



ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΟΔΗΓΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

ΜΕΡΟΣ Α: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ



ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΑ



Ευρωπαϊκή Επιτροπή
Γενική Διεύθυνση για την Απασχόληση και τις Κοινωνικές Υποθέσεις
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο

Η παρούσα έκδοση αποτελεί τμήμα μιας σειράς από τρεις Τεχνικούς Οδηγούς του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) με αντικείμενο τη διαδικασία των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων στα κτίρια και τη βιομηχανία. Στόχος των εκδόσεων αυτών είναι να αποτελέσουν ένα χρήσιμο και πρακτικό βοήθημα για τους Μηχανικούς και τους άλλους επιστήμονες που πρόκειται να ασχοληθούν με τον υπό θέσπιση θεσμό των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων.

Οι Οδηγοί αυτοί εκδόθηκαν από το ΚΑΠΕ στα πλαίσια του έργου 124/375 της Κοινοτικής Πρωτοβουλίας ADAPT με τίτλο: «Εξειδίκευση Μηχανικών και άλλων Επιστημόνων στις Δράσεις της Ενεργειακής Επιθεώρησης». Το έργο συγχρηματοδοτήθηκε, βάσει του κανονισμού του Ευρωπαϊκού Κοινοτικού Ταμείου (ΕΚΤ), από τη Γενική Διεύθυνση για την Απασχόληση και τις Κοινωνικές Υποθέσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και εκτελέστηκε υπό την εποπτεία της Διεύθυνσης Κοινοτικών Πρωτοβουλιών του Υπουργείου Εργασίας.

Υπεύθυνο για την υλοποίηση του έργου αυτού ήταν το Τμήμα Εκπαίδευσης του ΚΑΠΕ, με την επιστημονική συνεργασία των Τμημάτων Ενεργειακής Πολιτικής και Προγραμματισμού και Εποπτείας - Υλοποίησης Ενεργειακού Προγραμματισμού. Το συντονισμό του έργου είχε ο Δρ. Χαράλαμπος Μαλαματένιος, Υπεύθυνος για την Οργάνωση του Τμήματος Εκπαίδευσης του ΚΑΠΕ. Το έργο υλοποιήθηκε την περίοδο 1998-2000.

Διακρατικός εταίρος του προγράμματος ήταν ο γαλλικός οργανισμός ARMINES – Centre d' Energétique, οι συνεργάτες του οποίου συνέβαλαν πολλαπλά στη διεκπεραίωση του έργου, το οποίο έτσι διατήρησε τη δέουσα ευρωπαϊκή διάσταση, καθώς και στη συγγραφή μέρους των περιεχομένων των Οδηγών αυτών.

Οι απόψεις που εκφράζονται στην παρούσα έκδοση δεν απηχούν κατ' ανάγκη τις απόψεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η οποία συγχρηματοδότησε την παραγωγή των Οδηγών. Το ΚΑΠΕ και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή δεν παρέχουν οποιαδήποτε εγγύηση, εκπεφρασμένη ή εξυπνοούμενη, όσον αφορά τις πληροφορίες που περιλαμβάνονται σε αυτήν την έκδοση, ούτε αναλαμβάνουν οποιαδήποτε ευθύνη όσον αφορά τη χρήση, ή τις όποιες ζημιές μπορούν να προκύψουν ως αποτέλεσμα της χρήσης, αυτών των πληροφοριών.

"ΟΔΗΓΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ"
ΜΕΡΟΣ 1^ο: «ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ»

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ

- 1.1. Γενικά στοιχεία για τη χρήση της ενέργειας στα κτίρια και τη βιομηχανία
- 1.2. Οφέλη από τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στις βιομηχανίες και τα κτίρια
- 1.3. Τύποι ενεργειακών επιθεωρήσεων (Συνοπτική, Εκτενής)
- 1.4. Περιγραφή της γενικής διαδικασίας μιας ενεργειακής επιθεώρησης
- 1.5. Τυπικά εργαλεία και χρονοδιαγράμματα ενεργειακών επιθεωρήσεων σε διάφορες εφαρμογές

2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

- 2.1. Σκοπός και απαιτήσεις της ενεργειακής επιθεώρησης
- 2.2. Αντικειμενικότητα, ανεξαρτησία και προσόντα Ενεργειακού Επιθεωρητή
- 2.3. Κριτήρια σχεδιασμού μιας ενεργειακής επιθεώρησης
- 2.4. Προκαταρκτική ενεργειακή θεώρηση
- 2.5. Προτεινόμενο έργο της επιθεώρησης

3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

- 3.1. Εισαγωγή
- 3.2. Μεθοδολογία εκτίμησης παραμέτρων
- 3.3. Τα φορητά όργανα μέτρησης
- 3.4. Πρόγραμμα Μετρήσεων και Διαπίστευσης (M&D)
- 3.5. Τυπικές μετρήσεις και όργανα
 - 3.5.1. Μέτρηση ηλεκτρικών παραμέτρων
 - 3.5.2. Μέτρηση θερμοκρασίας
 - 3.5.3. Μέτρηση παροχής
 - 3.5.4. Μέτρηση υγρασίας του αέρα
 - 3.5.5. Μετρήσεις καυσαερίων
 - 3.5.6. Μέτρηση του χρόνου λειτουργίας
 - 3.5.7. Άλλες μετρήσεις

4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

- 4.1. Έκφραση της ενεργειακής κατανάλωσης

4.2. Χρονολογικά διαγράμματα της Ενέργειας

4.3. Ισολογισμοί ενέργειας (Διαγράμματα Sankey Ενεργειακών Ροών)

4.3.1. Χρησιμότητα

4.3.2. Θερμικό ισοζύγιο κελύφους κτιρίου

4.3.3. Ενεργειακά ισοζύγια συγκροτημάτων παραγωγής θερμότητας-ψύξης

4.3.4. Ενεργειακά ισοζύγια δικτύων διανομής ρευστών για κλιματισμό χώρων

4.3.5. Ενεργειακό ισοζύγιο συστήματος παροχής ζεστού νερού χρήσης

4.3.6. Ενεργειακό ισοζύγιο εγκατάστασης τεχνητού φωτισμού

4.4. Τυπικές προδιαγραφές της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας

4.5. Ενεργειακή κατανάλωση και συσχέτισή της με τις βαθμομέρες

4.6. Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας

5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

5.1. Κριτήρια αξιολόγησης

5.1.1. Ενεργειακά και περιβαλλοντικά κριτήρια

5.1.2. Τεχνικά και λειτουργικά κριτήρια

5.1.3. Οικονομικά και χρηματοδοτικά κριτήρια

5.2. Στοιχεία οικονομικής αξιολόγησης επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας

5.2.1. Αναγκαιότητα της οικονομικής αξιολόγησης

5.2.2. Βασικές χρηματοοικονομικές έννοιες

5.2.3. Χρηματορροές

5.2.4. Τοκοχρεολυτικές παράμετροι

5.3. Μέθοδοι οικονομικής αξιολόγησης για τη σύγκριση εναλλακτικών λύσεων

5.3.1. Καθαρή παρούσα αξία

5.3.2. Ρυθμός επιστροφής

5.3.3. Λόγος οφέλους-κόστους

5.3.4. Περίοδος αποπληρωμής

5.3.5. Σύνοψη των μεθόδων εκτίμησης

5.3.6. Μέθοδος κόστους στον κύκλο ζωής

5.4. Γενική διαδικασία μιας οικονομικής αξιολόγησης

5.5. Σχεδιασμός προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΣΥΛΛΟΓΗ ΓΕΝΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

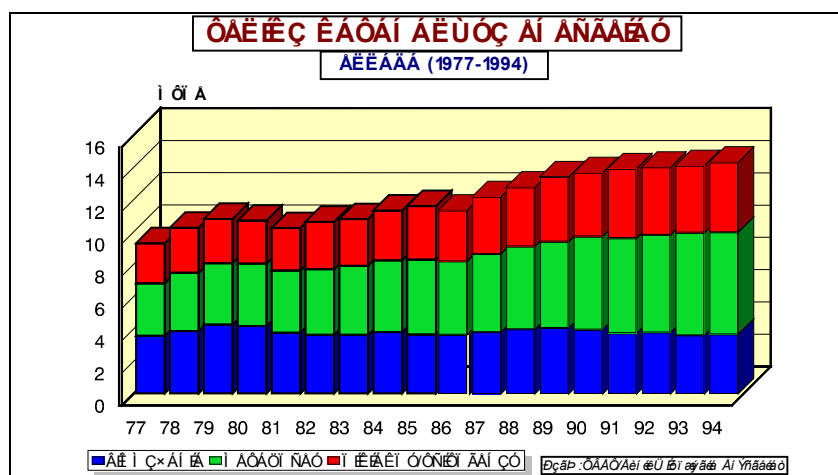
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ

1.1. Γενικά στοιχεία για τη χρήση της ενέργειας στα κτίρια και τη βιομηχανία

Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί πρωταρχικό μέτρο για την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και για τον περιορισμό της εκροής συναλλάγματος από την εθνική οικονομία προς εξασφάλιση της απαιτούμενης ποσότητας ρυπογόνων ορυκτών καυσίμων και κύρια του πετρελαίου. Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ εμφανής στα ελληνικά κτίρια του οικιακού και τριτογενούς τομέα, όπου η χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών καλύπτει ένα ποσοστό 30% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 4% από τα μέσα της δεκαετίας του '70.

Επιπλέον, η λειτουργία των κτιριακών ενεργειακών συστημάτων προκαλεί το 40% περίπου των συνολικών εκπομπών CO₂ στην ατμόσφαιρα, ενός αερίου που ευθύνεται για τη δημιουργία του “φαινομένου του θερμοκηπίου” στον πλανήτη. Όσον αφορά το βιομηχανικό τομέα, αν και η συνολική κατανάλωση ενέργειας τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει ελαφριά κάμψη (κυρίως λόγω της ύφεσης σε ενεργειοβόρους βιομηχανικούς κλάδους), η συνεισφορά του στην τελική κατανάλωση ενέργειας είναι σημαντική (~ 25%).



Σχήμα 1.1. Η πορεία της κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα

Η διαχρονική πορεία των ενεργειακών δεικτών είναι το αποτέλεσμα της γοργής βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου στη χώρα μας σε συνδυασμό με τις, μέτριας συχνά ποιότητας, κατασκευαστικές πρακτικές στο κέλυφος και τις εγκαταστάσεις των κτιρίων. Οι δύο αυτές παράμετροι συναρτώνται με την έλλειψη μέχρι σήμερα ενός ολοκληρωμένου θεσμικού πλαισίου κινήτρων και κανονισμών ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίων, όπως και ενός ρεαλιστικού εθνικού προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας, που θα αποσκοπούσαν στη βελτίωση της ποιότητας κατασκευής των κτιρίων και την ευαισθητοποίηση του χρήστη σε ενεργειακά θέματα.

Η Ελλάδα, παρ' όλα αυτά, έχει ήδη δεσμευθεί, από τις αρχές της δεκαετίας του '90, για την προώθηση σχετικών θεσμικών, διοικητικών και οργανωτικών μέτρων, καθώς και

των ενεργειακά αποδοτικών και περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών, μέσω της συμμετοχής της στις συμφωνίες, τις διακηρύξεις και τα προγράμματα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Παγκόσμια Διάσκεψη Ρίο, Ευρωπαϊκά Προγράμματα SAVE, THERMIE, ALTENER, Εθνικό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα “ΕΝΕΡΓΕΙΑ” του Υπουργείου Ανάπτυξης, στα πλαίσια του Β’ Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης, Σχέδιο Δράσης του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. “ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2001” κ.ά.). Η εφαρμογή των παραπάνω συμφωνιών και προγραμμάτων αναμένεται να αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς και τα οφέλη που αυτή συνεπάγεται.

1.2. Οφέλη από τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στις βιομηχανίες και τα κτίρια

Η εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας (Ε.Α.), σε κτίρια και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, μπορεί να αποδώσει οφέλη στα τρία παρακάτω διακριτά επίπεδα:

- Οικονομικά οφέλη, τα οποία συμβάλλουν στη μείωση των λειτουργικών εξόδων ή στην αύξηση των κερδών της επιχείρησης. Αυτά πρέπει να αξιολογηθούν με βάση το κόστος της εφαρμογής των μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Λειτουργικά οφέλη, τα οποία βοηθούν τη διαχείριση μιας βιομηχανικής μονάδας ή ενός κτιρίου να βελτιώσει τα επίπεδα άνεσης, ασφάλειας και αποδοτικότητας των εργαζομένων της (ή των ενοίκων του κτιρίου) ή, διαφορετικά, να βελτιώσει τη γενικότερη λειτουργία της.
- Περιβαλλοντικά οφέλη – αυτά αφορούν κυρίως τη μείωση των εκπομπών του CO₂ ή/και άλλων ρύπων (αέρια θερμοκηπίου), τη μείωση των ενεργειακών αναγκών σε εθνικό επίπεδο και τη διατήρηση των φυσικών πόρων.

Το καθένα από τα παραπάνω οφέλη αναμένεται να εκπληρωθεί σταδιακά και να έχει αθροιστική επίπτωση. Τα κύρια οφέλη μπορεί να γίνουν άμεσα αισθητά, προερχόμενα από μέτρα μηδενικού κόστους, ή μετά από μία εύλογη περίοδο, απαιτούμενη για την αποπληρωμή των όποιων επενδύσεων. Κάποια άλλα οφέλη μπορεί να γίνουν αισθητά αρκετά αργότερα, μετά από την υλοποίηση κάποιων μακροπρόθεσμων μέτρων Ε.Α..

1.3. Τύποι ενεργειακών επιθεωρήσεων (Συνοπτική, Εκτενής)

Αναλόγως της πληρότητας των συλλεγόμενων στοιχείων, οι ενεργειακές επιθεωρήσεις διακρίνονται σε δύο τύπους, τις Συνοπτικές και τις Εκτενείς.

Στις συνοπτικές ενεργειακές επιθεωρήσεις αποτιμάται η ενεργειακή κατανάλωση και τα σχετικά κόστη με βάση τους ενεργειακούς λογαριασμούς-τιμολόγια και μίας σύντομης αυτοψίας του χώρου. Καθορίζονται αρχικά κάποια μέτρα νοικοκυρέματος ή/και μέτρα ελάχιστου κόστους με βραχυπρόθεσμη αποπληρωμή, καθώς επίσης προτείνεται ένας κατάλογος με άλλες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, οι οποίες συχνά απαιτούν σημαντικές επενδύσεις κεφαλαίου, στη βάση του κόστους - οφέλους.

Οι εκτενείς - διαγνωστικές ενεργειακές επιθεωρήσεις απαιτούν την λεπτομερέστερη καταγραφή και ανάλυση των στοιχείων ενεργειακής κατανάλωσης και άλλων συναφών στοιχείων της επιθεωρούμενης μονάδας. Η ενεργειακή κατανάλωση αναλύεται στις

επιμέρους τελικές χρήσεις της (π.χ. θέρμανση, ψύξη, διάφορες διεργασίες, φωτισμός, κ.λπ.) και παρουσιάζονται και αναλύονται οι διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν αυτές τις τελικές χρήσεις (π.χ. παραγωγική ικανότητα ή ικανότητα παροχής υπηρεσιών, κλιματικές συνθήκες, χαρακτηριστικά πρώτων υλών, κ.λπ.).

Με αυτόν το τρόπο, προσδιορίζονται τόσο τα συνολικά οφέλη όσο και το αναλογούν κόστος των πιθανών επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας που ικανοποιούν τα κριτήρια και τις απαιτήσεις των διαχειριστών της μονάδας. Παράλληλα, συντάσσεται ένας κατάλογος με τις δυνατές επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που απαιτούν την επένδυση σημαντικού κεφαλαίου για να πραγματοποιηθούν, αλλά και πληρέστερη συλλογή και επεξεργασία σχετικών στοιχείων, μαζί με μια αναλυτική εκτίμηση οφέλους – κόστους γι' αυτές.

1.4. Περιγραφή της γενικής διαδικασίας μιας ενεργειακής επιθεώρησης

Η ενεργειακή επιθεώρηση βασίζεται στη δυνατότητα διακριτής εξέτασης των επιμέρους ενεργειακών εγκαταστάσεων-συστημάτων, αλλά και του κτιριακού κελύφους. Η πλήρης διαδικασία περιλαμβάνει τα ακόλουθα τρία στάδια καταγραφής και διάγνωσης:

1ο Στάδιο: Σχεδιασμός ενεργειακής επιθεώρησης - Συλλογή πρωτογενών στοιχείων και προκαταρκτική ανάλυση ενεργειακών δεδομένων

Στο στάδιο αυτό θα πρέπει αρχικά να συλλεχθούν πληροφορίες και δεδομένα σχετικά με την υφιστάμενη και παρελθούσα ενεργειακή εικόνα, την κατασκευή και τη χρήση του κάθε κτιρίου-μονάδας. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να συλλεχθούν με τη βοήθεια ενός δομημένου συνοπτικού εντύπου-ερωτηματολογίου (βλ. Παράρτημα Α), το οποίο συμπληρώνεται μετά την πρώτη επαφή του Υπεύθυνου για την εκτέλεση της ενεργειακής επιθεώρησης με τη διοικητική αρχή του κτιρίου-μονάδας, για την ανάθεση της εκτέλεσης της επιθεώρησης. Βάση για τη συμπλήρωση του εντύπου αυτού αποτελούν οι πληροφορίες που προέρχονται από τους τεχνικούς και διοικητικούς υπεύθυνους του κτιρίου-μονάδας, καθώς και τα υπάρχοντα σχετικά στοιχεία (λογαριασμοί και τιμολόγια καυσίμων, σχέδια, μελέτες και κατάλογοι αρχείου, καταγραφές μετρήσεων και ενδείξεων κ.λπ.).

Η προκαταρκτική ανάλυση των συλλεχθέντων δεδομένων θα πρέπει να οδηγήσει στον προσδιορισμό της διαχρονικής τάσης και της μηνιαίας διακύμανσης της συνολικής κατανάλωσης και του κόστους ενέργειας στο εξεταζόμενο κτίριο-μονάδα, τα οποία αρχικά υποδηλώνουν το ενεργειακό του προφίλ. Τα πρώτα αυτά ενεργειακά δεδομένα που συλλέγονται θα πρέπει, επίσης, να οδηγήσουν στην πρώτη προσέγγιση του επιμερισμού της ενεργειακής κατανάλωσης σε κάθε περιοχή και υποσύστημα του κτιρίου-μονάδας. Έτσι, τελικά, εκφράζεται για πρώτη φορά το γενικό ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου-μονάδας.

Στο τέλος του σταδίου αυτού, ο Υπεύθυνος για την εκτέλεση της ενεργειακής επιθεώρησης μπορεί να συντάξει ένα πρώτο κατάλογο με τις πιθανές για το συγκεκριμένο κτίριο-μονάδα δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, με βάση και τις

απαιτήσεις της ιδιοκτησίας-διαχείρισής του για τυχόν κατηγορίες επεμβάσεων ή εξοπλισμού εξοικονόμησης ενέργειας που πρέπει να εξαιρεθούν.

2ο Στάδιο: Επιτόπια συνοπτική Ενεργειακή Επιθεώρηση

Το στάδιο αυτό συνίσταται στον επιτόπιο ποιοτικό, κυρίως, έλεγχο του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου, καθώς και στην καταγραφή των κατασκευαστικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των δομικών κατασκευών και του εξοπλισμού των εγκαταστάσεων σε ειδικό έντυπο (βλ. Παράρτημα Β). Η καταγραφή αυτή, σε συνδυασμό με ενδεικτικές στιγμιαίες μετρήσεις, βοηθά στον καλύτερο επιμερισμό των ενεργειακών χρήσεων και, επομένως, του ενεργειακού ισοζυγίου του κτιρίου.

Η διαδικασία αυτή, σε συνδυασμό με τις προτάσεις του προηγούμενου σταδίου, συνεπάγεται τον τελικό προσδιορισμό των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας με μέτρα νοικοκυρέματος, καθώς και με επεμβάσεις χαμηλού κόστους και άμεσης εφαρμογής, που δεν απαιτούν ειδική οικονομική αξιολόγηση μέσω σχετικών ενεργειακών μελετών. Επίσης, συνεπάγεται τον προσδιορισμό των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε επιμέρους περιοχές και συστήματα, για περαιτέρω διερεύνηση αυτών σε επόμενη φάση από ειδικούς συμβούλους ή από τα ίδια τα στελέχη διαχείρισης της μονάδας, εάν αυτό είναι εφικτό. Αυτές οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας θα πρέπει να χωρισθούν σε τρεις ομάδες, ανάλογα με το ενεργειακό τους δυναμικό για το συγκεκριμένο κτίριο (υψηλό, μέσο, χαμηλό).

3ο Στάδιο: Επιτόπια λεπτομερής Ενεργειακή Επιθεώρηση

Συνίσταται στη συλλογή (μέσω επιτόπιων αναλυτικών μετρήσεων) και την ανάλυση των απαραίτητων δεδομένων, καθώς και στην πλήρη εξέταση τμημάτων των ενεργειακών συστημάτων του κτιρίου-μονάδας, που θα επιτρέψουν τη σύνταξη του πλήρους τελικού ενεργειακού ισοζυγίου του. Αυτή η διαδικασία θα επιτρέψει, επίσης, την ορθή τεχνοοικονομική αξιολόγηση μιας ή περισσότερων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας, με επενδύσεις μέσου και υψηλού αρχικού κόστους, σε συγκεκριμένο ενεργειακό υποσύστημα, μέσω σχετικής ειδικής μελέτης.

Η διαδικασία της Ενεργειακής Επιθεώρησης ολοκληρώνεται με την παρουσίαση όλων των προτάσεων για εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο ή την μονάδα, υπό τη μορφή μιας συνοπτικής τεχνοοικονομικής έκθεσης, από τον Υπεύθυνο για την εκτέλεσή της προς την διοίκηση-διαχείριση του κτιρίου, του συγκροτήματος ή της μονάδας.

1.5. Τυπικά εργαλεία και χρονοδιαγράμματα ενεργειακών επιθεωρήσεων σε διάφορες εφαρμογές

Σε γενικές γραμμές, οι τυπικές απαιτήσεις για τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- προσωπικό με σχετική γνώση και εμπειρία στο αντικείμενο,
- διάθεση χρόνου για τη διενέργεια των δράσεων που απαιτούνται,
- τεχνικός εξοπλισμός για τις απαραίτητες μετρήσεις,

- οικονομική δυνατότητα για την κάλυψη των παραπάνω, καθώς επίσης για την υλοποίηση των όποιων προτάσεων,
- τεχνικές και λειτουργικές πληροφορίες για τα κτίρια, τις εγκαταστάσεις ή τις παρεχόμενες υπηρεσίες.

Ο χρόνος που απαιτείται για τη διενέργεια μίας ενεργειακής επιθεώρησης εξαρτάται από την διαθεσιμότητα ή μη των ενεργειακών στοιχείων, το μέγεθος της εγκατάστασης και την πολυπλοκότητα των συστημάτων-εξοπλισμού. Μία συνοπτική επιθεώρηση μπορεί να ολοκληρωθεί μέσα σε λίγες μόνο ώρες για μία απλή εγκατάσταση για την οποία υπάρχουν άμεσα διαθέσιμα στοιχεία. Σε πιο περίπλοκες περιπτώσεις, μπορεί να χρειαστεί μία εβδομάδα (ή και παραπάνω) μόνο για την ανάλυση των λογαριασμών και των άλλων στοιχείων.

Δεν υπάρχουν συγκεκριμένες οδηγίες για τον καθορισμό του χρόνου που θα πρέπει να διαρκέσει μία επιτόπια επιθεώρηση - ο χρόνος θα πρέπει να ανταποκρίνεται στην πολυπλοκότητα του χώρου, στη διαθεσιμότητα των στοιχείων και στο κόστος που μπορεί να δικαιολογηθεί. Μία εκτίμηση μπορεί να γίνει εάν ληφθούν υπόψη τα επιμέρους στοιχεία που χρειάζεται να εξεταστούν. Για τις μεγαλύτερες μονάδες αυτού του είδους μπορεί να απαιτηθεί το ισοδύναμο ενός ανθρωπο-έτους για να επιθεωρηθούν εκτενώς ή, κατά προτίμηση, μία μικρή ομάδα επιθεωρητών, για την επίτευξη μικρότερης περιόδου επιθεώρησης. Η συνοπτική επιθεώρηση ενός μικρού κτιρίου μπορεί να ολοκληρωθεί κατά τη διάρκεια μίας ημέρας από ένα μόνο άτομο.

Είναι απαραίτητη η διαθεσιμότητα χρόνου τόσο σε αυτούς που διενεργούν την επιθεώρηση, όσο και σε αυτούς που συμβάλλουν κατ' άλλους τρόπους σε αυτή, είτε με την παροχή πληροφοριών, είτε απλά έχοντας το ρόλο του συνοδού. Ακόμα και στην περίπτωση ύπαρξης εξωτερικής βοήθειας, η παρουσία στελεχών της υπό επιθεώρηση εγκατάστασης είναι πάντα απαραίτητη. Όσο καλύτερη είναι η συνεργασία μεταξύ αυτών, τόσο καλύτερη θα είναι η ποιότητα της επιθεώρησης. Ως εκ τούτου, το προσωπικό της επιχείρησης θα πρέπει να ενθαρρύνεται για την όσο το δυνατόν θετικότερη συνεισφορά του.

