



***ΕΜΠΕΙΡΟΓΝΩΜΟΣΥΝΗ:***

**ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ**

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

**στις ΕΠΕΝΔΥΣΕΙΣ**

**του ΤΟΠΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ**

**LEADER (ΑΞΟΝΑΣ 4)**

**ΝΟΜΟΥ ΠΙΕΡΙΑΣ**

**Κατερίνη, Δεκέμβριος 2010**

## **Προίμιο**

*Η εμπειρογνωμοσύνη Εξοικονόμησης Ενέργειας στις επενδύσεις του τοπικού προγράμματος LEADER (άξονας 4) του Ν. Περίας αποτελεί ένα δυναμικό υποστηρικτικό εργαλείο στα χέρια των υποψηφίων επενδυτών και των μελετητών τους στην προσπάθεια να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν όσο το δυνατό αποδοτικότερες ενεργειακά επενδύσεις. Στόχος της εμπειρογνωμοσύνης αποτελεί η προσπάθεια εφαρμογής όσο το δυνατόν περισσότερων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας και επίτευξης όσο το δυνατό μεγαλύτερων μειώσεων ενεργειακής κατανάλωσης κατά τη διάρκεια υλοποίησης του τοπικού προγράμματος Leader (άξονας 4).*

# Περιεχόμενα

1. Σκοπιμότητα .....	5
2. Παροχή απλοποιημένης γνώσης για τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας .....	7
2.1 Εισαγωγή .....	7
2.2 Προτεινόμενες πρακτικές.....	9
2.2.1 Θέρμανση / Ψύξη κτιρίου .....	9
2.2.3 Κέλυφος κτιρίου .....	13
2.2.4 Αερισμός - Εξαερισμός .....	14
2.2.5 Ενεργητικά ηλιακά συστήματα .....	15
2.3 Περιεχόμενα μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου .....	18
2.3.1. Γενικές Πληροφορίες.....	18
2.3.2. Σχεδιασμός κτιρίου.....	19
2.3.3. Κτιριακό Κέλυφος.....	20
2.3.4. Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις .....	20
2.3.5. Αποτελέσματα υπολογισμών .....	21
3. Παράδειγμα Κοστολόγησης Τεχνικών Εξοικονόμησης Ενέργειας.....	23
3.1 Λίστα ενδεικτικών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.....	25
3.2 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας σε συνάρτηση με το κόστος και την περίοδο επιστροφής κεφαλαίου.....	28
4. Ανάλυση των Ενεργειακών Υπηρεσιών και της Ενεργειακής Απόδοσης κατά την τελική χρήση.....	34
5. Ο τεχνητός φωτισμός ως μέσο εξοικονόμησης ενέργειας .....	37
5.1 Η σημασία εξοικονόμησης ενέργειας στον τεχνητό φωτισμό.....	37
5.2 Χαρακτηριστικές παράμετροι διαφόρων ειδών λαμπτήρων.....	38
5.3 Χαρακτηριστικοί τύποι λαμπτήρων .....	39
5.4 Φωτιστικά.....	44
5.4.1 Γενικά.....	44
5.4.2 Απόδοση των φωτιστικών .....	45
5.5 Απόδοση ενέργειας σε εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού .....	46
5.6 Αυξάνοντας την ενεργειακή απόδοση στις εγκαταστάσεις φωτισμού .....	48
5.6.1 Αυξάνοντας την ενεργειακή απόδοση σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις.....	48

5.6.2 Αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε νέες εγκαταστάσεις.....	51
5.7 Διαχείριση ενέργειας σε εγκαταστάσεις φωτισμού .....	52
5.8 Έλεγχος τεχνητού φωτισμού .....	53
5.9 Κόστος εγκατάστασης .....	54
5.10 Ολοκληρωμένος έλεγχος.....	55
5.11. Ανακατασκευή.....	57
5.12. Μεθοδολογία επιλογής λαμπτήρων και φωτιστικών.....	58
6. Προτεινόμενες επεμβάσεις για τις επενδύσεις του τοπικού προγράμματος LEADER N. Πιερίας.....	61

## 1. Σκοπιμότητα

Η παρούσα εμπειρογνωμοσύνη αποτελεί υποστηρικτικό εργαλείο στα χέρια των υποψηφίων επενδυτών και των μελετητών τους στην προσπάθεια να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν όσο το δυνατό αποδοτικότερες ενεργειακά επενδύσεις. Η εμπειρογνωμοσύνη δρα συμπληρωματικά και υποστηρικτικά στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) και στο νομικό πλαίσιο που διέπει την εφαρμογή του. Μέσω αυτής γίνεται προσπάθεια να απλοποιηθεί η συσσωρευμένη τεχνική και νομική πληροφορία ώστε να υιοθετηθούν μέτρα και τεχνικές που θα συνδράμουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και στην αντίστοιχη μείωση στις εκπομπές ρύπων.

Τα επιμέρους στάδια της εμπειρογνωμοσύνης συγκεντρώνονται στους ακόλουθους στόχους:

- α. Παροχή απλοποιημένης γνώσης για τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας
- β. Προβολή Παραδείγματος Κοστολόγησης Τεχνικών Εξοικονόμησης Ενέργειας για Κτιριακό Έργο
- γ. Ανάλυση των Ενεργειακών Υπηρεσιών και της Ενεργειακής Απόδοσης κατά την τελική χρήση
- δ. Επικέντρωση στον φωτισμό ως μέσο εξοικονόμησης ενέργειας
- ε. Προτεινόμενες επεμβάσεις για τις επενδύσεις του τοπικού προγράμματος LEADER N. Πιερίας

Η προσπάθεια να επιτευχθεί η υποχρέωση της ΕΕ για την πρωτοβουλία "20-20-20"- με στόχο τη μείωση στις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου κατά 20%, αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών στην κατανάλωση ενέργειας σε 20% και βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 20%, απαιτεί ενέργειες πολλαπλών επιπέδων και τα ειδικά έργα που επικεντρώνονται σε συγκεκριμένους στόχους. Συμπληρωματικά με τα μεγάλης κλίμακας προγράμματα, που στρέφονται κυρίως στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε εθνικό επίπεδο, είναι σημαντικό να παρασχεθεί υποστήριξη και γνώση σε τοπικό επίπεδο, ειδικά στον τομέα της ενεργειακής αποδοτικότητας. Οι τοπικοί φορείς και οι πολίτες μακριά από τις σημαντικές αστικές περιοχές είναι συχνά απληροφόρητοι για τις τεχνικές και τα μέτρα που θα μπορούσαν να προσθέσουν τα μέγιστα πιθανά κέρδη στους γενικούς στόχους στον τομέα της ενέργειας.

Αν και σημαντικό έργο έχει επιτευχθεί στον τομέα της διάδοσης της γνώσης και της αύξησης της συνειδητοποίησης των πολιτών και των επαγγελματιών στους τομείς των Α.Π.Ε. και της ενεργειακής αποδοτικότητας, τα πραγματικά

αποτελέσματα τέτοιων εφαρμογών δεν γίνονται τόσο εύκολα κατανοητά λόγω έλλειψης ενεργειών που εφαρμόζονται σε τοπικό επίπεδο. Οι τοπικοί φορείς και οι πολίτες είναι πολλές φορές απρόθυμοι να υιοθετήσουν τις προτεινόμενες τεχνολογίες και τεχνικές, βασισμένες σε πειραματικά και ερευνητικά αποτελέσματα. Επιπλέον, οι επιχειρηματίες, οι επαγγελματίες και οι τεχνικοί σχετικοί με αυτούς τους συγκεκριμένους τομείς, είναι διατακτικοί στην πρόταση ή την υιοθέτηση τέτοιων τεχνολογιών και τεχνικών, δεδομένου ότι δεν είναι τόσο τεχνικά ενήμεροι στη λειτουργία τους ή/και επίσης απληροφόρητοι για τη μεθοδολογία εγκατάστασης τους. Για αυτόν τον λόγο, η Πιερική Αναπτυξιακή Α.Ε.-Ο.Τ.Α. προβαίνει στην παρούσα εμπειρογνωμοσύνη.

## **2. Παροχή απλοποιημένης γνώσης για τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας**

### **2.1 Εισαγωγή**

Ο εγκεκριμένος Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) (Αριθμ. Δ6/Β/οικ. 5825, ΦΕΚ 407/Β'/09-04-2010) και ο Νόμος 3661/2008 περί Μέτρων για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων αποτελούν το νομικό υπόβαθρο υιοθέτησης από την Ελληνική Νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Οδηγίας Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων 2002/91/ΕΚ (EPBD-Energy Performance Building Directive) και συνεπώς το νέο νομικό υπόβαθρο προς την κατεύθυνση κατασκευής και λειτουργίας ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων.

Η ενεργειακή απόδοση του κτιρίου 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, πλην της κατοικίας
- Η θέση και ο προσανατολισμός των κτιρίων, 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

Η παρούσα εμπειρογνωμοσύνη σκοπεύει να διευκολύνει τον επενδυτή στην υιοθέτηση πρακτικών και τεχνολογιών ώστε να δημιουργήσει κτίρια φιλικά προς το περιβάλλον και αποδοτικά ενεργειακά, που να οδηγούν σε ετήσιες συνολικές καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας πολύ μικρότερες του κτιρίου αναφοράς-όπως ο Κ.Εν.Α.Κ. ορίζει, και να κατηγοριοποιεί τα κτίρια σε ενεργειακή κατηγορία καλύτερη της Β. Επιπλέον, σκοπός είναι να ληφθεί υπόψη το οικονομικό ύψος των επιπλέον παρεμβάσεων που θα απαιτηθούν για την επίτευξη του στόχου της εξοικονόμησης ενέργειας, ώστε να μην έχουμε δυσανάλογη αύξηση προϋπολογισμού επενδυτικού σχεδίου σε σχέση με τον προϋπολογισμό ενός όμοιου συμβατικού έργου. Για το λόγο αυτό παρουσιάζονται παραδείγματα τόσο υπολογισμού του χρόνου επιστροφής του κόστους της επένδυσης όσο και ενδεικτική κοστολόγηση τμήματος των προτεινόμενων παρεμβάσεων, στα επόμενα κεφάλαια.

Η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων πάνω σε τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας έχει ως σκοπό την συγκέντρωση, οργάνωση και κατηγοριοποίηση των διάσπαρτων πληροφοριών σχετικών με τις εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια και την ενεργειακή διαχείριση αυτών. Πολύτιμες πληροφορίες, που αφορούν τον ενεργειακό τομέα, είναι διαθέσιμες μέσω εθνικών, περιφερειακών και τοπικών δημόσιων οργανισμών των χωρών που καθώς και από τους υπεύθυνους διαχείρισης ενέργειας κτιρίου των δημοσίων κτιρίων και μελετητικών γραφείων. Η πληροφόρηση όμως συνήθως είναι είτε γενική, είτε πολύ εξειδικευμένη, μακριά από τις πραγματικές ανάγκες των επενδύσεων του τοπικού προγράμματος Leader (Άξονας 4) Ν. Πιερίας. Για το σκοπό αυτό στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται απλοποιημένα τεχνικές και μέθοδοι, των οποίων η υιοθέτηση οδηγεί σε αποτελέσματα εξοικονόμησης ενέργειας στις επενδύσεις του τοπικού προγράμματος. Η παρεχόμενη γνώση είναι απλοποιημένη ώστε να γίνεται κατανοητή από τον υποψήφιο επενδυτή και ανάλογα με το ενδιαφέρον να προχωράει στο επόμενο στάδιο της υιοθέτησης ή μη της πρακτικής, με αναλυτική μελέτη επί του πραγματικού έργου σε συνεργασία με τον μελετητή μηχανικό.



