baseline for building energy use

- DOE-2.
- Each floor was divided in two perimeter and 2 internal zones.
- It is been considered that the power is supported by the FCU while the building is in real conditions.
- The model simulated quite accurately the energy consumption of the building.
- Model: 762 MWh and 6% more consumption in real conditions.
- The energy breakdown shows 13.1% of energy consumption for lighting and equipment.
- Energy for cooling is 13.1% of total energy use.

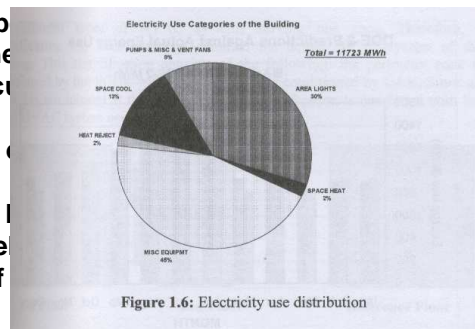


Figure 1.6: Electricity use distribution

Figure 1.5: Comparison of DOE-2 prediction and actual building electrical energy use.

Table 1.7: Economic analysis of the ECOs

	Electricity Cost (Mwon)	LNG Cost (Mwon)	Total Cost (Mwon)	Capital Cost (Mwon)	Saving (%)	Savings (Mwon)	Payback Period (years)
Base Case	984.4	139.1	1123.5	-	-	-	-
ECO #1	940.8	49.8	990.5	465.5	11.8	133.0	3.5
ECO #2	979.1	139.1	1118.2	42.4	0.6	5.3	8.0
ECO #3	977.9	126.9	1104.8	280.5	1.7	18.7	15.0
ECO #4	983.7	106.4	1090.1	16.7	3.0	33.4	0.5
ECO #5	972.6	138.7	1111.4	60.5	1.1	12.1	5.0
ECO #6	911.6	144.8	1056.4	268.4	6.0	67.1	4.0

Φάκελος κτηρίου

Για κάποια κτήρια ο φάκελος μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στην ενέργεια που χρησιμοποιείται που διέπει την εγκατάσταση. Ο ελεγκτής ενέργειας πρέπει να καθορίζει τα ενεργά χαρακτηριστικά του κτηριακού φακέλου. Κατά την έρευνα, ένα φύλλο περιγραφής για τον κτηριακό φάκελο πρέπει να εγκατασταθεί για να περιέχει πληροφορίες όπως τα υλικά κατασκευής, η περιοχή και ο αριθμός συνελεύσεων του φακέλου. Εξάλλου σχόλια για τις ανάγκες επισκευών και προσφάτων αντικαταστάσεων πρέπει να σημειώνονται κατά την έρευνα.

α) Πρόσθεση θερμικής μόνωσης: Για τις επιφάνειες των κτηρίων χωρίς καμία θερμική μόνωση αυτό το μέτρο μπορεί να είναι αποτελεσματικού κόστους.

β) Αντικατάσταση τω παραθύρων: Όταν τα παράθυρα αποτελούν ένα σημαντικό μέρος των εκτεθειμένων κτηριακών επιφανειών, χρησιμοποιώντας περισσότερο αποδοτικά ενεργειακά παράθυρα μπορεί να είναι ωφέλιμο τόσο στη μείωση χρήσης ενέργειας όσο και στη βελτίωση του επιπέδου εσωτερικής άνεσης.

γ) Μείωση των διαρροών αέρα: Όταν το φορτίο διήθησης είναι σημαντικό η περιοχή διαρροών του κτηριακού φακέλου μπορεί να μειωθεί μέσω φθηνών και απλών τεχνικών απομόνωσης καιρικών συνθηκών.

Ο έλεγχος ενέργειας του φακέλου είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τα κτήρια κατοίκησης. Όντως η χρήση της ενέργειας από αυτά τα κτήρια κυριαρχείται από τον καιρό από τότε που το θερμικό κέρδος και/ή οι απώλειες από απευθείας θερμική αγωγιμότητα ή φιλτράρισμα αέρα μέσω των επιφανειών του κτηρίου αντιπροσωπεύουν το μέγιστο μερίδιο ενεργειακής κατανάλωσης.

Για τα εμπορικά κτήρια οι βελτιώσεις του φακέλου συχνά δεν είναι μεγάλου κόστους λόγω του γεγονότος ότι οι τροποποιήσεις στον φάκελο θεωρούνται τυπικά ακριβές. Ωστόσο προτείνεται στο συστηματικό έλεγχο τα εξαρτήματα του φακέλου να μην καθορίζουν μόνο τη δυνατότητα για αποθέματα ενέργειας, αλλά να ασφαλίζουν επίσης και την ακεραιότητα της ολικής του κατάστασης.

Για παράδειγμα, οι θερμικές γέφυρες -αν υπάρχουν- μπορούν να οδηγήσουν στην αύξηση μεταφοράς θερμότητας και τη συμπύκνωση της υγρασίας. Η συμπύκνωση της υγρασίας είναι συχνά πιο καταστροφική και υψηλού κόστους απ' όσο η αύξηση της μεταφοράς θερμότητας από τη στιγμή που μπορεί να επηρεάσει τη δομική ακεραιότητα του κτηριακού φακέλου.

Ηλεκτρικά συστήματα

Για τα περισσότερα εμπορικά κτήρια κι έναν μεγάλο αριθμό βιομηχανικών εγκαταστάσεων το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας συνιστά το κυρίως μέρος του λογαριασμού της χρησιμότητας. Ο φωτισμός, ο εξοπλισμός γραφείου και τα μηχανήματα είναι τα συστήματα που παράγουν το μέγιστο μέρος της ενέργειας.

Φωτισμός

Ο φωτισμός για ένα τυπικό κτήριο γραφείου εκπροσωπεί κατά μέσο όρο 40% της συνολικής χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχει μια ποικιλία απλών και φθηνών μέτρων για τη βελτίωση της αποδοτικότητας των συστημάτων φωτισμού. Αυτά τα μέτρα περιλαμβάνουν τη χρήση λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας, την πρόσθεση συσκευών ανάκλασης και τη χρήση ελεγκτών ημερήσιου φωτός. Τα περισσότερα μέτρα φωτισμού είναι αποδοτικού κόστους για τα κτήρια γραφείων όπου οι περίοδοι αποπληρωμής είναι μικρότερες του ενός χρόνου.

Εξοπλισμός γραφείου

Ο εξοπλισμός γραφείου αποτελεί το ταχύτερα αναπτυσσόμενο μέρος των ηλεκτρικών φορτίων ειδικά στα εμπορικά κτήρια. Ο εξοπλισμός γραφείου περιλαμβάνει υπολογιστές, μηχανές φαξ, εκτυπωτές και φωτοαντιγραφικά. Σήμερα υπάρχουν αρκετοί κατασκευαστές που παρέχουν εξοπλισμό γραφείου ενεργειακής απόδοσης.

Για παράδειγμα οι υπολογιστές ενεργειακής απόδοσης αυτόματα αλλάζουν σε χαμηλής ισχύος τρόπο "ύπνου" ή σβήνουν όταν δεν χρησιμοποιούνται.

Μηχανήματα

Το ενεργειακό κόστος για τη λειτουργία ηλεκτρικών μηχανών μπορεί να είναι ένα σημαντικό μέρος του προϋπολογισμού λειτουργίας οποιουδήποτε εμπορικού και βιομηχανικού κτηρίου. Τα μέτρα για τη μείωση του ενεργειακού κόστους της χρήσης μηχανών περιλαμβάνουν μείωση του χρόνου λειτουργίας, βελτιστοποίηση μηχανικών συστημάτων, χρήση χειριστηρίων για να ταιριάζουν την έξοδο των μηχανών με τη ζήτηση, χρήση συστημάτων μεταβλητής ταχύτητας διανομής του αέρα και του νερού και εγκατάσταση ενεργειακά αποδοτικών μηχανών.