Όσον αφορά τον μετρητικό εξοπλισμό, θα πρέπει να γίνει αντιληπτό ότι οι μετρήσεις είναι θεμελιώδεις για την κατανόηση των ενεργειακών ροών. Η χρήση των μετρήσεων και του σχετικού εξοπλισμού επιτρέπει τη διενέργεια μίας ποσοτικής ανάλυσης αφενός της ενεργειακής χρήσης, αφετέρου της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών. Με την ευχέρεια στην εφαρμογή και την εμπειρία στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, αποκτώνται πολύ περισσότερες πληροφορίες σε σύγκριση με την απλή παρατήρηση των χώρων. Προσοχή επιβάλλεται στη χρήση σωστά βαθμονομημένων οργάνων για την λήψη αξιόπιστων πληροφοριών.

Μπορεί να αποκτηθεί άμεσα ή να ενοικιαστεί προσωρινός δοκιμαστικός εξοπλισμός για τις περισσότερες εφαρμογές, όπου υπάρχει σαφής και διαπιστωμένη ανάγκη για ακριβείς μετρήσεις. Μάλιστα, αυτός θα πρέπει να χρησιμοποιείται όσο είναι απαραίτητο για την εξαγωγή σαφών συμπερασμάτων. Μία σωστή σε εκτέλεση δοκιμή βοηθάει στην αποφυγή παραγωγής μη αναγκαίων δεδομένων προς επεξεργασία, που μπορεί να

προέρχονται είτε από υπερβολικό αριθμό μετρήσεων, είτε από υπερβολικά μεγάλο χρονικό διάστημα λήψης μετρήσεων.

Οι μετρήσεις που συνήθως απαιτούνται αφορούν τις συνθήκες του περιβάλλοντος χώρου, την ηλεκτρική ενέργεια, τη διαχείριση του αέρα, το σύστημα σωληνώσεων και τις συνθήκες στο λεβητοστάσιο. Μία συνοπτική επιθεώρηση μπορεί να απαιτήσει τον ελάχιστο δυνατό μετρητικό εξοπλισμό. Αντιθέτως, υπό κανονικές συνθήκες, οι εκτενείς επιθεωρήσεις αναμένεται να περιλαμβάνουν μετρήσεις των κύριων ενεργειακών ροών και αποτίμηση της αποδοτικότητας των κύριων εγκαταστάσεων. Εξάλλου, για μία λεπτομερή αξιολόγηση αυτού του είδους, είναι επίσης απαραίτητες οι αξιόπιστες μετρήσεις των επιφανειών και των όγκων των κτιρίων.

2. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

2.1. Σκοπός και απαιτήσεις της ενεργειακής επιθεώρησης

Ο όρος «ενεργειακή επιθεώρηση» χρησιμοποιείται γενικά για την περιγραφή μιας συστηματικής διαδικασίας που στοχεύει στην απόκτηση επαρκούς γνώσης γύρω από το προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ή μιας βιομηχανικής μονάδας. Αυτή έχει, επίσης, στόχο τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των οικονομικά αποδοτικών δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας στην εν λόγω μονάδα. Έτσι, οι ενεργειακές επιθεωρήσεις είναι αποφασιστικής σημασίας για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και για την εξασφάλιση των στόχων της Ενεργειακής Διαχείρισης.

Σε μία ενεργειακή επιθεώρηση:

- κύριος στόχος είναι η εξοικονόμηση ενέργειας,
- το σημείο ενδιαφέροντος είναι η κατανάλωση της ενέργειας και οι αντίστοιχες δυνατότητες εξοικονόμησης,
- μπορεί να υπάρχουν και άλλες πτυχές προς θεώρηση (κατάσταση εξοπλισμού, περιβάλλον) αλλά το ενδιαφέρον εστιάζεται κυρίως στα ενεργειακά κέρδη,
- παράγονται αναφορές σχετικά με τα δυνατά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας,
- το έργο που εκτελείται μπορεί να καλύψει όλες τις ενεργειακές χρήσεις μιας εγκατάστασης ή συγκεκριμένα περιορισμένα τμήματα (συστήματα, εξοπλισμός) πολλών εγκαταστάσεων (= "οριζόντια επιθεώρηση"),

Εξάλλου, σε πολλές περιπτώσεις, μπορεί η όλη διαδικασία να ονομάζεται διαφορετικά (για παράδειγμα ενεργειακή σήμανση, ενεργειακή αποτίμηση, κ.λπ.), αλλά παράλληλα να ικανοποιεί τα ίδια κριτήρια με την ενεργειακή επιθεώρηση. Τέλος, αναφέρεται ότι η ενεργειακή επιθεώρηση δεν είναι μία συνεχόμενη δράση, αλλά θα πρέπει να επαναλαμβάνεται περιοδικά.

2.2. Αντικειμενικότητα, ανεξαρτησία και προσόντα του Ενεργειακού Επιθεωρητή

Οι όποιες προδιαγραφές για την καταλληλότητα των ενεργειακών επιθεωρητών πρέπει να λαμβάνουν υπόψη την καθιέρωση μίας νέας ειδικότητας, αυτής του διαπιστευμένου Ενεργειακού Επιθεωρητή, στον οποίο παρέχεται το δικαίωμα να εκτελεί ενεργειακές επιθεωρήσεις εφόσον είναι εγγεγραμμένος σε ειδικό μητρώο ενεργειακών επιθεωρητών. Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις μπορούν να διακριθούν, για το λόγο αυτό, σε δύο κατηγορίες, λαμβάνοντας υπόψη το είδος των υπό επιθεώρηση συστημάτων και του εξοπλισμού, καθώς και τα αντίστοιχα ενεργειακά φορτία :

- Ηλεκτρικές Ενεργειακές Επιθεωρήσεις, του εξοπλισμού ή των συστημάτων που παράγουν, μετατρέπουν, μεταφέρουν, διανέμουν ή καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια ή για την επιθεώρηση ηλεκτρικών φορτίων.

- Θερμικές Ενεργειακές Επιθεωρήσεις, του εξοπλισμού ή των συστημάτων που παράγουν, μετατρέπουν, μεταφέρουν, διανέμουν ή καταναλώνουν θερμική ενέργεια, ή για την επιθεώρηση θερμικών φορτίων.

Οι ενεργειακοί επιθεωρητές μπορούν να πιστοποιούνται και να καταχωρούνται σε μητρώα ξεχωριστά για τα ηλεκτρικά και τα θερμικά φορτία, ή ακόμη για την πλήρη επιθεώρηση μιας εγκατάστασης, η οποία περιλαμβάνει και τις δύο ανωτέρω κατηγορίες, πάντοτε ανάλογα με τα πιστοποιημένα προσόντα τους. Οι επιθεωρήσεις μπορούν, επίσης, να χωριστούν σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος (N) της συνολικής ηλεκτρικής ή θερμικής ισχύος της υπό επιθεώρηση εγκατάστασης. Θα πρέπει, λοιπόν, οι ενεργειακοί επιθεωρητές να κατατάσσονται και να καταγράφονται σε μητρώα κατά τον παραπάνω διαχωρισμό, σύμφωνα με συγκεκριμένα κριτήρια και εμπειρία. Η ύπαρξη ενεργειακού επιθεωρητή τόσο για επιθεωρήσεις του ηλεκτρικού όσο και του θερμικού συστήματος, θα πρέπει να επιτρέπεται βάσει των προσόντων του.

Για την καταρχήν εγγραφή ενός υποψήφιου ενεργειακού επιθεωρητή σε συγκεκριμένη κατηγορία και τάξη ενός μητρώου διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα προσόντα :

- Το είδος του βασικού πτυχίου της ανώτερης ή ανώτατης εκπαίδευσής του (π.χ. Δίπλωμα Μηχανολόγου – Ηλεκτρολόγου ή Ενεργειακού Μηχανικού, Πτυχίο Ενεργειακού Τεχνολόγου, κ.λπ.).
- Οι όποιες επίσημες μεταπτυχιακές σπουδές ή/και σεμινάρια εξειδίκευσης-κατάρτισης που έχει παρακολουθήσει, στους τομείς της εξοικονόμησης ενέργειας και της ενεργειακής επιθεώρησης-διαχείρισης. Οι επίσημες μεταπτυχιακές σπουδές θα πρέπει να είναι σε επίπεδο Master of Science και τα σεμινάρια να είναι διάρκειας τουλάχιστον 300 ωρών.
- Η πιστοποιημένη εργασιακή εμπειρία στο πεδίο των ενεργειακών συστημάτων ή υπηρεσιών, και ειδικότερα σε θέματα σχετικά με την κατηγορία των επιθεωρήσεων στην οποία πρόκειται να εισαχθεί ο ενδιαφερόμενος.

Η εργασιακή εμπειρία ενός υποψήφιου ενεργειακού επιθεωρητή στα ενεργειακά συστήματα και σε θέματα σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να αποδειχθεί με τα ακόλουθα παραστατικά:

- Πιστοποιητικά από τους εργοδότες από τα οποία να προκύπτει ο τύπος και ο βαθμός ενασχόλησης του υποψήφιου σε σχετικά με την ενέργεια θέματα (τεχνικές μελέτες, εμπορικές υπηρεσίες, ενεργειακές καταγραφές-επιθεωρήσεις, κ.λπ.).
- Κατάλογος των ενεργειακών έργων τα οποία διεκπεραιώθηκαν ή/και συντονίστηκαν από τον υποψήφιο.
- Άδεια εξάσκησης επαγγέλματος και τίτλοι σπουδών ανώτερης εκπαίδευσης.
- Πιστοποιητικά κατάρτισης.
- Αντίγραφα εκθέσεων των ενεργειακών επιθεωρήσεων που διενεργήθηκαν από τον υποψήφιο.

2.3. Κριτήρια σχεδιασμού μιας ενεργειακής επιθεώρησης

Προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι είναι δυνατό να διενεργηθεί μια αποδοτική ενεργειακή επιθεώρηση, με παράλληλη ελαχιστοποίηση του σχετικού κόστους, και λόγω της ποικιλίας των τύπων των επιθεωρήσεων, η όλη διαδικασία πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να πληρούνται συγκεκριμένα κριτήρια. Κατά τη φάση του προγραμματισμού της ενεργειακής επιθεώρησης, πρέπει να καθορίζονται ή να λαμβάνονται υπόψη τα ακόλουθα θέματα:

- Συμμετοχή του προσωπικού: είναι θεμιτό το έργο να διευθύνεται από κάποιο άτομο με διευθυντική ή διοικητική ιδιότητα, ώστε να δοθεί κύρος στην ενεργειακή επιθεώρηση και τα αποτελέσματά της. Η χρήση ή μη εξωτερικής βοήθειας εξαρτάται κυρίως από την πολυπλοκότητα και το μέγεθος των εγκαταστάσεων, καθώς και από τη διαθεσιμότητα του κατάλληλου προσωπικού.
- Οριοθέτηση της μονάδας ή του κτιρίου: ένα ανεξάρτητο κτίριο, όπως είναι ένα κτίριο γραφείων, συνήθως δεν προβληματίζει ως προς τα όρια της επιθεώρησης. Σε εγκαταστάσεις με πολλαπλά κτίρια, είναι συχνά προτιμητέο να καθορίζεται κάθε μεμονωμένο κτίριο που θα περιληφθεί στην επιθεώρηση, κυρίως δε εάν τα κτίρια διαφέρουν μεταξύ τους στην κατασκευή και τη χρήση τους. Επίσης, είναι σημαντικό να προσδιορίζονται τα κτίρια ή τα τμήματα εκείνα που πρόκειται να εξαιρεθούν από την επιθεώρηση, για κάποιο συγκεκριμένο λόγο.
- Βάθος της ενεργειακής επιθεώρησης: το βάθος της επιθεώρησης και η λεπτομέρεια των στοιχείων που θα περιληφθούν στην έκθεση εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των πόρων και από την οριοθέτηση των προσδοκώμενων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Χρονικός προγραμματισμός της επιθεώρησης: ο προσεκτικός συγχρονισμός των δράσεων μιας επιθεώρησης θα παράγει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Ο προγραμματισμός θα πρέπει να έχει ως στόχο την εκμετάλλευση των εποχιακών παραγόντων και άλλων προγραμματισμένων δράσεων.
- Πρόσβαση στις εγκαταστάσεις: υπάρχει το ενδεχόμενο επιβολής περιορισμών στο προσωπικό που διενεργεί την επιθεώρηση και στην εργασιακή πρακτική. Οι προϊστάμενοι των τμημάτων και το προσωπικό ασφαλείας πρέπει να έχουν ενημερωθεί για το πρόγραμμα δράσεων και να τους έχει ζητηθεί να συμβάλλουν εποικοδομητικά στην απρόσκοπτη διενέργεια της επιθεώρησης.
- Απαιτήσεις από τις εκθέσεις: Οι διαδικασίες έκθεσης των αποτελεσμάτων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη ήδη από τα αρχικά στάδια. Πρέπει να σημειωθεί ότι, κανονικά η προσπάθεια που πρέπει να καταβληθεί για την αποτίμηση των καταγραφών και την προετοιμασία της τελικής έκθεσης είναι εξίσου μεγάλη με αυτή που καταβάλλεται για τη διενέργεια της επιτόπιας καταγραφής στους χώρους που υφίστανται επιθεώρηση.

2.4. Προκαταρκτική ενεργειακή θεώρηση

Τα στοιχεία που αφορούν την κατανάλωση ενέργειας και το παραγωγικό δυναμικό μιας μονάδας, όπου αυτά είναι διαθέσιμα, είναι απαραίτητα σε όλες τις επιθεωρήσεις, μέχρι την πιο απλή. Για το λόγο αυτό, η συλλογή και ο έλεγχος των στοιχείων κατανάλωσης και παραγωγής θα πρέπει να ξεκινάει από τη στιγμή που αποφασίζεται η επιθεώρηση. Για όσο πιο μεγάλη περίοδο υπάρχουν στοιχεία, τόσο το καλύτερο για τη διαδικασία της επιθεώρησης.

Ακόμα και στις περιπτώσεις διαθεσιμότητας πλήρων αρχείων, όταν για παράδειγμα υπάρχουν μηνιαίοι λογαριασμοί ηλεκτρικού ρεύματος, στην ανάλυση της ενεργειακής χρήσης, των απωλειών ή/και των κερδών μπορεί να βοηθήσουν πολύ και κάποιες εβδομαδιαίες ή ημερήσιες μετρήσεις που λαμβάνονται ανεξάρτητα. Εξάλλου, όταν συντάσσεται ένα ενεργειακό ισοζύγιο, τα λεπτομερή στοιχεία για τις επιμέρους καταναλώσεις βοηθούν στην ποσοτικοποίηση των ενεργειακών ροών, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την ακρίβεια του ισοζυγίου.

Όσον αφορά, συγκεκριμένα, στο πρώτο στάδιο της Ενεργειακής Επιθεώρησης ενός κτιρίου-μονάδας, είναι απαραίτητη η συλλογή προκαταρκτικών δεδομένων που σχετίζονται με την ενεργειακή συμπεριφορά του. Είναι σκόπιμο να συμπληρωθεί ένα έντυπο-ερωτηματολόγιο (Παράρτημα Α) με τα εξής στοιχεία:

- Γενικές πληροφορίες για το κτίριο (τύπος κτιρίου, έτος κατασκευής, είδος χρήσης και παρεχόμενων υπηρεσιών, ιδιοκτησιακό καθεστώς, υπεύθυνος εκπρόσωπος, πιθανές προσθήκες-ανακαινίσεις στο κέλυφος και τις εγκαταστάσεις του, όγκοι και επιφάνειες χώρων, πλήθος ατόμων, προϊόντων και σχετικού εξοπλισμού υποστήριξης υπηρεσιών, καθεστώς λειτουργίας, σκαρίφημα τυπικού ορόφου).
- Στοιχεία κατανάλωσης και κόστους ενέργειας των τελευταίων πέντε (5) ετών (ετήσια εξέλιξη κατανάλωσης καυσίμων και ηλεκτρισμού, μηνιαία διακύμανση καταναλώσεων έτους ελέγχου).
- Καθεστώς Ενεργειακής Διαχείρισης και τυχόν υπάρχοντα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

Επιπλέον, πρέπει να συλλεχθούν τα ακόλουθα υποστηρικτικά στοιχεία :

- Λογαριασμοί και τιμολόγια αγοράς ενέργειας (ηλεκτρικού, καυσίμων) για την περίοδο ελέγχου και για τα 4 προηγούμενα (ή/και επόμενα) έτη.
- Σχέδια και μελέτες για το κτίριο και τις Η/Μ ενεργειακές εγκαταστάσεις του.
- Κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του βασικού εξοπλισμού.
- Κλιματικά δεδομένα περιόδων ενεργειακής ανάλυσης για την περιοχή.
- Τυχόν υπάρχοντα έγγραφα αρχείου με καταγραφές από υπάρχοντες μετρητές ή θεωρητικές εκτιμήσεις της ενεργειακής κατανάλωσης στο κτίριο.

Η συμπλήρωση του εντύπου και η συλλογή των υποστηρικτικών στοιχείων γίνονται από τον σχετικό υπεύθυνο για το κτίριο-μονάδα σε συνεργασία με τον υπεύθυνο για την εκτέλεση της Ενεργειακής Επιθεώρησης. Επίσης, όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία για το κτίριο-μονάδα μπορούν να εισαχθούν σε μία βάση δεδομένων για μελλοντική επεξεργασία, σε περιπτώσεις ενεργειακής ανάλυσης δείγματος ομοειδών κτιρίων ή εγκαταστάσεων.

2.5. Προτεινόμενο έργο της επιθεώρησης

Το προτεινόμενο έργο της επιθεώρησης θα πρέπει να είναι αρκετά ευέλικτο ώστε να επιτρέπει αλλαγές που μπορεί να προκύψουν κατά την εκτέλεση των εργασιών, με βάση τα συλλεγόμενα στοιχεία και την καλύτερη αξιοποίηση των διατιθέμενων πόρων. Υπενθυμίζεται ότι, ούτως ή άλλως, ανάλογα με τον τύπο της ενεργειακής επιθεώρησης που πρόκειται να διενεργηθεί, αλλάζει και το έργο που έχει να επιτελέσει ο εκάστοτε ενεργειακός επιθεωρητής.

Έτσι, σε γενικές γραμμές, το έργο μιας ενεργειακής επιθεώρησης δύναται να περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- (α) Το αντικείμενο, τους στόχους και τα κριτήρια της επιθεώρησης.
- (β) Την οριοθέτηση των μονάδων, των εγκαταστάσεων και των κτιρίων του προς επιθεώρηση συγκροτήματος.
- (γ) Την περιγραφή των καθηκόντων και των σταδίων της επιθεώρησης.
- (δ) Τον προσδιορισμό εκείνων των μονάδων ή τμημάτων του φορέα που θεωρούνται υψηλότερης προτεραιότητας.
- (ε) Τον προσδιορισμό των προτύπων και μεθόδων που θα χρησιμοποιηθούν στην επιθεώρηση. Πρέπει να γίνεται σαφής αναφορά τόσο στα πρότυπα αυτά, όσο και στους διάφορους κανονισμούς.
- (στ) Τον καθορισμό των τμημάτων ή των ατόμων του φορέα που θα συνεργαστούν με τον επιθεωρητή για τη διενέργεια της επιθεώρησης.
- (ζ) Τον προσδιορισμό μελετών, στοιχείων και πηγών για τη συλλογή των δεδομένων αναφοράς.
- (η) Την ανάλυση του χρόνου εκτέλεσης των καθηκόντων της επιθεώρησης.
- (θ) Τον προσδιορισμό των μελών της ομάδας του επιθεωρητή.
- (ι) Τις όποιες απαιτήσεις εμπιστευτικότητας.

3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

3.1. Εισαγωγή

Ένας από τους κεντρικούς στόχους της Ενεργειακής Επιθεώρησης, και δη της εκτενούς, είναι η διαμόρφωση ενεργειακών προτύπων τα οποία αφορούν την κατανάλωση αναφοράς ή την ειδική κατανάλωση αναφοράς ή τον βαθμό απόδοσης αναφοράς για τις επιμέρους εγκαταστάσεις και συσκευές. Με την χρήση των προτύπων αυτών υπολογίζεται η κατανάλωση ενέργειας τόσο πριν όσο και μετά την λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα ενεργειακά πρότυπα πρέπει να είναι ευαίσθητα στους καθοριστικούς παράγοντες όπως ο όγκος της παραγωγής, η ποιότητα και η σύνθεση των πρώτων υλών, το ωράριο λειτουργίας, η θερμοκρασία περιβάλλοντος. Επομένως για την διαμόρφωση των προτύπων απαιτείται η σωστή μέτρηση και εκτίμηση ενός πλήθους παραμέτρων οι οποίοι δύναται να κατηγοριοποιηθούν ως ακολούθως:

- α) Παρεχόμενη ενέργεια τελικής χρήσης στο συγκρότημα, όπως η ηλεκτρική ενέργεια και τα καύσιμα. Για την περίπτωση των στερεών καυσίμων περιλαμβάνεται η μέτρηση της θερμογόνου δύναμης, της υγρασίας, της τέφρας, του σταθερού άνθρακα και των πτητικών ουσιών. Σε περίπτωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, οι μετρήσεις επεκτείνονται και σε φυσικά μεγέθη που χαρακτηρίζουν την ένταση της ΑΠΕ (π.χ. ταχύτητα ανέμου).
- β) Ροή, μετατροπή και διαρροή ενέργειας στις επιμέρους παραγωγικές και κτιριακές εγκαταστάσεις όπως οι ροές και διαρροές του ατμού, του θερμού νερού, της ηλεκτρικής ενέργειας, της θερμικής ακτινοβολίας και του πεπιεσμένου αέρα
- γ) Ενεργειακές συνθήκες λειτουργίας των παραγωγικών εγκαταστάσεων και των κτιριακών χώρων, όπως οι μέσες τιμές και η διακύμανση της θερμοκρασίας, της υγρασίας, των πιέσεων, της ταχύτητας των ρευστών και του φωτισμού. Εδώ επίσης περιλαμβάνεται και η μέτρηση των ωρών λειτουργίας και της συχνότητας διακοπής
- δ) Ροές πρώτων υλών, ενδιάμεσων και τελικών προϊόντων όταν τα μεγέθη αυτά συσχετίζονται ευθέως με τις ενεργειακές ροές. Εδώ περιλαμβάνονται οι μετρήσεις βάρους, του αριθμού των παραγόμενων τεμαχίων και της σύστασης υλικών
- ε) Μετρήσεις λειτουργίας και συντήρησης, ειδικότερα για περιπτώσεις όπου η προληπτική συντήρηση συνδέεται ευθέως με την κατανάλωση ενέργειας. Εδώ περιλαμβάνονται οι μετρήσεις για τον χρόνο διαθεσιμότητας ή μη των εγκαταστάσεων, καθώς και οι έλεγχοι καλής λειτουργίας και αξιοπιστίας των ατμοπαγίδων, των οργάνων μέτρησης, των καταγραφικών οργάνων, των ακροφυσίων (μπέκ) καυστήρα και της λίπανσης των κινητήρων. Επίσης, περιλαμβάνονται και οι οπτικοί και ακουστικοί έλεγχοι διαρροών.

Η ακρίβεια και η προβλεπτική ικανότητα του ενεργειακού προτύπου επηρεάζεται ευθέως από δύο πηγές σφαλμάτων:

- I. **Τα σφάλματα μέτρησης-εκτίμησης μίας παραμέτρου. Κάθε αβεβαιότητα ως προς τα ποσοτικά ή ποιοτικά δεδομένα βάσει των οποίων αναπτύσσεται το πρότυπο, οδηγεί σε αβάσιμες προβλέψεις εξοικονόμησης.**

II. Τα σφάλματα που προκύπτουν από την ίδια την δομή του ενεργειακού προτύπου, λόγω επιλογής μη κατάλληλης μαθηματικής συνάρτησης ή λόγω παράλειψης σημαντικών παραγόντων από τον τύπο του προτύπου. Συχνά η συνάρτηση που επιλέγεται εκφράζει μεν κάποιο φυσικό νόμο αλλά δεν περιέχει όρους οι οποίοι να περιλαμβάνουν όλους τους καθοριστικούς παράγοντες.

Καθήκον της επιθεώρησης είναι να ελαχιστοποιεί τόσο τα σφάλματα μέτρησης/εκτίμησης των παραμέτρων, όσο και εκείνα που οφείλονται σε πλημμελή διατύπωση του ενεργειακού προτύπου. Πάντως, από πλευράς σπουδαιότητας, η κύρια πηγή σφαλμάτων προέρχεται συνήθως από κακή εκτίμηση-μέτρηση των ροών ενέργειας και μάζας, καθώς και από ελλείψεις μετρήσεων ή στοιχείων για την κατάσταση των καθοριστικών παραγόντων.