## 2.2 Προτεινόμενες πρακτικές

Ο υπολογισμός του ενεργειακού ισοζυγίου του κτιρίου απαιτεί μια συστηματική καταγραφή της εισροής, εκροής και της μετατροπής της ενέργειας σε χρήσιμη μορφή. Σύμφωνα με το πρώτο αξίωμα της θερμοδυναμικής 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 κάλυψης 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 θερμοαινόμενη 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 επικλινής).
- Υλικό και πάχος θερμομόνωσης.

### 2.2.1 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%.

Επιπλέον, σε μερικές χώρες δίνονται επιχορηγήσεις για την αντικατάσταση συστημάτων θέρμανσης με σκοπό την μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. 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 σωλήνων και μέσω εναλλακτών 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. Επιπλέον, η βιομάζα είναι εγχώριο προϊόν με αποτέλεσμα η τιμή αγοράς της να παραμένει χαμηλή και ανταγωνιστική, σε κάποιες χώρες τουλάχιστον.

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
- <25KW
- < 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. Για κάθε μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για την άντληση θερμότητας από το έδαφος παράγονται 3 με 4 μονάδες ωφέλιμης θερμότητας για την θέρμανση του κτιρίου. 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 υγραποίησης 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 λεβήτων 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.

Κατά τη διάρκεια της συμπύκνωσης των αερίων, που βρίσκονται στους σωλήνες, ανακτάται η λανθάνουσα θερμότητα μέσω του εναλλάκτη του λέβητα. Η θερμότητα αυτή χρησιμοποιείται για να προθερμάνει το ανακυκλούμενο νερό, μειώνοντας με τον τρόπο αυτό την απαιτούμενη πρωτογενή ενέργεια για την θέρμανση του νερού. Αποτέλεσμα της παραπάνω διεργασίας είναι η αύξηση του βαθμού απόδοσης του συστήματος.

Επιπλέον, η θερμοκρασία των αερίων που φεύγουν από το λέβητα συμπύκνωσης είναι 50- 60<sup>o</sup> ενώ σε έναν συμβατικό είναι 120-180<sup>o</sup>. Ταυτόχρονα, παράγεται μία ποσότητα ζεστού νερού ή συμπύκνωμα, το οποίο αποστραγγίζεται σε αποχετευτικό δίκτυο.

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

Οι μονάδες μικρό-συμπαραγωγής προορίζονται κυρίως για οικιακή χρήση. Ωστόσο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλες εφαρμογές όπως σε μικρά ξενοδοχεία, καταστήματα, γραφεία υπηρεσιών και μικρές βιοτεχνικές μονάδες. Επιπλέον, μπορούν να διαστασιοποιηθούν για τις απαιτήσεις του εκάστοτε χρήστη. Ένας micro-CHP λέβητας συνδυάζει τις δυνατότητες ενός υψηλής απόδοσης λέβητα με μία μικρή γεννήτρια, η οποία είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.

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 κύκλο Rankine και ατμομηχανή.
- Κυψέλες καύσιμου, που βρίσκονται σε πειραματική λειτουργία.

### **2.2.3 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 στρωμάτων αέρα. Το φαινόμενο καταπολεμάται καλύπτοντας τα κενά με στεγανωτικό υλικό, όπως είναι η σιλικόνη. Ένας άλλος τρόπος για την αποφυγή δημιουργίας ψυχρών ρευμάτων αέρα είναι η αναδρομική θερμομόνωση του πατώματος. Στην περίπτωση αυτή, πρέπει να προβλέπεται ο επαρκής αερισμός του υφιστάμενου πατώματος ώστε να μην υπάρχει περίπτωση δημιουργίας υγρασίας.

### Μόνωση Ανοιγμάτων. (Window insulation)

Το 20% της απώλειας θερμότητας σε ένα τυπικό σπίτι πραγματοποιείται μέσω ακούσιου ή ανεπιθύμητου αερισμού του κτιρίου λόγω κατασκευαστικών ατελειών στα κουφώματα του. Υπάρχει πληθώρα υλικών για τη μόνωση ανοιγμάτων, όπως αφροί, στεγανωτικά υλικά και αεροστεγανωτικές αυτοκόλλητες λωρίδες. Ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζεται η μόνωση, υπάρχουν πολλών ειδών υλικά διαφορετικής ποιότητας και αντοχής.

## **2.2.4 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. Σε πιο πολύπλοκες κατασκευές ο ζεστός αέρας ανυψώνεται και εξέρχεται από τα ανοίγματα που υπάρχουν στο επάνω μέρος του δωματίου (φαινόμενο ηλιακής καμινάδας) επιτρέποντας, ταυτόχρονα, κρύο αέρα να εισχωρήσει στο δωμάτιο. Ο κρύος αέρας λόγω βάρους κατεβαίνει στα χαμηλότερα στρώματα δροσίζοντας τον χώρο. Τα συστήματα αυτά καταναλώνουν πολύ μικρά ποσά ενέργειας αλλά η χρήση τους απαιτεί προσοχή για την διασφάλιση της επίτευξης θερμικής άνεσης.

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. Τα συστήματα ανάκτησης θερμότητας χρησιμοποιούν εναλλάκτες θερμότητας ώστε να εισέρχεται προθερμασμένος νωπός αέρας στο δωμάτιο.

Οι ανεμιστήρες, επιτραπέζιοι και οροφής, αποτελούν έναν ακόμα πολύ αποτελεσματικό τρόπο αερισμού και δροσισμού ενός χώρου. Ωστόσο, μπορεί να προκύψει το εξής παράδοξο: Η ανύψωση του ζεστού αέρα του δωματίου σε συνδυασμό με τη λειτουργία ενός ανεμιστήρα οροφής μπορεί να συμβάλλει στην διατήρηση της θερμοκρασίας σε υψηλά επίπεδα.

#### Τύποι συστημάτων εναλλακτών.

- Εναλλάκτες θερμότητας ανάκτησης: Τα δυο ρευστά πάντα διαχωρίζονται από μια σταθερή διεπιφάνεια.
  - Εναλλάκτες τύπου σωλήνα.
  - Εναλλάκτες πλακών (παράλληλης και εγκάρσιας ροής).
  - Εναλλάκτες επίπεδων πλακών
- Εναλλάκτες θερμότητας αναγέννησης: Οι δυο ροές περνούν εγκάρσια από καλούπι υλικών. Θερμικός τροχός.
- Εναλλάκτες κυκλικού σπειρώματος: Ένα τρίτο ανακυκλοφορούμενο ρευστό χρησιμοποιείται για την εναλλαγή θερμότητας μεταξύ των δυο ρευστών.
  - Σωλήνες θερμότητας.

#### **2.2.5 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%. Σε περιοχές όπου οι θερμοκρασίες είναι ιδιαίτερα χαμηλές χρησιμοποιείται κλειστό σύστημα αγωγών του εργαζόμενου υγρού, το οποίο με τη χρήση αντιψυκτικού υγρού και συστήματος θέρμανσης αποτρέπει την παγοποίηση του νερού στη δεξαμενή αποθήκευσης και στο σύστημα σωληνώσεων. Υπάρχουν συστήματα όπου για πραγματοποιηθεί η κυκλοφορία του νερού στους σωλήνες απαιτείται η χρήση αντλίας και άλλα όπου λειτουργούν με την επίδραση της βαρύτητας. 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. Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια κατασκευάζονται σε διάφορα σχήματα και χρώματα και μπορούν να ενσωματωθούν είτε στην πρόσοψη, είτε στην οροφή ενός κτιρίου, αντικαθιστώντας τα συμβατικά δομικά υλικά (παράθυρα, κεραμίδια, υαλοπετάσματα, πλάκες στέγης, κ.α). Επιπλέον, μπορούν να ενσωματωθούν σαν μονωτικό υλικό και σαν στοιχείο σκίασης της πρόσοψης του κτιρίου.

Τα ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά συστήματα πρέπει να έχουν νότιο προσανατολισμό και να μην σκιάζονται από άλλα κτίρια, δέντρα ή άλλα δομικά τμήματα του κτιρίου. Σε περιπτώσεις μερικής σκίασης κατά τη διάρκεια της ημέρας η απόδοση του συστήματος μειώνεται. Τέλος, σε ότι αφορά την οροφή του κτιρίου θα πρέπει να κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο ώστε να αντέχει το σημαντικό βάρος των φωτοβολταϊκών πλαισίων, ειδικά όταν τα PV τοποθετούνται πάνω από κεραμίδια.

Επιπλέον, τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα χρησιμοποιούνται για των ηλεκτροφωτισμό δρόμων, χώρων στάθμευσης και στάσεων λεωφορείων.

Κατά τη διαστασιολόγηση 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.

## **2.3 Περιεχόμενα μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου**

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

### **2.3.1. 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 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, όπως καθορίζονται στο άρθρο 3 της παρούσας. 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

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.

### **2.3.2. 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 / κατάκόρυφα, 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).

### **2.3.3. 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.

### **2.3.4. 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, 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 (τηλεθέρμανση).

### **2.3.5. 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.



### 3. Παράδειγμα Κοστολόγησης Τεχνικών Εξοικονόμησης Ενέργειας

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. λόγωυγρασίας.
- 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 παλαιό σύστημα με χαμηλή αποδοτικότητα καταναλώνει ένα μεγάλο ποσό ενέργειας. Οι ενέργειες περιλαμβάνουν την αντικατάσταση του παλαιού εξοπλισμού ή την προσεκτική εγκατάσταση ελεγκτικών μηχανισμών και αυτοματισμών, οι οποίοι διαχειρίζονται αποτελεσματικά τη λειτουργία του εξοπλισμού.

Οι ηλεκτρικές συσκευές περιλαμβάνουν μεγάλες και μικρότερες συσκευές. Μεγάλοι (επαγγελματικός εξοπλισμός παραγωγής, ψυγεία, πλυντήρια ρούχων, κ.λπ.) ακολουθούν σταθερή ή μειωτική τάση από το 1985, αλλά ο αριθμός μικρότερων συσκευών είναι αυξανόμενος λόγω των αυξανόμενων απαιτήσεων (προσωπικοί υπολογιστές, ραδιόφωνα, μηχανές καφέ κ.λπ.). Οι συσκευές με την πιο μικρή κατανάλωση ενέργειας επιλέγονται.