Microprocessors and Energy Management

Auditing and Targeting – Common Energy Conservation Measures

Electrical systems

Motors.

MOTOR SIZE (HP)	STANDARD EFFICIENCY	HIGH EFFICIENCY
1	72%	81%
2	76%	84%
3	77%	89%
5	80%	89%
7.5	82%	89%
10	84%	89%
15	86%	90%
20	87%	90%
30	88%	91%
40	89%	92%
50	90%	93%

Συστήματα ΘΑΚ

Η χρήση ενέργειας λόγω των συστημάτων ΘΑΚ μπορεί να αποτελεί το 40% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται σ' ένα τυπικό εμπορικό κτήριο. Ο ελεγκτής ενέργειας πρέπει να εξασφαλίσει τα χαρακτηριστικά του κυρίως εξοπλισμού ΘΑΚ για να καθορίσει την κατάσταση του εξοπλισμού, το πρόγραμμα λειτουργίας τους, την ποιότητα συντήρησής τους και τις διαδικασίες ελέγχου τους. Ένας μεγάλος αριθμός μέτρων μπορεί να ληφθεί υπόψη για τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης τόσο των κυρίων όσο και των δευτερευόντων συστημάτων.

α) Ρυθμίζοντας τις θερμοκρασίες του θερμοστάτη: όταν είναι απαραίτητο η ρύθμιση των θερμοκρασιών θέρμανσης προτείνεται κατά τις ακατοίκητες περιόδους. Ομοίως και για τις θερμοκρασίες ψύξης.

β) Μετασκευή των συστημάτων όγκου αέρα: για τα εμπορικά κτήρια τα συστήματα μεταβλητού όγκου αέρα (MOA) πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν τα υπάρχοντα συστήματα ΘΑΚ βασίζονται σε ανεμιστήρες σταθερού αέρα για τη διατήρηση μερών ή ολόκληρου του κτηρίου.

γ) Εγκατάσταση συστημάτων ανάκαμψης θερμότητας: η θερμότητα μπορεί να ανακαμφθεί από κάποιο εξοπλισμό ΘΑΚ. Για παράδειγμα εναλλάκτες θερμότητας μπορούν να εγκατασταθούν για ανάκαμψη θερμότητας από μονάδες χειρισμού αέρα (MXA), εξατμίσεις ρευμάτων αέρα και σωρούς βραστήρων (boiler).

δ) Μετασκευή κεντρικών μονάδων θέρμανσης: η αποδοτικότητα ενός βραστήρα μπορεί να βελτιωθεί δραστικά ρυθμίζοντας την αναλογία καυσίμου αέρα για σωστή καύση. Επιπροσθέτως η εγκατάσταση νέων βραστήρων ενεργειακής απόδοσης μπορούν οικονομικά να δικαιολογηθούν όταν οι παλιοί είναι να αντικατασταθούν.

ε) Μετασκευή κεντρικών μονάδων ψύξης: υπάρχουν αρκετοί ψύκτες που είναι ενεργειακά αποδοτικοί και εύκολοι στον έλεγχο και λειτουργία και είναι κατάλληλοι για μελέτες μετασκευών. Πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει ισχυρή αλληλεπίδραση μεταξύ ποικίλων εξαρτημάτων του συστήματος θέρμανσης και ψύξης. Ωστόσο μια προσέγγιση ανάλυσης ολοκληρωμένου συστήματος πρέπει να ακολουθείται όταν μετασκευάζεται ένα κτηριακό σύστημα ΘΑΚ. Βελτιστοποιώντας την ενεργειακή χρήση μιας κεντρικής εγκατάστασης ψύξης είναι ένα παράδειγμα χρήσης της προσέγγισης για μείωση ενεργειακής χρήσης για θέρμανση και ψύξη.

Συστήματα συμπιεσμένου αέρα

Ο συμπιεσμένος αέρας έχει γίνει αναπόσπαστο εργαλείο για τις περισσότερες κατασκευαστικές εγκαταστάσεις. Χρησιμοποιεί μια αναλογία εργαλείων χειρός ισχύος αέρα και ενεργοποιητών μέχρι εξελιγμένα πνευματικά ρομποτικά. Δυστυχώς παραπαίοντα ποσά συμπιεσμένου αέρα σπαταλώνται σ' ένα μεγάλο αριθμό εγκαταστάσεων. Υπολογίζεται ότι μόνο 20 με 25% της ηλεκτρικής ενέργειας εισόδου διανέμεται ως χρήσιμη ενέργεια συμπιεσμένου αέρα. Οι διαρροές αναφέρονται σε 10 έως 50% της σπατάλης ενώ η κακή εφαρμογή υπολογίζεται σε 5 έως 40% των 10ss σε συμπιεσμένο αέρα.

Για τη βελτίωση της απόδοσης των συστημάτων συμπιεσμένου αέρα, ο ελεγκτής λαμβάνει υπόψη ποικίλα θέματα περιλαμβάνοντας το πότε είναι ή όχι ο συμπιεσμένος αέρας το σωστό εργαλείο για τη δουλειά, πόσος συμπιεσμένος αέρας εφαρμόζεται, πως διανέμεται και ελέγχεται και πως ένα σύστημα συμπιεσμένου αέρα είναι διαχειριζόμενο.

Με τη συνεχή μείωση του κόστους της τεχνολογίας των υπολογιστών, ο αυτοματοποιημένος έλεγχος ενός μεγάλου αριθμού συστημάτων ενέργειας στα εμπορικά και βιομηχανικά κτήρια γίνεται αυξανόμενα δημοφιλής και αποδοτικού κόστους. Ένα σύστημα διαχείρισης ενέργειας και ελέγχου (ΣΔΕΕ) μπορεί να σχεδιαστεί να ελέγχει και να μειώνει την ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου εντός μιας εγκατάστασης με τη συνεχή παρακολούθηση της χρήσης ενέργειας ποικίλου εξοπλισμού και εκτελώντας τις απαραίτητες ρυθμίσεις. Για παράδειγμα ένα ΣΔΕΕ μπορεί αυτόματα να παρακολουθεί και να ρυθμίζει τις εσωτερικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, να ρυθμίζει τις ταχύτητες του ανεμιστήρα, ανοίγει και κλείνει τους αποσβεστήρες της μονάδας διαχείρισης αέρα και ελέγχει τα συστήματα φωτισμού.

Αν ένα ΣΔΕΕ είναι ήδη εγκατεστημένο στο κτήριο είναι σημαντικό να προτείνεται ένα σύστημα συντονισμού για να εξασφαλίζει ότι τα χειριστήρια λειτουργούν κανονικά. Για παράδειγμα οι αισθητήρες μπορούν να βαθμονομηθούν κανονικά σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών. Οι φτωχές βαθμονόμησης αισθητήρες μπορεί να προκαλέσουν αύξηση των φορτίων θέρμανσης και ψύξης και μπορεί να μειώσουν την άνεση των ενοίκων.