3.2. Μεθοδολογία εκτίμησης παραμέτρων

Η εκτίμηση των ενεργειακών ή παραγωγικών παραμέτρων γίνεται με βάση κυρίως μετρητικές μεθόδους. Για κάθε υπό εκτίμηση παράμετρο επιλέγεται μία κατάλληλη μετρητική μέθοδος η οποία δύναται να περιλάβει μία ή περισσότερες μετρήσεις του ίδιου ή διαφορετικών φυσικών μεγεθών. Παραδείγματος χάριν, για την εκτίμηση της ροής ενέργειας των καυσαερίων ενός λέβητα απαιτείται κατ' ελάχιστο η μέτρηση της θερμοκρασίας, της σύστασης σε O_2 , ή CO_2 , της σύστασης σε CO και υδρατμούς καθώς και της παροχής τους.

Ο επιθεωρητής είναι δυνατόν να κάνει χρήση ισοζυγίων μάζας και ενέργειας, προκειμένου να απλοποιεί κατά το δυνατόν τις απαιτούμενες μετρήσεις, χωρίς να μειώνεται η απαιτούμενη ακρίβεια. Για παράδειγμα, αντί της μέτρησης της παροχής των καυσαερίων, είναι δυνατόν να επιλέγεται η μέτρηση της παροχής καυσίμου και να εκτιμάται εμμέσως η πρώτη με βάση τον ισολογισμό μάζας του καυσίμου και του αέρα. Επίσης, σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως κατά την εκτίμηση των θερμικών απωλειών τοιχωμάτων, δεν είναι πάντα δυνατή η απευθείας μέτρηση. Στις περιπτώσεις αυτές συνήθως μετράται κάποιο άλλο μέγεθος (π.χ. για το ανωτέρω παράδειγμα η θερμοκρασία τοιχωμάτων), ενώ το ζητούμενο μέγεθος (απώλεια θερμότητας), προκύπτει εμμέσως βάσει προτύπου.

Οι μετρήσεις αυτές θα πρέπει να επαναληφθούν για τουλάχιστον 3 φορές προκειμένου να ληφθούν υπόψη τυχόν φαινόμενα έλλειψης θερμοδυναμικής ισορροπίας ή σφάλματος μέτρησης. Η μέτρηση μίας παραμέτρου θα πρέπει να επαναλαμβάνεται για όλες τις τυπικές συνθήκες υπό τις οποίες αναμένεται να λειτουργεί η εγκατάσταση. Γι' αυτό, παράλληλα με την μέτρηση, ο επιθεωρητής θα πρέπει να προσδιορίζει και τους καθοριστικούς παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τον βαθμό απόδοσης και την ειδική κατανάλωση ενέργειας.

Τόσο η διαδικασία μέτρησης, συμπεριλαμβανομένων των προδιαγραφών των οργάνων και της βαθμονόμησής τους, όσο και η διαδικασία εκτίμησης θα πρέπει να γίνεται με βάση τα σχετικά εθνικά πρότυπα (ΕΛΟΤ), εφ' όσον υπάρχουν τέτοια, ή τα διεθνή πρότυπα (π.χ. CEN, ISO). Αλλιώς ο επιθεωρητής αναφέρει σαφώς τον φυσικό νόμο ή

το τυχόν διεθνές πρότυπο, βάσει του οποίου γίνεται η εκτίμηση. Εφόσον κρίνεται αναγκαίο, ο επιθεωρητής δύναται να χρησιμοποιεί νομογραφήματα, υπολογιστικές μεθόδους και κώδικες Η/Υ αναγνωρισμένου κύρους και ευρείας εφαρμογής (π.χ. χρήση κωδίκων για την εκτίμηση των απωλειών ενέργειας μέσω θερμών τοιχωμάτων ή καυσαερίων, βάσει μετρήσεων θερμοκρασίας). Τα μεθοδολογικά αυτά εργαλεία, οι πηγές τους και ο αναμενόμενος βαθμός ακρίβειάς τους, θα πρέπει να αναφέρονται σαφώς από τον επιθεωρητή.

3.3. Τα φορητά όργανα μέτρησης

Για την εκτίμηση και την μέτρηση των ζητούμενων παραμέτρων, απαιτούνται ακριβή και πλήρη δεδομένα για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Στην πράξη, διαπιστώνεται ότι σπανίως είναι διαθέσιμα τέτοια στοιχεία. Επίσης, πολλές φορές τα διαθέσιμα μετρητικά όργανα δεν έχουν υποστεί τις προβλεπόμενες διαδικασίες συντήρησης και βαθμονόμησης, με αποτέλεσμα να εμφανίζουν χαμηλό βαθμό αξιοπιστίας. Ο επιθεωρητής διερευνά το καθεστώς λειτουργίας και συντήρησης των εγκατεστημένων οργάνων και προβαίνει σε εκτιμήσεις για το πιθανόν μετρητικό τους σφάλμα.

Με βάση τις απαιτήσεις και τα κριτήρια της επιθεώρησης, ο επιθεωρητής καταστρώνει ένα πρόγραμμα μετρήσεων, αξιοποιώντας τόσο τα εγκατεστημένα μετρητικά όργανα όσο και φορητά. Το πρόγραμμα των μετρήσεων καταστρώνεται κατά την διάρκεια της επιθεώρησης και, επομένως, είναι κατά κανόνα σύντομης διάρκειας. Για τον λόγο αυτό οι μετρήσεις της επιθεώρησης γίνονται σε στιγμιαία και όχι σε εποχιακή ή ετήσια βάση. Στην πραγματικότητα οι μετρήσεις που γίνονται κατά την διάρκεια της επιθεώρησης αφορούν την ισχύ και όχι την ενέργεια αυτή καθαυτή. Η ισχύς ορίζεται ως *η ενέργεια στην μονάδα του χρόνου* και αποτελεί ένα “στιγμιαίο” μέγεθος, η μέτρηση του οποίου διαρκεί από μερικά δευτερόλεπτα έως λίγα λεπτά.

Κατά την μέτρηση της ισχύος ο επιθεωρητής θα πρέπει να βεβαιώνεται ότι το σύστημα βρίσκεται σε μία κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας, η οποία πιστοποιείται από την σταθερότητα των ενδείξεων των μετρητών. Συνεπώς, οι μετρήσεις με τα φορητά όργανα κατά την διάρκεια της αυτοψίας δεν δύναται ευθέως να δώσουν πλήρη εικόνα για την μηνιαία ή ετήσια κατανάλωση ενέργειας μιας και δεν μετράται ευθέως ο χρόνος. Αντίθετα, με τις μετρήσεις αυτές διαπιστώνεται ο βαθμός απόδοσης των ενεργειακών εγκαταστάσεων και παρέχονται στοιχεία για την ανάπτυξη του προτύπου της κατανάλωσης αναφοράς. Επίσης ελέγχεται η ακρίβεια των εγκατεστημένων οργάνων μέτρησης.

Οι πλέον συνήθεις μετρήσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης περιλαμβάνουν τα ακόλουθα μεγέθη:

- Παροχές υγρών ή αερίων καυσίμων.
- Ηλεκτρικές μετρήσεις (τάση, ένταση, ισχύς και συντελεστής ισχύος).
- Θερμοκρασίες ρευστών και στερεών επιφανειών.
- Πιέσεις ρευστών σε σωλήνες, κάμινους ή δοχεία (συμπεριλαμβανομένων των μετρήσεων κενού).

- Συστάσεις και εκπομπές καυσαερίων (CO₂, CO, O₂, καπνός).
- Σχετική Υγρασία.
- Εντάσεις φωτισμού.

Ο επιθεωρητής πρέπει να προσδιορίζει εξ' αρχής τον κατάλογο των διατιθέμενων προς χρήση φορητών οργάνων ή των οργάνων που ενδεχομένως θα απαιτηθούν για την ολοκλήρωση της επιθεώρησης.

3.4. Πρόγραμμα Μετρήσεων και Διαπίστευσης (M&Δ)

Σε περίπτωση όπου κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης διαπιστωθεί ότι δεν υπάρχουν μετρήσεις ή δεν είναι δυνατόν να καλυφθούν οι απαιτήσεις ακριβείας λόγω χρονικών, μετρητικών, τεχνικών ή άλλων περιορισμών, οι οποίες δεν είχαν προβλεφθεί κατά τον σχεδιασμό της επιθεώρησης, τότε ο επιθεωρητής καταστρώνει ένα αναλυτικό πρόγραμμα Μετρήσεων και Διαπίστευσης (M&Δ). Ένα πρόγραμμα M&Δ περιλαμβάνει αναλυτική περιγραφή των απαιτούμενων οργάνων, των απαιτούμενων μετρήσεων, των τυπικών συνθηκών λειτουργίας και των μεθόδων ανάλυσης των μετρητικών δεδομένων.

Σκοπός του προγράμματος M&Δ είναι να διαπιστεύσει και τεκμηριώσει τις μετρήσεις και τις εκτιμήσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης, τόσο για την κατανάλωση αναφοράς όσο και για τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας. Επίσης, αποσκοπεί στη δημιουργία ενός αντικειμενικού συστήματος για τον έλεγχο της εξοικονόμησης ενέργειας που πραγματοποιείται μετά την λήψη των σχετικών μέτρων. Εφόσον απαιτηθεί, το πρόγραμμα M&Δ περιλαμβάνει επίσης την εγκατάσταση ωρομετρητών για την μέτρηση της διάρκειας λειτουργίας μιας εγκατάστασης. Στην πράξη, ο επιθεωρητής θα πρέπει να προτείνει ένα σύστημα M&Δ για κάθε προτεινόμενο μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας.

Η διάρκεια ενός τέτοιου προγράμματος M&Δ πρέπει να είναι αρκετή ώστε να εξασφαλίζεται μία ακριβής απεικόνιση της μέσης κατανάλωσης ενέργειας σε μία εγκατάσταση πριν και μετά τη λήψη μέτρων εξοικονόμησης. Η διάρκεια αυτή εξαρτάται από τη φύση του έργου εξοικονόμησης. Τα ετήσια ανηγμένα έξοδα του προγράμματος M&Δ δεν θα πρέπει να υπερβαίνουν το 20% της διαπιστούμενης οικονομικής ωφέλειας από τη λήψη των συναφών μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Κανονικά θα πρέπει να είναι της τάξης του 5 με 10%.

Εξάλλου, η διαδικασία της «ενεργειακής παρακολούθησης» (monitoring) απαιτεί τη συνεχή ή τακτική καταμέτρηση της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου, συγκροτήματος κτιρίων ή βιομηχανικής μονάδας πριν και, κυρίως, μετά την εφαρμογή επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στο κέλυφος και στις ενεργειακές εγκαταστάσεις. Συνεπώς, αποτελεί το μέσο εκτίμησης της αποδοτικότητας των τυχόν επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, μέσω της σύγκρισης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου-μονάδας πριν και μετά την εφαρμογή τους.

Τα ακόλουθα συστήματα ενεργειακής παρακολούθησης (Ε.Π.) διαφέρουν ως προς το επίπεδο κάλυψης των ενεργειακών καταμετρήσεων:

- Σύστημα που καλύπτει το κτίριο ως γενικό σύνολο (*μοναδική περιοχή καταμετρήσεων*) με βάση υφιστάμενους γενικούς μετρητές, λογαριασμούς και τιμολόγια αγοράς ηλεκτρισμού και καυσίμων (*ένα κέντρο ενεργειακής καταμέτρησης*).
- Σύστημα που καλύπτει το κτίριο ως γενικό σύνολο (*μοναδική περιοχή καταμετρήσεων*) με βάση πολλές επιμέρους υπομετρήσεις (*πολλά κέντρα ενεργειακής καταμέτρησης*).
- Σύστημα που καλύπτει ξεχωριστά κάποια ή κάθε ενεργειακή εγκατάσταση ενός κτιρίου (*πολλές περιοχές καταμετρήσεων*) με βάση υφιστάμενους γενικούς μετρητές, λογαριασμούς και τιμολόγια αγοράς ηλεκτρισμού και καυσίμων (*ένα κέντρο ενεργειακής καταμέτρησης*).
- Σύστημα που καλύπτει ξεχωριστά κάποια ή κάθε ενεργειακή εγκατάσταση ενός κτιρίου (*πολλές περιοχές καταμετρήσεων*) με βάση πολλές επιμέρους υπομετρήσεις (*πολλά κέντρα ενεργειακής καταμέτρησης*) για το κάθε ενεργειακό σύστημα-περιοχή καταμέτρησης.

Ανάλογα, τώρα, με το κατά πόσο αυτοματοποιημένες είναι οι ενεργειακές καταμετρήσεις, τα συστήματα ενεργειακής παρακολούθησης διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- Χειροκίνητο σύστημα

Ανάγνωση ενδείξεων μετρητών από αρμόδιο χειριστή - Συλλογή δεδομένων από λογαριασμούς και τιμολόγια - Πινακοποίηση δεδομένων σε έντυπο υπολογισμών - Θεωρητικός υπολογισμός ενεργειακής συμπεριφοράς περιοχής καταμέτρησης - Παραγωγή χειρόγραφης αναφοράς.

- Ημιαυτόματο σύστημα

Ανάγνωση ενδείξεων μετρητών από αρμόδιο άνθρωπο-χειριστή - Εισαγωγή δεδομένων από το χειριστή σε Η/Υ μέσω πληκτρολογίου - Αυτόματη επεξεργασία δεδομένων και υπολογισμός ενεργειακής συμπεριφοράς περιοχής καταμέτρησης μέσω κατάλληλου αλγορίθμου - Παραγωγή έντυπης μηχανογραφημένης αναφοράς από Η/Υ.

- Αυτόματο σύστημα

Σύνδεση μετρητών με Η/Υ - Αυτόματη εισαγωγή και επεξεργασία δεδομένων μέσω κατάλληλου εξοπλισμού και λογισμικού - Χρήση ηλεκτρονικών ευφυών συστημάτων με τεχνολογία αιχμής και σύνδεση με άλλα πληροφοριακά συστήματα (περίπτωση κεντρικού αυτόματου συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων - BEMS)

Ο ακόλουθος Πίνακας 3.1 παρουσιάζει τον διαθέσιμο εξοπλισμό, τα χαρακτηριστικά και το κόστος διαφόρων τύπων συστημάτων Ενεργειακής Παρακολούθησης (Ε.Π.).

Πίνακας 3.1. Διαβάθμιση στοιχείων συστημάτων Ε.Π.

Εξοπλισμός	Βάση Παρακολούθησης	Χαρακτηριστικά	Κόστο
------------	---------------------	----------------	-------

Σ			Σ
Ενδεικτικά Όργανα	Οπτική ένδειξη της στιγμιαίας τιμής της μετρούμενης μεταβλητής	-Κυκλικής διατομής ή γραμμικά. -Συχνά υπάρχει ψηφιακή ένδειξη	Χαμηλό
Προειδοποιητές	Οπτικό και/ή ακουστικό σήμα, που υποδεικνύει ότι η μετρούμενη μεταβλητή βρίσκεται επάνω ή κάτω από μία τιμή ρύθμισης (set point)	-Θέση συναγερμού -Θέση ομαλής λειτουργίας -Θέση οπτικής ένδειξης εν σιωπή -Θέση ελέγχου εξοπλισμού	Χαμηλό προς Μέσο
Ολοκληρωτές	Οπτική ένδειξη της “συνολικής” τιμής της μετρούμενης μεταβλητής που διέρρευσε τον μετρητή	-Πληκτρολόγιο τύπου μετρητή -Χειροκίνητη επαναφορά -Αυτόματη επαναφορά -Διακοπτική δράση	Χαμηλό
Γραμμογράφοι	Παραγωγή γραφήματος μεταβολής της μετρούμενης μεταβλητής συναρτήσει του χρόνου	-Στρογγυλό διάγραμμα -Διάγραμμα σε ταινία -Πολλαπλές ακίδες -Μεταβλητή χρονική βάση	Χαμηλό προς Μέσο
Καταγραφικό Δεδομένων	Παραγωγή πολλαπλών αναλογικών και ψηφιακών καταγραφών σε χαρτί ή ηλεκτρονικά μέσα	-Πολλαπλές εισοδοί σημάτων -Αναλογικό και Ψηφιακά σήματα -Αποθήκευση δεδομένων	Μέσο προς Υψηλό
Σύστημα BEMS	Η βάση καταμέτρησης προσομοιάζει με του καταγραφικού	-Μεγαλύτερο όγκο και ταχύτερη μεταφορά και επεξεργασία δεδομένων -Δυνατότητα προηγμένου προγραμματισμού -Καλύτερη παρουσίαση αποτελεσμάτων	Υψηλό

3.5. Τυπικές μετρήσεις και όργανα

Στη συνέχεια ακολουθεί επισκόπηση των κυριότερων μετρητικών οργάνων τα οποία χρησιμοποιούνται τόσο ως φορητοί όσο και ως σταθεροί μετρητές σε διατάξεις M&Δ. Έμφαση δίνεται στις διατάξεις εκείνες που παρέχουν ηλεκτρικό σήμα εξόδου, το οποίο δύναται να συνδεθεί με σύστημα Η/Υ για την επιτήρηση των μετρήσεων και τη συλλογή των δεδομένων.

3.5.1. Μέτρηση ηλεκτρικών παραμέτρων

Για τις μετρήσεις των ηλεκτρικών παραμέτρων απαιτούνται τα ακόλουθα όργανα:

- Αμπερόμετρο: Μετρά το ρεύμα που “τραβάνε” συσκευές και κινητήρες.
 Βολτόμετρο: Μετρά την τάση ή την πτώση τάσης στο δίκτυο ή ηλεκτρικά κυκλώματα.
 Βατόμετρο: Μετρά την στιγμιαία ζήτηση ισχύος σε κινητήρες-συσκευές ή την απόδοση ισχύος από τις ηλεκτρογεννήτριες.
 Μετρητής συνφ: Μετρά τον συντελεστή ισχύος ή ελέγχει τα συστήματα διόρθωσης.
 Πολύμετρο: Μετρά όλα τα ανωτέρω.

Όλα τα ανωτέρω όργανα είναι συνήθως φορητά. Τοποθετούνται με δαγκάνες πάνω στα καλώδια και δύναται να διαθέτουν καταγραφικό. Μετρήσεις καταναλώσεων ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας θα πρέπει να γίνεται σε όλα τα ενεργοβόρα τμήματα και εγκαταστάσεις. Δεδομένου ότι οι μετρητές αυτοί είναι φθηνοί, θα πρέπει να εξετάζεται η εγκατάσταση μονίμων μετρητών στις ανωτέρω περιπτώσεις. Κατά τη μέτρηση των ηλεκτρικών μεγεθών θα πρέπει να γίνεται σαφής διάκριση μεταξύ της συνολικής ισχύος (μετρούμενη σε kVA) και της ενεργούς ισχύος (συνήθως μετρούμενη σε kW) καθώς και του συντελεστού ισχύος (συνφ).

Επίσης θα πρέπει να δίνεται προσοχή στις περιπτώσεις ηλεκτρικών φορτίων που δεν αναμένεται να εμφανίζουν ημιτονοειδείς κυματομορφές, όπως είναι οι κινητήρες μεταβλητών στροφών και τα συστήματα αδιάλειπτης παροχής ισχύος. Τα συνήθη μετρητικά όργανα τα οποία στηρίζονται στην υπόθεση της ημιτονοειδούς μορφής, δίνουν εσφαλμένες μετρήσεις. Εδώ θα πρέπει να γίνεται χρήση μετρητών αληθινού RMS (Root-Mean-Square ή ρίζας του μέσου των τετραγώνων της κυματομορφής). Τα όργανα αυτά στηρίζονται στην αρχή της ψηφιακής δειγματοληψίας και επομένως δύνανται να υποκατασταθούν από μετρητικές διατάξεις βάσει υπολογιστή.

Οι μετρήσεις των ηλεκτρικών μεγεθών μπορούν να διεξαχθούν με τη χρήση ενός σύνθετου οργάνου, του αναλυτή ηλεκτρικής ισχύος (βλ. Σχήμα 3.1). Εφ' όσον επιτευχθεί η σωστή συνδεσμολογία του αναλυτή ηλεκτρικής ισχύος στον ηλεκτρικό πίνακα, οι μετρήσεις διαβάζονται στην οθόνη του οργάνου. Αυτές περιλαμβάνουν στιγμιαίες και προγραμματισμένης διάρκειας μετρήσεις ανά φάση και στο σύνολο της τάσης, έντασης, φαινόμενης αέργου και ενεργού ισχύος, του συντελεστή ισχύος (συνφ) και της ενέργειας. Οι στιγμιαίες μετρήσεις ανανεώνονται κάθε 20 δευτερόλεπτα. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης των μετρήσεων στη μνήμη (memory pack) για μεγάλο χρονικό διάστημα.



Σχήμα 3.1. Αναλυτής ηλεκτρικής ισχύος

Η συνδεσμολογία του αναλυτή ηλεκτρικής ισχύος σε έναν ηλεκτρικό πίνακα περιγράφεται συνήθως στο εγχειρίδιο του οργάνου. Σημαντικό είναι να γίνεται σωστή σύνδεση του οργάνου ώστε οι μετρήσεις να είναι αντιπροσωπευτικές. Ο έλεγχος της

σωστής συνδεσμολογίας γίνεται αυτόματα από τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας, (στην περίπτωση αυτή ο αναλυτής αναγράφει στην οθόνη Ο.Κ.). Θα πρέπει να διακόπτεται προσωρινά η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, εάν αυτό είναι δυνατόν, και η σύνδεση του οργάνου να γίνεται, από τον αρμόδιο ηλεκτρολόγο, σε συνεργασία με τον εκτελούντα τη μέτρηση.

Οι αποθηκευμένες στη μνήμη (memory pack) μετρήσεις υφίστανται επεξεργασία με ένα λογισμικό πακέτο, η λειτουργία του οποίου περιγράφεται στο εγχειρίδιο λειτουργίας του. Από τα αποτελέσματα αυτά δημιουργούνται γραφήματα που απεικονίζουν την απορρόφηση ισχύος κατά τη χρονική περίοδο των μετρήσεων, καθώς και τη διακύμανση του συνφ, την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (σε kWh) του μετρούμενου μηχανήματος, για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, καθώς και την άεργο ισχύ, ανά φάση και στο σύνολο των τριών φάσεων.

3.5.2. Μέτρηση θερμοκρασίας

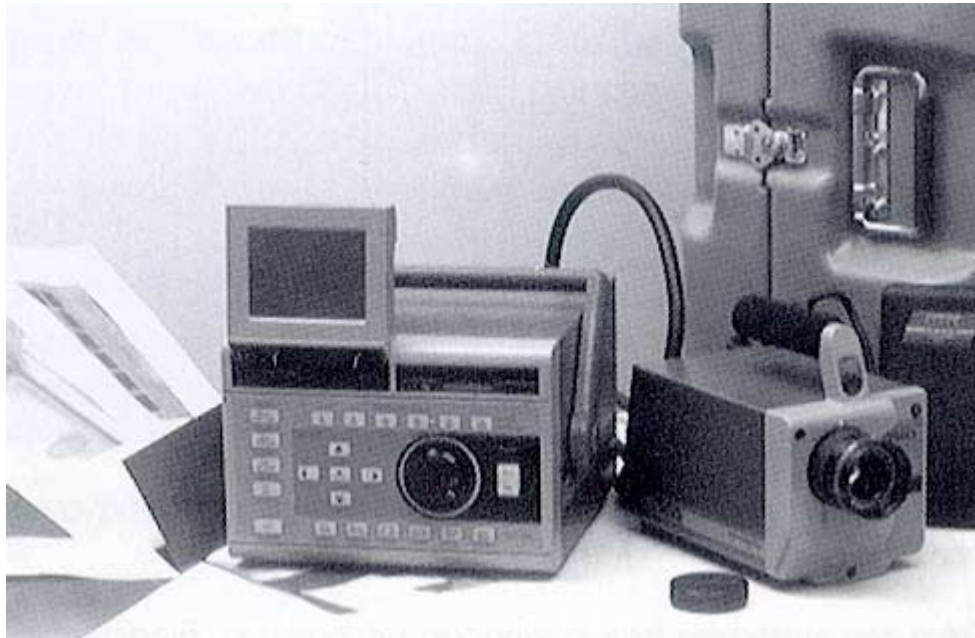
Οι μετρητές θερμοκρασίας βάσει υπολογιστή βρίσκονται πλέον στις προθήκες των εμπορικών καταστημάτων. Οι συνήθεις τεχνολογίες μέτρησης της θερμοκρασίας περιλαμβάνουν:

- α) *Θερμοκρασιακούς Ανιχνευτές Αντιστάσεως* (Resistance Thermometer Detectors - RTD). Από τα πλέον εξελιγμένα τεχνολογικά όργανα. Διαθέτουν εσωτερικά σήματα βαθμονόμησης και μηδενισμού. Είναι μεγάλης ακρίβειας και βρίσκουν χρήση στις περιπτώσεις μονίμων μετρητών για Μ&Δ.
- β) *Θερμοστοιχεία*. Αποτελούν την πλέον συνήθη τεχνολογία και είναι σχετικά χαμηλού τιμήματος. Καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών, από μερικούς βαθμούς έως και 1000 βαθμούς Κελσίου και είναι κατάλληλα ως φορητά όργανα. Χρειάζονται τακτική βαθμονόμηση με ειδικά όργανα. Το κύριό τους μειονέκτημα είναι ότι έχουν ασθενές σήμα το οποίο είναι ευάλωτο στον βιομηχανικό θόρυβο.
- γ) *Θερμοκρασιακούς αισθητήρες ημιαγωγών* (Thermistors). Χρησιμοποιούνται ως μόνιμοι μετρητές χαμηλού τιμήματος. Εμφανίζουν ισχυρό, γραμμικό με την θερμοκρασία σήμα και έχουν δυνατότητα αυτόματου μηδενισμού. Πάντως οι μετρητές αυτοί, όπως και τα θερμοστοιχεία, δεν συναντώνται συχνά σε διατάξεις Μ&Δ.
- δ) *Πυρόμετρα ακτινοβολίας*. Μετρούν εξ αποστάσεως την θερμοκρασία μέσω ανίχνευσης των θερμικών ακτινοβολιών των σωμάτων. Ανιχνεύουν “καυτά” σημεία και εντοπίζουν προβλήματα της μόνωσης. Είναι φορητά και εύκολα στη χρήση. Έχουν περιορισμένη ακρίβεια και απαιτούν τη γνώση του συντελεστή θερμοεκπομπής.

