

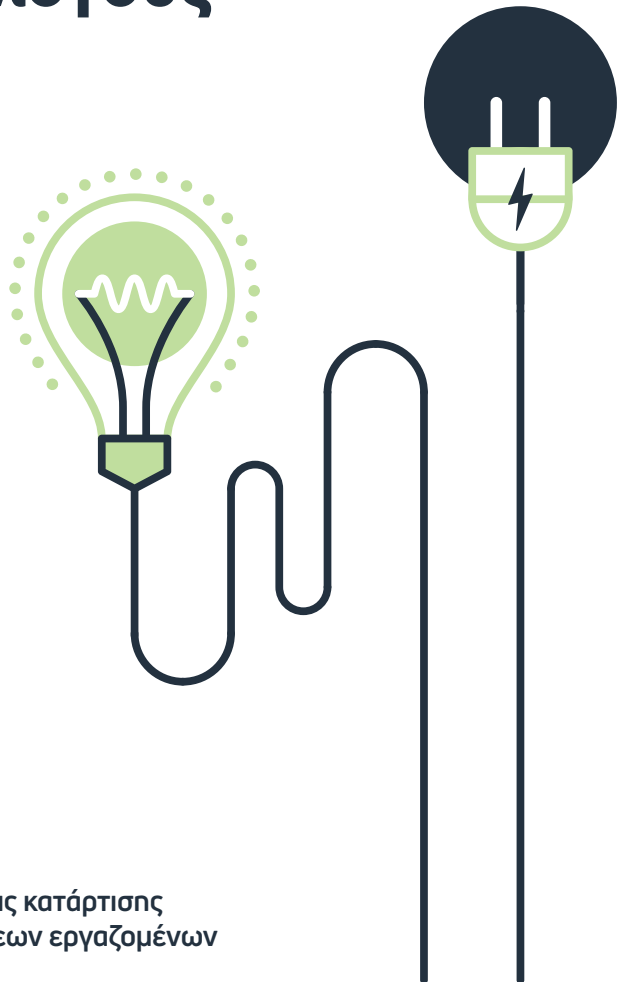


Έτος Ίδρυσης 2006

**ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ**

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων  
ΓΣΕΒΕΕ

# Τεχνικές **εξοικονόμησης** **ενέργειας** για τους **ηλεκτρολόγους**



ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ

Πέτρος Καραϊσάς

Επιδοτούμενες δράσεις κατάρτισης  
& πιστοποίησης γνώσεων εργαζομένων









**ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ  
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥΣ**



ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ

# ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥΣ



Έτος Ίδρυσης 2006

**ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ**

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων  
ΓΣΕΒΕΕ

## **ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ**

**Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων  
Γενική Συνομοσπονδία Επαγγελματιών Βιοτεχνών Εμπόρων Ελλάδας**

Αθήνα  
Αριστοτέλους 46,  
10433  
τηλ —  
210 8846852  
email —  
info@imegsevee.gr  
www.imegsevee.gr

Εκδότης: **ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ**

Χρονολογία έκδοσης: **2019**

Τίτλος: **Τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας για τους ηλεκτρολόγους**

Συγγραφέας: **Πέτρος Καραϊσάς**, Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

**Σελιδοποίηση | Εκτύπωση | Παραγωγή**



Λ. Κηφισού 157-159  
182 33 Αγ. Ι. Ρέντης, Αθήνα  
Τ: 216 6000 500  
info@fotolio.gr | www.fotolio.gr

© ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ  
ISBN: 978-618-5025-67-0

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει συγγραφεί και εκδοθεί από το ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ στο πλαίσιο του έργου «Κατάρτιση και πιστοποίηση γνώσεων και δεξιοτήτων εργαζομένων σε επιλεγμένα επαγγέλματα του τομέα των Κατασκευών, σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας», με κωδικό ΟΠΣ 5002684 στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα Επιχειρηματικότητα και Καινοτομία 2014-2020», με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο - Ε.Κ.Τ.).

# Περιεχόμενα

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>11</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>12</b>
<b>1 ΕΞΥΠΝΑ ΚΤΙΡΙΑ</b> .....	<b>13</b>
<b>Εισαγωγή/Γενική περιγραφή</b> .....	<b>13</b>
<b>Σκοπός – Αναμενόμενα Αποτελέσματα</b> .....	<b>14</b>
<b>Έννοιες κλειδιά - Βασική Ορολογία</b> .....	<b>14</b>
1.1 ΠΑΡΟΧΗ ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	15
1.2 ΠΡΟΒΟΛΗ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΕΡΓΟ .....	26
1.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ .....	31
1.4 ΕΠΙΚΕΝΤΡΩΣΗ ΣΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ ΩΣ ΜΕΣΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	33
1.5 ΤΟ ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ .....	43
<b>Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης κεφαλαίου 1</b> .....	<b>82</b>
<b>Σύνοψη- Ανακεφαλαίωση κεφαλαίου 1</b> .....	<b>84</b>

<b>2 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ .....</b>	<b>85</b>
Εισαγωγή/Γενική Περιγραφή .....	85
Σκοπός – Αναμενόμενα Αποτελέσματα .....	86
Έννοιες κλειδιά - Βασική ορολογία .....	86
2.1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ .....	87
2.2 ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ .....	97
2.3 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ .....	110
Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης κεφαλαίου 2 .....	115
Σύνοψη- Ανακεφαλαίωση κεφαλαίου 2 .....	117
<b>3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ     ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....</b>	<b>119</b>
Εισαγωγή/Γενική Περιγραφή .....	119
Σκοπός – Αναμενόμενα Αποτελέσματα .....	120
Έννοιες κλειδιά - Βασική Ορολογία .....	120
3.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ .....	121
3.1.1 Καταγραφή καλών πρακτικών για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε δημόσια κτίρια .....	121
3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ .....	140
3.3 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ .....	149
Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης κεφαλαίου 3 .....	154
Σύνοψη- Ανακεφαλαίωση κεφαλαίου 3 .....	156
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	157
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	159

## Περίληψη

Το παρόν εγχειρίδιο περιέχει το εκπαιδευτικό υλικό για το θεματικό αντικείμενο «Τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας για τους ηλεκτρολόγους». Αρχικά παρουσιάζονται οι τεχνικές πληροφορίες έτσι ώστε να υιοθετηθούν μέτρα και τεχνικές που θα συνδράμουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και στην αντίστοιχη μείωση στις εκπομπές ρύπων. Στη συνέχεια παραθέτονται οι δυνατότητες που μας δίνουν οι διάφοροι αυτοματισμοί και τα διάφορα αισθητήρια που περιλαμβάνονται σ' ένα έξυπνο σπίτι. Αναλύονται τα σενάρια που μπορούν να δημιουργηθούν για τη διευκόλυνση και την ασφάλεια των κατοίκων αλλά και για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας, και παρουσιάζονται οι τρόποι με τους οποίους το έξυπνο σπίτι είναι δυνατό να επικοινωνήσει με τον ιδιοκτήτη. Επίσης παρουσιάζεται ο τρόπος υπολογισμού της απαιτούμενης ισχύος πυκνωτών για κάθε τύπο αντιστάθμισης του συντελεστή ισχύος, οι συνδεσμολογίες των πυκνωτών, οι αυτοματισμοί και τα μέσα ζεύξεως και προστασίας που απαιτούνται σε όλες τις περιπτώσεις που παρουσιάζονται στην πράξη. Τέλος παρουσιάζονται λύσεις για τη διαχείριση και εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε δημόσια και ιδιωτικά κτίρια.

## Summary

The present handbook contains the educational material for the thematic object «Techniques of energy saving for electricians». Initially technical information is presented so as measures and techniques will be adopted, a fact which will contribute to the reduction of consumption of energy and in the corresponding reduction in the emission of pollutants.

The handbook also lists the features which give us various automation and various sensors contained in a smart home installation. All the possible scenarios are analyzed in order to achieve the convenience and safety of the residents, but most importantly the energy saving. It also presents the ways in which a smart house can interact with the owners. Also, the calculation of the required force of capacitors for each type of compensation, the connections of the capacitors, the automatisms and the means of junction and protection that is required in all cases, are presented in full detail for implementation. Finally, solutions are presented for the management and saving of electric energy in public and private buildings.

## 1

## ΕΞΥΠΝΑ ΚΤΙΡΙΑ



### Εισαγωγή / Γενική Περιγραφή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα οι προτεινόμενες πρακτικές όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας και την πιθανή εξοικονόμηση της, καθώς επίσης οι δυνατότητες που μας δίνουν οι διάφοροι αυτοματισμοί και τα διάφορα αισθητήρια που περιλαμβάνονται σ' ένα έξυπνο σπίτι, τα σενάρια που μπορούν να δημιουργηθούν για τη διευκόλυνση και την ασφάλεια των κατοίκων αλλά και για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας.



## Σκοπός / Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Σκοπός του κεφαλαίου είναι να παράσχει στους εργαζόμενους του κλάδου των ηλεκτρολόγων καθώς και σε όσους ενδιαφέρονται να εργαστούν στο συγκεκριμένο κλάδο, τις ειδικές γνώσεις – δεξιότητες – ικανότητες που απαιτούνται σε θέματα ενεργειακής αποδοτικότητας /εξοικονόμησης ενέργειας/Έξυπνου σπιτιού.

- Θα γνωρίζει τη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας από τη θέρμανση, ψύξη, από το κέλυφος του κτιρίου, καθώς επίσης από τον αερισμό και εξαερισμό
- Θα γνωρίζει τα ηλιακά ενεργητικά συστήματα - τα θερμικά συστήματα - και τα φωτοβολταϊκά συστήματα
- Θα γνωρίζει τα περιεχόμενα μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίων σύμφωνα με τον κανονισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων
- Θα γνωρίζει τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κεντρικής εγκατάστασης παραγωγής και διανομής θερμού νερού για τη θέρμανση των χώρων
- Θα γνωρίζει τι μέτρα πρέπει να λάβει για την εξοικονόμηση ενέργειας
- Θα γνωρίζει τους αυτοματισμούς για ένα έξυπνο σπίτι, τα συστήματα, τα υλικά και το σύστημα smart house



## Έννοιες κλειδιά / Βασική Ορολογία

- Θέρμανση, Ψύξη κτιρίου, Κέλυφος κτιρίου, Αερισμός - Εξαερισμός
- Ενεργητικά ηλιακά συστήματα
- Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις
- Συστήματα έξυπνου σπιτιού

## 1.1 ΠΑΡΟΧΗ ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΓΝΩΣΗΣ ΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### Εισαγωγή

Η ενεργειακή απόδοση του κτηρίου εκφράζεται ως η ποσότητα ενέργειας που πράγματι καταναλώνεται ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτηρίου, οι οποίες περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων την θέρμανση, την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, την ψύξη, τον εξαερισμό και το φωτισμό. Στην προσπάθεια υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου περιλαμβάνονται τουλάχιστον:

- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των στοιχείων του κτηρίου, περιλαμβανομένης και της αεροστεγανότητας
- Η εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας θερμού νερού, περιλαμβανομένων και των χαρακτηριστικών των μονώσεων τους
- Η εγκατάσταση κλιματισμού
- Ο εξαερισμός και ο φυσικός αερισμός
- Η ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού κτηρίων άλλων χρήσεων, πηλην της κατοικίας
- Η θέση και ο προσανατολισμός των κτηρίων, περιλαμβανομένων και των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα και την ηλιακή προστασία
- Οι επικρατούσες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες, περιλαμβανομένων και των επιδιωκόμενων

Κατά τη διαδικασία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων συνεκτιμάται επίσης, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση:

- Των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ηλεκτροπαραγωγής, που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- Της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται μέσω ΣΗΘ
- Των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση, τηλεψύξη)
- Του φυσικού φωτισμού

## Προτεινόμενες πρακτικές

Ο υπολογισμός του ενεργειακού ισοζυγίου του κτιρίου απαιτεί μια συστηματική καταγραφή της εισροής, εκροής και της μετατροπής της ενέργειας σε χρήσιμη μορφή. Η ενέργεια πάντα μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη και δεν χάνεται. Οι υπεύθυνοι μηχανικοί της κατασκευής ή ανακατασκευής ενός κτιρίου πρέπει να εκπονήσουν μελέτη που να αφορά την κατανάλωση ενέργειας και την πιθανή εξοικονόμηση της. Σε πρώτη φάση πρέπει να υπολογισθεί το ενεργειακό φορτίο του κτιρίου και να μελετηθούν οι τρόποι κάλυψής του. Τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται για τον ενεργειακό σχεδιασμό αφορούν, αρχικά, την υφιστάμενη κατάσταση του κτιρίου και σε περίπτωση νέων κτιρίων τα βασικά στοιχεία δόμησης. Αυτά είναι:

- Η παλαιότητα του κτίσματος (για υφιστάμενα κτίρια).
- Ο αριθμός των ορόφων του κτιρίου (μαζί με το ισόγειο και υπόγειο).
- Τα υλικά και χαρακτηριστικά του κελύφους του κτιρίου, περιλαμβανομένων και των ανοιγμάτων.
- Η θερμαινόμενη επιφάνεια και όγκος του κτιρίου.
- Προσανατολισμός κτιρίου.
- Είδος και πάχος μόνωσης κελύφους.
- Σύστημα θέρμανσης: ηλικία, ισχύς, αυτοματισμοί και ρυθμίσεις, συχνότητα συντήρησης, θερμοκρασία λειτουργίας καυστήρα και θερμοστατών.
- Ζεστό νερό χρήσης: καταναλούμενος όγκος, πηγή θέρμανσης του νερού, παλαιότητα καυστήρα, θερμοκρασία.
- Δεδομένα για κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, φυσικού αερίου.
- Είδος, τύπος και κατάσταση κουφωμάτων.
- Είδος και χαρακτηριστικά στέγης (δώμα ή επικλινή).
- Υλικό και πάχος θερμομόνωσης.

## Θέρμανση / Ψύξη κτιρίου

Παλαιότερες έρευνες έχουν δείξει ότι το 60% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας ενός κτιρίου καλύπτει το ψυκτικό και θερμικό φορτίο του. Εκεί εντοπίζεται και η μεγαλύτερη δυνατότητα εξοικονόμησης, που μπορεί να ξεπεράσει σε ορισμένες περιπτώσεις και το 80%. Μια γενική περιγραφή των τεχνολογικών συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας για θέρμανση ενός κτιρίου δίνεται στη συνέχεια.

Ορισμός. Η θέρμανση ενός κτιρίου μπορεί να είναι κεντρική ή αυτόνομη. Συνήθως, χρησιμοποιούνται τα κεντρικά συστήματα. Τα συστήματα διαφέρουν στη θέση εγκατάστασης του καυστήρα. Ένα κεντρικό σύστημα αποτελείται από λέβητα, καυστήρα, ενίοτε αντλία θερμότητας που παρέχει ζεστό νερό ή ατμό. Το θερμό νερό διανέμεται από ένα σύστημα σωληνίων και μέσω εναλληκτών μεταδίδει τη θερμότητα στον εσωτερικό αέρα κυρίως με συναγωγή και ακτινοβολία.

### **Συστήματα θέρμανσης με χρήση καυσίμων στερεής βιομάζας. (Solid biofuel heating systems)**

Τα συστήματα θέρμανσης που λειτουργούν με βιομάζα, δηλαδή με ανανεώσιμης μορφής καύσιμο, το οποίο αποτελείται κυρίως από ξύλο, χαρακτηρίζονται ως ουδέτερα σε ότι αφορά την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα. Κατά τη διάρκεια καύσης της βιομάζας εκπέμπεται μόνο τόσο διοξείδιο του άνθρακα όσο δεσμεύτηκε κατά την ανάπτυξη των φυτών

Τα συστήματα θέρμανσης που λειτουργούν με βιοντίζελ κατηγοριοποιούνται ως εξής:

1. Με βάση το καύσιμο χρήσης: Ροκανίδια - Κομμάτια ξυλείας - Δισκία ξυλείας (pellets)
2. Με βάση την εγκατάσταση: Κεντρική θέρμανση - Ειδικές ξυλόσομπες
3. Με βάση το σύστημα τροφοδότησης: - Χειροκίνητο σύστημα (καύση μόνο κορμών δέντρων). - Αυτόματο σύστημα (ροκανίδια και pellets). - Συστήματα με εστίαση καύσης κάτω από τον λέβητα. - Συστήματα με προωθούμενη σχάρα καύσης.
4. Με βάση την ισχύ τους: - < 10KW - < 100 KW - >100KW

### **Εναλλάκτες θερμότητας εδάφους. (Ground source heat pumps, GSHP)**

Η θερμοκρασία της γης, μερικά μέτρα κάτω από την επιφάνεια της διατηρείται σταθερή κατά τη διάρκεια ολόκληρου του έτους. Η γη λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας αποθηκεύει θερμότητα κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Οι εναλλάκτες θερμότητας εδάφους (Ground source heat pumps, GSHP) εκμεταλλεύονται το γεγονός αυτό και με την δυνατότητα που έχουν, να μεταφέρουν ποσά θερμότητας από το έδαφος στο κτίριο, θερμαίνουν τους εσωτερικούς χώρους. Χρησιμοποιούνται δε και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Ένας εναλλάκτης εδάφους μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την ψύξη του κτιρίου αν συνδεθεί με έναν εναλλάκτη απορρόφησης

Ένας εναλλάκτης θερμότητας εδάφους αποτελείται από τρία βασικά δομικά μέρη:

- ▶ **Βρόχος.** Περιλαμβάνει έναν θαμμένο σωλήνα στο έδαφος, είτε με τη μορφή κάθετης γεώτρησης, είτε τοποθετημένο σε οριζόντια τάφρο. Οι σωληνώσεις δομούν ένα κλειστό κύκλωμα μέσα στο οποίο κυκλοφορεί μίγμα νερού και αντιψυκτικού, το οποίο αντλεί την θερμότητα από το έδαφος.

- ▶ **Αντλία θερμότητας.** Η αντλία θερμότητας αποτελείται από τα εξής: έναν εξατμιστή, ο οποίος απορροφά τη θερμότητα από το νερό από τον υπόγειο βρόχο, έναν κυκλοφορητή, ο οποίος μεταφέρει το ψυκτικό μέσο στο όλο κύκλωμα, συμπιέζοντας το στην απαραίτητη θερμοκρασία και ένα συμπυκνωτή ο οποίος αποδίδει την θερμότητα σε μία δεξαμενή θερμού νερού που στη συνέχεια τροφοδοτεί το κύκλωμα. Η διάταξη ψύξης και υγροποίησης αερίων προσδίδει θερμότητα στην δεξαμενή του νερού και τροφοδοτεί το όλο το σύστημα διανομής.
- ▶ **Σύστημα διανομής της θερμότητας.** Αποτελείται από ενδοδαπέδιους σωλήνες από τους οποίους περνάει το ζεστό νερό και αποδίδει την θερμότητα του στο χώρο. Μερικές φορές χρησιμοποιείται και δοχείο αποθήκευσης ζεστού νερού χρήσης.

### Λέβητες συμπύκνωσης (Condensing boilers)

Οι λέβητες συμπύκνωσης είναι ιδιαίτερα αποδοτικοί τύποι λέβητων για όλα τα είδη καυσίμων και πετυχαίνουν πολύ μικρότερο λειτουργικό κόστος, συγκριτικά με τους συμβατικούς. Οι λέβητες συμπύκνωσης πλεονεκτούν έναντι των υπολοίπων καθώς έχουν μικρότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Με τον τρόπο αυτό βοηθούν στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και της επακόλουθης αύξησης της θερμοκρασίας.

Η λειτουργία τους βασίζεται στην εκμετάλλευση της απορριπτόμενης στην ατμόσφαιρα θερμότητας από τους κοινούς λέβητες, με αποτέλεσμα να μειώνεται ακόμα περισσότερο το κόστος για την θέρμανση ενός χώρου. Το τελευταίο, επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός μεγάλου σε μέγεθος εναλλάκτη θερμότητας ή δυο μικρότερων, οι οποίοι βρίσκονται μέσα στο λέβητα. Έτσι, μεγιστοποιείται η μεταφορά θερμότητας από τον καυστήρα καθώς μειώνονται οι απώλειες.

### Συμπαγωγή μικρής κλίμακας (Micro CHP) (Micro-CHproduction)

Οι μονάδες μικρό-συμπαγωγής προορίζονται κυρίως για οικιακή χρήση. Ωστόσο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλες εφαρμογές όπως σε μικρά ξενοδοχεία, καταστήματα, γραφεία υπηρεσιών και μικρές βιοτεχνικές μονάδες.

Τα μεγέθη των μονάδων αυτών κλιμακώνονται μέχρι και τα 10 kWe, ανάλογα με την χρήση τους και τις απαιτούμενες εθνικές προδιαγραφές, που ισχύουν σε κάθε περιοχή, για διασύνδεση αυτών στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Οι συσκευές αυτές ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

- Μηχανή εσωτερικής καύσης (κυκλοφορεί ήδη στην ευρωπαϊκή αγορά).

- Μηχανή εξωτερικής καύσης: μηχανή τύπου Stirling, μηχανές με λειτουργία με βάση των κύκλω Rankine και ατμομηχανή.
- Κυψέλες καύσιμου, που βρίσκονται σε πειραματική λειτουργία.

## Κέλυφος κτιρίου

Η προσθήκη και ενδεχομένως η αντικατάσταση της μόνωσης του κτιρίου σε τοίχους, οροφές και δάπεδα μπορεί να πραγματοποιηθεί με πολύ μικρότερο κόστος συγκριτικά με αυτό που απαιτείται για την αλλαγή του συστήματος θέρμανσης/ ψύξης του κτιρίου.

Ωστόσο, το κόστος αντικατάστασης κουφωμάτων ή χρήσης παθητικών ηλιακών συστημάτων μπορεί να είναι ιδιαίτερα υψηλό. Πριν την αντικατάσταση της μόνωσης πρέπει να ελέγχεται η δυναμικότητα του συστήματος εξαερισμού του κτιρίου και η πυρασφάλεια του. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι ο επαρκής εξαερισμός στις κουζίνες και τα μπάνια είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Το κέλυφος του κτιρίου αποτελείται από την οροφή του κτιρίου, τα ενδιάμεσα πατώματα, την εσωτερική και εξωτερική τοιχοποιία και τα ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα). Όλες αυτές οι επιφάνειες πρέπει να μονωθούν κατάλληλα για να μειωθούν οι ενεργειακές απώλειες.

### Εφαρμογή δικέλυφης τοιχοποιίας με ενδιάμεσο στρώμα (π.χ. κενό αέρος) για μόνωση του κτιρίου. (Cavity wall Insulation)

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την μείωση των ενεργειακών απωλειών είναι η εφαρμογή διπλής τοιχοποιίας με ενδιάμεσο στρώμα για μόνωση του κτιρίου. Ειδικότερα, συμβάλλει στην διατήρηση μιας σταθερής εσωτερικής θερμοκρασίας, αποτρέπει την δημιουργία υγρασίας στους τοίχους και τις οροφές και συντελεί στην μείωση της θερμικής μάζας του κτιρίου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Το ενδιάμεσο στρώμα μπορεί να επιλεγεί από μια ποικιλία υλικών που λειτουργούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, δηλαδή μειώνοντας τις διεξόδους διαφυγής του εσωτερικού ζεστού αέρα. Τα υλικά αυτά μπορεί να είναι στρώμα πολυστερίνης, άλλα φυσικά υλικά όπως ίνες και ανακυκλωμένο χαρτί.

### Μόνωση στέγης (σοφίτα). (Loft insulation)

Το ένα τρίτο των απωλειών θερμότητας του χώρου χάνεται μέσω των στεγών. Ένας ιδιαίτερα αποτελεσματικός τρόπος μείωσης του θερμικού φορτίου είναι η μόνωση της οροφής σε πάχος περίπου 250mm.

### Μόνωση πατώματος. (Floor insulation)

Διάφορες μικρορωγμές που μπορεί να υπάρχουν στο πάτωμα διευκολύνουν την διαφυγή θερμότητας από τους εσωτερικούς χώρους και τη δημιουργία ψυχρών στρωμά-

των αέρα. Το φαινόμενο καταπολεμάται καλύπτοντας τα κενά με στεγανωτικό υλικό, όπως είναι η σιλικόνη.

### **Μόνωση Ανοιγμάτων. (Window insulation)**

Το 20% της απώλειας θερμότητας σε ένα τυπικό σπίτι πραγματοποιείται μέσω ακούσιου ή ανεπιθύμητου αερισμού του κτιρίου λόγω κατασκευαστικών σφαλμάτων στα κουφώματα του. Υπάρχει πληθώρα υλικών για τη μόνωση ανοιγμάτων, όπως αφροί, στεγανωτικά υλικά και αεροστεγανωτικές αυτοκόλλητες λωρίδες.

## **Αερισμός - Εξαερισμός**

**Ορισμός.** Ο αερισμός είναι η διαρκής ανταλλαγή αέρα μεταξύ των εσωτερικών χώρων και μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος ενός κτιρίου. Ο αερισμός ενός κτιρίου μπορεί να πραγματοποιείται είτε με τεχνητά μέσα είτε να είναι φυσικός. Ο φυσικός αερισμός είναι ο αερισμός ενός χώρου χωρίς τη χρήση μηχανικών μέσων, όπως είναι οι ανεμιστήρες.

Ο φυσικός αερισμός μπορεί να επιτευχθεί με το άνοιγμα των παραθύρων εφόσον ο χώρος είναι μικρός και το επιτρέπει ο σχεδιασμός του.

Ο μηχανικός αερισμός ή εξαερισμός χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της υγρασίας και των οσμών του κτιρίου. Συνήθως, ο μηχανικός αερισμός χρησιμοποιείται σε κουζίνες και μπάνια. Οι σχεδιαστικές παράμετροι, που πρέπει να ληφθούν υπόψη, είναι η ροή του αέρα και τα επίπεδα θορύβου. Οι αεραγωγοί πρέπει να μονώνονται για να μην υπάρξει πρόβλημα υγραποίησης του αέρα ειδικά όταν διαπερνούν μη θερμαινόμενα μέρη του κτιρίου, όπως η σοφίτα

Οι ανεμιστήρες, επιτραπέζιοι και οροφής, αποτελούν έναν ακόμα πολύ αποτελεσματικό τρόπο αερισμού και δροσίσιμου ενός χώρου.

## **Ενεργητικά ηλιακά συστήματα**

**Ορισμός:** Τα ηλιακά ενεργητικά συστήματα χωρίζονται σε θερμικά συστήματα και σε φωτοβολταϊκά συστήματα που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια. Τα θερμικά συστήματα, που δεν σχετίζονται με τα συμβατικά συστήματα, καυστήρα, λέβητα, συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και την μετατρέπουν σε θερμική με σκοπό την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης συνήθως συμπληρωματικά προς τα συμβατικά συστήματα καυστήρα, λέβητα. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούν κυψέλες για να συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και να την μετατρέπουν σε ηλεκτρική. Αυτά τα κύτταρα των

φωτοβολταϊκών αποτελούνται από δυο ημιαγωγούς. Όταν το στοιχείο απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία δημιουργείται ένα ηλεκτρικό πεδίο ανάμεσα στους δύο ημιαγωγούς. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση της ακτινοβολίας τόσο μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται.

## Ηλιακά θερμικά συστήματα. (Thermal systems)

Τα συστήματα αυτά παράγουν ζεστό νερό, κυρίως για οικιακή χρήση αλλά και σε μεγαλύτερη κλίμακα, μεταξύ άλλων για θερμαινόμενες πισίνες. Ένα ηλιακό θερμικό σύστημα για οικιακή χρήση αποτελείται από τρία μέρη: το συλλέκτη, το δοχείο για την αποθήκευση του νερού και το σύστημα κυκλοφορίας του νερού.

- Οι συλλέκτες τοποθετούνται στην στέγη, συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και την μετατρέπουν σε χρήσιμη θερμική δεσμευμένη σε ένα υγρό.
- Στο δοχείο αποθηκεύεται το νερό το οποίο έχει θερμανθεί κατά την διάρκεια της ημέρας ώστε να είναι διαθέσιμο για χρήση.
- Το σύστημα κυκλοφορίας, το οποίο αποτελείται από ένα απλό σύστημα σωλήνων και συχνά και από μία αντλία νερού, μεταφέρει και διανέμει το ζεστό νερό εκεί όπου απαιτείται.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών θερμικών συστημάτων. Συγκεκριμένα, υπάρχουν δυο είδη ηλιακών συλλεκτών: οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες και οι συλλέκτες με σωλήνες κενού. Οι δεύτεροι χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές με μικρότερες διαθέσιμες επιφάνειες, έχουν απόδοση περίπου 40% αλλά είναι πιο ακριβοί. Αντιθέτως, οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες είναι φτηνότεροι, σε ότι αφορά το κόστος εγκατάστασης, αλλά έχουν απόδοση κοντά στο 30%. Τα θερμικά ηλιακά συστήματα εγκαθίστανται εύκολα αλλά είναι σχετικά ακριβά. Οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν την επιλογή και την αποδοτική χρήση των παθητικών ηλιακών συστημάτων είναι οι εξής:

- ▶ Ο νότιος προσανατολισμός του κτιρίου (ή η απόκλιση από αυτόν).
- ▶ Η υφιστάμενη εγκατάσταση συστήματος που παράγει ζεστό νερό καθώς πρέπει να είναι συμβατή με το ηλιακό σύστημα.
- ▶ Οι διαθέσιμοι πόροι.

## Φωτοβολταϊκά συστήματα. Photovoltaic systems (PV).

Για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ένα φωτοβολταϊκό στοιχείο δεν απαιτείται άμεση ηλιακή ακτινοβολία. Υπάρχουν τριών ειδών φωτοβολταϊκά:

- Μονοκρυσταλλικά: Παρασκευάζονται από λεπτές στρώσεις ενός κρυστάλλου πυριτίου και έχουν απόδοση 15%.

- Πολυκρυσταλλικά: Αποτελούνται από λεπτές στρώσεις πολυκρυσταλλικών δομών πυριτίου. Έχουν απόδοση 12%.
- Λεπού υμενίου: Αποτελούνται από ένα λεπτό στρώμα ημιαγωγών που τοποθετούνται πάνω σε γυάλινη ή μεταλλική επιφάνεια. Έχουν απόδοση 7%.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν μια τυπική συστοιχία. Ο αριθμός των συνδεδεμένων των PV στην συστοιχία εξαρτάται από το ζητούμενο φορτίο. Η φωτοβολταϊκή συστοιχία όταν εκτεθεί στη ηλιακή ακτινοβολία θα μετατρέψει άμεσα ένα μέρος της σε ηλεκτρική ενέργεια. Η ηλεκτρική ενέργεια που θα παραχθεί μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό σε περιόδους υψηλής ζήτησης συμπληρωματικά με τη χρήση ενέργειας από το δίκτυο. Σε περίοδο χαμηλής ζήτησης η παραγόμενη ενέργεια από τα PV μπορεί να αποθηκευτεί σε μπαταρίες ή να πωληθεί στο διασυνδεδεμένο δίκτυο ηλεκτρισμού.

Κατά τη διαστασιοδότηση ενός ενσωματωμένου φωτοβολταϊκού συστήματος για οικιακή χρήση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω: το ηλεκτρικό φορτίο του κτιρίου, ο τύπος κατασκευής των φωτοβολταϊκών, η διαθέσιμη ελεύθερη επιφάνεια εγκατάστασης και το αρχικό κεφάλαιο επένδυσης που απαιτείται.

## Περιεχόμενα μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων Το τεύχος της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου περιλαμβάνει τα εξής:

### Γενικές Πληροφορίες

- Γενικά στοιχεία κτιρίου: τοποθεσία, χρήση κτιρίου (κατοικία, γραφεία, κ.α.), πρόγραμμα λειτουργίας (ωράριο), αριθμός χρηστών (συνολικός και ανά βάρδια για κτίρια με 24ώρη λειτουργία).
- Επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός). Αν υπάρχουν χώροι με διαφορετικές συνθήκες, όπως στα κτίρια νοσοκομείων, αναφέρονται αναλυτικά.
- Δεδομένα και παραδοχές για τους παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, διεύθυνση, ένταση και ταχύτητα ανέμου κ.α.).
- Σύντομη περιγραφή και τεκμηρίωση του ενεργειακού σχεδιασμού του κτιρίου όσον αφορά στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και το σχεδιασμό των Η/Μ εγκα-

ταστάσεων, καθώς και στα προτεινόμενα συστήματα Εξοικονόμησης Ενέργειας / Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας και ΑΠΕ.

- Αναφορά του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, καθώς και των παραδοχών που λαμβάνονται υπόψη για την εφαρμογή της μεθοδολογίας όπως:
  - οι θερμικές ζώνες. Για τις ζώνες που καθορίζονται στους υπολογισμούς θα πρέπει να υπάρχει σχηματική και αναλυτική περιγραφή.
  - στην περίπτωση που για την εκπόνηση της μελέτης απαιτείται ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες (λόγω διαφοροποίησης της χρήσης 19 των χώρων του), όλα τα δεδομένα ή/και παραδοχές – εκτός των κλιματικών – πρέπει να αναφέρονται ανά ζώνη.
  - οι θερμογέφυρες στα διάφορα στοιχεία του κτιριακού κελύφους.

### Σχεδιασμός κτιρίου

- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.).
- Τεκμηρίωση της χωροθέτησης και προσανατολισμού του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση.
- Τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος.
- Τεκμηρίωση του σχεδιασμού και χωροθέτησης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό).
- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
- Περιγραφή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο: υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους (κάθετης / κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30ο από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης.
- Περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για τις 21 Δεκεμβρίου και 21 Ιουνίου.
- Γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.

- Σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θερμομονωτικής στρώσης, των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου (κατόψεις, όψεις, τομές).

### Κτιριακό Κέλυφος

- Θερμικά χαρακτηριστικά του κτιριακού κελύφους και των ανοιγμάτων (θερμοπερατότητα, ανακλαστικότητα, διαπερατότητα και απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, κ.α.).
- Περιγραφή της θέσης, των θερμοφυσικών ιδιοτήτων και του τύπου της θερμομόνωσης, όπου αυτή προβλέπεται (οροφές, δάπεδα, τοιχοποιία).
- Συντελεστής θερμοπερατότητας και εμβαδόν αδιαφανών στοιχείων του εξωτερικού κελύφους (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδα, φέρων οργανισμός), έλεγχος αυτών βάσει των απαιτούμενων ορίων ανά προσανατολισμό.
- Συντελεστής θερμοπερατότητας των εσωτερικών χωρισμάτων που διαχωρίζουν θερμαινόμενες και μη θερμαινόμενες ζώνες του κτιρίου.
- Συντελεστής θερμοπερατότητας και εμβαδόν ανοιγμάτων και γυάλινων προσόψεων, έλεγχος αυτών βάσει των απαιτούμενων ορίων ανά προσανατολισμό.

### Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

- Τεχνικά χαρακτηριστικά της κεντρικής εγκατάστασης παραγωγής και διανομής θερμού νερού για τη θέρμανση των χώρων (απόδοση συστημάτων, είδος καυσίμου, χρόνος λειτουργίας, είδος και ισχύς θερματικών μονάδων, είδος και ισχύς βοηθητικών συστημάτων διανομής, απώλειες δικτύου κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων ψύξης-κλιματισμού χώρων (είδος και απόδοση συστημάτων, είδος καυσίμου, χρόνος λειτουργίας, είδος και ισχύς θερματικών μονάδων, είδος και ισχύς βοηθητικών συστημάτων διανομής, απώλειες δικτύου κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά των κεντρικών μονάδων διαχείρισης αέρα (ΚΚΜ) και συστήματος μηχανικού αερισμού (διατάξεις συστήματος, φίλτρα, ύγρανση, στοιχεία ψύξης/θέρμανσης, ισχύς ανεμιστήρων κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής και διανομής ΖΝΧ (τύπος, ισχύς, ημερήσια κατανάλωση νερού, επιθυμητή θερμοκρασία ΖΝΧ, απώλειες δικτύου, ποσοστό ηλιακών συλλεκτών κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (τύπος, συντελεστές απόδοσης κ.α.). Η αδυναμία εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών πρέπει να τεκμηριώνεται.

- Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος τεχνητού φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενή τομέα (ζώνες φυσικού φωτισμού, ώρες χρήσης φυσικού φωτισμού, αυτοματισμοί, διάταξη διακοπών, είδος φωτιστικών, φωτιστική ικανότητα λαμπτήρων κ.α.). Αναφορά στα συστήματα σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού και άλλα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας.
- Περιγραφή κεντρικού συστήματος παρακολούθησης και ενεργειακού ελέγχου (BEMS), των προβλεπόμενων αυτοματισμών και ελέγχων και το αναμενόμενο όφελος τους στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, εφόσον προβλέπεται η εγκατάσταση και χρήση τους.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά λοιπών συστημάτων, όπου προβλέπονται, και αντίστοιχη αποτύπωσή τους στα αρχιτεκτονικά και Η/Μ σχέδια, όπως: ΑΠΕ, (φωτοβολταϊκά, γεωθερμικές αντλίες θέρμανσης/ψύξης), ΣΗΘ (τύπος και ισχύς συστήματος, καύσιμο, ηλεκτρικά και θερμικά φορτία κάλυψης κ.α.), κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηθεθέρμανση).

## Αποτελέσματα υπολογισμών

Αναλυτικά αποτελέσματα των υπολογισμών με σαφή αναφορά των μονάδων μέτρησης των μεγεθών, όπως:

- Θερμικές απώλειες κελύφους και αερισμού. Ηλιακά και εσωτερικά κέρδη κλιματιζόμενων χώρων.
- Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m<sup>2</sup>), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.).
- Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

## 1.2 ΠΡΟΒΟΛΗ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΚΟΣΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΕΡΓΟ

Η υιοθέτηση μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας επηρεάζει την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του κτιριακού κελύφους και του περιβάλλοντος αέρα και ρυθμίζει τη διείσδυση της ηλιακής ενέργειας στα κτήρια. Όσον αφορά την περίοδο κατασκευής διαφορετικά μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας κτηρίου εφαρμόζονται

Ειδικότερα για υφιστάμενα κτίρια, ο ιδιοκτήτης ή ο ενοικιαστής ενός κτιρίου ή μέρους χρειάζεται να λάβει μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας για τους παρακάτω λόγους.

- ▶ Παλαιότητα του κτιρίου.
- ▶ Αναγκαιότητα αντικατάστασης του συστήματος θέρμανσης.
- ▶ Υποχρεωτική ανανέωση του κελύφους του κτιρίου, π.χ. λόγω υγρασίας.
- ▶ Αντικατάσταση κουφωμάτων.
- ▶ Αντικατάσταση μόνωσης ή τοποθέτηση αναδρομικής μόνωσης.
- ▶ Διόρθωση ή αντικατάσταση του συστήματος αερισμού / εξαερισμού.
- ▶ Τοποθέτηση ηλιακών παθητικών συστημάτων
- ▶ Αύξηση τιμής καυσίμου για θέρμανση και ψύξη του κτιρίου.
- ▶ Δυνατότητα πρόσβασης σε κυβερνητικές επιχορηγήσεις.
- ▶ Περιβαλλοντικά ενδιαφέροντα.
- ▶ Κοινωνική ευαισθητοποίηση. Οι πληροφορίες που χρειάζεται ο χρήστης αφορούν:
  - ▶ Τις τεχνικές παρεμβάσεις που μπορούν να υλοποιηθούν στο κτίριο.
  - ▶ Την αρχική επένδυση που απαιτείται.
  - ▶ Τα οικονομικά κέρδη που θα προκύψουν από την εξοικονόμηση ενέργειας.
  - ▶ Την περίοδο απόσβεσης της αρχικής επένδυσης.
  - ▶ Ο μέσος χρόνος ζωής των υλικών και συστημάτων που πρόκειται να τοποθετηθούν με τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που θα επιλεγθούν
  - ▶ Το κόστος συντήρησης και επισκευής που επιβάλλεται για τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που θα επιλεγθούν

Οι κατηγορίες των ενεργειών που πρέπει να εξετάσει ο υποψήφιος επενδυτής είναι οι εξής:

### 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά εξοικονόμησης ενέργειας

- Δυνατότητες εφαρμογών στον περιβάλλοντα χώρου.
- Τρόπος λειτουργίας του κτιρίου.
- Απαιτούμενος χρόνος για την ανακατασκευή και συντήρηση του κτιρίου.
- Παλαιότητα και διαθεσιμότητα του κτιρίου για παρεμβάσεις.

### 2. Οικονομικά χαρακτηριστικά εξοικονόμησης ενέργειας

- Κόστος επένδυσης.
- Κόστος λειτουργίας.
- Κόστος συντήρησης.
- Ύπαρξη επιχορηγήσεων.
- Εξοικονόμηση χρημάτων λόγω της μείωσης κατανάλωσης ενέργειας.
- Χρόνος απόσβεσης αρχικής επένδυσης.

### 3. Διαχείριση των δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας

- Ρίσκο λόγω μη σωστής ανακατασκευής.
- Ασφάλεια εφοδιασμού ενέργειας.
- Επιλογή προσωπικού ή επιχείρησης, που θα υλοποιήσει την επιλογή προμηθειών, εγκατάστασης και συντήρησης.
- Εγγύτητα προμηθευτή.
- Απαιτούμενος χρόνος για την προμήθεια και την κατασκευή της ανακαίνισης.
- Όχληση κατά την προμήθεια και εγκατάσταση.

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζει το αν η κατασκευή πραγματοποιείται σε υφιστάμενο ή καινούργιο κτίσμα. Συγκεκριμένα, οι πληροφορίες που αφορούν τον τρόπο της θέρμανσης των δωματίων και το κτιριακό κέλυφος μπορεί να διαφέρουν σημαντικά. Παρόλα αυτά, και στις δυο περιπτώσεις, ακολουθείται η ίδια διαδικασία απόκτησης πληροφοριών αλλά το τελικό περιεχόμενο διαφέρει. Επιπλέον, η τεχνογνωσία του χρήστη διευκολύνει την κατανόηση συγκεκριμένων τεχνικών θεμάτων και αποτρέπει την αποφυγή παρανοήσεων.

Έτσι για υφιστάμενα κτήρια και για τις κατασκευές πριν από τον κανονισμό θερμομόνωσης του 1980, ενέργειες αναδρομικής θερμομόνωσης και βελτίωσης των εξωτερικών ανοιγμάτων είναι απαραίτητα. Ο κανονισμός θερμομόνωσης στην Ελλάδα έχει 30 έτη ζωής, και αντικαθίσταται τώρα από τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.). Πριν από το 1980 οι κατασκευές δεν είχαν σχεδόν καμία θερμική μόνωση.