Ο ελεγκτής ενέργειας μπορεί να λάβει υπόψη το δυναμικό εφαρμογής και ενσωμάτωσης νέων τεχνολογιών εντός της εγκατάστασης. Είναι επίσης σημαντικό ότι ο ελεγκτής κατανοεί τις νέες τεχνολογίες και ξέρει πώς να τις εφαρμόσει. Οι νέες τεχνολογίες που μπορούν να ληφθούν υπόψη για εμπορικά και βιομηχανικά κτήρια περιλαμβάνουν:

Τεχνολογίες κτηριακού φακέλου: πρόσφατα ποικίλα υλικά και συστήματα έχουν προταθεί για τη βελτίωση της απόδοσης ενέργειας του κτηριακού φακέλου και ειδικά των παραθύρων περιλαμβάνοντας:

- φασματικά επιλεκτικά τζάμια που μπορούν να βελτιστοποιήσουν τα ηλιακά κέρδη και τις επιδράσεις σκίασης.
- χρωμογενείς υαλοπίνακες που αλλάζουν αυτόματα ιδιότητες βασισμένοι στη θερμοκρασία και/ή στις συνθήκες φωτισμού.

- φωτοβολταϊκά πάνελ όπου μπορούν να παράγουν ηλεκτρισμό ενώ απορροφούν ηλιακή ακτινοβολία και να μειώνουν το κέρδος θέρμανσης μέσω του κτηριακού φακέλου.

Τεχνολογίες σωλήνων φωτός: ενώ η χρήση του ημερήσιου φωτός είναι απευθείας για τις περιμετρικές ζώνες που είναι κοντά στα παράθυρα δεν είναι δυνατό για τους εσωτερικούς χώρους κυρίως αυτούς χωρίς φεγγίτες. Οι πρόσφατες τεχνολογίες "σωλήνα" φωτός από την οροφή σε εσωτερικούς χώρους που δεν είναι κοντά σε παράθυρα ή φεγγίτες είναι σημαντικές.

Συστήματα και χειριστήρια ΘΑΚ: ποικίλες στρατηγικές μπορούν να ληφθούν υπόψη για ενεργειακές μετασκευές όπως:

- τεχνολογίες ανάκαμψης θερμότητας όπως οι περιστροφικοί τροχοί θέρμανσης και σωλήνες θέρμανσης μπορούν να ανακάμψουν 50 έως 80% της χρησιμοποιούμενης ενέργειας για θέρμανση ή ψύξη του αέρα εξαερισμού που παρέχεται στο κτήριο.
- συστήματα ξήρανσης ψύξης είναι διαθέσιμα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κτήρια με μεγάλα φορτία αφύγρανσης για μεγάλες περιόδους.
- γεωθερμικές αντλίες θέρμανσης παρέχουν την ευκαιρία να είναι εκμεταλλεύσιμη η θερμότητα που βρίσκεται αποθηκευμένη υπογείως για τη διατήρηση των χώρων του κτηρίου.
- συστήματα αποθήκευσης θερμικής ενέργειας (ΑΘΕ) προσφέρουν τα μέσα για χρήση λιγότερο ακριβής εκτός αιχμής ισχύος για την παραγωγή ψύξης ή θέρμανσης για τη διατήρηση του κτηρίου κατά τις περιόδους αιχμής. Ποικίλες στρατηγικές βέλτιστου ελέγχου έχουν αναπτυχθεί προσφάτως για τη μεγιστοποίηση των αποθεμάτων κόστους με τη χρήση των ΑΘΕ συστημάτων.

Συμπαραγωγή: αυτό δεν είναι νέα τεχνολογία. Ωστόσο πρόσφατες βεβαιώσεις στη συνδυασμένη ηλεκτρική και θερμική απόδοση έκαναν τη συμπαραγωγή αποδοτική σε κόστος σε πολλές εφαρμογές συμπεριλαμβανομένων και των εκαπιδευτικών κτηρίων όπως τα νοσοκομεία και τα πανεπιστήμια.

Επαλήθευση

Είναι τα Μέτρα Διατήρησης Ενέργειας πάντα αποδοτικά; Όχι.

Η μείωση της χρήσης της ενέργειας πριν και μετά τα ΜΔΕ μπορεί να αποδοθεί σε εξωτερικές παραμέτρους.

Στη Συμβαλλόμενη Διαχείριση Ενέργειας η μέθοδος Επαλήθευσης πρέπει να είναι ξεκάθαρα ορισμένη. Μέθοδοι προτείνονται από το Πρωτόκολλο Μέτρησης Ενέργειας και Επαλήθευσης Βορείου Αμερικής και ενημερώνονται από το Διεθνές Πρωτόκολλο Μέτρησης Απόδοσης και Επαλήθευσης.

Ορισμός παροδικής φάσης. Η επαλήθευση βασίζεται στην εξίσωση:

$$\Delta \dot{A}_{\text{áíáñáü}} = \sum_{j=1}^N \Delta \dot{A}_j = \sum_{j=1}^N (\dot{A}_{\text{pre}, j} - \dot{A}_{\text{post}, j})$$

Απλοποιημένες μέθοδοι:

- παράδειγμα: αντικατάσταση λαμπτήρων

Μέθοδος οπισθοδρόμησης:

- 1 μεταβλητή
- πολλές μεταβλητές

Δυναμικά μοντέλα

Λογισμικό

Εργαλεία ανάλυσης Ενέργειας – Μέθοδος κανονικοποίησης

- Αρχικά στάδια ελέγχου ενέργειας
- Σκοποί σύγκρισης
- Καθορισμός στόχου και πιθανότητες μείωσης της χρήσης ενέργειας
- Η αποδοτικότητα των ΜΔΕ επιτυγχάνεται απλά
- Μεγάλες βάσεις δεδομένων με δεδομένα από ίδιου τύπου κτήρια
- Ανεπάρκεια λεπτομερούς ελέγχου ενέργειας

Η αναλογία είναι:

- Συνολική κατανάλωση ενέργειας
- Κατανάλωση ενέργειας ανά κατηγορία

Χωρισμένο από:

- Περιοχή επιφάνειας ή όγκος κτηρίου
- Αριθμός ενοίκων
- Μέρες βαθμών
- Μονάδες παραγωγής

Μέθοδος Αντιστρόφου μοντέλου

Η ανάλυση της παρούσας κατάστασης στα κτήρια παρέχει δεδομένα όπως ο συντελεστής φορτίου του κτηρίου, συνφ, επίδοση συστήματος θέρμανσης κ.λ.π.

Αυτή η μέθοδος αναγνωρίζει δυσλειτουργίες και συστήματα με υψηλή κατανάλωση ενέργειας σε συγκεκριμένες περιόδους. Επαληθεύει την επιτυχία ελέγχου ενέργειας και μπορεί να είναι δυναμική ή στατική ανάλυση.

Μέθοδος στατιστικής ανάλυσης αντιστρόφου μοντέλου

Μεγάλης διάρκειας ανάλυσης ενέργειας

Πλεονεκτήματα:

- Απλότητα
- Ελαστικότητα

Μειονεκτήματα:

- Δεν υπάρχει ανάλυση σε παροδικά στάδια
- Όχι πολύ ακριβής

Γραμμική ανάλυση της ολικής κατανάλωσης ενέργειας με βαθμούς ημερών

Παρουσιάζει τη χρήση ενέργειας για συγκεκριμένη περίοδο.

Τα ΜΔΕ μειώνουν την κλίση.

Ολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας

$$E_H = 24 \frac{\sum \hat{E}_i}{n_H} \cdot V_k \cdot DD_H \cdot I \quad (1)$$

E_H : Ολική κατανάλωση ενέργειας (KWh)

$\Sigma\Phi K_v$: Συντελεστής φορτίου κτηρίου (KWh/m³ · °C)

n : Εποχιακή αποδοτικότητα συστήματος θέρμανσης

V_B : Όγκος κτηρίου

DD_H : Βαθμοί ημερών (με 18° C βάση)

I : Παράγοντας διόρθωσης για νυχτερινή επαναρύθμιση

Ολική μηνιαία κατανάλωση ενέργειας

$$E_{H_m} = 24 \frac{\sum \hat{E}_i}{n_H} \cdot V_k \cdot [DD_H - (18 \cdot T_b) \cdot 30] \cdot I \quad (2)$$

E_H : Ολική κατανάλωση ενέργειας (KWh)

$\Sigma\Phi K_v$: Συντελεστής φορτίου κτηρίου (KWh/m³ · °C)

n : Εποχιακή αποδοτικότητα συστήματος θέρμανσης

V_B : Όγκος κτηρίου

DD_H : Βαθμοί ημερών (με $18^\circ C$ βάση)

I : Παράγοντας διόρθωσης για νυχτερινή επαναρύθμιση

T_b : θερμοκρασία ισορροπίας

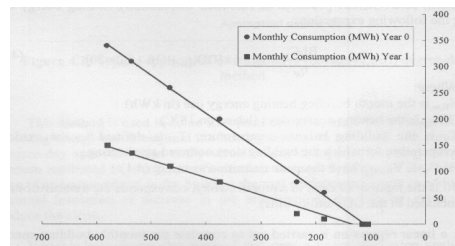


Microprocessors and Energy Management

Energy analysis tools – Static analysis (Anagram) Reverse modeling method

Example

	Monthly Degree Days	Monthly Consumption (MWh)	
		Year 0	Year 1
September (S)	115	0	0
October (O)	235	80	20
November (N)	375	200	80
May (M)	185	60	10
March (M)	465	260	110
June (J)	105	0	0
January (J)	580	340	150
February (F)	535	310	135
December (D)	485	280	120
April (A)	310	140	50



Ολική μηνιαία κατανάλωση ενέργειας (Πρίσματος)

$$E_{H/C} = 24 \frac{\sum \hat{E}_i}{n_{H/C}} \cdot DD_{H/C} \cdot (T_{b, H/C}) + E_{base, H/C} \quad (3)$$

$E_{H/C}$: ετήσια κατανάλωση ενέργειας (KWh)

$\Sigma\Phi K$: Συντελεστής φορτίου κτηρίου ($KWh/m^3 \cdot ^\circ C$)

n : Εποχιακή αποδοτικότητα συστήματος θέρμανσης

$DD_H(T_b) = \sum_j [T_b - T_{o, j}]$, με $T_{o, j}$ εξωτερική θερμοκρασία ημέρας j

$E_{base, H/C}$: φορτίο βάσης

Δυναμική

Μικρής διάρκειας πρόβλεψη ενεργειακής κατανάλωσης

Μικρά βήματα αλλαγών

Καλή γνώση του ενεργειακού και κτηριακού μοντέλου



$$E_c^n + b_1 E_c^{n-1} + \dots + b_N E_c^{n-N} = a_0 T_o^n + a_1 T_o^{n-1} + \dots + a_M T_o^{n-M}$$

Microprocessors and Energy Management

Market Overview

Επισκόπηση αγοράς

Η αγορά για έξυπνες τεχνολογίες κτηρίου χωρίζεται σε τρεις διακριτές κατηγορίες:

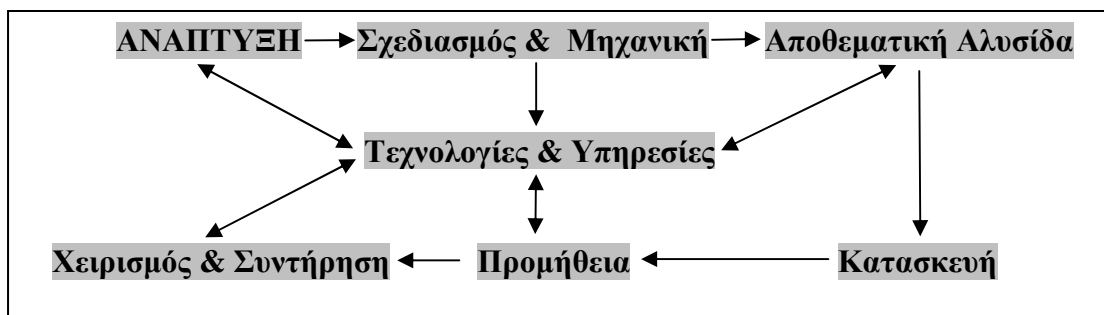
- Συσκευές και συστήματα για αυτοματισμό κτηρίων και διαχείρισης ενέργειας
- Εργαλεία μηχανικά χρησιμοποιούνται για το σχέδιο, την κατασκευή, την ανάθεση και τη διατήρηση των έξυπνων κτηρίων
- Υπηρεσίες σχετικές με το σχέδιο, την κατασκευή, την ανάθεση και τη διατήρηση των έξυπνων κτηρίων

Κύριες φάσεις

- **Ανάπτυξη:** προσδιορισμός της εργασίας με δοσμένο προϋπολογισμό και κλίμακα χρόνου
- **Σχέδιο και μηχανική:** σχεδιασμός κτηρίων και συστημάτων
- **Κατασκευή:** οικοδόμηση του κτηρίου και εγκατάσταση των συστημάτων
- **Αποθεματική αλυσίδα:** εξαρτήματα, συσκευές, συστήματα και υπηρεσίες συναφών προμηθευτών στην τοποθεσία
- **Προμήθεια:** προμήθεια των συστημάτων έτσι ώστε να λειτουργούν αποτελεσματικά
- **Χειρισμός και συντήρηση:** χρήση και διατήρηση του κτηρίου

Επίσης δείχνει ότι οι τεχνολογίες και οι υπηρεσίες εφαρμόζονται σε όλες τις φάσεις. Αυτό δείχνει ξεκάθαρα πώς θα μπορούσε να προσεγγιστεί η αγορά.

SMART



Η Ευρωπαϊκή Αγορά

Η αγορά του ΣΔΚ συνεχίζει να μεγαλώνει με σκοπό να συναντήσει τις παρακάτω απαιτήσεις σχεδίου:

- Έλεγχος ΘΑΚ
- Έλεγχος φωτισμού
- Έλεγχος σκίασης
- Έλεγχος ποιότητας αέρα
- Ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Επικοινωνίες
- Ασφάλεια
- Επιτήρηση

Προβλήματα στην Αξιολόγηση του πραγματικού μεγέθους της αγοράς τεχνολογιών έξυπνων κτηρίων

- Η αγορά κατά μήκος των διαφορετικών Ευρωπαϊκών χωρών ποικίλει σημαντικά με διαφορές στις διαδικασίες εξοπλισμού, στις ρυθμίσεις στις τεχνικές κατασκευές.
- Κοινά προϊόντα ανάμεσα σε διαφορετικές εταιρείες και η συμμετοχή άλλων προϊόντων από άλλα επιχειρηματικά πεδία (π.χ. καλώδια, διακόπτες, απλοί θερμοστάτες κλπ).
- Υπάρχει ακόμα σημαντική διαφοροποίηση στην ενεργειακή αγορά και στο επάγγελμα ενεργειακής διαχείρισης.