Τα κλασσικά απλά θερμόμετρα πλήρωσης (π.χ. θερμόμετρα υδραργύρου) έχουν καλή σχετικά ακρίβεια και μπορούν να χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που απαιτούνται μεμονωμένες μετρήσεις. Αξίζει να γίνει εκτενής αναφορά στη θερμογραφική κάμερα και τη σχετική με αυτή μεθοδολογία μετρήσεων, η οποία παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην διαδικασία της επιθεώρησης.

Η θερμοφωτογράφιση ή θερμοδιάγνωση χρησιμοποιείται κλασικά ως μέθοδος για τον εντοπισμό των σημείων θερμικής απώλειας στα κτίρια. Οι θερμικές απώλειες στα κτίρια μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω κατηγορίες:

- απώλειες από το περίβλημα του κτιρίου,
- απώλειες από ανοίγματα που προκαλούν αερισμό,
- απώλειες από αποθήκες και δίκτυα μεταφοράς ρευστών (νερού, αέρα, ατμού κ.λπ.).



Σχήμα 3.2. Θερμογραφική κάμερα

Η αρχή της θερμογραφίας στηρίζεται στο γεγονός ότι κάθε σώμα, λόγω της θερμοκρασίας του, εκπέμπει θερμική (υπέρυθρη) ακτινοβολία, η οποία εξαρτάται αποκλειστικά από τη θερμοκρασία του σώματος και από το συντελεστή εκπεμπτικότητας (emmissivity) της επιφάνειάς του. Η θερμογραφική κάμερα διαθέτει υπέρυθρο ανιχνευτή, ο οποίος μετατρέπει τη θερμική ακτινοβολία σε διαφορά δυναμικού και, στη συνέχεια, μέσω κατάλληλου λογισμικού, σε εικόνα χρώματος αντίστοιχου της ακτινοβολίας.

Η εκπεμπόμενη ή ανακλώμενη από την επιφάνεια ενός σώματος ακτινοβολία συλλαμβάνεται από την κάμερα υπέρυθρης ακτινοβολίας και μετατρέπεται σε ορατή έγχρωμη εικόνα σε μια οθόνη. Σε κάθε χρώμα αντιστοιχεί ένα καθορισμένο πεδίο θερμοκρασιών, επιτρέποντας έτσι την απευθείας διάγνυσή τους. Η ένδειξη της θερμοκρασίας του σώματος εξαρτάται από ορισμένους συντελεστές της κάμερας, αλλά και από το συντελεστή εκπομπής της επιφάνειας του σώματος και το χρωματισμό του.

Πριν τη θερμογράφιση συγκροτημάτων παραγωγής θερμότητας (π.χ. λέβητες) θα πρέπει αυτά να λειτουργούν στις συνήθεις θερμοκρασίες, έτσι ώστε οι μετρήσεις να είναι κατά το δυνατόν αντιπροσωπευτικές. Η θερμογραφική κάμερα (Σχήμα 3.2) θα πρέπει να λειτουργήσει για 5 περίπου λεπτά πριν από τη θερμογράφιση, για να γίνει αυτόματα η βαθμονόμησή της. Για τη θερμογράφιση του κελύφους θα πρέπει η εσωτερική θερμοκρασία των χώρων να είναι αρκετά μεγαλύτερη από την εξωτερική,

έτσι ώστε να είναι δυνατόν να εντοπιστούν οι απώλειες θερμότητας από το κέλυφος του κτιρίου, καθώς και τα σημεία όπου η υπάρχουσα μόνωση είναι υποβαθμισμένη.

Εξάλλου, προτείνονται τα ακόλουθα για τη διεξαγωγή των επιτόπιων μετρήσεων:

- Βαθμονόμηση: τα θερμόμετρα πρέπει να βαθμονομούνται πάντοτε πριν χρησιμοποιηθούν για πρώτη φορά, αλλά και αργότερα, σε τακτά χρονικά διαστήματα.
- Μέτρηση της επιφανειακής θερμοκρασίας: ο αισθητήρας πρέπει να προστατεύεται από την επαφή με τον αέρα με ένα μονωτικό κάλυμμα. Ο αισθητήρας δεν πρέπει να έρχεται σε επαφή με πηγές ακτινοβολίας, όπως είναι ο ήλιος, διάφοροι ακτινοβολητές ή τα παράθυρα, ενώ πρέπει να αποφεύγεται η τοποθέτησή τους κοντά σε εισόδους ή εξόδους αέρα και σε ρεύματα. Εάν απαιτείται μία αντιπροσωπευτική ή μέση θερμοκρασία, πρέπει να αποφευχθεί η τοποθέτηση του αισθητήρα σε μη αντιπροσωπευτικά μέρη, όπως πάνω από θερμικές γέφυρες. Ως εναλλακτική λύση, μπορεί να γίνουν πολλές μετρήσεις σε περισσότερες από μία αντιπροσωπευτικές περιοχές και να υπολογιστεί ο μέσος όρος των τιμών τους. Για τη μέτρηση της επιφανειακής θερμοκρασίας μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν και αισθητήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας ή/και κάμερες.
- Μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα: όπως και στις μετρήσεις της επιφανειακής θερμοκρασίας, το αισθητήριο πρέπει να προστατεύεται από πηγές ακτινοβολίας, θερμαντικά σώματα, παράθυρα κ.λπ. Οι μετρήσεις σε ένα χώρο πρέπει να γίνονται σε τρία τουλάχιστον ύψη (διαστρωμάτωση) και στο κέντρο του χώρου, ώστε να αποφεύγονται κατά το δυνατό οι επιδράσεις από τις περιβάλλουσες επιφάνειες.

3.5.3. Μέτρηση παροχής

Για την εκτίμηση της ροής θερμότητας μέσω κάποιου ρευστού, απαιτείται συνήθως η μέτρηση της παροχής (μάζας ή όγκου). Τυπικές μετρήσεις περιλαμβάνουν μετρήσεις παροχής υγρών και αερίων καυσίμων, ατμού και θερμού-ψυχρού νερού ή αέρα. Η εγκατάσταση μετρητών καυσίμου επιβάλλεται σε όλους τους μεγάλους λέβητες και κάμινους. Η εγκατάσταση μετρητών παροχής, επίσης, ενδείκνυται στα δίκτυα ατμού ή στις παροχές νερού διεργασιών και λεβητοστασιών. Σε συνδυασμό με μέτρηση της διαφοράς θερμοκρασίας, η μέτρηση της παροχής επιτρέπει την θερμιδομέτρηση ρευμάτων και ροών ενέργειας.

Η επιλογή του μετρητή πρέπει να γίνεται προσεκτικά με βάση το είδος του ρευστού, τις προσμίξεις και τις διαβρωτικές ουσίες, το εύρος διακύμανσης των ταχυτήτων και τα διαθέσιμα κονδύλια. Οι συνθήκες αισθητήρες παροχής δύναται να καταταχθούν ως ακολούθως:

- α) Μετρητές διαφορικής πίεσης (τύπου διάτρητου διαφράγματος, σωλήνα Venturi ή σωλήνα Pilot)
- β) Παρεμβαλλόμενοι μετρητές (τύπου μεταβλητής διατομής, θετικής μετατόπισης, στροβίλου ή δινομετρητή)

γ) Μη παρεμβαλλόμενοι μετρητές (τύπου υπερήχων, μαγνητικού μετρητή)

δ) Μετρητές μάζας (τύπου μετρητές μάζας Coriolis ή στροφορμής).

Ως φορητοί μετρητές συνήθως χρησιμοποιούνται οι σωλήνες Pilot και οι μη παρεμβαλλόμενοι μετρητές. Οι σωλήνες Pilot συνοδεύονται και από ηλεκτρικό μανόμετρο για τη μέτρηση της ταχύτητας. Οι μετρητές υπερήχων έχουν εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό, επιτρέποντας ακρίβεια μέτρησης της τάξης του 1 με 2%. Απαιτούν σχετικά καθαρά ρευστά και είναι εύκολα στη χρήση. Τοποθετούνται με δαγκάνες επί των σωληνώσεων της μετρούμενης ροής.

Οι πλέον συνήθεις μετρητές για τη μόνιμη μέτρηση της ροής θερμότητας είναι οι μετρητές τύπου στροβίλου και οι δινόμετρητες (vortex meters). Επίσης ως μόνιμοι ή/και φορητοί μετρητές ταχύτητας χρησιμοποιούνται οι μετρητές τύπου θερμού σύρματος (hot wire anemometers). Οι μετρήσεις παροχής θα πρέπει να ακολουθούν πιστά τις οδηγίες του κατασκευαστή των οργάνων. Είναι από τις πλέον δύσκολες και απαιτούν την τακτική βαθμονόμηση των μετρητών, στην οποία πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή.

3.5.4. Μέτρηση υγρασίας του αέρα

Οι μετρήσεις υγρασίας γίνονται κατά κανόνα με θερμόμετρα ξηρού και υγρού βολβού. Είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες και απαιτούν προσοχή κατά την προετοιμασία. Πρόσφατα έχουν αναπτυχθεί ηλεκτρονικοί μετρητές οι οποίοι έχουν μεν ταχεία απόκριση, περιορίζονται δε σε θερμοκρασίες μέχρι 60 βαθμών Κελσίου. Πιο συγκεκριμένα, σήμερα χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα όργανα:

α. Ψυχρόμετρο

Το ψυχρόμετρο ή θερμόμετρο ξηρού και υγρού βολβού, είναι το πιο συνηθισμένο όργανο που χρησιμοποιείται για αυτές τις μετρήσεις και αποτελείται από δύο αισθητήρες θερμοκρασίας, εκ των οποίων ο ένας έχει βαμβακερή επένδυση που έχει υγρανθεί με αποστειρωμένο νερό. Ο αισθητήρας αυτός καταγράφει μία θερμοκρασία πλησίον της θερμοδυναμικής θερμοκρασίας υγρού βολβού. Γνωρίζοντας τις θερμοκρασίες του υγρού και ξηρού βολβού και τη βαρομετρική πίεση, μπορεί να καθοριστεί η σχετική υγρασία. Τα ψυχρόμετρα δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι κάτω από 0°C. Χρειάζονται συχνό καθάρισμα και αντικατάσταση της βαμβακερής επένδυσης. Εάν συντηρούνται κανονικά, η ακρίβειά τους είναι περίπου 0.5 K, όταν η σχετική υγρασία είναι πάνω από 20%.

β. Κυψέλη χλωριούχου λιθίου

Η κυψέλη χλωριούχου λιθίου αποτελεί μια λύση εναλλακτική του ψυχρόμετρου. Είναι ένα απλό και σχετικά φθινό όργανο, με όρια λειτουργίας από -29 έως 70°C και με ακρίβεια 2K. Ταχύτητες αέρα πάνω από 10 m/s μπορεί να μετατοπίσουν τη βαθμονόμηση, παρόλο που η έκθεση σε υψηλό βαθμό υγρασίας με ταυτόχρονη

απώλεια της ισχύος, π.χ. εξαιτίας πτώση της τάσης, μπορεί να διαλύσει τα άλατα και να καταστήσει αναγκαία την αναμόρφωση του οργάνου.

γ. Υγρασιόμετρο με αισθητήρα ρητίνης εναλλαγής ιόντων (rope type)

Είναι ένα άλλο σχετικά φθινό υγρασιόμετρο. Ο τύπος αισθητήρα που περιέχει, εξαιτίας της γρήγορης απόκρισής του και της δυνατότητας διαρκούς μέτρησης, βρίσκεται συχνά σε υγρόμετρα για τη μέτρηση της σχετικής υγρασίας των σχετικά συνεχών ρευμάτων θερμοκρασίας αέρα. Ο αισθητήρας “rope type” περιορίζεται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 75 °C και είναι πολύ ευαίσθητος σε οργανικούς διαλύτες (π.χ. ατμό λαδιού) και τα συγκολλητικά πολυστερίνης. Μερικοί αισθητήρες είναι εξοπλισμένοι με ένα μεταλλικό φίλτρο για να προστατεύεται ο αισθητήρας από τα διάφορα σωματίδια που βρίσκονται στον αέρα. Η έκθεση σε υψηλούς βαθμούς υγρασίας για πολλά λεπτά της ώρας μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια της βαθμονόμησης ή ακόμα και την απώλεια του ίδιου του αισθητήρα.

δ. Ψηφιακό Υγρασιόμετρο

Το φορητό ψηφιακό μηχάνημα μέτρησης της υγρασίας δείχνει την υγρασία χώρων και την υγρασία που περιέχεται σε μεγάλη ποικιλία δομικών υλικών, όπως τούβλα, ξυλεία, επίχρισμα, άμμος κ.ά. Το μηχάνημα δεν δίνει το ποσοστό υγρασίας που περιέχεται στα υλικά, αλλά μια ένδειξη του βαθμού ή του επιπέδου υγρασίας στο υλικό. Η μέτρηση μπορεί να επηρεασθεί από υλικά ή επιφάνειες ακριβείας, όταν η σχετική υγρασία του αέρα είναι υψηλή ή όταν η επιφάνεια που μετράται είναι εμφανώς υγρή. Αποτελείται από την κυρίως συσκευή και το αισθητήριο της υγρασίας. Η χρήση του είναι απλή και όμοια με αυτή των ηλεκτρονικών θερμομέτρων

ε. Θέρμο-υγρογράφος

Χρησιμοποιείται για την καταμέτρηση και καταγραφή της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του αέρα. Το στοιχείο της θερμοκρασίας αποτελείται από διμεταλλική λωρίδα, κατάλληλα επεξεργασμένη, έτσι ώστε να παρέχει σταθερότητα κατά τη λειτουργία της. Η διαστολή και συστολή του διμεταλλικού στοιχείου μεταφέρονται στο βραχίονα της γραφίδας μέσω ειδικού συστήματος. Το στοιχείο της υγρασίας αποτελείται από δέσμη τριχών ανθρώπου. Η αλλαγή που επέρχεται στο μήκος των τριχών, λόγω αλλαγής της υγρασίας, μεταδίδεται με ειδικό σύστημα στην κάτω γραφίδα. Ένα διαφανές κάλυμμα επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση. Η δυνατότητα μέτρησης είναι από -15 έως +65 °C για τη θερμοκρασία και από 0 έως 100% για την υγρασία.

3.5.5. Μετρήσεις καυσαερίων

Αυτού του είδους οι μετρήσεις απαιτούνται για την ανάλυση της ενεργειακής απόδοσης της καύσης σε λέβητες, κάμινους και καυστήρες. Περιλαμβάνουν τη μέτρηση του διοξειδίου του άνθρακα, του μονοξειδίου του άνθρακα, των οξειδίων του θείου και του αζώτου, την περιεκτικότητα σε αιθάλη και τη θερμοκρασία. Παραδοσιακά οι μετρήσεις αυτές γίνονται με όργανα φορητά, χαμηλής αξίας. Σήμερα είναι διαθέσιμοι ηλεκτρονικοί

αναλυτές καυσαερίων οι οποίοι επιτρέπουν την ταχεία μέτρηση όλων των ανωτέρω παραμέτρων, υπολογίζοντας ταυτόχρονα και τον βαθμό απόδοσης της καύσης.

Οι μετρητές αυτοί διαθέτουν σύστημα αυτόματου μηδενισμού και βαθμονόμησης. Προσοχή πρέπει να δίνεται κατά τη σύγκριση των ηλεκτρονικών αναλυτών με τους συμβατικούς μετρητές. Οι τελευταίοι μετρούν σε συνθήκες ξηρού καυσαερίου σε αντίθεση με τους ηλεκτρονικούς οι οποίοι μετρούν την σύσταση του καυσαερίου σε συνεχή βάση και σε πραγματικές συνθήκες. Επίσης, πριν από τη λήψη μετρήσεων, θα πρέπει ο λέβητας να λειτουργήσει για κάποιο χρόνο, ώστε να φτάσει στη θερμοκρασία λειτουργίας του.



Σχήμα 3.3. Αναλυτής καυσαερίων

Το ακροφύσιο δειγματοληψίας του αναλυτή καυσαερίων εισάγεται στην καμινάδα και το άκρο του πρέπει να βρίσκεται στο μέσο - πυρήνα της ροής των καυσαερίων (μέσο της καπνοδόχου). Αυτό επιτυγχάνεται επακριβώς με τους σύγχρονους αναλυτές καυσαερίων, λόγω της δυνατότητας που έχουν για ένδειξη σε οθόνη της θερμοκρασίας του εκάστοτε σημείου της ροής των καυσαερίων στο οποίο βρίσκεται το ακροφύσιο δειγματοληψίας, άρα και της μέγιστης θερμοκρασίας που παρουσιάζεται στο μέσο του ρεύματος των καυσαερίων.

Εφ' όσον επιτευχθεί η σωστή δειγματοληψία, τα καυσαέρια αναλύονται από τον αναλυτή καυσαερίων και υπολογίζεται, μέσω ενσωματωμένων αλγορίθμων, η απόδοση καύσης του συγκροτήματος καθώς και η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO, CO₂,

O₂, SO₂, NO_x, C_xH_x. Οι αναλυτές καυσαερίων που χρησιμοποιούνται σήμερα για τη μέτρηση της απόδοσης των λεβήτων είναι ηλεκτρονικά όργανα πλήρως αυτοματοποιημένα, έτσι ώστε, όταν επιτευχθεί σωστή δειγματοληψία, όλα τα απαιτούμενα στοιχεία να μπορούν να διαβάζονται στην οθόνη των οργάνων. Ο αναλυτής καυσαερίων έχει τη δυνατότητα να δίνει στιγμιαίες μετρήσεις, όπως επίσης και τη μέση τιμή των μετρήσεων για το χρονικό διάστημα που θα παραμείνει συνδεδεμένος με το λέβητα.

Οι αναλυτές καυσαερίων που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του δείκτη αιθάλης των καυσαερίων είναι ηλεκτρονικά όργανα πλήρως αυτοματοποιημένα οπότε, τοποθετώντας το ειδικό χάρτινο φίλτρο στο ακροστοιχείο δειγματοληψίας του αναλυτή καυσαερίων, λαμβάνεται κατευθείαν η μέτρηση του δείκτη αιθάλης. Οι μετρήσεις προσδιορισμού του δείκτη αιθάλης των καυσαερίων αξιολογούνται οπτικά, τοποθετώντας το χάρτινο ειδικό φίλτρο κάτω από την κλίμακα σύγκρισης του δείκτη αιθάλης (κλίμακα Bacharach), έτσι ώστε η κηλίδα της αιθάλης να καλύπτει τελείως μια σπή της κλίμακας σύγκρισης. Η πλησιέστερη σε βαθμό μαυρίσματος προς την κηλίδα της αιθάλης επιφάνεια της κλίμακας σύγκρισης, δίνει το δείκτη αιθάλης.

3.5.6. Μέτρηση του χρόνου λειτουργίας

Σε πολλές περιπτώσεις είναι απαραίτητη η συνεχής μέτρηση των ωρών λειτουργίας καθώς και των χρονικών περιόδων λειτουργίας μίας συσκευής ή εγκατάστασης. Στη δεύτερη περίπτωση απαιτείται και η χρήση καταγραφικού. Η μέτρηση αυτή γίνεται για λόγους κυρίως προσδιορισμού της εξοικονομούμενης ενέργειας. Γι' αυτό οι μετρητές αυτοί είναι από τους πρώτους που προτείνει ο επιθεωρητής, ως μέτρο για την αναβάθμιση του υφιστάμενου μετρητικού συστήματος.

3.5.7. Άλλες μετρήσεις

Άλλες συνήθεις μετρήσεις που πραγματοποιούνται κατά το στάδιο της επιθεώρησης είναι:

- α) Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού, με σκοπό τον εντοπισμό υπερβάσεων φωτισμού από τα ενδεδειγμένα όρια. Ένας μετρητής φωτεινότητας ενσωματώνει έναν αισθητήρα φωτός καθώς και μια διάταξη διόρθωσης του χρώματος και της γωνίας του φωτός. Στην καλύτερη περίπτωση, ο αισθητήρας θα πρέπει να συνδέεται μέσω εύκαμπτου καλωδίου με μία αναλογική ή ψηφιακή οθόνη. Αυτό ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο της σκίασης του αισθητήρα όταν λαμβάνονται οι ενδείξεις. Η μέτρηση πρέπει να γίνεται υπό σταθερές συνθήκες (πρέπει να επιτραπεί κάποιος χρόνος προθέρμανσης των λαμπτήρων). Θα πρέπει, επίσης, να επιβεβαιωθεί ότι ο φυσικός φωτισμός δεν επηρεάζει την μέτρηση του ηλεκτρικού φωτός.
- β) Οι μετρήσεις των Συνολικά Διαλυμένων Στερεών (Total Dissolved Solids - TDS) στο νερό του λέβητα, με σκοπό την ανίχνευση της κατάστασης του συστήματος κατεργασίας νερού και την βελτιστοποίηση της ποσότητας του εκτονωνόμενου νερού στρατσώνας (Blow-down water).

γ) Οι μετρήσεις πίεσης (στατικής ή ολικής) των ρευστών, με σκοπό τη διαπίστωση της κατάστασης λειτουργίας μίας συσκευής (π.χ. οι μετρήσεις πίεσης καυσαερίων στην έξοδο του λέβητα) ή τον έλεγχο των περιθωρίων για εισαγωγή εναλλακτών ανάκτησης θερμότητας.

δ) Οι μετρήσεις για την ανίχνευση της κατάστασης των ατμοπαγίδων, με σκοπό τον εντοπισμό και την αντικατάσταση ή επιδιόρθωση των ελαττωματικών συσκευών.

Τέλος, υπάρχουν μετρήσεις που χρειάζονται για τον ακριβή προσδιορισμό των ενεργειακών απωλειών, οι οποίες όμως αρκετά συχνά δεν γίνονται κατά την διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης, όπως είναι οι ακόλουθες:

α) **Μέτρηση συντελεστή θερμοπερατότητας**, η οποία γίνεται με τη βοήθεια μονάδας που αποτελείται από την κυρίως συσκευή, από τα αισθητήρια θερμοκρασίας χώρου και επιφανείας και από το αισθητήριο θερμικής ροής, για τον καθορισμό της πυκνότητας θερμικής ροής q . Μια αντίσταση είναι εγκατεστημένη σε 16-πολική μπρίζα σύνδεσης των σημείων μέτρησης με σκοπό την παράλληλη αντιστάθμιση των σημείων. Η συσκευή υπολογίζει την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας επιλύοντας τη βασική σχέση $Q=k.F.\Delta T$.

Τα αισθητήρια του οργάνου μετρούν τις θερμοκρασίες εσωτερικού και εξωτερικού χώρου. Εάν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων υπάρχει διαφοροποίηση στα δύο αυτά μεγέθη, είναι δυνατό να υπολογιστεί από το όργανο η διαφορά αυτή της θερμοκρασίας που επιδρά και στο μέγεθος της θερμικής ροής. Παράλληλα, μια πλάκα είναι δυνατόν να δώσει τιμές για την επιφανειακή πυκνότητα θερμορροής ($q = Q / F$) του δομικού στοιχείου. Ο συνολικός χρόνος μέτρησης του οργάνου για κάθε δομικό στοιχείο είναι 120 ώρες. Κατά το χρονικό αυτό διάστημα, για τις μέσες τιμές θερμοκρασίας και πυκνότητας θερμικής ροής που αποθηκεύονται ανά δυο λεπτά, βγαίνει ο μέσος όρος κάθε δώρου και αποθηκεύεται ως διακριτή τιμή. Κάθε νέα τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας k που προκύπτει είναι ο μέσος όρος όλων των προηγούμενων τιμών.

β) **Μετρήσεις απωλειών αερισμού**, η ποσότητα αερισμού ενός χώρου είναι δύσκολο να υπολογιστεί αναλυτικά, γιατί εξαρτάται από την αεροπερατότητα του κελύφους, τη διάταξη των χωρισμάτων, τη διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας, τη διεύθυνση και ταχύτητα του ανέμου, το είδος και την ποιότητα της κατασκευής, καθώς και από άλλες παραμέτρους.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο μέθοδοι μέτρησης του αερισμού των κτιρίων:

⇒ Μέθοδος αερίων δεικτών (tracer gas method), κατά την οποία δεν επηρεάζονται οι συνθήκες μέσα και έξω από τον υπό μέτρηση χώρο. Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της ποσότητας αερισμού σε κτισμένους χώρους μικρών και μεσαίων διαστάσεων, με σαφώς καθορισμένο περίβλημα. Οι ακόλουθες συνθήκες είναι απαραίτητες για την εφαρμογή της μεθόδου. Οι συγκεντρώσεις του αερίου στο χώρο πρέπει να είναι ομοιογενείς, η ατμοσφαιρική πίεση να είναι σταθερή, η εισροή του αερίου δείκτη να μην επιφέρει αλλαγές στην πυκνότητα του

αέρα και η εσωτερική θερμοκρασία του αέρα και, επομένως, η πυκνότητα του αέρα δεν παρουσιάζει διακυμάνσεις.