Οι ενέργειες αναβάθμισης του κτιριακού κελύφους είναι πρώτης προτεραιότητας, καθώς η δυνατότητα της εξοικονόμησης ενέργειας είναι τεράστια. Οι κατασκευές μετά από το 1980 έχουν, ή υποτίθεται πως έχουν, θερμική μόνωση και έτσι οι ενέργειες αναβάθμισης στρέφονται στις συσκευές και τα μηχανικά συστήματα. Οι εγκαταστάσεις θέρμανσης και ψύξης είναι επίσης σημαντικές επειδή ένα παλιό σύστημα με χαμηλή αποδοτικότητα καταναλώνει ένα μεγάλο ποσό ενέργειας. Οι ενέργειες περιλαμβάνουν την αντικατάσταση του παλαιού εξοπλισμού ή την προσεκτική εγκατάσταση ηλεκτρικών μηχανισμών και αυτοματισμών, οι οποίοι διαχειρίζονται αποτελεσματικά τη λειτουργία του εξοπλισμού.

### Λίστα ενδεικτικών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας

ΜΕΤΡΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ
<b>ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ</b>	
Θερμομονωτικά επιχρίσματα	Η τελική λύση για το δομικό στοιχείο θα πρέπει να ικανοποιεί τα όρια του συντελεστή θερμοπερατότητας που καθορίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ. Εξαιρούνται τα διατηρητέα κτήρια.
<b>ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ</b>	
Πόρτες θερμομονωτικές, με καλή αεροστεγανότητα	Η θερμοπερατότητα των κουφωμάτων που θα εγκατασταθούν τα επιλεγμένα υαλοστάσια θα πρέπει να ικανοποιεί τα όρια του Κ.Εν.Α.Κ
Υαλοστάσια, θερμομονωτικά, με καλή αεροστεγανότητα	
Ανοίγματα οροφής	
<b>ΜΟΝΩΣΕΙΣ - ΣΤΕΓΑΝΩΣΕΙΣ</b>	
Θερμομόνωση - υγραμόνωση δώματος	Οι εργασίες υγραμόνωσης δεν θεωρούνται μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας και δεν περιλαμβάνονται στο επιλέξιμο κόστος αν δεν συνοδεύουν εργασίες θερμομόνωσης. Η τελική τιμή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων θα πρέπει να ικανοποιούν τα όρια του Κ.Εν.Α.Κ. Με εξαίρεση την ριζική ανακαίνιση, δεν απαιτείται να ικανοποιείται ο έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας του Κ.Εν.Α.Κ. Σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης ακολουθούνται οι απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.
Θερμομόνωση - υγραμόνωση στεγών	
Θερμομόνωση - υγραμόνωση βεραντών	
Θερμομόνωση κατακόρυφων επιφανειών με σύστημα εξωτερικής θερμομόνωση	
Θερμομόνωση κατακόρυφων επιφανειών με σύστημα εσωτερικής θερμομόνωση	
Θερμομόνωση με θερμομονωτικές τσιμεντόπλάκες	

ΜΕΤΡΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ
<b>ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ</b>	
Διπλοί θερμομονωτικοί	Οι επιλεγμένοι υαλοπίνακες μπορεί να είναι τύπου τρίπλεξ ή /και ασφαλείας. Η θερμοπερατότητα των κουφωμάτων που θα εγκατασταθούν οι επιλεγμένοι υαλοπίνακες θα πρέπει να

ΜΕΤΡΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ
<b>ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ</b>	
Μεταλλικές κατασκευές για σκίαστρα	
Ξύλινες κατασκευές για σκίαστρα	
Κατασκευή ενεργειακού τζακιού	Πιστοποιημένης απόδοσης
Πέργκολα από μεταλλική κατασκευή	Για "νότια" (νοτιοανατολικά έως νοτιοδυτικά) ανοίγματα
Πέργκολα από ξύλινη κατασκευή	Για "νότια" (νοτιοανατολικά έως νοτιοδυτικά) ανοίγματα
Παθητικά, υβριδικά συστήματα	Θα πρέπει να συνοδεύονται με αναλυτικό τεύχος κατασκευής και οικονομοτεχνική μελέτη που να αφορά μόνο το παθητικό, υβριδικό σύστημα

<b>ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ – ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ</b>	
Αντικατάσταση λέβητα - καυστήρα με νέο υψηλής απόδοσης (> 0.95)	Βαθμός απόδοσης μεγαλύτερος από 95%
Εγκατάσταση αντλίας θερμότητας σε αντικατάσταση λέβητα - καυστήρα	
Εγκατάσταση συστήματος θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού με σύστημα ΑΠΕ (πχ γεωθερμία)	
Κλιματιστικά ενεργειακής κλάσης τουλάχιστον Α, με inverter	Με inverter και ενεργειακής κλάσης τουλάχιστον Α
Εναλλάκτες ανάκτησης θερμότητας αέρα - αέρα	Ελάχιστη ονομαστική απόδοση 60% στην θερμοκρασία

ΜΕΤΡΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ
<b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ</b>	
Καταστημάτων, ξενοδοχείων, εστιατορίων τουλάχιστον ενεργειακής κλάσης A	
Καταστημάτων, ξενοδοχείων, εστιατορίων τουλάχιστον ενεργειακής κλάσης A	
Βιομηχανικών-Βιοτεχνικών χώρων - αποθηκών	
<b>ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ</b>	
Ηλιακός συλλέκτης	Για ζεστό νερό χρήσης, θερμαινόμενες πισίνες, συστήματα θέρμανσης / κλιματισμού
Πάνελ φωτοβολταϊκών	Έως 10kWp, σύνδεση σε χαμηλή τάση, οικιακό τιμολόγιο

### 1.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Μελλοντικά οι επενδύσεις μπορούν να κάνουν χρήση του νομικού πλαισίου των Συμβάσεων Ενεργειακής Απόδοσης ώστε να χρηματοδοτήσουν τέτοιου είδους παρεμβάσεις. Η Σύμβαση Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ) καταρτίζεται εγγράφως μεταξύ του τελικού καταναλωτή/επενδυτή και της Επιχείρησης Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΕΥ) και περιλαμβάνει τα τυπικά στοιχεία μιας σύμβασης. Στη ΣΕΑ ρυθμίζονται ιδίως τα ακόλουθα:

- α)** ο σχεδιασμός και η διαχείριση της παρεχόμενης ενεργειακής υπηρεσίας και του ενεργειακού έργου,
- β)** η μεθοδολογία εκτίμησης της εξοικονομούμενης ενέργειας και αποτίμησης του προκύπτοντος συνολικού οικονομικού οφέλους,
- γ)** η αγορά, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία του απαραίτητου ενεργειακού εξοπλισμού, όπως ηλεκτρομηχανολογικά και ηλεκτρονικά συστήματα, καθώς και τα υλικά κτιριακού κελύφους, σταθερά ή μη, που βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση,
- δ)** η διαχείριση, ο τρόπος λειτουργίας του εξοπλισμού και η συντήρησή του,
- ε)** το συνολικό κόστος του έργου, το οποίο αποτελείται από το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης του απαραίτητου εξοπλισμού, το κόστος λειτουργίας και συντήρησής του, το κόστος χρηματοδότησης και την αμοιβή της ΕΕΥ,
- στ)** η διαδικασία αποτίμησης του ενεργειακού οφέλους και
- ζ)** ο τρόπος και χρόνος αποπληρωμής.

Με τον μηχανισμό ΣΕΑ ουσιαστικά ενεργοποιείται η διαδικασία παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών από μια επιχείρηση, την Εταιρεία Ενεργειακών Υπηρεσιών/ Energy Service Company (ΕΕΥ/ESCO), προς το φορέα ιδιοκτησίας και χρήσης ενός τελικού ενεργειακού καταναλωτή (π.χ. κτίρια του δημοσίου τομέα, βιομηχανίες, ιδιωτικά κτίρια). Αυτές οι ενεργειακές υπηρεσίες περιλαμβάνουν μελέτη σκοπιμότητας, τεχνικό σχεδιασμό, αυτοχρηματοδότηση, προμήθεια, εγκατάσταση, λειτουργία, συντήρηση και τέλος εκμετάλλευση ενός συστήματος εξοικονόμησης ενέργειας. Η αποπληρωμή των υπηρεσιών μιας ΕΕΥ/ESCO συναρτάται άμεσα με το 35 οικονομικό όφελος που προκύπτει

από τη συμβατικά εγγυημένη εξοικονόμηση ενέργειας στον καταναλωτή. Στη ΣΕΑ μπορεί να συμμετέχει και τρίτος, ιδίως τράπεζες ή άλλοι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί προκειμένου να χρηματοδοτήσουν την παρεχόμενη ενεργειακή υπηρεσία. Ο τελικός καταναλωτής αναλαμβάνει την υποχρέωση να καταβάλει στην ΕΕΥ ή στον ως άνω τρίτο χρηματοδότη, όταν είναι άλλος από την ΕΕΥ, συμβατικό οικονομικό αντάλλαγμα της παρεχόμενης ενεργειακής υπηρεσίας με βάση την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται. Το οικονομικό αντάλλαγμα της ΕΕΥ συνίσταται σε ποσοστό επί του οικονομικού οφέλους που προκύπτει από την εξοικονόμηση ενέργειας του τελικού καταναλωτή.

## 1.4 ΕΠΙΚΕΝΤΡΩΣΗ ΣΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ ΩΣ ΜΕΣΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται ιδιαίτερη μνεία στον φωτισμό ως μέσο εξοικονόμησης ενέργειας. Επιλέχθηκε η συγκεκριμένη πρακτική εξοικονόμησης ενέργειας τόσο λόγω της υψηλής δυνατότητας εξοικονόμησης μέσω εφαρμογής στοιχείων της αλληλ και λόγω της μη αλληλοίωσης παραδοσιακών και αρχιτεκτονικών στοιχείων κατά την εφαρμογή της, ειδικά σε παραδοσιακά κτίρια που κατασκευάζονται ή ανακατασκευάζονται σε παραδοσιακούς οικισμούς όπου ισχύουν αυστηροί κανόνες και περιορισμοί αλληλ και σε εξειδικευμένα κτίρια μεταποίησης όπου ισχύουν συγκεκριμένες προδιαγραφές φωτισμού και υπάρχουν αντίστοιχες υψηλές ανάγκες. Όσο καλά μελετημένος και αν είναι ο σχεδιασμός του φυσικού φωτισμού, πάντα χρειάζεται ένα σύστημα τεχνητού φωτισμού για νυκτερινή χρήση, για χώρους χωρίς παράθυρα ή για συμπληρωματικό φωτισμό όταν ο φυσικός φωτισμός δεν επαρκεί.

Το 65% του συνόλου των εξωτερικών ερεθισμάτων, που αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος, είναι οπτικά ερεθίσματα, το 25% ακουστικά και το υπόλοιπο 10% το αντιλαμβάνεται μέσω των υπολοίπων αισθήσεων του. Η διατήρηση του ποσοστού των οπτικών ερεθισμάτων είναι ο κύριος παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν σχεδιάζεται ένα σύστημα φωτισμού. Παρ' όλα αυτά, εκτός από την ποιότητα κατασκευής και την οπτική άνεση του τεχνητού φωτισμού, πρέπει να εξετάζονται και άλλα κριτήρια σχεδιασμού όπως η ενεργειακή απόδοσή του και η μείωση της επίδρασής του στο φυσικό περιβάλλον.

Για το λόγο αυτό, γίνεται εστίαση σε δύο κύριους παράγοντες:

- α)** Στον ορθολογικό και αποδοτικό φωτισμό με σκοπό την οπτική άνεση και την βέλτιστη ποιότητα του φυσικού περιβάλλοντος και
- β)** στον ενεργειακό παράγοντα.

### Η σημασία εξοικονόμησης ενέργειας στον τεχνητό φωτισμό

Για κάθε κιλοβατώρα (kWh) της τελικής καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για τεχνητό φωτισμό, έχουν ήδη καταναλωθεί σχεδόν 3 κιλοβατώρες (kWh) της αρχικής ενέργειας που παρήχθη στο σταθμό παραγωγής. Οι συνολικές 38 απώλειες μέχρι την κατανάλωση είναι αποτέλεσμα των απωλειών ενέργειας κατά την παραγωγή, μεταφορά, μετασχηματισμό και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν δύο βασι-

κές συνέπειες από αυτήν την εξοικονόμηση ενέργειας: η οικονομική και η οικολογική. Εφόσον η ενέργεια δεν είναι δωρεάν, κάθε εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί επίσης και εξοικονόμηση χρηματικών πόρων τόσο για τον τελικό καταναλωτή όσο και για το κράτος.

## Χαρακτηριστικές παράμετροι διαφόρων ειδών λαμπτήρων

Η πλειοψηφία των πηγών φωτός που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι οι ηλεκτρικοί λαμπτήρες, οι οποίοι παράγουν φως μέσω θερμοαντίστασης ή από ηλεκτρική διέγερση ηλεκτρονίων που λαμβάνει μέρος σε ένα αέριο. Οι χαρακτηριστικές παράμετροι των διαφόρων ειδών λαμπτήρων είναι οι εξής:

### Διάρκεια ζωής (Useful life)

Η διάρκεια ζωής είναι η χρονική διάρκεια κατά την οποία μία πηγή φωτός διατηρεί τις φωτοπαραγωγικές ιδιότητες της σε ικανοποιητικό βαθμό και καθορίζει έτσι την συνιστώμενη περίοδο αντικατάστασης.

### Θερμοκρασία χρώματος (Color Temperature)

Η θερμοκρασία χρώματος είναι η μέθοδος περιγραφής του χρώματος μιας φωτεινής πηγής. Στις υψηλές θερμοκρασίες (6.000 K και άνω) αντιστοιχεί 'κρύος' φωτισμός (κυριαρχεί ο γαλάζιος φωτισμός) ενώ θερμότεροι φωτισμοί, πλούσιοι σε κόκκινο και πορτοκαλί χρώμα, παράγονται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (3.000 K και κάτω).

### Χρωματική απόδοση (Color Rendering)

Χρωματική απόδοση είναι η ικανότητα αναπαραγωγής των χρωμάτων των φωτιζόμενων αντικειμένων. Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης (Color Rendering Index CRI) κυμαίνεται μεταξύ των 20 Ra και 100 Ra. Η υψηλότερη τιμή αντιστοιχεί στο φυσικό 'άσπρο φως'.

### Φωτιστική αποδοτικότητα (Luminous Efficacy)

Απόδοση φωτισμού είναι ο λόγος της φωτεινής ροής (σε lumens) η οποία εκπέμπεται από την πηγή ενέργειας προς την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται για να παραχθεί. Η αποδοτικότητα μετριέται σε lumens/watt.

## Χαρακτηριστικοί τύποι λαμπτήρων

Οι πιο συννηθισμένοι τύποι λαμπτήρων είναι οι εξής:

### Λαμπτήρας πυρακτώσεως (Incandescent lamp)

Αυτοί οι λαμπτήρες λειτουργούν με αντίσταση. Η διάρκεια ζωής τους είναι η μικρότερη των υπόλοιπων που παρουσιάζονται εδώ (γύρω στις 1.000 ώρες). Προνόμιό τους ωστόσο είναι ο υψηλός δείκτης χρωματικής απόδοσης (Color Rendering Index CRI) όπως και το χαμηλό κόστος. Εάν στα προηγούμενα προσθέσουμε και την χαμηλή θερμοκρασία χρώματος, διαπιστώνεται εύκολα γιατί αυτοί οι λαμπτήρες είναι τόσο διαδεδομένοι στον οικιακό φωτισμό, παρ' όλο που υστερούν σε απόδοση.

### Λαμπτήρες αλογόνου (Halogen Lamps)

Όταν οι λαμπτήρες πυρακτώσεως γεμίζονται με αλογόνο και η εξωτερική γυάλινη επένδυση αντικαθίσταται από μία με χαλαζία, για να αντέχει σε υψηλότερες θερμοκρασίες, τότε αποκτούμε ένα λαμπτήρα αλογόνου. Οι λαμπτήρες αυτοί είναι πιο συμπαγείς από τους κανονικούς λαμπτήρες πυρακτώσεως, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και διατηρούν έξοχες χρωματικές αποδόσεις σε ευρύτερη περιοχή θερμοκρασιών χρώματος. Σε γενικές γραμμές, η αποδοτικότητα φωτισμού τους είναι υψηλότερη από αυτή των λαμπτήρων πυρακτώσεως.

### Λαμπτήρες φθορισμού (Fluorescent Lamps)

Είναι σωληνοειδείς γυάλινοι λαμπτήρες, το εσωτερικό τοίχιο των οποίων είναι επιστρωμένο με φθορίζοντα υλικά και περιέχουν ατμούς υδραργύρου σε χαμηλή πίεση. Τα ηλεκτρόδια βρίσκονται και από τις δύο πλευρές του σωλήνα. Η εκφόρτιση μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων παράγει την φωτεινή ακτινοβολία. Αυτός ο τύπος λαμπτήρα έχει διάρκεια ζωής μέχρι και 10.000 ώρες και παρουσιάζει μια ευρεία κλίμακα θερμοκρασιών χρώματος και δεικτών χρωματικής απόδοσης. Έχουν πολύ υψηλή αποδοτικότητα φωτισμού η οποία στα τελευταία μοντέλα μπορεί να φτάσει τα 100 lm/W.

### Συμπαγείς σωληνές φθορίου (Compact Fluorescent Tubes)

Πρόκειται για λαμπτήρες εκκένωσης με χαμηλής πίεσης ατμούς υδραργύρου με ή χωρίς ενσωματωμένη συσκευή έναρξης. Πρακτικά είναι εξέλιξη των λαμπτήρων φθορισμού, σχεδιασμένοι για να αντικαταστήσουν τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Έχουν μακρά διάρκεια ζωής (6.000 με 10.000 ώρες), η χρωματική τους αναπαραγωγή είναι καλή, ενώ έχουν και υψηλή αποδοτικότητα. Έχουν συνήθως χαμηλή θερμοκρασία χρώματος αλλά παρουσιάζονται και σε ουδέτερους τόνους.

### **Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου (Mercury Vapour)**

Είναι είτε ωσειδείς είτε σωληνοειδείς λαμπτήρες που περιέχουν έναν σωληνώδες βολβό. Το εσωτερικό του βολβού είναι επικαλυμμένο με μία στρώση από φθορίζοντα υλικά και υψηλής πίεσης ατμών υδραργύρου. Για να λειτουργήσουν σωστά χρειάζονται έναν ρυθμιστή ρεύματος (ballast) για να προσαρμόσουν την κύρια παροχή ρεύματος στις ανάγκες του λαμπτήρα. Στις ιδιότητές τους συμπεριλαμβάνονται η λειτουργία μακράς διάρκειας, η υψηλή φωτιστική αποδοτικότητα φωτισμού και ο αποδεκτός δείκτης χρωματικής απόδοσης (Color Rendering Index CRI). Ο τόνος του φωτισμού είναι γαλαζωπόχρυσος αν και υπάρχουν κάποια φθορίζοντα υλικά που δίνουν στο φως ένα πιο ζεστό τόνο. Χρησιμοποιούνται κυρίως στο φωτισμό εξωτερικών χώρων όπως πεζόδρομοι, πάρκα, κήποι, δρόμοι κλπ.

### **Metal Halide λαμπτήρες με διόρθωση χρώματος (Colour-corrected Metal Halide Lamps)**

Αυτοί οι λαμπτήρες παράγονται με την πρόσθεση μίας σειράς ενώσεων αλογόνου με κάποιο στοιχείο ή ρίζα στον ατμό υδραργύρου, δίνοντας τους καλύτερη χρωματική αναπαραγωγή. Η διάρκεια ζωής τους είναι σύντομη εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται μέσω των ηλεκτροδίων, ενώ οι θερμοκρασίες χρώματος είναι υψηλότερες από αυτές των λαμπτήρων με ατμούς υδραργύρου. Παρ' όλη αυτά η αποδοτικότητά τους είναι υψηλή. Χρησιμοποιούνται όπου απαιτείται υψηλής ποιότητας φωτισμός, όπως σε αθλητικούς χώρους, τηλεοπτικά στούντιο, αίθουσες εκθέσεως έργων τέχνης, κ.λπ.

### **Λαμπτήρες υψηλής πίεσης ατμών νατρίου (High-pressure Sodium Vapour)**

Αυτός ο τύπος λαμπτήρα είναι παρόμοιος με τους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου και έχει παρόμοια διάρκεια ζωής. Όμως, οι λαμπτήρες νατρίου χρειάζονται ένα σύστημα έναρξης για να λειτουργήσουν. Η υποκίνηση αυτή τους δίνεται μέσω συσκευών έναρξης, οι οποίες ορισμένες φορές είναι ενσωματωμένες μέσα στο φωτιστικό. Η θερμοκρασία χρώματος τους είναι χαμηλή, ενώ και η αποδοτικότητά τους έχει ως ανταγωνιστή μόνο τους λαμπτήρες χαμηλής πίεσεως ατμών νατρίου. Οι λαμπτήρες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για φωτισμό δρόμων με πολύ καλό αποτέλεσμα.

### **Λαμπτήρες χαμηλής πίεσης ατμών νατρίου (Low-pressure Sodium Vapour)**

Αυτοί οι λαμπτήρες σε αντίθεση με τους άλλους τύπους λαμπτήρων εκκένωσης, κυκλοφορούν μόνο με υποδοχή για μπαγιονέτ. Επιπλέον, χρειάζονται βοηθητικό εξοπλισμό για να παράγουν την πολύ υψηλή τάση που χρειάζεται για να λειτουργήσουν. Οι λαμπτήρες αυτοί έχουν υψηλή φωτιστική αποδοτικότητα, αλλά η θερμοκρασία χρώματος είναι πολύ χαμηλή. Αυτός ο τύπος λαμπτήρα χρησιμοποιείται συνήθως σε τούνελ, διαβάσεις, εισόδους, δρόμους και γενικότερα όπου οι χρωματικές απαιτήσεις δεν είναι ιδιαίτερες.

## Φωτιστικά

Η κύρια λειτουργία των φωτιστικών είναι να διανέμουν την ένταση της φωτεινής ροής του λαμπτήρα, προσαρμόζοντας την φυσική διανομή του φωτισμού (προς όλες τις κατευθύνσεις) στις ανάγκες τις κάθε ειδικής περίπτωσης, αυξάνοντας την ένταση εκεί όπου χρειάζεται περισσότερος φωτισμός, όπως στους εργασιακούς χώρους και μειώνοντας την σε χώρους όπου θα μπορούσε να προκληθεί θάμβωση ή οπτική δυσφορία.

### Απόδοση των φωτιστικών

Τα πιο σημαντικά ενεργειακά χαρακτηριστικά των φωτιστικών είναι η συνολική τους απόδοση και ο τρόπος που κατευθύνουν το φωτισμό μέσω των ανακλαστών και των λαμπτήρων που περιέχουν.

Η επίδοση των φωτιστικών είναι η σχέση μεταξύ της έντασης της φωτεινής ροής που δημιουργείται και του φωτισμού που παράγεται από τον λαμπτήρα ή τους λαμπτήρες που περιέχει. Αυτή η επίδοση όμως δεν είναι μέτρο σύγκρισης της απόδοσής τους. Για παράδειγμα ένας γυμνός λαμπτήρας φθορίου τοποθετημένος σε μια απλή ράγα τοποθέτησης παράγει φωτισμό προς όλες σχεδόν τις κατευθύνσεις και εξ' ορισμού 46 παρουσιάζει υψηλή επίδοση σαν φωτιστικό μα χαμηλή απόδοση φωτισμού προς την επιφάνεια εργασίας. Αν ο ίδιος λαμπτήρας τοποθετηθεί σε έναν κατάλληλο ανακλαστήρα, θα μπορούσε το φως να συγκεντρωθεί προς την επιφάνεια εργασίας, αυξάνοντας έτσι την απόδοση του φωτισμού. Παρακάτω δίνονται κάποια παραδείγματα για να συγκρίνουμε την συνολική επίδοση ενός φωτιστικού καθώς και την απόδοση του φωτισμού προς την επιφάνεια εργασίας. Μία ολοκληρωμένη εκτίμηση της απόδοσης ενός φωτιστικού πρέπει να λαμβάνει υπόψη και την χρήση του. Η εκτίμηση αυτή καθορίζεται από τη σχέση της μέσης φωτεινότητας ( $lux=lumens/m^2$ ) πάνω στην επιφάνεια εργασίας με την ένταση της φωτεινής ροής που έχει εγκατασταθεί ανά τετραγωνικό μέτρο ( $lumens/m^2$  σε εγκατεστημένους λαμπτήρες). Η γεωμετρία και η ανακλαστικότητα της επιφάνειας του φωτιστικού, σε συνδυασμό με την απόδοση της φωτεινότητας και της διανομής της φωτεινής ροής καθορίζουν την χρήση του στην εγκατάσταση φωτισμού.

### Απόδοση ενέργειας σε εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού

Η φωτεινή ενεργειακή απόδοση μιας πηγής φωτός υποδηλώνει την εκπεμπόμενη φωτεινή ροή ανά μονάδα ηλεκτρικής κατανάλωσης κατά τη διάρκεια παραγωγής της. Μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε φωτεινή ενέργεια για την απαραίτητη οπτική επίδοση που χρειάζεται, για να επιτευχθεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο φωτισμού, κάτι το οποίο εξαρτάται τόσο από ποσοτικούς παράγοντες (βαθμίδες φωτισμού) όσο και από ποιοτικούς παράγοντες, όπως το χρώμα, το μοντέλο, κ.λπ. Για

τον λόγο αυτό η συνολική απόδοση μίας εγκατάστασης φωτισμού θα ορισθεί ως η σχέση μεταξύ της οπτικής επίδοσης και της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει. Επομένως, αύξηση της συνολικής απόδοσης της εγκατάστασης φωτισμού πρέπει να επιτυγχάνεται, χωρίς να επηρεάζει τις οπτικές επιδόσεις που απαιτούνται τόσο από ποσοτικής όσο και από ποιοτικής πλευράς. Εάν προκύψει το αντίθετο, τότε το προερχόμενο από την έλλειψη οπτικής ποιότητας κόστος συνήθως είναι υψηλότερο από την εξοικονόμηση ενέργειας.

### **Αυξάνοντας την ενεργειακή απόδοση στις εγκαταστάσεις φωτισμού**

Όταν μελετάμε τρόπους βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, είναι φρόνιμο να κάνουμε μια διαφοροποίηση μεταξύ των προϋπαρχόντων εγκαταστάσεων και αυτών που έχουν μόλις δημιουργηθεί. Επειδή οι παρεμβάσεις σε μια ήδη υπάρχουσα εγκατάσταση μπορεί συνήθως να είναι περιορισμένου εύρους είναι πιθανό να προταθεί ακόμα και ανακατασκευή. Παρόλα αυτά υπάρχουν επιμέρους παρεμβάσεις οι οποίες με ένα χαμηλότερο κόστος θα μπορούσαν να έχουν σημαντικές εξοικονομήσεις στη κατανάλωση ενέργειας.

### **Αυξάνοντας την ενεργειακή απόδοση σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις**

Σε αυτές τις εγκαταστάσεις γίνεται πρώτα από όλα ανάλυση της παρούσας κατάστασης και ακολουθείται η εξής μεθοδολογία:

- **Ανάλυση της προϋπάρχουσας κατάστασης**

**Έλεγχος φωτισμού:** Η βασική ιδέα είναι πως ο φωτισμός θα είναι σε λειτουργία μόνο όταν είναι απαραίτητος και πως θα υπάρχει δυνατότητα μη λειτουργίας όταν η χρήση τεχνητού φωτισμού δεν είναι απαραίτητη. Υπάρχουν αρκετοί τύποι εξαρτημάτων που καθιστούν το παραπάνω δυνατό. Δείγματα από τα εξαρτήματα αυτά ακολουθούν παρακάτω:

- Φωτοηλεκτρικά κύτταρα, χρονοδιακόπτες, ανιχνευτές κινήσεων, ηλεκτρονικά προγραμματιζόμενοι διακόπτες. Αυτοί οι διακόπτες λειτουργούν βάση μιας καθιερωμένης ρουτίνας, ενός συγκεκριμένου επίπεδου φωτισμού ή απλούστερα μέσω παρακολούθησης κινήσεων για να ανάψουν ή να κλείσουν ένα φωτιστικό. Αστρονομικοί διακόπτες είναι ένα είδος ηλεκτρονικού προγραμματιζόμενου διακόπτη ο οποίος απομνημονεύει τις ώρες που πρέπει να ανάψει ή να κλείσει ένα φωτιστικό σαν συνάρτηση της ανατολής και δύσης του ηλίου.
- Εγκατάσταση ηλεκτρονικού ρυθμιστή. Αυτές είναι συσκευές που μειώνουν το ποσό της ενέργειας που καταναλώνεται μειώνοντας την παροχή τάσης. Αυτός ο τύπος συσκευών περιλαμβάνει ρυθμιστές τάσης, οι οποίοι όχι μόνο μειώνουν την τρέχουσα παροχή αλλά και σταθεροποιούν την τάση, επιτυχά-

νοντας έτσι μεγαλύτερες εξοικονομήσεις και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής

- Ζώνες φωτισμού και διακόπτες που επιτρέπουν επιλογή φωτισμού στο χώρο χρήσης τους.

Απόδοση της έντασης φωτισμού: Τα πιο συνθησιμένα μέτρα είναι η αντικατάσταση των λαμπτήρων και φωτιστικών από άλλους λαμπτήρες και φωτιστικά μεγαλύτερης απόδοσης, η μείωση των ανακλαστήρων διάχυσης και ο καθαρισμός και συντήρηση των εγκαταστάσεων του φωτισμού. Απόδοση των λαμπτήρων: Συνήθως γίνονται οι εξής αντικαταστάσεις:

- Λαμπτήρες φθορισμού (χαμηλής κατανάλωσης) αντί των λαμπτήρων πυρακτώσεως. Και οι δύο τύποι λαμπτήρων παρουσιάζουν τις ίδιες υποδοχές, γι' αυτό και δεν υπάρχει κόστος προσαρμογής. Επιπλέον, ο χρόνος ζωής των λαμπτήρων φθορισμού είναι τουλάχιστον 6.000 ώρες, έξι φορές μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο των λαμπτήρων πυρακτώσεως. Χρησιμοποιώντας λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης, μπορεί το ενεργειακό κόστος να μειωθεί κατά 60 έως και 70%.
- Μικρής διαμέτρου λαμπτήρες φθορισμού (διάμετρος 26mm) με τριφασφορική τεχνολογία αντί για τους συμβατικούς λαμπτήρες (διάμετρος 38mm). Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης είναι περίπου 10%.
- Υψηλής πίεσης λαμπτήρες ατμών νατρίου αντί για υδραργύρου. Οι υψηλής πίεσης λαμπτήρες ατμών νατρίου καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια για την ίδια φωτεινή απόδοση σε σύγκριση με τους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου. Και οι δύο τύποι λαμπτήρων μπορούν να λειτουργήσουν με τον ίδιο ρυθμιστή ρεύματος (ballast) οπότε προσφέρονται για άμεση αντικατάσταση με μια εξοικονόμηση της τάξεως του 15 %.

**Ηλεκτρικές απώλειες:** Ανάλογα με την συγκεκριμένη αιτία απωλειών θα πρέπει να εφαρμοστεί και το κατάλληλο μέτρο. Ανάμεσα στις πιο διαδεδομένες λύσεις είναι:

- Η εγκατάσταση πυκνωτών σε εγκαταστάσεις με υψηλή κατανάλωση ισχύος λόγω επαγωγής.
- Η επισκευή ηλεκτρικών γραμμών
- Τροποποίηση τμημάτων των αγωγών
- Ενσωμάτωση βοηθητικών εξοπλισμών με χαμηλές απώλειες. Αυτοί οι εξοπλισμοί συμπεριλαμβάνουν τον ηλεκτρονικό ρυθμιστή (ballast) που είναι ενσωματωμένος σε λαμπτήρες φθορισμού. Τέτοια ηλεκτρονικά εξαρτήματα αντικαθιστούν τα παραδοσιακά συστήματα έναρξης με επαγωγικό ρεύμα και μπορούν να επιτύχουν ενεργειακές εξοικονομήσεις μέχρι και 30 %. Υπάρχουν

επιπρόσθετα πλεονεκτήματα όπως η προσαρμογή του φωτισμού σε συγκεκριμένα επίπεδα και τροφοδότηση ενέργειας υψηλής συχνότητας που εγγυάται έναρξη χωρίς τρεμόπαισμα του φωτισμού και αθόρυβη λειτουργία, αυξάνοντας τη ζωή του λαμπτήρα.

### **Αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε νέες εγκαταστάσεις**

Σε νέες κατασκευαστικά εγκαταστάσεις η μεθοδολογία συνοπτικά είναι η εξής:

- **Καθορισμός του επιπέδου του φωτισμού σε κάθε περιοχή**

Τα επίπεδα φωτισμού θα πρέπει να είναι ανάλογα με την χρήση των χώρων που θα πραγματοποιηθεί αφού μία αύξηση στο επίπεδο φωτισμού δεν θα συνεπάγεται βελτίωση της απόδοσης αλλά αύξηση του κόστους εγκατάστασης και κατανάλωσης ενέργειας. Η εγκατάσταση φωτισμού δεν πρέπει να είναι υπερμεγέθης σε σχέση με τις ανάγκες φωτισμού.

- **Επιλογή του συστήματος φωτισμού**

Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ανθεκτικά φωτιστικά με μεγάλη διάρκεια ζωής και υψηλής ενεργειακής απόδοσης λαμπτήρες.

- **Ρυθμός χρήσης και ρύθμιση**

Πρέπει να χρησιμοποιούνται συστήματα ρύθμισης, κατάλληλα χωρισμένα σε ζώνες, για να διευκολύνεται η λειτουργία της εγκατάστασης ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση. Επίσης πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα προσαρμογής σε μελλοντικές τροποποιήσεις και αναβαθμίσεις.

### **Διαχείριση ενέργειας σε εγκαταστάσεις φωτισμού**

Ο σχεδιασμός ενός ενεργειακά αποδοτικού συστήματος φωτισμού πρέπει να είναι και το πρώτο βήμα κατά την εκτέλεση του έργου. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η εγκατάσταση φωτισμού θα χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια κάποιου χρονικού διαστήματος, είναι σημαντικό να υπάρχει σωστή ενεργειακή διαχείριση έτσι ώστε να μπορεί να ρυθμιστεί και να υπάρχει έλεγχος στη χρήση του φωτισμού, να βελτιώνεται η λειτουργία του, και να γίνονται διορθώσεις στις αποκλίσεις από την επίδοση που απαιτείται. Τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν κατά την διαχείριση των εγκαταστάσεων φωτισμού είναι τα παρακάτω:

- **Απογραφή των συσκευών**

Η ακριβής γνώση των συσκευών στην εγκατάσταση του συστήματος φωτισμού είναι απαραίτητη προϋπόθεση. Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να εκτελείται μία απογραφή του συστήματος φωτισμού η οποία θα πρέπει να περιέχει τουλάχιστον τα εξής στοιχεία:

- Τους τύπους των ήδη υπαρχόντων φωτιστικών

- Τους τύπους και την ισχύ των εγκατεστημένων λαμπτήρων
- Τους τύπους των βοηθητικών εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται
- Την κατάσταση και τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών γραμμών

### ● Καθορισμός των χρονικών ορίων χρήσης της εγκατάστασης

Οι εργασιακοί κύκλοι του συστήματος φωτισμού μπορεί να ποικίλουν σημαντικά μεταξύ των πολλών και διαφορετικών αναγκών. Οι κύκλοι μπορεί να είναι ομοιόμορφοι, δηλαδή όλα τα φώτα να ανάβουν και να σβήνουν μαζί ή πιο περίπλοκοι όπου τα φώτα αναβοσβήνουν κατά ζώνες. Επομένως μπορεί να οριστούν διάφοροι κύκλοι χρήσης το

### ● Εγκατάσταση ενός προγράμματος συντήρησης του συστήματος φωτισμού

Η σωστή συντήρηση του συστήματος φωτισμού θα διευκολύνει το σύστημα στο να παραμένει αποδοτικό κατά το πέρασμα του χρόνου, δίχως να αυξάνεται η κατανάλωσή του σε ενέργεια. Για την σωστή συντήρηση συνιστάται να γίνονται περιοδικές μετρήσεις των επιπέδων φωτισμού. Τα παρακάτω είναι τα πιο συνηθισμένα καθήκοντα:

- Αντικατάσταση του λαμπτήρα όταν αρχίζει να γίνεται φανερό η μείωση φωτισμού ή στο τέλος του μέσου χρόνου ζωής του.
- Καθαρισμός των φωτιστικών.
- Καθαρισμός των καλυμμάτων των φωτιστικών σε εσωτερικό φωτισμό.
- Εντοπισμός και επισκευή ελαττωμάτων και βλαβών.

### ● Παρακολούθηση κατανάλωσης και εξόδων

Όσο σημαντική είναι η συντήρηση του συστήματος, τόσο σημαντικός είναι και ο περιοδικός έλεγχος της κατανάλωσής του. Ο εντοπισμός παρεκκλίσεων στην κατανάλωση, εφόσον ληφθούν υπόψη οι αναμενόμενες κατανάλώσεις, διευκολύνει τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας του συστήματος και τον εντοπισμό ανωμαλιών. Το επόμενο μέτρο που μπορεί να οδηγήσει σε περιορισμό των οικονομικών εξόδων άμεσα, είναι η παρακολούθηση των οικονομικών παραμέτρων, των λογαριασμών.

### ● Η διαδικασία διαχείρισης ενέργειας

Η διαδικασία διαχείρισης ενέργειας είναι μια συνεχόμενη διαδικασία με ελάχιστη περιοδικότητα η οποία πρέπει να συμπίπτει με την περίοδο πληρωμής των λογαριασμών.

### Έλεγχος τεχνητού φωτισμού

Εάν ένα σύστημα φωτισμού είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να εξοικονομεί ενέργεια τότε είναι σημαντικό ο τεχνητός φωτισμός να μην είναι σε λειτουργία για όσο χρόνο ο φυσικός φωτισμός παρέχει ικανοποιητικά επίπεδα φωτισμού. Για παράδειγμα είναι κοινή λογική για ένα μεγάλο αριθμό φωτιστικών σε ένα χώρο εργασίας να υπάρχουν ένας ή δύο ηλεκτρικοί διακόπτες κοντά στις εξόδους. Το πρώτο άτομο που εισέρχεται

στο χώρο ένα σκοτεινό χειμωνιάτικο πρωινό ανάβει όλα τα φώτα. Όσο προχωρά η μέρα και γίνεται πιο φωτεινή είναι πιθανό ότι κανείς δεν θα παρατηρήσει ότι τα φώτα είναι ανοικτά ή δεν θα ασχοληθεί με αυτά και δεν θα σκωθεί για να τα κλείσει. Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι να κατανεμηθούν διακόπτες κοντά στους χρήστες. Η πρόσβαση σε αυτούς είναι πολύ σημαντική. Διακόπτες με σχοινάκι από το φωτιστικό μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν δεν υπάρχουν εσωτερικά χωρίσματα ή ακόμα και τηλεχειριζόμενοι διακόπτες ανεξάρτητα με την ύπαρξη εσωτερικών χωρισμάτων. Τέτοιου είδους τοπικοί διακόπτες έχουν σαν αποτέλεσμα μέχρι και 20% εξοικονόμηση.

Μια άλλη λύση είναι να παρέχονται μειωμένα επίπεδα φωτισμού από το γενικό σύστημα φωτισμού με ανεξάρτητες εντολές για τα επίπεδα φωτεινότητας για κάθε χώρο εργασίας.

Όλες οι παραπάνω λύσεις ανήκουν σε χειροκίνητα συστήματα ελέγχου τα οποία εξαρτώνται από την ανθρώπινη αντίληψη για τα επίπεδα φωτισμού και σε ατομικές πράξεις. Απλά αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου μπορούν να προσφέρουν σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση.

Επιμέρους συσκευές που αποτελούν ένα αυτοματοποιημένο σύστημα ελέγχου είναι:

**Χρονοδιακόπτες:** Οι χρονοδιακόπτες κλείνουν τα φώτα κατά το μεσημεριανό διάλειμμα και γεύμα, στο τέλος της ημέρας ή της νύκτας. Οι χρήστες επιστρέφοντας μπορούν να ανάψουν τα φώτα πάλι μόνο όταν είναι αναγκαίο.

**Διακόπτες καθυστέρησης:** Ένα άτομο ανάβει ένα φως και το σύστημα τον κλείνει μετά από έναν προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Αυτό όμως είναι ενοχλητικό και μπορεί να είναι επικίνδυνο. Μια εναλλακτική λύση είναι να χρησιμοποιείται ο διακόπτης καθυστέρησης μαζί με έναν αισθητήρα παρουσίας.

**Αισθητήρες κίνησης ή ανίχνευσης ηλεκτρικού σήματος:** Αυτοί οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε ενδιάμεσους χώρους όπως είναι οι διάδρομοι, οι τουαλέτες και οι αποθήκες.

**Αισθητήρες φυσικού φωτισμού:** Οι αισθητήρες αυτοί βρίσκονται εξωτερικά ή εσωτερικά του κτιρίου ανάβοντας ή μεταβάλλοντας την ένταση του τεχνητού φωτισμού ανάλογα με τα επίπεδα του φυσικού φωτισμού. Τα συστήματα αυτά συνοδεύονται συχνά με μηχανισμούς καθυστέρησης.

### Κόστος εγκατάστασης

Το πραγματικό οικονομικό κόστος των συστημάτων φωτισμού απαιτεί επιμελή ανάλυση όπου θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται τα παρακάτω:

- Το κόστος των συσκευών φωτισμού
- Το κόστος εγκατάστασης (εργατικά και επιπρόσθετα υλικά)
- Κόστος αντικατάστασης λαμπτήρων
- Κόστος συντήρησης, καθαρισμού και αντικατάστασης (εργατικά)

## 1.5 ΤΟ ΕΞΥΠΝΟ ΣΠΙΤΙ ΚΑΙ ΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ

Τρεις είναι οι βασικοί παράγοντες που ωθούν όλο και περισσότερους κατασκευαστές, αλλά και ιδιοκτήτες, να υιοθετούν τις αρχές λειτουργίας του «έξυπνου» κτιρίου και τις νέες τεχνολογίες αυτοματοποίησης, που διαρκώς γίνονται διαθέσιμες στην αγορά:

- Η άνοδος του βιοτικού επιπέδου δημιουργεί μεγαλύτερες ανάγκες για άνετες, ποιοτικές συνθήκες διαβίωσης στους χώρους εργασίας και κατοικίας.
- Οι ιδιαίτερες ανάγκες που έχουν ομάδες πληθυσμού, π.χ. άτομα με νοητικά και κινητικά προβλήματα, ηλικιωμένοι κ.τ.λ.
- Η ολοένα αυξανόμενη περιβαλλοντική συνείδηση των πολιτών και η ανησυχία για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, δημιουργεί την ανάγκη για την εξοικονόμηση ενέργειας και την ορθολογική διαχείριση κάθε κτιριακού συστήματος.