The European Market

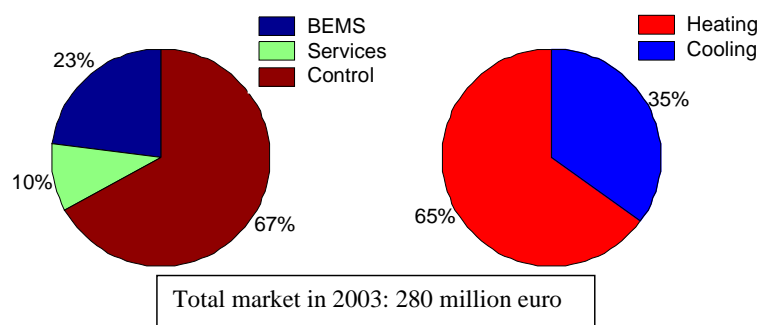
Market data of security and building automation in Italy

	2000 (M€)	2001 (M€)	2002 (M€)	2000/2001 Change [%]	2001/2002 Change [%]
Internal market	1494	1546	1549	3.5	0.2
Turnover	1613	1670	1700	3.5	1.8
Exports	180	193	206	7.2	6.7
Imports	61	69	55	12.3	-20.7



The European Market

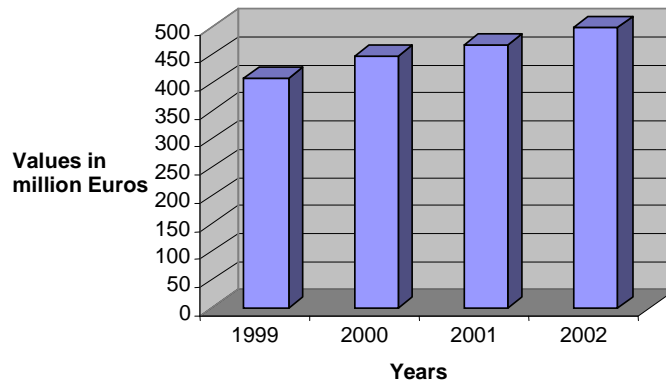
Total French Market in 2003





The European Market

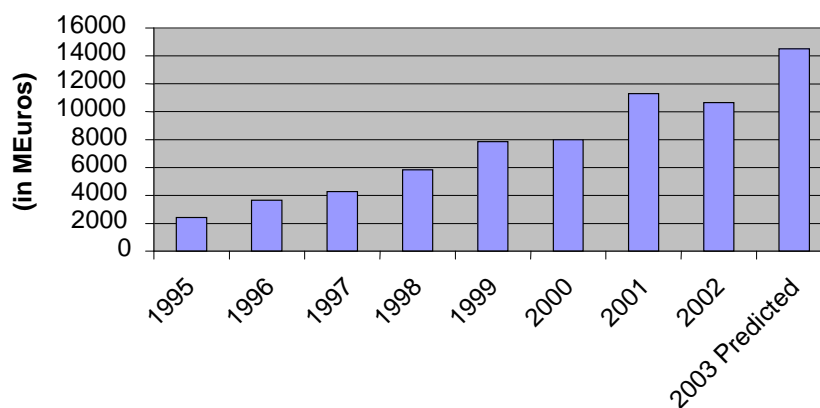
Market trend in Germany



The European Market

Market trend in Greece

EMC SALES IN GREECE BASED ON STATISTICAL SERVICES INFORMATION



Αγοραστικά Ενδιαφέροντα

- Δυσκολία στη λήψη λεπτομερών δεδομένων για τις υπηρεσίες κτηρίων και για τον τομέα της διαχείρισης ενέργειας.

- Η αγορά τεχνολογιών έξυπνων κτηρίων είναι πολύ ανταγωνιστική σε όλες τις συμμετέχουσες χώρες, με την παρουσία σημαντικών κατασκευαστών και προμηθευτών υπηρεσιών.
- Το τωρινό μέγεθος της αγοράς είναι σίγουρα μικρό σε όλες τις συμμετέχουσες χώρες συγκριτικά με το μέγεθος των κατασκευαστικών εταιρειών τους και δεν υπάρχει ένδειξη ότι το αγοραστικό μέγεθος των τεχνολογιών έξυπνων κτηρίων αναπτύσσεται ραγδαία.

Εμπόδια στην αποτελεσματική αγοραστική διείσδυση

- Τεχνολογικά
- Οικονομικά
- Νομοθετικά
- Συμπεριφοριστικά

Τεχνολογικά

- Τα περισσότερα συστήματα χρειάζονται κεντρικούς υπολογιστές για να λειτουργήσουν και είναι συνδεδεμένα με μια κλασική αρχιτεκτονική χρησιμοποιώντας μείζονα καλωδίωση.
- Τα υπάρχοντα συστήματα που είναι ήδη διαθέσιμα στην αγορά δεν είναι συμβατά μεταξύ τους εξαιτίας της χρήσης διαφορετικών πρωτοκόλλων.
- Η τεχνολογία δεν είναι άμεσα κατανοητή από τους τεχνικούς και η εγκατάσταση και ανάθεση είναι δύσκολη και συχνά εφαρμόζεται λάθος.
- Ο ρυθμός αλλαγής της τεχνολογίας είναι τέτοιος ώστε τα συστήματα γίνονται γρήγορα απαρχαιωμένα.

Οικονομικά

Η αυξημένη αγοραστική διείσδυση τεχνολογιών έξυπνων κτηρίων θα επιτευχθεί εάν διευθετηθούν οι παρακάτω οικονομικοί παράγοντες:

- Αυτό δίνει επιπλέον αξία στο κτήριο.
- Το σύστημα δίνει τουλάχιστον 18% ενεργειακό απόθεμα.
- Το σύστημα έχει περίοδο αποπληρωμής λιγότερη από 8 χρόνια.
- Οι παραγωγοί προσφέρουν μεταπωλητικές υπηρεσίες και συντήρηση σε λογική τιμή.
- Το σύστημα μπορεί να αναβαθμιστεί.
- Το σύστημα μπορεί να προσφερθεί με άλλες μεθόδους διαφορετικές από τις άμεσες πωλήσεις.

Νομοθετικά [1]

Διαφορετικοί κτηριακοί κανονισμοί και διαφορετικές κατασκευαστικές υπηρεσίες σε συνδυασμό με τις καταναλωτικές προσδοκίες και τις εθνικές ιδιοσυγκρασίες συχνά σημαίνει ότι τα προϊόντα, όπως επίσης και τα εργαλεία προώθησης για τις τεχνολογίες κτηρίων SMART είναι περιορισμένα ως προς τη χρήση τους σε συγκεκριμένη χώρα ή περιφέρεια.

Νομοθετικά [2]

Γαλλία

- **Δημόσια κτήρια:** η μελέτη προσδιορίζεται από την αρχή της ανάθεσης.
- **Ιδιωτική μελέτη:** οι οργανισμοί που εμπλέκονται είναι ο ιδιωτικός προγραμματιστής και οι επιλεγμένοι τεχνικοί κατασκευαστές.
- Οι νόμοι που διέπουν την αγορά για τα δημόσια κτήρια στοχεύουν στο να διασφαλίσουν τη σωστή διαχείριση των δημόσιων αγαθών και στο να παρέχουν ίσες ευκαιρίες για προσφορά δημοσίων συμβάσεων.
- Υπάρχουν τρία είδη συμβάσεων για τη δημόσια αγορά σχεδίου και για την εγκατάσταση θερμικών συστημάτων:
 1. Σύμβαση σχεδιασμού και κατασκευής
 2. Κατασκευαστική σύμβαση
 3. Υποχρεωτική σύμβαση

Νομοθετικά [3]

- Η νομοθεσία έχει καλύψει ξεχωριστά πολλές λειτουργίες των κανονισμών κτηρίων και κυρίως φωτιά, υγεία και ασφάλεια.
- Δεν υπάρχει συγκεκριμένο νομοθετικό πλαίσιο που να υποστηρίζει ή να επιταχύνει τις τεχνολογίες των SMART κτηρίων.
- Χωρίς την ύπαρξη ενός μοντέλου και συγκεντρωτικού νομοθετικού πλαισίου, η οικιοθελής συμπερίληψη των τεχνολογιών SMART Building και των συγκεντρωτικών συστημάτων θα είναι αργή.