- ⇒ Μέθοδος τεχνητής εφαρμογής πίεσης στον μετρούμενο χώρο (pressure method), η οποία χρησιμεύει στη μέτρηση της αεροστεγανότητας του κελύφους ενός κτιρίου. Είναι μέθοδος σχετικά σύντομη, απλή και αξιόπιστη, που συνίσταται στη με μηχανικά μέσα δημιουργία υπερπίεσης ή υποπίεσης στο εσωτερικό του υπό μέτρηση χώρου. Ο βασικός εξοπλισμός που απαιτείται για την εφαρμογή της μεθόδου περιλαμβάνει έναν ανεμιστήρα για τη δημιουργία διαφοράς πίεσης μεταξύ του προς μέτρηση χώρου και του περιβάλλοντος, ένα μανόμετρο για τη μέτρηση της διαφοράς πίεσης και ένα ροόμετρο για τη μέτρηση του αέρα που, λόγω της διαφοράς πίεσης, ρέει από το κέλυφος του χώρου.

Τέλος, σε ειδικές περιπτώσεις ενεργειακών έργων, και ειδικότερα σε εκείνα που αφορούν τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), απαιτούνται ειδικές μετρητικές διατάξεις Μ&Δ προκειμένου να εκτιμηθεί με ακρίβεια τόσο η παραγόμενη ενέργεια όσο και ο βαθμός απόδοσης του συστήματος ΑΠΕ. Οι απαιτούμενες μετρητικές διατάξεις εξαρτώνται από τη φύση της ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, καθώς και από το είδος της τεχνολογίας του έργου. Συνήθως μετρώνται τόσο η ένταση της πηγής ενέργειας όσο και τα συναφή μετεωρολογικά δεδομένα, τα οποία επηρεάζουν την απόδοση της συγκεκριμένης μονάδας ΑΠΕ.

Οι βασικότερες μετρήσεις στον τομέα αυτό περιλαμβάνουν:

- Μετρήσεις του ολικού ηλιακού ακτινοβολισμού (άμεσου και διάχυτου) ή μόνο του άμεσου, οι οποίες γίνονται με τα πυρανόμετρα (για την προσπίπτουσα ολική ηλιακή ακτινοβολία) ή/και τα πυρηλιόμετρα (μόνο για την άμεση ακτινοβολία). Το πυρανόμετρο μετρά τη στιγμιαία, αλλά και τη συνολική ηλιακή ακτινοβολία. Αποτελείται από το φωτομετρικό αισθητήριο, το οποίο είναι συνδεδεμένο με έναν ολοκληρωτή για τη συλλογή των τιμών. Η ενσωματωμένη μνήμη του ολοκληρωτή επαρκεί για περισσότερες από 100 ημέρες.
- Ανεμολογικές μετρήσεις, οι οποίες απαιτούνται πρακτικά σε όλες τις εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας, ενώ δύναται να απαιτηθούν και σε άλλες εγκαταστάσεις ΑΠΕ, π.χ. παθητικών ηλιακών συστημάτων, και αφορούν στην ταχύτητα του ανέμου σε ένα συγκεκριμένο ύψος από την επιφάνεια του εδάφους (ανεμόμετρο), καθώς και στη διεύθυνσή του (ανεμοδείκτης).
- Άλλες μετρήσεις ενδιαφέροντος, οι οποίες περιλαμβάνουν τη θερμοκρασία περιβάλλοντος ξηρού βολβού, την υγρασία ή θερμοκρασία υγρού βολβού (βλ. προηγούμενες παραγράφους), καθώς και τη βαρομετρική πίεση (με μανόμετρα).

4. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ

4.1. Έκφραση της ενεργειακής κατανάλωσης

Οι καταναλισκόμενες ποσότητες ενέργειας σε ένα κτίριο ή μια βιομηχανική μονάδα εκφράζονται με βάση τις φυσικές μονάδες μέτρησής τους (π.χ. kg, ton, lit, m³, kWh κ.λπ.). Επίσης, οι διαφορετικές μορφές καταναλισκόμενης ενέργειας μπορούν να εκφραστούν σε μια ενιαία μονάδα ενέργειας, το GJ, με βάση τους συντελεστές μετατροπής που δίνονται στο Παράρτημα Γ. Οι συντελεστές αυτοί εκφράζουν τη θερμογόνο δύναμη κάθε μορφής καυσίμου.

Για την έκφραση της κατανάλωσης ενέργειας σε μηνιαία βάση, και αν δεν υπάρχει η σχετική πληροφορία, θα πρέπει να γίνεται χρονικός καταμερισμός των ποσοτήτων ενέργειας που αναγράφονται στα τιμολόγια προμήθειάς της (της ΔΕΗ, για πετρέλαιο, υγραέριο κ.λπ.). Αυτός μπορεί να γίνεται είτε με απλή μέθοδο (γραμμική παρεμβολή ή προέκταση), είτε με συναρτήσεις χρονολογικής συσχέτισης της καταναλισκόμενης ενέργειας με άλλες χρονοσειρές, όπως το μέγεθος παραγωγής, η εξωτερική θερμοκρασία κ.λπ. Ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να επιλέγει τη μέθοδο χρονικού καταμερισμού που θα χρησιμοποιήσει μετά από κατάλληλη αιτιολόγηση.

4.2. Χρονολογικά διαγράμματα της Ενέργειας

Η επεξεργασία των ενεργειακών στοιχείων που συλλέγονται κατά το πρώτο στάδιο της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου ή της βιομηχανικής μονάδας επιτρέπει την προκαταρκτική ανάλυση της ενεργειακής του/της συμπεριφοράς. Έτσι, κατά την επιτόπια αποτύπωση των ειδικών χαρακτηριστικών των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων, διαμορφώνεται ήδη μία πρώτη εικόνα της διαχρονικής και εποχιακής συμπεριφοράς τους σε σχέση με την χρήση ενέργειας. Με βάση, λοιπόν, τα πρωτογενή στοιχεία που περιγράφονται στην παράγραφο 2.4, είναι δυνατόν να προσδιορισθούν τα χρονολογικά διαγράμματα ενέργειας.

Το χρονολογικό διάγραμμα κατανάλωσης ενέργειας από μία βιομηχανική μονάδα ή ένα κτιριακό συγκρότημα παριστάνει γραφικά την ισχύ μιας μορφής ενέργειας ως συνάρτηση του χρόνου, για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Κατασκευάζεται με βάση τα στοιχεία που καταγράφονται στους μετρητές παροχής (ηλεκτρικής ενέργειας, πετρελαίου, καυσίμων αερίων, κ.λπ.). Παρέχει άμεση πληροφόρηση και επιτρέπει κάποιες πρώτες εκτιμήσεις για τον τρόπο και τους κύριους τομείς χρήσης της ενέργειας, σε ωριαία, ημερήσια, μηνιαία, αλλά και εποχιακή βάση.

Κατά τη διάρκεια των εκτεταμένων επιθεωρήσεων θα πρέπει να κατασκευάζονται χρονοδιαγράμματα κατανάλωσης ενέργειας για όλους τους διαθέσιμους μετρητές και τουλάχιστον για τις ακόλουθες περιπτώσεις:

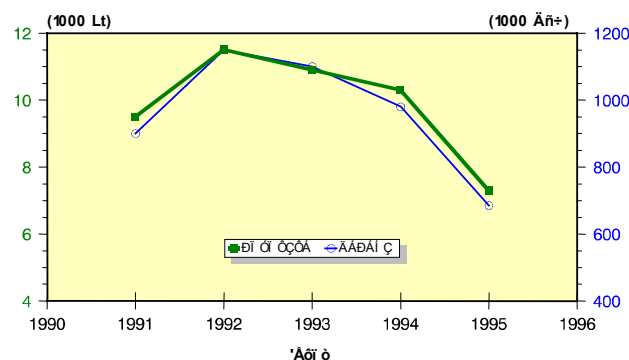
- την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ωριαία βάση,
- την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε ημερήσια βάση,
- την κατανάλωση καυσίμων σε ημερήσια βάση.

Όταν η επιθεώρηση αποσκοπεί στον εντοπισμό των δυνατοτήτων μείωσης των αιχμών κατανάλωσης της μονάδας, κρίνεται σκόπιμη η κατασκευή του χρονο-διαγράμματος του τυπικού ημερήσιου (ή μηνιαίου) συντελεστή φορτίου, ο οποίος ορίζεται ως ο λόγος του γινομένου του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής επί το σύνολο των ωρών της μέρας (ή του μήνα) προς την αντίστοιχη κατανάλωση ενέργειας.

Στη συνέχεια, δίνονται παραδείγματα εφαρμογής των παραπάνω σε κτίριο του τριτογενούς τομέα. Κατ' αρχήν προσδιορίζονται τα ακόλουθα:

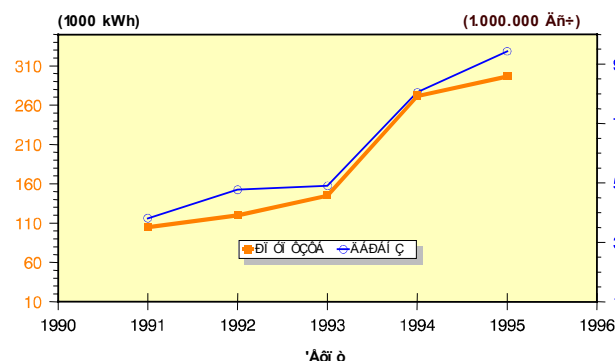
- Η διαχρονική πορεία-τάση του κόστους και της ποσότητας της καταναλισκόμενης ενέργειας (Σχήματα 4.1 και 4.2).
- Η αναλυτική μηνιαία διακύμανση της κατανάλωσης ενέργειας του τελευταίου έτους (Σχήματα 4.3 και 4.4).
- Η μηνιαία ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος, από την ανάλυση του τιμολογίου της ΔΕΗ (Σχήμα 4.5).
- Οι ειδικές καταναλώσεις καυσίμων και ηλεκτρισμού - ενεργειακοί δείκτες κτιρίου, στη μορφή kWh ανά m² ή m³ ωφέλιμου χώρου, kWh ανά μονάδα προϊόντος-παρεχόμενης υπηρεσίας (μελέτες γραφείου, πωλούμενες συσκευές, τυπικό γεύμα) ή ανά μονάδα εξοπλισμού υποστήριξης της (κρεβάτι, τραπέζι, Η/Υ), kWh/άτομο (κάτοικο, εργαζόμενο) (Σχήμα 4.6).

ΑΔΩΔΩΔ ΕΑΔΑΔ ΑΕΔΩΔ ΕΑΕΕΔ ΟΔΔ Ο ΔΙΕΣΕΛ ΕΔΩΔΕ ΑΝΑΔΑΕΔ (1991-1995)



Σχήμα 4.1. Εξέλιξη ετήσιας κατανάλωσης καυσίμων

ΑΔΩΔΩΔ ΕΑΔΑΔ ΑΕΔΩΔ ΕΑΕΕΔ ΟΔΔ Ο ΔΙΕΣΕΛ ΕΔΩΔΕ ΑΝΑΔΑΕΔ (1991-1995)



Σχήμα 4.2. Εξέλιξη ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρισμού

ÊÔÑÑÃ ÑÑÃÖÄËÛÍ ((1995)



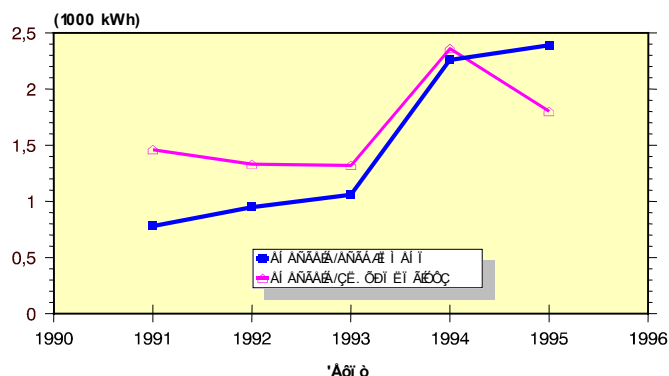
Ê Ô Ñ Ě Ã Ñ Á Ö Å Ě Ů Í (1995)



Ê Ô Ñ Ě ã ã á ö å ĩ (1995)



ΑΘΥΟΑ ΑΘΑΕΥ ΕΑΘΑΙ ΑΕΥΟΕ ΕΑΕΘΝΕΙ Ι Θ
ΕΘΝΕ ΑΝΑΘΑΕΙ (1991-1995)

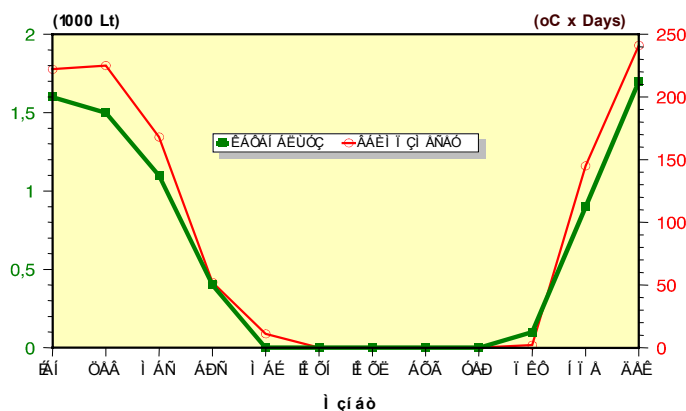


Σχήμα 4.6. Εξέλιξη ετήσιας ειδικής κατανάλωσης ηλεκτρισμού

Στη συνέχεια πρέπει να πραγματοποιηθούν οι ακόλουθες εργασίες:

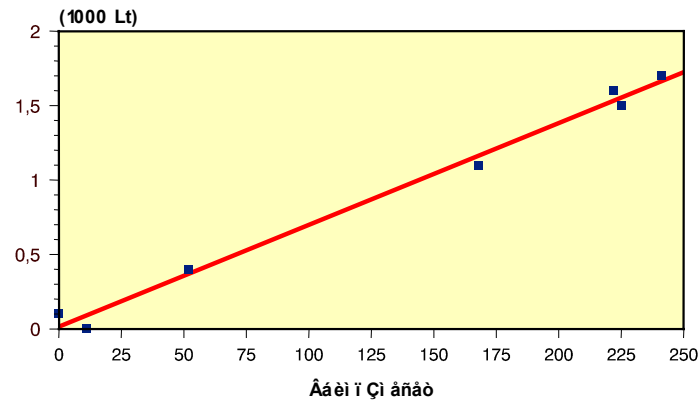
- Σύγκριση των ενεργειακών δεικτών με ενεργειακούς στόχους - δείκτες ομοειδών κτιρίων πρότυπης κατασκευής και/ή ορθολογικής χρήσης της ενέργειας, όπως αυτοί έχουν προκύψει από μετρήσεις ή θεωρητικούς υπολογισμούς για δείγμα κτιρίων διαφόρων κατηγοριών.
- Συσχέτιση των μηνιαίων ενεργειακών καταναλώσεων με αντίστοιχες παραμέτρους κλίματος (π.χ. Βαθμοημέρες) ή/και το καταγεγραμμένο μηνιαίο πλήθος προϊόντων παροχής υπηρεσιών (Σχήματα 4.7 και 4.8). Η συσχέτιση αυτή θα επιτρέψει καταρχήν την θεωρητική πρόβλεψη των καταναλώσεων με δεδομένα στοιχεία κλίματος και χρήσης του κτιρίου και, στη συνέχεια, την σύγκριση αυτών των προβλέψεων με τις καταγεγραμμένες μελλοντικά τιμές της κατανάλωσης.
- Κατανομή του ενεργειακού κόστους ανά καύσιμο και σύγκριση του συνολικού ενεργειακού κόστους με άλλες ετήσιες δαπάνες στο κτίριο/μονάδα (Σχήματα 4.9 και 4.10).

ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΑΘΑΙ ΑΕΥΟΕ DIESEL & ΑΑΕΙ Ι ΕΙ ΑΝΑΘ ΕΑΝΙ ΑΙ ΘΕΟ
ΕΘΝΕ ΑΝΑΘΑΕΙ (1995)



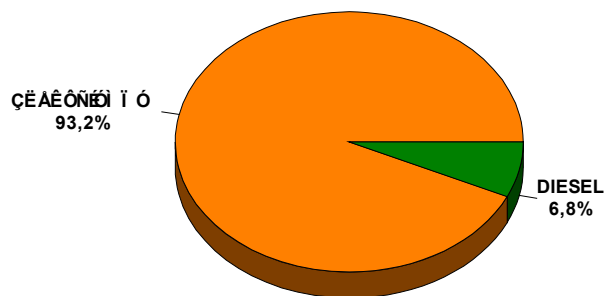
Σχήμα 4.7. Μηνιαία κατανάλωση καυσίμου και βαθμοημέρες θέρμανσης

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΝΤΑΓΩΓΙΚΗ (1995)



Σχήμα 4.8. Συσχετισμός κατανάλωσης καυσίμου - βαθμοημερών θέρμανσης

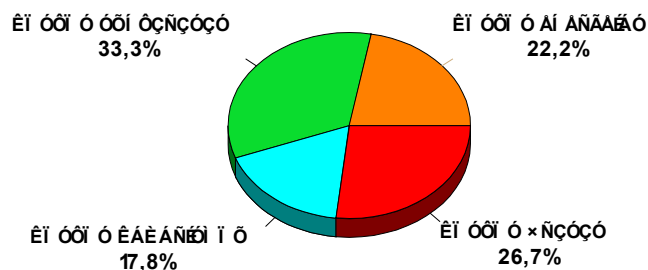
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΝΤΑΓΩΓΙΚΗ (1995)



ΟΣΙ Ί ΕΪΕΊ ΑΙ ΑΝΔΑΪΕΊ ΕΊ ΟΪ Ο = 10.115.000 Άη+.

Σχήμα 4.9. Κατανομή ενεργειακού κόστους ανά καύσιμο

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΝΤΑΓΩΓΙΚΗ (1995)



ΟΣΙ Ί ΕΪΕΑΟ ΕΑΪΕΊ ΟΝΔΕΑΟ ΑΑΔΑΪ ΑΟ ΕΟΪΕ Ώ = 45.000.000 Άη+.

Σχήμα 4.10. Συμμετοχή ενεργειακού κόστους στις συνολικές λειτουργικές δαπάνες

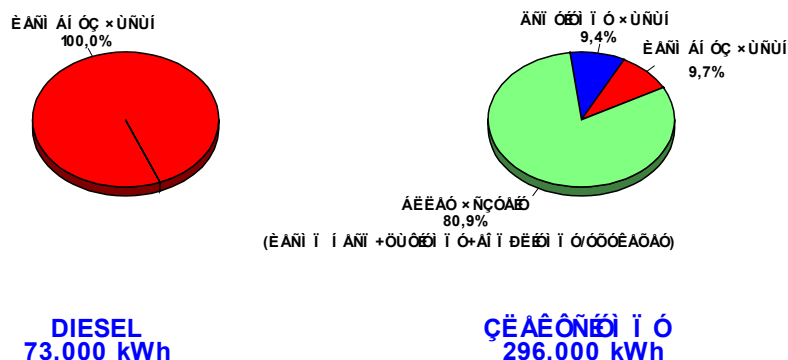
Με βάση την εποπτική παρατήρηση του μηνιαίου προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου ή συγκροτήματος (Σχήματα 4.3 και 4.4), είναι δυνατό να

προσδιορισθούν καταρχήν τα διάφορα σκέλη της κατανάλωσης, άρα και τα φορτία βάσης και αιχμής, ήτοι τα:

- Τα ανεξάρτητα των κλιματολογικών συνθηκών (σταθερά στο χρόνο) σκέλη (π.χ. τα φορτία ανελκυστήρων, αντλιών σταθερού όγκου, εξοπλισμού γραφείου, μαγειρικής και του ζεστού νερού χρήσης)
- Τα εξαρτώμενα από τις κλιματολογικές συνθήκες σκέλη (π.χ. τα φορτία θέρμανσης και κλιματισμού χώρων)
- Τα εξαρτώμενα από χρονικές στιγμές και ιδιαιτερότητες χρήσης του κτιρίου σκέλη (π.χ. φορτία που σχετίζονται με το άνοιγμα των παραθύρων, την απόκριση του συστήματος θέρμανσης/κλιματισμού σε αλλαγές των συνθηκών κατοίκησης, τον προγραμματισμό λειτουργίας των ενεργειακών συστημάτων)

Επομένως, μπορεί να γίνει μία πρώτη κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση, με βάση τα έως εκείνη τη στιγμή δεδομένα, άρα να προσδιορισθεί το αρχικό ενεργειακό ισοζύγιο ηλεκτρισμού και καυσίμων, όπως αυτά παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.11 για τη συγκεκριμένη εφαρμογή του κτιρίου που εξετάζεται εδώ. Η ποσοτικοποίηση των πιθανών “μαύρων περιοχών” στα ισοζύγια αυτά, δηλαδή τα όποια άγνωστα ακόμα τμήματα (π.χ. ενεργειακή χρήση για ζεστό νερό, φωτισμό, συσκευές), μπορούν να γίνει αργότερα, μετά τις ενεργειακές καταγραφές που θα ακολουθήσουν στο στάδιο της επιτόπιας ενεργειακής επιθεώρησης, βελτιώνοντας έτσι την εικόνα των ενεργειακών ισοζυγίων.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΟΣ
ΕΓΓΡΑΦΟ ΑΝΑΛΥΣΗΣ (1995)



Σχήμα 4.11. Κατανομή ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρισμού και καυσίμων ανά χρήση

4.3. Ισολογισμοί ενέργειας (Διαγράμματα Sankey Ενεργειακών Ροών)

4.3.1. Χρησιμότητα

Η ροή της ενέργειας σε ένα κτίριο/εγκατάσταση, από τη διανομή της σε αυτό έως την τελική ωφέλιμη κατανάλωση ανά χρήση και ενεργειακό σύστημα, κατανοείται άμεσα

μέσω της εποπτικής παρουσίασης του ενεργειακού ισοζυγίου του κάθε συστήματος με ένα διάγραμμα Sankey. Στα διαγράμματα αυτά απεικονίζονται ποσοτικά και αναλογικά, σε σχέση με το σύνολο της εισροής ενέργειας, οι ενεργειακές απώλειες-εκροές, τα ενεργειακά κέρδη-εισροές, καθώς και η παραμένουσα ωφέλιμη ενεργειακή χρήση σε κάθε ενεργειακό σύστημα του κτιρίου, βάσει των υπάρχοντων στοιχείων από λογαριασμούς και τιμολόγια, από υπολογιστικές εκτιμήσεις και επιτόπιες μετρήσεις.

Η εποπτική παρουσίαση των ενεργειακών ροών μέσω διαγραμμάτων Sankey βοηθά στην διαπίστωση των κρισιμότερων περιοχών κατανάλωσης σε ένα κτίριο, μονάδα ή συγκρότημα και, ταυτόχρονα, των αιτίων των διαφόρων ενεργειακών απωλειών σε αυτό. Αυτή η διαπίστωση οδηγεί στην ορθή αξιολόγηση της συμπεριφοράς του κάθε εξεταζόμενου συστήματος, αλλά και στην καλύτερη ιεράρχηση των προτεινόμενων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

Στις παραγράφους που ακολουθούν αναλύονται τα διαγράμματα Sankey των κυριότερων ενεργειακών συστημάτων ενός κτιρίου. Στα διαγράμματα αυτά, οι ενεργειακές ποσότητες που συνιστούν τα τμήματα των ενεργειακών εισροών και εκροών στους χώρους του εν λόγω κτιρίου (θερμικά και ηλεκτρικά κέρδη και απώλειες από την παραγωγή έως την τελική χρήση της ενέργειας) προκύπτουν με τη βοήθεια πρωτογενών στοιχείων και εκτιμήσεων, καθώς και θεωρητικών υπολογισμών ή/και κατάλληλων μετρήσεων, ως αποτελέσματα των επιτόπιων ελέγχων και καταγραφών.

4.3.2. Θερμικό ισοζύγιο κελύφους κτιρίου

Το διάγραμμα Sankey που παρουσιάζεται στο Σχήμα 4.12 εκφράζει την ροή της πρωτογενούς ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων και του νερού χρήσης σε ένα κτίριο κατοικίας. Στο κτίριο χρησιμοποιείται καύσιμο πετρέλαιο για τη θέρμανση του νερού χρήσης, καθώς και ένα ηλεκτρικά τροφοδοτούμενο σύστημα για την κάλυψη του μέρους του φορτίου θέρμανσης των χώρων που δεν καλύπτεται από το σύστημα καύσης του πετρελαίου. Στο κτίριο υπάρχει επίσης σύστημα εναλλαγής θερμότητας, με το οποίο ανακτάται θερμότητα από το ρεύμα του θερμού αέρα που απάγεται μηχανικά από το κτίριο.