Ως κανόνας τα κτήρια που κατασκευάστηκαν μεταξύ 1980 και 1996 είναι μονωμένα, ως ένα ορισμένο βαθμό τουλάχιστον. Σε αυτά είναι ανάγκη να γίνουν μερικές αλλαγές στα ανοίγματα του κελύφους, με την αντικατάσταση των πλαισίων παραθύρων. Τα μηχανικά και ηλεκτρικά συστήματα πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη. Τα κτήρια μετά από το 1996 δεν χρειάζονται επεμβάσεις στη θερμική μόνωση καθόλου. Μερικές αλλαγές σε συσκευές και τα σύστημα φωτισμού είναι απαραίτητα.

### **3.1 Λίστα ενδεικτικών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας**

Στην συνέχεια δίνεται λίστα ενδεικτικών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που αφορούν το κέλυφος και τα συστήματα Η/Μ. Στην λίστα δεν περιλαμβάνονται

μέτρα που μπορεί να επιτυγχάνουν εξοικονόμηση ενέργειας αλλά αφορούν την παραγωγική διαδικασία προϊόντων των επιχειρήσεων (εξαιρούνται εστιατόρια, καφενεία, ζαχαροπλαστεία, ξενοδοχεία, ξενώνες).

<b>ΜΕΤΡΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ</b>	<b>ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</b>
<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 θερμομόνωσης	
Θερμομόνωση κατακόρυφων επιφανειών με σύστημα εσωτερικής θερμομόνωσης	
Θερμομόνωση με θερμομονωτικές τσιμεντόπλάκες	
<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

<b>ΜΕΤΡΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ</b>	<b>ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</b>
	ικανοποιεί τα όρια του Κ.Εν.Α.Κ.
<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
<b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ</b>	
Καταστημάτων, ξενοδοχείων, εστιατορίων τουλάχιστον ενεργειακής κλάσης Α	
Γραφείου τουλάχιστον ενεργειακής κλάσης Α	
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

### **3.2 Υπολογισμός εξοικονόμησης ενέργειας σε συνάρτηση με το κόστος και την περίοδο επιστροφής κεφαλαίου**

Για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης ενέργειας σε συνάρτηση με το κόστος των προτεινόμενων παρεμβάσεων και με την περίοδο επιστροφής κεφαλαίου, εφαρμόστηκαν συγκεκριμένα μέτρα εξοικονόμησης στον κτιριακό τομέα των ξενοδοχείων. Το κτιριακό απόθεμα ξενοδοχείων στο Νομό Πιερίας χωρίστηκε με βάση το έτος κατασκευής σε δύο κατηγορίες, τα κατασκευασμένα πριν το 1980 (όποτε και εφαρμόστηκε ο κανονισμός θερμομόνωσης) και τα κατασκευασμένα μετά το 1980.

Αφού συγκεντρώθηκαν στοιχεία (σε επίπεδο Νομού Πιερίας) για τις καταναλώσεις ενέργειας στα ξενοδοχεία των παραπάνω δύο κατηγοριών, εφαρμόστηκαν συγκεκριμένα μέτρα καθώς και ο συνδυασμός τους ώστε να υπολογιστεί, με βάση το κόστος του κάθε μέτρου ή του συνδυασμού τους, η περίοδος επιστροφής κεφαλαίου.

Βάσει της γενικής καταγραφής του κτιριακού δυναμικού ξενοδοχείων κατασκευασμένων πριν το 1980, προέκυψε μέση ενεργειακή ζήτηση 320 kWh/(m<sup>2</sup>y). Η μέση ενεργειακή κατανάλωση ανά κατηγορία στα κατασκευασμένα πριν το 1980 ξενοδοχεία είναι:

- Θέρμανση (χώρου, ΖΝ): 67%
- Ψύξη: 9%
- Συσκευές: 13%
- Φωτισμός: 8%
- Άλλες χρήσεις: 3%

Τα μέτρα που εφαρμόστηκαν σε αυτά τα κτίρια είναι:

1. Αντικατάσταση κουφωμάτων (συνθετικά-διπλός υαλοπίνακας-6χιλ.)
2. Μόνωση οροφής (πολυστερίνη 5 εκατοστών)
3. Μόνωση εξωτερικών τοίχων (πολυστερίνη 5 εκατοστών)
4. Αντικατάσταση λαμπτήρων με φθορίου ή άλλου τύπου (75% μείωση κατανάλωσης)

5. Προσθήκη βαλβίδας ανάμιξης (30% μείωση κατανάλωσης)

ΟΜ1. (Ομάδα Μέτρων 1): Μέτρα 1+2+3+5: (Αντικατάσταση κουφωμάτων (συνθετικά-διπλός υαλοπίνακας-6χιλ.)-Μόνωση οροφής (πολυστερίνη 5 εκατοστών)-Μόνωση εξωτερικών τοίχων (πολυστερίνη 5 εκατοστών)-Προσθήκη βαλβίδας ανάμιξης (30% μείωση κατανάλωσης).

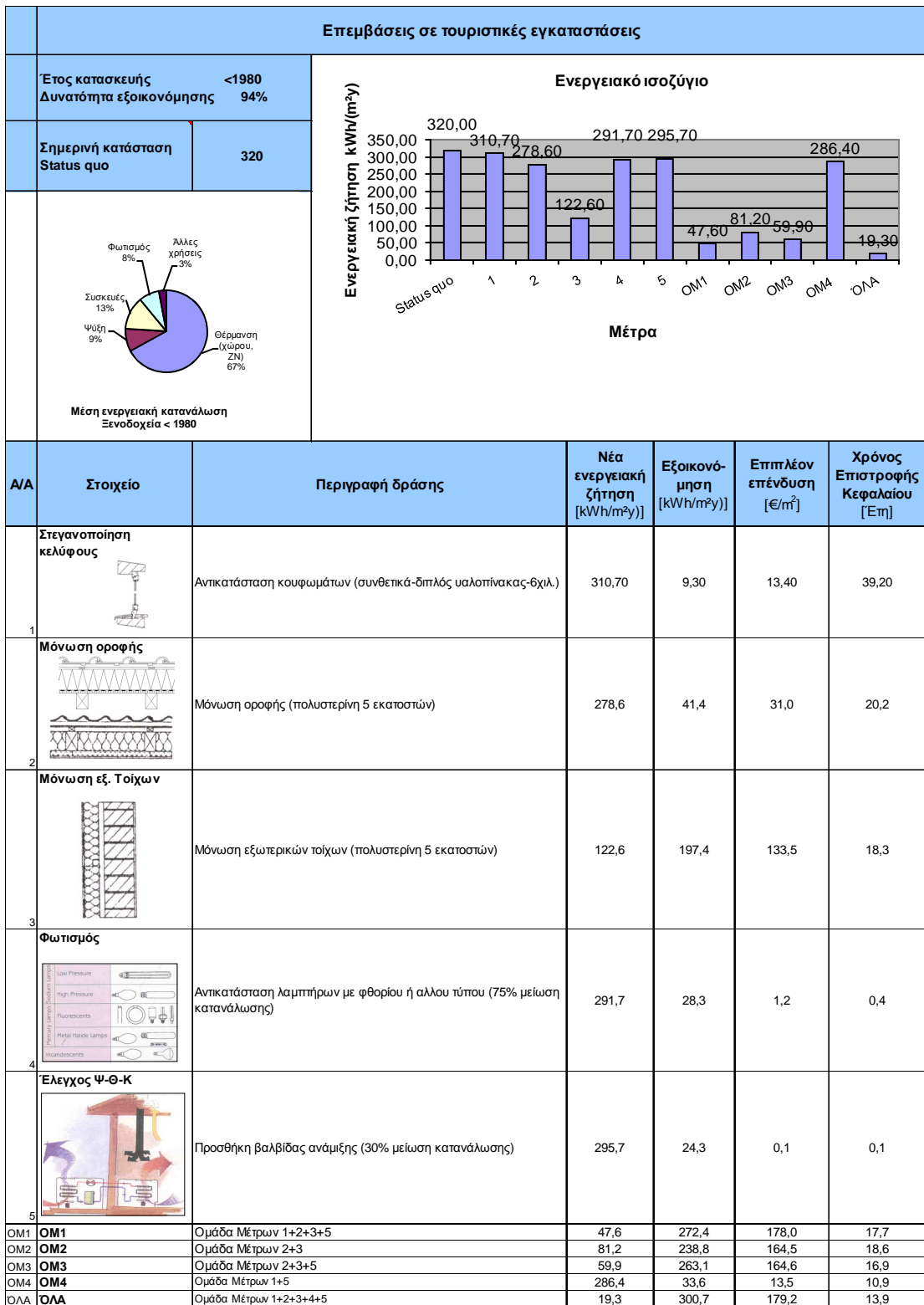
ΟΜ2. (Ομάδα Μέτρων 2): Μέτρα 2+3: Μόνωση οροφής (πολυστερίνη 5 εκατοστών)-Μόνωση εξωτερικών τοίχων (πολυστερίνη 5 εκατοστών).

ΟΜ3. (Ομάδα Μέτρων 3): Μέτρα 2+3+5: Μόνωση οροφής (πολυστερίνη 5 εκατοστών)-Μόνωση εξωτερικών τοίχων (πολυστερίνη 5 εκατοστών)-Προσθήκη βαλβίδας ανάμιξης (30% μείωση κατανάλωσης).

ΟΜ4. (Ομάδα Μέτρων 4): Μέτρα 1+5: Αντικατάσταση κουφωμάτων (συνθετικά-διπλός υαλοπίνακας-6χιλ.)- Προσθήκη βαλβίδας ανάμιξης (30% μείωση κατανάλωσης).

ΟΛΑ. (Όλα τα Μέτρα): Μέτρα 1+2+3+4+5: Αντικατάσταση κουφωμάτων (συνθετικά-διπλός υαλοπίνακας-6χιλ.)-Μόνωση οροφής (πολυστερίνη 5 εκατοστών)-Μόνωση εξωτερικών τοίχων (πολυστερίνη 5 εκατοστών)-Αντικατάσταση λαμπτήρων με φθορίου ή άλλου τύπου (75% μείωση κατανάλωσης)-Προσθήκη βαλβίδας ανάμιξης (30% μείωση κατανάλωσης).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης με βάση τα παραπάνω δεδομένα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:



Βάσει της γενικής καταγραφής του κτιριακού δυναμικού ξενοδοχείων κατασκευασμένων μετά το 1980, προέκυψε μέση ενεργειακή ζήτηση 340 kWh/(m<sup>2</sup>y). Η μέση ενεργειακή κατανάλωση ανά κατηγορία στα κατασκευασμένα πριν το 1980 ξενοδοχεία είναι:

- Θέρμανση (χώρου, ΖΝ): 56%
- Ψύξη: 14%
- Συσκευές: 15%
- Φωτισμός: 9%
- Άλλες χρήσεις: 6%

Τα μέτρα που εφαρμόστηκαν σε αυτά τα κτίρια είναι:

1. Αντικατάσταση κουφωμάτων (συνθετικά-διπλός υαλοπίνακας-6χιλ.)
2. Μόνωση εξωτερικών τοίχων (πολυστερίνη 5 εκατοστών)
3. Αντικατάσταση λαμπτήρων με φθορίου ή άλλου τύπου (75% μείωση κατανάλωσης)
4. Προσθήκη βαλβίδας ανάμιξης (330% μείωση κατανάλωσης)

ΟΜ1. (Ομάδα Μέτρων 1): Μέτρα 2+4: Μόνωση εξωτερικών τοίχων (πολυστερίνη 5 εκατοστών)-Προσθήκη βαλβίδας ανάμιξης (30% μείωση κατανάλωσης).