Γενικά το έξυπνο σπίτι δεν είναι και τόσο διαδεδομένο στο ευρύ κοινό, τουλάχιστον για την Ελλάδα, όσο στα υπόλοιπα τεχνολογικά όσο και οικονομικά ανεπτυγμένα κράτη (π.χ. ΑΜΕΡΙΚΗ, ΙΑΠΩΝΙΑ και άλλα). Το πρώτο οργανωμένο project για το έξυπνο σπίτι, ξεκίνησε στις αρχές του 1980 ως ένα εγχείρημα για το Εθνικό Κέντρο Έρευνας της Εθνικής Ένωσης Κατασκευαστών Σπιτιών στις ΗΠΑ (National Research Center of the National Association of Home Builders-NAHB).

### Ορισμός έξυπνου σπιτιού

Είναι ένας φυσικός χώρος που διαθέτει διασυνδεδεμένα μεταξύ τους διάφορα υποσυστήματα, όπου με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού και ειδικών χειριστηρίων για τον έλεγχο τους παραγοντοποιούνται και συνεργάζονται μεταξύ τους σαν ένα. Το έξυπνο σπίτι λοιπόν είναι ένας χώρος φυσικός ο οποίος διαθέτει τεχνητή νοημοσύνη, το οποίο ελέγχει, συγκρίνει, εκτελεί, απορρίπτει, ενημερώνει, ενημερώνεται, λειτουργεί εντελώς αυτόματα ή κατά βούληση του ιδιοκτήτη ημιαυτόματα και χειροκίνητα.

### Συμβολή της τεχνολογίας στην κατασκευή έξυπνου σπιτιού

Υπάρχει μια τάση προς αυτοματοποίηση των λειτουργιών μιας κατοικίας. Σε αυτό έχει συμβάλει σημαντικά η ανάπτυξη της τεχνολογίας. Οι διάφοροι τομείς της όπως η πληροφορική, η ηλεκτρονική, οι τηλεπικοινωνίες κ.α. μπορεί να είχαν προσφέρει λύσεις σε διάφορες περιπτώσεις, η καθεμία όμως στο πεδίο της. Η περαιτέρω εξέλιξη

της έχει ως αποτέλεσμα το συνδυασμό όλων αυτών των γνωστικών αντικειμένων με σκοπό την ανάπτυξη προόδου που ίσως κάποτε να μην αποτελούσε ούτε φαντασία για εμάς. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας όμως συμβάλλει και στην κατανάλωση χαμηλότερης ενέργειας. Αρκεί να φανταστούμε μια εποχή, που η ενέργεια της οικιακής χρήσης θα προέρχεται αποκλειστικά από το περιβάλλον, χρησιμοποιώντας μια σύγχρονη τεχνολογία που θα προσφέρει ασφάλεια, εξοικονόμηση ενέργειας, έλεγχο, άνεση και ευκολία. Η ευκολία, η απομακρυσμένη πρόσβαση, η άνεση και ο προσωπικός έλεγχος επί του οικιακού περιβάλλοντος αποτελούν τους κυριότερους τομείς όπου θα πρέπει να αναζητηθούν τα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης τεχνολογίας.

### Αυτοματισμοί έξυπνου σπιτιού

Οι αυτοματισμοί του σπιτιού απαρτίζουν όλες εκείνες τις τεχνολογίες που δίνουν την δυνατότητα στο σπίτι να έχει νοημοσύνη, να σκέφτεται και να εκτελεί αυτοματοποιημένες και έξυπνες λειτουργίες. Τα βασικά συστατικά στοιχεία της έννοιας των αυτοματισμών είναι πολυάριθμα και αυξάνουν κάθε μέρα. Συγκεκριμένα, ορισμένες από τις λειτουργίες ενός σπιτιού που μπορούν να αυτοματοποιηθούν με στόχο να γίνει εύχρηστο, άνετο και γρήγορο είναι:

- Σύστημα ασφάλειας
- Σύστημα παρακολούθησης
- Σύστημα φωτισμού / Day-light control
- Σύστημα ηλεκτρικών συσκευών (Κουζίνα, Θερμοσίφωνας, TV, Στερεοφωνικό, VIDEO, κλπ.)
- Σύστημα free cooling, αερισμού, πρόψυξης, προθέρμανσης
- Σύστημα ρολών-τεντών και θυρών
- Σύστημα διανομής δορυφορικού και τηλεοπτικού σήματος
- Σύστημα διανομής εικόνας και ήχου
- Σύστημα κεντρικής διαχείρισης και εποπτείας
- Σύστημα ποτίσματος
- Σύστημα πυρανίχνευσης και πλημμύρας

### Συστήματα ασφαλείας

Έξυπνο σπίτι χωρίς ασφάλεια δεν υπάρχει, και ας δοθούν τεράστια ποσά σε έλεγχο ρολών και φωτισμού, σε πανάκριβες οθόνες και σκηνές φωτισμού. Υπάρχουν πολλοί και ισχυροί λόγοι για την εγκατάσταση ενός συστήματος ασφαλείας. Μια κατοικία χω-

ρίς σύστημα ασφαλείας είναι σαφώς ευκολότερος στόχος και η ύπαρξή του λειτουργεί αποτρεπτικά.

Αυξάνεται το αίσθημα ασφάλειας, ειδικά όταν βρισκόμαστε εντός κατοικίας όπως επίσης και η αποτελεσματικότητα άλλων μέτρων ασφαλείας που έχουμε λάβει. Το σύστημα αυτό μπορεί εκτός από τη διάρρηξη να μας ειδοποιήσει για ένα πλήθος άλλων συμβάντων.

Με το σύστημα ασφάλειας οι ένοικοι μπορούν:

- Να ειδοποιηθούν ότι επιχειρείται διάρρηξη και να προκληθεί πανικός στους επίδοξους διαρρηκτές. Η σειρήνα θα ειδοποιήσει τους ενοίκους και τους γείτονες για την διάρρηξη, ενώ παράλληλα θα επιτείνει το αίσθημα πανικού στον διαρρηκτή. Ο τηλεφωνητής του συστήματος θα ειδοποιήσει τον ιδιοκτήτη στο κινητό του τηλέφωνο, ενώ ο κωδικοποιητής θα ενημερώσει το Κέντρο Λήψεως Σημάτων και αν έχει γίνει σχετική συνεννόηση θα ειδοποιηθεί και η αστυνομία
- Αν αντιληφθούν ύποπτους θορύβους, κατά τη διάρκεια της νύχτας, να πραγματοποιήσουν φωταψία σε ολόκληρη την ιδιοκτησία με ένα “click” πάνω από το προσκέφαλο του κρεβατιού τους.
- Να διακόψουν την παροχή ρεύματος σε ορισμένες ή όλες τις πρίζες, προκειμένου να προστατέψουν μικρά παιδιά από κίνδυνο ηλεκτροπληξίας, αλλά και τις stand-by συσκευές όταν το επιθυμούν, ή αυτόματα όταν πηγαίνουν για ύπνο.
- Να ειδοποιούνται όταν βρίσκονται εντός ή εκτός του σπιτιού για συναγερμό παραβίασης, πλημμύρα, πυρκαγιά, ισχυρό άνεμο, υπερθέρμανση Ζεστού Νερού Χρήσης ή ηλεκτρικού πίνακα, παγετού, βροχής και επικίνδυνης υγρασίας σε σχέση με τη θερμοκρασία.
- Να ενημερώνονται όταν το σύστημα διαγνώσει οποιαδήποτε βλάβη στον εξοπλισμό.

## Σύστημα παρακολούθησης

Δίνεται στον ένοικο η δυνατότητα να ελέγξει την κατοικία του μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή είτε βρίσκεται μέσα στην κατοικία είτε οπουδήποτε στον κόσμο, συνδεδεμένος μέσω του Διαδικτύου (Internet). Έτσι μέσω του υπολογιστή έχει οπτική αναπαράσταση των λειτουργιών της κατοικίας του. Αυτό επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση μίας ή περισσότερων καμερών, μεταφέροντας την εικόνα τους στον υπολογιστή (εντός της κατοικίας ή οπουδήποτε στον κόσμο) ή στο έξυπνο κινητό (smartphone) του. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό η κατοικία, ιδίως όταν υπάρχουν μικρά

παιδιά και απουσιάζει ή όταν πληροφορηθεί μέσω υπολογιστή ή κινητού τηλεφώνου ότι κάποιο έκτακτο γεγονός συμβαίνει, όπως για παράδειγμα παραβίαση από άγνωστο άτομο. Υπάρχει ακόμη και η δυνατότητα καταγραφής των εικόνων αυτών οι οποίες αποστέλλονται στη συνέχεια μέσω Διαδικτύου (Internet) στο ηλεκτρονικό του ταχυδρομείο. Τέλος, μπορεί να δει και εικόνες λίγο πριν από την παραβίαση ενός άγνωστου ατόμου, πράγμα ιδιαίτερης σημασίας, δίνοντας του σε κάποιες περιπτώσεις τη δυνατότητα να παρέμβει

## Σύστημα φωτισμού

Οι λαμπτήρες φέρουν πλέον ενεργειακή ταυτότητα όπως και τα κλιματιστικά και οι υπόλοιπες συσκευές, και σίγουρα αυτό είναι κάτι που θα πρέπει να μας απασχολεί και άρα να το απαιτούμε την ώρα που ζητάμε τον λαμπτήρα στο Super-Market ή στο κατάστημα ηλεκτρικών ειδών. Ωστόσο ένα σύστημα που “σκέφτεται” μας αποτρέπει να τους χρησιμοποιούμε, όταν δεν το χρειαζόμαστε, να κάνει πραγματική εξοικονόμηση ενέργειας όταν είναι ρυθμιζόμενης έντασης (dimming), και η ένταση φωτεινότητας να είναι ανάλογη της ενέργειας που καταναλώνουν και όχι ανεξάρτητη από αυτή. Επίσης ένα έξυπνο σύστημα μπορεί να αυτορυθμίζεται με βάση τον φυσικό φωτισμό, ώστε να κρατάει σταθερά τα lux στην επιφάνεια εργασίας που επιθυμούμε, χωρίς τη δική μας παρέμβαση (Day-light control). Εδώ αυτό που πρέπει να θυμόμαστε για ορισμένες κατηγορίες λαμπτήρων όπως οι φθορισμού, χρειάζεται να διαθέτουν ηλεκτρονικό ballast, άλλο για απλό on/off και άλλο για dimming. Ανεξάρτητα από τον τύπο των λαμπτήρων το σύστημα ρυθμίζει το επίπεδο φωτισμού στην επιθυμητή τάση διατηρώντας έτσι τον συνδυασμό άνεσης και οικονομίας στα πιο υψηλά επίπεδα.

Οι δυνατότητες που έχει το σύστημα είναι οι εξής:

- Άνοιγμα και κλείσιμο οποιασδήποτε πηγής φωτισμού σε προγραμματισμένα διαστήματα και σε καθορισμένες ώρες και μέρες, σύμφωνα με την ύπαρξη συγκεκριμένων συνθηκών ή τυχαία. Για παράδειγμα όταν οι ένοικοι βρίσκονται σε ένα δωμάτιο, έχουν προσκεκλημένους, κατά τη διάρκεια του γεύματος, η στην παρακολούθηση μιας ταινίας τα φώτα αλληλίζουν σύμφωνα με τη διάθεση τους. Το βράδυ κατά την είσοδο τους σε επιλεγμένα δωμάτια το σύστημα ανάβει αυτόματα το φως και θα το σβήσει μετά που θα διαπιστώσει ότι δεν είναι κανείς πλέον στο δωμάτιο. Επίσης, κατά την διάρκεια της νύχτας τα φώτα στους διαδρόμους ή τα λουτρά ανάβουν αυτόματα όταν διακρίνουν κίνηση στο χώρο. Ακόμη, το σύστημα μπορεί αυτόματα να ανάβει τα φώτα του περιβάλλοντος χώρου όταν η φωτομετρία θα δείχνει σούρουπο και να τα κλείνει όταν ξημερώνει.

- Προσημείωση της ανθρώπινης παρουσίας όταν οι ένοικοι λείπουν από το σπίτι, για την πρόληψη παραβίασης. Για παράδειγμα όταν εντοπιστεί κάποια ύποπτη κίνηση ανάβουν αυτομάτως τα φώτα στο σημείο αυτό
- Ρύθμιση της έντασης του φωτισμού στα κατάλληλα σημεία(συνήθως το σαλόνι και το υπνοδωμάτιο). Ο ένοικος μπορεί να αυξάνει ή να μειώνει την ένταση του φωτισμού κρατώντας πατημένο το διακόπτη μέχρι να πετύχει την επιθυμητή ένταση.

Σίγουρα αρκετές λειτουργίες μπορούν να ελεγχθούν από ένα μόνο διακόπτη, ενώ η ίδια λειτουργία μπορεί να ελεγχθεί από διάφορα σημεία και από διαφορετικές συσκευές. Οι ένοικοι μπορούν επίσης να ελέγχουν πολλές διαφορετικές ζώνες φωτισμού από έναν προγραμματιζόμενο διακόπτη, να ελέγχουν τα φώτα ακόμα και αν βρίσκονται μακριά από το σπίτι με τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή ή μέσω του σταθερού/κινητού τηλεφώνου.

## Σύστημα ηλεκτρικών συσκευών

Με το σύστημα των οικιακών συσκευών δίνεται η δυνατότητα να ελέγχονται ομάδες συσκευών από ένα σημείο (διακόπτη). Για παράδειγμα, οι ένοικοι:

- Όταν ξυπνάνε το πρωί μπορούν να βρουν ζεστό νερό χρήσης για να απολαύσουν το μπάνιο τους, και τον καφέ τους έτοιμο την ώρα που επιθυμούν.
- Μπορούν να ακούσουν την αγαπημένη τους μουσική η οποία θα διαχέεται στους χώρους που εκείνοι έχουν επιλέξει.
- Έχουν τη δυνατότητα μέσω ασύρματης οθόνης να επιλέξουν τη μουσική που επιθυμούν στο υπνοδωμάτιο ενώ τα παιδιά έχουν τον ραδιοφωνικό σταθμό της επιλογής τους να παίζει, και ενώ η σύζυγος ακούει ραδιόφωνο στο καθιστικό.
- Μπορούν να ελέγξουν τις συσκευές και όταν βρίσκονται μακριά από το σπίτι με τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή ή μέσω του σταθερού/κινητού τηλεφώνου.
- Εισάγοντας μια ταινία σε κάποιο DVD Player στο σαλόνι, εκείνη μπορεί να προβληθεί σε οποιαδήποτε συσκευή τηλεόρασης στο σπίτι.

## Σύστημα FREE COOLING, Αερισμού, Πρόψυξης, Προθέρμανσης

Με τον έλεγχο οποιουδήποτε ηλεκτρολογικού ή μηχανολογικού εξοπλισμού και την ενεργοποίηση σεναρίων για την επιλογή συγκεκριμένων λειτουργιών και προγραμμά-

των θέρμανσης, ψύξης και εξαερισμού εξασφαλίζεται η διαβίωση σε ευχάριστες και άνετες περιβαλλοντικές συνθήκες.

- Είναι ένα σύστημα που σκέφτεται, φροντίζει έξυπνα να προκλιματίζει τον εσωτερικό χώρο, γνωρίζοντας τις εξωτερικές συνθήκες θερμοκρασίας-υγρασίας, ανέμου ή βροχής, οπότε εξοικονομεί ενέργεια αφού θέτει για λιγότερο χρόνο τον κλιματισμό σε λειτουργία και φροντίζει να ανανεώνει τον αέρα με φρέσκο όταν αυτό επιβάλλεται. Το ίδιο φροντίζει και τις ζεστές μέρες του χειμώνα, όπου η θέρμανση λειτουργεί όσο πρέπει.
- Δίνεται η δυνατότητα να ελέγχεται η θερμοκρασία σε κάθε δωμάτιο ανεξάρτητα, ανάλογα με την ώρα της ημέρας και την παρουσία ατόμων. Όρια θερμοκρασιών μπορούν να καθοριστούν για κάθε χώρο ανεξάρτητα ενώ οι θερμοκρασίες μπορούν να παρακολουθούνται από έναν κεντρικό σταθμό ελέγχου η τοπικά. Για παράδειγμα να παρέχεται θέρμανση τη νύχτα μόνο στα υπνοδωμάτια (ηλεκτρονικά ελεγχόμενη με sensors ανά δωμάτιο) ενώ η υπόλοιπη κατοικία να παραμένει στη ζώνη διατήρησης της θερμοκρασίας. Το αντίθετο μπορεί να προγραμματιστεί κατά τη διάρκεια της ημέρας.
- Αν ο ένοικος φύγει από ένα δωμάτιο και ξεχάσει το κλιματιστικό αναμμένο, η ενέργεια σπαταλιέται χωρίς λόγο. Κάποιες φορές, μάλιστα, αφήνει και το παράθυρο ανοιχτό, οπότε η σπατάλη μεγαλώνει. Τότε το σύστημα μπορεί, εάν το παράθυρο παραμένει ανοιχτό, μετά από εύλογο χρόνο για τον αερισμό του δωματίου, να κατεβαίνει το ρολό και το κλιματιστικό να σβήνει αυτόματα
- Επίσης αν το παράθυρο είναι κλειστό, αλλιώς δεν υπάρχει κανείς στο δωμάτιο για αρκετή ώρα, μπορεί η θερμοκρασία του δωματίου να χαμηλώνει αυτόματα το χειμώνα μέχρι τους 18οC ή ν> ανεβαίνει το καλοκαίρι μέχρι τους 28οC, ώστε όταν ξαναμπει κάποιος στο δωμάτιο, σε σύντομο χρονικό διάστημα, ο χώρος ν> αποκτήσει πάλη την επιθυμητή θερμοκρασία άνεσης.
- Οι αισθητήρες εξωτερικής θερμοκρασίας και έντασης ανέμου και ηλιακής ακτινοβολίας αντιλαμβάνονται π.χ. το χειμώνα ότι οι συνθήκες θα είναι για το επόμενο διάστημα ήπιες. Αμέσως τότε μπορούν να κλείσουν τη θέρμανση, πριν η εσωτερική θερμοκρασία φτάσει τη τιμή του θερμοστάτη. Αυτό το φαινόμενο συμβαίνει πάρα πολλές φορές στη Ελλάδα, και το κτίριο λόγω της σχετικής του θερμοκρασιακής αδράνειας δεν αντιλαμβάνεται εγκαίρως στο εσωτερικό ότι υπάρχει διαφορά των εξωτερικών συνθηκών.
- Με την ενσωμάτωση της ηλιακής θέρμανσης στο σύστημα μπορεί μόνο του να πραγματοποιεί τις απαραίτητες κινήσεις που θα αποδίδουν τα βέλτιστα οφέλη χωρίς την παρέμβαση του ιδιοκτήτη. Θα ενεργεί για πάντα, από μόνο του και μόνο αν υπάρξει δυσλειτουργία θα τον ενημερώνει.

- Τέλος κατά τη διάρκεια του ύπνου το «έξυπνο» σπίτι θα μπορούσε να ελέγχει τη θερμοκρασία και να τη ρυθμίζει στη βέλτιστη για τον ιδιοκτήτη τιμή.

## Σύστημα ρολών, Τεντών και Θυρών

Το «έξυπνο σπίτι» έχει τη δυνατότητα να αναλάβει πρωτοβουλίες

- Μπορεί να ανεβάσει ή να κατεβάσει τις τέντες των εξωτερικών χώρων ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες όπως, την ταχύτητα του ανέμου ή την ηλιοσφάινα, μέσω αισθητήρων.
- Όταν οι ένοικοι λείπουν από το σπίτι οι κουρτίνες και οι τέντες ανοίγουν και κλείνουν σε τυχαίες χρονικές στιγμές για να δηλώσουν εικονική παρουσία.
- Εάν ο ήλιος «καίει» το πάτωμα, το σύστημα θα κατεβάσει την ηλεκτρική τέντα, χωρίς ο ένοικος ν' ασχολείται μ' αυτό. Εάν, όμως, ο άνεμος απειλεί να σχίσει την τέντα, τότε θα τη μαζέψει και θα κατεβάσει το ρολό για να προστατέψει το πάτωμα.
- Τα ρολιά μπορούν να ελεγχθούν είτε ομαδικά, είτε ανεξάρτητα. Ο έλεγχος γίνεται με Μπουτόν ή τηλεχειριστήριο. Οι πόρτες και τα παράθυρα ελέγχονται με μαγνητικές επαφές ή ανιχνευτές θραύσης υαλοπινάκων. Τα στοιχεία αυτά σε συνδυασμό με τους ανιχνευτές κίνησης αποτελούν τα βασικά στοιχεία ενός συστήματος συναγερμού.
- Μπορούν να συνδυαστούν με τον έλεγχο θερμοκρασίας δωματίων έτσι ώστε η θέρμανση να είναι απενεργοποιημένη όταν το παράθυρο είναι ανοικτό. Επίσης με ειδικούς μηχανισμούς είναι δυνατό το άνοιγμα και κλείσιμο των πορτών και των παραθύρων.

## Σύστημα διανομής δορυφορικού & τηλεοπτικού σήματος

Με το σύστημα αυτό δίνεται η δυνατότητα αποστολής τηλεοπτικού σήματος, σε σημεία που προβλέπεται η προσθήκη μετάδοσης τηλεφωνικού σήματος, όπου υπάρχει δυνατότητα μεταφοράς εικόνας σε οποιαδήποτε τηλεοπτική συσκευή.

Σύμφωνα με το σύστημα διανομής δορυφορικού και τηλεοπτικού σήματος:

- Αν ο ένοικος έχει δορυφορική τηλεόραση μπορεί να στείλει την εικόνα σε οποιαδήποτε τηλεόραση του σπιτιού, όχι μόνο σε μία, στην οποία συνδέεται ο αποκωδικοποιητής.
- Αν κάποιος χτυπάει το κουδούνι από την εξώπορτα της πολυκατοικίας ή του διαμερίσματος, ο ένοικος μπορεί να μεταφέρει την εικόνα της θυροτηλεό-

ρασης ή της κάμερας (της εξώπορτας του διαμερίσματος) σε οποιαδήποτε τηλεόραση της κατοικίας και τον ήχο σε οποιαδήποτε τηλεφωνική συσκευή. Επομένως, αν κάποιος χτυπάει το κουδούνι τη νύχτα, δεν θα σηκωθεί από το κρεβάτι, αλλά θα έχει οπτική και ακουστική επαφή μαζί του από το σημείο που βρίσκεται. Θα τον βλέπει δηλαδή στην τηλεόραση του δωματίου του και θα συνομιλεί μαζί του από το τηλέφωνο του δωματίου του.

- Έτσι, εφ' όσον πρόκειται για γνωστό του άτομο, υπάρχει η δυνατότητα ν' ανοίξει την εξώπορτα της πολυκατοικίας χωρίς να σηκωθεί από το κρεβάτι ή και ακόμη, εάν έχει την κατάλληλη εξώπορτα στο διαμέρισμά του, μπορεί ν' ανοίξει ακόμη κι αυτήν.

### Σύστημα Διανομής εικόνας και ήχου

Το σύστημα αυτό αναφέρεται στη διανομή ήχου και εικόνας σε κάθε χώρο που επιθυμεί ο ένοικος, από μια κεντρική πηγή, όπως το στερεοφωνικό, TV, DVD, Video. Με το σύστημα διανομής εικόνας και ήχου ο κάτοικος μπορεί:

- Να απολαύσει την αγαπημένη του μουσική και εικόνα από οποιαδήποτε πηγή έχοντας τον απόλυτο έλεγχο. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που ξεχάσει να προγραμματίσει το video για να μαγνητοσκοπήσει την αγαπημένη του ταινία, μπορεί να το ενεργοποιήσει όπου και αν βρίσκεται μέσω του προσωπικού Υπολογιστή ή της τηλεφωνικής συσκευής και η εγγραφή θα αρχίσει.
- Να χρησιμοποιήσει το DVD player απ' οπουδήποτε, χωρίς να πηγαίνει στο δωμάτιο που είναι εγκατεστημένο. Για παράδειγμα, όταν κάποιος βρίσκεται στο υπνοδωμάτιο και επιθυμεί ν' ανάψει το DVD player, μπορεί ν' αλλιάξει λειτουργίες επ' αυτού και κάποια στιγμή να το σβήσει. Έτσι δεν απαιτείται να φύγει από το δωμάτιό του ούτε καν να σηκωθεί από το κρεβάτι του.

### Σύστημα κεντρικής διαχείρισης και εποπτείας

Η λειτουργία της εγκατάστασης του συστήματος κεντρικής διαχείρισης και εποπτείας, μπορεί να ελεγχθεί από διάφορα σημεία της εγκατάστασης, μέσω μιμικών διαγραμμάτων με led, οθόνες κειμένου, οθόνες επαφής με γραφικά, ενδεικτικά αναλογικών τιμών και σημάτων on/off κλπ. Μέσω κάποιας κινητής τηλεφωνίας ο ένοικος μπορεί επίσης να ελέγξει οποιαδήποτε συσκευή ή να ειδοποιηθεί από το σύστημα για την λειτουργική του κατάσταση

## Σύστημα ποτίσματος

Με το σύστημα ποτίσματος, δίνεται στον ένοικο η δυνατότητα να ποτίσει τον κήπο του ή το γκαζόν, μόνο όταν είναι απαραίτητο, σύμφωνα με την υγρασία του εδάφους και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Ή εάν έχει ξεχάσει να τον ποτίσει, έχει τη δυνατότητα να το κάνει από το γραφείο του μέσω της τηλεφωνικής γραμμής.

## Σύστημα πυρανίχνευσης και πλημμύρας

Ανιχνευτές καπνού, σειρήνες και μπουτόν αναγγελίας πυρκαγιάς σε διαφορετικούς χώρους του κτιρίου είναι τα κύρια στοιχεία ενός συστήματος πυρανίχνευσης. Το σύστημα μπορεί να συνδυαστεί και με άλλες λειτουργίες όπως το άναμμα φωτισμού ασφαλείας, το κλείσιμο των ανεμιστήρων, η διακοπή παροχής ηλεκτρικού ρεύματος κλπ.

Συγκεκριμένα το σύστημα πυρανίχνευσης και πλημμύρας:

- Παρέχει προστασία από πλημμύρα, λόγω διαρροής νερού, στο ηλεκτρικό πλυντήριο και το θερμοσίφωνα. Σ' αυτή την περίπτωση το σύστημα αυτοματισμού διακόπτει την παροχή ρεύματος προς το πλυντήριο ή το θερμοσίφωνα και κλείνει το γενικό διακόπτη του νερού. Με τον τρόπο αυτό προστατεύει τους κατοίκους από μεγάλες καταστροφές, ιδίως όταν η διαρροή νερού γίνεται κατά την απουσία τους από την κατοικία.
- Αυξάνει την προστασία των κατοίκων έναντι της ηλεκτροπληξίας, πέραν εκείνης που παρέχει η γνωστή διάταξη (ρελέ) κατά της ηλεκτροπληξίας, διότι μπορεί να διακόψει την παροχή ρεύματος σε κάποιες ή όλες τις πρίζες, προκειμένου να προστατευτούν άλλα άτομα (π.χ., μικρά παιδιά) από κίνδυνο ηλεκτροπληξίας. Αυτό μπορεί να γίνει ακόμη και τηλεφωνικώς, όταν βρίσκεται μακριά από την κατοικία.
- Με τα συστήματα αυτοματισμού ο ιδιοκτήτης μπορεί να διαχειρίζεται και να ελέγχει την κατανάλωση ενέργειας. Έχει τον έλεγχο κάθε οικιακής συσκευής, της κατανάλωσης του νερού και μπορεί να δει τα δεδομένα οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Ο έξυπνος ελεγκτής βρίσκεται σε επιφυλακή και τον ενημερώνει για κάθε περίπτωση υπερβολικής κατανάλωσης οποιασδήποτε συσκευής και οι έξυπνοι θερμοστάτες ελέγχουν συνεχώς το επίπεδο θερμοκρασίας και την ομαλή λειτουργία της θέρμανσης και του κλιματισμού.

## Τρόποι επικοινωνίας έξυπνου σπιτιού με ιδιοκτήτη

Ένα έξυπνο σπίτι εκτός από τις λειτουργίες που μπορεί να εκτελέσει έχει τη δυνατότητα να επικοινωνεί και με τον ιδιοκτήτη, είτε αυτός βρίσκεται εντός του κτιρίου είτε βρίσκεται σε κάποια απομακρυσμένη περιοχή.

Όταν ο ένοικος βρίσκεται μέσα στο σπίτι:

- Μπορεί να διαχειρίζεται τις παραπάνω λειτουργίες, εκτός από τον κλασικό τρόπο μέσω των διακοπών, χρησιμοποιώντας ένα και μόνο τηλεχειριστήριο. Το τηλεχειριστήριο αυτό μπορεί να αντιγράψει και να αντικαταστήσει τα υπόλοιπα τηλεχειριστήρια της κατοικίας, όπως της τηλεόρασης, του Video του ηχοσυστήματος ή οποιοδήποτε άλλο και με αυτό μπορεί να ελέγχει όλο το σπίτι, χωρίς να χρειάζεται να μετακινείται από δωμάτιο σε δωμάτιο.
- Ακόμη, μπορεί να ελέγξει τις λειτουργίες του σπιτιού μέσω ενός ηλεκτρολογίου τοίχου, χωρίς να μετακινηθεί σε όλους τους χώρους. Μπορεί να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει το συναγερμό.
- Επίσης, με ένα μικροσκοπικό τηλεχειριστήριο αλυσίδας κλειδιών (σαν του αυτοκινήτου) ο ένοικος μπορεί να εκτελεί τις πολύ απαραίτητες ενέργειες απλά και μόνο με το πάτημα ενός κουμπιού. Για παράδειγμα, να απενεργοποιήσει τον συναγερμό ή να ανάψει τα κύρια φώτα.
- Τέλος, το σύστημα μπορεί να επικοινωνεί με τον ιδιοκτήτη με αληθινή ανθρώπινη φωνή που ακούγεται μέσω των ηλεκτρολογίων του χώρου ή μέσα από τις θρόνες αφής που είναι τοποθετημένες σε αυτόν.

Όταν ο ένοικος βρίσκεται εκτός σπιτιού:

Σημαντικό στοιχείο της τεχνολογίας είναι ο απομακρυσμένος έλεγχος που προσφέρει, επιτρέποντας έτσι στους ενοίκους να επεμβαίνουν στη λειτουργία του σπιτιού από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου.

- Ο έλεγχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί μέσω τηλεφώνου με αναγνώριση των φωνητικών εντολών που δίνονται ή με χρήση του αριθμητικού ηλεκτρολογίου στις ψηφιακές τηλεφωνικές συσκευές. Για παράδειγμα, όταν οι ένοικοι βρίσκονται μακριά μπορούν να ελέγξουν την κατοικία τους από το κινητό τους τηλέφωνο, να ανάψουν ή να σβήσουν τα φώτα, να σβήσουν το θερμοσίφωνα, να ενημερωθούν για την τρέχουσα θερμοκρασία και πολλές άλλες λειτουργίες. Επίσης, μπορούν να πληροφορηθούν με γραπτό μήνυμα στο κινητό τους για διάφορα γεγονότα που συμβαίνουν στο σπίτι όταν λείπουν, όπως ότι το καθοριζόμενο έφερε τη θερμοκρασία στο επιθυμητό σημείο ή ότι κάποιος παραβίασε την κατοικία. Ακόμη, οι ένοικοι έχουν τη δυνατότητα να ορίζουν τηλεφωνικώς την επιθυμητή θερμοκρασία της κατοικίας και να πληροφορούνται ανά πάσα στιγμή σε ποια θερμοκρασία βρίσκεται, με ηλεκτρονικό μήνυμα. Τέλος, υπάρχει η δυνατότητα διάγνωσης βλαβών από μακριά μέσω του τηλεφώνου, πράγμα που επιτυγχάνει την αποκατάστασή τους.
- Εναλλακτικά, πολλά συστήματα προσφέρουν τον απόλυτο έλεγχο του σπιτιού μέσω του Διαδικτύου, με τη δημιουργία ενός εύχρηστου γραφικού πε-

ριβάλληοντος που αντιπροσωπεύει το σύνολο του οικιακού εξοπλισμού. Για παράδειγμα, ο ιδιοκτήτης μπορεί να ελέγξει την κατοικία από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο οποίος μπορεί να βρίσκεται είτε μέσα στην κατοικία είτε οπουδήποτε στον κόσμο, συνδεδεμένος μέσω του Διαδικτύου.

## Υλικά έξυπνου σπιτιού - Υλικά αυτοματισμού του συστήματος “SMART HOUSE” της DUPLINE

Η ιδέα «έξυπνο σπίτι» είναι στις μέρες μας περισσότερο προσιτή από ποτέ, ενώ οι σύγχρονοι ρυθμοί ζωής καθιστούν εξαιρετικά χρήσιμες τις δυνατότητες που προσφέρει. Οι κτιριακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις βρίσκονται σήμερα σε ένα μεταβατικό στάδιο. Οι συμβατικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις μπορούν να εκπληρώσουν πολλούς στόχους, αλλά όταν οι λειτουργίες του κτιρίου γίνονται βαθμιαία όλο και περισσότερο σύνθετες, και όσο οι αιτήσεις για αλληλεπίδραση μεταξύ τους αυξάνονται, γίνεται πλέον απαραίτητη μια διαφορετική τεχνολογία εγκαταστάσεων. Αυτό που γίνεται ουσιαστικά είναι ότι όλες οι αποκεντρωμένες λειτουργίες που είχαμε συνήθει να έχουμε στα σπίτια μας, όπως για παράδειγμα ένας διακόπτης σε ένα δωμάτιο που ελέγχει ένα φωτιστικό, μεταφέρονται σε έξυπνες ηλεκτρονικές συσκευές που συγκεντρώνονται στους ηλεκτρολογικούς πίνακες του κτιρίου. Τα διάφορα χειριστήρια που τοποθετούνται στους χώρους δεν είναι από μόνα τους υπεύθυνα για τον έλεγχο των λειτουργιών, αλλά αναλαμβάνουν την αποστολή εντολών στις ηλεκτρονικές συσκευές του πίνακα οι οποίες τις εκτελούν.

Το κτίριο δεν είναι ένα άψυχο κατασκεύασμα, αλλά ένας χώρος ζωντανός μέσα στον οποίο ο άνθρωπος ξοδεύει πολλές ώρες από τη ζωή του. Επίσης δεν καθορίζει τη ζωή των ενοίκων με το πώς είναι κατασκευασμένο, αλλά καθορίζουν εκείνοι τη ζωή του κτιρίου σύμφωνα με τη δική τους. Και τέλος, δημιουργείται για περισσότερες από μια γενιές. Όλα αυτά μπορούν να γίνουν πραγματικότητα με την ανάλογη υποδομή και εγκατάσταση. Στον τομέα των κτιριακών εγκαταστάσεων, οι νέες τεχνολογίες έχουν καταφέρει να ενσωματώσουν στα κτίρια δυνατότητες που πριν από μια δεκαετία φάνταζαν εξωπραγματικές. Η ανάπτυξη των συστημάτων διαχείρισης κτιρίων (BMS-Building Management Systems) έφερε αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας τους. Η πρωτοφανής για τα δεδομένα εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και η ευκολία χειρισμών και ελέγχων, τα καθιστά πλέον απαραίτητα σε κάθε είδους νέο κτίριο.

Το έξυπνο σπίτι παρέχει στον ιδιοκτήτη μία μοναδική εμπειρία διαβίωσης, μετατρέποντας τη κατοικία σε μία σκεπτόμενη μονάδα η οποία αντιδρά προσφέροντας αυξημένη ασφάλεια, εξοικονόμηση ενέργειας, άνεση, και απόλυτο έλεγχο όλων των συστημάτων του σπιτιού. Με την κατάλληλη καλωδιακή υποδομή του κτιρίου δίνεται η δυνατότητα στο οικιακό περιβάλλον να ρυθμίζει αυτόματα όλα τα επιμέρους συστήματα

σύμφωνα με προκαθορισμένες επιθυμίες του ιδιοκτήτη, μέσω της ενοποίησης όλων των περιφερειακών συστημάτων και εφαρμογών. Η διαχείριση του φωτισμού, της θέρμανσης-ψύξης, των ηλεκτρικών ρολών, του ποτίσματος, του συστήματος ασφαλείας, ο τοπικός και απομακρυσμένος έλεγχος προσδίδει στη κατοικία προστιθέμενη αξία.

Τα τελευταία χρόνια, οι μηχανικοί χρησιμοποιούν συχνά τη λέξη ενεργειακή προσομοίωση του σπιτιού με ειδικά software – λογισμικά, προκειμένου να μελετήσουν ενεργειακά το σπίτι και να επιλέξουν την κατάλληλη θερμομόνωση και υγραμόνωση, το σωστό σχεδιασμό (βιοκλιματική αρχιτεκτονική, αν αυτό είναι δυνατό) και την εγκατάσταση Φωτοβοληταϊκών συστημάτων ή θερμικών ηλιακών συστημάτων (πρόσφατα συμπεριλαμβανομένης και της ηλιακής ψύξης). Όλα αυτά είναι εργαλεία για την μελέτη της ενεργειακής θωράκισης του κτιρίου. Ωστόσο τίποτα από όλα αυτά δεν μπορεί να αντικαταστήσει τα ευφυή συστήματα αυτοματισμού (BEMS), από τη στιγμή που μόνο αυτά μπορούν να αντιληφθούν σε πραγματικό χρόνο τα πραγματικά καιρικά φαινόμενα και να εξισορροπήσουν αναλόγως τις συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος εξασφαλίζοντας αδιαλείπτως θερμική άνεση και εξοικονόμηση ενέργειας. Γι' αυτό είναι κατάλληλη η επιλογή ενός συστήματος, που δεν θα χρειάζεται συνεχή παρακολούθηση και συντήρηση κάποιου ειδικού, αλλά που θα είναι απλό σε οποιοδήποτε ηλεκτρολόγο εγκαταστάτη, και θα καθιστά το σπίτι αδιαλείπτως ενεργειακά αυτοεπιθεωρούμενο.

## Τεχνολογίες αυτοματισμού της κατοικίας

Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, σε επίπεδο πληροφορίας και η είσοδος του υπολογιστή και του internet στην καθημερινότητά μας, είναι τα δύο κυρίαρχα στοιχεία που άνοιξαν το δρόμο για την εξέλιξη του έξυπνου σπιτιού. Η ανάγκη για πληροφόρηση, η απαίτηση για αυξημένη προστασία και προστιθέμενη ασφάλεια στο σπίτι, οι σύγχρονες προκλήσεις, όπως η εξοικονόμηση ενέργειας και ο σύγχρονος τρόπος ζωής καθιστούν το έξυπνο σπίτι και τον αυτοματισμό κατοικίας την επόμενη τεχνολογία που θα ενσωματωθεί στη κατασκευή του κτιρίου. Τα τελευταία χρόνια πολλές είναι οι εταιρίες που έχουν ενδιαφερθεί για την αναπτυσσόμενη αγορά του έξυπνου σπιτιού. Πολλές είναι λοιπόν και οι τεχνολογίες που έχουν αναπτυχθεί και η κάθε μία καλύπτει συγκεκριμένες ανάγκες. Στην Αμερική, επικρατούν οι τεχνολογίες PLC (Power Line Carrier) με το X10 πρώτο στη λίστα, μία τεχνολογία που δεν απαιτεί καμία επιπρόσθετη καλωδίωση του κτιρίου, καθιστώντας ικανή την εγκατάσταση σε υπάρχοντα κτίρια και σπίτια. Η επικοινωνία ανάμεσα στους διάφορους controllers, πομπούς και δέκτες πραγματοποιείται με την αποστολή και λήψη δεδομένων που γίνονται μέσα από την υπάρχουσα καλωδίωση, αξιοποιώντας τους ρευματοφόρους αγωγούς της κατοικίας. Στην Ευρώ-

νη συστήματα όπως το Instabus KNX της Siemens, το Dupline της Carlo Gavazzi, το C-bus της Clipsal είναι τεχνολογίες που βασίζονται σε ανεξάρτητη καλωδίωση, το λεγόμενο bus όπου συνδέονται όλες οι ελεγχόμενες συσκευές και αισθητήρια, προσδίδοντας στο σύστημα μεγάλη αξιοπιστία.

## Ορισμός BUS συστήματος

Σε γενικές γραμμές ως bus σύστημα χαρακτηρίζεται το σύνολο των στοιχείων εκείνων που επιτρέπουν την συλλογή, μετάδοση και εκτέλεση εντολών ή πληροφοριών με τη χρήση ενός μόνο ζεύγους αγωγών. Σε αντίθεση με τον κλασικό τρόπο όπου κάθε σήμα – εντολή για να μεταφερθεί απαιτεί ξεχωριστή καλωδίωση, στην bus καλωδίωση αρκεί η σύνδεση όλων των στοιχείων μεταξύ τους με ένα ζεύγος αγωγών. Το ζεύγος αυτό αποτελεί το καλώδιο του bus (δίαυλος δεδομένων) και μέσα από αυτό διέρχονται όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες. Συνεπώς όπου υπάρχει η καλωδίωση bus, είναι διαθέσιμες όλες οι πληροφορίες που κυκλοφορούν σε αυτήν.

### ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ BUS:

Δραστική μείωση των καλωδίων που μεταφέρουν πληροφορίες και εντολές.

- Μεγάλη απόσταση μετάδοσης σημάτων χωρίς εξασθένηση.
- Αναπαραγωγή ενός σήματος σε περισσότερα του ενός σημεία ταυτόχρονα.
- Κοινή χρήση σημάτων για περισσότερες από μία λειτουργίες.
- Ευελιξία και ευκολία επέκτασης, υποστήριξη όλων των τυπολογιών καλωδίωσης.

## Η φιλοσοφία του DUPLINE BUS

Το δίκτυο Dupline διαφέρει από τις υπάρχουσες αντιλήψεις της αγοράς αφού παρουσιάζει ένα τελείως διαφορετικό τρόπο για την ολοκλήρωση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης. Εκτός από την ολοκλήρωση των λειτουργικών αναγκών του ιδιοκτήτη του σπιτιού, διευκολύνει σημαντικά την δουλειά του εγκαταστάτη. Η βασική φιλοσοφία είναι ότι δεν απαιτούνται γνώσεις μηχανικού ή επίπονη εκπαίδευση για το σχεδιασμό και εγκατάσταση ενός συστήματος αυτοματισμού για μικρά και μεσαία κτήρια. Τα εργαλεία για κωδικοποίηση, έλεγχο και ρύθμιση του συστήματος έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι απλά στη χρήση, ενώ ταυτόχρονα η καλωδίωση είναι επίσης απλή με ελάχιστους περιορισμούς στον τύπο και τη δρομολόγηση των καλωδίων. Η φιλοσοφία της καλωδίωσης σε συνδυασμό με τα αποκεντρωμένα εξαρτήματα είναι ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό του συστήματος.