- | | |
|---|--|
| 1. Παράρτημα 1/Επιστολή εισαγωγής | 10. Αποδόμηση θύρακι εισαγωγής |
| 2. Σελίδα εισαγωγής/Επιστολή εισαγωγής | 11. Στοιχείο στήριξης καμπίνας |
| 3. Σελίδα εισαγωγής/Επιστολή εισαγωγής | 12. Πλάκα εισαγωγής καμπίνας |
| 4. Ηλεκτρικό | 13. Αποσπώμενη θύρα/Πορτίδα αεροσπυράκιου/Πλάκα/Πορτίδα αέρα |
| 5. Ηλεκτρικό θύρακι/Πορτίδα | 14. Στοιχείο στήριξης στήριξης |
| 6. Αποδόμηση ηλεκτρικής εισαγωγής | 15. Στοιχείο στήριξης/Λογική θύρα/Πορτίδα αέρα |
| 7. Εισαγωγή αέρα/Πορτίδα/Λογική | 16. Στοιχείο στήριξης καμπίνας/Καμπίνα/Καμπίνα/Πορτίδα |
| 8. Αποδόμηση θύρακι για θύρα/Πορτίδα εισαγωγής για θύρα/Πορτίδα | 17. Αποδόμηση θύρα/Πορτίδα |
| 9. Στοιχείο στήριξης θύρα/Πορτίδα εισαγωγής | 18. Στοιχείο στήριξης/Πορτίδα/Πορτίδα εισαγωγής |

Εξάλλου, στα διαγράμματα Sankey που παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.13 εκφράζονται οι ροές της θερμικής ενέργειας σε ένα κλιματιζόμενο χώρο, κατά τις περιόδους θέρμανσης και δροσισμού αντίστοιχα του χώρου αυτού.

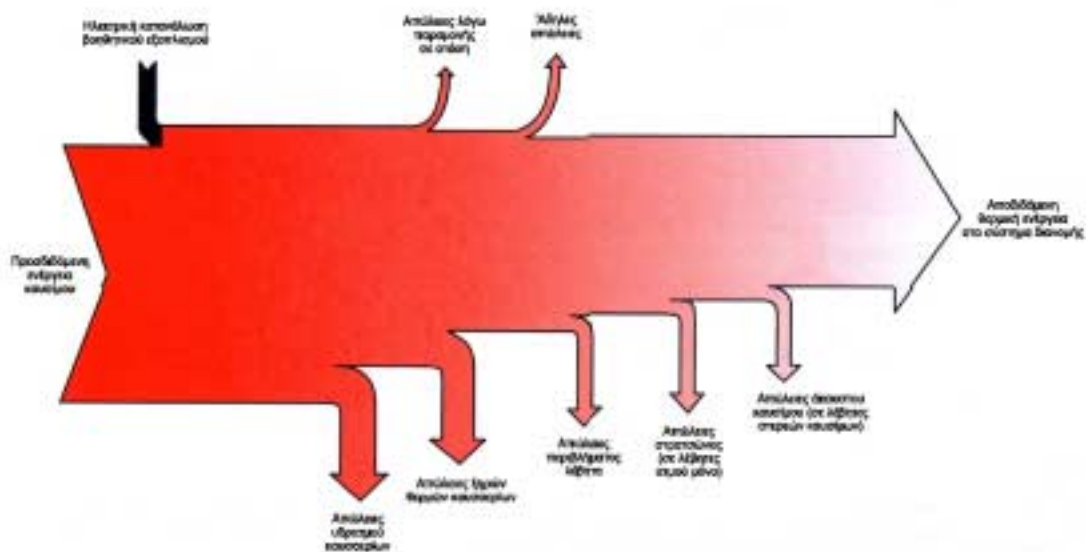
[illegible]

Σχήμα 4.13. Θερμικές ροές σε κλιματιζόμενο χώρο (θέρμανση και δροσισμός)

4.3.3. Ενεργειακά ισοζύγια συγκροτημάτων παραγωγής θερμότητας-ψύξης

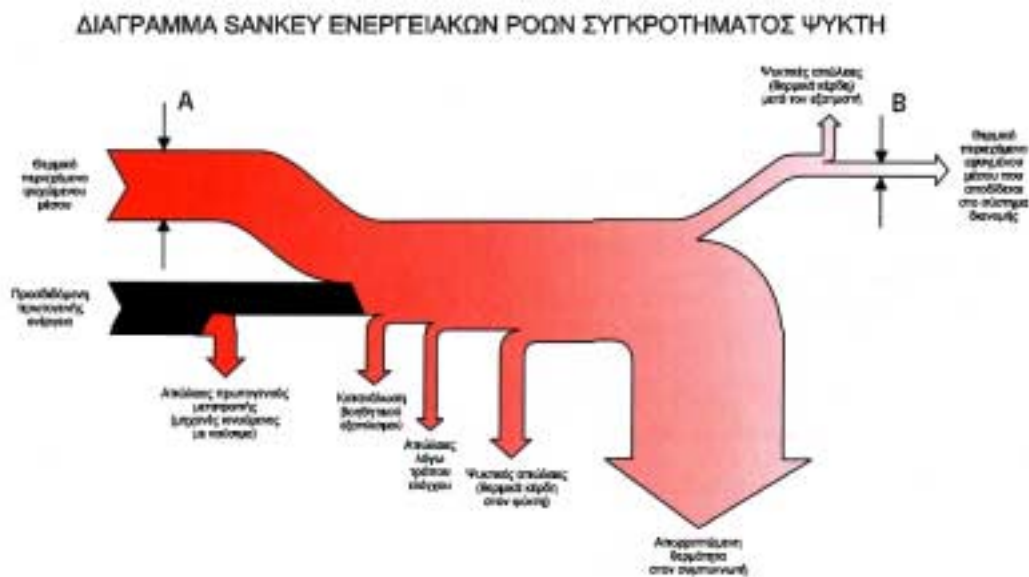
Το διάγραμμα Sankey του Σχήματος 4.14 εκφράζει τις ενεργειακές ροές σε ένα κεντρικό συγκρότημα λέβητα - καυστήρα (ζεστού νερού ή ατμού, με καύση υγρού, αερίου ή στερεού καυσίμου) . Η βοηθητική ηλεκτρική ενέργεια, που παρουσιάζεται στο διάγραμμα, χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση του εξοπλισμού του καυστήρα. Οι διάφορες θερμικές απώλειες (θερμών καυσαερίων, επιφανειών θερμικής συναλλαγής, προσωρινής αδράνειας κ.λπ.) προκύπτουν από κατάλληλους υπολογισμούς και μετρήσεις, αλλά και με τη βοήθεια σχετικών διαγραμμάτων.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ SANKEY ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΡΟΩΝ ΣΤΟ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΛΕΒΗΤΑ - ΚΑΥΣΤΗΡΑ



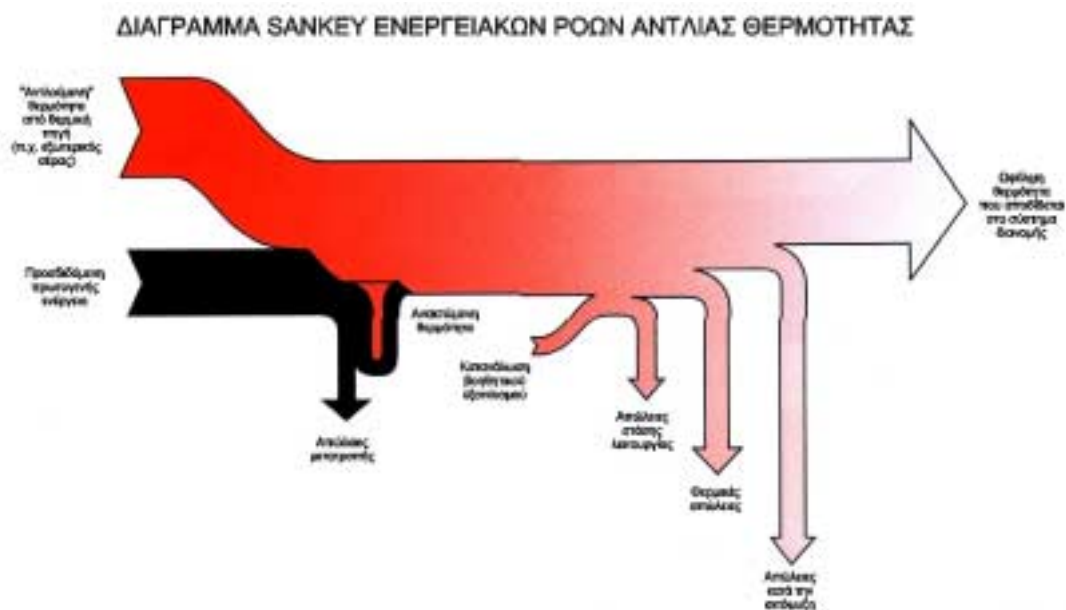
Σχήμα 4.14. Ενεργειακές ροές σε κεντρικό συγκρότημα λέβητα-καυστήρα

Τα διαγράμματα Sankey των Σχημάτων 4.15 και 4.16 εκφράζουν τις ενεργειακές ροές σε ένα κεντρικό συγκρότημα ψύκτη και μιας αντλίας θερμότητας, αντίστοιχα. Στα διαγράμματα αυτά, η εισροή πρωτογενούς ενέργειας εκφράζει την ηλεκτρική ενέργεια ή τη θερμική ενέργεια του καυσίμου που προσδίδεται για τη λειτουργία του ψυκτικού συγκροτήματος ή της αντλίας θερμότητας. Οι απώλειες μετατροπής της πρωτογενούς ενέργειας αφορούν μόνο τις ψυκτικές εγκαταστάσεις κύκλου απορρόφησης με ενεργειακή πηγή κάποιο ορυκτό καύσιμο. Το ίδιο ισχύει και για την ανακτώμενη θερμότητα μέσω εναλλαγής με επιφάνειες ή με το κύκλωμα των καυσαερίων (Σχήμα 4.16).



Σχήμα 4.15. Ενεργειακές ροές σε συγκρότημα κεντρικού ψύκτη κλιματισμού

(A-B = Καθαρή ψυκτική ισχύς που αποδίδεται στο σύστημα διανομής)



Σχήμα 4.16. Ενεργειακές ροές σε συγκρότημα κεντρικής αντλίας θερμότητας (λειτουργία θέρμανσης)

Οι απώλειες μετατροπής της πρωτογενούς ενέργειας εκφράζουν τις θερμικές απώλειες από την καύση. Οι ψυκτικές απώλειες (θερμικά κέρδη) στο Σχήμα 4.15 και οι θερμικές απώλειες στο Σχήμα 4.16 αναφέρονται αντίστοιχα, στη συνολική θερμική εναλλαγή μεταξύ του συγκροτήματος του ψύκτη και της αντλίας θερμότητας, και του περιβάλλοντος, τόσο σε επιφάνειες (εξατμιστή, συμπυκνωτή) όσο και από τις διαρροές ψυκτικού υγρού. Οι απώλειες βοηθητικού εξοπλισμού αναφέρονται στην ηλεκτρική κατανάλωση των ανεμιστήρων, κυκλοφορητών, διατάξεων ελέγχου, αντιστάσεων κ.λπ.

Οι απώλειες του συστήματος ελέγχου εξαρτώνται από τον τρόπο ελέγχου της αποδιδόμενης ισχύος του ψύκτη σε μεταβαλλόμενα ψυκτικά φορτία.

4.3.4. Ενεργειακά ισοζύγια δικτύων διανομής ρευστών για κλιματισμό χώρων

Στο διάγραμμα Sankey του Σχήματος 4.17 αποτυπώνονται οι ενεργειακές ροές σε ένα δίκτυο σωληνώσεων θερμού/ψυγμένου νερού, καθώς, και σε ένα δίκτυο αεραγωγών, αντίστοιχα. Οι ενεργειακές εισροές στα δίκτυα αυτά προέρχονται από τα συγκροτήματα παραγωγής (λέβητες, ψύκτες, αντλίες θερμότητας) και εναλλαγής της θερμότητας (νερού-αέρα), και συμπληρώνονται από την αναγκαία ενέργεια που καταναλώνουν οι κυκλοφορητές και οι ανεμιστήρες, αντίστοιχα, για να προσδώσουν στο δίκτυο το θερμικό δυναμικό του νερού και του αέρα. Οι θερμικές απώλειες, στην περίπτωση αυτή, οφείλονται σε διαρροές του μέσου στα δίκτυα, σε ανεπαρκή θερμική προστασία των σωληνώσεων και των αεραγωγών, αλλά και στην άσκοπη λειτουργία των κυκλοφορητών και των ανεμιστήρων.

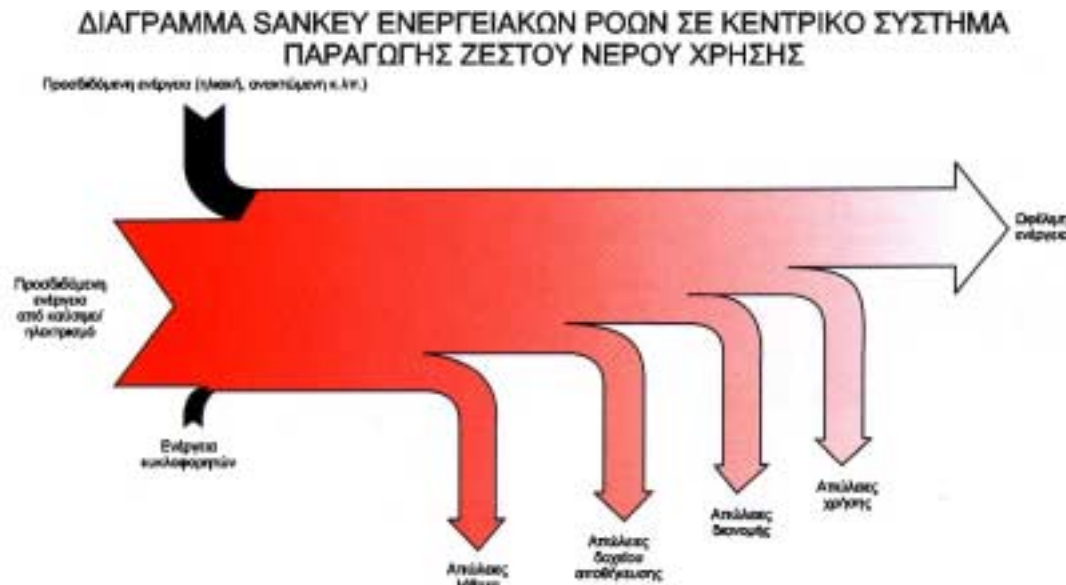


Σχήμα 4.17. Ενεργειακές ροές σε δίκτυα σωληνώσεων διανομής νερού

4.3.5. Ενεργειακό ισοζύγιο συστήματος παροχής ζεστού νερού χρήσης

Το διάγραμμα Sankey του Σχήματος 4.18 εκφράζει τις ενεργειακές ροές σε ένα σύστημα παραγωγής, αποθήκευσης, διανομής και τελικής κατανάλωσης ζεστού νερού χρήσης. Οι ενεργειακές εισροές προέρχονται, ανάλογα με το σύστημα, από ορυκτά καύσιμα (μέσω λέβητα), ηλεκτρισμό (μέσω αντίστασης ή αντλίας θερμότητας) ή άλλες πηγές (ήλιος, ανάκτηση θερμότητας, κ.λπ.) και συμπληρώνονται από την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται στους κυκλοφορητές. Οι θερμικές απώλειες παρουσιάζονται σε όλα τα στάδια ροής, από την παραγωγή έως την τελική διανομή.

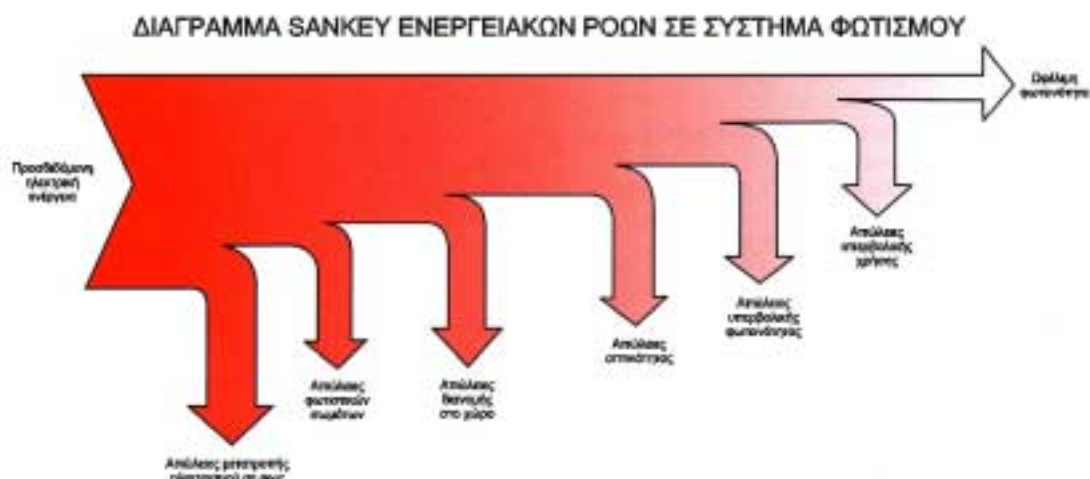
Οι απώλειες αποθήκευσης οφείλονται σε κακή σύνδεση του θερμαντήρα νερού με το δίκτυο, σε ανεπάρκεια της θερμομόνωσής του, σε κακή διαστρωμάτωση του νερού μέσα στον θερμαντήρα λόγω υψηλής ταχύτητας ροής και μίξης του με το νερό ανακυκλοφορίας, σε μεγάλης ισχύος θερμαντικό στοιχείο που επάγει ισχυρά ρεύματα συναγωγής, κ.λπ. Οι ενεργειακές απώλειες διανομής οφείλονται σε ανεπαρκή θερμομόνωση των σωληνώσεων και στη λειτουργία των κυκλοφορητών. Τέλος, οι απώλειες χρήσης οφείλονται στην υπερβολική τελική χρήση νερού με υπερβολικά υψηλή θερμοκρασία για μεγάλο, πέραν του αναγκαίου, χρονικό διάστημα.



Σχήμα 4.18. Ενεργειακές ροές σε σύστημα παροχής ζεστού νερού χρήσης

4.3.6. Ενεργειακό ισοζύγιο εγκατάστασης τεχνητού φωτισμού

Στο διάγραμμα Sankey του Σχήματος 4.19 αποτυπώνονται οι ενεργειακές ροές σε μία εγκατάσταση ηλεκτροφωτισμού ενός κτιρίου. Οι απώλειες της προσδοκώμενης φωτεινότητας, από τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε φως, εξαρτώνται από τον τύπο και τη συντήρηση του λαμπτήρα και του φωτιστικού σώματος, την υφή και το χρώμα των εσωτερικών επιφανειών των φωτιζόμενων χώρων, τις παραμέτρους ομαλής διάχυσης του φωτός, καθώς και από το χρόνο λειτουργίας της εγκατάστασης σε σχέση με τις πραγματικές ανάγκες των χώρων.



Σχήμα 4.19. Ενεργειακές ροές σε εγκατάσταση τεχνητού φωτισμού

4.4. Τυπικές προδιαγραφές της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας

Όσον αφορά τις βιομηχανικές μονάδες, η συσχέτιση της καταναλισκόμενης ενέργειας με την παραγωγή αποτελεί τον κυριότερο τρόπο για την παρακολούθηση της

κατανάλωσης ενέργειας των μονάδων αυτών ή της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας (δηλ. της καταλισκόμενης ενέργειας ανά μονάδα παραγόμενου προϊόντος) αυτών. Η τεχνική που παρουσιάζεται παρακάτω στηρίζεται στα στοιχεία που συνήθως συγκεντρώνονται κατά τη διάρκεια της εκτεταμένης επιθεώρησης.

Ο συνήθης τύπος συσχέτισης είναι μία γραμμική συσχέτιση της μορφής:

$$E = \alpha \Pi + \beta$$

όπου με E συμβολίζεται η προσδιδόμενη ενέργεια και με Π η απορροφούμενη ενέργεια από το τελικό προϊόν. Η εκτίμηση των συντελεστών α και β γίνεται με γραφικό τρόπο, με βάση τα υφιστάμενα ωριαία ή μηνιαία στοιχεία, και χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Έτσι προσδιορίζονται οι ακόλουθες ποσότητες:

- σταθερή ενέργεια (β)
- μεταβλητή ενέργεια ($\alpha \Pi$)

Η σταθερή ενέργεια δεν εξαρτάται από το επίπεδο των παραγομένων προϊόντων ή υπηρεσιών. Καταναλώνεται σε χρήσεις όπως είναι ο φωτισμός, ο αερισμός των χώρων, οι απώλειες των γραμμών μεταφοράς της ενέργειας ή οι απώλειες των ενεργειακών συσκευών. Η μεταβλητή ενέργεια σχετίζεται ευθέως με τον όγκο των παραγομένων προϊόντων ή υπηρεσιών. Τέτοιου είδους ενέργεια είναι ο ατμός που καταναλώνεται σε βιομηχανικές διεργασίες ή η ηλεκτρική ενέργεια των ηλεκτροκαμίνων.

Με βάση το διάγραμμα ενέργειας-παραγωγής, ελέγχεται τόσο η σταθερή όσο και η μεταβλητή ενέργεια. Από πλευράς βέλτιστου, η σταθερή ενέργεια πρέπει να διατηρείται στο χαμηλότερο δυνατό επίπεδο. Μεγάλη σταθερή ενέργεια σε σχέση με την αντίστοιχη μεταβλητή υποδηλώνει μεγάλες απώλειες ενέργειας ή αρκετούς νεκρούς χρόνους λειτουργίας. Αντίθετα, οι μεγάλες τιμές της μεταβλητής ενέργειας υποδηλώνουν χαμηλό βαθμό απόδοσης ή πεπαλαιωμένη τεχνολογία των συναφών εγκαταστάσεων.

4.5. Ενεργειακή κατανάλωση και συσχέτισή της με τις βαθμομέρες

Στην παράγραφο 4.2 συζητήθηκε η συσχέτιση της υπάρχουσας καταγεγραμμένης ετήσιας κατανάλωσης καυσίμου σε ένα κτίριο με τις βαθμομέρες θέρμανσης της περιοχής στην οποία είναι κτισμένο, για το αντίστοιχο έτος (βλ. Σχήμα 4.8). Η στατιστική ευθεία συσχέτισης που προκύπτει αποτελεί τη βάση της γραφο-αναλυτικής μεθόδου αθροιστικών διαφορών (CUSUM), η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαρκή παρακολούθηση του οφέλους που προκύπτει από την εφαρμογή μέτρων περιστολής της κατανάλωσης καυσίμων σε ένα κτίριο. Η μέθοδος CUSUM περιλαμβάνει τα εξής έξι (6) βήματα :

Βήμα 1

Χάραξη γραφήματος συσχέτισης της κατανάλωσης καυσίμου κάποιας χρονικής περιόδου, πριν από την εφαρμογή των όποιων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, με τις

αντίστοιχες βαθμομέρες θέρμανσης της περιόδου εκείνης. Προσδιορισμός του μέρους της κατανάλωσης που δεν εξαρτάται από το κλίμα (Σχήμα 4.20).

Βήμα 2

Στατιστικός προσδιορισμός (μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων) της συνάρτησης που εκφράζει το προαναφερθέν γράφημα συσχέτισης (π.χ. μια γραμμική συνάρτηση του τύπου: $y = \alpha \cdot x + \beta$).

Βήμα 3

Χρήση της παραπάνω συνάρτησης για τον θεωρητικό υπολογισμό-πρόβλεψη των μηνιαίων καταναλώσεων καυσίμου σε επόμενες χρονικές περιόδους, μετά από πιθανή εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, με βάση τις μηνιαίες βαθμομέρες αυτών των περιόδων.

Βήμα 4

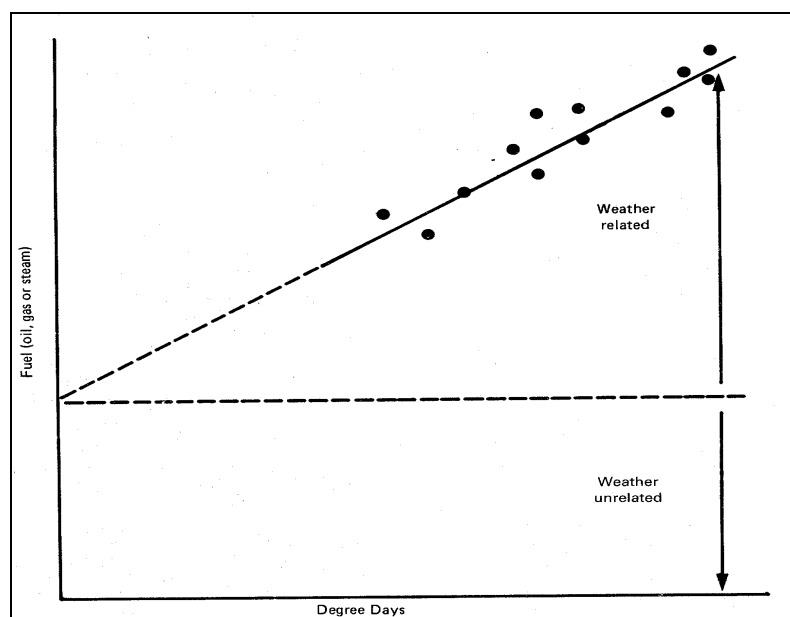
Αφαίρεση της προηγούμενης πρόβλεψης από την καταγεγραμμένη, για τις επόμενες χρονικές περιόδους, μηνιαία κατανάλωση καυσίμου. Εξαγωγή αλγεβρικής διαφοράς για τον κάθε μήνα των επόμενων χρονικών περιόδων.