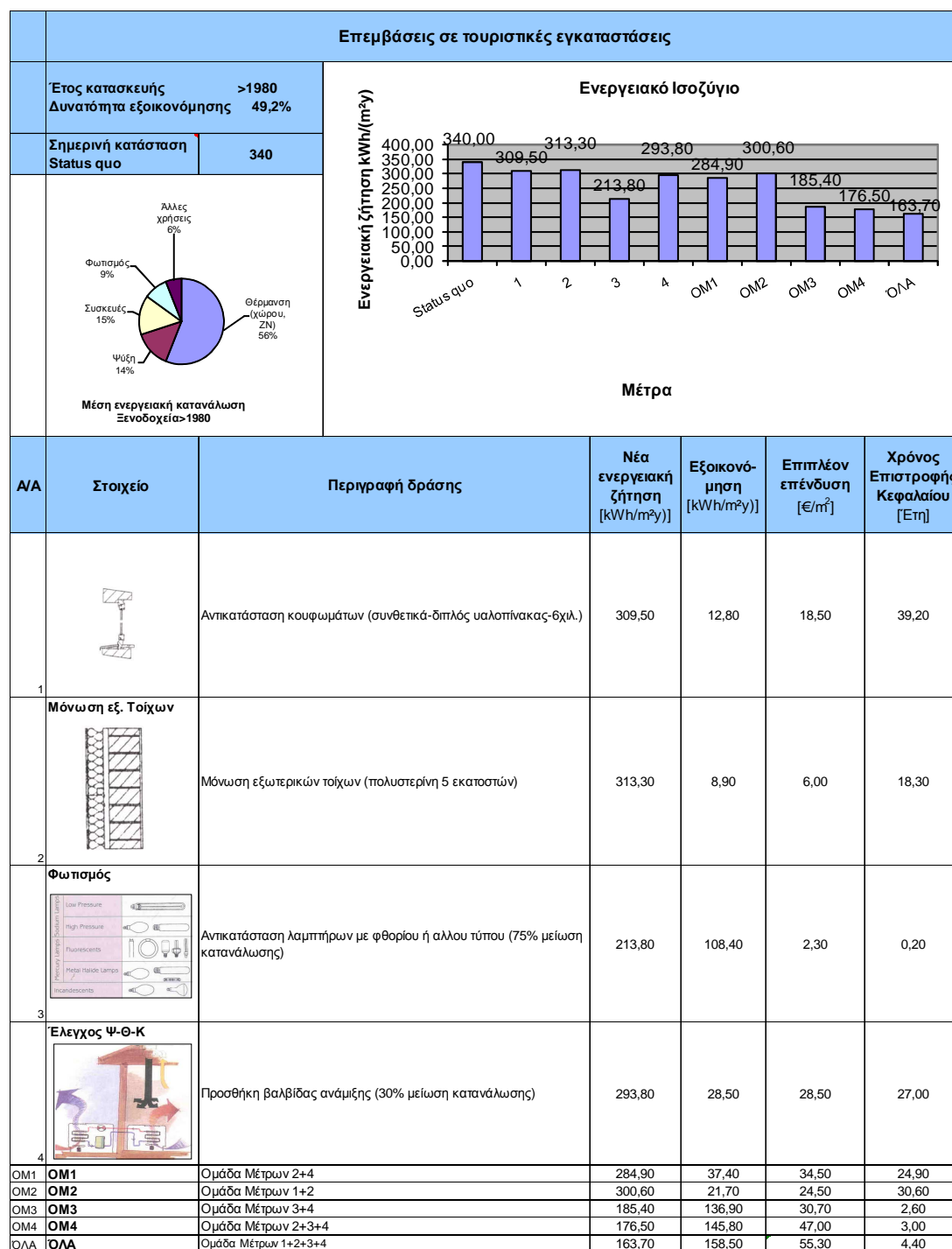
ΟΜ2. (Ομάδα Μέτρων 2): Μέτρα 1+2: Αντικατάσταση κουφωμάτων (συνθετικά-διπλός υαλοπίνακας-6χιλ.)-Μόνωση εξωτερικών τοίχων (πολυστερίνη 5 εκατοστών).

ΟΜ3. (Ομάδα Μέτρων 3): Μέτρα 3+4: Αντικατάσταση λαμπτήρων με φθορίου ή άλλου τύπου (75% μείωση κατανάλωσης)-Προσθήκη βαλβίδας ανάμιξης (30% μείωση κατανάλωσης).

ΟΜ4. (Ομάδα Μέτρων 4): Μέτρα 1+5: Αντικατάσταση κουφωμάτων (συνθετικά-διπλός υαλοπίνακας-6χιλ.)- Προσθήκη βαλβίδας ανάμιξης (30% μείωση κατανάλωσης).

ΟΛΑ. (Όλα τα Μέτρα): Μέτρα 1+2+3+4: Αντικατάσταση κουφωμάτων (συνθετικά-διπλός υαλοπίνακας-6χιλ.)-Μόνωση εξωτερικών τοίχων (πολυστερίνη 5 εκατοστών)- Αντικατάσταση λαμπτήρων με φθορίου ή άλλου τύπου (75% μείωση κατανάλωσης)-Προσθήκη βαλβίδας ανάμιξης (30% μείωση κατανάλωσης).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης με βάση τα παραπάνω δεδομένα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:





Δεδομένης της συνολικής επιφάνειας ξενοδοχειακών κτιρίων στο Ν. Πιερίας, η δυνατότητα εξοικονόμησης ανά κατηγορία με βάση το έτος κατασκευής (πριν/μετά το 1980) αλλά και συνολικά παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Τύπος κτιρίου	Συνολική επιφάνεια	Συνολική ενεργειακή ζήτηση	Εξοικονόμηση ενέργειας από τις παρεμβάσεις	Ποσοστό εξοικονόμησης
	m <sup>2</sup>	MWh/y	MWh/y	%
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ<1980	400.507	31,6	29,7	94,0
ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ>1980	165.240	11,7	5,8	49,2
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>565.747</b>	<b>43,3</b>	<b>35,5</b>	<b>82,0</b>

#### **4. Ανάλυση των Ενεργειακών Υπηρεσιών και της Ενεργειακής Απόδοσης κατά την τελική χρήση**

Πλέον της χρηματοδότησης παρεμβάσεων με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας μέσω του τοπικού προγράμματος Leader N. Πιερίας, 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

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. Ειδικότερα στα δίκτυα ηλεκτροφωτισμού δημόσιων κοινόχρηστων χώρων, λόγω της αδυναμίας παρακολούθησης της ενδεχόμενης αύξησης του φορτίου από πλευράς του φορέα, η εξοικονόμηση ενέργειας θα πιστοποιείται από τακτικούς επιτόπιους ελέγχους.

Η ΕΕΥ υποχρεούται να διασφαλίζει την εξοικονόμηση ενέργειας και το οικονομικό όφελος καθ' όλη τη διάρκεια του συμβατικού χρόνου, η επίτευξη των οποίων επαληθεύεται σε τακτά χρονικά διαστήματα που καθορίζονται επακριβώς στη ΣΕΑ. Αντίθετη συμφωνία των μερών είναι αυτοδικαίως άκυρη. Σε περίπτωση που το οικονομικό όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας είναι μικρότερο από το συμβατικά καθορισμένο, η ΕΕΥ είναι υποχρεωμένη να καταβάλει στον τελικό καταναλωτή τη διαφορά ή αυτός να καταβάλει οικονομικό αντάλλαγμα μικρότερο από το συμφωνηθέν, υπό τον όρο ότι ο τελευταίος λειτουργεί τον ενεργειακό εξοπλισμό σύμφωνα με τους όρους της μεταξύ τους σύμβασης. Σε περίπτωση που το οικονομικό όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας υπερβαίνει το συμφωνηθέν, ο τελικός καταναλωτής καρπώνεται το υπερβάλλον, εκτός αν έχει συμφωνηθεί διαφορετικά.

Ο τελικός καταναλωτής επιτρέπει στην ΕΕΥ την πρόσβαση στις εγκαταστάσεις του σε χρονικά διαστήματα που καθορίζονται στη ΣΕΑ, προκειμένου η ΕΕΥ να προβαίνει στις απαραίτητες ενέργειες για την ορθή λειτουργία, τη συντήρηση και την επιβεβαίωση των τεχνικών παραμέτρων του ενεργειακού εξοπλισμού.

Ο ενεργειακός εξοπλισμός εγκαθίσταται και λειτουργεί είτε στην εγκατάσταση του τελικού καταναλωτή είτε σε χώρο που ορίζεται στη ΣΕΑ. Ο τελικός καταναλωτής ή η ΕΕΥ κατά περίπτωση, λαμβάνει τις απαιτούμενες από το νόμο άδειες για την εγκατάσταση και τη λειτουργία του ενεργειακού εξοπλισμού, σύμφωνα με τη διαδικασία και τους όρους της κείμενης κάθε φορά νομοθεσίας. Η σχετική δαπάνη βαρύνει την ΕΕΥ.

Σε περίπτωση που η ΕΕΥ αναλάβει την υποχρέωση αγοράς ενεργειακού εξοπλισμού με χρηματοδότηση από τρίτο, στο πλαίσιο ΣΕΑ, κατά τη διάταξη της

παραγράφου 2 του άρθρου 16 για τη διαρκή και μόνιμη εξυπηρέτηση της εγκατάστασης του τελικού καταναλωτή, η απαίτηση του τρίτου για τη χορηγούμενη χρηματοδότηση δύναται να εξασφαλίζεται με τη σύσταση υποθήκης επί του ως άνω εξοπλισμού στην εγκατάσταση του τελικού καταναλωτή και με τη συναίνεση αυτού, σύμφωνα με τις διατάξεις του ν. 4112/1929.

Κατά τον χρόνο συγγραφής του παρόντος τεύχους (Δεκέμβριος 2010) δεν είχε συσταθεί από το Υ.ΠΕ.Κ.Α. μητρώο Επιχειρήσεων Ενεργειακών Υπηρεσιών και κατά συνέπεια δεν μπορούν να περιγραφούν σχετικές δράσεις εταιρειών με αυτή την δραστηριότητα.