Νομοθετικά [4]

Ιταλία

- Πολλά κανονιστικά και τεχνικά έγγραφα τα οποία τροποποιούνταν συνεχώς με τα χρόνια.

- Testo Unico (Αυθεντικό Κείμενο) – Μέρος 1^ο
 - Γενική τεκμηρίωση με αναφορά στα: πλαίσιο εφαρμογής, στην περιφερειακή αρχή, στην εξουσιοδότηση κατασκευαστικών δραστηριοτήτων και ευθυνών, στις διαδικασίες κατασκευής κτλ.
 - Κτηριακή προσβασιμότητα μαζί με τα σχετικά έγγραφα πιστοποίησης.
 - Αστικός σχεδιασμός και κτηριακή κατασκευαστική επιτήρηση μαζί με τις τεχνικές ποινές.
- Testo Unico (Αυθεντικό Κείμενο) – Μέρος 2^ο
 - Γενική τεκμηρίωση που καλύπτει τους ορισμούς κτηριακών τύπων όπως λειτουργική δομή, χρήση και πηγή χρηματοδότησης.
 - Κανονιστική τεκμηρίωση που σχετίζεται με τσιμεντένιες και μεταλλικές δομές και συμπεριλαμβάνει σχεδιασμό, εκτέλεση επιθεώρηση, έλεγχο, ευθύνες και ποινές.

Νομοθετικά [5]

Ιταλία

- Testo Unico (Αυθεντικό Κείμενο) –Μέρος 2^ο
 - Κανονιστική τεκμηρίωση σχετική με την μετακίνηση αρχιτεκτονικών εμποδίων για νέα και υπάρχοντα ιδιωτικά και δημόσια κτήρια
 - Κανονιστική τεκμηρίωση σχετική με την κατασκευή κτιρίων σε σεισμικές περιοχές περιλαμβάνοντας τον ορισμό της ανταγωνιστικότητας σε επίπεδο εθνικό και επίπεδο περιοχής.
 - Κανονιστική τεκμηρίωση σχετική με την απόδοση ενέργειας στα κτίρια.
- Testo Unico (Αυθεντικό Κείμενο) –Μέρος 3^ο
 - Περιλαμβάνει την λεπτομέρεια για την ανάκληση της παλαιάς κανονιστικής νομοθεσίας εν ενεργεία και σημαντικές ημερομηνίες σχετικά με την επίσημη έκδοση του Κειμένου.
 - Οι τεχνικές προδιαγραφές σχετικά με τον κτιριακό τομέα δεν περιλαμβάνονται στους νόμους, αλλά σε συγκεκριμένα τεχνικά έγγραφα.

Νομοθετικά [6]

Ηνωμένο Βασίλειο [1]

- Οι κτιριακοί κανονισμοί σχεδιάζονται για να εγγυηθούν την υγεία και την ασφάλεια των ανθρώπων μέσα και γύρω από τα κτήρια

- Το 2002 νέοι κανονισμού ελέγχουν την διατήρηση των καυσίμων και της ισχύος που παρουσιάζονται.
- 27 κτηριακοί κανονισμοί διευθετούνται σε έξι μέρη.
- Έλεγχος της εργασίας κτηρίου
- Εξαίρεση των Δημοσίων Σωμάτων από τις Διαδικαστικές Απαιτήσεις
- Χαλάρωση των Απαιτήσεων
- Σημειώσεις και Σχέδια
- Διάφορα

Νομοθετικά [7]

Ηνωμένο βασίλειο [2]

- 15 Εγκεκριμένα Έγγραφα ορισμένα από το Γραφείο του Πληρεξουσίου Πρωθυπουργού (ΓΠΠ)
- Δομές
- Πυρασφάλεια
- Ετοιμασία Τοποθεσίας και Αντίσταση στην Υγρασία
- Τοξικές Ουσίες
- Αντίσταση στη Δίοδο του Ήχου
- Αερισμός
- Υγιεινή
- Αποχέτευση και Διάθεση Αποβλήτων
- Συσκευές Παραγωγής Θέρμανσης
- Προστασία από Πτώση
- Σύγκρουση και Επίδραση
- Διατήρηση του Καυσίμου και της Ισχύος
- Πρόσβαση και Εγκαταστάσεις για Άτομα με Αναπηρία
- Γυαλάδα – Ασφάλεια σε Σχέση με την Επίδραση
- Ανοίγματα και Καθαρισμός

Νομοθετικά [8]

Ηνωμένο Βασίλειο [3]

- Υπάρχουν λίγοι κανονισμοί ή Εγκεκριμένα Έγγραφα που σχετίζονται με τα γενικά αντικείμενα των έξυπνων κτηρίων και των σχετικών τεχνολογιών.

- Βελτίωση της απόδοσης ενέργειας
- Προαγωγή ευκαμψίας
- Μείωση των λειτουργικών κόστων των κτηρίων

Νομοθετικά [9]

Ενεργειακή νομοθεσία στην Ευρώπη [1]

- Ευρωπαϊκή Κατευθυντήρια 2002/91/EK (16 Δεκεμβρίου 2002)
 - Μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης ενός ολοκληρωμένου κτηρίου
 - Ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης των νέων και, υπό προϋποθέσεις, υπαρχόντων κτηρίων
 - Ενεργειακή πιστοποίηση των κτηρίων
 - Επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης
- Ο νέος υπολογισμός ενεργειακής απόδοσης πρέπει να λαμβάνει υπόψη:
 - Θερμικά και ηλιακά χαρακτηριστικά του φακέλου
 - Θέρμανση, ψύξη, αερισμός, συστήματα ζεστού νερού
 - Φυσικός και τεχνητός φωτισμός
 - Παθητικές και ενεργητικές ηλιακές τεχνολογίες και συστήματα
 - Συνθήκες εσωτερικής άνεσης
 - Προχωρημένη παραγωγή ενέργειας και συστήματα διανομής

Νομοθετικά [10]

- Ενεργειακή νομοθεσία στην Ευρώπη [2]
 - Δραστηριότητες τυποποίησης
- Μεθοδολογία για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων
- Καθαρή αναγνώριση της διαδικασίας υπολογισμού χρησιμοποιώντας στάνταρ μεθόδους υπολογισμού για τα κτηριακά προϊόντα, την εγκατάσταση και τα συστήματα
- Η μέθοδος για κτηριακή πιστοποίηση
- Οδηγίες για επιθεώρηση των βραστήρων και των συστημάτων ψύξης

Συμπεριφορά [1]

- Σχεδιαστές
 - Οι αρχιτέκτονες και οι μηχανικοί που περιλαμβάνονται στις προδιαγραφές και το σχέδιο των κτηρίων είναι συχνά επιφυλακτικοί με τις νέες τεχνολογίες.
 - Η προχωρημένη αποθήκευση και τα συστήματα θέρμανσης/ψύξης δε χρησιμοποιούνται συχνά.
- Διευθυντές
 - Μετά από κάποια χρόνια η επένδυση διαχείρισης είναι υψηλότερη από την κατασκευή.
 - Οι περιορισμένοι πόροι προσδιορίζονται από τη διαχείριση ενέργειας των εταιριών → Περιορισμένη οικονομική χωρητικότητα των διαχειριστών ενέργειας σε υλοποιημένες στρατηγικές διατήρησης ενέργειας.
- Λήπτες αποφάσεων
 - Μια ακριβής ποσοτικοποίηση των ενεργειακών αποθεμάτων που μπορούν να αποκτηθούν μέσω της εφαρμογής των τεχνολογιών των Έξυπνων κτηρίων.