Βήμα 5

Βηματική άθροιση της κάθε μηνιαίας αλγεβρικής διαφοράς με αυτή του επόμενου μήνα. Εξαγωγή των μηνιαίων αθροιστικών διαφορών (CUSUM).

Βήμα 6

Χάραξη του γραφήματος αθροιστικών διαφορών - αντίστοιχων μηνών εμφάνισης για τις υπόψη χρονικές περιόδους.

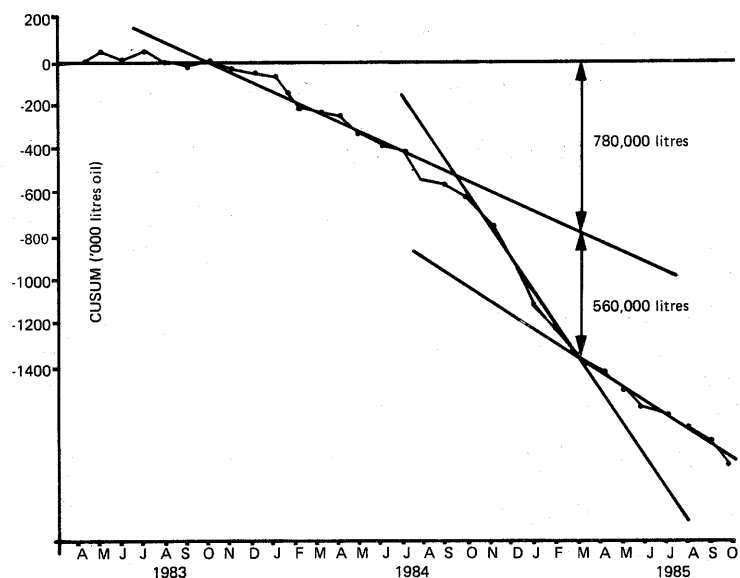


Σχήμα 4.20. Συσχέτιση κατανάλωσης καυσίμου με βαθμομέρες θέρμανσης

Τα βήματα 3 έως και 5 παρουσιάζονται για ένα παράδειγμα εφαρμογής σε ένα κτίριο στον Πίνακα 4.1 και το βήμα 6 στο Σχήμα 4.21.

Πίνακας 4.1. Υπολογισμός αθροιστικών διαφορών για ένα νοσοκομείο

		<i>Oil Consumption thousand litres Actual</i>	<i>Degree Days</i>	<i>Predicted Consumption thousand litres</i>	<i>Difference thousand litres</i>	<i>CUSUM thousand litres</i>
		1	2	3	4	5
1983	April	417	321	425	-8	-8
	May	353	217	329	23	16
	June	200	90	213	-13	3
	July	173	22	150	23	26
	August	133	46	176	-38	-12
	September	212	107	228	-16	-28
	October	343	225	337	7	-21
	November	387	304	410	-22	-43
	December	468	389	488	-19	-62
1984	January	506	427	523	-17	-79
	February	421	415	512	-91	-170
	March	452	396	494	-42	-212
	April	360	282	390	-30	-241
	May	285	238	368	-64	-305
	June	169	95	217	-48	-353
	July	155	59	184	-29	-381
	August	122	41	168	-45	-427
	September	126	123	243	-117	-543
	October	241	199	313	-72	-615
	November	263	276	384	-120	-735
	December	330	395	493	-163	-898
1985	January	410	539	626	-216	-1,113
	February	396	429	524	-129	-1,242
	March	380	408	505	-125	-1,367
	April	309	264	360	-63	-1,430
	May	241	197	309	-69	-1,500
	June	169	137	264	-86	-1,586
	July	147	59	205	-37	-1,623
	August	155	90	228	-58	-1,681
	September	154	94	232	-62	-1,743
	October	195	195	308	-114	-1,857



Σχήμα 4.21. Γράφημα αθροιστικών διαφορών για ένα νοσοκομείο

Στο Σχήμα 4.21 παρατηρείται ότι το πρώτο τμήμα του γραφήματος καλύπτει την χρονική περίοδο που αντιστοιχεί εδώ στη γραμμή βάσης του 0. Όπως είναι φυσικό, σε

αυτό το τμήμα οι αθροιστικές διαφορές κυμαίνονται περί το 0. Αυτή η τάση συνεχίζεται έως τη στιγμή που κάτι αλλάζει το προφίλ της κατανάλωσης, άρα και την κλίση της τάσης κ.λπ., σχηματίζοντας έτσι μία σειρά ευθέων τεμνόμενων τμημάτων - τάσεων κατανάλωσης για μία ορισμένη χρονική περίοδο.

Κάθε σημείο τομής αντιπροσωπεύει τη στιγμή επιρροής μίας επέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας στην κατανάλωση και προσδιορίζει το δυναμικό κάθε τέτοιας επέμβασης. Σύμφωνα με τη λογική της μεθόδου CUSUM, μπορούν να γίνουν παρόμοιοι συσχετισμοί της κατανάλωσης ηλεκτρικού και καυσίμων με άλλες παραμέτρους που τις επηρεάζουν σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους.

4.6. Εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας

Στα πλαίσια της διαδικασίας μιας ενεργειακής επιθεώρησης, η εμπειρία της παρελθούσης χρήσης ενός κτιρίου ή μιας βιομηχανικής μονάδας αποτελεί την πιο αξιόπιστη και ακριβή βάση για την πρόβλεψη των μελλοντικών απαιτήσεων του/της. Στη σχετική βιβλιογραφία μπορούν να βρεθούν διάφορες μεθοδολογίες που εφαρμόζονται για την εκτίμηση των ενεργειακών απαιτήσεων. Οι διαδικασίες που ακολουθούνται διαφέρουν σημαντικά ως προς το βαθμό πολυπλοκότητάς τους. Μία προσεγγιστική ταξινόμηση των διαθέσιμων μεθόδων οδηγεί στις παρακάτω κατηγορίες:

- διαδικασίες απλού μέτρου, οι οποίες χρησιμοποιούν μόνο ένα μέτρο, π.χ. τις ετήσιες βαθμοημέρες,
- απλοποιημένες μέθοδοι πολλαπλών μέτρων, οι οποίες είναι περισσότερο ακριβείς αφού σ' αυτές χρησιμοποιούνται περισσότερες πληροφορίες, όπως είναι π.χ. ο αριθμός των ωρών που απαιτούνται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας (αλλιώς: μέθοδος "bin"), και
- λεπτομερείς μέθοδοι προσομοίωσης, με τις οποίες διεξάγονται υπολογισμοί ενεργειακών ισοζυγίων σε ωριαία βάση για μία δεδομένη περίοδο ανάλυσης, η οποία συνήθως είναι ένα έτος.

5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΔΡΑΣΗΣ

5.1. Κριτήρια αξιολόγησης

Φτάνοντας στο στάδιο αυτό της επιθεώρησης, ο ενεργειακός επιθεωρητής έχει ήδη διαμορφώσει ένα προκαταρκτικό κατάλογο Δυνατοτήτων Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΔΕΕ), με βάση τα αποτελέσματα της αυτοψίας, των αναλύσεων και των μετρήσεων. Ο κατάλογος αυτός διαμορφώνεται σύμφωνα με τους στόχους και τα κριτήρια της επιθεώρησης. Οι εξεταζόμενες ΔΕΕ αξιολογούνται ενεργειακά, σύμφωνα με τις διαδικασίες και απαιτήσεις οι οποίες προβλέπονται από τον εκάστοτε «Κανονισμό των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων».

Στη συνέχεια, εξετάζονται τα κριτήρια και οι διαδικασίες για μία συνολική αξιολόγηση και ιεράρχηση των προτεινόμενων επεμβάσεων ή, γενικότερα, των Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΜΕΕ). Τα κριτήρια αξιολόγησης αφορούν τα ενεργειακά, τεχνικά, λειτουργικά, περιβαλλοντικά, οικονομικά και χρηματοδοτικά χαρακτηριστικά των εξεταζόμενων μέτρων. Τα βασικότερα κριτήρια, τα οποία συνήθως αποτελούν και αντικείμενο της επιθεώρησης είναι τα ενεργειακά και τα οικονομικά.

Πέραν των κριτηρίων που περιλαμβάνονται στους όρους της επιθεώρησης, ο επιθεωρητής πρέπει να λαμβάνει υπόψη και τα διάφορα κριτήρια των διαθέσιμων χρηματοδοτικών προγραμμάτων, όπως τυχόν προγράμματα οικονομικής ενίσχυσης, ειδικά προγράμματα παροχής δανείων, τους όρους διάθεσης των επιχειρηματικών κεφαλαίων, κ.λπ. Τα κριτήρια αυτά πρέπει πάντα να συνυπολογίζονται όταν στους όρους της επιθεώρησης περιλαμβάνεται ως δράση και η ανάλυση χρηματοδότησης των προτεινόμενων ΜΕΕ.

5.1.1. Ενεργειακά και περιβαλλοντικά κριτήρια

Τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά κριτήρια που θα πρέπει να εξετάζονται για τα ΜΕΕ που προτείνονται στο τέλος μιας ενεργειακής επιθεώρησης περιλαμβάνουν:

- α) Την ετήσια ποσότητα εξοικονομούμενων καυσίμων (εκφρασμένη σε φυσικές ποσότητες και σε ισοδύναμη θερμότητα).
- β) Την ετήσια ποσότητα εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας (σε kWh).
- γ) Το ετήσιο οικονομικό όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας (ή λόγω των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που ελήφθησαν).
- δ) Την εξομάλυνση της μηνιαίας ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος, εκφραζόμενη ως μείωση του συντελεστή ηλεκτρικού φορτίου. Επίσης, τα ετήσια οικονομικά οφέλη από την εξομάλυνση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα ανωτέρω οικονομικά οφέλη συνδέονται στενά με τα τιμολόγια ενέργειας και τις διακυμάνσεις των σχετικών τιμών. Γι' αυτό όλα τα ενεργειακά κριτήρια θα πρέπει να εκφράζονται τόσο σε ενεργειακές όσο και σε οικονομικές μονάδες. Εξάλλου, τα προγράμματα οικονομικής υποστήριξης των επενδύσεων

εξοικονόμησης ενέργειας συνήθως περιλαμβάνουν τα ακόλουθα πρόσθετα κριτήρια:

- ε) Την ετήσια υποκατάσταση υγρών και δη εισαγόμενων καυσίμων.
- στ) Την ετήσια ιδιοπαραγωγή ενέργειας μέσω συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (CHP) ή από τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).
- ζ) Την ετήσια μείωση των εκπομπών των κυριότερων αέριων και υγρών ρύπων, εκφραζόμενη είτε απολύτως είτε ανηγμένη ανά μονάδα παραγωγής.**

5.1.2. Τεχνικά και λειτουργικά κριτήρια

Όλες οι προτεινόμενες επεμβάσεις ή μέτρα θα πρέπει να στηρίζονται σε τεχνικές ή/και τεχνολογίες οι οποίες χαρακτηρίζονται από τεχνική ωριμότητα και αξιόπιστη λειτουργία (δηλ. να είναι δοκιμασμένες). Τα κυριότερα κριτήρια αξιολόγησης αυτού του είδους περιλαμβάνουν:

- α) Την αξιοπιστία λειτουργίας. Αξιολογείται η ωριμότητα της τεχνολογίας και οι προηγούμενες εφαρμογές της.
- β) Την τεχνολογική στάθμη και ετοιμότητα του δικτύου τεχνικής υποστήριξης σε τοπικό επίπεδο.
- γ) Τη διαθεσιμότητα λειτουργίας σε ετήσια βάση. Αξιολογούνται οι παρεχόμενες εγγυήσεις για τον ελάχιστο αριθμό ωρών λειτουργίας σε ετήσια βάση, καθώς και το πρόγραμμα της συντήρησης και των διακοπών λειτουργίας.**
- δ) Τις δαπάνες λειτουργίας και συντήρησης, συγκριτικά με τις αντίστοιχες δαπάνες πριν την λήψη του μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας.
- ε) Το χρόνο προσαρμογής και πλήρους απόδοσης του μέτρου. Αξιολογούνται επίσης οι απαιτήσεις για εκπαίδευση του προσωπικού.

5.1.3. Οικονομικά και χρηματοδοτικά κριτήρια

Τα οικονομικά κριτήρια αποτελούν τα συνήθη κριτήρια για την οριοθέτηση του έργου της επιθεώρησης και την αξιολόγηση των επιμέρους επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτά περιλαμβάνουν:

- α) Το ύψος των απαιτούμενων κεφαλαίων για την κάλυψη των δαπανών υλοποίησης του μέτρου.
- β) Την οικονομική απόδοση της επένδυσης. Αξιολογείται το ετήσιο όφελος ως προς τη δαπάνη υλοποίησης του μέτρου. Το ετήσιο όφελος περιλαμβάνει όχι μόνο τα καθαρά οφέλη από τη μειωμένη χρήση ενέργειας, αλλά και τα οφέλη (ή την επιβάρυνση) από τις ενδεχόμενες μεταβολές των δαπανών λειτουργίας και συντήρησης. Πολλές φορές, επίσης, περιλαμβάνει και τα οφέλη από την μείωση των εκπομπών ρύπων, εφόσον οι εκπομπές αυτές συμβάλλουν άμεσα ή έμμεσα στη διαμόρφωση των λειτουργικών εξόδων.
- γ) Το ύψος της χρηματοδότησης από τρίτους. Αξιολογείται η δυνατότητα τυχόν χρηματικής υποστήριξης η οποία είναι δυνατόν να διατίθεται από αντίστοιχα

εθνικά ή/και κλαδικά προγράμματα. Επίσης, αξιολογείται η δυνατότητα συνεισφοράς άλλου επιχειρηματικού κεφαλαίου στη χρηματοδότηση του μέτρου (χρηματοδότησης από τρίτους).

5.2. Στοιχεία οικονομικής αξιολόγησης επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας

5.2.1. Αναγκαιότητα της οικονομικής αξιολόγησης

Η ενεργειακή επιθεώρηση στα εμπορικά και βιομηχανικά κτίρια προσανατολίζεται σε ένα μεγάλο φάσμα εργασιών και απαιτεί εξειδίκευση σε αρκετά πεδία, ώστε να καθοριστούν τα βέλτιστα έργα εξοικονόμησης που είναι κατάλληλα για την εκάστοτε εγκατάσταση. Από την άλλη, στις περισσότερες εφαρμογές απαιτούνται αρχικές επενδύσεις για την υλοποίηση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτά τα αρχικά κόστη πρέπει, γενικά, να δικαιολογηθούν μέσω της μείωσης των λειτουργικών εξόδων (που οφείλονται σε μείωση του κόστους της ενέργειας).

Έτσι, οι περισσότερες βελτιώσεις στην αποδοτικότητα των ενεργειακών συστημάτων έχουν μια καθυστερημένη απόδοση, δηλαδή τα έξοδα γίνονται στην αρχή της επέμβασης, ενώ τα οφέλη προκύπτουν αργότερα. Για να είναι ένα έργο ενεργειακής επέμβασης οικονομικά αξιόλογο, η απαιτούμενη αρχική του επένδυση πρέπει να είναι χαμηλότερα από το άθροισμα των ποσών εξοικονόμησης που προκύπτουν από τη μείωση των λειτουργικών εξόδων κατά τη διάρκεια ζωής του έργου. Εξάλλου, η διάρκεια ζωής μιας επέμβασης σ' ένα ενεργειακό σύστημα συνήθως εκτείνεται σε αρκετά έτη.

Επομένως, είναι σημαντικό να συγκρίνονται με σωστό τρόπο τα έξοδα και τα οφέλη των διαφόρων χρηματικών ποσών κατά τη διάρκεια της ζωής του έργου, αφού ένα ορισμένο ποσόν χρημάτων στην αρχή του έτους έχει μικρότερη αξία στο τέλος του ίδιου έτους και ακόμα μικρότερη αγοραστική δύναμη μετά το πέρας δύο ετών. Για την εκτίμηση της οικονομικής απόδοσης των έργων ενεργειακών επεμβάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν αρκετά εργαλεία αξιολόγησης. Η βασική αρχή όλων αυτών των εργαλείων πρέπει να στηρίζεται στη σύγκριση μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων και των καθαρών προσόδων καθ' όλη την διάρκεια του έργου.

Στη συνέχεια, περιγράφονται οι βασικές αρχές των οικονομικών του μηχανικού. Κατ' αρχήν, ορίζονται μερικές συνήθεις οικονομικές παράμετροι και, στη συνέχεια, δίνεται μια σύντομη περιγραφή των συνηθέστερων μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των έργων εξοικονόμησης ενέργειας. Αναφέρονται, επίσης, τα συγκριτικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά τους, αλλά και οι πιθανοί κίνδυνοι να οδηγήσουν σε εσφαλμένα συμπεράσματα. Τέλος, παρέχεται μια γενική-συστηματική προσέγγιση για την εκτέλεση της οικονομικής αξιολόγησης των διαφόρων εναλλακτικών επιλογών των έργων εξοικονόμησης ενέργειας.

5.2.2. Βασικές χρηματοοικονομικές έννοιες

Υπάρχουν αρκετές οικονομικές παράμετροι που επηρεάζουν την απόφαση ανάμεσα στις διάφορες επενδυτικές επιλογές. Για να είναι αξιόπιστη η οικονομική ανάλυση των ενεργειακών επεμβάσεων, είναι σημαντικό ο ενεργειακός επιθεωρητής αφενός να είναι εξοικειωμένος με τις σημαντικότερες οικονομικές παραμέτρους, αφετέρου να είναι γνώστης των βασικών οικονομικών εννοιών. Οι παράμετροι και οι έννοιες που επηρεάζουν σημαντικά τη λήψη οικονομικών αποφάσεων περιλαμβάνουν:

- ♦ Τη χρονική αξία των χρημάτων και τα επιτόκια, περιλαμβανομένων των απλών και των μικτών τόκων.

- ♦ Τον πληθωρισμό και τα σύνθετα επιτόκια.
- ♦ Τους φόρους που περιλαμβάνονται στις πωλήσεις, καθώς και τους τοπικούς και κρατικούς.
- ♦ Τον ρυθμό απόσβεσης και την υπολειμματική αξία.

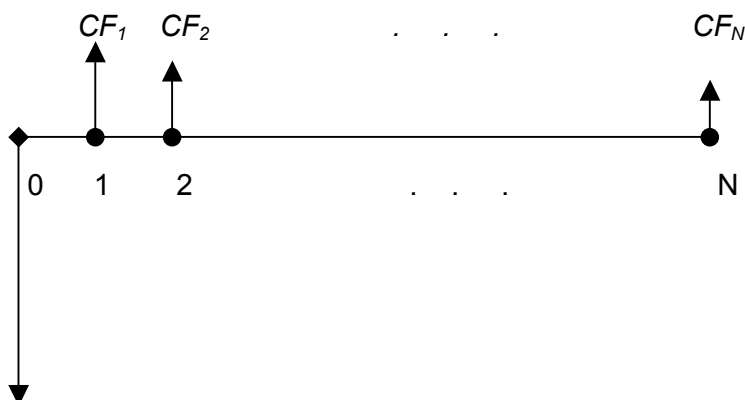
Όταν γίνεται δανεισμός χρημάτων για να καλυφθεί ένα μέρος του αρχικού κόστους της επένδυσης ενός έργου, χρεώνεται κάποιο ποσό για τη χρήση των δανειζομένων χρημάτων. Το ποσό αυτό ονομάζεται *τόκος* (I) ενώ το δανειζόμενο ποσό ονομάζεται *κεφάλαιο* (P). Το ποσό της χρέωσης εξαρτάται από το κεφάλαιο και το εύρος του χρόνου κατά τον οποίο γίνεται ο δανεισμός των χρημάτων. Η χρέωση του τόκου εκφράζεται συνήθως ως ποσοστό του συνολικού ποσού δανεισμού, το οποίο είναι το *επιτόκιο*.

Για τον υπολογισμό των συνολικών χρεώσεων τόκων κατά τη διάρκεια ζωής του έργου (N), αυτή χωρίζεται σε μικρότερες περιόδους (ενός έτους, τριών μηνών, κ.λπ.), τις λεγόμενες περιόδους τοκισμού. Οι τόκοι χρεώνονται στο τέλος κάθε περιόδου και επιτρέπεται η συσσώρευση από τη μια περίοδο χρέωσης τόκων στην επόμενη. Για την οικονομική ανάλυση των έργων χρήσης της ενέργειας ή/και εξοικονόμησής της, το επιτόκιο συνήθως θεωρείται σταθερό κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Έτσι, όταν η οικονομική ανάλυση αφορά έργα ενεργειακής υφής, συνηθίζεται η χρησιμοποίηση μέσων επιτοκίων.

5.2.3. Χρηματοροές

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη τα έσοδα και τα έξοδα που οφείλονται στην εφαρμογή ενός μέτρου εξοικονόμησης ενέργειας (όπως είναι η εγκατάσταση ενός νέου λέβητα), για κάθε περίοδο της συνολικής διάρκειας ζωής του έργου. Η διαφορά ανάμεσα στα έσοδα (εισροές) και τα έξοδα (εκροές) για μια δεδομένη περίοδο ονομάζεται χρηματοροή. Κατά τη διάρκεια ζωής ενός έργου, πρέπει να γίνεται η ακριβής εκτίμηση όλων των χρηματοροών που συνδέονται με αυτό.

Έτσι, οι χρηματοροές είναι θετικές όταν αντιπροσωπεύουν εισροές και αρνητικές για τις εκροές. Πρέπει να σημειωθεί ότι, οι χρηματοροές δεν μπορούν απλά να προστίθενται, διότι η αξία του χρήματος μεταβάλλεται από τη μια περίοδο στην επόμενη. Στη συνέχεια, ορίζονται διάφοροι παράγοντες που σχετίζονται με τις χρηματοροές που πραγματοποιούνται σε διάφορες χρονικές στιγμές. Εξάλλου, για την πληρέστερη αναπαράσταση της εξέλιξης των χρηματοροών με τον χρόνο καταstrώνεται ένα διάγραμμα, όπως αυτό που φαίνεται στο σχήμα 5.1.



CF

Σχήμα 5.1. Διάγραμμα συνήθους χρηματορροής

5.2.4. Τοκοχρεολυτικές παράμετροι

Είναι σύνηθες να χρησιμοποιείται στις αναλύσεις που αφορούν ενεργειακά έργα ένα ονομαστικό προεξοφλητικό επιτόκιο (d), στο οποίο περιλαμβάνονται οι επιδράσεις του πληθωρισμού και της φορολογίας, που πρέπει πάντοτε να λαμβάνονται υπόψη. Γίνεται η υπόθεση ότι για να πραγματοποιηθεί το έργο καταβάλλεται μια αρχική πληρωμή με δανεισμό ενός ποσού χρημάτων (P). Εάν αυτό το ποσό των χρημάτων έχει επιτόκιο (d), τότε η αξία της πληρωμής F μετά από N έτη δίνεται από τη σχέση:

$$F = (1 + d)^N P$$

Ο λόγος F/P συχνά ονομάζεται σύνθετος παράγοντας απλής πληρωμής ($SPCA$), είναι συνάρτηση των d και N και ορίζεται ως εξής:

$$SPCA(d, N) = F/P = (1 + d)^N \quad (5.1)$$

Με αναγωγή στο διάγραμμα χρηματορροής του σχήματος 5.1, η απλή πληρωμή αντιπροσωπεύει την περίπτωση όπου $CF_0 = P$, $CF_1 = \dots = CF_{N-1} = 0$, και $CF_N = F$.