Κατά την υλοποίηση ενός έργου με το μηχανισμό ΣΕΕΑ, μια Εταιρεία Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΕΥ) παρέχει την κατάλληλη τεχνογνωσία, για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτιριακές εγκαταστάσεις πελάτη της (τελικός καταναλωτής). Βασικό χαρακτηριστικό κάθε ΣΕΕΑ, είναι η ανάληψη, από την ΕΕΥ, του κινδύνου μη επίτευξης της αναμενόμενης βελτιωμένης ενεργειακής απόδοσης. Η ΕΕΥ δηλαδή εγγυάται την επίτευξη συγκεκριμένου επιπέδου εξοικονόμησης ενέργειας, μετά την υλοποίηση κατάλληλων μέτρων, και φέρει πλήρως την ευθύνη σε περίπτωση που δεν επιτευχθεί η εξοικονόμηση αυτή. Με τον τρόπο αυτό ο πελάτης (τελικός καταναλωτής) δεν επωμίζεται το ρίσκο της επένδυσης και επιπλέον εξασφαλίζεται η πρόκριση του αποδοτικότερου συνδυασμού τεχνικών μέτρων, που θα διασφαλίσουν, με την εισαγωγή τους στο ενεργειακό σύστημα του καταναλωτή, τη μέγιστη δυνατή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής του. Ο έλεγχος για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, γίνεται μέσω της παρακολούθησης της επιτυγχανόμενης εξοικονόμησης ενέργειας, σε σχέση με μια κατάσταση αναφοράς.

## 5. Ο τεχνητός φωτισμός ως μέσο εξοικονόμησης ενέργειας

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 αλλά και λόγω της μη αλλοίωσης 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 αλλά 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.

Αυτοί οι δύο παράγοντες δεν χρειάζεται απαραίτητως να είναι αντικρουόμενοι. Ακολουθώντας συγκεκριμένα κριτήρια, είναι δυνατό να επιτύχουμε ορθολογικό και αποδοτικό φωτισμό, συνδυάζοντας και τους δύο παράγοντες.

### 5.1 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

απώλειες μέχρι την κατανάλωση είναι αποτέλεσμα των απωλειών ενέργειας κατά την παραγωγή, μεταφορά, μετασχηματισμό και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Υπάρχουν δύο βασικές 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.

## **5.2 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.

### 5.3 Χαρακτηριστικοί τύποι λαμπτήρων

Οι πιο συνηθισμένοι 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.



Λαμπτήρας πυρακτώσεως

#### 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.

Είναι πολύ διαδεδομένοι σε βιτρίνες καταστημάτων και σε μέρη όπου τα προϊόντα χρειάζεται να προβάλλονται. Η ικανότητά τους να δημιουργούν απαλό φωτισμό, τονισμό, άνεση και ζεστό περιβάλλον, είναι και ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο σε οικιακούς χώρους.



Λαμπτήρας αλογόνου με παραβολικό κάτοπτρο

### 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.

Η τεράστια ποικιλία διαθέσιμων προϊόντων όπως επίσης η διαφοροποίηση των χαρακτηριστικών τους, έχει σαν αποτέλεσμα την δυνατότητα πολλαπλών χρήσεων τους τόσο κυρίως για εσωτερικό φωτισμό αλλά και για εξωτερικό φωτισμό.



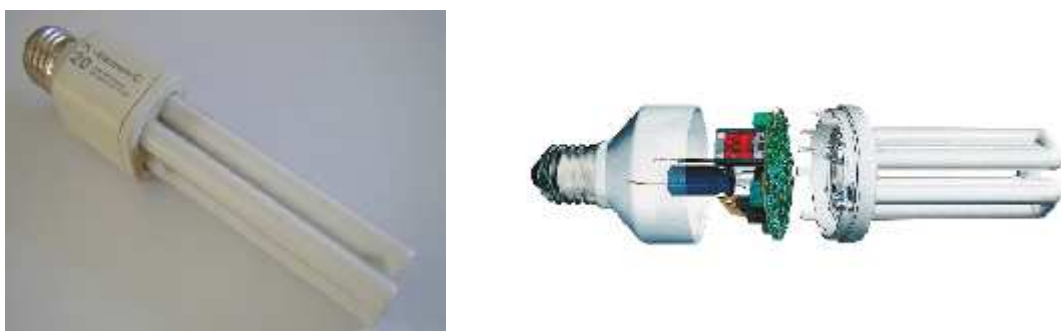
Χώρος με χρήση λαμπτήρων φθορισμού



### Συμπαγείς σωλήνες 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.

Στις πιθανές τους χρήσεις συμπεριλαμβάνονται φωτισμοί ξενοδοχείων, εστιατορίων και γενικά χώρων στους οποίους απαιτείται παρατεταμένη διάρκεια τεχνητού φωτισμού.



Λαμπτήρας φθορίου

### Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου (Mercury Vapour)

Είναι είτε ωοειδείς 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 γαλαζωπός-άσπρος 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.



Χρήση λαμπτήρων υδράργυρου

*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' όλα αυτά η αποδοτικότητά τους είναι υψηλή.

Χρησιμοποιούνται όπου απαιτείται υψηλής ποιότητας φωτισμός, όπως σε αθλητικούς χώρους, τηλεοπτικά στούντιο, αίθουσες εκθέσεως έργων τέχνης, κ.λ.π.

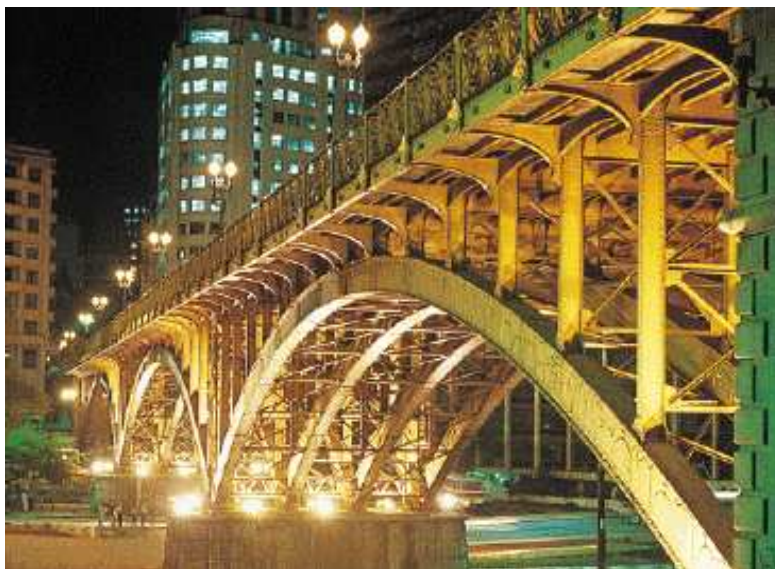


Χρήση λαμπτήρων Metal Halide

### 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 πίεσης ατμών νατρίου.

Οι λαμπτήρες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για φωτισμό δρόμων με πολύ καλό αποτέλεσμα. Άσπροι λαμπτήρες νατρίου χρησιμοποιούνται επίσης για καλλιτεχνικούς και διακοσμητικούς σκοπούς ακόμα και για τη δημιουργία ατμόσφαιρας.



### 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.



Λαμπτήρας χαμηλής πίεσης ατμών νατρίου

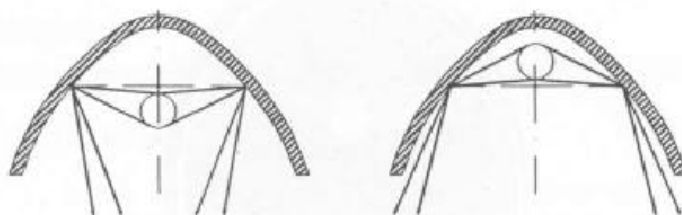
## 5.4 Φωτιστικά

### 5.4.1 Γενικά

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 της 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.

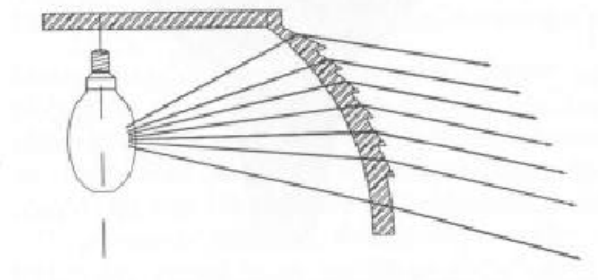
Η λειτουργία αυτή επιτυγχάνεται με τις παρακάτω διεργασίες:

**Ανάκλαση.** Η διεύθυνση του φωτός που εκπέμπεται από τον λαμπτήρα ανακατευθύνεται τοποθετώντας ανακλαστήρες πίσω από τον λαμπτήρα (Σχήμα 7) ή κάτοπτρα υπό μορφής περσίδας από μπροστά.



Ανάκλαση

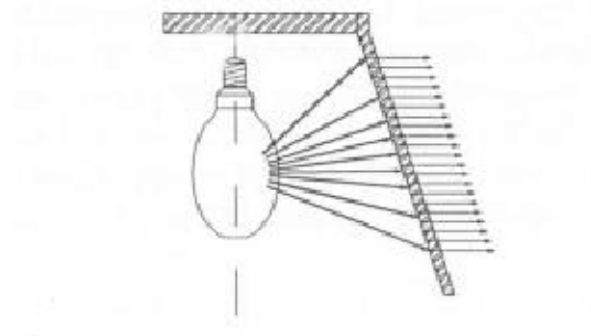
**Διάθλαση.** Η διεύθυνση του φωτός που εκπέμπεται από τον λαμπτήρα ανακατευθύνεται χρησιμοποιώντας διαφανείς πρισματικές επιφάνειες (Σχήμα 8).



Διάθλαση

**Απορρόφηση.** Η φωτεινή ροή του λαμπτήρα εξασθενεί σε συγκεκριμένες διευθύνσεις (Σχήμα 9) με τη χρήση επιφανειών διαφόρων τύπων όπως:

- *Αδιαφανείς*
- *Ημιδιαφανείς*
- *Διαφανείς*, (σε αυτές τις περιπτώσεις η λειτουργία είναι κυρίως μηχανική, θερμική και αισθητική)



Απορρόφηση

#### **5.4.2 Απόδοση των φωτιστικών**

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

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 ( $\text{lux}=\text{lumens}/\text{m}^2$ ) πάνω στην επιφάνεια εργασίας με την ένταση της φωτεινής ροής που έχει εγκατασταθεί ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\text{lumens}/\text{m}^2$  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.

### 5.5 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.λ.π..



Τύπος φωτιστικού με ανακλαστήρα και κάλυμμα διάχυσης

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.

Όταν εκτελούμε μία οικονομική μελέτη πάνω στην βιωσιμότητα των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που θα μπορούσε να βρει εφαρμογή σε μία εγκατάσταση φωτισμού, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας όχι μόνο το κόστος της ενέργειας αλλά και το κόστος αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησης του εξοπλισμού.