Τα 2 καλώδια απλά ακολουθούν το δρόμο της συμβατικής καλωδίωσης μέσα από τους ίδιους σωλήνες. Ταυτόχρονα τα σήματα επικοινωνίας και η τροφοδοσία των ειδικών συσκευών Dupline για Κτιριακούς Αυτοματισμούς, μεταφέρονται με τα 2 καλώδια. Έτσι όπου υπάρχει καλωδίωση Dupline, υπάρχει και τροφοδοσία για τις συσκευές Dupline, ακόμα και όταν δεν υπάρχει ηλεκτρική παροχή 220Vac. Έξυπνες συσκευές που τροφοδοτούνται μόνο από το δίκτυο Dupline όπως διακόπτες φωτισμού, ανιχνευτές κίνησης, αισθητήρες θερμοκρασίας, τηλεχειριζόμενα ρελέ τοποθετούνται αποκεντρωμένα και στα σημεία ακριβώς που θέλουμε χωρίς να είναι απαραίτητη η ύπαρξη ηλεκτρικής παροχής. Η δυνατότητα αυτή κάνει την εγκατάσταση εύκολη και ευέλικτη καθώς καταργούνται πολλές συμβατικές καλωδιώσεις προς τον κεντρικό πίνακα. Επιπλέον οι συσκευές Dupline τροφοδοτούνται από χαμηλή συνεχή τάση 8Vdc περίπου, η οποία είναι απολύτως ασφαλής (π.χ. για χρήση σε παιδικά δωμάτια, εξωτερικούς χώρους κλπ).

Με την εμφάνιση της πρώτης κεντρικής προγραμματιζόμενης μονάδας (G38900014) το 1996, το Dupline bus εισήλθε δυναμικά στο χώρο του οικιακού αυτοματισμού. Διαθέτοντας όλες τις βασικές ρουτίνες όπως έλεγχο φωτισμού On/Off, ρολών, χρονικών, ρολογιού πραγματικού χρόνου, σενάρια, λογικές πράξεις, σήματα alarm, ανιχνευτές κίνησης, θερμοκρασίας, ταχύτητας ανέμου, φωτεινότητα κλπ μπορούσε κάποιος σε ελάχιστο χρόνο να πραγματοποιήσει εύκολα τις βασικές λειτουργίες αυτοματισμού ενός σπιτιού. Με ενσωματωμένο πρωτόκολλο Modbus και με την προσθήκη GSM modem το 2001 πλήθος εφαρμογών μπορούσαν να υλοποιηθούν. Η επόμενη γενιά παρουσιάστηκε το 2002 (G3890x015,16) με αρκετές βελτιώσεις στο hardware, όπως η δυνατότητα δικτύωσης μέσω Modbus, το ενσωματωμένο GSM modem, οι ενσωματωμένες είσοδοι και έξοδοι κλπ.

Ενώ το 2005 παρουσιάστηκε το πιο εξελιγμένο μοντέλο της σειράς, η G3890x036 με ενσωματωμένο data logger για χρήση με το λογισμικό Dupline Online. Οι δυνατότητες του λογισμικού αντιθέτως δεν εξελίχθηκαν ανάλογα, με αποτέλεσμα οι μονάδες αυτές να καλύπτουν τις βασικές ανάγκες αυτοματοποίησης ενός σπιτιού, χωρίς μεγάλη προοπτική εξέλιξης.

Για να μπορέσει να καλυφθεί το χαμένο έδαφος στον τομέα του οικιακού αυτοματισμού παρουσιάστηκε στην αγορά το 2008 ο πρώτος Smart house Controller της Carlo Gavazzi. Στηριζόμενος σε μια τελείως νέα πλατφόρμα τόσο στο υλικό όσο και στο λογισμικό, διατηρώντας όμως τη συμβατότητα με το κλασσικό Dupline Bus, ο Smart House Controller αποτελεί πλέον μονόδρομο στις σύγχρονες εφαρμογές οικιακού αυτοματισμού.

## Σύστημα «SMART – HOUSE»

Η νέα σειρά προϊόντων bus της Carlo Gavazzi ειδικά για εφαρμογές Home Automation, προωθείται στην αγορά με το λογότυπο «SMART HOUSE» το οποίο πλέον είναι ευρέως γνωστό ως ορολογία και πεδίο εφαρμογών. Η μόνη διαφορά τους είναι η εμφάνιση και η ονομασία των προϊόντων. Οι μονάδες εισόδων / εξόδων SMART HOUSE είναι εσωτερικά ακριβώς ίδιες με τις μονάδες Dupline (διατηρώντας φυσικά την συμβατότητα). Οι εξωτερικές αλλαγές αφορούν το χρώμα των μονάδων που είναι πλέον λευκό, την αλλαγή των κωδικών ονομασιών και την αντικατάσταση του λογότυπου Dupline από το Smart House. Οι μόνες σημαντικές αλλαγές αφορούν την Κεντρική Μονάδα Αυτοματισμού που πλέον ονομάζεται Smart House Controller αντί για Dupline Master Generator. Ο SH Controller στηρίζεται στο λειτουργικό σύστημα Windows CE, δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στην δικτυακή επικοινωνία, έχει ενσωματωμένο Web Server για επικοινωνία με Smart Phones, ενσωματωμένο φορτιστή μπαταριών, ενσωματωμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας Modbus RS232 και Modbus TCP, μεγάλες δυνατότητες επέκτασης, αναβαθμισμένες δυνατότητες επικοινωνίας με χρήση SMS, υποστηρίζει αμφίδρομη επικοινωνία με τα τηλεχειριστήρια Philips PRONTO, διαθέτει δυνατότητες σύνδεσης με οθόνες αφής και H/Y σε περιβάλλον Windows CE, XP, VISTA και 7, ενώ μπορεί να τροφοδοτήσει μεγαλύτερο αριθμό bus-powered μονάδων (μονάδες που τροφοδοτούνται από το bus). Τέλος το λογισμικό προγραμματισμού είναι αναβαθμισμένο με πολλές περισσότερες δυνατότητες και ευκολίες και εμπλουτίζεται συνεχώς με νέα χαρακτηριστικά. Σε γενικές γραμμές η σειρά Dupline αναφέρεται πλέον σε εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού ενώ η σειρά Smart House σε εφαρμογές οικιακού («έξυπνο σπίτι») και κτιριακού αυτοματισμού.

Το «Smart House» βασισμένο στο Dupline bus, είναι ένα σύστημα αυτοματισμού που απλοποιεί τη χρήση όλου του τεχνολογικού εξοπλισμού του σπιτιού σας. Διαθέτοντας τα πιο σύγχρονα χαρακτηριστικά σε άνεση και ευκολία, το σύστημα επιτρέπει τον συνολικό έλεγχο του φωτισμού, κλιματισμού και σκίασης. Το «Smart House» είναι ένα αποκεντρωμένο σύστημα, το οποίο ελέγχει και επιβλέπει το φωτισμό, τα ρολά, τη θέρμανση, τον κλιματισμό και την ασφάλεια. Αυτή η πρωτοποριακή δομή ανοίγει νέους ορίζοντες στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και αυξάνει την άνεση και την ασφάλεια στο σπίτι σας. Η λειτουργία, η επισκευή και η συντήρηση απλοποιούνται, λόγω της συνολικής εποπτείας οποτεδήποτε και οπουδήποτε. Το «Smart House» περιέχει μία πληθώρα ειδικών μονάδων αυτοματισμού όπως ηλεκτρονικοί διακόπτες, ανιχνευτές κίνησης, ανιχνευτές φωτεινότητας, dimmer, ρελέ και θερμοστάτες. Όλες οι μονάδες χρησιμοποιούν το ίδιο δισύρματο καλώδιο για τη σύνδεση με τον Κεντρικό Ελεγκτή Smart House, η οποία κάνει δυνατή την υλοποίηση έξυπνων λειτουργιών συνδυάζοντας τα σήματα από τις διάφορες μονάδες αυτοματισμού. Σε σύγκριση με την παραδοσιακή ηλεκτρολογική εγκατάσταση, η καλωδίωση ενός συστήματος «Έξυ-

πνου Σπιτιού» είναι ευκολότερη, ενώ αυξάνεται σημαντικά η ευελιξία για αλλαγές και αναβαθμίσεις.

## Έξυπνες λύσεις για το σπίτι

Το σύστημα εγκατάστασης «Smart House» εισάγει ένα νέο τρόπο υλοποίησης της καλωδίωσης και του προγραμματισμού ενός συστήματος κτιριακού αυτοματισμού. Κάνει πολύ εύκολη την εργασία σε όλα τα στάδια του έργου και υλοποιεί τις εφαρμογές με οικονομικό τρόπο. Η διευθυνσιοδότηση και ο προγραμματισμός των λειτουργιών είναι απλός, τα απαιτούμενα εργαλεία λίγα και εύκολα στη χρήση, ενώ η τοπολογία καλωδίωσης είναι ελεύθερη. Εξαιτίας της μεγάλης ανοσίας του «Smart House» στον ηλεκτρικό θόρυβο, δεν απαιτείται ειδικό καλώδιο για την καλωδίωση bus και μπορεί επίσης να ακολουθήσει την ίδια διαδρομή με τα καλώδια τροφοδοσίας είτε στο ίδιο πολυπολικό καλώδιο είτε στην ίδια σωλήνωση. Επίσης η τροφοδοσία και η επικοινωνία των μονάδων που απαιτείται από τους αισθητήρες και τους ενεργοποιητές του συστήματος αυτοματισμού, είναι διαθέσιμες σε όλη την εγκατάσταση, μέσω της bus καλωδίωσης.

Η χρήση των ευφυών bus τροφοδοτούμενων μονάδων όπως: διακόπτες φωτισμού, ανιχνευτές κίνησης, αισθητήρες θερμοκρασίας και αποκεντρωμένα ρελέ, κάνουν την εγκατάσταση εύκολη και ευέλικτη, γιατί δεν απαιτείται πλέον η χρήση μεγάλου όγκου καλωδίων προς τον κεντρικό πίνακα. Ο Κεντρικός Ελεγκτής Smart House προσφέρει μία συλλογή από προκαθορισμένες λειτουργίες που απλά χρειάζονται να παραμετροποιηθούν. Για παράδειγμα, η λειτουργία "Σενάριο" επιτρέπει σε μία είσοδο να ενεργοποιήσει ταυτόχρονα πολλούς εξόδους ενώ η λειτουργία "Πραγματικός Χρόνος" επιτρέπει τη λειτουργία των εξόδων σε συγκεκριμένες ώρες και ημέρες της εβδομάδας. Ο έλεγχος θερμοκρασίας, ρολών, συστήματος ασφαλείας και σεναρίων φωτισμού είναι επίσης παραδείγματα προκαθορισμένων λειτουργιών, που κάνουν το προγραμματισμό εύκολο.

## Στοιχεία του BUS

Τα στοιχεία που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση ενός συστήματος bus είναι τα ακόλουθα:

**Κεντρική Μονάδα (υποχρεωτικά τουλάχιστον μία) και Επεκτάσεις**

- Μονάδες Είσοδου
- Μονάδες Εξόδου
- Αισθητήρες

- Κάμερες Ασφαλείας
- Ενδεικτικά – Κονσόλες Χειρισμού
- Ασύρματα RF (Ραδιοφωνικά)
- Ασύρματα IR (Υπερύθρων)
- Αυξομειωτές Έντασης Φωτισμού (Dimmers)
- Ηλεκτρονικοί Διακόπτες
- Σειρήνες

## ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

Αναλαμβάνει τη δημιουργία του bus και την τροφοδοσία των bus μονάδων που δεν απαιτούν εξωτερική τροφοδοσία (bus powered)

Δυνατότητα χρήσης εξωτερικού GSM Modem για επίβλεψη και έλεγχο με SMS.

Φιλικό λογισμικό σε περιβάλλον Windows XP/Vista.

Εξοπλισμένος με πλήθος λειτουργιών: Φωτισμό, Ρολιά, Συναγερμό κλπ.

Ethernet θύρα για προγραμματισμό και επικοινωνία.

RS232 θύρα για σύνδεση με εξωτερικές συσκευές.

Πλάτος 8 στχ για τοποθέτηση ράγας.

Τροφοδοσία AC με εφεδρική παροχή από μπαταρία (ενσωματωμένος φορτιστής).



**Μονάδα Επέκτασης Bus (BH4-CTRLAG)**



**Μονάδα επέκτασης bus για τον Smart House Controller (BH8-CTRLX).**

Πλάτος 4 στχ. για τοποθέτηση ράγας.

Τροφοδοσία AC.

Επικοινωνία με τον BH8-CTRLX μέσω ειδικού καλωδίου.

#### **Μονάδα Επέκτασης GSM (BH4-CTRLAB-230)**



**Μονάδα επέκτασης GSM για τον Smart House Controller (BH8-CTRLX).**

Ενσωματωμένο GSM Modem για επίβλεψη και έλεγχο με SMS

Πλάτος 4 στχ. για τοποθέτηση ράγας.

Επικοινωνία και τροφοδοσία με τον BH8- CTRLX μέσω ειδικού καλωδίου.

#### **ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ**

Δέχονται σήματα από συσκευές εντολοδοσίας π.χ. μπουτόν, διακόπτες, βοηθητικές επαφές, alarm, relay, κλπ. Συνήθως τα σήματα που μπορούν να δεχθούν είναι επα-

φές ελεύθερες φορτίου ή αλληλώς ξηρές επαφές (voltage free contacts), και σήματα τάσεως DC ή AC.

#### Μονάδα Σύνδεσης Συμβατικών button (BDB-INCON4)



Μικρού μεγέθους μονάδα για χρήση με συμβατικά button οποιουδήποτε κατασκευαστή.

4 είσοδοι επαφής για κουμπιά.

Έξοδοι transistor 3.3 ή 8 Vdc (για led).

Εξαιρετικά μικρό μέγεθος και στιβαρή κατασκευή.

Τροφοδοτείται από το Smart - House.

#### Μονάδα σύνδεσης συμβατικών button (BDB-INCON8)



Μικρού μεγέθους μονάδες για χρήση με συμβατικά button οποιουδήποτε κατασκευαστή.

8 είσοδοι επαφής για κουμπιά.

Έξοδοι transistor 3.3 ή 8Vdc (για led).

Εξαιρετικά μικρό μέγεθος και στιβαρή κατασκευή.

Τροφοδοτείται από το Smart - House.

### **Αποκεντρωμένη Μονάδα (BDA-INVOL)**

1 είσοδο τάσης 90-265 VAC (με οπτική απομόνωση).

1 έξοδο ρελέ 13A (αντοχή σε κρουστικό ρεύμα 130A).

Μικρό μέγεθος.

Τροφοδοτείται από το Smart - House.

### **Dupline® Field & εγκατάσταση bus πομπού για ψηφιακά σήματα, (G3420 5502)**



8 κανάλια μεταδότη.

8 οπτικοαπομονωμένες εισοδοι τάσης: 6 - 265 VAC / DC.

H4-στέγαση.

Τοποθέτηση σε ράγα DIN (EN 50022).

Ενδεικτικά led για την παροχή, ενεργοποίηση εισόδων και Dupline μεταφορέα.

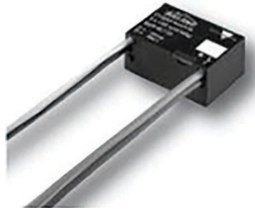
AC ή DC τροφοδοτικό.

Κανάλι κωδικοποίησης από GAP 1605.

## ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΞΟΔΟΥ

Εκτελούν εντολές με τη χρήση συνήθως relay ή transistor.

### Απομακρυσμένη Έξοδος Ρελέ (BDA-RE13A)



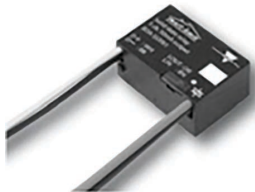
Μικρού μεγέθους ενιαία έξοδος ρελέ.

Φορτίο: 13 A/250 VAC.

Αντέχει 13 A ρεύμα εισροής.

Τροφοδοτείται από το Smart-House.

### Συμπαγής Έξοδος Ρελέ (BDA-SSTR1)



Μικρού μεγέθους ενιαία σταθερή έξοδο ρελέ,  
κατάλληλη για έλεγχο ηλεκτροβανών.

Φορτίο: 10 Watt.

Τροφοδοτείται από το Smart-House.

Χαμηλή κατανάλωση ρεύματος.

### Έξοδος για Κυλινδρικό κινητήρα (BDC-R05A)



Αποκεντρωμένη μονάδα ελέγχου για ένα μοτέρ.

Εσωτερική μηχανική μανδάλωση.

Τροφοδοσία 230 Vac.

### Αποκεντρωμένος Δέκτης για Ψηφιακά Πρότυπα (BDE-RE13A)



Ένα κανάλι δέκτη σε συμπαγές περίβλημα.

Ένα ρελέ εξόδου.

Φορτίο: 13 A/250 VAC.

Τροφοδοτείται από το Smart – House.

### Ηλεκτρονικό Ρελέ (BH4-SSTR18-230)



8 κανάλια δέκτη με τρίοδη έξοδο.

Ισχύς 10 Watt ανά φορτίο.

Τοποθέτηση σε ράγα DIN (EN50022).

Ενδεικτικά LED: Smart House, τροφοδοσία, κατάσταση εξόδων.

AC τροφοδοτικό.

H4-στέγαση.

## Έξοδος Ενότητα 4 x 20 Amp (BH8-RE20A4-230)



4 κανάλια δέκτη.

Ρελέ φορτίου 20 A.

Φόρτωση της λειτουργικής μονάδας:

80 A (20 A ανά ρελέ).

Γαλβανικός διαχωρισμός SPST ρελέ εξόδων.

H8-στέγαση.

Για τοποθέτηση σε ράγα DIN (EN 50022).

Ένδεικτικά LED: Smart House, τροφοδοσία, κατάσταση εξόδων.

AC τροφοδοτικό.

Χειροκίνητη παράκαμψη των διαύλων στο μπροστινό μέρος της μονάδας.

## **ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ**

Μετατρέπουν σήματα του φυσικού περιβάλλοντος σε σήματα που μπορούν να μεταφερθούν μέσω του bus (π.χ. θερμοκρασία, φωτεινότητα, κίνηση, κλπ.)

## **ΚΙΝΗΣΗΣ - ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ:**

Ανιχνεύει την κίνηση ατόμων. Υπάρχουν διαθέσιμα μοντέλα για εσωτερική ή εξωτερική εγκατάσταση, επίτοιχα, οροφής, ασύρματα, σε βάση διακοπών κλπ. Led ένδειξης ανίχνευσης. Τροφοδοτούνται από το bus.

### Αισθητήρας PIR Οροφής (BSQ-PIR360)



Παθητικός ανιχνευτής υπερύθρων (PIR).  
Ανιχνευτής κινήσεων από π.χ. ένα άτομο.  
Εφαρμογή σε εσωτερικούς χώρους.  
Απόσταση λειτουργίας: 2,5 m έως 4,0 m  
(ανάλογα με τις ρυθμίσεις του μικροδιακόπτη).  
Λειτουργική γωνία: 360°.  
Τροφοδοτείται από το Smart – House.  
Τοποθέτηση στην οροφή ή στην PL55.

### Αισθητήρας PIR (BSD-PIR90)



Παθητικός ανιχνευτής υπερύθρων (PIR).  
Ανιχνευτής κινήσεων από π.χ. ένα άτομο.  
Πομπός 2 εντολών.  
Εφαρμογή σε εσωτερικούς χώρους.  
Απόσταση λειτουργίας: 10 m.  
Λειτουργική γωνία: 90°.  
LED ένδειξη.  
Τροφοδοτείται από το Smart –House

## ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ – ΥΓΡΑΣΙΑΣ:

Διαθέτει φωτιζόμενη οθόνη LCD, στην οποία αναγράφεται η ένδειξη θερμοκρασίας εσωτερικού και εξωτερικού χώρου (απαιτεί την ύπαρξη αισθητήρα BSI-TEMANA). Έχει λειτουργία θέρμανσης-ψύξης, προστασίας παγετού, εξοικονόμησης ενέργειας (αυτόματη μείωση ορίων θερμοκρασίας). Τροφοδοτείται από το bus.

### Ελεγκτής Θερμοκρασίας ELKO (BEW-TEMDIS)



Smart-House ελεγκτής θερμοκρασίας με οθόνη.

Οι ενεργές εισοδοί επισημαίνονται με μπλε φως.

Εμφάνιση της τρέχουσας θερμοκρασίας δωματίου.

Εμφάνιση της εξωτερικής θερμοκρασίας.

Ενεργοποίηση / απενεργοποίηση της θέρμανσης και ψύξης.

Ρύθμιση επιθυμητής θερμοκρασία δωματίου.

Εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της νυχτερινής θερμοκρασίας.

Η χρήση του αισθητήρα δαπέδου είναι προαιρετική.

### Ελεγκτής Θερμοκρασίας AURORA (B4X-TEMDIS)



Ελεγκτής θερμοκρασίας Smart – House με οθόνη.

Σχεδιάστηκε για να ταιριάζει σε επίτοιχη πρίζα τύπου Fuga, NICO an Bticino.

Εμφάνιση της τρέχουσας θερμοκρασίας δωματίου και της εξωτερικής θερμοκρασίας.

Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση της θέρμανσης και ψύξης.

Ρύθμιση της επιθυμητής θερμοκρασίας δωματίου.

Εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της νυχτερινής θερμοκρασίας.

Η χρήση του αισθητήρα δαπέδου είναι προαιρετική.

Οι μη ενεργές είσοδοι και οπίσθιος φωτισμός, υποδεικνύονται από πορτοκαλί φως.

Πορτοκαλί led που μπορεί να απενεργοποιείται από έναν εσωτερικό διακόπτη.

Οι ενεργές είσοδοι υποδεικνύονται από μπλέ φως.

## **ΝΕΡΟΥ, ΚΑΠΝΟΥ, ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑΣ, ΑΝΕΜΟΥ:**

### **Αισθητήρας ανίχνευσης Νερού (BSF-WAT)**



Πομπός 2 εντολών.

Ολοκληρωμένη είσοδος αισθητήρα νερού.

Αδιάβροχο PCB με βιδωτούς ακροδέκτες.

Εύκολη τοποθέτηση με μοναδικό βραχίονα στήριξης.

Τροφοδοτείται από το Smart – House.

Εξωτερική είσοδος για Felson καλώδιο υγρασίας.

### **Αισθητήρας Ανίχνευσης Καπνού (BSG-SMOA)**



Ανιχνευτής καπνού με δράση Tyndall.

Ανίχνευση φωτιάς που σιγοκαίει και φλεγόμενης πυρκαγιάς με την ανάπτυξη του καπνού.

Χωρίς ραδιενεργές πηγές.

Ανίχνευση έως 60 m<sup>2</sup>.

Η μετάδοση των συναγερμών και των ζωντανών σημάτων γίνεται μέσω του Smart – House.

Λειτουργική τάση που παρέχεται από το Smart – House Bus.

Προαιρετική χρήση του ανιχνευτή καπνού ως συσκευή συναγερμού για άλλους ανιχνευτές, όπως φυσικού αερίου, νερού και διαρρήξεις μέσω Smart – House.

Ακουστική συναγερμού μεγαλύτερη από 85 decibel.

Συνεχής παρακολούθηση της ευαισθησίας του αισθητήρα μέσω Smart – House.

### **Αναλογικός Αισθητήρας Φωτεινότητας (BSH-LUX)**



ΑναLink πομπός με ενσωματωμένο αισθητήρα έντασης φωτός.

Εύρος μετρήσεων: A: 5-5000 LUX, B: 3000 - 300,000 LUX.

Χρησιμοποιεί μόνο 1 κανάλι.

Εύκολη εγκατάσταση.

Τροφοδοτείται από το Smart – House.

### **Αναλογικός αισθητήρας μέτρησης ταχύτητας ανέμου (BSN-ANE).**



Εύρος: 2 m/s...25 m/s.

Έξοδο alarm με 7 προκαθορισμένα όρια.

Εύκολη εγκατάσταση.

Τροφοδοτείται από το Smart- House.

### **Φωτοηλεκτρικός αισθητήρας (PD-98)**

Εφαρμογή σε πόρτες και γκαραζόπορτες.

Δέσμη εμβέλειας 30m.

Τροφοδοσία: 12 – 24 VAC/DC.

Ανθεκτική πολυκαρβονική συσκευασία.

Χαμηλή κατανάλωση.

Οι λειτουργίες ανίχνευσης μπορούν να επικυρωθούν με έναν αισθητήρα σίγασης εισόδου.

Βαθμός προστασίας IP54.

## ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ

### Αισθητήρας Αφής (BSM-CAPSTD1)



Smart – House πομπός για τη δημιουργία εφαρμογών αυτοματισμού.  
Μονάδα 1 εισόδου που ενεργοποιείται με την αφή.  
Κατάλληλη για τοποθέτηση πίσω από πλαστικές ή ξύλινες επιφάνειες.  
Τροφοδοτείται από το bus. Δεν απαιτείται εξωτερική τροφοδοσία.

### Πομπός με Μαγνητικό Prox. Διακόπτη Λειτουργίας (BSE-MAG)



ABS στέγαση.  
Κυλινδρικό σχήμα  $\varnothing 11$ , πλαστικό με 1,5 m καλώδιο.  
Ανίχνευση απόστασης 8 mm.  
Εξοπλισμένο με το Smart – House.

## 2.28.α.ΚΑΜΕΡΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

### IP Κάμερα (FD-100Ae-73)



Έγχρωμη Dome Day-Night IP κάμερα

εσωτερικού – εξωτερικού χώρου, για τοποθέτηση στην οροφή.

Υποστηρίζει είσοδο – έξοδο ήχου.

Ανάλυση 1280\*800 στα 26 fps

και φακό 3,3 – 12 mm.

Ψηφιακή είσοδος – έξοδος για alarm – sensor.

Υποστηρίζει τα πρωτόκολλα TCP/IP, UDP, ICMP, DHCP, NTP, DNS, DDNS, SMTP, FTP, HTTP.

Θερμοκρασία λειτουργίας 0 ... +50°C.

Διαθέτει ενσωματωμένα υπέρυθρα led για λήψη έως και 10 m τη νύχτα.

Έξοδος Video.

Τάση τροφοδοσίας 12 VDC και δυνατότητα υποστήριξης Ethernet.

Διαστάσεις: 155 x 117 mm.

Βάρος: 1000g.

## Καταγραφικό (HD2016S)



Δικτυακό καταγραφικό 16 καναλιών, με 4 εισόδους ήχου και 1 έξοδο VGA για σύνδεση σε ένα οποιοδήποτε monitor.

H.264 video compression.

RS485 serial interface.

Ενσωμάτωση μιας Ethernet πόρτας για σύνδεση στο τοπικό δίκτυο.

Υποστήριξη PPPoE/Static/DHCP IP και DynDNS.

Παρακολούθηση μέσω του Internet Explorer.

Δέχεται έως 4 σκληρούς δίσκους SATA II έως 2000 Gbyte ο καθένας.

Υποστήριξη Smartphone, Iphone, Android.

Θερμοκρασία λειτουργίας: -10 ... +55 οC.

### 2.29.α.ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ – ΚΟΝΣΟΛΕΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ

Τα ενδεικτικά χρησιμοποιούνται για την οπτική απεικόνιση των διαφόρων σημάτων (led ή ενδεικτικά πίνακας) ενώ οι κονσόλες εκτός από την επιβλεψη επιτρέπουν και την αποστολή εντολών από τον χρήστη (οθόνες κειμένου ή αφής).

#### Οθόνη Αφής Smart – House (BTM-T10-230)

Οθόνη αφής Smart – House με υψηλή ανάλυση

Ικανή για τον έλεγχο φωτός, θερμοκρασίας, περσίδων κλπ. μέσω των πλήκτρων αφής.

Ικανή να υποδείξει την κατάσταση των συναγερμών, του φωτισμού, της θερμοκρασίας, των πορτών και παραθύρων κλπ.

Ενσωματωμένο Wi-Fi για την επικοινωνία με τον Smart – House Controller κατά TCP / IP

Προγραμματισμένη με το Smart – House λογισμικό

Ενεργοποίηση των συνδέσεων στο Internet μέσω των πλήκτρων αφής



Εύκολη εγκατάσταση των σελίδων γραφικών και λειτουργία ως αναπόσπαστο κομμάτι του

Smart – House

Εργαλείο ελεγκτή διαμόρφωσης

### 2.30.α. ΑΣΥΡΜΑΤΑ RF



Πομποδέκτης Smart – House για τη δημιουργία εφαρμογών αυτοματισμού.

Εύκολη εγκατάσταση σε παλιές και νέες εγκαταστάσεις.

Απεριόριστη χρήση ασύρματων διακοπών.

Τοποθέτηση ράγας.

Εμβέλεια έως 100μ σε ανοικτό χώρο

Εύκολο στη λειτουργία.

### Πομποδέκτης με εξωτερική κεραία (BH4-WBUA-230)



Smart – House πομποδέκτης για τη δημιουργία εφαρμογών αυτοματισμού.

Εύκολη εγκατάσταση σε παλιές και νέες εγκαταστάσεις.

Απεριόριστη χρήση ασύρματων διακοπών.

Τοποθέτηση ράγας.

Εμβέλεια έως 100μ σε ανοιχτό χώρο.

Εύκολο στη λειτουργία.

Εξωτερική κεραία.

### Τηλεχειριστήριο τύπου μπρελόκ (BDF-WLS3)

Smart – House πομπός για τη δημιουργία εφαρμογών αυτοματισμού.

3 ανεξάρτητα προγραμματιζόμενα κουμπιά.

Τροφοδοσία από 3 V μπαταρία (CR2032).

Εμβέλεια 40μ σε ανοιχτό χώρο.

Διάρκεια ζωής της μπαταρίας έως 5 χρόνια με κανονική χρήση.

### Τηλεχειριστήριο (BDF-WLS8)



Smart – House Πομπός για τη δημιουργία εφαρμογών αυτοματισμού

8 ανεξάρτητα προγραμματιζόμενα κουμπιά

Τροφοδοσία από 2 μπαταρίες AAA.

Εμβέλεια 40μ σε ανοικτό χώρο.

Διάρκεια ζωής της μπαταρίας έως 5 χρόνια με κανονική χρήση.

### **Ασύρματος διακόπτης φωτός OPUS (BOW-WLS4)**



Smart – House πομπός για τη δημιουργία εφαρμογών αυτοματισμού.

4 ανεξάρτητα προγραμματιζόμενα πλήκτρα εισόδου.

Τοποθέτηση σε τοίχο.

Εμβέλεια έως 100μ σε ανοικτό χώρο.

Τροφοδοσία από μπαταρία 3 V.

Διάρκεια ζωής της μπαταρίας έως 5 χρόνια με κανονική χρήση.

### **Ασύρματη μονάδα εισόδου (BDG-WLS4)**



Smart – House Πομπός για τη δημιουργία εφαρμογών αυτοματισμού.

4 ανεξάρτητες προγραμματιζόμενες εισοδοι.

Συμπαγές περίβλημα.

Τροφοδοσία από 3 V μπαταρία (CR2032).

Εμβέλεια 100μ σε ανοικτό χώρο.

Διάρκεια ζωής της μπαταρίας έως 5 χρόνια με κανονική χρήση.

## 2.31.α. ΑΣΥΡΜΑΤΑ IR

### Τηλεχειριστήριο Υπερύθρων (BSJ-REMSTD64)



Τηλεχειριστήριο υπερύθρων 64 εντολών max (8 σελίδες των 8 εντολών).

Κατάλληλο για χρήση με τους δέκτες  
BSJIRX8 και BOWIRXSTD8.

Εμβέλεια: 15μ (απαιτεί οπτική επαφή).

Τροφοδοσία από 2 μπαταρίες AA.

### Υπέρυθρος Δέκτης (BOW-IRXSTD8)



Δέκτης 8 εντολών κατάλληλος για χρήση με ασύρματα τηλεχειριστήρια υπερύθρων του εμπορίου (εκπαιδευόμενα).

Διαθέσιμα μοντέλα για χρήση με τηλεχειριστήρια  
Bang-Olufsen.

Τροφοδοσία από το bus.

Δεν απαιτείται εξωτερική τροφοδοσία.

## ΑΥΞΟΜΕΙΩΤΕΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Έξοδος Dimmer 2 x 575 W (BH6-D500W2-230).



Δέκτης 8 καναλιών ελέγχου.

Ενεργοποίηση και ρύθμιση εντάσεως φωτισμού για λαμπτήρες πυρακτώσεως και ρυθμιζόμενων ballast.

4 σκηνές φωτισμού.

Προστασία από βραχυκύκλωμα και υπερφόρτωση.

Ενδεικτικά led για συναγερμό, bus, τροφοδοσία και κατάσταση εξόδων.

Λειτουργία ομαλής εκκίνησης (soft start).

Αρνητική ή θετική γωνία φάσης dimming.

Μεταδίδει την κατάσταση εξασθένησης της εξόδου.

Κουμπιά στο μπροστινό μέρος για αυτόματο έλεγχο του dimmer.

Διακόπτης για την επιλογή σεναρίων κλειδωμα / ξεκλειδωμα, στο μπροστινό μέρος.

**Daylight Ελεγκτής Δύο Εξόδων (BH4-DD10V2-230)**



Δέκτης 8 καναλιών ελέγχου.

Ενεργοποίηση και ρύθμιση του φωτός της ημέρας με τη χρήση ρυθμιζόμενων ballasts 1–10 V.

Διατήρηση σταθερού επιπέδου φωτεινότητας σε δωμάτια και γραφεία.

Ενδεικτικά led για Smart – House και εξόδους.

Προστατευτική λάμπα ομαλής εκκίνησης λειτουργίας.

Μεταδίδει την κατάσταση εξασθένησης της εξόδου.

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

### Διακόπτης Φωτός EUNICA (B5X-LS4)



Διακόπτης φώτων για τη δημιουργία εφαρμογών αυτοματισμού.

Αναπτύχθηκε για να ταιριάζει σε πρίζες τοίχου και πλαίσια της ELKO, GIRA και JUNG.

4 ατομικά προγραμματιζόμενα πλήκτρα εισόδων.

4 ατομικά προγραμματιζόμενα led για πραγματική ανταπόκριση.

Τροφοδοτείται από το Smart – House bus, δεν απαιτείται εξωτερική τροφοδοσία.

Οι ενεργοποιημένες εισοδοί υποδεικνύονται με μπλέ led.

Οι μη ενεργοποιημένες εισοδοί υποδεικνύονται με λευκό led.

Το λευκό led μπορεί να απενεργοποιηθεί από έναν εσωτερικό μικροδιακόπτη.

#### 4 Μονάδες Εισόδου, 4 Μονάδες Εξόδου (BDB-IOCP8A)



Μικρού μεγέθους μονάδες για χρήση με συμβατικά button οποιουδήποτε κατασκευαστή.

4 Είσοδοι επαφής για κουμπιά.

4 έξοδοι επαφής για led με τάση έως 8 V.

Παράταση του παλμού εισόδου.

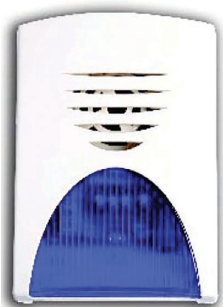
Εξαιρετικά μικρό μέγεθος και στιβαρή κατασκευή.

Τροφοδοτείται από το Smart – House.

Χαμηλή κατανάλωση ρεύματος.

### ΣΕΙΡΗΝΕΣ

#### Εσωτερική Σειρήνα (SOM21)



Πιεζοηλεκτρική σειρήνα με φλιντ για συστήματα ασφαλείας.

Διαθέτει tamper, πλαστικό από ABS.

Τάση λειτουργίας: 9-15 VDC.

Κατανάλωση 10mA με ηρεμία, 100mA με ήχο,  
100mA μόνο με φθῆς και 200mA με ήχο και  
φθῆς 115dB (A).

Διαστάσεις: 124 x 80 x 28mm.

### **Εξωτερική Σειρήνα (ISIDE-140)**



ISIDE-140 Αυτόνομη, εξωτερική πιεζοηλεκτρική σειρήνα με Flash.

Ακουστική ισχύς 110dB στο 1μ (90db στα 3 μέτρα).

Πολυκαρβονικό κουτί και εσωτερικό καπάκι από γαλβανισμένη λαμαρίνα.

Ταμπερ στο καπάκι και τη βάση.

Προστασία από βραχυκύκλωμα της μπαταρίας.

Αρνητική και θετική είσοδος ενεργοποίησης.

Δέχεται επαναφορτιζόμενη μπαταρία 12V 2,3Ah.

Τάση τροφοδοσίας: 13.8 VDC.

Όρια τάσης λειτουργίας: 11~15 VDC.

Μέγιστη κατανάλωση: 800 mA.

Κατανάλωση σε ηρεμία: 20 mA.

Ένταση ήχου: 90 db στα 3μ.

Ισχύς λαμπτήρα: 10W.

Χρονόμετρο ήχου/φθῆς: 9 δεπτά +/-20%.

Μπαταρία εφεδρείας: 12VDC/2Ah

Διαστάσεις: 330(M) x 220(Y) x 60(B) m.

Βάρος (με μπαταρία): 700 γραμ.

Θερμοκρασία λειτουργίας: -25°C~+55°C

## Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης κεφαλαίου 1

1. Τι ποσοστό ενέργειας καλύπτει το ψυκτικό και θερμικό φορτίο ενός κτιρίου
  - α. 10%
  - β. 30%
  - γ. 40%
  - δ. 60%
2. Τι απόδοση έχουν τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά
  - α. 20%
  - β. 15%
  - γ. 35%
  - δ. 40%
3. Ο ποιά αποτελεσματικός τρόπος για την μείωση των ενεργειακών απωλειών ενός κτιρίου είναι:
  - α. εφαρμογή διπλής τοιχοποιίας
  - β. το ενδιάμεσο στρώμα
  - γ. και τα δύο
4. Τα ηλιακά ενεργητικά συστήματα χωρίζονται σε
  - α. θερμικά συστήματα & φωτοβολταϊκά συστήματα
  - β. σε συμβατικά συστήματα
  - γ. σε ηλεκτρικά συστήματα
5. Η κύρια λειτουργία των φωτιστικών είναι:
  - α. να διανέμουν την ένταση της φωτεινής ροής του λαμπτήρα
  - β. να προσαρμόζουν την φυσική διανομή του φωτισμού
  - γ. να προκαλούν θάμβωση

- 6.** Το σύστημα “SMART – HOUSE είναι σύστημα
- Αυτοματισμού
  - Λειτουργικό σύστημα
  - φωτισμού
- 7.** Για την υλοποίηση ενός συστήματος bus μπορεί να χρησιμοποιηθεί
- Κεντρική Μονάδα
  - Μονάδα εισόδου
  - Μονάδες εξόδου
  - Και τα τρία παραπάνω
- 8.** Τα Πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά έχουν απόδοση
- 12%
  - 20%
  - 58%
  - 50%
- 9.** Του Λεπού υμενίου φωτοβολταϊκά έχουν απόδοση
- 5%
  - 20%
  - 12%
  - 7%
- 10.** Το τεύχος της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου περιλαμβάνει
- Γενικές Πληροφορίες
  - Σχεδιασμός κτιρίου
  - Αποτελέσματα υπολογισμών
  - Θερμοκρασία χρώματος

## Σύνοψη- Ανακεφαλαίωση Κεφαλαίου 1

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις – μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες αναλήφθηκαν στο συγκεκριμένο κεφάλαιο στοχεύουν στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης. Πρόσθετα, αναφέρονται τα θέματα δικτύωσης του σπιτιού και παρουσιάζονται τα υλικά αυτοματισμού που χρησιμοποιούνται για την υλοποίησή του, τα οποία βασίζονται στο σύστημα “Smart – House” της Dupline. Κατόπιν, γίνεται λόγος για τη χρήση υλικών και αναφέρονται ορισμένες προσπάθειες που έχουν γίνει για τη δημιουργία του έξυπνου σπιτιού.

## 2

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ



### Εισαγωγή / Γενική Περιγραφή

Ο συντελεστής ισχύος είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό μέγεθος από οικονομικής απόψεως τόσο για τις βιομηχανικές μονάδες όσο και για τις εταιρείες παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Αποτελεί το μέτρο της άεργου ισχύος που ανταλλάσσεται μεταξύ καταναλωτή και δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Η καταλληλότερες τιμές του κυμαίνονται ανάμεσα στο 0,85, κατώτερο όριο που επιβάλλει η Δημοσία Επιχείρηση Ηλεκτρισμού να εφαρμόζεται στις βιομηχανικές επιχειρήσεις, με 1. Βελτίωση του συντελεστή ισχύος συνεπάγεται μείωση της εισερχόμενης άεργου ισχύος στο δίκτυο και αύξηση της ενεργού ισχύος. Αυτό σημαίνει την καλύτερη εκμετάλλευση του δικτύου παράλληλα με βελτίωση της συνολικής απόδοσής του. Κατά συνέπεια αυξάνεται ο χρόνος ζωής των λειτουργικών μερών της επιχείρησης αλλά προκύπτουν και οικονομικά οφέλη, τόσο για τους καταναλωτές όσο και για τις εταιρείες παραγωγής.

Η μελέτη της εγκατάστασης κατάλληλου συστήματος αύξησης του συντελεστή ισχύος, έγκειται σε ένα πολυεπίπεδο χειρισμό των στοιχείων της μονάδας και των μέσων που θα χρησιμοποιηθούν, η απόδοτικότητα των οποίων εξαρτάται τόσο από την περιοχή όσο και από τον τρόπο σύνδεσης που θα επιλεγεί. Με την διαδικασία αντιστάθμισης άεργου ισχύος, δηλαδή με την προσθήκη πυκνωτών συνδεδεμένων παράλληλα προς το φορτίο, επιτυγχάνεται η βελτίωση του συντελεστή ισχύος επαγωγικού φορτίου. Μετά τον καθορισμό της απαιτούμενης ισχύος της συστοιχίας των πυκνωτών, οι θέσεις σύνδεσης αλλά και η υποδιαίρεση στις κατάλληλες βαθμίδες, είναι τα βήματα που ακολουθούν, την μελέτη αντιστάθμισης σε μια εγκατάσταση. Πέρα όμως από την εύρεση των κατάλληλων πυκνωτών και μεθόδου εφαρμογής, προκειμένου να εξασφαλιστεί η καλή λειτουργία τους, αλλά και να παραταθεί η διάρκεια ζωής, ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες στην επιτυχημένη προσπάθεια βελτίωσης του συντελεστή ισχύος μιας βιομηχανικής μονάδας, είναι η εφαρμογή των κατάλληλων μέσων προστασίας και χειρισμών.