Συμπεριφορά [2]

- Εγκαταστάτες και διακινητές
 - Οι παίκτες των αγορών γενικά έχουν ανταγωνισμό όσον αφορά τα προϊόντα που διακινούν, αλλά όχι απαραίτητα μια σφαιρική άποψη του τομέα γενικά.
- Χρήστες
 - Παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στο να αποδέχονται την παρουσία των έξυπνων συστημάτων.
 - Η απόφαση για το τι μπορεί να λειτουργήσει από έναν απλό χρήστη και τι μπορεί να διαχειριστεί από το κεντρικό σύστημα.

Συμπεριφορά [3]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων κτηρίων [1]

- Αυτή η μελέτη σκοπεύει να ερευνήσει τα μέσα και τις μεθόδους για να ξεπεράσει αυτά τα εμπόδια συμπεριφοράς.
 - Συστήματα διαχείρισης κτηρίων (ΣΔΚ).
 - Ολοκληρωμένα συστήματα ελέγχου κτηρίου.
 - Αφιερωμένα συστήματα ελέγχου έξυπνου σπιτιού.

- Έξυπνος έλεγχος των συστημάτων θέρμανσης.
- Έλεγχος φωτισμού.
- Αυτή η μελέτη γίνεται σε τρία επίπεδα
 - **Κοινωνικό επίπεδο:** οποιοδήποτε κοινωνικοί παράγοντες σχετικοί με την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων.
 - **Επίπεδο διαχείρισης κτηρίου:** συμπεριφορά των διαχειριστών κτηρίου και καθεστώς διαχείρισης κτηρίου.
 - **Επίπεδο τέλους χρήσης κτηρίου:** η συμπεριφορά των ενοίκων του κτηρίου ή χρήστες τέλους που επηρεάζουν τη λειτουργία των τεχνολογιών έξυπνου κτηρίου και την ολική επίδοση.

Συμπεριφορά [4]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων κτηρίων [2]

- Μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή ανεπεξέργαστων δεδομένων.
- Διεξοδική έρευνα. Έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σ' ένα αριθμό κτηρίων με εγκατεστημένο το σύστημα IBT.
- Τηλεφωνικές συνεντεύξεις με τους χειριστές κτηρίων των ειδικών εταιρειών διαχείρισης εγκατάστασης.
- Έρευνες με ερωτηματολόγιο.

Συμπεριφορά [5]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων κτηρίων [3] – Αποτελέσματα

- Διεξοδική έρευνα [1] – 75 ένοικοι ερωτήθηκαν
- "Καταλαβαίνετε πώς να λειτουργήσετε τις θερμικές συσκευές και να χρησιμοποιείτε τους ελεγκτές ζώνης κανονικά;"
 - Ναι: 31
 - Όχι: 29
 - Ποτέ δεν ενδιαφέρθηκε για αυτά: 15
- Άνεση
 - Χαρούμενοι με τη θερμική άνεση: 52
 - Παραπονέθηκαν για θάμπωμα: 31

- Υψηλό επίπεδο θορύβου: 12
- Ενεργειακή απόδοση στο κτήριό τους.
 - Ενδιαφέρονται και καταλαβαίνουν: 16
 - Επιθυμούν να προσπαθήσουν να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση αλλά χρειάζονται εξάσκηση: 67

Συμπεριφορά [6]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων κτηρίων [4] – Αποτελέσματα

- Διεξοδική έρευνα [2] – δύο κτήρια
- Η εταιρεία διαχείρισης της εγκατάστασης και οι λειτουργοί του κτηρίου ανησυχούν περισσότερο για την άνεση παρά για την ενεργειακή απόδοση.
- Δεν παρέχεται απευθείας τεχνική υποστήριξη από τον κατασκευαστή ΣΔΚ.
- Δεν υπάρχει ολοκληρωμένος έλεγχος σε κανένα κτήριο.
- Ένα από τα κτήρια εξέφρασε δυνατό ενδιαφέρον για την ενεργειακή απόδοση αλλά καμία συγκεκριμένη στρατηγική δεν έχει προσαρμοστεί για να επιβεβαιωθεί ότι το κτήριο είναι υπό διαχείριση. Στο άλλο κτήριο, ο ιδιοκτήτης του δεν ανησυχεί για την κατανάλωση ενέργειας αλλά η εταιρεία διαχείρισης της εγκατάστασης είναι πολύ ενθουσιώδης στο να εξοικονομήσει ενέργεια.

Συμπεριφορά [7]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων κτηρίων [5] – Αποτελέσματα

- Τηλεφωνικές συνεντεύξεις [1] – 250 συνεντεύξεις.
 - Δουλειά με κτήρια εφοδιασμένα με ΣΔΚ: 42%
 - Συστήματα υπηρεσιών κτηρίων αυτόματα ελεγχόμενα από ΣΔΚ.
 - Συστήματα θέρμανσης: 65%
 - Συστήματα ψύξης: 79%
 - Σύστημα φωτισμού: 81%
 - Εφοδιασμένα με συσκευές αυτόματα ελεγχόμενης ηλιακής διάχυσης: 18%
 - Τα ΣΔΚ έχουν διατηρηθεί κανονικά και ενημερωθεί 38%
 - "Υψηλότερη προτεραιότητα σε λειτουργία μέρα με μέρα"

- Αξιοπιστία: 36%
- Διατηρημένο εσωτερικό περιβάλλον για να ικανοποιεί την απαίτηση: 52%
- Κατανάλωση ενέργειας και κόστος λειτουργίας: 12%

Συμπεριφορά [8]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων

κτηρίων [6] – Αποτελέσματα

- Τηλεφωνικές συνεντεύξεις [2] – 250 συνεντεύξεις.
 - Συστήματα θέρμανσης
 - Καλοριφέρ καλά ελεγχόμενα από TVRs: 75%
 - Καλοριφέρ φτωχά ελεγχόμενα ή μη ελεγχόμενα: 25%
 - Μπόιλερ ελεγχόμενα από θερμοστάτη για να διατηρεί την παροχή θερμοκρασίας νερού σε προκαθορισμένο σημείο: 61%
 - Μπόιλερ από κλιματικούς αντισταθμιστές: 22%
 - Μπόιλερ από αντισταθμιστές απαίτησης θέρμανσης: 17%
 - Μπόιλερ κανονικά επιθεωρημένα για ασφάλεια: 91%
 - Μπόιλερ επιθεωρημένα για ενεργειακή απόδοση: 9%

Συμπεριφορά [9]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων

κτηρίων [7] – Αποτελέσματα

- Τηλεφωνικές συνεντεύξεις [3] – 250 συνεντεύξεις.
 - Συστήματα ψύξης
 - Καλά ελεγχόμενες θερμικές συσκευές: 81%
 - Φτωχά ελεγχόμενες θερμικές συσκευές : 19%
 - Μονάδες διαχείρισης αέρα ελεγχόμενες για να διατηρούν την παροχή αέρα σε προκαθορισμένες συνθήκες: 78%
 - Μονάδες διαχείρισης αέρα σύμφωνα με τη απαίτηση ψύξης: 22%
 - Ψύκτες ελεγχόμενοι για να διατηρούν το κρύο νερό σε προκαθορισμένη τιμή: 91%

- Ψύκτες ελεγχόμενοι αντισταθμιζόμενοι με το φορτίο ψύξης: 9%
- Συστήματα ψύξης κανονικά επιθεωρημένα: 56%

Συμπεριφορά [10]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων

κτηρίων [8] – Αποτελέσματα

- Τηλεφωνικές συνεντεύξεις [4] – 250 συνεντεύξεις.
 - Συστήματα φωτισμού
 - Φθορισμού ή συμπαγή φθορισμού λάμπες: 95%
 - Πυρακτώσεως: 5%
 - Λάμπες με συσκευές μείωσης έντασης: 21%
 - Λάμπες με "on/off" έλεγχο: 79%
 - Συστήματα με την παρουσία εγκατεστημένων αισθητήρων φωτός: 24%.