Γενικά πρέπει να ισχύουν τα παρακάτω:

1. Οι απαιτήσεις των σχεδίων εξοικονόμησης ενέργειας θα πρέπει να καλύπτονται χωρίς να μειώνονται τα επίπεδα άνεσης και ασφάλειας.
2. Το επίπεδο φωτισμού σε έναν οποιαδήποτε χώρο θα πρέπει να είναι επαρκές και όχι μεγαλύτερο από ότι χρειάζεται για την εκτέλεση λειτουργιών για τις οποίες ο χώρος είναι προορισμένος.
3. Οι λαμπτήρες που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο αποδοτικοί.
4. Η επίδοση των φωτιστικών και ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων φωτισμού θα πρέπει να χρησιμοποιούν την φωτεινή ενέργεια όσο το δυνατόν πιο αποδοτικά.
5. Όλες οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χάνουν ενέργεια από την κατανάλωση των επιμέρους εξαρτημάτων τους. Οι ηλεκτρικές απώλειες μπορούν να μειωθούν με τη επιλογή των κατάλληλων εξαρτημάτων.
6. Η λειτουργία των εγκαταστάσεων θα πρέπει να προσαρμόζεται όσο το δυνατόν γίνεται στις ανάγκες φωτισμού του χώρου.
7. Τα επίπεδα φωτισμού και οι περιοχές που φωτίζονται πρέπει να είναι ευπροσάρμοστα για να μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα με τις ανάγκες διαφόρων χώρων και χρονικών διαστημάτων.
8. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να γίνει επιλογή του καταλληλότερου ενεργειακού τιμολογίου και να ελεγχθεί η δυνατότητα εφαρμογής χρονοδιαγράμματος.
9. Να αποφεύγεται η χρήση εξαρτημάτων με επαγωγικό ρεύμα.

10. Να προβλέπονται οι ανάγκες συντήρησης του συστήματος.
11. Οι λύσεις με την μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση, οι οποίες θα ικανοποιούσαν ποιοτικές, λειτουργικές, αισθητικές και διακοσμητικές ανάγκες, πρέπει να εφαρμοστούν στη φάση του προσχεδιασμού.

## **5.6 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.

### **5.6.1 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:

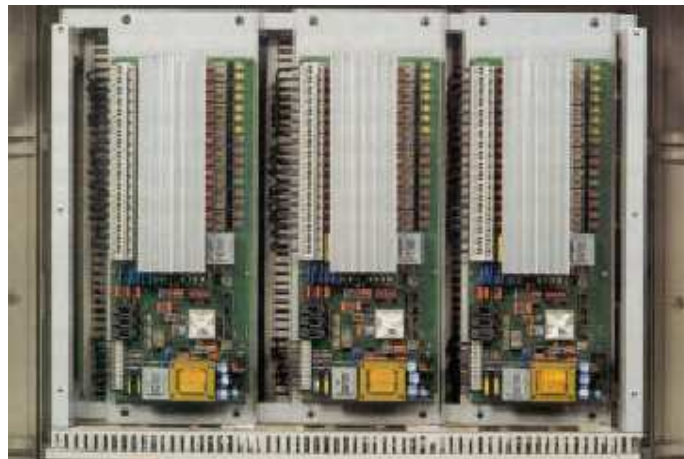
- Φωτοηλεκτρικά κύτταρα, χρονοδιακόπτες, ανιχνευτές κινήσεων, ηλεκτρονικά προγραμματιζόμενοι διακόπτες. Αυτοί οι διακόπτες λειτουργούν βάση μιας καθιερωμένης ρουτίνας, ενός συγκεκριμένου επίπεδου φωτισμού ή απλούστερα μέσω παρακολούθησης κινήσεων για να ανάψουν ή να κλείσουν ένα φωτιστικό. Αστρονομικοί 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.





Αστρονομικός διακόπτης

- 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, επιτυγχάνοντας έτσι μεγαλύτερες εξοικονομήσεις και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.



Ρυθμιστής

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

*Απόδοση της έντασης φωτισμού:* Τα πιο συνηθισμένα μέτρα είναι η αντικατάσταση των λαμπτήρων και φωτιστικών από άλλους λαμπτήρες και φωτιστικά μεγαλύτερης απόδοσης, η μείωση των ανακλαστών διάχυσης και ο καθαρισμός και συντήρηση των εγκαταστάσεων του φωτισμού.

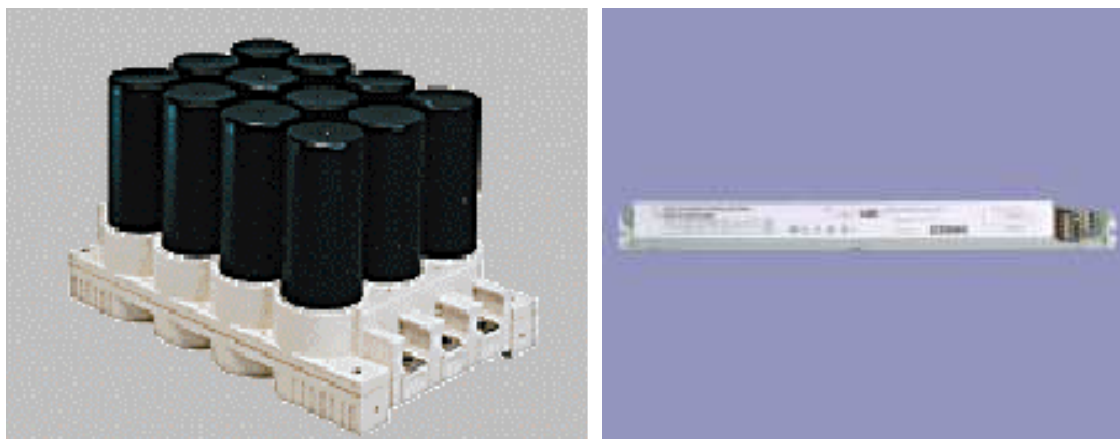
*Απόδοση των λαμπτήρων:* Συνήθως γίνονται οι εξής αντικαταστάσεις:

- 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 τριφωσφορική 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 %.
- Metal halide λαμπτήρες με διόρθωση χρώματος αντί λαμπτήρων πυρακτώσεως ή λαμπτήρων αλογόνου
- Άσπροι λαμπτήρες ατμών νατρίου αντί για λαμπτήρες πυρακτώσεως ή λαμπτήρες αλογόνου

*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 τρεμόπαιγμα του φωτισμού και αθόρυβη λειτουργία, αυξάνοντας τη ζωή του λαμπτήρα.



Πυκνωτής (αριστερά) και ηλεκτρονικός ρυθμιστής (δεξιά)

### **5.6.2 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.

Επιπλέον, τα υλικά που χρησιμοποιούνται και η συντήρηση των εγκαταστάσεων θα πρέπει να είναι επαρκή ώστε να διατηρούν την εγκατάσταση φωτισμού σε καλή κατάσταση.

➤ **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.

### **5.7 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 ποικίλλουν 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 του συστήματος φωτισμού, ημερήσιοι, εβδομαδιαίοι ή ακόμα και εποχιακοί.

Οι εργασιακοί κύκλοι θα πρέπει να απεικονίζουν όσο το δυνατό καλύτερα την πραγματικότητα. Η μεθοδολογία για να υπολογιστούν οι κύκλοι αυτοί μπορεί να εκτείνεται από μία περιοδική παρακολούθηση έως την τοποθέτηση ενός κεντρικού συστήματος διαχείρισης.

➤ **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 φανερή 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 καταναλώσεις, 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.

## **5.8 Έλεγχος τεχνητού φωτισμού**

Ο φωτισμός είναι δυνατό να ελέγχεται σε τρία διαφορετικά επίπεδα: στο φωτιστικό, σε μία ζώνη φωτισμού ή σε ολόκληρο το κτίριο. Στην πρώτη περίπτωση, το φωτιστικό περιέχει ένα αισθητήριο που το διευκολύνει να ρυθμίζει την έντασή του, ανεξάρτητα από τον χώρο στον οποίο είναι εγκατεστημένο, με βάση προκαθορισμένα επίπεδα φωτεινότητας. Στην δεύτερη περίπτωση όπου ελέγχεται ο χώρος, οι πληροφορίες που λαμβάνονται μπορεί να συγκεντρωθούν σε ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου όπου κάθε σημείο (φωτιστικό) θα ενεργεί βάσει δεδομένης πληροφορίας. Τέλος, η επιλογή να συγκεντρώνονται όλα τα στοιχεία σε ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου, είναι η πιο πλήρης από τις παραπάνω επιλογές.

Αυτή η μεθοδολογία μας επιτρέπει όχι μόνο να παρακολουθούμε τα επίπεδα φωτισμού σε οποιοδήποτε σημείο του κτιρίου, αλλά επίσης να συγκεντρώνουμε στοιχεία σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την χρήση και την κατανάλωση, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την στατιστική παρακολούθηση του συστήματος. Αυτές οι τεχνικές διευκολύνουν τον έλεγχο των επιπέδων φωτισμού που είναι απαραίτητα ανάλογα με την χρήση των χώρων, όπως και την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού.

Πιο συγκεντρωτικές λύσεις μπορούν να ενταχθούν μέσα σε ένα γενικό διαχειριστικό σύστημα που συμπεριλαμβάνει θέρμανση, ασφάλεια κ.α. Πάντως η δημιουργία κεντρικών συστημάτων παρακολούθησης είναι υποχρεωτικό να συμπεριλαμβάνεται στο αρχικό στάδιο σχεδιασμού, σε αντίθεση με το σύστημα αποκλειστικής παρακολούθησης του φωτισμού.

Τα πλεονεκτήματα που φέρουν τέτοια συστήματα στον φωτισμό δημοσίων χώρων είναι:

- Βελτιώνεται η ποιότητα και η ένταση του φωτισμού
- Βελτιώνονται οι γνώσεις σχετικά με την γενική κατάσταση του δικτύου, γνωστοποιούνται πιθανές ανεπάρκειες σε λαμπτήρες, ανεπάρκειες σε τμήματα των πινάκων ελέγχου, καταγράφονται οι καταναλώσεις, η μέση ωφέλιμη ζωή των εξαρτημάτων της εγκατάστασης, δημιουργούνται στατιστικές γύρω από κύκλο χρόνου ζωής των εξαρτημάτων κ.λ.π.
- Αυτόματη κεντρική διαχείριση της έναρξης και της παύσης των ζωνών φωτισμού. Διευκολύνεται ο έλεγχος των λογαριασμών της εταιρίας διανομής ηλεκτρισμού.

## **5.9 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)

## 5.10 Ολοκληρωμένος έλεγχος

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 σηκωθεί για να τα κλείσει. Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι να καταναμηθούν 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. Οι εντολές φωτισμού μπορούν να σχεδιαστούν για να λειτουργούν σαν συμπληρωματικός φωτισμός μαζί με το σύστημα φυσικού φωτισμού. Ένα γραφείο στο βάθος του δωματίου χρειάζεται συμπληρωματικό φωτισμό σε αντίθεση με ένα κοντά σε παράθυρο.

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. Ένα άτομο ανοίγει τον διακόπτη και το σύστημα κλείνει το φως

μόνο όταν ο αισθητήρας δεν αντιλαμβάνονται την παρουσία κάποιου προσώπου στο χώρο.

*Αισθητήρες κίνησης ή ανίχνευσης ηχητικού 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.