## Σκοπός / Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Σκοπός του συγκεκριμένου κεφαλαίου είναι να παράσχει στους εργαζόμενους του κλάδου των ηλεκτρολόγων καθώς και σε όσους ενδιαφέρονται να εργαστούν στο συγκεκριμένο κλάδο, τις ειδικές γνώσεις – δεξιότητες – ικανότητες που απαιτούνται σε θέματα εντοπισμού απαιτήσεων ηλεκτρικής κατανάλωσης, επιλογής και εγκατάστασης ηλεκτρολογικών υλικών, ρύθμισης και αξιολόγησης συστημάτων, παροχής συμβουλών, ιδεών και λύσεων στους πελάτες σχετικά με την βελτίωση του συντελεστή ισχύος

- Θα γνωρίζει τί είναι η ηλεκτρική ισχύς
- Θα γνωρίζει τι είναι αντιστάθμιση ισχύος
- Θα γνωρίζει την συνδεσμολογία και προστασία των πυκνωτών



## Έννοιες κλειδιά / Βασική ορολογία

- Ηλεκτρική ισχύς
- Αντιστάθμιση Ισχύος
- Άεργη Ισχύς
- Πυκνωτής
- Συνδεσμολογία Πυκνωτών

## 2.1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΙΣΧΥΣ

Η ηλεκτρική ισχύς είναι ο ρυθμός με τον οποίο η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται από ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Η μονάδα της ισχύος είναι το watt. Η στιγμιαία ηλεκτρική ισχύς σε οποιοδήποτε σημείο ενός κυκλώματος υπολογίζεται ως το γινόμενο της στιγμιαίας τάσης επί το στιγμιαίο ρεύμα:

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) \quad [1-1]$$

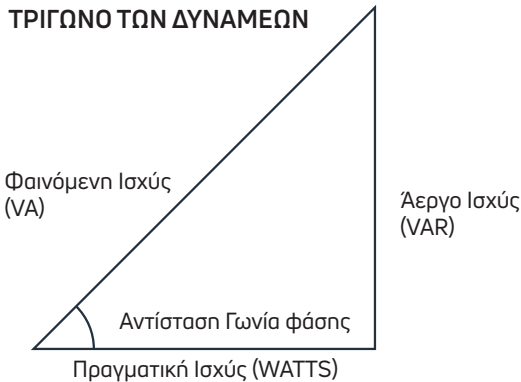
η ισχύς αποτελείται από δύο όρους, ένα μεταβαλλόμενο:

$$p(t) = V.I.\cos(2\omega t + \Phi_v + \Phi_I)$$

Και έναν σταθερό

$$p(t) = V.I.\cos(\Phi_v - \Phi_I)$$

Ο σταθερός όρος εκφράζει την ισχύ που καταναλώνεται στο κύκλωμα και ονομάζεται πραγματική ή ενεργή ισχύς. Επιπλέον, ο  $\cos(\Phi_v - \Phi_I)$  ονομάζεται συντελεστής ισχύος και εκφράζει σε οποιοδήποτε σημείο του κυκλώματος το μέρος της συνολικής ισχύος που διέρχεται από το σημείο, το οποίο θα καταναλωθεί τελικά στα στοιχεία του κυκλώματος. Ο μεταβαλλόμενος όρος εκφράζει ένα μέρος της συνολικής στιγμιαίας ισχύος, το οποίο μεταφέρεται συνεχώς. Το μέρος αυτό της συνολικής στιγμιαίας ισχύος ονομάζεται άεργη ισχύ. Το σύνολο της ενεργής και άεργης ισχύος αποτελεί την φαινόμενη ή μιγαδική ισχύ. Αφορά στην συνολική ισχύ του συστήματος.



**Σχήμα 1.1** Τρίγωνο των Δυνάμεων

Οι τρεις τύποι ενέργειας συνδέονται μεταξύ τους σε ένα τριγωνομετρικό σχηματισμό, όπως φαίνεται και στο άνωθεν διάγραμμα. Σε ένα αμιγώς ωμικό κύκλωμα, ο συντελεστής ισχύος είναι 1, καθώς η άεργη ισχύς ισούται με μηδέν, επομένως το τρίγωνο μετατρέπεται σε μία οριζόντια γραμμή, καθώς η αντίθετη πλευρά, δηλαδή η πλευρά της άεργου ισχύος θα έχει μηδενικό μήκος. Σε ένα αμιγώς επαγωγικό κύκλωμα, ο συντελεστής ισχύος είναι μηδέν, καθώς η ενεργός ισχύς είναι μηδενική. Σε αυτή την περίπτωση το τρίγωνο θα μετατραπεί σε μια κάθετη γραμμή, αφού η προσκείμενη πλευρά της ενεργού ισχύος θα έχει μηδενικό μήκος.

## Ενεργή και Άεργη Ισχύς

Η πραγματική ή ενεργή ισχύς είναι αυτή η οποία παράγει το πραγματικό έργο, π.χ. τη μηχανική ισχύ στον άξονα ενός κινητήρα, τη θερμότητα που παράγει μια ηλεκτρική θερμάστρα ή ένα ηλεκτρικός θερμοσίφωνας κλπ., σε ένα κύκλωμα και καταγράφεται από τους μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας.

Η άεργη ισχύς απορροφάται, κυρίως, από τους κινητήρες για την δημιουργία του στρεφόμενου ηλεκτρομαγνητικού πεδίου, που είναι απαραίτητο για την λειτουργία τους, αλλά και από άλλα μηχανήματα, όπως μετασχηματιστές, στατές ηλεκτροσυγκολλητήσες, οι λαμπτήρες φωτισμού που λειτουργούν με ηλεκτρικές εκκενώσεις. Δεν παράγει πραγματικό έργο, αλλά είναι αναγκαία για τη δημιουργία μαγνητικού ή ηλεκτρικού πεδίου στα πηνία και στους πυκνωτές του κυκλώματος. Οι εταιρείες Παραγωγής-Μεταφοράς και Διανομής ηλεκτρικής ενέργειας τροφοδοτούν τους καταναλωτές με ενεργό και άεργο ισχύ για την λειτουργία των μηχανολογικών εγκαταστάσεων. Ωστόσο, η άεργος ισχύς δημιουργεί μεγάλα προβλήματα στα σύγχρονα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας και στις αντίστοιχες εταιρείες. Δεν καταναλώνεται, οπότε δεν χάνεται, αλλά καθώς μεταφέρεται συνεχώς από και προς τα στοιχεία ενός συστήματος, απαιτείται ρεύμα. Συνεπώς, ωμικές απώλειες προκαλούνται στις ωμικές αντιστάσεις των αγωγών που την μεταφέρουν. Όπου υπάρχουν στοιχεία που χρειάζονται άεργη ισχύ, δημιουργούνται αυξημένα ρεύματα, άρα και αυξημένες απώλειες στα δίκτυα που τα τροφοδοτούν.

Επιπλέον, σύμφωνα με τον Κ.Ν. Κριτσωτάκη, η άεργος ισχύς για να παραχθεί και να φτάσει μέχρι τους καταναλωτές φορτίζει της γεννήτριες των Σταθμών Παραγωγής, τις γραμμές ηλεκτρικής ενέργειας Υψηλής, Μέσης και Χαμηλής Τάσης, καθώς και τους μετασχηματιστές με πρόσθετες εντάσεις που έχουν ως αποτέλεσμα οι εγκαταστάσεις και τα μηχανήματα να υπερφορτίζονται και να περιορίζεται η ικανότητά τους για μεταφορά ενεργού ισχύος. Επιπρόσθετα, αυξάνονται και οι απώλειες μεταφοράς και οι πτώσεις τάσεως.

Σε καταστάσεις υψηλής κατανάλωσης ενεργού και άεργου ισχύος, η λειτουργία των δικτύων γίνεται οριακή, ενώ ταυτόχρονα τα περιθώρια ελέγχου της ροής άεργου ισχύος στενεύουν, με αποτέλεσμα να υφίσταται κίνδυνος μερικής ή ολικής διακοπής του συστήματος μεταφοράς που τροφοδοτούν μεγάλες περιοχές.

Το Ελληνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή το σύστημα της ηπειρωτικής Ελλάδας και των συνδεδεμένων ηλεκτρικά με αυτή νησιών, εμφανίζει συνεχή επιδείνωση της λειτουργίας του από πλευράς άεργου ισχύος, ιδίως κατά τα τελευταία 10 έτη, εξαιτίας του προβλήματος των αιχμών της ηλεκτρικής ζήτησης που έχει πάρει ανησυχητικές διαστάσεις τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα.

Στον ακόλουθο πίνακα καταγράφεται η κατανομή συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα ( στοιχεία ΔΕΗ 2003):

	Υψηλή Τάση	Μέση Τάση	Χαμηλή Τάση
Βιομηχανικός και Εμπορικός Τομέας	27 πελάτες	6.355 μετρητές	1.283.614 μετρητές
	6,8 TWh (14%)	8,8 TWh (18,2%)	11 TWh (22,7%)
Οικιακός Τομέας			5.214.834 μετρητές
			16,4 TWh (34%)
Αγροτικός και λοιποί Τομείς		1.428 μετρητές	331.061 μετρητές
		1,4 TWh (2,8%)	4 TWh (8,3%)
ΣΥΝΟΛΟ	27 πελάτες	7.783 μετρητές	6.829.509 μετρητές
	6,8 TWh (14%)	10,2 TWh (21%)	31,4 TWh (65%)
<b>Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 48,4 TWh</b>			

**Πίνακας 1.1 Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας**

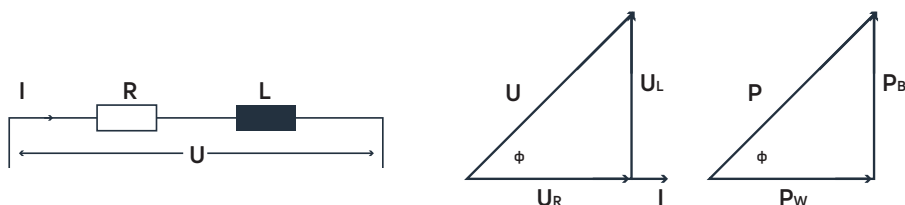
Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στους σταθμούς παραγωγής, οι οποίοι συνήθως βρίσκονται σε απομακρυσμένα μέρη από τους χώρους κατανάλωσης. Η παραγωγή της γίνεται με διάφορους τύπους τριφασικών γεννητριών και σε επίπεδα τάσης μερικών kV (3 kV έως 22 kV). Στην συνέχεια με την χρήση μετασχηματιστών γίνεται η ανύψωση της τάσης μέχρι και 400 kV, με σκοπό να μεταφερθεί οικονομικότερα η ηλεκτρική ενέργεια στους χώρους κατανάλωσης. Εκεί γίνεται υποβιβασμός της τάσης με την βοήθεια μετασχηματιστών και διανέμεται με τις γραμμές διανομής μέσης τάσης (6,6 kV, 15 kV, 20 kV ή 22 kV) ή χαμηλής τάσης (230 V / 400 V) στους καταναλωτές.

Η ηλιεπισηφία των καταναλιωτών χρσιμοποιεί χαμηλή τάση για την τροφοδοσία των φορτίων τους. Στους μεγάλους καταναλιωτές, στους οποίους συμπεριλαμβάνεται μέρος των βιομηχανικών μονάδων της χώρας, η ηλεκτρική ενέργεια διανέμεται στη μέση τάση, την οποία οι καταναλιωτές χρσιμοποιούν ανάλογα με τις ανάγκες τους αφού την υποβιβάζουν οι ίδιοι με τους δικούς τους υποσταθμούς στα επίπεδα τάσης που απαιτούνται στην βιομηχανική μονάδα.

Μια βιομηχανική ηλεκτρική εγκατάσταση αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά μέρη:

- Τον υποσταθμό. Οι υποσταθμοί διανομής είναι οι κόμβοι του δικτύου διανομής μέσης τάσης και τα σημεία τροφοδότησης και αφετηρίας του δικτύου χαμηλής τάσης. Σε βιομηχανικές μονάδες και κτήρια, όπου ο καταναλιωτής έχει ανάγκη ηλεκτρικής παροχής με ένταση μεγαλύτερη των 200 A – 250 A ανά φάση, επιβλήεται η εγκατάσταση ιδιωτικού υποσταθμού.
- Την κύρια γραμμή, δηλαδή το καλώδιο που αναχωρεί από το μετρητή και καταλήγει στον πίνακα διανομής ηλεκτρικής εγκατάστασης.
- Τις διατάξεις μετασχηματισμού τάσης (ανά υπάρχουν).
- Το γενικό πίνακα διανομής και τους πίνακες φωτισμού και κίνησης.
- Τα τοπικά κυκλώματα διακλήδωσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης.
- Τις ηλεκτρικές μηχανές και άλλες συσκευές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Τις διατάξεις γείωσης προστασίας.

Μια βιομηχανική εγκατάσταση είναι (λόγω του υποσταθμού μέσης τάσης των κινήτων, των φωτιστικών φθορισμού κ.λ.π.) ένα επαγωγικό φορτίο. Αν το ισοδύναμο κύκλωμα ανά φάση του παραπάνω δικτύου είναι η ωμική αντίσταση  $R$  και η αυτεπαγωγική  $L$ , όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα, τότε η συνολική ισχύς  $P$  δίνεται από την ενεργό  $P_W$  και την άεργο ισχύ  $P_B$ .



Σχήμα 1.2 Συντελεστής Ισχύος  $\cos\phi$  μιας εγκατάστασης.

$$P = \sqrt{P_W^2 + P_B^2} \quad [1-1]$$

Από το διάγραμμα των ισχύων του παραπάνω σχήματος προκύπτει ότι

$$P_w = P \cdot \cos\varphi \text{ σε KW} \quad [1-2]$$

$$P_B = P \cdot \sin\varphi \text{ σε KVAR} \quad [1-3]$$

και  $\operatorname{tg}\varphi = P_B / P_w \quad [1-4]$

Όπως φαίνεται από την σχέση 1-2 η τιμή του συνημιτόνου της φασικής γωνίας  $\varphi$  έχει σημασία για το μέγεθος της απόρροφημένης ισχύος  $P_W$ . Όσο επαγωγικότερο είναι, δηλαδή, το φορτίο τόσο μειώνεται το  $\cos\varphi$  και η ενεργός ισχύς  $P_W$  γίνεται μικρότερη. Η μείωση όμως αυτή της ενεργούς ισχύος έχει σαν αποτέλεσμα, λόγω των σταθερών τιμών τάσης και συνημιτόνου ( $\cos\varphi$ ), την αύξηση της τιμής του ρεύματος προς κάλυψη των αναγκών, που έχει σαν επακόλουθο την υπερθέρμανση της γραμμής μεταφοράς.

## Συντελεστής Ισχύος

Ο συντελεστής ισχύος ή  $\cos\varphi$  είναι ένα ιδιαίτερα σημαντικό μέγεθος από οικονομικής σκοπιάς και αφορά τόσο τον καταναλωτή (φορτίο) όσο και την εταιρία παραγωγής και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ). Ο συντελεστής ισχύος είναι ένα μέτρο της άεργης ισχύος που ανταλλάσσεται μεταξύ καταναλωτή και δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας. Όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής ισχύος, τόσο «καλύτερο» ένα κύκλωμα, καθώς περιορίζεται η άεργη ισχύς του.

Είναι αναγκαίο, η πραγματική ισχύς να παρέχεται στο φορτίο με όσο το δυνατόν υψηλότερο συντελεστή ισχύος. Υψηλός συντελεστής ισχύος σημαίνει ότι η πηγή προσφέρει την ίδια ενεργή ισχύ στο φορτίο με μικρότερη ένταση ρεύματος γραμμής, άρα με μικρότερες απώλειες γραμμής και επομένως με χαμηλότερο κόστος διάθεσης της ισχύος προς το φορτίο. Τα αντίθετα συμβαίνουν όταν μειώνεται ο συντελεστής ισχύος. Στις περιπτώσεις που αυτό δεν είναι εφικτό, π.χ. σε ισχυρά επαγωγικά φορτία, τότε επιβάλλεται να γίνει διόρθωση του συντελεστή ισχύος του φορτίου με την τοποθέτηση κοντά σε αυτό πυκνωτών αντιστάθμισης κατάλληλης χωρητικότητας.

Έστω επαγωγικό φορτίο που καταναλώνει ενεργή ισχύ  $P$  με συντελεστή ισχύος  $\cos(\phi_V - \phi_I) = \cos\phi$ , όπου  $\phi = \phi_V - \phi_I$ , και απορροφά από το δίκτυο ενεργό ένταση ρεύματος  $I$  υπό ενεργό τάση  $V$ . Το μέτρο της έντασης του ρεύματος που απορροφά ο καταναλωτής από το δίκτυο είναι

$$I = \frac{P}{V \cos(\phi_v - \phi_i)} = \frac{P}{V \cos\phi} \quad [1-5]$$

Θεωρώντας ότι η πραγματική ισχύς,  $P$ , που απορροφά ο καταναλωτής από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας είναι δεδομένη και σταθερή, όπως σταθερή θεωρείται και η τάση του δικτύου, τότε οι παράγοντες που μπορούν να μεταβληθούν είναι το ρεύμα και ο συντελεστής ισχύος. Αυτό που ενδιαφέρει κυρίως είναι το μέτρο της έντασης του ρεύματος που απορροφά ο καταναλωτής από το δίκτυο. Η ένταση του ρεύματος μειώνεται με την αύξηση του συντελεστή ισχύος και αυξάνεται με τη μείωση του συντελεστή ισχύος. Μείωση του συντελεστή ισχύος σημαίνει ότι η διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης και της έντασης μεγαλώνει και επομένως ο καταναλωτής απορροφά περισσότερη άεργη ισχύ από το δίκτυο. Τα αντίθετα συμβαίνουν με την αύξηση του συντελεστή ισχύος.

Πράγματι, η άεργος ισχύς  $P_B$ , που προέρχεται από τον επαγωγικό χαρακτήρα ( $R$  &  $L$ ) του δικτύου του καταναλωτή, μειώνεται με την σύνδεση πυκνωτών

## Οφέλη από την Βελτίωση του Συντελεστή Ισχύος

Η ΔΕΗ παρέχει ηλεκτρική ενέργεια με μέση τάση ανάλογα με την περιοχή. Σε αυτούς τους καταναλωτές η χρέωση είναι αρκετά φθηνότερη ανά kWh. Η φθηνότερη αυτή χρέωση επιβάλλεται για διάφορους λόγους, όπως:

Ο καταναλωτής μέσης τάσης επιβαρύνεται με την δαπάνη εγκατάστασης και συντήρησης του μετασχηματιστή και της κατασκευής του αντίστοιχου δικτύου χαμηλής τάσης.

Οι απώλειες του μετασχηματιστή και του δικτύου χαμηλής τάσης βαρύνουν τον καταναλωτή μέσης τάσης και όχι τη ΔΕΗ, όπως συμβαίνει στις παροχές χαμηλής τάσης.

Ο καταναλωτής μέσης τάσης έχει έκπτωση είτε γιατί έχει σταθερό φορτίο (χωρίς μεγάλες αιχμές), είτε για λόγους επιδότησης της βιομηχανίας με σκοπό την ενίσχυση της απασχόλησης.

Παρόλα αυτά, εάν ο καταναλωτής έχει χαμηλό συντελεστή ισχύος, απορροφά μεγάλη ένταση ρεύματος από το δίκτυο, με αποτέλεσμα να εμφανίζονται υψηλές απώλειες ισχύος επάνω στη γραμμή μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, χαμηλός συντελεστής ισχύος σημαίνει ότι ο καταναλωτής απορροφά μεγάλη άεργη ισχύ από

το δίκτυο, την οποία βεβαίως πρέπει να παράγουν οι γεννήτριες (πηγές) του δικτύου. Το αποτέλεσμα είναι, με τη μείωση του συντελεστή ισχύος, να αυξάνεται το κόστος διάθεσης ηλεκτρικής ισχύος στον καταναλωτή, το οποίο κόστος επιβαρύνει βεβαίως την εταιρία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτός είναι ο λόγος που η εταιρία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί από τους καταναλωτές να απορροφούν πραγματική ηλεκτρική ισχύ από το δίκτυο με υψηλό συντελεστή ισχύος.

Υπάρχουν καταναλωτές με ισχυρά επαγωγικά φορτία, τα οποία καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες άεργης ισχύος και επομένως παρουσιάζουν χαμηλό συντελεστή ισχύος. Τέτοιοι καταναλωτές είναι, για παράδειγμα, βιομηχανικές και εμπορικές εγκαταστάσεις, όπου λειτουργεί συνήθως ένας μεγάλος αριθμός συσκευών με επαγωγική συμπεριφορά, όπως ηλεκτρικοί κινητήρες, μετασχηματιστές κλπ. Στις περιπτώσεις αυτές, απαιτείται η **βελτίωση του συντελεστή ισχύος** της ηλεκτρικής εγκατάστασης, δηλαδή η αύξηση του συντελεστή ισχύος στην επιθυμητή τιμή(0,85-1). Τους καταναλωτές αυτούς οι Ηλεκτρικές Εταιρείες τοποθετούν, έκτος από μετρητές καταγραφής της ενεργού ισχύος, άλλους για την μέτρηση της άεργης ισχύος που μεταφέρεται.

Η βελτίωση του συντελεστή ισχύος, που επιτυγχάνεται με την χρήση πυκνωτών στο σύστημα, εκτός από την μείωση των απωλειών στην ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις των καταναλωτών, επιφέρει επιπλέον οικονομικά οφέλη στην τιμολόγηση από την Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού Επομένως, το πρωταρχικό όφελος από την βελτίωση του συντελεστή ισχύος είναι η εξάλειψη χρεώσεων που σχετίζονται με κατανάλωση άεργου ισχύος. Αν η χρήση άεργου ισχύος επιδέχεται ποινές, η μείωση της συνεπάγεται εξοικονόμηση. Το εύρος της εξοικονόμησης εξαρτάται από το μέγεθος, τη διαμόρφωση και την λειτουργία του συστήματος. Τυπικά, το κόστος της βελτίωσης αποσβένεται στα χρονικά πλαίσια ενός έτους, ενώ έπειτα από αυτό η εξοικονόμηση θα μειώσει τα λειτουργικά έξοδα. Επιπλέον, η βελτίωση του συντελεστή ισχύος θα βελτιώσει την συνολική απόδοση του συστήματος, που συνεπάγεται την αύξηση του χρόνου ζωής των λειτουργικών μερών της επιχείρησης, όπως των κινητήρων. Η μείωση απωλειών ισχύος και ενέργειας συνεπάγεται αύξηση της διαθέσιμη ισχύος του υποσταθμού τροφοδότησης αλληλά και σωστότερο προγραμματισμό νέων υποσταθμών του δικτύου. Επιφέρει ανύψωση ή ρύθμιση της τάσης ζυγών, αλληλά και διευκόλυνση εκκίνησης μεγάλων κινητήρων στην άκρη πολύ φορτισμένων γραμμών διανομής. Το τελικό αποτέλεσμα είναι προστασία, αποδοτικότητα και ενεργειακή και οικονομική εξοικονόμηση.

## Κέρδη στις Εγκαταστάσεις

Τα οφειλή που προκύπτουν από την βελτίωση του συντελεστή ισχύος μίας εγκατάστασης αφορούν σε διάφορα τμήματα της. Η μείωση των απωλειών, για ίση μεταφε-

ρόμενη ισχύ, εξαρτάται από τον συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης. Για παράδειγμα, για αρχικό συντελεστή ισχύος  $\text{συν}\phi_1 = 0,65$  διορθωμένο σε τελικό  $\text{συν}\phi_2=0,90$  πετυχαίνουμε σημαντική μείωση των ωμικών απωλειών της εγκατάστασης κατά 48%. Τα κέρδη στις ωμικές απώλειες εξαρτώνται από το σημείο σύνδεσης των πυκνωτών που θα τοποθετηθούν για τη βελτίωση του συντελεστή ισχύος. Δηλαδή εάν τοποθετήσουμε τους πυκνωτές στην πλευρά Μέσης Τάσης του Υποσταθμού δεν θα αποκομίσουμε κανένα κέρδος. Εάν πάλι εγκαταστήσουμε τους πυκνωτές αμέσως μετά το Γενικό Διακόπτη Χαμηλής Τάσης του μετασχηματιστή, το κέρδος θα αφορά μόνο στις ωμικές απώλειες στο μετασχηματιστή. Το κέρδος, όμως, αυτό μπορεί να είναι σημαντικό στην περίπτωση που ο μετασχηματιστής φορτίζεται κοντά στην ονομαστική του ισχύ. Επιπλέον, η διόρθωση του συνημίτονου μιας βιομηχανικής εγκατάστασης μειώνει την πτώση τάσεως στους μετασχηματιστές και στις εναέριες γραμμές ή τα καλώδια που βρίσκονται εγκατεστημένα πριν από το σημείο σύνδεσης των πυκνωτών. Επειδή στους μετασχηματιστές ισχύος η τιμή της επαγωγικής αντίστασης είναι πολύ μεγαλύτερη από την τιμή της ωμικής (περισσότερο από 3 φορές) είναι φανερό ότι η πτώση τάσεως στους μετασχηματιστές είναι σημαντική και εξαρτάται από την τιμή της έντασης, η οποία με τη σειρά της, για ίση μεταφερομένη ισχύ, είναι συνάρτηση του συντελεστή ισχύος.

Όσον αφορά στα καλώδια μεταφοράς ισχύος πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι η πτώση τάσεως δεν είναι τόσο σημαντική όσο στους μετασχηματιστές, καθώς η επαγωγική πτώση τάσεως σε αυτά δεν είναι τόσο μεγάλη, επειδή η επαγωγική αντίσταση είναι μικρότερη από την ωμική.

Όμως η μεταφορά άεργου ισχύος, όταν αυτά λειτουργούν με πολύ χαμηλό συνημίτονο, μπορεί να είναι ικανή να υπερφορτίσει τα καλώδια και να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα πτώσης τάσεως και σε αυτά. Η διόρθωση του συνημίτονου, εάν γίνει κοντά στους κινητήρες, αποφορτίζει τα καλώδια τροφοδοσίας ελαττώνοντας την πτώση τάσεως.

Αποτέλεσμα αυτών των διαθρωτικών κινήσεων βελτίωσης του συντελεστή ισχύος μιας εγκατάστασης, είναι η αύξηση της δυναμικότητας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, καθώς μειώνονται τα φορτία των μετασχηματιστών ισχύος και των καλωδίων μεταφοράς. Μετά από την διόρθωση του συνημίτονου οι μετασχηματιστές, για ίση μεταφερόμενη φαινόμενη ισχύ, αποδίδουν μεγαλύτερη ενεργό ισχύ. Θεωρητικά, συνεπώς, ένας μετασχηματιστής που τροφοδοτεί καθαρά επαγωγικά φορτία, θα μπορούσε να φορτιστεί στο ονομαστικό του φορτίο με μηδενική μεταφερόμενη ενεργό ισχύ. Συνεπώς, η βελτίωση του συντελεστή ισχύος μπορεί να αποτρέψει την επένδυση κεφαλαίου σε μεγαλύτερους μετασχηματιστές, καθώς για ίδια ενεργό ισχύ επαρκούν μικρότεροι. Επιπλέον, οι απώλειες περιορίζονται σημαντικά με αποτέλεσμα να προκύπτει πιο οικονομική λειτουργία της εγκατάστασης και καλύτερη αξιοποίησή

της. Παράλληλα, οι μειώσεις αυτές στην εγκατάσταση εξασφαλίζουν χαμηλότερες χρεώσεις καθώς περιορίζονται τα περιττά φορτία με τα οποία η επιχείρηση επιβαρύνεται.

## Οικονομικά Οφέλη

Προκειμένου οι Ηλεκτρικές Εταιρείες να τιμολογήσουν τους καταναλωτές, χρειάζεται να γνωρίζουν την ενεργή και άεργη ισχύ που αυτοί καταναλώνουν, αλλά επίσης και τα χρονικά πλαίσια μέσα στα οποία αυτή η κατανάλωση πραγματοποιείται. Εάν οι καταναλωτές απορροφούν αυξημένη άεργο ισχύ, επιβαρύνονται με «κυρώσεις» στην τιμολόγηση. Ένας άλλος παράγοντας που τιμολογείται επίσης με αυστηρότητα από τις Ηλεκτρικές Εταιρείες είναι η Μέγιστη Ζήτηση (Αιχμή) της ενέργειας που ο πελάτης καταναλώνει σε χρονική περίοδο μέτρησης ενός μηνός. Η Μέγιστη Ζήτηση καταγράφεται από τους Μεγιστοδείκτες κάθε 15 λεπτά, ειδικά όργανα μέτρησης, που τοποθετούνται μαζί με τους μετρητές ενέργειας.

Στην Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ) πληρώνεται η ενέργεια

$$W = \int_{t_1}^{t_2} P_w(t) dt$$

Αυτό σημαίνει ότι η ΔΕΗ ζημιώνεται, λόγω του κακού συντελεστή ισχύος  $\cos\phi$ , αφού παράγει ενέργεια  $P$ , όπως αναφέρεται στην σχέση 1-1 και πληρώνεται για την μικρότερη (σχέση 1-2). Συνεπώς είναι υποχρεωμένη να επιβάλει στους καταναλωτές την βελτίωση του  $\cos\phi$ , για αυτό και έχει καθιερώσει ότι

$$\cos\phi \geq 0,85$$

για τιμές  $\cos\phi$  0,85, ο καταναλωτής πληρώνει, δηλαδή, την άεργο ισχύ (κάτι που δεν τον συμφέρει) και για τον λόγο αυτό είναι αναγκασμένος να βελτιώσει τον συντελεστή ισχύος της εγκατάστασής του. Το πηλίκο

$$K = \cos\phi / \cos\phi_1$$

(όπου ο μετρούμενος συντελεστής ισχύος σε έναν καταναλωτή) ονομάζεται συντελεστής προσαρμογής. Με τον συντελεστή αυτό και το μέγιστο της ενεργού ισχύος του καταναλωτή (από την καταγραφή της ενεργού ισχύος για ένα μήνα) βρίσκεται η επιπλέον ισχύς, που πληρώνεται επιπρόσθετα στην ΔΕΗ.

## Σχέση συντελεστή ισχύος και αρμονικών

Οποιαδήποτε περιοδική απόκλιση από την καθαρά ημιτονική μορφή της τάσης μπορεί να αναπαρασταθεί με ένα άθροισμα από καθαρά συνημίτονα με συχνότητα ίση με την ονομαστική και ακέραια πολλαπλάσια της. Η ονομαστική συχνότητα ονομάζεται θεμελιώδης συχνότητα. Μια ημιτονική κυματομορφή με συχνότητα  $n$  φορές μεγαλύτερη από την θεμελιώδη (το  $n$  είναι ακέραιος αριθμός) καλείται αρμονική διαταραχή. Ο λόγος μεταξύ της αρμονικής συχνότητας και της θεμελιώδους συχνότητας ( $n$ ) καλείται τάξη αρμονικής.

Οι αρμονικές συνδέονται άμεσα με τον συντελεστή ισχύος. Ο πραγματικός συντελεστής ισχύος είναι ο μέσος όρος της ενεργού ισχύος προς το γινόμενο της ενεργού τάσης με την ενεργό ένταση. Σε περιβάλλον χωρίς αρμονικές ο πραγματικός συντελεστής ισχύος ισούται με το συνημίτονο της γωνίας μεταξύ τάσης και έντασης. Η ύπαρξη αρμονικών οδηγεί σε μείωση του πραγματικού συντελεστή ισχύος καθώς αυξάνεται η ενεργός τάση αλλά κυρίως η ενεργός ένταση.

## 2.2. ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ

Η άεργη ισχύς είναι χαρακτηριστικό του εναλλασσόμενου ρεύματος, καθώς δεν υφίσταται στο συνεχές, και οφείλεται στην ύπαρξη των αυτεπαγωγών και χωρητικότητων ενός κυκλώματος.

Οι αυτεπαγωγές μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια σε ενέργεια μαγνητικού πεδίου, την οποία αποθηκεύουν στο εσωτερικό τους, ενώ εν συνεχεία την μετατρέπουν ξανά σε ηλεκτρική ενέργεια, αποδίδοντας την πάλι στο δίκτυο. Αντίστοιχα, οι χωρητικότητες μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια που δέχονται σε ενέργεια ηλεκτρικού πεδίου, την οποία αποθηκεύουν στο εσωτερικό τους, ενώ στην συνέχεια την μετατρέπουν ξανά σε ηλεκτρική ενέργεια και την αποδίδουν πάλι στο δίκτυο.

Αυτό σημαίνει ότι σε όποιο κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος υπάρχουν αυτεπαγωγές ή χωρητικότητες, υπάρχει και ένα ποσό ηλεκτρικής ισχύος που μεταφέρεται συνεχώς από και προς τα στοιχεία αυτά, χωρίς όμως να παράγει έργο ή να καταναλώνεται. Οι αυτεπαγωγές και οι χωρητικότητες δημιουργούν άεργη ισχύ εξαιτίας του τρόπου που ανταλλάσσουν ενέργεια με το δίκτυο.

Προκειμένου να διαχωριστεί η άεργη ισχύς λόγω αυτεπαγωγών από την άεργο ισχύ λόγω χωρητικότητων ορίζεται ότι σε οποιοδήποτε φορτίο θεωρείται θετική η άεργη ισχύ που προέρχεται από αυτεπαγωγές, και αρνητική αυτή που προέρχεται από χωρητικότητες. Αν τοποθετήσουμε μια αυτεπαγωγή (πηνίο) και μία χωρητικότητα (πυκνωτή) μαζί, τότε κάθε φορά που το ένα από τα δύο θα απαιτεί άεργη ισχύ από το δίκτυο, το άλλο θα την αποδίδει σε αυτό.

Με αυτόν τον τρόπο το πρόβλημα της άεργης ισχύος μπορεί να αντιμετωπιστεί, εφόσον για κάθε αυτεπαγωγή που δημιουργεί πρόβλημα τοποθετείται μια χωρητικότητα και αντιστρόφως. Σε αυτή την περίπτωση, η αναγκαία άεργη ισχύς για την λειτουργία των στοιχείων θα ταλαντώνεται συνεχώς μεταξύ αυτεπαγωγής και χωρητικότητας, χωρίς να χρειάζεται το δίκτυο να την μεταφέρει, αποτρέποντας με τον τρόπο αυτό αυξημένα ρεύματα και, συνεπώς, απώλειες.

Με την προσθήκη πυκνωτών συνδεδεμένων παράλληλα προς το φορτίο επιτυγχάνεται η βελτίωση του συντελεστή ισχύος επαγωγικού φορτίου. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αντιστάθμιση άεργους ισχύος. Με την τοποθέτηση των πυκνωτών αντιστάθμισης, οι οποίοι είναι πηγές άεργης ισχύος, ένα μέρος της άεργης ισχύος που καταναλώνει το επαγωγικό φορτίο παράγεται τοπικά από τους πυκνωτές και προσφέρεται στο φορτίο, ενώ το υπόλοιπο ποσό άεργης ισχύος του φορτίου παρέχεται από το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Το αποτέλεσμα είναι η αύξηση (βελτίωση) του συντελεστή ισχύος του επαγωγικού καταναλωτή, αφού τώρα το δίκτυο παρέχει στο φορτίο μόνο ένα τμήμα από το συνολικό ποσό άεργης ισχύος που χρειάζεται.

## Πυκνωτές: Ορισμός

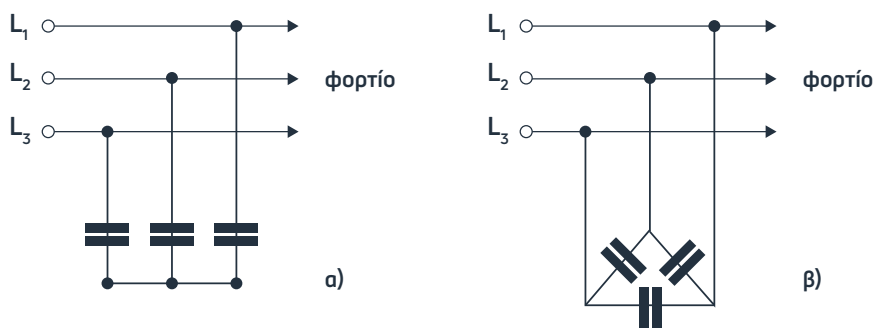
Ηλεκτρική διάταξη (συσκευή, όργανο) συμπύκνωσης ηλεκτρικών φορτίων και δημιουργίας πεδίων υψηλής ηλεκτρικής χωρητικότητας. Αποτελείται από ένα ή περισσότερα ζεύγη αγωγών, οι οποίοι χωρίζονται μεταξύ τους με διηλεκτρικό υλικό (στερεό, υγρό ή αέριο μονωτικό) και κατασκευάζονται με την μορφή λεπτών πλάκων ή ομοαξονικών κυλίνδρων. Παίρνουν την ονομασία οπλισμών πυκνωτών. Οι πυκνωτές, ανάλογα με τα διηλεκτρικά υλικά που έχουν διακρίνονται σε ακτινωτούς, στέρεους, υγρούς ή αέριους. Ως στερεά διηλεκτρικά υλικά χρησιμοποιούνται συνήθως το γυαλί, διάφορες πλαστικές ύλες, κεραμικά κ.α. και από υγρά κυρίως το λάδι.

Βασικές παράμετροι των πυκνωτών είναι η χωρητικότητα, η μέγιστη τάση εργασίας και οι απώλειες του διηλεκτρικού υλικού. Η χωρητικότητα  $C$  μετριέται σε Farands. Καθώς η μονάδα Farand είναι αρκετά μεγάλη, χρησιμοποιούνται κυρίως τα υποπολλαπλάσια της, όπως το μικροφαράντ ( $1\mu F = 10^{-6}F$ ) και το πικοφαράντ ( $1PF = 10^{-12}F$ ).

## Αναγκαία Χωρητικότητα Πυκνωτών Αντιστάθμιση

### Συνδεσμολογία πυκνωτών

Για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος σε τριφασικά κυκλώματα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν τρεις πυκνωτές συνδεδεμένοι κατ' αστέρα ή κατά τρίγωνο, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



**Σχήμα :** Σύνδεση πυκνωτών α) κατ' αστέρα και β) κατά τρίγωνο

Όπου οι πυκνωτές είναι συνδεδεμένοι κατ' αστέρα, η τάση στα όρια κάθε πυκνωτή είναι

$$V_c = \frac{V_n}{\sqrt{3}}$$

Και η ισχύς που απορροφά κάθε πυκνωτής είναι  $P_c / 3$ , υπό τάση  $U_n / 1,73$  και η χωρητικότητα σε  $\mu F$  είναι

$$C = \frac{10^9 P_c}{3\omega V_n^2}$$

Όπου οι πυκνωτές συνδέονται κατά τρίγωνο η τάση στα όρια κάθε πυκνωτή είναι

$$V_c = V_n$$

Και η ισχύς που απορροφά κάθε πυκνωτής είναι  $P_c / 3$ , υπο τάση  $U_n$  και η χωρητικότητα σε  $\mu F$  είναι

$$C = \frac{10^9 P_c}{3\omega V_n^2}$$

Συνεπώς

$$C_{\text{τριγώνου}} = \frac{C_{\text{αστέρα}}}{3}$$

Για τον λόγο αυτό στα συστήματα αντιστάθμισης συνδέονται οι πυκνωτές σε συνδεομορφία τριγώνου, καθώς απαιτεί 3 φορές μικρότερη χωρητικότητα.

## Είδη χωρητικής Αντιστάθμισης

Η μείωση της άεργου ισχύος Ρ<sub>B</sub> με πυκνωτή αντιστάθμισης διακρίνεται :

1. Ως προς τον τρόπο σύνδεσης του πυκνωτή με το επαγωγικό φορτίο:

Σύνδεση σε σειρά και

Σύνδεση παράλληλα

2. Ως προς την περιοχή σύνδεσης του πυκνωτή στο δίκτυο:

*Κεντρική αντιστάθμιση* (στην κεντρική παροχή),

*Ομαδική αντιστάθμιση* (σε επιμέρους παροχή, π.χ. στον υποπίνακα φωτισμού, λόγω φωτιστικών φθορίου), και

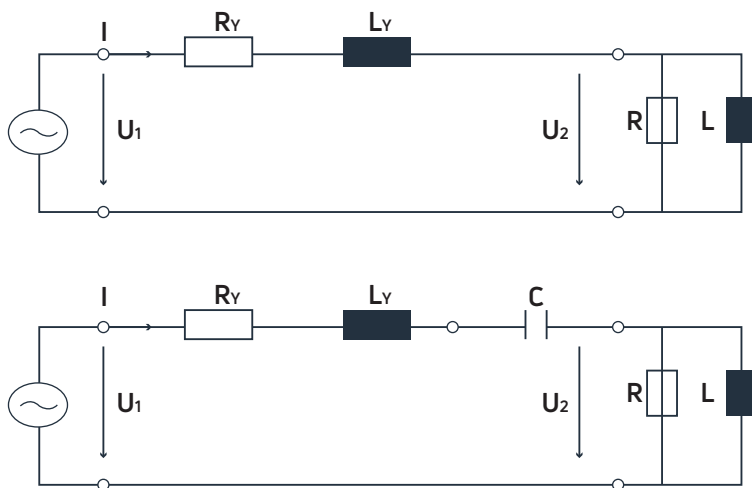
*Ατομική αντιστάθμιση* (αντιστάθμιση για κάθε φορτίο χωριστά, π.χ. στα φωτιστικά φθορισμού).

Τα κριτήρια για την επιλογή του αποδοτικότερου τρόπου σύνδεσης των πυκνωτών έγκεινται τόσο στην μορφή της εγκατάστασης, όσο και στα χρονικά πλαίσια λειτουργία. Εξαιτίας του κόστους των πυκνωτών, η πρόβλεψη της καταλληλότερης συνδεσμολογίας αλλά και ισχύος λειτουργεί σωρευτικά ως προς τα οφέλη που προσφέρονται.

Η διόρθωση του συντελεστή ισχύος με χρήση κεντρική αντιστάθμισης αποτελεί την πιο οικονομικό τρόπο εγκατάστασης, συγκριτικά με τους άλλους δύο, καθώς απαιτεί την πιο χαμηλή ισχύ πυκνωτών. Αν όμως στην εγκατάσταση, υπάρχουν τμήματα με μεγάλα φορτία που απέχουν από τους Ζυγούς Χαμηλής Τάσεως του υποσταθμού, τότε είναι προτιμότερο να υιοθετηθεί ομαδική αντιστάθμιση, ενώ στην περίπτωση αυξημένης ισχύος των επιμέρους φορτίων και με διάρκεια λειτουργίας σε όλο το 24ωρο, τότε ενδείκνυται τοπική αντιστάθμιση.

## Σύνδεση σε Σειρά

Στην περίπτωση αυτή ο πυκνωτής διαρρέεται από το ισχυρό ρεύμα της εγκατάστασης. Το είδος αυτό της αντιστάθμισης χρησιμοποιεί κυρίως στην σταθεροποίηση δικτύων μεταφοράς της ενέργειας, στην ρύθμιση μεταβολών της τάσης στο δίκτυο και την διατήρηση της συμμετρίας σε φορτία με μεγάλες μεταβολές.



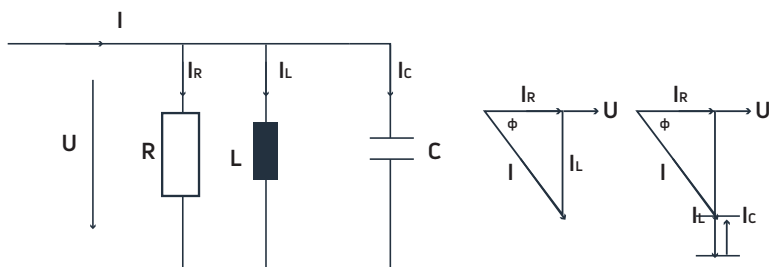
**Σχήμα 2.3** Προς εξήγηση της χωρητικής αντιστάθμισης της γραμμής μεταφοράς ( $R_Y, L_Y$ ).  
 (α) γραμμή μεταφοράς ( $R_Y, L_Y$ ) χωρίς αντιστάθμιση, (β) γραμμή μεταφοράς ( $R_Y, L_Y$ ) με αντιστάθμιση.