Συμπεριφορά [11]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων

κτηρίων [9] – Αποτελέσματα

- Τηλεφωνικές συνεντεύξεις [5] – 250 συνεντεύξεις.
 - Κανονική αποτίμηση της ενεργειακής επίδοσης που πραγματοποιήθηκε στα κτήρια: 23%
 - Ομάδα διαχείρισης κτηρίου: 56%
 - Εξωτερικοί ειδικοί: 21%
 - Εταιρείες διαχείρισης εγκατάστασης: 23%
 - Λόγοι που δεν έγινε αποτίμηση
 - Όχι απαραίτητο: 52%
 - Έλλειψη τεχνικού ανταγωνισμού: 25%
 - Ανεπαρκής πληροφόρηση: 23%
 - Ένοικοι που εξασκήθηκαν στη χρήση των τερματικών συσκευών και ελεγκτών ζώνης: 15%

Συμπεριφορά [12]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων

κτηρίων [10] – Αποτελέσματα

- Τηλεφωνικές συνεντεύξεις [6] – 250 συνεντεύξεις.

- "Το πιο σημαντικό πράγμα που πρέπει να γίνει ώστε να εξοικονομηθεί ενέργεια και να μειωθεί το κόστος λειτουργίας".
 - "Έχουν τα συστήματα κτηρίων επιθεωρηθεί από έναν ειδικό ώστε να προσδιορίσει το δυναμικό;": 13%
 - "Βελτίωση της μέρας με μέρα λειτουργίας των συσκευών και των συστημάτων κατανάλωσης ενέργειας": 22%
 - "Επιφόρτιση του συστήματος ελέγχου κανονικά με σκοπό τη βελτιστοποίηση της επίδοσης ελέγχου": 29%
 - "Αντικατάσταση των συσκευών χαμηλής ενεργειακής απόδοσης με συσκευές υψηλής απόδοσης": 19%
 - "Προσφορά επαρκούς εκπαίδευσης στους ενοίκους": 17%

Συμπεριφορά [13]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων

κτηρίων [11] – Αποτελέσματα

Έρευνες ερωτηματολογίου [1] – 312 έγκυρα απαντημένα.

- Δεν υπάρχει ιδιαίτερο άτομο προσδιορισμένο για την ευθύνη της επιβεβαίωσης ότι όλες οι συσκευές κατανάλωσης ενέργειας και οι ελεγκτές ζώνης δουλεύουν κατάλληλα: 95%
- Ποτέ δεν έγινε κάποια εκπαίδευση στη χρήση των τερματικών συσκευών και τους ελεγκτές ζώνης: 93%
- Κατανόηση του πώς ελέγχονται τοπικά οι τερματικές συσκευές: 55%
- Ισχυρίστηκαν ότι γνωρίζουν πώς να χειριστούν τους σχετικούς ελεγκτές ζώνης κανονικά: 63%

Συμπεριφορά [14]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων

κτηρίων [12] – Αποτελέσματα

Έρευνες ερωτηματολογίου [2] – 312 έγκυρα απαντημένα.

- Ποτέ δεν άλλαξαν τις ρυθμίσεις των ελεγκτών ζώνης: 24%
- Έκαναν αλλαγή όταν αισθάνονται ότι είναι απαραίτητο: 24%
- Άλλαξαν μια φορά κάθε μήνα: 12%
- Άλλαξαν μια φορά κάθε εβδομάδα: 17%
- Άλλαξαν μια φορά κάθε μέρα: 11%
- Άλλαξαν πάνω από μία φορά κάθε μέρα: 12%

Συμπεριφορά [15]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων

κτηρίων [13] – Αποτελέσματα

Έρευνες ερωτηματολογίου [3] – 312 έγκυρα απαντημένα.

- "Ποιο είναι το πρώτο πράγμα που θα κάνατε αν αισθανόσασταν ζέστη στο γραφείο σας;"
 - "Αλλαγή της ρύθμισης του TRV ή μείωση του σημείου ρύθμισης των ελεγκτών της μονάδας φαν-κόιλ": 16%
 - "Άνοιγμα των παραθύρων": 18%
 - "Έκαναν παράπονα": 35%
 - "Άλλαξαν ρουχισμό": 21%
 - "Τίποτα": 10%

Συμπεριφορά [16]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων

κτηρίων [14] – Αποτελέσματα

Έρευνες ερωτηματολογίου [4] – 312 έγκυρα απαντημένα.

- Έλεγχοι φωτισμού
 - Ολοκληρωτικά βασιζόμενοι στο αυτόματο σύστημα ελέγχου: 35%
 - Θα έσβηναν όλα τα φώτα όταν θα άφηναν το γραφείο άδειο: 78%.
 - Πάντα ανάβουν το φωτισμό όταν μένουν στο γραφείο: 35%
 - "Ντιμάρουν" τις λάμπες για να πετύχουν τα επιθυμητά επίπεδα φωτεινής ροής: 14%

Συμπεριφορά [17]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων

κτηρίων [15] – Αποτελέσματα

Έρευνες ερωτηματολογίου [5] – 312 έγκυρα απαντημένα.

- Πάντα ενδιαφέρονται για την ενεργειακή απόδοση και το κόστος λειτουργίας του κτηρίου: 11%
- Θα ενδιαφέρονταν για αυτά αν δεν είχαν να κάνουν τόσο πολύ έξτρα προσπάθεια: 19%
- Δεν ενδιαφέρονται καθόλου: 70%

Συμπεριφορά [18]

Μια ερευνητική μελέτη των παικτών τη διαδικασίας έξυπνων κτηρίων [16] – Αποτελέσματα

Έρευνες ερωτηματολογίου [6] – 312 έγκυρα απαντημένα.

- Δεν υπάρχει τίποτα που θα μπορούσαν να κάνουν για να βελτιώσουν την ολική ενεργειακή επίδοση του κτηρίου: 62%
- Το κλειδί είναι να χρησιμοποιούν ελεγκτές ζώνης κατάλληλα: 15%
- Θα συμβουλευόνταν τους διαχειριστές του κτηρίου όταν θα αισθάνονταν ένα πρόβλημα: 71%.

Στρατηγικές για τη διείσδυση της τεχνολογίας έξυπνων κτηρίων.

- Προώθηση της ανάπτυξης των ανοιχτών συστημάτων και των πρωτοκόλλων μέσω επιτροπών ταυτοποίησης.
- Πρόβλεψη για την εξάσκηση των τεχνικών και σχεδιαστών μέσω κατάλληλης υψηλότερης εκπαίδευσης και μεθόδους διασποράς.
- Ερεθισμός των κυρίων κατασκευαστών προς την ανάπτυξη των συστημάτων τα οποία είναι επεκτάσιμα, διασυνδεδεμένα και ενημερώσιμα.
- Προώθηση των κατάλληλων οικονομικών μηχανισμών αγοράς όπως το TPF, επίδοση συμβολαίων και χρηματοδοτικών μισθώσεων.
- Προώθηση της ενημερότητας ενεργειακής απόδοσης στο χώρο εργασίας και το σπίτι μέσω καταλλήλων μεθόδων διασποράς και σκίτσων ενημερότητας.