*Έλεγχος στιγμιαίας τάσης:* Χρησιμοποιείται σε χώρους με ενδιάμεση χρήση όπως είναι οι αποθήκες. Όταν τα φωτιστικά έχουν την μέγιστη έξοδο φωτισμού ο έλεγχος μειώνει την ενέργεια κατά 10% έως 20% ενώ τα επίπεδα φωτισμού πέφτουν μόνο 5% με 10%. Ένας αισθητήρας κίνησης συνδεδεμένος στο σύστημα εξασφαλίζει ότι το κατάλληλο επίπεδο φωτισμού θα επανέλθει όταν κάποιος βρεθεί στον χώρο.

Οι αισθητήρες, οι διακόπτες και τα φωτιστικά σε ένα αυτοματοποιημένο σύστημα μπορούν να συνδεθούν με τέτοιο τρόπο ώστε να υπάρχει έλεγχος και επιλογή στην ομαδοποίηση φωτιστικών χωρίς να υπάρχει αλλαγή στις καλωδιώσεις ή στις συνδεσμολογίες. Τα συστήματα ελέγχου φωτισμού είναι διαθέσιμα σε διάφορες κλίμακες και με μορφή μεμονωμένων μονάδων, έτσι ώστε κάποιος να μπορεί να ξεκινήσει με ένα απλό σύστημα και στη συνέχεια να τοποθετεί επιπλέον συσκευές ανάλογα με τις περιστάσεις και τα χρήματα που διαθέτει.

Ένα αυτόματο σύστημα ελέγχου πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να μπορεί να παρακαμφθεί όταν αυτό είναι αναγκαίο. Είναι επίσης σημαντικό οι χρήστες να νιώθουν ότι έχουν τον έλεγχο του φωτισμού στον δικό τους χώρο εργασίας, έτσι απολυταρχικά συστήματα ελέγχου όπου αυθαίρετα ανοιγοκλείνουν τον φωτισμό πρέπει να μπορούν να αποσυνδεθούν.

Σε κτίρια με σύνθετα και εξελιγμένα συστήματα φυσικού φωτισμού χρειάζονται ολοκληρωμένα αυτοματοποιημένα συστήματα ελέγχου για το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Τα συστήματα του φυσικού και του τεχνητού φωτισμού πρέπει να είναι εναρμονισμένα μεταξύ τους. Ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου θα συγχρονίσει την συμπεριφορά όλων των συστημάτων και κλιματικών ελέγχων μέσα και έξω από το κτίριο (φυσικός και τεχνητός φωτισμός, θέρμανση, ψύξη, αερισμός).

Αυτοματοποιημένα συστήματα για σκίαστρα και συστήματα ελέγχου για φυσικό φωτισμό είναι ήδη διαθέσιμα. Εξοπλισμός και λογισμικά για κεντρικά συστήματα ελέγχου με ολοκληρωμένες υπηρεσίες (θέρμανση, ψύξη, φωτισμός,



πυρόσβεση, ασφάλεια, ανελκυστήρες κ.τ.λ.) για όλα τα κτίρια είναι διαθέσιμα στην Ελληνική αγορά.

### **5.11. Ανακατασκευή**

Για την αναβάθμιση της απόδοσης και της ποιότητας του φωτισμού σε ένα υπάρχον κτίριο υπάρχει μια μεγάλη κλίμακα επιλογών οι οποίες αυξάνουν το κόστος και την πολυπλοκότητα. Φυσικός και τεχνητός φωτισμός πρέπει να σχεδιάζονται μαζί και μόνο κάποιες ξεχωριστές ανάγκες θα καθορίζουν τις αναγκαίες αλλαγές.

Σημαντικό ρόλο στην απόδοση του συστήματος φυσικού-τεχνητού φωτισμού έχει η συντήρηση. Για παράδειγμα τα βρώμικα παράθυρα, τα σκονισμένα φωτιστικά και οι ακάθαρτοι τοίχοι μειώνουν την αποτελεσματικότητα τόσο του φυσικού όσο και του τεχνητού φωτισμού. Η βρωμιά στα παράθυρα μπορεί να μειώσει την διαπερατότητα των υαλοστασίων περισσότερο από 10%, ενώ στα φωτιστικά την απόδοσή τους από 20% έως 25%. Ελλείψεις σε λάμπες ή καμένες λάμπες, χαλασμένα σκίαστρα και καλωδιώσεις μειώνουν την απόδοση του συστήματος.

Κατά την αντικατάσταση των λαμπτήρων θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ενεργειακά αποδοτικοί ανακλαστήρες και νέοι ανακλαστήρες στα φωτιστικά που μπορούν να τους δεχτούν. Αλλάζοντας απλά τα τζαμάκια αμμοβολής (τα οποία διαχέουν το φως μπροστά από τα φωτιστικά) με ανακλαστήρες αυξάνεται η απόδοσή τους κατά 30%. Οι σκουρόχρωμες επιφάνειες των τοίχων, οροφής και δαπέδου πρέπει να γίνουν ανοιχτόχρωμες. Όλες αυτές οι ενέργειες μπορούν να πραγματοποιηθούν σε μια προγραμματισμένη συντήρηση μειώνοντας το κόστος.

Εάν τα φωτιστικά έχουν φτάσει στο τέλος της ωφέλιμης ζωής τους (10 με 12 χρόνια) μπορούν να αντικατασταθούν από κάποια πιο αποτελεσματικά. Απλά συστήματα ελέγχου, όπως τοπικοί ή χρονικοί διακόπτες μπορούν να τοποθετηθούν με τις υπάρχουσες καλωδιώσεις ή τα υπάρχοντα κεντρικά συστήματα. Εσωτερικές περσίδες και σκίαστρα είναι σχετικά φθηνά και μπορούν να βελτιώσουν τις συνθήκες ελέγχοντας σε κάποιο βαθμό το φως.

Εάν πρέπει να ανακατασκευαστεί το εσωτερικό του κτιρίου, τότε η νέα εικόνα των δωματίων, τα χωρίσματα και τα τελειώματα καθώς και οι περσίδες πρέπει να σχεδιάζονται με σκοπό την διείσδυση του φυσικού φωτισμού. Ακόμα πρέπει να εγκατασταθεί ένα πλήρες σύστημα εξοικονόμησης ενέργειας, στο οποίο να συνυπάρχουν ο φυσικός φωτισμός με τον ενεργειακά προσοδοφόρο τεχνητό φωτισμό. Εάν ο εξοπλισμός θέρμανσης, ψύξης και αερισμού πρέπει να

αντικατασταθεί τότε πρέπει να συνδεθούν μαζί με τον φωτισμό σε ένα πλήρες σύστημα ελέγχου που θα είναι πιο οικονομικό.

Αντίστοιχα ο σχεδιασμός νέων ανοιγμάτων για παράθυρα, η δημιουργία φεγγιτών, η τοποθέτηση ενός φωτο-αγωγού, η μετατροπή μιας αυλής σε αίθριο μπορούν να γίνουν σαν μέρος μιας μεγάλης ανακατασκευής. Σε ορισμένες περιπτώσεις ανοίγοντας απλά ένα νέο παράθυρο στο τέλος ενός τοίχου ή ανακαινίζοντας τους εσωτερικούς τοίχους και το πάτωμα ενός υπάρχοντος φωτοαγωγού μπορούμε ένα σκοτεινό και καταθλιπτικό περιβάλλον να το μετατρέψουμε σε ένα πιο ευχάριστο.

Ένα πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας απαιτεί την κατανόηση και την συνεργασία των χρηστών του κτιρίου. Υψηλά επίπεδα άνεσης, ικανοποίησης και επιστροφή του κεφαλαίου της αρχικής εγκαταστάσεως μπορούν να επιτευχθούν αν οι χρήστες έχουν ενημερωθεί σωστά για το πώς λειτουργούν τα συστήματα. Για τα νέα κτίρια όλα τα παραπάνω πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη φάση του σχεδιασμού.

#### **5.12. Μεθοδολογία επιλογής λαμπτήρων και φωτιστικών**

Για την επιλογή λαμπτήρων και φωτιστικών με κριτήριο την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας προτείνεται να λαμβάνονται υπόψη τουλάχιστον οι παράμετροι που δίνονται στον παρακάτω Πίνακα.

Η χρονική περίοδος για την οποία θα γίνεται η σύγκριση των λαμπτήρων / φωτιστικών δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 15 έτη καθώς θεωρείται ο χρόνος ζωής των φωτιστικών σωμάτων.

Κριτήρια επιλογής λαμπτήρα / φωτιστικού είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων που προκύπτει από την τελική επιλογή και διασφαλίζει την βιωσιμότητα της ενέργειας.

Στην συνέχεια δίνεται προτεινόμενη μεθοδολογία επιλογής λαμπτήρα / φωτιστικού. Στο παράδειγμα συγκρίνονται ένας υφιστάμενος τύπος λαμπτήρα / φωτιστικό (τύπος 1) με δύο νέους τύπους λαμπτήρων / φωτιστικών (τύπος 2 και τύπος 3).

Στο πρώτο μέρος του Πίνακα (γκρι χρώμα) δίνονται οι παράμετροι που προκύπτουν από μία μελέτη φωτομετρίας, τα τεχνικά χαρακτηριστικά των λαμπτήρων και φωτιστικών και παραδοχές που αφορούν το κόστος ενέργειας, τις ώρες λειτουργίας και τα έτη σύγκρισης. Στις λευκές γραμμές του Πίνακα δίνονται υπολογισμένες τιμές που αφορούν τα έτη σύγκρισης και τέλος στις γαλάζιες γραμμές δίνονται η εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας και ο χρόνος απόσβεσης.

Επισημαίνεται ότι σε κάθε περίπτωση πρέπει να επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας και ο χρόνος απόσβεσης να είναι μικρότερος από τον χρόνο ζωής του προϊόντος. Για φωτιστικά σώματα ο χρόνος ζωής θεωρείται 15 έτη.

Επιλογή λαμπτήρων			
Παράμετρος	Τύπος λαμπτήρα / φωτιστικού		
Τύπος λαμπτήρα	Τύπος 1	Τύπος 2	Τύπος 3
Ισχύς λαμπτήρα (συμπεριλαμβανομένων του κυκλώματος) σε W	40	40	38
Φωτιστική αποδοτικότητα λαμπτήρα / φωτιστικού σε lm/W	104	95	100
Φωτιστική απόδοση ανά λαμπτήρα	3744	3420	3600
Προβλεπόμενος χρόνος ζωής / αντικατάστασης	12000	20000	20000
Κόστος λαμπτήρα και παρελκόμενων σε €	0	60	75
Κόστος αντικατάστασης λαμπτήρα / φωτιστικού (συμπεριλαμβανομένων των εργατικών) σε €	90	120	135
Κόστος ενέργειας σε €/kWh	0,17	0,17	0,17
Επιθυμητή φωτιστική ισχύς σε lm	44928	44928	44928
Αριθμός φωτιστικών	12	12	12
Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα σε h	6	6	6
Έτη για σύγκριση	15	15	15
Σύνολο ωρών λειτουργίας για τα έτη σύγκρισης	32850	32850	32850
Αριθμός αντικατάστασης λαμπτήρων για τα έτη σύγκρισης	2	1	1
Ηλεκτρική κατανάλωση για κάθε εγκατεστημένο λαμπτήρα σε kWh	1314	1306	1248
Συνολική ηλεκτρική κατανάλωση σε kWh	15768	15667	14980
Κόστος αντικατάστασης λαμπτήρα σε €	180	120	135
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας για τα έτη σύγκρισης σε €	2681	2663	2547
Αρχικό κόστος λαμπτήρα / φωτιστικού σε €	0	720	900
Κόστος λειτουργίας για τα έτη σύγκρισης σε €	2861	2783	2682
Συνολικό κόστος για τα έτη σύγκρισης σε €	2861	3383	3582
Εξοικονόμηση ενέργειας για τα έτη σύγκρισης		0,6%	5,0%
Απλός χρόνος απόσβεσης σε έτη		<b>140</b>	<b>75,4</b>

Πίνακας παραμέτρων μεθοδολογίας υπολογισμού επιλογής λαμπτήρων / φωτιστικού

## **6. Προτεινόμενες επεμβάσεις για τις επενδύσεις του τοπικού προγράμματος LEADER N. Πιερίας**

Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις – μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας του τοπικού προγράμματος LEADER N.Πιερίας στοχεύουν στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης.