Από τα διαγράμματα των τάσεων και των εντάσεων παρατηρούμε με την σε σειρά σύνδεση του πυκνωτή C, μειώνεται η άεργος ισχύς της γραμμής και επομένως η πτώση τάσης  $\Delta U$  και η γωνία  $\psi$  γίνεται μικρότερη (για λόγους ευστάθειας της γραμμής  $\psi < 20^\circ$ ). Κατά τον τρόπο αυτό δηλαδή, μεταφέρεται με ευστάθεια ( $\psi < 20^\circ$ ) μεγαλύτερη ενέργεια (περιορίζεται η πτώση τάσης  $\Delta U$  στα ανεκτά όρια).

### Σύνδεση Παράλληλα

Η μέθοδος αυτή χρησιμεύει για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος  $\cos\phi$ , στον καταναλωτή, ως κεντρική ή ομαδική αντιστάθμιση. Στο παρακάτω σχήμα παρατηρούμε ότι ο επιθυμητός συντελεστής ισχύος επιτυγχάνεται με αντιστάθμιση του επαγωγικού ρεύματος  $I_L$  από το χωρητικό IC.

Η αντιστάθμιση του είδους αυτού σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις επιτυγχάνεται με ομάδα παράλληλων πυκνωτών. Για το είδος της αντιστάθμισης αυτής ισχύουν (όπως φαίνεται από το παρακάτω σχήμα) οι σχέσεις



**Σχήμα 2.4** Προς εξήγηση της αντιστάθμισης με παράλληλο πυκνωτή.

$R, L$  : επαγωγικό φορτίο ,  $C$  : πυκνωτής αντιστάθμισης (α) χωρίς αντιστάθμιση, (β) με αντιστάθμιση

## Κεντρική αντιστάθμιση

Η κεντρική αντιστάθμιση πραγματοποιείται με αυτόματο σύστημα παράλληλων πυκνωτών, μέσω του οποίου επιτυγχάνεται:

1. Ζεύξη ανάλογου αριθμού πυκνωτών
2. Απόζευξη σε περίπτωση χωρητική συμπεριφοράς του καταναλωτή κατά την αντιστάθμιση.

Η ζεύξη και η απόζευξη πυκνωτών ανάλογα με την εκάστοτε απαιτούμενη αντιστάθμιση, γίνεται:

1. Με ένα μικρό κινητήρα κατά την μέθοδο FERRARI. Ανάλογα με την προπορεία ή καθυστέρηση του ρεύματος ως προς την τάση, στρέφεται ο κινητήρας δεξιά ή αριστερά (αλλάζει διέγερση).
2. Με ηλεκτρονικά συστήματα, τα οποία όμως μειονεκτούν έναντι της προηγούμενης μεθόδου, κατά τον Π.Δ. Μπούρκα, ως προς την ευαισθησία που διαθέτει ο κινητήρας.

Προκειμένου να υπολογιστεί η απαιτούμενη χωρητική ισχύς μια εγκατάστασης είναι απαραίτητα στοιχεία σχετικά με την μεταβολή των φορτίων ανά ώρα (ενεργός και άεργος ισχύς) και του  $\cos\phi$  (στιγμιαίες και μέσες τιμές) για τη διάρκεια της ημερήσιας λειτουργίας της εγκατάστασης, όπου σημειώνεται και η Μέγιστη Ζήτηση. Τα δεδομένα αυτά είναι επαρκή για την μελέτη και τον προσδιορισμό της απαιτούμενης χωρητικής ισχύος.

Υπάρχουν ειδικά καταγραφικά όργανα προκειμένου να ελεγχτούν με ακρίβεια τα παραπάνω σε ώρες αιχμής, οι αναλυτές δικτύου. Τοποθετούνται στην είσοδο των Ζυγών Χαμηλής Τάσης του υποσταθμού και μέσω μετασχηματιστών εντάσεως κατάλληλης σχέσης παρακολουθούν την ροή της ενέργειας που εισέρχονται σε αυτούς. Μετρούν και καταγράφουν σε τακτά χρονικά διαστήματα:

- Τις στιγμιαίες τιμές του  $\cos\phi$  σε κάθε μια από τις 3 φάσεις και το μέσο  $\cos\phi$  της εγκατάστασης.
- Τις στιγμιαίες και μέσες τιμές της ενεργού ισχύος.
- Τις στιγμιαίες και μέσες τιμές της άεργου ισχύος.
- Τις στιγμιαίες τιμές της άεργου ισχύος που απαιτείται για τη διόρθωση του συντελεστή ισχύος σε προκαθορισμένη τιμή.

Όμως, τα όργανα αυτά συχνά δεν είναι διαθέσιμα. Τότε, τα στοιχεία λαμβάνονται από τους διαθέσιμους λογαριασμούς της ΔΕΗ. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται να διατίθενται μια σειρά λογαριασμών της ΔΕΗ για ένα ευρύ χρονικό διάστημα λειτουργίας, για την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Σε θεωρητικό επίπεδο επίλυσης του προβλήματος χρησιμοποιώντας τους λογαριασμούς της ΔΕΗ, προκύπτει το πρόβλημα υπολογισμού της ισχύος. Η ημερήσια καμπύλη φορτίου, όπου καταγράφονται οι μεταβολές της απορροφημένης ισχύος σε συνάρτηση των ωρών λειτουργίας της εγκατάστασης είναι απαραίτητη για την έρευσή της απαιτούμενης της ισχύος.

Με βάση τις ημερήσιες καμπύλες φορτίου ενός μόνος κατασκευάζεται η μηνιαία καμπύλη διάρκειας φορτίου της εγκατάστασης, δηλαδή καταγράφεται η διάρκεια σε ώρες κάθε φορτίου για το χρονικό διάστημα των συνολικών ωρών λειτουργίας της εγκατάστασης.

## Κεντρική αντιστάθμιση στον υποσταθμό Μέσης Τάσεως

Η άεργος ισχύς στον υποσταθμό μέσης τάσης (20,15 και 6,6 KV) είναι της τάξης:

**Χωρίς φορτίο:** 4% PN έως 6% PN

**Με πλήρες φορτίο:** 8% PN έως 12% PN

Όπου PN η ονομαστική ισχύς του μετασχηματιστή.

Η σύνδεση του συγκροτήματος των παράλληλων πυκνωτών αντιστάθμισης γίνεται στην πλευρά της χαμηλής τάσης. Ενδείκνυται η αντιστάθμιση μέρους της άεργου ισχύος (περίπου η άεργος ισχύς του μετασχηματιστή χωρίς φορτίο) να γίνεται στο

δευτερεύον του μετασχηματιστή. Οι υπόλοιποι πυκνωτές αντιστάθμισης συνδέονται με αυτόματο σύστημα στους ζυγούς του γενικό πίνακα χαμηλής τάσης.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται, σύμφωνα με τις οδηγίες κατασκευαστών, ορισμένες τιμές πυκνωτών αντιστάθμισης σε υποσταθμούς.

P kVA	Συγκρότημα παράλληλων πυκνωτών	
	μόνιμα στη χαμηλή τάση του μετασχηματιστή σε kVAR	στους συλλεκτικούς ζυγούς του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης σε kVAR
250	1 x 10	100
315	1 x 10	100
400	1 x 20	150
630	1 x 50	200
1000	1 x 70	300

Πίνακας 2.1 Κεντρική αντιστάθμιση σε υποσταθμούς μέσης τάσης

### Κεντρική αντιστάθμιση σε τριφασικές παροχές χαμηλής τάσης

Η τάξη μεγέθους το αυτόματου συγκροτήματος των παράλληλων πυκνωτών σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης δίνεται στον ακόλουθο πίνακα. Οι τιμές του πίνακα αυτού είναι εμπειρικές και γι' αυτό πρέπει να υπολογίζεται ο πυκνωτής αντιστάθμισης.

ονομαστικό ρεύμα περίπου σε A	αυτόματο σύστημα πυκνωτή αντιστάθμισης σε kVAR
100	60
160	80
200	100

Πίνακας 2.2 Κεντρική αντιστάθμιση σε τριφασικά φορτία χαμηλής τάσης

## Ομαδική αντιστάθμιση

Η αντιστάθμιση αυτή γίνεται σε μια ομάδα επαγωγικών φορτίων, όπου υπάρχει το πρόβλημα αύξησης του συννημιτόνου, όπως π.χ. : σε έναν υποπίνακα φωτισμού (λόγω φωτιστικών φθορισμού, που δεν έχουν τοπικούς πυκνωτές αντιστάθμισης), στον υποπίνακα κίνησης κάποιων κινητήρων που έχουν μικρό συντελεστή ισχύος κ.λ.π. Για την αντιστάθμιση μίας ομάδας λαμπτήρων φθορισμού ισχύει η σχέση:

$$PC = n \cdot C_{\mu} \cdot 0,015 \text{ σε kVA}$$

Όπου  $C_{\mu}$  η χωρητικότητα του πυκνωτή σε  $\mu\text{F}$  σε περίπτωση ατομική αντιστάθμισης και  $n$  ο αριθμός λαμπτήρων.

Για τον υπολογισμό της απαιτούμενης ισχύος των πυκνωτών που πρέπει να εγκαταστήσουμε σε κάθε υποπίνακα είναι απαραίτητα η χρήση καταγραφικών μέσων σε κάθε τμήμα της εγκατάστασης για την 24h λήψη στοιχείων, που οι λογαριασμοί της ΔΕΗ αδυνατούν να παρουσιάσουν.

## Τοπική (ατομική) αντιστάθμιση

Η μέθοδος αυτή ενδείκνυται σε εγκαταστάσεις φωτισμού με λάμπες φθορισμού, ΝΕΟΝ, υδράργυρου και νατρίου αληθιά και σε ασύγχρονους κινητήρες. Πραγματοποιείται με την εγκατάσταση πυκνωτών στους ακροδέκτες κάθε μηχανήματος ξεχωριστά. Συνεπώς η συνολική χωρητική ισχύς που θα προκύψει θα είναι μεγάλη, όση θα απαιτούσε η εγκατάσταση με κεντρική αντιστάθμιση υπολογισμένη για συνεχή λειτουργία αιχμής της καμπύλης διάρκειας της εγκατάστασης.

Καθώς το κόστος εγκατάστασης πυκνωτών επιβαρύνεται και από το κόστος της τοποθέτησης κατάλληλων μέσων απόξεσης και προστασίας, η χρήση τοπικής αντιστάθμισης παράλληλα σε κάθε μηχανήμα, αποτελεί μια λύση που χρήζει περαιτέρω μελέτη σχετικά με το αποτελέσματα-οφέλη συγκριτικά με το κόστος.

## Διόρθωση του συννημιτόνου για Μετασχηματιστές Ισχύος

Οι σύγχρονοι Μετασχηματιστές εξαιτίας της κατασκευής τους (ελασματοποίηση) απαιτούν χαμηλή τοπική αντιστάθμιση για να αντισταθμίσουν την παραγόμενη μαγνήτιση.

Η διόρθωση του συννημιτόνου για τους μετασχηματιστές Ισχύος γίνεται με την απευθείας σύνδεση πυκνωτών κατάλληλης ισχύος στην πλευρά Χαμηλής Τάσεως του μετασχηματιστή..

Η αντιστάθμιση γίνεται για την κενή λειτουργία του μετασχηματιστή.

Στην περίπτωση που είναι γνωστό το ρεύμα μαγνητίσεως του μετασχηματιστή είναι δυνατός ο ακριβής υπολογισμός της απαιτούμενης ισχύος των πυκνωτών. Επιπλέον:

Μετασχηματιστές με μειωμένες απώλειες σε κενή λειτουργία απαιτούν μικρότερη χωρητική αντιστάθμιση.

Μετασχηματιστές με τάση πρωτεύοντος μεγαλύτερη από 15 kV απαιτούν μεγαλύτερη ισχύ αντιστάθμισης (περίπου 10%).

Η τοποθέτηση πυκνωτών ισχύος μεγαλύτερης από την απαιτούμενη θα δημιουργήσει υπερτάσεις στην εγκατάσταση κατά τις ώρες κενής λειτουργίας του μετασχηματιστή.

Προκειμένου να αναπτυχθεί ένα ολοκληρωμένο σύστημα βελτίωσης του συντελεστή ισχύος, προβλέπεται χρήση διαφόρων μεθόδων. Συνεπώς, παρά την τοποθέτηση αυτόματης κεντρικής συστοιχίας πυκνωτών για την διόρθωση του συνημιτόνου, προκειμένου να αντιμετωπιστούν ρεύματα που δεν γίνονται αντιληπτά από τον μετασχηματιστή εντάσεως της μετρικής διάταξης της αυτόματης αντιστάθμισης της κεντρικής συστοιχίας, τοποθετούνται επιπλέον πυκνωτές π.χ. στο δεύτερο τύλιγμα του μετασχηματιστή για την αντιμετώπιση του ρεύματος που απορροφά. Σε κενή λειτουργία του μετασχηματιστή, όταν δηλαδή δεν υπάρχουν φορτία (μόνο μια μικρή ισχύς π.χ. για το φωτισμό της εγκατάστασης), η κεντρική συστοιχία πυκνωτών παραμένει εκτός λειτουργίας.

## Διόρθωση του συνημιτόνου των ηλεκτροσυγκολλήσεων

Οι στατές ηλεκτροσυγκολλήσεις τύπου αντίστασης ή τόξου, απορροφούν από το δίκτυο μεγάλες ποσότητες μαγνητικής ενέργειας εξαιτίας των πολύ υψηλών τιμών σκέδασης που παρουσιάζουν στη λειτουργία τους. Γι' αυτό το λόγο είναι συνήθως εφοδιασμένες με τους κατάλληλους πυκνωτές από τον κατασκευαστή. Σε περίπτωση που αυτό δεν συμβαίνει και δεν διαθέτουμε στοιχεία, τότε για τους υπολογισμούς μας θα θεωρήσουμε ότι λειτουργούν με  $\cos\phi=0,45$ .

Γενικά με την τοποθέτηση πυκνωτών ισχύος, σε **kVAR**, το μισό της ισχύος **P (kVA)** του μηχανήματος πετυχαίνουμε ικανοποιητικό βαθμό αντιστάθμισης.

Ένα άλλο πρόβλημα που παρουσιάζουν αυτές οι συσκευές, οι οποίες συνήθως είναι μονοφασικές, είναι η μεγάλη ασυμμετρία που προκαλούν στα φορτία και η δημιουργία αρμονικών στο δίκτυο.

Προκειμένου για εγκαταστάσεις με ικανό αριθμό τέτοιων συσκευών πρέπει εκτός από την εξισορρόπηση των φορτίων στις 3 φάσεις, να εξετασθεί και η αναγκαιότητα το-

ποθέτησης φίλτρων εξομαλύνσεως στην εγκατάσταση, εάν παρουσιάζονται ισχυρές παραμορφώσεις στην κυματομορφή του φορτίου.

### Διόρθωση του συνημιτόνου των ασύγχρονων κινητήρων

Η μέθοδος που ενδείκνυται περισσότερο για κινητήρες μέσης και μεγάλης ισχύος, που λειτουργούν επί πολλές ώρες καθημερινά, είναι η τοπική αντιστάθμιση, καθώς αποτελεί την πιο οικονομικά συμφέρουσα λύση.

Προκειμένου να δημιουργήσουν το απαραίτητο στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο οι κινητήρες απορροφούν από το δίκτυο άεργη ισχύ, συνάρτηση της ισχύος και του αριθμού στροφών ανά λεπτό. Κινητήρες αργόστροφοι (με μεγάλο αριθμό πόλων) απαιτούν για τη λειτουργία τους μεγαλύτερη μαγνητική ισχύ.

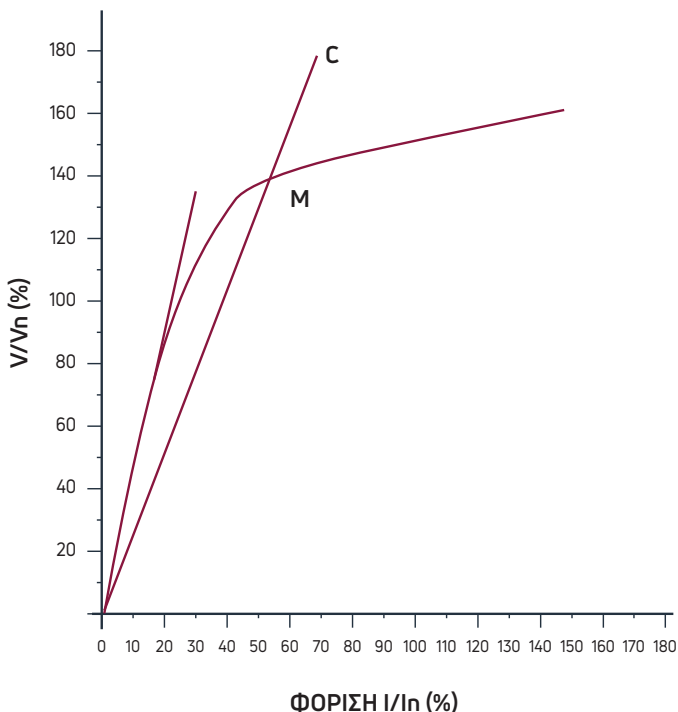
Η άεργος ισχύς που οι ασύγχρονοι κινητήρες απορροφούν εξαρτάται από την τάση λειτουργίας και είναι μεγαλύτερη για τιμές της τάσης, υψηλότερες από την ονομαστική.

Ένας κινητήρας με ονομαστική τάση λειτουργίας  $V_n = 380\text{ V}$  συνδεδεμένος σε δίκτυο  $400\text{ V}$  παρουσιάζει καλύτερα χαρακτηριστικά λειτουργίας (απορροφά μικρότερες εντάσεις, έχει καλύτερη ροπή εκκίνησης, μικρότερη διολίσθηση) για το ίδιο φορτίο, όμως απορροφά μεγαλύτερη άεργο ισχύ λόγω ελάττωσης του συντελεστή ισχύος. Επίσης, το φορτίο αποτελεί έναν από του σημαντικότερους παράγοντες με πολύ σοβαρή επίπτωση στο συντελεστή ισχύος ενός ασύγχρονου κινητήρα. Λαμβάνοντας υπόψη τις μεταβολές στο συντελεστή ισχύος και του συντελεστή απόδοσης σειράς κινητήρων σε συνάρτηση του συντελεστή φόρτισης, προκύπτει ότι ένας κινητήρας που λειτουργεί με μειωμένο φορτίο, έχει συντελεστή ισχύος πολύ μικρότερο από αυτό που αντιστοιχεί στο πλήρες φορτίο ενώ η μεταβολή του συντελεστή απόδοσης είναι πολύ μικρότερη.

Συνεπώς, ένας κινητήρας που λειτουργεί με μειωμένο φορτίο έχει εφφ μεγαλύτερη αλληλ απορροφά μικρότερη ενεργό ισχύ. Έτσι, για αισθητές μεταβολές του φορτίου, η άεργος ισχύ που απορροφά ο κινητήρας δεν υφίσταται μεγάλες διακυμάνσεις.

Για να επιτευχτεί βελτίωση του συντελεστή ισχύος ασύγχρονου κινητήρα, προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα αυτοδιέγερσης και δημιουργία υπερτάσεων, πρέπει να επιλεγεί μια άεργος ισχύ που πλησιάζει αλληλ δεν ξεπερνά την ισχύ που ο κινητήρας απορροφά σε κενή λειτουργία.

Στο ακόλουθο σχήμα έχει καταγραφεί η χαρακτηριστική καμπύλη διέγερσης ενός ασύγχρονου κινητήρα. Στο πρώτο τμήμα της αυξάνει γραμμικά αλληλ στο 80% περίπου της ονομαστικής τάσης αρχίζει να κάμπτεται εξαιτίας του μαγνητικού κορεσμού.



*Χαρακτηριστική καμπύλη ασύγχρονου κινητήρα (ρεύμα διέγερσης σε συνάρτηση της τάσης στον ονομαστικό αριθμό στροφών)*

Η χαρακτηριστική καμπύλη ενός πυκνωτή είναι ευθεία της οποίας η κλίση εξαρτάται από την χωρητικότητα του πυκνωτή, δηλαδή από το άεργο φορτίο  $I_c$  που ο πυκνωτής αποδίδει.

Εάν ο κινητήρας, ενώ λειτουργεί, αποσυνδεθεί από το δίκτυο, τότε ο πυκνωτής που είναι συνδεδεμένος παράλληλα μαζί του, και είναι φορτισμένος, θα εκφορτιστεί παρέχοντας μαγνητική ενέργεια στον κινητήρα, διεγείροντας τον, ώστε να λειτουργήσει σαν γεννήτρια εάν συνεχίσει να στρέφεται κοντά στον ονομαστικό αριθμό στροφών. Το φαινόμενο αυτό, που εξαρτάται από την ισχύ του πυκνωτή, μπορεί να προκαλέσει σοβαρές υπερτάσεις και για τον λόγο αυτό δεν πρέπει να συμβαίνει, παρόλα αυτά δεν διαρκεί, καθώς η ταχύτητα του κινητήρα ελαττώνεται γρήγορα εξαιτίας του φορτίου.

Για να αποφευχθεί το φαινόμενο αυτό, πρέπει να υπολογιστεί η απαιτούμενη χωρητική ισχύ, για την αντιστάθμιση του κινητήρα σε κενή λειτουργία. Καθώς όμως το ρεύμα κενής λειτουργίας  $I_0$ , εξαρτάται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του κινητήρα

και σπάνια αναγράφεται στην πινακίδα του μηχανήματος, απαιτείται η χρήση κατάλληλου καταγραφικού οργάνου για την μέτρησή του με αποσυνδεδεμένο το φορτίο του.

Η άεργος ισχύ που απορροφά ο κινητήρας δίδεται από την σχέση:

$$Q_c = k \cdot \sqrt{3} \cdot V \cdot I_0$$

Όπου  $V$  η τάση λειτουργίας του κινητήρα, το ρεύμα κενής λειτουργίας του κινητήρα και  $k$  ο συντελεστής για την αποφυγή αυτοδιέγερσης (0,85-0,90).

## 2.3. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

### Θέσεις Σύνδεσης Πυκνωτών

Μετά τον καθορισμό της απαιτούμενης ισχύος της συστοιχίας των πυκνωτών, οι θέσεις σύνδεσης αλληλά και η υποδιαίρεση στις κατάλληλες βαθμίδες, είναι τα βήματα που ακολουθούν, την μελέτη τοποθέτησης πυκνωτών προκειμένου να βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος σε μια εγκατάσταση.

Όσον αφορά στην τοποθέτηση των πυκνωτών, πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα προς το φορτίο προς αντιστάθμιση, ώστε να υπάρξει ελαχιστοποίηση των απωλειών και μέγιστη αύξηση της τάσης. Παράλληλα, η εγκατάσταση τους γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να μετατεθεί ο χρονικός ορίζων επέκτασης του υποσταθμού. Προκειμένου να αποφευχθούν κόστη ζεύξης-απόζευξης, η αντιστάθμιση της ελάχιστης άεργου ισχύος γίνεται με τοποθέτηση μόνιμα συνδεδεμένων πυκνωτών. Ακολουθεί η μελέτη για την κατανομή των πυκνωτών σε βαθμίδες ώστε να ελέγχεται η διακύμανση της τάσης (Διακύμανση 2% είναι αποδεκτή για μια ζεύξη-απόζευξη ανά ώρα, 3% για μια ζεύξη-απόζευξη ανά ημέρα και 5% για μια εποχιακή ζεύξη- απόζευξη).

Βαθμίδες ονομάζονται οι συνδυασμοί ισχύος που μπορούν να επιτευχθούν με μια συγκεκριμένη σειρά ρύθμισης, δηλαδή το άθροισμα των αριθμών της σειράς ρύθμισης (ο λόγος των ισχύων τους). Ο σκοπός της κατανομής των πυκνωτών σε βαθμίδες είναι η καλύτερη παρακολούθηση των φορτίων, ώστε να αξιοποιηθεί με τον καλύτερο τρόπο η ισχύς της συστοιχίας. Μια επιτυχής κατανομή είναι αυτή που οι ισχύεις ακολουθούν μια αναλογική σχέση 1:2:4:8. Για παράδειγμα η επόμενη ομάδα που θα τοποθετηθεί θα είναι διπλάσιας ισχύος από την προηγούμενη. Αντίστοιχοι τρόποι κατανομής είναι και αυτοί που υπακούουν στην λογική 1:2:2 ή 1:1:1:1, αλλά δεν αποφέρουν τα ίδια αποτελέσματα. Συνεπώς, αν δεν υπάρχουν ειδικοί λόγοι που να επιβάλλουν μια διαφορετική διαμόρφωση, η διόρθωση επιδιώκεται να γίνει για μια μέση τάση του συνημιτόνου της εγκατάστασης, αποφεύγοντας την αντιστάθμιση τιμών μικρής διάρκειας της άεργου ισχύος

Συνήθως επιλέγεται, για κάθε βαθμίδα μιας συστοιχίας πυκνωτών, ισχύς ίση με 15-25% της συνολικής ισχύος της εγκατάστασης.

Η απόφαση σχετικά με τον αριθμό και την διαμόρφωση των βαθμίδων υποδιαίρεσης της συστοιχίας, εξαρτάται από:

- Την συνολική άεργο ισχύ αντιστάθμισης της εγκατάστασης,
- Τις τυποποιημένες τιμές άεργης ισχύος των πυκνωτών, που δίνουν οι κατασκευαστές και

Τον τρόπο που μεταβάλλεται η πραγματική ισχύς της εγκατάστασης. Δηλαδή για κάποιο χρονικό διάστημα η εγκατάσταση λειτουργεί με το συνολικό της φορτίο, κάποιο άλλο χρονικό διάστημα λειτουργεί με τα 2/3 του συνολικού φορτίου της κ.ο.κ. Έτσι όταν μεταβάλλεται η πραγματική ισχύς, μεταβάλλεται και η άεργος προς αντιστάθμιση ισχύς και κατά συνέπεια διαφοροποιείται ο αριθμός των πυκνωτών που συνδέονται και από συνδέονται κατά χρονικά διαστήματα.

## Αυτόματοι Ρυθμιστές Άεργου Ισχύος

Προκειμένου να ικανοποιούνται οι μεταβολές ζήτησης της χωρητικής ισχύος μιας εγκατάστασης κεντρικής συστοιχίας πυκνωτών, απαιτείται η τοποθέτηση παράλληλα αυτόματων (ρελέ) για την εξασφάλιση της δυνατότητας ζεύξης και απόζευξης των ομάδων πυκνωτών.

Οι παραπάνω χειρισμοί πραγματοποιούνται αυτόματα από μία ειδική ηλεκτρονική συσκευή το ρυθμιστή άεργου ισχύος. Ο ρυθμιστής άεργου ισχύος τοποθετείται σε εγκαταστάσεις για τον έλεγχο και την διόρθωση του συντελεστή ισχύος. Ο ρυθμιστής, με εισόδους τάση και ένταση, μετρά το συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης, τον συγκρίνει με την τιμή που έχει ρυθμιστεί και δίνει εντολές ζεύξης ή απόζευξης βαθμίδων πυκνωτών.

Στα βασικότερα χαρακτηριστικά τους συγκαταλέγεται η καταλληλότητα μέτρησης 3 φασικών συστημάτων, ενώ η τάση λειτουργίας λαμβάνεται από την ίδια φάση μέσω ασφαλειών.

Οι αυτόματοι ρυθμιστές συνημίτονου έχουν μετρικές διατάξεις και παρακολουθούν όχι μόνο το συνημίτονο συγκρίνοντας με την τιμή που έχει ρυθμιστεί, αλλά και την απαιτούμενη τιμή της έντασης  $I$  της εγκατάστασης, η οποία λαμβάνεται από την πρώτη φάση μέσω μετασχηματιστή εντάσεως με ρεύμα δευτερεύοντος 1 ή 5 **A**. Η ένταση  $I$  δίνεται σύμφωνα με την σχέση

$$Q_c = VI \sin\phi$$

Συνεπώς η ζεύξη ή η απόζευξη των ομάδων των πυκνωτών συμβαίνει όταν πραγματικά αυτό απαιτείται, χωρίς άσκοπες λειτουργίες με φαινόμενα ταλαντώσεων. Οι αυτόματοι ρυθμιστές συνημίτονου είναι συνήθως προγραμματισμένοι να δίνουν εντολή ζεύξης νέας ομάδας πυκνωτών όταν η απαίτηση της εγκαταστάσεως για χωρητική ισχύ φτάνει στα 2/3 της ισχύος της ομάδας. Για να γίνει δυνατός αυτός ο τρόπος λειτουργίας, ο αυτόματος ρυθμιστής διαθέτει ειδικά κομβία ώστε να είναι δυνατή η ρύθμισή του σύμφωνα με τη σχέση  $C/\%$  όπου  $C$  η άεργος ισχύς της μικρότερης ομάδας

πυκνωτών και κ η σχέση του μετασχηματιστή εντάσεως που τροφοδοτεί το αμπερομετρικό στοιχείο του ρυθμιστή άεργου ισχύος.

Οι σύγχρονοι ρυθμιστές άεργου ισχύος έχουν τη δυνατότητα ρύθμισης έως και 12 βαθμίδων. Ρυθμίζουν, επίσης, τον χρόνο από 1sec – 20min μεταξύ των διαδοχικών βαθμίδων ώστε να επιτρέπεται η έγκαιρη εκφόρτιση των πυκνωτών μέσω των αντιστάσεων εκφόρτισης. Είναι επίσης εφοδιασμένοι με ηλεκτρονόμο έλλειψης τάσεως που αποσυνδέει όλους τους πυκνωτές σε περίπτωση διακοπής. Φέρουν ειδικές ενδεικτικές λυχνίες μέσω των οποίων επισημαίνεται ο αριθμός των ομάδων των πυκνωτών που βρίσκονται σε λειτουργία καθώς και ψηφιακή ένδειξη (LED) της τιμής του συννημίτου της εγκατάστασης. Επιτρέπουν ακόμα, αν απαιτηθεί, την χειροκίνητη ρύθμιση της λειτουργίας του συγκροτήματος. Επιπλέον, επιτρέπουν την αποθήκευση των μέγιστων τιμών των παραμέτρων, παράλληλα με την παρακολούθηση μεμονωμένων τιμών ισχύος πυκνωτών. Τέλος, Φέρουν ειδική ένδειξη σφάλματος. Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες στην επιτυχημένη προσπάθεια βελτίωσης του συντελεστή ισχύος μιας βιομηχανικής εγκατάστασης είναι η ακριβής και ασφαλή σύνδεση του αυτόματου ρυθμιστή στου συννημίτου.

## Διατάξεις Χειρισμών και Προστασίας

Ο μέσος χρόνος ζωής των πυκνωτών εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και υπολογίζεται για τις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας. Η χρονική διάρκεια υπερφόρτισης και η Μέση θερμοκρασία που εμφανίζουν είναι κάποιοι από αυτούς. Η μέγιστη τιμή υπερέντασης και η συνεπαγόμενη αύξηση θερμοκρασίας επιβαρύνουν, επίσης, την διάρκεια ζωής τους.

Προκειμένου να προστατευτούν οι πυκνωτές Ισχύος, να εξασφαλιστεί η καλή λειτουργία τους, αλλα και να παραταθεί η διάρκεια ζωής τους πρέπει να εφαρμοστούν τα κατάλληλα μέσα προστασίας και χειρισμών. Ο διακόπτης φορτίου, ενδεχομένως αυτόματος, με τις ασφάλειες, με επιλογή 1,6 με 1,8 φορές το ονομαστικό ρεύμα του πυκνωτή, και οι θερμομαγνητικοί διακόπτες αποτελούν στοιχεία προστασίας. Οι αυτόματοι χειρισμών ζεύξης και απόζευξης (contractors) και οι διατομές καλωδίων επίσης.

Όσον αφορά στα μέσα διακοπής (διακόπτες, ασφάλειες) λαμβάνεται υπόψη η επιλογικότητα της προστασίας, δηλαδή η απομόνωση της βαθμίδας της συστοιχίας που έχει υποστεί βλάβη. Στην είσοδο και πριν από τους ζυγούς της συστοιχίας θα τοποθετηθεί διακόπτης φορτίου με ικανότητα διακοπής 2 Inc του ονομαστικού ρεύματος της συστοιχίας και ασφάλειες (υψηλής ισχύος διακοπής) ονομαστικής τιμής 2,5 - 3 Inc. Η ονομαστική ένταση των ασφαλειών πρέπει να έχει τιμή 1,7 - 2 Inc όπου Inc η ονομαστική ένταση των πυκνωτών της ομάδας.

Ο αυτόματος διακόπτης ισχύος, παρότι είναι πιο δαπανηρός, έχει την δυνατότητα της ακριβούς ρύθμισης των ηλεκτρομαγνητικών του στοιχείων στα 1,75 - 2 Inc, επιτυγχάνοντας καλύτερη συνεργασία με τις ασφάλειες που θα τοποθετηθούν στις αναχωρήσεις πριν από τους αυτόματους (Contactors) ζεύξεως των βαθμίδων της συστοιχίας. Η ομάδα των πυκνωτών κάθε βαθμίδας πρέπει επίσης να προστατεύεται με ασφάλειες υψηλής ισχύος διακοπής.

Συνήθως αποφεύγεται να η χρησιμοποιηθούν οι κεντρικές ασφάλειες της συστοιχίας για την προστασία των βαθμίδων. Αυτό συμβαίνει καθώς η τιμή της εντάσεως του σφάλματος μιας βαθμίδας μπορεί να είναι μικρή ώστε η επέμβαση των τμηκών των γενικών ασφαλειών, που έχουν επιλεχθεί για υψηλές τιμές, να γίνει καθυστερημένα μέχρι το σφάλμα να φτάσει στην τιμή διακοπής. Πιθανό αποτέλεσμα μπορεί λοιπόν να είναι η επέκταση του τόξου του σφάλματος λόγω ιονισμού του περιορισμένου χώρου που βρίσκονται συνήθως οι πυκνωτές και οι αυτοματισμοί με καταστρεπτικά αποτελέσματα. Επιπλέον με την χρήση των κεντρικών ασφαλειών αποτρέπεται η δυνατότητα επιλογικότητας, δηλαδή η απομόνωση της βαθμίδας εκείνης της συστοιχίας που έχει υποστεί το σφάλμα ώστε να παραμένουν σε λειτουργία οι υπόλοιπες βαθμίδες της συστοιχίας. Τέλος ο αυτόματος ζεύξης κάθε βαθμίδας πρέπει να είναι τύπου για διακοπή φορτίου χαμηλού συνήμιτονου π.χ. AC-11 (κατά IEC 408) και να επιλεγεί για ένταση διπλάσια εκείνης που αντιστοιχεί στην ονομαστική κάθε βαθμίδας γιατί λειτουργεί σε πολύ δυσμενείς συνθήκες. Ενώ σχετικά με τα καλώδια σύνδεσης της συστοιχίας και των ομάδων με τις φορτίσεις και τις εκφορτίσεις των πυκνωτών, λόγω των συχνών ζεύξεων καταπονούνται με μεγάλες εντάσεις. Γι' αυτό το λόγο ο υπολογισμός της διατομής των αγωγών θα γίνει τουλάχιστον για 1,6 Inc του ονομαστικού ρεύματος των πυκνωτών.

## Διόρθωση του συνημιτόνου με χρήση Σύγχρονου Κινητήρα

Η διόρθωση του συντελεστή ισχύος ενός τριφασικού, όχι μονοφασικού, καταναλωτή, όπως οι βιομηχανικές εγκαταστάσεις μπορεί να γίνει και με την χρήση ενός Σύγχρονου Κινητήρα. Ο σύγχρονος κινητήρας πέρα από τη χρήση του για την ικανοποίηση ενός μηχανικού φορτίου σε μια βιομηχανική εγκατάσταση, μπορεί όταν λειτουργεί σε υπερδιέγερση να παράγει και άεργο ισχύ, βελτιώνοντας έτσι το συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης. Πολλές φορές μάλιστα ένας σύγχρονος κινητήρας λειτουργεί χωρίς κανένα απολύτως μηχανικό φορτίο στον άξονά του, έχοντας ως μοναδικό σκοπό τη βελτίωση του συντελεστή ισχύος μιας εγκατάστασης.

Αρκετοί σύγχρονοι κινητήρες χρησιμοποιούνται ήδη αποκλειστικά για την διόρθωση του συνημιτόνου, και ονομάζονται σύγχρονοι πυκνωτές ή σύγχρονες χωρητικότητες.

Σήμερα, βέβαια, οι στατικοί πυκνωτές έχουν εκτοπίσει τις σύγχρονες χωρητικότητες (σύγχρονους κινητήρες) και μόνο σε παλιά βιομηχανικά δίκτυα οι σύγχρονοι πυκνωτές συνεχίζουν να λειτουργούν. Ο υπολογισμός της άεργης ισχύος, που θα παράγει ο σύγχρονος κινητήρας, εξαρτάται από το ποσοστό της άεργης ισχύος της εγκατάστασης προς αντιστάθμιση για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος.

## Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης Κεφαλαίου 2

1. Η μονάδα της ισχύος είναι το
  - α. MA
  - β. Watt
  - γ. Joule
  
2. Η βελτίωση του συντελεστή ισχύος, επιτυγχάνεται
  - α. με τη χρήση πυκνωτών
  - β. με την αύξηση της τάσης
  - γ. με μπαταρίες
  
3. Η ονομαστική συχνότητα ονομάζεται
  - α. θεμελιώδης συχνότητα
  - β. ημιτονική μορφή
  - γ. περιοδική απόκλιση
  
4. Η ύπαρξη αρμονικών οδηγεί
  - α. σε μείωση του πραγματικού συντελεστή ισχύος
  - β. σε αύξηση του πραγματικού συντελεστή ισχύος
  - γ. σε αύξηση της έντασης του ρεύματος
  
5. Ο πυκνωτής είναι
  - α. διάφορες πλαστικές ύλες
  - β. διηλεκτρικό υλικό
  - γ. ηλεκτρική διάταξη

6. Η χωρητικότητα C ενός πυκνωτή μετριέται σε
  - α. Farands
  - β. Ampere
  - γ. joule
  - δ. Watt
  
7. Η Ατομική αντιστάθμιση πραγματοποιείται
  - α. για κάθε φορτίο χωριστά
  - β. στον υποπίνακα
  - γ. στην κεντρική παροχή
  
8. Η διόρθωση του συνημίτονου για Μετασχηματιστές Ισχύος γίνεται με
  - α. απευθείας σύνδεση πυκνωτών κατάλληλης ισχύος στην πλευρά Χαμηλής Τάσεως
  - β. απευθείας σύνδεση πυκνωτών κατάλληλης ισχύος στην πλευρά Υψηλής Τάσεως
  - γ. Και στα δύο παραπάνω
  
9. Ο υπολογισμός της άεργης ισχύος, που θα παράγει ο σύγχρονος κινητήρας, εξαρτάται από
  - α. το ποσοστό της άεργης ισχύος της εγκατάστασης προς αντιστάθμιση για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος.
  - β. το ποσοστό της συνολικής ισχύος της εγκατάστασης προς αντιστάθμιση για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος.
  - γ. το ποσοστό μέρους της ισχύος της εγκατάστασης προς αντιστάθμιση για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος.
  
10. Ο διακόπτης φορτίου ενός πυκνωτή είναι :
  - α. στοιχείο προστασίας
  - β. στοιχείο απόζευξης
  - γ. στοιχείο λειτουργίας

## Σύνοψη- Ανακεφαλαίωση Κεφαλαίου 2

Ο βασικότερος στόχος του κεφαλαίου ήταν η βελτίωση του συντελεστή ισχύος στις εγκαταστάσεις. Εξετάστηκε η επίδραση της εφαρμογής αντιστάθμισης άεργου ισχύος σε μια βιομηχανική μονάδα και οι εναλλακτικοί τρόποι συνδεσμολογίας και τοποθέτησης. Μελετήθηκαν τα επιμέρους στοιχεία που θα πρέπει να εφαρμοστεί η αντιστάθμιση, καθώς τα απαραίτητα μέσα χειρισμών και προστασίας που πρέπει να ακολουθηθούν. Καθώς οι βιομηχανικοί καταναλωτές καταναλώνουν ένα μεγάλο ποσοστό της παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος, δηλαδή συνδυαστικά ενεργής και άεργης ισχύος, ο τρόπος που αυτή καταναλώνεται και οι επιβαρύνσεις που υφίσταται το δίκτυο για την μεταφορά και παραγωγή της, αποκτά ιδιαίτερη σημασία.

Η βελτίωση του συντελεστή ισχύος μπορεί να επιτευχθεί με την διαδικασία αντιστάθμισης άεργου ισχύος, δηλαδή με την προσθήκη πυκνωτών συνδεδεμένων παράλληλα με το φορτίο. Με αυτόν τον τρόπο ένα μέρος της άεργης ισχύος που απαιτείται παράγεται τοπικά από τους πυκνωτές, με αποτέλεσμα να μειώνεται το συνολικό ποσό άεργης ενέργειας που χρειάζεται η εγκατάσταση από το δίκτυο. Η επιλογή των συστοιχιών των πυκνωτών που θα τοποθετηθούν και η υποδιαίρεση τους σε βαθμίδες, δηλαδή μικρότερες ομάδες, διαφοροποιείται ανάλογα με την κάθε εγκατάσταση και το ποσό της άεργης ισχύος που απορροφάται σε κάθε περίπτωση. Ο σκοπός αυτής της κατανομής των πυκνωτών σε βαθμίδες είναι η καλύτερη παρακολούθηση των φορτίων, ώστε να αξιοποιηθεί με τον καλύτερο τρόπο η ισχύς της συστοιχίας.



## 3

## ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΥΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



### Εισαγωγή / Γενική περιγραφή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζεται η παροχή πληροφορίας και ενημέρωσης, σχετικά με ενδεικτικές καλές πρακτικές που μπορούν να ακολουθηθούν στην καθημερινή λειτουργία, με στόχο να υπάρξει μεγιστοποίηση της εξοικονόμησης ενέργειας. Η επίτευξη του στόχου αυτού απαιτεί διερεύνηση εφαρμογών, προτύπων, οδηγιών, τεχνικών και μεθοδολογιών, διότι το σκεπτικό της εξοικονόμησης ενέργειας βασίζεται στην προσπάθεια για εξεύρεση τρόπων μείωσης την κατανάλωση ενέργειας και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του εξοπλισμού που καταναλώνει ενέργεια, χωρίς να επηρεάζονται οι συνθήκες άνεσης των χρηστών. Με το τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μείωση της ζήτησης ενέργειας και συνεπώς μείωση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων.



## Σκοπός / Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Σκοπός του εν λόγω κεφαλαίου τεχνικής επαγγελματικής κατάρτισης είναι να παράσχει στους εργαζόμενους του κλάδου των ηλεκτρολόγων καθώς και σε όσους ενδιαφέρονται να εργαστούν στο συγκεκριμένο κλάδο, τις ειδικές γνώσεις – δεξιότητες – ικανότητες που απαιτούνται στις καλές πρακτικές, στις επιδεικτικές δράσεις και βραβεύσεις που αποτελούν πρότυπα εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα τόσο στον Ελληνικό όσο και στο διεθνή χώρο

- Θα γνωρίζει τα εργαλεία χρηματοδότησης βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης
- Θα γνωρίζει τις εφαρμογές
- Θα γνωρίζει τα πρότυπα
- Θα γνωρίζει τις τεχνικές οδηγίες
- Θα γνωρίζει τις μεθοδολογίες



## Έννοιες κλειδιά / Βασική ορολογία

Εφαρμογές, Πρότυπα, Τεχνικές οδηγίες, Μεθοδολογίες, Εργαλεία χρηματοδότησης βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης, Κτιριακό κέλυφος

## 3.1 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ, ΠΡΟΤΥΠΑ, ΟΔΗΓΙΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

### 3.1.1 Καταγραφή καλών πρακτικών για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε δημόσια κτίρια

Η βιωσιμότητα και η αειφορία είναι ένα σημαντικό θέμα που πρέπει να απασχολεί την κοινωνία και ειδικά τον τομέα της κατασκευής και χρήσης των κτιρίων, διότι η αντιμετώπιση των τρεχουσών αναγκών -και με την εκμετάλλευση των ΑΠΕ- δεν πρέπει να υπονομεύει τη δυνατότητα να καλυφθούν οι ανάγκες που θα προκύψουν στις μελλοντικές γενεές. Παρόλα αυτά, η οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη έχει ως αποτέλεσμα τον πολλαπλασιασμό των ενεργειακών αναγκών, με τη διαρκή βελτίωση του βιοτικού επιπέδου η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των κτιρίων συνεχώς αυξάνει. Η αύξηση είναι τόσο ποσοτική, καθώς καταναλώνουμε περισσότερη ενέργεια σε απόλυτο μέγεθος, όσο και ποιοτική, επειδή χρησιμοποιούμε όλο και περισσότερο τον ηλεκτρισμό για την κάλυψη τρεχουσών καθημερινών αναγκών, όπως για παράδειγμα η ψύξη των κτιρίων. Εκτός από τον σχεδιασμό και την κατασκευή του δομημένου περιβάλλοντος, είναι και ο τρόπος χρήσης κάθε κτιρίου που επηρεάζει την κατανάλωση ενέργειας. Οι χρήστες του κτιρίου με τη συμπεριφορά και τις συνήθειες τους, μπορούν να διαφοροποιήσουν ουσιαστικά την θερμική συμπεριφορά και επομένως την κατανάλωση της τελικής ενέργειας. Η αλλαγή κουλτούρας όλων των εμπλεκόμενων μερών, μέσα από ενημέρωση και συνεπώς η συνειδητοποίηση σε σχέση με τα ενεργειακά προβλήματα, ή την ορθολογική χρήση των διαφόρων συστημάτων ελέγχου του εσωκλίματος που έχουν στην διάθεσή τους, μπορούν να συμβάλουν στην μείωση των θερμικών απωλειών και γενικότερα στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Υπάρχουν, δηλαδή, πολλοί παράγοντες που συνηγορούν στην εξεύρεση λύσεων για την ορθολογικότερη κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια. Η ευαισθητοποίηση, μέσα από μεταφορά εμπειριών και μάθησης είναι σημείο κλειδί στη διαδικασία της αλλαγής της ενεργειακής κουλτούρας και αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την ενσωμάτωση πρακτικών μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης, αρχής γενομένης από τους δημόσιους φορείς, που θα αποτελέσουν τους "πilotους" της διαδικασίας, όσο και από όλους όσους ενδιαφέρονται να υιοθετήσουν αντίστοιχες πρωτοβουλίες στο μέλλον (σε δημόσιο και ιδιωτικό τομέα). **Γίνεται αντιληπτό, λοιπόν, ότι η καταγραφή των καλών πρακτικών και η όσο μεγαλύτερη διάχυση τους αποτελεί ζωτικής σημασίας διαδικασία, διότι η εξοικονόμηση ενέργειας είναι αναμφίβολα ο ταχύτερος, ο οικονομικότερος και ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα καθώς και για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου**

**στην ατμόσφαιρα εξαιτίας της χρήσης τους. Η ανάδειξη των επιλεγμένων περιπτώσεων αποτελεί τη βάση για την παροχή πληροφόρησης και ενημέρωσης, σχετικά με ενδεικτικές καλές πρακτικές που μπορούν να ακολουθηθούν στην καθημερινή λειτουργία, με στόχο να υπάρξει μεγιστοποίηση της εξοικονόμησης ενέργειας.**

### **Ενέργεια και Δημόσια Κτίρια**

Τα κτίρια του δημοσίου και ευρύτερου δημοσίου τομέα αντιπροσωπεύουν το 5% του τριτογενή τομέα, αριθμώντας περί τα 200.000. Ο δημόσιος και ευρύτερος δημόσιος τομέας στην Ελλάδα στερείται συγκροτημένης και συντονισμένης πολιτικής στέγασης των δημοσίων υπηρεσιών. Τα κτίρια του δημοσίου τομέα παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία ως προς τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και τις εγκαταστάσεις τους καθώς έχουν κατασκευαστεί σε διάφορες χρονικές περιόδους και τις περισσότερες φορές για κάλυψη διαφορετικών αναγκών.

Τα ιδιόκτητα από το Δημόσιο κτίρια έχουν υποστεί μεταγενέστερες βελτιωτικές παρεμβάσεις, κυρίως στα συστήματα θέρμανσης, στη μόνωση και στην αντικατάσταση κουφωμάτων. Παρόλα αυτά, ένα μεγάλο ποσοστό τους είναι ενοικιαζόμενα, γεγονός που έχει μεγάλη αρνητική επίδραση σε οποιαδήποτε πρωτοβουλία ή σχέδιο για βελτίωση του περιβάλλοντος εργασίας ή για υλοποίηση παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

Επίσης, υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση ως προς την χρήση των δημοσίων κτιρίων (π.χ. τα αστυνομικά τμήματα και τα νοσοκομεία λειτουργούν σε 24ωρη βάση, ενώ τα κτίρια γραφείων λειτουργούν από το πρωί μέχρι το μεσημέρι κλπ.). Τα κτίρια του δημοσίου μπορεί να στεγάζουν μία ή περισσότερες υπηρεσίες και πολλές φορές υπάρχει μικτή χρήση (συστέγαση με κατοικίες ή καταστήματα).

Τα γενικά χαρακτηριστικά δόμησης (όπως ύψος, δόμηση, ελάχιστοι ακάλυπτοι χώροι, στενοί δρόμοι, καθεστώς οριζόντιας συνιδιοκτησίας κλπ.) επηρεάζουν και περιορίζουν τις ουσιαστικές παρεμβάσεις στην κατεύθυνση του ενεργειακού επανασχεδιασμού και της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

### **Ενεργειακή συμπεριφορά των δημοσίων κτιρίων**

Αναφορικά με τη συμπεριφορά των κτιρίων του δημοσίου τομέα δεν υπάρχει συνοπτική εικόνα και εποπτεία, οι ενεργειακές καταναλώσεις προκύπτουν από τις ενεργειακές δαπάνες και σημαντικότατο μέγεθος που επιβαρύνει τον εκάστοτε κρατικό προϋπολογισμό.

Η υψηλή ενεργειακή κατανάλωση και σπατάλη επιβαρύνει σημαντικά το περιβάλλον των αστικών κέντρων και η ενεργειακή παράμετρος - ενεργειακή αποδοτικότητα -

απουσιάζει παντελώς από τον σχεδιασμό και την λειτουργία των δημοσίων κτιρίων. Η έννοια της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων είναι σχεδόν άγνωστη, ως αποτέλεσμα απουσίας οργανωμένων παρεμβάσεων. Η πληροφόρηση και η ενημέρωση των διαχειριστών και των χρηστών δημοσίων κτιρίων είναι πολύ συγκεχυμένη, ενώ είναι χαρακτηριστική η απουσία ενεργειακής συνείδησης σ' όλους τους εμπλεκόμενους, παρά το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια τάση (μέσα από διάφορες δράσεις για αλλαγή της κατάστασης αυτής).

Η ενεργειακή συμπεριφορά των δημοσίων κτιρίων διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με την ηλικία και τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά τους.

Αναφερόμενοι στην τυπολογία των κτιρίων του δημοσίου μπορούμε να επισημάνουμε ότι τα κτίρια που έχουν μεγάλη ηλικία και είναι κατασκευασμένα μέχρι το 1940 έχουν βαριά δομικά στοιχεία, μικρά σχετικά ανοίγματα, έλλειψη κεντρικής θέρμανσης (η οποία ίσως έχει προστεθεί αναδρομικά) και παρουσιάζουν υψηλούς δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης και ικανοποιητικές συνθήκες θερμικής άνεσης κυρίως το καλοκαίρι.

Τα νεότερα κτίρια που έχουν χρόνο κατασκευής από το 1940 μέχρι το 1980, αποτελούν την πλειοψηφία των δημοσίων κτιρίων. Τα περισσότερα δημόσια κτίρια στην Ελλάδα κατασκευάστηκαν πριν το 1973. Χαρακτηρίζονται από κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος, από μεγάλα ανοίγματα, πλήρη έλλειψη θερμομόνωσης, και διαθέτουν συνήθως σύστημα κεντρικής θέρμανσης. Παρουσιάζουν υψηλούς δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης και μέτριες συνθήκες θερμικής άνεσης.

Τα νέα κτίρια αποτελούν το μικρότερο ποσοστό των δημοσίων κτιρίων, τα οποία διαθέτουν θερμομόνωση και συμπαγή δομικά στοιχεία, κεντρική θέρμανση και - πολλές φορές - διπλά τζάμια και σε αυτά οι δείκτες κατανάλωσης είναι ικανοποιητικοί και οι συνθήκες θερμικής άνεσης είναι ικανοποιητικές. Η μέση κατανάλωση ενέργειας ως ανηγμένη τιμή (π.χ. kWh/m<sup>2</sup>) δεν φαίνεται εκ πρώτης όψεως υπερβολική. Αν όμως ληφθούν υπόψη οι ευνοϊκές κλιματικές ελληνικές συνθήκες το χαμηλό επίπεδο της επιτυχανόμενης θερμικής άνεσης (κυρίως το καλοκαίρι), τότε τα όρια ενεργειακής κατανάλωσης είναι υψηλά.

Γενικά, παρά το γεγονός ότι η θερμική άνεση στα δημόσια κτίρια (κυρίως το χειμώνα) είναι σχετικά ικανοποιητική, παρατηρείται αλόγιστη χρήση ατομικών ηλεκτρικών θερμαντικών σωμάτων (είτε λόγω μη ικανοποιητικής λειτουργίας του συστήματος κεντρικής θέρμανσης - κυρίως λόγω πλημμελούς συντήρησης και ρύθμισης - είτε λόγω παντελούς έλλειψης "ενεργειακής συνείδησης" από τους χρήστες).

Περισσότερο εμφανές είναι το πρόβλημα της θερμικής άνεσης κατά τη θερινή περίοδο. Τα περισσότερα δημόσια κτίρια δε διαθέτουν σύστημα κλιματισμού

και υπάρχει σαφής και μεγάλη αυξητική τάση εγκατάστασης ατομικών κλιματιστικών μονάδων (split-units). Η αποσπασματική αυτή εγκατάσταση ατομικών κλιματιστικών μονάδων οδηγεί στον κατακερματισμό των μονάδων με τοποθέτηση διαφορετικών τύπων συσκευών και αδυναμία τεχνικής υποστήριξης και σωστής συντήρησης, με μεγάλη αύξηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (σπατάλη). Αποτέλεσμα όλης αυτής της κατάστασης είναι η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, η οπτική ρύπανση, η ηχητική ρύπανση κλπ.

## **ΔΥΝΗΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΑ ΚΤΙΡΙΑ**

### **Παρεμβάσεις βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης στα Δημόσια Κτίρια**

Η εξοικονόμηση ενέργειας στα δημόσια κτίρια είναι ζωτικής σημασίας, διότι συνεισφέρει στη μείωση των δημοσίων δαπανών, αλλά και αποτελεί τη βάση για την ανάπτυξη παρόμοιων πρωτοβουλιών για το υπόλοιπο κτιριακό απόθεμα της χώρας.

Στα δημόσια κτίρια η επίτευξη της ενεργειακής αποδοτικότητας μπορεί να συνδυάζει την εξοικονόμηση ενέργειας, με μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας, αλλά και υποκατάσταση συμβατικών μορφών ενέργειας από ΑΠΕ, σε ό,τι αφορά θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό (ΘΨΚ), φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ), με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων.

Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται μέσω:

- του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού του κελύφους,
- της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών (Η/Μ) εγκαταστάσεων,
- ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και
- συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).

Συνοπτικά, ενδεικτικές χρηματοδοτούμενες δράσεις που αφορούν δημόσια κτίρια παρουσιάζονται παρακάτω.

### **Δράσεις Ενεργειακής Αναβάθμισης και Εξοικονόμησης Ενέργειας:**

- Προσθήκη θερμομόνωσης κελύφους, σκιάστρων, συστημάτων ηλιοπροστασίας και άλλων στοιχείων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού κελύφους
- Χρήση ειδικών επιχρισμάτων -ψυχρών υλικών- σε δώματα
- Αντικατάσταση κουφωμάτων και υαλοπινάκων με νέα πιστοποιημένα, υψηλής ενεργειακής απόδοσης

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Συστήματα φυσικού και τεχνητού φωτισμού
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού ή/και υβριδικού αερισμού και δροσισμού
- Φυτεύσεις δωματίων (πράσινες στέγες) κατάλληλου τύπου σε σχέση με τη βέλτιστη ενεργειακή απόδοση και τη στατική επάρκεια του κτιρίου
- Βιοκλιματικές παρεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο
- Παρεμβάσεις αναβάθμισης και τροποποίησης υφισταμένων εγκαταστάσεων κεντρικής θέρμανσης ή/και κλιματισμού, χώρων και εγκαταστάσεων ZNX δημοσίων κτιρίων, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης

### **Δράσεις ΑΠΕ και ΕΞΕ:**

- Φωτοβοληταϊκές εγκαταστάσεις
- Εγκαταστάσεις αβαθούς γεωθερμίας
- Εγκαταστάσεις καύσης βιομάζας
- Μονάδες θερμικών ηλιακών συστημάτων
- Άλλα συστήματα εκμετάλλευσης ΑΠΕ, συστήματα θέρμανσης ή ψύξης, καθώς και αντλίες θερμότητας

### **Κύριες Οικοδομικές Παρεμβάσεις στα Δημόσια Κτίρια**

Τα δημόσια κτίρια σε μεγάλο ποσοστό δεν επιτρέπουν τη διαμόρφωση ευχάριστου κλίματος στο εσωτερικό τους, διότι πολλή από αυτά έχουν κατασκευαστεί με βάση παλαιότερους κανονισμούς (πχ. θερμομόνωσης), είτε δεν έχουν τηρηθεί οι απαιτήσεις των κανονισμών, είτε διότι οι χρήστες του κτιρίου δεν εκμεταλλεύονται σωστά τις παρεχόμενες σε αυτούς δυνατότητες, για το λόγο αυτό παρουσιάζουν μία κακή ενεργειακή συμπεριφορά, παρά το γεγονός ότι αυτό τα τελευταία χρόνια τείνει να αλλιάξει.

### **Νέα Κτίρια**

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, πλέον αποτελεί βασικό κριτήριο σχεδιασμού των κτιρίων και αφορά στο σχεδιασμό των χώρων τους (εσωτερικών και εξωτερικών-υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα. Ο ορθός σχεδιασμός έχει σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια, περιβαλλοντικές πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Από την εφαρμογή των πρακτικών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής τα οφέλη συνοψίζονται σε ενεργειακά (εξοικονόμηση και θερμική/οπτική άνεση), σε οικονομικά (μείωση κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων) και σε περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων) καθώς και κοινωνικά.

Ειδικότερα, το ενεργειακό όφελος που προκύπτει από την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού, σύμφωνα με το ΚΑΠΕ, είναι:

- εξοικονόμηση ενέργειας από την σημαντική μείωση απωλειών λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων,
- παραγωγή θερμικής ενέργειας (θερμότητας) μέσω των ηλιακών συστημάτων άμεσου ή έμμεσου κέρδους με συμβολή στις θερμικές ανάγκες των χώρων προσάρτησης και μερική κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου,
- δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης
- διατήρηση της θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα σε επίπεδα υψηλά τον χειμώνα (και αντίστοιχα χαμηλά το καλοκαίρι), με αποτέλεσμα τη μείωση του φορτίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από τα επικουρικά συστήματα κατά την χρήση του κτιρίου.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών, γενικότερα, όπως προκύπτει από το βιοκλιματικό σχεδιασμό, επιτυγχάνεται στα πλαίσια της συνολικής θερμικής λειτουργίας του κτιρίου και της σχέσης κτιρίου - περιβάλλοντος. Η δε θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου αποτελεί μία δυναμική κατάσταση, η οποία:

- εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους (την ηλιοφάνεια, τη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, τη σχετική υγρασία, τον άνεμο, τη βλάστηση, τη σκίαση από άλλα κτίρια), αλλά και τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου (κατοικία, γραφεία, νοσοκομεία κλπ.) και
- βασίζεται στην αντίστοιχη ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών του στοιχείων και (κατ' επέκταση) των ενσωματωμένων παθητικών ηλιακών συστημάτων, αλλά και το ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από την λειτουργία του κτιρίου.

### Υφιστάμενα Κτίρια

Είναι σαφές, όμως, ότι διαφορετικές δυνατότητες παρέμβασης παρέχονται σε νέο-ανεγειρόμενα κτίρια και άλλες στα υφιστάμενα. Ανάλογα είναι φυσικά και τα παρουσιαζόμενα προβλήματα. Βασικές παράμετροι που καθορίζουν την επέμβαση σε μια υφιστάμενη κατασκευή μπορεί να θεωρηθούν ότι είναι:

- ο περιορισμός των δυνατών λύσεων,
- το υψηλό κόστος,
- η αναστάτωση και η πιθανή διακοπή της καθημερινής δραστηριότητας,
- διαδικαστικά θέματα,
- νομικά και θεσμικά κωλύματα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι απλές οικοδομικές επεμβάσεις μπορούν να δώσουν ικανοποιητικά αποτελέσματα χωρίς μεγάλο κόστος, αν ξεπεραστούν τέτοιου τύπου κωλύματα. Σε κάθε περίπτωση το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα παραμένει πάντα διπλό, με περιορισμό των θερμικών απωλειών από το κέλυφος του κτιρίου το χειμώνα και παρεμπόδιση της υπερθέρμανσης των εσωτερικών χώρων το καλοκαίρι.

Ωστόσο, για οποιαδήποτε παρέμβαση θα πρέπει:

- Να υπολογίζεται το κόστος και υπάρχει συγκριτική αξιολόγηση με άλλες πιθανές λύσεις, λαμβάνοντας υπόψη τον απαιτούμενο χρόνο απόσβεσης.
- Να υπάρχει μέριμνα ώστε να μην προσβάλλεται η αρχιτεκτονική του κτιρίου, αποφεύγοντας κατά το δυνατό αλλοιώσεις που αλλιάζουν τη φυσιογνωμία του, εκτός αν η απόφαση για παρέμβαση αποβλέπει και προς αυτό το σκοπό.
- Να υπάρχει επιλογή των κατάλληλων υλικών.
- Να προκύπτει ως αποτέλεσμα ολοκληρωμένης μελέτης, από την οποία θα προκύπτουν τα ενεργειακά μεγέθη του κτιρίου και ο τρόπος κατανομής των θερμικών απωλειών.
- Να λαμβάνει υπόψη τις πιθανές ιδιαιτερότητες του κτιρίου (πχ. λύσεις προσιτές και εύκολα εφαρμόσιμες στην περίπτωση ενός κτιρίου είναι δυσεφάρμοστες ή και ανεφάρμοστες στην περίπτωση ενός άλλου).
- Να οδηγεί στη βελτίωση της θερμικής απόδοσης του κτιρίου, χωρίς παράπλευρα προβλήματα, η επίλυση των οποίων θα απαιτεί νέες επεμβάσεις (πχ. να προκαλεί προβλήματα υγρασίας λόγω συμπύκνωσης από διάχυση υδρατμών ή επιφάνειες μειωμένης αντοχής).

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, οι κτιριακές παρεμβάσεις μπορούν να είναι οι εξής:

*Επεμβάσεις στα κουφώματα, όπως:*

- Σφράγιση των αρμών μεταξύ των τοίχων και κάσας των κουφωμάτων.
- Βελτίωση της αεροστεγανότητας των αρμών μεταξύ κινητών και ακίνητων φύλλων των κουφωμάτων.
- Αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς.
- Τοποθέτηση και δεύτερου κουφώματος.
- Μετατροπή ορισμένων κουφωμάτων από κινητά σε ακίνητα.
- Τοποθέτηση μηχανισμού επαναφοράς των θυρών.

*Επεμβάσεις στα αδιαφανή δομικά στοιχεία, όπως:*

- Θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων (από την εσωτερική ή εξωτερική όψη).
- Θερμομόνωση των κιβωτίων των ρολών των παραθύρων.

- Θερμομόνωση του δώματος και των εσοχών των ορόφων.
- Θερμομόνωση της οροφής κάτω από τη στέγη.
- Θερμομόνωση της οροφής των υπόστρωτων χώρων ή της οροφής του υπογείου.
- Θερμομόνωση δαπέδου επί του εδάφους.

*Επεμβάσεις βιοκλιματικού χαρακτήρα, όπως:*

- Δημιουργία θαλάμου ανάσχεσης της ροής θερμότητας στην είσοδο του κτιρίου.
- Ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων (άμεσο ηλιακό κέρδος, τοίχος θερμικής αποθήκευσης, προσάρτηση θερμοκηπίου κ.τ.λ.)
- Τοποθέτηση εσωτερικών ή εξωτερικών ηλιοπροστατευτικών διατάξεων.
- Προσαρμογή συστημάτων φωτισμού.
- Ανάπτυξη συστημάτων αερισμού.

### **Κύριες Ηλεκτρομηχανολογικές παρεμβάσεις**

Εκτός των οικοδομικών που αναφέρθηκαν παραπάνω, υπάρχουν σημαντικές ηλεκτρομηχανολογικές παρεμβάσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν και αρκετές νέες τεχνολογίες και λύσεις οι οποίες δύναται να ενσωματωθούν στις εν λόγω παρεμβάσεις. Οι παρεμβάσεις αυτές περιλαμβάνουν, τα εξής:

- Τεχνητό φωτισμό
- Κεντρικά συστήματα διαχείρισης και ελέγχου κτιρίων (BEMS)
- Ζεστό νερό χρήσης (ZNX)
- Παραγωγή θερμότητας και ψύχους
- Μικρά συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας για κτίρια

Δεδομένου του γεγονότος ότι οι Η/Μ παρεμβάσεις είναι πιο πολύπλοκες (ιδίως τεχνολογικά) και όχι τόσο εύκολα αντιληπτές από τους χρήστες του κτιρίου. Υπάρχει παρακάτω μια μικρή ανάλυση των κυριότερων εξ αυτών.

### **Τεχνητός Φωτισμός**

Η σημερινή κατάσταση των τεχνολογιών φωτισμού προσδιορίζεται από παράγοντες όπως η εδραιωμένη αγορά για τους λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά των διαθέσιμων στο εμπόριο αυτοματισμών ελέγχου, ρυθμιστών φωτισμού, αυτοματισμών προγραμματιζόμενων ή αυτοματισμών παρουσίας χρηστών κτιρίου ή φυσικού φωτός, αποδοτικών μετασχηματιστών κλπ.

Στα περισσότερα δημόσια κτίρια χρησιμοποιούνται λαμπτήρες φθορισμού λόγω της σχετικής αποδοτικότητας και πολλαπλής χρήσης τους. Παρόλα αυτά μειονεκτήματα λαμπτήρων οικονομίας υπάρχουν, καθώς και ορισμένοι περιορισμοί στη χρήση τους, όπως κόπωση, διότι οι λαμπτήρες αυτοί είναι ευαίσθητοι στο συχνό άνοιγμα/κλείσιμο τους. Η διάρκεια ζωής τους είναι περίπου 10.000 ώρες η οποία μειώνεται δραστικά αν ανοίγουν και κλείνουν συχνά σε αντίθεση με τους λαμπτήρες LED που έχουν 50.000 ώρες ζωής και δεν επηρεάζονται από συχνό άνοιγμα και κλείσιμο. Σημαντικό θέμα αποτελεί η ύπαρξη υδράργυρου στο εσωτερικό τους ο οποίος είναι τοξικός. Ο υδράργυρος μπορεί να απελευθερωθεί αν ο λαμπτήρας σπάσει κάτω από οποιοσδήποτε συνθήκες, ενώ η απόρριψή απαιτεί ειδική διαχείριση.

Τα τελευταία έτη υπάρχει αρκετή διεύθυνση στην αγορά λαμπτήρων LED λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους. Όπως η διάρκεια ζωής που είναι έως και δέκα φορές μεγαλύτερη από τους λαμπτήρες οικονομίας και εξαιρετικά μεγαλύτερη από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Η ανθεκτικότητά τους είναι αρκετά μεγάλη διότι δεν έχουν λεπτό γυάλινο περίβλημα και αποτελούνται κυρίως από πολυκαρβονικό υλικό είναι ανθεκτικοί στη θραύση, ενώ δεν εκπέμπουν θερμότητα κατά τη διάρκεια λειτουργίας τους. Παράγουν 3,4 btu's/ώρα, τα οποία αποτρέπουν τον λαμπτήρα από το να θερμανθεί και να συμβάλει στην αύξηση θερμοκρασίας του χώρου στον οποίο βρίσκεται.

Δεν περιέχουν υδράργυρο και καταναλώνουν από 3-17 watt (δηλαδή το 1/3 έως το 1/30 των λαμπτήρων πυρακτώσεως ή οικονομίας). Το κυριότερο μειονέκτημά τους είναι το κόστος κτήσης ανά μονάδα μέτρησης φωτεινότητας και η κατευθυνόμενες δέσμες φωτός που παράγουν προς μία κατεύθυνση, κάνοντας έτσι δυσκολότερη τη διάχυσή του.

### **Κεντρικά συστήματα ενεργειακής διαχείρισης και ελέγχου κτιρίων (BEMS)**

Στην αγορά υφίστανται απλά συστήματα, όπως οι χρονικοί, τα οποία είναι βασικής χρήσης και χρησιμοποιούνται ήδη εδώ και πολλά χρόνια, αλλά και συστήματα αρκετά πιο πολύπλοκα. Τα συστήματα αυτά έχουν τη δυνατότητα εισαγωγής διαφορετικών επιπέδων αυτοματισμού, γεγονός που καθιστά δυνατή την εξοικονόμηση ενέργειας και τον έλεγχο των συστημάτων ασφαλείας και προστασίας. Η συμβατότητα (compatibility) μεταξύ των διαφόρων συστημάτων είναι ένα θέμα που χρειάζεται βελτίωση. Οι παράγοντες που εμποδίζουν την εξάπλωση τους συνοψίζονται στην έλλειψη γνώσης των δυνητικών χρηστών, στο υψηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης τους, στη σχετική έλλειψη προσαρμοστικότητας (flexibility) για εφαρμογές σε μία ευρεία περιοχή δυνητικών χρήσεων.

Επιπρόσθετα, τα συστήματα αυτά (σε συνδυασμό με την καταγραφή των στοιχείων και τη γραφική απεικόνιση) καλύπτουν την ανάγκη για βελτιωμένη διάχυση πληρο-

φοριών και για καλύτερη επίδειξη των δυνατοτήτων της εξοικονόμησης ενέργειας σε διαφορετικά είδη χρηστών.

### **Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ)**

Το ζεστό νερό χρήσης είναι αναγκαίο στα περισσότερα κτίρια όπως και στα δημόσια, ειδικά όμως σε κτίρια όπως τα νοσοκομεία η σημασία του είναι πολύ πιο μεγάλη. Λόγω του ότι απαιτείται και το νερό και η ενέργεια για την παραγωγή του, η χρήση αποδοτικών τεχνολογιών θα συμβάλει διπλά στην εξοικονόμηση των πόρων αυτών (ενέργειας και νερού).

Η κατανάλωση ζεστού νερού είναι συνάρτηση της χρήση, του μεγέθους του κτιρίου και του τρόπου χρήσης του κλπ. Ο υπάρχων εξοπλισμός για την παραγωγή και χρήση του ζεστού νερού, στην πλειοψηφία των κτιρίων είναι μη-αποδοτικός σε ότι αφορά τη χρήση ενέργειας και νερού. Παρόλα αυτά, υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας, πλέον, που επιτυγχάνουν ποσοστά εξοικονόμησης μέχρι και 30%.

Επιπλέον, χρησιμοποιούνται σε διαφορετικούς βαθμούς ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι μπορούν να υποβοηθήσουν και την προθέρμανση του νερού που τροφοδοτεί τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης νερού και να συμβάλουν έτσι στην εξοικονόμηση ενέργειας. Παράλληλα, έχουν αναπτυχθεί και άλλα συστήματα αυτοματισμών, συστήματα ανάκτησης θερμότητας, συσκευές μείωσης του νερού χρήση κλπ.

Οι συνθεότεροι θερμαντήρες νερού χρησιμοποιούν πετρέλαιο και φυσικό αέριο, σε πολλές περιπτώσεις, όταν χρειάζεται ένα νέο σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, γίνεται χρήση ηλεκτρικών συστημάτων άμεσης (instant) θέρμανσης, τα οποία είναι φθηνά, εύκολα στην εγκατάσταση αλλά δεν είναι ενεργειακά αποδοτικά, προκαλώντας επιπλέον προβλήματα στη διαχείριση της ισχύος.

### **Ψύξη και Θέρμανση**

Η θέρμανση και η ψύξη των χώρων γίνεται με τη μετατροπή χημικής ή ηλεκτρικής ενέργειας από εξωτερικές πηγές, ή με την μεταφορά θερμότητας από μία εξωτερική πηγή στην περιοχή που χρειάζεται. Τέτοιες εγκαταστάσεις μπορεί να είναι λέβητες, αντλίες θερμότητας κλπ. Οι λέβητες μετατρέπουν τη χημική ενέργεια των καυσίμων σε θερμότητα - μέσω της καύσης - και μεταφέρουν την εκλυόμενη θερμότητα στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου, ενώ η αντλία θερμότητας απορροφά ενέργεια, σε χαμηλή θερμοκρασία, από μία εξωτερική πηγή θερμότητας και την αποδίδει σε υψηλότερη θερμοκρασία στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου - και εναλλακτικά μπορεί να απορροφά θερμότητα από μία μονάδα δροσισμού κτιρίου και να την απορρίπτει σε χώρους υψηλότερης θερμοκρασίας (συνήθως στο περιβάλλον). Στις ανωτέρω δι-

ατάξεις μπορούν να εφαρμοστούν διάφοροι θερμοδυναμικοί κύκλοι και σύγχρονες τεχνολογίες για τη μείωση των εκπομπών ρύπων, την αύξηση του βαθμού απόδοσης κλπ. Το κύριο εμπόδιο αντικατάστασης των παλαιών λεβήτων είναι οικονομικό. Οι βελτιώσεις του συστήματος θέρμανσης για αυξημένη ενεργειακή αποδοτικότητα είναι προτιμότερο να γίνονται συγχρόνως με τις άλλες αναβαθμίσεις και βελτιώσεις.

### **Μικρά συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας στα κτίρια**

Η διαδικασία της συμπαραγωγής (CHP) είναι η ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας από μία πηγή και συνήθως και οι δύο μορφές ενέργειας καταναλώνονται επί τόπου αλλά είναι δυνατόν το περίσσειμα ενέργειας και θερμότητας (από μεγάλες εγκαταστάσεις) να πωληθεί. Τα μικρά συστήματα συμπαραγωγής (λιγότερο από 2 MWe) τυπικά μετατρέπουν το 30% του καυσίμου σε ηλεκτρισμό και το 50% σε χρήσιμη θερμότητα. Σχετικά με τις περιπτώσεις όπου μπορούν να εγκατασταθούν είναι νοσοκομεία, πανεπιστήμια και λοιπά δημόσια κτίρια.

### **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**

Οι διαθέσιμες σήμερα τεχνολογίες (φωτισμός χαμηλής ενέργειας, υλικά μόνωσης, συστήματα αυτοματισμού κλπ.) έχουν αποδείξει τη σπουδαία εξοικονόμηση ενέργειας που δύνανται να αποφέρουν στα κτίρια. Παρόλα αυτά, η διείσδυση τους στην αγορά είναι μικρή κυρίως λόγω του "πολυδισπασμένου" χαρακτήρα της βιομηχανίας κατασκευών (κτιρίων). Εάν γίνουν γνωστά τα οικονομικά πλεονεκτήματά τους, θα υιοθετηθούν σε πολύ μεγαλύτερη κλίμακα και έτσι θα καταστούν ακόμη φθηνότερες. Η εισαγωγή των αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών και η αλλαγή συμπεριφοράς των χρηστών έχουν ήδη αποφέρει μείωση πάνω από 50% στην ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων, σε κάποια βόρεια κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η διείσδυση των αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών θα συνεισφέρει αποφασιστικά και στη μείωση των αερίων εκπομπών που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, αλλά ο καλύτερος τρόπος για την επίτευξη του στόχου αυτού είναι ο συνδυασμός των παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας με την ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ), -ηλιακή, αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμική και βιομάζα- οι οποίες αποτελούν "καθαρές" πηγές διότι δεν εκπέμπουν αέριους ή άλλους ρύπους συμβάλλοντας άμεσα στην γενικότερη προστασία του περιβάλλοντος και στη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>.

### **Διαδικασία επιλογής παρεμβάσεων**

Για την επιλογή των παρεμβάσεων πρέπει να υπάρξει αξιολόγηση των υπάρχουσών τεχνολογικών λύσεων, αναφορικά με τις ηλεκτρομηχανολογικές διατάξεις και τα υλι-

κά, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας και τυχόν συνδυασμού τους με τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η επιλογή θα συνοπολογίζει κοινωνικούς και οικονομικούς παράγοντες, για κατανόηση του τοπικού κλίματος, της επιρροής του στο κτίριο, την προσαρμογή του σχεδιασμού του κτιρίου, για την κατάλληλη χρήση της ηλιακής ενέργειας και τον συνοπολογισμό της ενεργειακής ζήτησης κλπ. Η συνήθης ευρωπαϊκή τακτική για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των δημοσίων κτιρίων περιλαμβάνει παρεμβάσεις που σχετίζονται με το σχεδιασμό και αφορούν παθητικές ή υβριδικές τεχνικές δροσισμού, χαμηλής ενέργειας, το φωτισμό, τα στοιχεία κατασκευής (κέλυφος, κουφώματα, υαλοπίνακες κλπ).

### **Εφαρμογές, πρότυπα, οδηγίες, τεχνικές,**

Η προσέγγιση για τα έργα εξοικονόμησης ενέργειας έχει διαμορφωθεί βάσει των διαδικασιών που ορίζονται σε ελληνικά και διεθνή πρότυπα, σχετικά με την ενεργειακή αποδοτικότητα.

Ο σχεδιασμός για την ενεργειακή αναβάθμιση υφιστάμενων κτιρίων ή τη δημιουργία ενεργειακά αποδοτικών νέων και η επιλογή των βέλτιστων λύσεων, θα πρέπει να βασίζεται σε τεχνικά και οικονομικά κριτήρια, αλλά και χρήση κατάλληλων εφαρμογών, προτύπων, οδηγιών, τεχνικών και μεθοδολογιών, ενώ σημαντική ώθηση μπορούν να προσδώσουν τα διαθέσιμα εργαλεία χρηματοδότησης που αφορούν τη βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στα κτίρια του δημοσίου, αλλά και του ιδιωτικού τομέα, συνήθως αποτελείται από τα παρακάτω βασικά στάδια:

- Ενεργειακή επιθεώρηση / αποτύπωση υφιστάμενης κατάστασης (χρήση κτιρίου, κέλυφος, Η/Μ συστήματα)
- Συλλογή δεδομένων ενεργειακών καταναλώσεων
- Υπολογισμός ενεργειακού προφίλ και εκτίμηση δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας
- Εξέταση τεχνικής και οικονομικής σκοπιμότητας εναλλακτικών λύσεων
- Διαμόρφωση κατάλληλης λύσης εξοικονόμησης ενέργειας
- Χρηματοοικονομική ανάλυση για την απόσβεση της τεχνικής λύσης

### **Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίου**

Ο κτιριακός τομέας, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αντιπροσωπεύει περίπου το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Άμεση επίπτωση αυτού

είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος με οξεία και αυξανόμενα επίπεδα εκπομπών του CO<sub>2</sub>.

Η αναγκαιότητα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων σε συνδυασμό με την κλιματική αλλαγή, οδήγησε την Ευρώπη στην έκδοση συγκεκριμένων κοινοτικών οδηγιών για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, όπου σκιαγραφούνται οι τρόποι μελέτης και κατασκευής κτιρίων, διασφαλίζοντας σημαντικές βελτιώσεις στην ποιότητα του περιβάλλοντος.

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, η εξοικονόμηση σε χρηματικές και ενεργειακές μονάδες, αρχίζει με την ενεργειακή επιθεώρηση και αξιολόγηση των κτιρίων. Η μεθοδολογία που σχετίζεται με την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης, αποτελεί μια ολοκληρωμένη διαδικασία κατάλληλη για την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για υφιστάμενα κτίρια και περιλαμβάνει λογισμικό και μια σειρά από εργαλεία που διευκολύνουν τους εμπειρογνώμονες στην ενεργειακή επιθεώρηση καθώς και στην αξιολόγηση επεμβάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης, συμπεριλαμβανομένων ηλιακών παθητικών και ενεργητικών συστημάτων.

Η χώρα μας εναρμονίστηκε με τις κοινοτικές οδηγίες και τις αναθεωρήσεις τους, και κατέληξε στη δημιουργία του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). Με τον ΚΕΝΑΚ (ΦΕΚ 89/Α/2010) ενσωματώθηκε η έννοια του ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού στη μελέτη των κτιρίων, που συμβάλλει καθοριστικά στη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης, στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προστασία του περιβάλλοντος.

Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου υπολογίζονται, σύμφωνα με συγκεκριμένη μεθοδολογία οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση: θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, ΖΝΧ, συμπεριλαμβανομένου του φωτισμού για κτίρια του τριτογενούς τομέα.

Αναλυτικά σημαντικές πληροφορίες είναι οι εξής:

- Γενικά στοιχεία κτιρίου: τοποθεσία, χρήση κτιρίου (κατοικία, γραφεία, κ.α.), πρόγραμμα λειτουργίας (ωράριο), αριθμός χρηστών (συνολικός και ανά βάρδια για κτίρια με 24ώρη λειτουργία).
- Επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός). Αν υπάρχουν χώροι με διαφορετικές συνθήκες, όπως στα κτίρια νοσοκομείων, αναφέρονται αναλυτικά.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, διεύθυνση, ένταση και ταχύτητα ανέμου κ.α.

- Σύντομη περιγραφή και τεκμηρίωση του ενεργειακού σχεδιασμού του κτιρίου όσον αφορά στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και το σχεδιασμό των Η/Μ εγκαταστάσεων, καθώς και στα προτεινόμενα συστήματα Εξοικονόμησης Ενέργειας / Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας και ΑΠΕ.
- Αναφορά του λογισμικού που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, καθώς και των παραδοχών που λαμβάνονται υπόψη για την εφαρμογή της μεθοδολογίας όπως:
- οι θερμικές ζώνες.
- στην περίπτωση που για την εκπόνηση της μελέτης απαιτείται ο διαχωρισμός του κτιρίου σε ζώνες (λόγω διαφοροποίησης της χρήσης των χώρων του), όλα τα δεδομένα ή/και παραδοχές - εκτός των κλιματικών - πρέπει να αναφέρονται ανά ζώνη.
- οι θερμογέφυρες στα διάφορα στοιχεία του κτιριακού κελύφους.

### Σχεδιασμός κτιρίου

- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.).
- Τεκμηρίωση της χωροθέτησης και προσανατολισμού του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση.
- Τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος.
- Τεκμηρίωση του σχεδιασμού και χωροθέτησης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό).
- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
- Περιγραφή λειτουργίας των παθητικών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο: υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους (κάθετης / κεκλιμένης / οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30ο από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης.
- Περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για τις 21 Δεκεμβρίου και 21 Ιουνίου.

- Γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.
- Σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θερμομονωτικής στρώσης, των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου (κατόψεις, όψεις, τομές).

### Κτιριακό Κέλυφος

- Θερμικά χαρακτηριστικά του κτιριακού κελύφους και των ανοιγμάτων (θερμοπερατότητα, ανακλαστικότητα, διαπερατότητα και απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, κ.α.).
- Περιγραφή της θέσης, των θερμοφυσικών ιδιοτήτων και του τύπου της θερμομόνωσης, όπου αυτή προβλέπεται (οροφές, δάπεδα, τοιχοποιία).
- Συντελεστής θερμοπερατότητας και εμβαδόν αδιαφανών στοιχείων του εξωτερικού κελύφους (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδα, φέρων οργανισμός), έλεγχος αυτών βάσει των απαιτούμενων ορίων ανά προσανατολισμό.
- Συντελεστής θερμοπερατότητας των εσωτερικών χωρισμάτων που διαχωρίζουν θερμαινόμενες και μη θερμαινόμενες ζώνες του κτιρίου.
- Συντελεστής θερμοπερατότητας και εμβαδόν ανοιγμάτων και γυάλινων προσόψεων, έλεγχος αυτών βάσει των απαιτούμενων ορίων ανά προσανατολισμό.

### Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

- Τεχνικά χαρακτηριστικά της κεντρικής εγκατάστασης παραγωγής και διανομής θερμού νερού για τη θέρμανση των χώρων (απόδοση συστημάτων, είδος καυσίμου, χρόνος λειτουργίας, είδος και ισχύς τερματικών μονάδων, είδος και ισχύς βοηθητικών συστημάτων διανομής, απώλειες δικτύου κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων ψύξης-κλιματισμού χώρων (είδος και απόδοση συστημάτων, είδος καυσίμου, χρόνος λειτουργίας, είδος και ισχύς τερματικών μονάδων, είδος και ισχύς βοηθητικών συστημάτων διανομής, απώλειες δικτύου κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά των κεντρικών μονάδων διαχείρισης αέρα (ΚΚΜ) και συστήματος μηχανικού αερισμού (διατάξεις συστήματος, φίλτρα, ύγραση, στοιχεία ψύξης/θέρμανσης, ισχύς ανεμιστήρων κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής και διανομής ΖΝΧ (τύπος, ισχύς, ημερήσια κατανάλωση νερού, επιθυμητή θερμοκρασία ΖΝΧ, απώλειες δικτύου, ποσοστό ηλιακών συλλεκτών κ.α.).
- Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (τύπος, συντελεστές απόδοσης κ.α.). Η αδυναμία εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών πρέπει να τεκμηριώνεται.

- Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος τεχνητού φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενή τομέα (ζώνες φυσικού φωτισμού, ώρες χρήσης φυσικού φωτισμού, αυτοματισμοί, διάταξη διακοπών, είδος φωτιστικών, φωτιστική ικανότητα λαμπτήρων κ.α.). Αναφορά στα συστήματα σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού και άλλα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας.
- Περιγραφή κεντρικού συστήματος παρακολούθησης και ενεργειακού ελέγχου (BMS), των προβλεπόμενων αυτοματισμών και ελέγχων και το αναμενόμενο όφελος τους στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, εφόσον προβλέπεται η εγκατάσταση και χρήση τους.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά λοιπών συστημάτων, όπου προβλέπονται, και αντίστοιχη αποτύπωσή τους στα αρχιτεκτονικά και Η/Μ σχέδια, όπως: ΑΠΕ, (φωτοβολταϊκά, γεωθερμικές αντλίες θέρμανσης/ψύξης), ΣΗΘ (τύπος και ισχύς συστήματος, καύσιμο, ηλεκτρικά και θερμικά φορτία κάλυψης κ.α.), κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).

*Τέλος, απαιτούνται τα αναλυτικά αποτελέσματα των υπολογισμών με σαφή αναφορά των μονάδων μέτρησης των μεγεθών, όπως:*

- Θερμικές απώλειες κελύφους και αερισμού. Ηλιακά και εσωτερικά κέρδη κλιματιζόμενων χώρων.
- Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m<sup>2</sup>), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.).
- Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

### **Πιστοποιητικά Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)**

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης αποτελεί ένα σχετικά νέο θεσμό για τη χώρα μας. Το Μάρτιο του 2010, με Κοινή Απόφαση (Δ6/Β/οικ.5825/30-03-2010) των Υπουργών Οικονομικών και ΠΕΚΑ14 (ΦΕΚ Β΄ 407) εγκρίθηκε ο κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων ΚΕΝΑΚ.

Στον κανονισμό προβλέπεται ότι σε κάθε νέο κτίριο ή σε υφιστάμενο κτίριο (δημόσιο ή ιδιωτικό) που ανακαινίζεται ριζικά, πρέπει να πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. Παράλληλα καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές που αφορούν στο σχεδιασμό κτιρίου (χωροθέτηση, προσανατολισμός, απαιτήσεις ηλιασμού,

ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων κ.λπ.), στο κτιριακό κέλυφος ή στις Η/Μ εγκαταστάσεις.

Η ενεργειακή επιθεώρηση αποσκοπεί:

- στην εκτίμηση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, φωτισμός, ΖΝΧ)
- στην ενεργειακή κατάταξη κτιρίου
- στην έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)
- στη σύνταξη συστάσεων προς τον ιδιοκτήτη/χρήστη δια τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ΠΕΑ ή ενεργειακό πιστοποιητικό, είναι ένα αναγνωρισμένο από το ΥΠΕΚΑ έγγραφο που εκδίδεται από Ενεργειακό Επιθεωρητή (ο οποίος έχει ενταχθεί σε ειδικό Μητρώο), στο οποίο αποτυπώνεται η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Με το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ΠΕΑ το κάθε κτίριο κατατάσσεται σε ενεργειακή κατηγορία (περιλαμβάνει 9 ενεργειακές κατηγορίες: A+, A, B+, B, Γ, Δ, E, Z, H), ενώ ο Επιθεωρητής καταγράφει συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.

Επιπρόσθετα, το ΠΕΑ αποτελεί αναγκαίο έγγραφο για τις διαδικασίες μίσθωσης και αγοραπωλησίας και ο συμβολαιογράφος στην κατάρτιση πράξεως αγοραπωλησίας ακινήτου υποχρεούται να μνημονεύσει στο συμβόλαιο τον αριθμό πρωτοκόλλου από το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης και να επισυνάψει σε αυτό επίσημο αντίγραφο του ΠΕΑ. Σε κάθε μίσθωση ακινήτου, ο αριθμός πρωτοκόλλου από το πιστοποιητικό πρέπει να αναγράφεται στο ιδιωτικό ή συμβολαιογραφικό μισθωτήριο έγγραφο.

Η έκδοσή του απαιτείται σε όλα τα κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των 50 τμ, βασικών χρήσεων (κατοικία, μόνιμη και παραθεριστική, γραφεία, εμπορικές χρήσεις, συνάθροιση κοινού, εκπαίδευση, προσωρινή διαμονή, υγεία και κοινωνική πρόνοια, κλπ.), ως εξής:

#### ΝΕΑ Η ΡΙΖΙΚΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΖΟΜΕΝΑ:

- Με το πέρας της κατασκευής κάθε νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου.

#### ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ:

- Από 09.01.2011: σε κάθε πώληση-αγορά ενιαίου κτιρίου ή πώληση-αγορά τμήματος κτιρίου (πχ διαμέρισμα), καθώς και ενοικίαση αλλήλ μόνο στην περίπτωση ενιαίου κτιρίου.
- Από 9.7.2011: στην ενοικίαση τμήματος κτιρίου για κατοικία (πχ διαμέρισμα) και για επαγγελματική στέγη (δεν ισχύει πέρη παράταση για την ενοικίαση).

- Από 09.01.2012 στην ενοικίαση τμήματος κτιρίου κατοικία (π.χ. διαμέρισμα) και επαγγελματική στέγη.
- Η έκδοση για πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική κατά την ένταξη κτιρίων σε χρηματοδοτικά προγράμματα.

### *Ενώ, δεν απαιτείται:*

- Σε κτίριο (ενιαίο ή τμήμα του) με συνολική επιφάνεια μικρότερη ή ίση των 50τμ (πχ ένα διαμέρισμα με επιφάνεια μικρότερη ή ίση των 50τμ).
- Σε κτίρια με χρήσεις: βιομηχανίας, βιοτεχνίας, εργαστηρίου, αποθήκης, στάθμευσης αυτοκινήτων, πρατήρια υγρών καυσίμων.

Το ενεργειακό πιστοποιητικό έχει ισχύ δέκα έτη. Εξάριση αποτελεί η περίπτωση κτιρίου που ανακαινίζεται ριζικά πριν περάσουν τα δέκα έτη. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να εκδοθεί πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης. Ενώ επισημαίνεται ότι τα ενεργειακά πιστοποιητικά ΠΕΑ αφορούν στο ακίνητο και όχι στα πρόσωπα.

Η διαδικασία έκδοσης περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

- Ανάθεση επιθεώρησης σε ενεργειακό επιθεωρητή
- Ηλεκτρονική απόδοση αριθμού πρωτοκόλλου
- Συλλογή στοιχείων κτιρίου
- Επιθεώρηση
- Υπολογισμοί και ανάλυση αποτελεσμάτων
- Έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης

Για τη προετοιμασία έκδοσης του ΠΕΑ απαιτείται πριν από την ενεργειακή επιθεώρηση πρέπει να γίνει συλλογή δικαιολογητικών, προσκόμιση μετρήσεων για κατανάλωση ενέργειας, πληροφορίες για τη διαδικασία συντήρησης και πληροφορίες για αναγκαίες ή προγραμματισμένες επεμβάσεις του κτιρίου.

Τα ενδεικτικά δικαιολογητικά που πρέπει να έχει στη διάθεσή του ο ενεργειακός επιθεωρητής ώστε να εκδώσει πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης:

- Τίτλοι ιδιοκτησίας
- Αντίγραφο ΚΑΕΚ
- Αντίγραφο κατόψεων, τοπογραφικού και οικοδομικής άδειας
- Αντίγραφα από λογαριασμούς της ΔΕΗ (των 3 τελευταίων ετών)
- Μελέτη θερμομόνωσης αν υπάρχει
- Φύλλα συντήρησης κλιματισμού - κεντρικής θέρμανσης κλπ.

- Τα στοιχεία του κτιρίου που θα περιλαμβάνονται στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης, ενδεικτικά μπορεί να είναι τα εξής: Φωτογραφία, χρήση κτιρίου, αριθμός ιδιοκτησίας, έτος κατασκευής, επιφάνεια, στοιχεία ιδιοκτήτη.

Το ενεργειακό πιστοποιητικό περιλαμβάνει τις ενεργειακές καταναλώσεις ανά χρήση και ανά καύσιμο ενώ δίδει σύντομη περιγραφή των προτεινόμενων μέτρων δια τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, οι οποίες ιεραρχούνται σε σχέση με το κόστος όφελος.

Επίσης, μπορεί να συμπεριλαμβάνει προτάσεις σχετικά με: Τοποθέτηση ηλιακών συλλεκτών, αντικατάσταση εξωτερικών κουφωμάτων, συστήματα εξοικονόμηση ενέργειας στο κέλυφος, συντήρηση συστημάτων θέρμανσης και ψύξης.

## 3.2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗΣ

### Μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

Η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων προσδιορίζεται με βάση μεθοδολογία υπολογισμού της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Η μεθοδολογία υπολογισμού περιλαμβάνει τουλάχιστον τα παρακάτω στοιχεία:

- Τη χρήση του κτιρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.α.), σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.α).
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας, διαπερατότητα κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ΖΝΧ (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενή τομέα.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα.

### Στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση των ακόλουθων συστημάτων:

- Ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).
- Ενέργεια παραγόμενη με τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).
- Κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- Φυσικός φωτισμός.

### Υπολογιστικές μέθοδοι - Δεδομένα υπολογισμού

- Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790, και των υπολοίπων προτύπων.
- Για τους ανωτέρω υπολογισμούς χρησιμοποιούνται λογισμικά, τα οποία θα αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΕΥΠΕΝ).
- Οι παράμετροι υπολογισμού καθορίζονται από τα στοιχεία της αρχιτεκτονικής και ηλεκτρομηχανολογικής μελέτης του κτιρίου και σύμφωνα με τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ), οι οποίες εγκρίνονται με απόφαση του Υπουργού του πρώην ΥΠΕΚΑ και επικαιροποιούνται, κατά περίπτωση, σύμφωνα με τις εθνικές απαιτήσεις και εξελίξεις.
- Οι πρότυπες εσωτερικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός εσωτερικών χώρων, φωτισμός κ.α.) των κτιρίων προσδιορίζονται με σχετικές ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής τους με απόφαση του Υπουργού του πρώην ΥΠΕΚΑ.
- Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη τα κλιματικά δεδομένα όπως προσδιορίζονται με σχετική ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού του πρώην ΥΠΕΚΑ.
- Η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή γίνεται με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής

### Κλιματικές ζώνες

Η ελληνική επικράτεια, σύμφωνα με την υφιστάμενη νομοθεσία διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομηέρες θέρμανσης.

**Πίνακας 1: Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη**

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
<b>ΖΩΝΗ Α</b>	Ηρακλείου, Χανίων, Ρέθυμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκάνησου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργοιίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
<b>ΖΩΝΗ Β</b>	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Εύβοιας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλίκης, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

### Υπολογιστικά Πρότυπα – Τεχνικές Οδηγίες

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790, και των υπολοίπων προτύπων:

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ (ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΕΘΟΔΟΣ)		
ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009)	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων	Υπολογισμός της ενεργειακής ζήτησης του κτιριακού κελύφους με τη μέθοδο ημισταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος.
ΕΛΟΤ EN ISO 13789 E2 (2009)	Θερμική επίδοση κτιρίων - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό - Μέθοδος υπολογισμού	Υπολογισμός των απωλειών θερμότητας κτιρίου προς το περιβάλλον, μέσω των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων, καθώς και μέσω του αερισμού του κτιρίου (διείσδυση αέρα, φυσικός ή μηχανικός αερισμός)
ΕΛΟΤ EN ISO 6946 E2 (2009)	Κτιριακά μέρη και στοιχεία - θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα - Μέθοδος υπολογισμού	
ΛΟΤ EN ISO 13370 E2 (2009)	Θερμικές επιδόσεις κτιρίων - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους - Μέθοδοι υπολογισμού	
ΕΛΟΤ EN ISO 14683 (2009)	Θερμογέφυρες σε κτιριακές κατασκευές - Γραμμική θερμική μετάδοση - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής	
ΕΛΟΤ EN ISO 10211 (2009)	Θερμογέφυρες στις κτιριακές κατασκευές - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες - Λεπτομερείς υπολογισμοί	

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ (ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΕΘΟΔΟΣ)		
EN ISO 10077-1 (2006)	Θερμική επίδοση παραθύρων, θυρών και εξώφυλλων - Υπολογισμός θερμικής μετάδοσης - Μέρος 1: Απλοποιημένη μέθοδος	
ΕΛΟΤ EN 13947 (2007)	Θερμική επίδοση τοιχοπετασμάτων - Υπολογισμός της θερμικής μετάδοσης	
ΕΛΟΤ EN 15241 (2008)	Αερισμός κτιρίων - Μέθοδοι υπολογισμού ενεργειακών απωλειών σε εμπορικής χρήσης κτίρια λόγω αερισμού και διήθησης	
ΕΛΟΤ EN ISO 15927.01 (2004)	Υγροθερμικές επιδόσεις κτιρίων - Υπολογισμός και παρουσίαση κλιματικών δεδομένων - Μέρος 1: Μέσες μηνιαίες και ετήσιες τιμές μετεωρολογικών στοιχείων	Παραδοχές και υπολογισμοί για κλιματικά δεδομένα
ΕΛΟΤ EN 15193 (2008)	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό	Υπολογισμός εσωτερικών κερδών από φωτισμό

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΝΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ - ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΕΘΟΔΟΣ)

ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009)	Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων	Υπολογισμός της κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου για θέρμανση και ψύξη βάσει της ενεργειακής ζήτησης του κτιριακού κελύφους και των αποδόσεων των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης
ΕΛΟΤ EN 15316.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 1: Γενικά	Υπολογισμός της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης
ΕΛΟΤ EN 15316.02.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 2-1: Συστήματα εκπομπών θέρμανσης χώρου	
ΕΛΟΤ EN 15316.02.03 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 2-3: Συστήματα διανομής για τη θέρμανση χώρων	
ΕΛΟΤ EN 15316.04.01 (2008)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέρος 4-1: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα καύσης (Λέβητες)	

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΝΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ - ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΕΘΟΔΟΣ)**

ΕΛΟΤ EN 15316.04.02 (2008)      Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια  
 - Μέθοδος υπολογισμού των απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέροσ 4-2: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρου, συστήματα αντλιών για θερμότητα

ΕΛΟΤ EN 15316.04.03 (2008)      Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέροσ 4-3: Συστήματα παραγωγής θερμότητας, θερμικά ηλιακά

ΕΛΟΤ EN 15316.04.04 (2008)      Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέροσ 4-4: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Συστήματα συμπαραγωγής, ενσωματωμένα στο κτίριο

ΕΛΟΤ EN 15316.04.05 (2008)      Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέροσ 4-5: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Απόδοση και ποιότητα συστημάτων τηλεθέρμανσης και συστημάτων μεγάλου όγκου

ΕΛΟΤ EN 15316.04.06 (2008)      Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων - Μέροσ 4-6: Συστήματα παραγωγής θέρμανσης χώρων. Φωτοβολταϊκά συστήματα

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΝΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΨΥΞΗ - ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΜΗΝΙΑΙΑ ΜΕΘΟΔΟΣ)

ΕΛΟΤ EN 15316.04.07 (2010)	Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων συστημάτων ενέργειας και απόδοση συστημάτων - Μέρος 4-7: Συστήματα παραγωγής θερμότητας χώρων, συστήματα καύσης βιομάζας	
ΕΛΟΤ EN 15243 (2008)	Αερισμός κτιρίων - Υπολογισμός θερμοκρασίας χώρου και του φορτίου και της ενέργειας κτιρίων εξοπλισμένων με σύστημα κλιματισμού	Υπολογισμός απόδοσης συστήματος ψύξης

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ (ΖΝΧ) ΚΑΙ ΦΩΤΙΣΜΟ**

<p>ΕΛΟΤ EN 15316.03.01 (2008)</p>	<p>Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Μέρος 3-1: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης. Χαρακτηρισμός αναγκών (απαιτήσεις άντλησης)</li> </ul>	<p>Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για ΖΝΧ</p>
<p>ΕΛΟΤ EN 15316.03.02 (2008)</p>	<p>Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια - Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Μέρος 3-2: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, διανομή</li> </ul>	
<p>ΕΛΟΤ EN 15316.03.03 (2008)</p>	<p>Συστήματα θέρμανσης σε κτίρια</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Μέθοδος υπολογισμού των ενεργειακών απαιτήσεων και της απόδοσης των συστημάτων</li> <li>• Μέρος 3-3: Συστήματα ζεστού νερού χρήσης, παραγωγή</li> </ul>	<p>Υπολογισμός κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό στα κτίρια</p>
<p>ΕΛΟΤ EN 15193 (2008)</p>	<p>Ενεργειακή επίδοση κτιρίων - Ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό</p>	

### 3.3. ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Η βελτίωση ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων του δημοσίου και του ιδιωτικού τομέα βασίζεται σε συγκεκριμένες παραμέτρους που αφορούν το σχεδιασμό, το κτιριακό κέλυφος καθώς και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

#### Σχεδιασμός κτιρίου

Στον σχεδιασμό του κτιρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κάτωθι παράμετροι:

- Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών.
- Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.
- Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.
- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
- Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (ΠΗΣ), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοίγματα), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο) κ.α.
- Ηλιοπροστασία.
- Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.
- Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

#### Κτιριακό κέλυφος

- Θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους:
- Τα επιμέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου, πρέπει να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης που τίθενται από την ισχύουσα νομοθεσία.
- Για τα δομικά στοιχεία που αποτελούν παθητικά ηλιακά συστήματα δεν ισχύει ο περιορισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας, με την εξαίρεση του συστήματος άμεσου ηλιακού κέρδους.
- Η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου δεν υπερβαίνει τα όρια που δίδονται στην νομοθεσία.

- Για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια που ενσωματώνουν στο κέλυφος παθητικά συστήματα, πέραν αυτών του άμεσου κέρδους (νότια ανοίγματα), τα συστήματα αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) ως έχουν, αλλά αντικαθίστανται με αντίστοιχα συμβατικά δομικά μη διαφανή στοιχεία με θερμικά χαρακτηριστικά που ορίζονται από την κείμενη νομοθεσία.
- Η διαδικασία υπολογισμού των συντελεστών θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων, των γραμμικών συντελεστών θερμοπερατότητας (θερμογέφυρες), καθώς και του μέγιστου επιτρεπόμενου μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) του κτιρίου καθορίζεται με σχετική ΤΟΤΕΕ.

## Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις

Οι επιμέρους Η/Μ εγκαταστάσεις του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου, πρέπει να πληρούν τους ακόλουθους περιορισμούς:

- Κάθε κεντρική κλιματιστική μονάδα (ΚΚΜ) που εγκαθίσταται στο κτίριο με παροχή νωπού αέρα  $\geq 60\%$ , επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%.
- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή αλλού μέσου) της κεντρικής θέρμανσης, ή της εγκατάστασης ψύξης, ή του συστήματος ΖΝΧ, διαθέτουν θερμομόνωση που καθορίζεται με σχετική ΤΟΤΕΕ κατόπιν έγκρισής της με απόφαση του Υπουργού ΠΑΠΕΝ. Ιδιαίτερα οι εγκαταστάσεις δικτύων που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους διαθέτουν κατ' ελάχιστον πάχος θερμομόνωσης 19mm για θέρμανση ή/και ψύξη χώρων και 13mm για ΖΝΧ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  (στους 20°C).
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους των κτιρίων διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m. K)}$  και πάχος θερμομόνωσης τουλάχιστον 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm.
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης για την αντιμετώπιση των μερικών φορτίων, ή άλλο ισοδύναμο σύστημα μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας υπό μερικό φορτίο.
- Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος με επανακυκλοφορία του ΖΝΧ εφαρμόζεται κυκλοφορία με σταθερό  $\Delta p$  και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών βάσει της ζήτησης σε ΖΝΧ.

- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει σε ορισμένες περιπτώσεις<sup>22</sup>, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ΖΝΧ καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από (1,15 X 1/n<sup>23</sup>).
- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα έχουν μέγιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από 15m<sup>2</sup> ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.
- Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης.
- Όπου απαιτείται κατανομή δαπανών για τη θέρμανση χώρων, καθώς επίσης και σε κεντρικά συστήματα παραγωγής ΖΝΧ, εφαρμόζεται θερμοδομέτρηση.
- Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.
- Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ'ελάχιστον 0,95.

## Λογισμικό KENAK

Το ειδικό λογισμικό TEE-KENAK<sup>24</sup> αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ).

Επίσης, με τη συμβολή μεγάλου αριθμού εξειδικευμένων επιστημόνων αθλή και απλών χρηστών έγινε προσπάθεια ενσωμάτωσης των περισσότερων παρατηρήσεων από την πιλοτική διάθεσή του, προκειμένου για την αναβάθμιση και βελτίωση του και πλέον αποτελεί ένα κοινό σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα.

Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ EN ISO 13790, κ.α.) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες ΤΟΤΕΕ.

Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού. Το λογισμικό δεν υποστηρίζει τις μελέτες σχεδιασμού του κτηρίου (π.χ. αρχιτεκτονική μελέτη, μελέτη θέρμανσης, κλιματισμού και λοιπών Η/Μ εγκαταστάσεων), που υποβάλλονται για τα νέα κτήρια και οι οποίες πρέπει να προηγηθούν και είναι απαραίτητες για τους υπολογισμούς της Ενεργειακής Απόδοσης του κτηρίου. Μέσω των τελικών μελετών σχεδιασμού τεκμηριώνεται η εφαρμογή ή η αδυναμία εφαρμογής (στο βαθμό που αυτό επιτρέπεται) των ελάχιστων προδιαγραφών (σχεδιασμός κτιρίου, κτιριακού κελύφους και Η/Μ εγκαταστάσεων) για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ. Η τεκμηρίωση εφαρμογής ή αδυναμίας εφαρμογής των ελάχιστων προδιαγραφών θα πρέπει να αναφέρονται - περιγράφονται στο τεύχος της μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, όπως ορίζεται στο άρθρο 11 του ΚΕΝΑΚ.

Το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ χρησιμοποιείται για την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης, προκειμένου για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξη των κτηρίων, με σκοπό την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης - ΠΕΑ. Επίσης χρησιμοποιείται στο στάδιο σύνταξης και υποβολής Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης και μόνο για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου, προκειμένου να υπάρχει κοινή μεθοδολογία και αντιστοιχία των αποτελεσμάτων της μελέτης με εκείνα της ενεργειακής επιθεώρησης μετά την ολοκλήρωση κατασκευής του κτηρίου.

Σχετικά με τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790, και των υπολοίπων σχετικών προτύπων, που παρουσιάστηκαν παραπάνω. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων που είναι τμήμα της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, μπορούν να χρησιμοποιούνται λογισμικά τα οποία θα πρέπει να είναι αξιολογημένα και εγκεκριμένα από τις αρμόδιες υπηρεσίες. Για τα υπόλοιπα στάδια εκπόνησης και σύνταξης της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας, τεκμηρίωση πλε-

κτρομηχανολογικού σχεδιασμού), μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπολογιστικά ή σχεδιαστικά εργαλεία κατά την κρίση και επιθυμία του μελετητή.

Στη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης αναγράφεται υποχρεωτικά η έκδοση και η έγκριση του λογισμικού που χρησιμοποιείται όπως επίσης και το S/N και η έκδοση του ειδικού λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ που χρησιμοποιήθηκε για την ενεργειακή κατάταξη και αποτελεί τον υπολογιστικό πυρήνα και των υπολοίπων αξιολογημένων λογισμικών της αγοράς σε ό,τι αφορά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου.

### Λογισμικό EPA-NR

Το πρόγραμμα EPA-NR αναπτύχθηκε με σκοπό την ενίσχυση της προσπάθειας εφαρμογής των οδηγιών της ΕΕ που αφορούν την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EPBD), για τα κτίρια του τριτογενούς τομέα. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε υπάρχοντα κτίρια του τριτογενούς τομέα ως υποστηρικτικό εργαλείο στην παρακολούθηση της λειτουργίας τους σε ενεργειακά αποδοτικά επίπεδα. Επίσης, έχει τη δυνατότητα πιστοποίησης της ενεργειακής αποδοτικότητας κτιρίων καθώς και παράθεσης επιπρόσθετων συμβουλών ενεργειακής διαχείρισης.

Χρησιμοποιείται σε κτίρια του τριτογενή τομέα με πολύπλοκη αρχιτεκτονική, κατασκευή, χρήση χώρων, υψηλότερες απαιτήσεις ποιότητας στο εσωτερικό τους περιβάλλον και πιο σύνθετες ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, δηλαδή σε πολυζωνικά κτίρια. Το EPA-Nr είναι ένα λογισμικό που παρέχει μια υπολογιστική μέθοδο για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων του τριτογενή τομέα. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει είναι πως διαχωρίζει την υπολογιστική διαδικασία από τα δεδομένα εισόδου, συμβαδίζει με τα ευρωπαϊκά πρότυπα και διαθέτει έναν πυρήνα υπολογισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί διεθνώς. Επίσης, προσφέρει μια ολοκληρωμένη παρουσίαση, εύκολη προσαρμογή σε τυχόν τροποποιήσεις των προτύπων καθώς και ηλεκτρονική αρχειοθέτηση και οργάνωση μελετών. Η μεθοδολογία του μπορεί να εφαρμοστεί σε όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, προσαρμοζόμενη κάθε φορά στις διαφορετικές προδιαγραφές της κάθε χώρας. Εφαρμόζεται στα κτίρια του τριτογενή τομέα, αλλά μπορεί να προσαρμοστεί και σε κατοικίες. Τέλος, προσφέρει ένα περιβάλλον κατάλληλο ώστε η επιθεώρηση και η αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης δύναται να ολοκληρωθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα με τα αποτελέσματα να είναι αξιόπιστα και ακριβή. Η αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων κατοικιών (EPA-ED) και κτιρίων τριτογενούς τομέα (EPA-NR) βασίζονται σε μια κοινή μεθοδολογία η οποία περιλαμβάνει ένα λογισμικό και όλα τα απαραίτητα εργαλεία για την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων.

### Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης κεφαλαίου 3

1. Τα περισσότερα δημόσια κτίρια στην Ελλάδα κατασκευάστηκαν πριν το
  - α. 1960
  - β. 1973
  - γ. 2000
  - δ. 1980
2. Η υψηλή ενεργειακή κατανάλωση και σπατάλη επιβαρύνει
  - α. το περιβάλλον
  - β. τους ανθρώπους
  - γ. την οικονομία
3. Η εξοικονόμηση ενέργειας στα δημόσια κτίρια συνεισφέρει
  - α. στη μείωση των δημοσίων δαπανών
  - β. στη μείωση της κατανάλωση συμβατικής ενέργειας
  - γ. στην υποκατάσταση συμβατικών μορφών ενέργειας από ΑΠΕ
4. Η θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου εξαρτάται
  - α. από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους
  - β. τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου
  - γ. το ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από την λειτουργία του κτιρίου.
5. Η διαδικασία της συμπαραγωγής είναι
  - α. η ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας
  - β. η ταυτόχρονη παραγωγή ψύξης και θερμότητας
  - γ. η παραγωγή ηλεκτρισμού

- 6.** Για τη διαδικασία επιλογής παρεμβάσεων όσον αφορά τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας
- α. πρέπει να υπάρξει αξιολόγηση των υπάρχουσών τεχνολογικών λύσεων
  - β. δεν πρέπει να υπάρξει αξιολόγηση των υπάρχουσών τεχνολογικών λύσεων
  - γ. πρέπει να υπάρξει αξιολόγηση των υπάρχουσών τεχνολογικών λύσεων αλλά και νέων
- 7.** Οι βελτιώσεις του συστήματος θέρμανσης για αυξημένη ενεργειακή αποδοτικότητα είναι προτιμότερο να γίνονται
- α. συγχρόνως με τις άλλες αναβαθμίσεις και βελτιώσεις.
  - β. συγχρόνως με τις άλλες βελτιώσεις.
  - γ. χωρίς άλλες βελτιώσεις
- 8.** Η Ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί στάδιο για
- α. τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου
  - β. την εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης
  - γ. και τα δύο παραπάνω
- 9.** Το ενεργειακό πιστοποιητικό έχει ισχύ
- α. 5 χρόνια
  - β. 10 χρόνια
  - γ. 20 χρόνια
- 10.** Το ενεργειακό πιστοποιητικό περιλαμβάνει
- α. τις ενεργειακές καταναλώσεις ανά χρήση και ανά καύσιμο
  - β. σύντομη περιγραφή των προτεινόμενων μέτρων δια τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου
  - γ. Θερμικές απώλειες κελύφους και αερισμού

### Σύνοψη - Ανακεφαλαίωση Κεφαλαίου 3

Η επιλογή των δράσεων στα κτίρια του Δημόσιου Τομέα πρέπει να πραγματοποιείται βάσει της εκτίμησης της απόδοσης των επεμβάσεων βασιζόμενη στα αποτελέσματα των ενεργειακών επιθεωρήσεων αλλά και στα αποτελέσματα των διαφόρων προσομοιωτικών αναλύσεων.

Με τη λογική αυτή γίνεται εκτίμηση της συνεισφοράς των επεμβάσεων στο συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο των κτιρίων σε επίπεδο ποσοστού. Βάσει αυτής της εκτίμησης, αλλά και της υπάρχουσας κατάστασης του κτιρίου, υπολογίζονται οι καταναλώσεις και οι τιμές της εξοικονόμησης ενέργειας όσο και οι εκπομπές ρύπων. Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω τιμές αλλά και τη βαρύτητα που δίνεται από το χρήστη για την εξοικονόμηση σε θέρμανση και ψύξη (ηλεκτρική ενέργεια) αλλά και για τη μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων καθώς και για τη βαρύτητα που δίνεται για κοινωνικά κριτήρια (αύξηση ή μείωση προσωπικού, περιοχή στην οποία βρίσκεται το κτίριο κ.α.), προσδιορίζεται μία βαθμολογία για κάθε κατηγορία επέμβασης του κτιρίου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Μπούρκας, Π.Δ. 1998. "Εφαρμογές κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων", Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα.
2. Πέρδιος, Δ.Π. "Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια- αθλητικά κέντρα- βιομηχανικές μεταφορές", Τόμος Β', Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ, Αθήνα.
3. Μπαλαράς, Κ.Α., Γάγλια, Α.Γ.2009. "Εξοικονόμηση Ενέργειας-Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτιρίων, Εφαρμογή Ευρωπαϊκών Μεθοδολογιών και Λογισμικών Βελτίωσης της Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων", ΤΕΕ, Αθήνα.
4. Μαυρίδης, Γ., Μιχαηλίδης, Χ. 2008. "Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων σύμφωνα με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ", Διπλωματική Εργασία Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΑΠΘ.
5. Μουστάκα, Α. 2007. "Η επιρροή του κελύφους των κτιρίων στην ενεργειακή τους κατανάλωση: Μελέτη του κτιρίου εδρών της πολυτεχνικής σχολής του ΑΠΘ", Διπλωματική Εργασία Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ.
6. Ντοκόπουλος, Π. 2005. "Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών", Εκδόσεις Ζήτη, 1η έκδοση, 01/2005.
7. Παπαδόπουλος, Ν., Σπανός, Γ., Τουργουτιάν, Μ. 2010. "Ενεργειακή Μελέτη δημοσίου κτιρίου- Κτίριο Δ' της Πολυτεχνικής Σχολής ΑΠΘ", Διπλωματική Εργασία Τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΑΠΘ.
8. Τοπαλής, Φ. 2009. "Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε εγκαταστάσεις φωτισμού εσωτερικών χώρων», Εκδόσεις ΕΜΠ.
9. Περδίος, Σ. "Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων και Βιομηχανιών", Αθήνα: Σέλικα-4Μ, 2Λ%.

10. Βαρδαξόπουλος Κ. "Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτιρίου" [ONLINE] Available at: <http://www.vardaxopoulos.gr/vardaxopoulos/architect/energeiake-epitheorese-ktirion.html>
11. ΦΕΚ. 2010. "Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) "Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής Δ6/Β/οικ. 5825/09-04-2010 (ΦΕΚ Β' 407).
12. ΤΟΤΕΕ 20701-5/2012 - Αριθμ. οικ. 2618/23.10.2014 (ΦΕΚ Β'2945) απόφαση ΥΠΕΚΑ, "Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε Κτίρια", Β' Έκδοση.
13. ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 - Αριθμ. οικ. 2618/23.10.2014 (ΦΕΚ Β'2945) απόφαση ΥΠΕΚΑ, "Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης", Γ' Έκδοση και τις Διευκρινίσεις - Προσθήκες Τεχνικής Οδηγίας, Έκδοση ΔΠ2/(20701-1/2010).
14. ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ [ONLINE] Available at: [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC\\_WORK/GR\\_ENERGEIAS/kenak/tee\\_kenak](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak/tee_kenak)
15. Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών [ONLINE] Available at: <https://www.buildingcert.gr/inspectors/startValues.view>
16. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. "Τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτίρια".

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Απαντήσεις ερωτήσεων αυτοαξιολόγησης Κεφαλαίου 1

1. Τι ποσοστό ενέργειας καλύπτει το ψυκτικό και θερμικό φορτίο ενός κτιρίου
  - α. 10%
  - β. 30%
  - γ. 40%
  - δ. 60%

**απάντηση δ**

2. Τι απόδοση έχουν τα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά
  - α. 20%
  - β. 15%
  - γ. 35%
  - δ. 40%

**απάντηση β**

3. Ο ποιο αποτελεσματικός τρόπος για την μείωση των ενεργειακών απωλειών ενός κτιρίου είναι:
  - α. εφαρμογή διπλής τοιχοποιίας
  - β. το ενδιάμεσο στρώμα
  - γ. και τα δύο

**απάντηση γ**

4. Τα ηλιακά ενεργητικά συστήματα χωρίζονται σε
  - α. θερμικά συστήματα & φωτοβολταϊκά συστήματα
  - β. σε συμβατικά συστήματα
  - γ. σε ηλεκτρικά συστήματα

**απάντηση α**

5. Η κύρια λειτουργία των φωτιστικών είναι:
  - α. να διανέμουν την ένταση της φωτεινής ροής του λαμπτήρα
  - β. να προσαρμόζουν την φυσική διανομή του φωτισμού
  - γ. να προκαλούν θάμβωση

**απάντηση α**

6. Το σύστημα "SMART – HOUSE είναι σύστημα

- α. Αυτοματισμού
- β. Λειτουργικό σύστημα
- γ. φωτισμού

**απάντηση α**

7. Για την υλοποίηση ενός συστήματος bus μπορεί να χρησιμοποιηθεί

- α. Κεντρική Μονάδα
- β. Μονάδα εισόδου
- γ. Μονάδες εξόδου
- δ. Και τα τρία παραπάνω

**απάντηση δ**

8. Τα Πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά έχουν απόδοση

- α. 12%.
- β. 20%
- γ. 58%
- δ. 50%

**απάντηση α**

9. Του Λεπτού υμενίου φωτοβολταϊκά έχουν απόδοση

- α. 5%
- β. 20%
- γ. 12%
- δ. 7%

**απάντηση δ**

10. Το τεύχος της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου περιλαμβάνει

- α. Γενικές Πληροφορίες
- β. Σχεδιασμός κτιρίου
- γ. Αποτελέσματα υπολογισμών
- δ. Θερμοκρασία χρώματος

**απάντηση α.β.γ**

## Απαντήσεις ερωτήσεων αυτοαξιολόγησης Κεφαλαίου 2

1. Η μονάδα της ισχύος είναι το
  - α. MA
  - β. Watt
  - γ. Joule

**απάντηση β**

2. Η βελτίωση του συντελεστή ισχύος, επιτυγχάνεται
  - α. με τη χρήση πυκνωτών
  - β. με την αύξηση της τάσης
  - γ. με μπαταρίες

**απάντηση α**

3. Η ονομαστική συχνότητα ονομάζεται
  - α. θεμελιώδης συχνότητα
  - β. ημιτονική μορφή
  - γ. περιοδική απόκλιση

**απάντηση α**

4. Η ύπαρξη αρμονικών οδηγεί
  - α. σε μείωση του πραγματικού συντελεστή ισχύος
  - β. σε αύξηση του πραγματικού συντελεστή ισχύος
  - γ. σε αύξηση της έντασης του ρεύματος

**απάντηση α**

5. Ο πυκνωτής είναι
  - α. διάφορες πλαστικές ύλες
  - β. διηλεκτρικό υλικό
  - γ. ηλεκτρική διάταξη

**απάντηση γ**

6. Η χωρητικότητα C ενός πυκνωτή μετριέται σε

- α. Farands
- β. Ampere
- γ. joule
- δ. Watt

**απάντηση α**

7. Η Ατομική αντιστάθμιση πραγματοποιείται

- α. για κάθε φορτίο χωριστά
- β. στον υποπίνακα
- γ. στην κεντρική παροχή

**απάντηση α**

8. Η διόρθωση του συνημίτονου για Μετασχηματιστές Ισχύος γίνεται με

- α. απευθείας σύνδεση πυκνωτών κατάλληλης ισχύος στην πλευρά Χαμηλής Τάσεως
- β. απευθείας σύνδεση πυκνωτών κατάλληλης ισχύος στην πλευρά Υψηλής Τάσεως
- γ. Και στα δύο παραπάνω

**απάντηση α**

9. Ο υπολογισμός της άεργης ισχύος, που θα παράγει ο σύγχρονος κινητήρας, εξαρτάται από

- α. το ποσοστό της άεργης ισχύος της εγκατάστασης προς αντιστάθμιση για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος.
- β. το ποσοστό της συνολικής ισχύος της εγκατάστασης προς αντιστάθμιση για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος.
- γ. το ποσοστό μέρους της ισχύος της εγκατάστασης προς αντιστάθμιση για την βελτίωση του συντελεστή ισχύος.

**απάντηση α**

10. Ο διακόπτης φορτίου ενός πυκνωτή είναι :

- α. στοιχείο προστασίας
- β. στοιχείο απόζευξης
- γ. στοιχείο λειτουργίας

**απάντηση α**

### Απαντήσεις ερωτήσεων αυτοαξιολόγησης Κεφαλαίου 3

1. Τα περισσότερα δημόσια κτίρια στην Ελλάδα κατασκευάστηκαν πριν το
  - α. 1960
  - β. 1973
  - γ. 2000
  - δ. 1980

**απάντηση β**

2. Η υψηλή ενεργειακή κατανάλωση και σπατάλη επιβαρύνει
  - α. το περιβάλλον
  - β. τους ανθρώπους
  - γ. την οικονομία

**απάντηση α**

3. Η εξοικονόμηση ενέργειας στα δημόσια κτίρια συνεισφέρει
  - α. στη μείωση των δημοσίων δαπανών
  - β. στη μείωση της κατανάλωση συμβατικής ενέργειας
  - γ. στην υποκατάσταση συμβατικών μορφών ενέργειας από ΑΠΕ

**απάντηση α**

4. Η θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου εξαρτάται
  - α. από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους
  - β. τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου
  - γ. το ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από την λειτουργία του κτιρίου.

**απάντηση α,β,γ**

5. Η διαδικασία της συμπαραγωγής είναι
  - α. η ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας
  - β. η ταυτόχρονη παραγωγή ψύξης και θερμότητας
  - γ. η παραγωγή ηλεκτρισμού

**απάντηση α**

6. Για τη διαδικασία επιλογής παρεμβάσεων όσον αφορά τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας
- α. πρέπει να υπάρξει αξιολόγηση των υπάρχουσών τεχνολογικών λύσεων
  - β. δεν πρέπει να υπάρξει αξιολόγηση των υπάρχουσών τεχνολογικών λύσεων
  - γ. πρέπει να υπάρξει αξιολόγηση των υπάρχουσών τεχνολογικών λύσεων αληθιά και νέων

**απάντηση α**

7. Οι βελτιώσεις του συστήματος θέρμανσης για αυξημένη ενεργειακή αποδοτικότητα είναι προτιμότερο να γίνονται
- α. συγχρόνως με τις άλλες αναβαθμίσεις και βελτιώσεις.
  - β. συγχρόνως με τις άλλες βελτιώσεις.
  - γ. χωρίς άλλες βελτιώσεις

**απάντηση α**

8. Η Ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί στάδιο για
- α. τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας του κτιρίου
  - β. την εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης
  - γ. και τα δύο παραπάνω

**απάντηση α**

9. Το ενεργειακό πιστοποιητικό έχει ισχύ
- α. 5 χρόνια
  - β. 10 χρόνια
  - γ. 20 χρόνια

**απάντηση α**

10. Το ενεργειακό πιστοποιητικό περιλαμβάνει
- α. τις ενεργειακές καταναλώσεις ανά χρήση και ανά καύσιμο
  - β. σύντομη περιγραφή των προτεινόμενων μέτρων δια τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου
  - γ. Θερμικές απώλειες κελύφους και αερισμού

**απάντηση α, β**







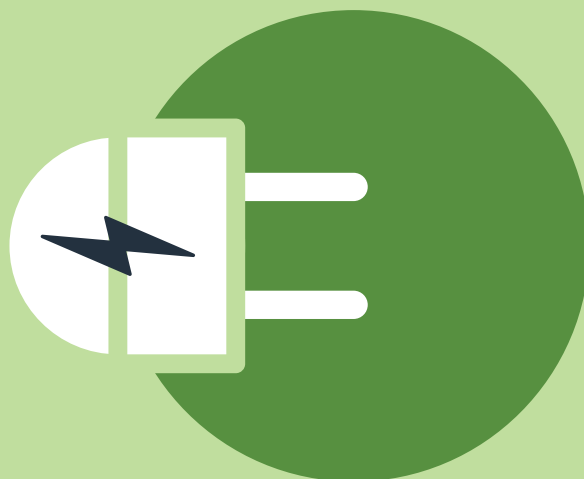




Έτος ίδρυσης 2006

# ΙΜΕ ΓΣΕΒΕΕ

Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων  
ΓΣΕΒΕΕ



Αθήνα  
Αριστοτέλους 46,  
10433  
τηλ —  
210 8846852  
email —  
info@imegsevee.gr

[www.imegsevee.gr](http://www.imegsevee.gr)



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ  
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΕΠΤΑ, ΤΣ & ΕΚΤ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΑΝΕΚ

**ΕΠΑΝΕΚ 2014-2020**  
**ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ**  
**ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ**  
**ΕΠΙΧΕΙΡΗΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ**  
**ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ**

**ΕΣΠΑ**  
**2014-2020**  
ανάπτυξη - εργασία - αλληλεγγύη

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ISBN 978-618-5025-67-0



9 786185 025670