Για όλες τις προτεινόμενες παρεμβάσεις, εκτός των παθητικών και υβριδικών συστημάτων, δίνονται ο εκτιμώμενος χρόνος ζωής και το μέγιστο αποδεκτό κόστος ανά μονάδα. Ο υποψήφιος επενδυτής οφείλει να υπολογίσει τον χρόνο απόσβεσης, λαμβάνοντας υπόψη το πραγματικό κόστος της εκάστοτε επέμβασης, εφόσον αυτό δεν ξεπερνάει το μέγιστο αποδεκτό κόστος. Ο υπολογισμένος χρόνος απόσβεσης οφείλει να μην ξεπερνάει το εκτιμώμενο χρόνο ζωής, όπως δίνεται από τον παρακάτω Πίνακα ή όπως δίνεται από τον κατασκευαστή, εφόσον ο χρόνος ζωής που δίνεται από τον κατασκευαστή συνοδεύεται από γραπτή εγγύηση.

Ο υπολογισμός του χρόνου απόσβεσης οφείλει να γίνει με τον παραπάνω τρόπο για κάθε επέμβαση ξεχωριστά. Ακόμη ο υποψήφιος επενδυτής οφείλει να υπολογίσει και τον χρόνο απόσβεσης για το σύνολο επεμβάσεων που προτίθεται να εφαρμόσει. Συνίσταται ο χρόνος απόσβεσης για το σύνολο των επεμβάσεων να είναι έως και δέκα (έτη). Θεωρείται ότι όσο μικρότερος ο χρόνος απόσβεσης, τόσο μεγαλύτερα τα ενεργειακά και οικονομικά οφέλη τις επιχειρήσης.

Σε κάθε περίπτωση ο απλός χρόνος απόσβεσης θα πρέπει να υπολογίζεται με βάση τους ονομαστικούς συντελεστές απόδοσης που δίνονται από τον κατασκευαστή.

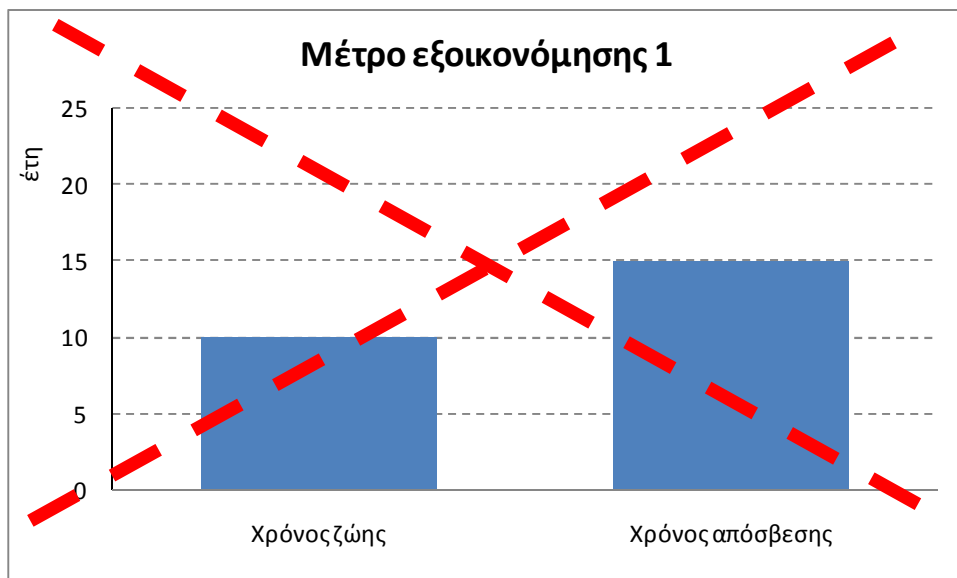
Σε επεμβάσεις που έχουν σχέση με το κτιριακό κέλυφος, η εξοικονόμηση ενέργειας θα πρέπει να υπολογίζεται με το λογισμικό TEE-KENAK. Δεδομένου ότι στόχος είναι η εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας και όχι η πλήρης μελέτη ή ενεργειακή ταξινόμηση του κτηρίου οι υπολογισμοί με το λογισμικό μπορούν να γίνουν με τις παρακάτω απλουστεύσεις:

- Να θεωρηθεί μία θερμική ζώνη
- Να υπολογισθεί η εξοικονόμηση για χαρακτηριστικό τμήμα του κτηρίου και όχι για το σύνολο του

Ακόμη, δεν απαιτείται η συγγραφή κειμένου αναφοράς, αλλά αρκεί να εκτυπωθεί – δοθούν τα δεδομένα εισόδου και αποτελέσματα που εκτυπώνονται από το λογισμικό TEE-KENAK.

Για την εξοικονόμηση που αφορά το σύστημα φωτισμού και το Ζεστό Νερό Χρήσης οι υπολογισμοί μπορούν να βασισθούν στο λογισμικό TEE-KENAK ή

οποιαδήποτε άλλη αναλυτική μέθοδος επιλεγεί από τον υποψήφιο επενδυτή. Το ίδιο ισχύει και για την παραγωγή από φωτοβολταϊκά στοιχεία, ενταγμένα στο κτιριακό κέλυφος.



*Μέτρο εξοικονόμησης με μη αποδεκτό χρόνο απόσβεσης*

Ακολουθεί πίνακας προτεινόμενων παρεμβάσεων με αναφορά ενδεικτικού κόστους αυτών.

ΜΕΤΡΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	Εκτιμώμενος χρόνος ζωής (έτη)	Μέγιστο αποδεκτό κόστος ανά μονάδα
<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.	10	10 €/τμ
<b>ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ</b>			
Πόρτες θερμομονωτικές, ασφαλείας, με καλή αεροστεγανότητα	Η θερμοπερατότητα των κουφωμάτων που θα εγκατασταθούν τα επιλεγμένα υαλοστάσια θα πρέπει να ικανοποιεί τα όρια του Κ.Εν.Α.Κ.	20	400 €/τμ
Βιομηχανικές πόρτες. Μικρών απωλειών (fast door, heavy pvc)			600 €/τμ (fast door) 180 €/τμ (heavy PVC)
Υαλοστάσια, θερμομονωτικά, με καλή αεροστεγανότητα		20	250 €/τμ
Ανοίγματα οροφής		15	500 €/τμ
Φωτοσωλήνες		10	1,800 €/τεμάχιο

ΜΕΤΡΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	Εκτιμώμενος χρόνος ζωής (έτη)	Μέγιστο αποδεκτό κόστος ανά μονάδα
<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.	20	38 €/τμ
Θερμομόνωση - υγραμόνωση στεγών		20	30 €/τμ
Θερμομόνωση κατακόρυφων επιφανειών με σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης		20	55 €/τμ
Θερμομόνωση κατακόρυφων επιφανειών με σύστημα εσωτερικής θερμομόνωσης		15	30 €/τμ
Θερμομόνωση με θερμομονωτικές τσιμεντόπλάκες		20	25 €/τμ
<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 ικανοποιεί τα όρια του Κ.Εν.Α.Κ.	10	60 €/τμ 100 €/τμ (για τύπου τρίπλεξ ή ασφαλείας)



ΜΕΤΡΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	Εκτιμώμενος χρόνος ζωής (έτη)	Μέγιστο αποδεκτό κόστος ανά μονάδα
<b>ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ</b>			
Μεταλλικές κατασκευές για σκίαστρα		25	300 €/τμ
Ξύλινες κατασκευές για σκίαστρα		15	200 €/τμ
Κατασκευή ενεργειακού τζακιού	Πιστοποιημένης απόδοσης	20	1500 €/τεμάχιο
Πέργκολα από μεταλλική κατασκευή	Για “νότια” (νοτιοανατολικά έως νοτιοδυτικά) ανοίγματα	20	250 €/τμ
Πέργκολα από ξύλινη κατασκευή	Για “νότια” (νοτιοανατολικά έως νοτιοδυτικά) ανοίγματα	15	250 €/τμ
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 96%	12	7 * kW (μονοβάθμιος καυστήρας) 15 * kW (διβάθμιος καυστήρας) 9 * kW (χαλύβδινος λέβητας) 37 * kW (χυτοσίδηρος λέβητας)
Εγκατάσταση αντλίας θερμότητας σε αντικατάσταση λέβητα - καυστήρα		12	7000 + (40 * kW)
Εγκατάσταση συστήματος θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού με σύστημα ΑΠΕ (πχ γεωθερμία)		12	10000 + (40 * kW)

<b>ΜΕΤΡΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ</b>	<b>ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ</b>	<b>Εκτιμώμενος χρόνος ζωής (έτη)</b>	<b>Μέγιστο αποδεκτό κόστος ανά μονάδα</b>
Κλιματιστικά ενεργειακής κλάσης τουλάχιστον A, με inverter	Με inverter και ενεργειακής κλάσης τουλάχιστον A	10	50 * kBthu
Εναλλάκτες ανάκτησης θερμότητας αέρα - αέρα	Ελάχιστη ονομαστική απόδοση 60% στην θερμοκρασία	10	2000 €/1000m <sup>3</sup>
<b>ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ</b>			
Καταστημάτων, ξενοδοχείων, εστιατορίων τουλάχιστον ενεργειακής κλάσης A		10	15 €/τμ (για φωτιστικά)
Γραφείου τουλάχιστον ενεργειακής κλάσης A		10	20 €/τμ (για φωτιστικά)
Βιομηχανικών-Βιοτεχνικών χώρων - αποθηκών		10	10 €/τμ (για φωτιστικά)
<b>ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ</b>			
Ηλιακός συλλέκτης	Για ζεστό νερό χρήσης, θερμαινόμενες πισίνες, συστήματα θέρμανσης / κλιματισμού	12	4 €/lt ή 160€/τμ συλλέκτη για συστήματα ζεστού νερού χρήσης
Πάνελ φωτοβολταϊκών	Έως 10kWp, σύνδεση σε χαμηλή τάση, οικιακό τιμολόγιο	25	3700 €/kWp