Ο αντίστροφος λόγος P/F επιτρέπει τον καθορισμό της τιμής της χρηματορροής P που χρειάζεται για να εξοφληθεί ένα δεδομένο ποσό χρημάτων F μετά από N έτη. Ο λόγος αυτός ονομάζεται παράγοντας παρούσας αξίας απλής πληρωμής ($SPPW$) και υπολογίζεται ως:

$$SPPW(d, N) = P/F = (1 + d)^{-N} \quad (5.2)$$

Έστω, λοιπόν, ότι η αρχική επένδυση αντιπροσωπεύει ένα ποσό χρημάτων P και ότι τα έσοδα κάθε έτους, που αντιπροσωπεύουν την εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της επέμβασης, αντιστοιχούν σε ένα ποσό A . Αυτό το ποσό, για λόγους απλότητας, θεωρείται ότι είναι το ίδιο για όλα τα έτη της ζωής του έργου. Έτσι, οι χρηματορροές – σύμφωνα με το διάγραμμα 3.1 – είναι $CF_0 = P$, $CF_1 = \dots = CF_N = A$. Για να συσχετισθούν τα P και A παρατηρείται ότι, για οποιοδήποτε έτος k , η παρούσα αξία P_k μιας εισροής A μπορεί να προσδιοριστεί, χρησιμοποιώντας την εξίσωση (5.2), ως εξής:

$$P_k = A (1 + d)^{-k}$$

Αθροίζοντας την παρούσα αξία όλων των ετήσιων εισροών A , το αποτέλεσμα θα πρέπει να εξισωθεί με το αρχικό κεφάλαιο P . Με κατάλληλη αναδιάταξη των όρων, προκύπτει μια γεωμετρική σειρά που μπορεί να υπολογιστεί αναλυτικά. Ο λόγος A/P

ονομάζεται συντελεστής επανάκτησης κεφαλαίου ομοιογενούς σειράς (*USCR*), είναι συνάρτηση των d και N και υπολογίζεται ως:

$$USCR(d, N) = A / P = \frac{d(1+d)^N}{(1+d)^N - 1} = \frac{d}{1 - (1+d)^{-N}} \quad (5.3)$$

Τέλος, ο συντελεστής παρούσας αξίας ομοιογενούς σειράς (*USPW*) επιτρέπει τον υπολογισμό της τιμής του P όταν είναι γνωστή η τιμή του A , δηλαδή είναι ο λόγος P/A και μπορεί να εκφραστεί ως ακολούθως:

$$USPW(d, N) = P / A = \frac{(1+d)^N - 1}{d(1+d)^N} = \frac{1 - (1+d)^{-N}}{d} \quad (5.4)$$

Οι τιμές των παραπάνω σύνθετων χρηματοοικονομικών συντελεστών για $d=5\%$ και $N=10$ έτη συνοψίζονται παρακάτω:

Σύνθετος συντελεστής	Χρησιμοποιούμενη εξίσωση	Τιμή
<i>SPCA</i>	(5.1)	1.629
<i>SPPW</i>	(5.2)	0.613
<i>USCR</i>	(5.3)	0.129
<i>USPW</i>	(5.4)	7.740

5.3. Μέθοδοι οικονομικής αξιολόγησης για τη σύγκριση εναλλακτικών λύσεων

5.3.1. Καθαρή παρούσα αξία

Η βασική αρχή αυτής της μεθόδου είναι η εκτίμηση της παρούσας αξίας των χρηματορροών που πραγματοποιούνται κατά την διάρκεια ζωής του έργου. Αναφερόμενοι στο διάγραμμα χρηματορροής του σχήματος 5.1, το άθροισμα όλων των χρηματορροών που έχουν αναχθεί σε παρούσα αξία μπορεί να καθοριστεί με τη βοήθεια του συντελεστή παρούσας αξίας απλής πληρωμής (*SPPW*), ως εξής:

$$NPW = -CF_0 + \sum_{k=1}^N CF_k * SPPW(d, k) \quad (5.5)$$

Σημειώνεται ότι η αρχική χρηματορροή είναι αρνητική (κόστος κεφαλαίου για την επένδυση), ενώ οι χρηματορροές στα επόμενα έτη είναι γενικά θετικές (πρόσοδοι). Στην ιδιαίτερη περίπτωση ενός έργου με σταθερή ετήσια πρόσοδο $CF_k=A$, λόγω της εξοικονόμησης στα λειτουργικά έξοδα για την ενέργεια, η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει ως:

$$NPW = -CF_0 + A * USPW(d, N) \quad (5.6)$$

Για να είναι το έργο οικονομικά βιώσιμο, η καθαρή παρούσα αξία πρέπει να είναι θετική ή, στη χειρότερη περίπτωση, μηδέν ($NPW \geq 0$). Προφανώς, όσο μεγαλύτερη είναι η NPW , τόσο οικονομικά αποδοτικότερο θα είναι το έργο. Συχνά, η μέθοδος καθαρής

παρούσας αξίας ονομάζεται μέθοδος καθαρής εξοικονόμησης, διότι οι πρόσδοι προέρχονται συνήθως από την εξοικονόμηση λειτουργικών εξόδων λόγω της πραγματοποίησης του έργου.

5.3.2. Ρυθμός επιστροφής

Σε αυτή τη μέθοδο, το πρώτο βήμα είναι ο καθορισμός μιας συγκεκριμένης τιμής ενός προεξοφλητικού επιτοκίου (d'), το οποίο μειώνει την καθαρή παρούσα αξία μέχρι μηδενισμού της. Αυτό το συγκεκριμένο προεξοφλητικό επιτόκιο ονομάζεται ρυθμός επιστροφής (ROR). Ανάλογα με την περίπτωση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση της NPW που δίνεται από την εξίσωση (5.5) ή την (5.6). Έτσι, στη γενική περίπτωση της εξίσωσης (5.5), ο ρυθμός επιστροφής (d') είναι η λύση της ακόλουθης εξίσωσης:

$$-CF_0 + \sum_{k=1}^N CF_k * SPPW(d', k) = 0 \quad (5.7)$$

Για να λυθεί με ακρίβεια η εξίσωση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε αριθμητική μέθοδος (π.χ. η επαναληπτική μέθοδος Newton-Raphson). Πάντως, μια προσεγγιστική τιμή της παραμέτρου d' μπορεί να βρεθεί με τη μέθοδο των δοκιμών. Αυτή η προσεγγιστική τιμή μπορεί να καθοριστεί από την εύρεση δύο τιμών d' για τις οποίες η NPW είναι ελαφρά αρνητική και ελαφρά θετική, και στη συνέχεια να γίνει γραμμική παρεμβολή ανάμεσα σ' αυτές.

Πρέπει, εξάλλου, να σημειωθεί ότι μπορεί να μην υπάρχει λύση για την ROR . Εφόσον βρεθεί ο ρυθμός επιστροφής μιας δεδομένης εναλλακτικής επιλογής για ένα έργο, συγκρίνεται το πραγματικό προεξοφλητικό επιτόκιο της αγοράς με τον ελάχιστο αποδεκτό δείκτη απόδοσης με την προκύπτουσα τιμή του ROR . Εάν η τιμή του ROR είναι μεγαλύτερη ($d' > d$), τότε το έργο είναι οικονομικά αποδοτικό.

5.3.3. Λόγος οφέλους-κόστους

Η μέθοδος του λόγου οφέλους-κόστους (BCR) ονομάζεται, αλλιώς, και λόγος της εξοικονόμησης προς την απαιτούμενη επένδυση και παρέχει ένα μέτρο του καθαρού οφέλους (ή εξοικονόμησης) από το έργο σε σχέση με το καθαρό του κόστος. Οι καθαρές αξίες για τα οφέλη (B_k) και τα κόστη (C_k) υπολογίζονται σε σχέση με μια περίπτωση αναφοράς. Συνήθως, με αυτή την μέθοδο, υπολογίζεται η παρούσα αξία όλων των χρηματοροών. Ο λόγος οφέλους-κόστους υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$BCR = \frac{\sum_{k=0}^N B_k * SPPW(d, k)}{\sum_{k=0}^N C_k * SPPW(d, k)} \quad (5.8)$$

Η εναλλακτική επιλογή του έργου θεωρείται οικονομικά βιώσιμη, σε σχέση με την περίπτωση αναφοράς, όταν ο λόγος οφέλους-κόστους είναι μεγαλύτερος από την μονάδα ($BCR > 1.0$).

5.3.4. Περίοδος αποπληρωμής

Με αυτή τη μέθοδο εκτίμησης, προσδιορίζεται η περίοδος Y (συνήθως εκφράζεται σε έτη) που απαιτείται για την επανάκτηση της αρχικής επένδυσης. Αναγόμενοι στο διάγραμμα χρηματορροής του σχήματος 5.1, η τιμή του Y είναι η λύση της ακόλουθης εξίσωσης:

$$CF_0 = \sum_{k=1}^Y CF_k * SPPW(d, k) \quad (5.9)$$

Εάν η περίοδος αποπληρωμής είναι μικρότερη από τη διάρκεια ζωής του έργου N ($Y < N$), τότε το έργο είναι οικονομικά βιώσιμο. Η τιμή του Y που υπολογίζεται από την εξίσωση (5.9) ονομάζεται, συνήθως, έντοκη περίοδος αποπληρωμής (DPB), διότι περιλαμβάνει και την αξία του χρήματος.

Εντούτοις, στην πλειοψηφία των εφαρμογών εν γένει παραβλέπεται η χρονική αξία του χρήματος. Τότε, η περίοδος Y είναι η απλή περίοδος αποπληρωμής (SPB) και αποτελεί λύση της ακόλουθης εξίσωσης:

$$CF_0 = \sum_{k=1}^Y CF_k \quad (5.10)$$

Στην περίπτωση που η καθαρή ετήσια εξοικονόμηση είναι σταθερή ($CF_k = A$), η απλή περίοδος αποπληρωμής μπορεί να υπολογιστεί εύκολα ως ο λόγος της αρχικής επένδυσης προς την καθαρή ετήσια εξοικονόμηση:

$$Y = \frac{CF_0}{A} \quad (5.11)$$

Οι τιμές της απλής περιόδου αποπληρωμής (SPB) είναι μικρότερες από αυτές της έντοκης περιόδου αποπληρωμής (DPB), αφού τα καθαρά (χωρίς αποσβέσεις) κέρδη είναι μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα έντοκα. Επομένως, οι αποδεκτές τιμές της απλής περιόδου αποπληρωμής είναι, συνήθως, σημαντικά βραχύτερες από τη διάρκεια ζωής του έργου.

5.3.5. Σύνοψη των μεθόδων εκτίμησης

Στον πίνακα 5.1 συνοψίζονται τα βασικά χαρακτηριστικά των μεθόδων οικονομικής ανάλυσης που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των εναλλακτικών επιλογών ενός έργου εξοικονόμησης ενέργειας.

Πίνακας 5.1. Σύνοψη των βασικών κριτηρίων για τις διάφορες μεθόδους οικονομικής ανάλυσης για έργα εξοικονόμησης ενέργειας

ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ	ΕΞΙΣΩΣΗ	ΚΡΙΤΗΡΙΟ
Καθαρή παρούσα αξία (NPW)	$NPW = -CF_0 + \sum_{k=1}^N CF_k * SPPW(d, k)$	$NPW > 0$

Ρυθμός Επιστροφής (ROR)	$-CF_0 + \sum_{k=1}^N CF_k * SPPW(d', k) = 0$	$d' > d$
Λόγος οφέλους-κόστους (BCR)	$BCR = \frac{\sum_{k=0}^N B_k * SPPW(d, k)}{\sum_{k=0}^N C_k * SPPW(d, k)}$	$BCR > 1$
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (DPB)	$CF_0 = \sum_{k=1}^Y CF_k * SPPW(d, k)$	$Y < N$
Απλή περίοδος αποπληρωμής (SPB)	$Y = \frac{CF_0}{A}$	$Y << N$

Πρέπει να σημειωθεί ότι, οι μέθοδοι οικονομικής αξιολόγησης που περιγράφονται ανωτέρω δίνουν ένα μέτρο της οικονομικής απόδοσης μιας μοναδικής εναλλακτικής επιλογής του έργου εξοικονόμησης. Πάντως, αυτές οι μέθοδοι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ή να αποτελέσουν βάση για τη σύγκριση και ταξινόμηση διάφορων εναλλακτικών επιλογών ενός έργου εξοικονόμησης. Μόνον η μέθοδος ανάλυσης του κύκλου ζωής (LCC) είναι κατάλληλη για μια τέτοια διαδικασία.

Παράδειγμα: Ο ιδιοκτήτης ενός κτιρίου, μετά τη διαπίστωση ότι ο παλαιός λέβητας που είναι εγκατεστημένος στο κτίριο έχει απόδοση μόνον 60%, ενώ ένας νέος λέβητας θα είχε απόδοση της τάξης του 85%, αποφάσισε να επενδύσει \$10.000 για την αγορά νέου λέβητα. Ο παλαιός λέβητας καταναλώνει 5,000 γαλόνια καυσίμου ανά έτος, με κόστος \$1.20 ανά γαλόνι. Για τον λέβητα (ανεξαρτήτως της ηλικίας του) απαιτείται μια ετήσια δαπάνη συντήρησης της τάξης των \$150. Είναι οικονομικά αποδοτική αυτή η επένδυση, όταν η διάρκεια ζωής του λέβητα είναι 10 έτη και το προεξοφλητικό επιτόκιο 5%; Η εκτέλεση της οικονομικής ανάλυσης θα γίνει και με τις πέντε μεθόδους αξιολόγησης που περιγράφονται στον πίνακα 5.1.

Λύση: Η περίπτωση αναφοράς της οικονομικής ανάλυσης του παραδείγματος είναι η περίπτωση όπου ο λέβητας δεν θα αντικατασταθεί. Επιπλέον, η αξία εκποίησης του λέβητα θεωρείται ασήμαντη μετά από 10 έτη λειτουργίας. Επομένως, η μόνη ετήσια χρηματοροή (A) μετά την αρχική επένδυση σε ένα νέο λέβητα είναι η καθαρή εξοικονόμηση λόγω της μεγαλύτερης απόδοσης του λέβητα, η οποία είναι:

$$A = FuelUse_{before} * \left(1 - \frac{\eta_{before}}{\eta_{after}} \right) * \cos t / gallon$$

Έτσι: $A = 5,000 * (1 - 0.60/0.85) * \$1.20 = \$1,765$

Η οικονομική αποδοτικότητα της αντικατάστασης του λέβητα υπολογίζεται ως εξής:

- (1) Καθαρή παρούσα αξία. Γι' αυτή την μέθοδο: $CF_0 = \$10,000$ και $CF_1 = \dots = CF_{10} = A$. Χρησιμοποιώντας την εξίσωση (5.6) με $USPW = 7.74$ (βλέπε παράγραφο 5.2.4) προκύπτει ότι:

$NPW = \$3,682$

Έτσι, η επένδυση για αγορά του νέου λέβητα προκύπτει ότι είναι οικονομικά αποδοτική.

- (2) Βαθμός απόδοσης. Σ' αυτή τη μέθοδο, επίσης, είναι: $CF_0 = \$10,000$ και $CF_1 = \dots = CF_{10} = A$, ενώ η $SPPW (d', k)$ δίνεται από την εξίσωση (5.2). Με τη βοήθεια των δοκιμών, μπορεί να αποδειχθεί ότι η λύση για το d' είναι:

$$d' = 12.5\%$$

Επειδή: $d' > d = 5\%$, η επένδυση αντικατάστασης του λέβητα είναι οικονομικά αποδοτική.

- (3) Λόγος οφέλους-κόστους. Σ' αυτήν την περίπτωση θα είναι: $B_0 = 0$ και $B_1 = \dots = B_{10} = A$, ενώ $C_0 = \$10,000$ και $C_1 = \dots = C_{10} = 0$. Σημειώνεται ότι, εφόσον το κόστος συντήρησης ισχύει και για τον παλιό και για το νέο λέβητα, δεν περιλαμβάνεται στη μέθοδο αξιολόγησης (υπολογίζονται μόνον τα οφέλη και τα κόστη σε σχέση με την περίπτωση αναφοράς). Εφαρμόζοντας την εξίσωση (5.8) προκύπτει ότι:

$$BCR = 1.368$$

Επομένως, αφού ο λόγος οφέλους-κόστους είναι μεγαλύτερος της μονάδας ($BCR > 1$) και το έργο της αγοράς νέου λέβητα θα είναι οικονομικά βιώσιμο.

- (4) Σύνθετη περίοδος αποπληρωμής. Γι' αυτή την μέθοδο θα είναι: $CF_0 = \$10,000$ και $CF_1 = \dots = CF_{10} = A$. Η εξίσωση (5.9) μπορεί να λυθεί ως προς Y δίνοντας:

$$Y = 6.9 \text{ έτη}$$

Έτσι, η σύνθετη περίοδος αποπληρωμής προκύπτει μικρότερη από τη διάρκεια ζωής του έργου ($Y < N = 10$ έτη) και, επομένως, η αντικατάσταση του λέβητα είναι οικονομικά αποδοτική.

- (5) Απλή περίοδος αποπληρωμής. Σε αυτήν τη μέθοδο, όπως και πριν, ισχύει ότι: $CF_0 = \$10,000$ και $A = \$1,765$. Εφαρμόζοντας την εξίσωση (5.10), το Y μπορεί να υπολογιστεί εύκολα, ως εξής:

$$Y = 5.7 \text{ έτη}$$

Συνεπώς, με τη χρήση της μεθόδου απλής περιόδου αποπληρωμής, φαίνεται ότι η επέμβαση στο λέβητα μπορεί να είναι οικονομικά αποδοτική.

5.3.6. Μέθοδος κόστους στον κύκλο ζωής

Η μέθοδος του κόστους στον κύκλο ζωής (LCC) είναι η ευρύτερα αποδεκτή μέθοδος για την εκτίμηση του οικονομικού οφέλους των έργων εξοικονόμησης ενέργειας κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους. Η μέθοδος αυτή, συνήθως, χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση δύο τουλάχιστον εναλλακτικών επιλογών για ένα δεδομένο έργο (π.χ., στην αξιολόγηση δύο εναλλακτικών επιλογών για την εγκατάσταση ενός νέου συστήματος

HVAC: ενός συστήματος τύπου VAV ή μίας αντλίας θερμότητας για τον κλιματισμό του κτιρίου). Με βάση την οικονομική ανάλυση, μόνο μια εναλλακτική επιλογή θα εγκριθεί τελικά για υλοποίηση.

Η βασική διαδικασία υπολογισμού της μεθόδου LCC είναι σχετικά απλή, αφού μ' αυτήν επιχειρείται ο καθορισμός της οικονομικής αποδοτικότητας των διάφορων εναλλακτικών λύσεων. Για κάθε εναλλακτική επιλογή, συμπεριλαμβανομένης και της περίπτωσης αναφοράς, το συνολικό κόστος υπολογίζεται για όλη τη διάρκεια ζωής του έργου. Το κόστος συνήθως καθορίζεται με τη χρήση μιας από τις ακόλουθες δύο προσεγγίσεις: την παρούσα αξία ή το μεταβλητό ετήσιο κόστος.

Με αναγωγή στο διάγραμμα χρηματορροής του σχήματος 5.1, μπορεί να υπολογιστεί η τιμή του LCC για κάθε εναλλακτική επιλογή, αφού αναγραφούν όλα τα κόστη (συμπεριλαμβανομένων αυτών για την αναζήτηση, εγκατάσταση, συντήρηση και την λειτουργία των συστημάτων που σχετίζονται με την επιθυμητή από το έργο εξοικονόμηση ενέργειας) με τους ακόλουθους δύο τρόπους:

- (1) Για μία μοναδική τιμή της παρούσας αξίας. Αυτή η μοναδική τιμή μπορεί να υπολογιστεί ως ακολούθως:

$$LCC = \sum_{k=0}^N CF_k * SPPW(d, k) \quad (5.12)$$

Αυτή είναι η συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη προσέγγιση για τον υπολογισμό του LCC στα έργα εξοικονόμησης ενέργειας.

- (2) Για πολλαπλά κόστη ανά έτος, καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του έργου:

$$LCC_a = USCR(d, N) * \left[\sum_{k=1}^N CF_k * SPPW(d, K) \right] \quad (5.13)$$

Σημειωτέον ότι δύο προσεγγίσεις για τον υπολογισμό των τιμών του LCC είναι ισοδύναμες. Εν τέλει, συνήθως επιλέγεται η εναλλακτική λύση με την χαμηλότερη τιμή του LCC.

Παράδειγμα: Στην πραγματικότητα, ο ιδιοκτήτης του προηγούμενου παραδείγματος έχει τρεις επιλογές επένδυσης των χρημάτων του, τις εξής:

- A) Αντικατάσταση μόνον του καυστήρα του παλαιού λέβητα. Αυτή η επέμβαση μπορεί να αυξήσει την απόδοση του συστήματος λέβητα-καυστήρα στο 66%. Το κόστος αντικατάστασης του καυστήρα είναι \$2.000.
- B) Αντικατάσταση ολόκληρου του λέβητα (συμπεριλαμβανομένου του καυστήρα) με ένα αποδοτικότερο σύστημα. Το παλαιό σύστημα λέβητα-καυστήρα έχει απόδοση μόνον 60%, ενώ το νέο σύστημα έχει απόδοση 85%. Το κόστος αντικατάστασης είναι \$10.000.

Γ) Να μην γίνει καμία ενέργεια, δηλαδή να μην αντικατασταθεί ούτε ο λέβητας ούτε ο καυστήρας.

Υποτίθεται ότι η διάρκεια ζωής του έργου αυτού είναι 10 έτη και το προεξοφλητικό επιτόκιο είναι 5%. Ο παλαιός λέβητας καταναλώνει 5,000 γαλόνια καυσίμου ανά έτος, με κόστος \$1.20 ανά γαλόνι. Εξάλλου, απαιτείται ένα ετήσιο κόστος συντήρησης της τάξης των \$150 για τον λέβητα (ανεξαρτήτως ηλικίας). Στη συνέχεια, εφαρμόζεται η μέθοδος του κόστους στον κύκλο ζωής για τον προσδιορισμό της βέλτιστης επιλογής για τον ιδιοκτήτη.

Λύση: Υπολογίζεται για τις τρεις ανωτέρω επιλογές το συνολικό κόστος λειτουργίας του συστήματος λέβητα-καυστήρα, θεωρώντας αμελητέα την αξία εκποίησης του λέβητα ή του καυστήρα. Έτσι, οι μόνες ετήσιες χρηματοροές (Α), σε συνέχεια της αρχικής επένδυσης για το νέο λέβητα ή/και καυστήρα, είναι το κόστος συντήρησης και η καθαρή εξοικονόμηση λόγω της υψηλότερης απόδοσης του συστήματος (υπολογίζεται όπως στο προηγούμενο παράδειγμα). Για την παρουσίαση των υπολογισμών της ανάλυσης LCC, προτείνεται η παρακάτω μορφή:

Στοιχείο κόστους	Επιλογή Α	Επιλογή Β	Επιλογή Γ
Αρχική επένδυση			
(α) Κόστος αντικατάστασης (\$)	2,000	10,000	0
Ετήσια λειτουργικά κόστη:			
(β) Καύσιμα ποσότητα (γαλόνια)	4,545	3,530	5,000
(γ) Κόστος καυσίμων (\$) [\$1.2*(β)]	5,454	4,236	6,000
(δ) Κόστος συντήρησης (\$)	150	150	150
(ε) Σύνολο λειτουργικών (\$) [(γ)+(δ)]	5,604	4,386	6,150
USPW [για: $d=5\%$, $N=10$, Εξ. (5.4)]	7.74	7.74	7.74
Παρούσα αξία (\$) [(α)+USPW*(ε)]	45,375	43,948	47,601

Επομένως, το κόστος κύκλου ζωής για τη επιλογή Β είναι το χαμηλότερο. Έτσι, συνιστάται για τον ιδιοκτήτη του κτιρίου να αντικαταστήσει ολόκληρο το σύστημα λέβητα/καυστήρα. Διαφορετικό, όμως, συμπέρασμα εξάγεται εάν χρησιμοποιηθεί η ανάλυση της απλής περιόδου αποπληρωμής. Πράγματι, η περίοδος αποπληρωμής για την επιλογή Α – σε σχέση με τη βασική περίπτωση Γ – είναι $SPB(A) = \$2,000 / \$546 = 3.66$ έτη, ενώ για την επιλογή Β, $SPB(B) = \$10,000 / \$1,765 = 5.66$ έτη.

Σημείωση: Εάν το προεξοφλητικό επιτόκιο ήταν $d=10\%$ (ασυνήθιστα υψηλό, για τις περισσότερες αγορές), η USPW θα ήταν ίση με $USPW=6.145$ και το κόστος κύκλου ζωής για κάθε επιλογή θα προέκυπτε ως:

$$LCC(A) = \$36,437$$

$$LCC(B) = \$36,952$$

$$LCC(\Gamma) = \$37,792$$

Επομένως, στην περίπτωση αυτή, η επιλογή Α θα γινόταν περισσότερο οικονομικά αποδοτική και θα ήταν η συνιστώμενη επιλογή για τον ιδιοκτήτη του κτιρίου.

5.4. Γενική διαδικασία μιας οικονομικής αξιολόγησης

Είναι σημαντικό να έχει πάντοτε υπόψη του ο ενεργειακός επιθεωρητής ότι οι συμβουλές για έργα εξοικονόμησης ενέργειας που ακολουθούν μια ενεργειακή επιθεώρηση πρέπει να βασίζονται σε αξιόπιστη οικονομική ανάλυση. Ειδικότερα, ο επιθεωρητής πρέπει να θέτει αρκετά ερωτήματα, πριν καταλήξει στις τελικές του συμβουλές, όπως:

- 1) Η εξοικονόμηση από το έργο θα υπερβεί το κόστος του και πότε;
- 2) Ποια σχεδιαστική λύση θα είναι η περισσότερο οικονομικά-αποδοτική;
- 3) Ποιο μέγεθος έργου θα ελαχιστοποιήσει το συνολικό κόστος για τη μονάδα;
- 4) Ποιος συνδυασμός αλληλοσχετιζόμενων έργων θα μεγιστοποιήσει την καθαρή εξοικονόμηση ενέργειας;
- 5) Ποια προτεραιότητα πρέπει να δοθεί στα έργα, εάν ο ιδιοκτήτης έχει μειωμένες επενδυτικές δυνατότητες;

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η βέλτιστη μέθοδος αποτίμησης είναι η μέθοδος *LCC*. Πριν την εφαρμογή της, όμως, απαιτούνται αρκετά στοιχεία για την πραγματοποίηση μιας σωστής και με νόημα οικονομικής ανάλυσης. Για την υποβοήθηση του ενεργειακού επιθεωρητή στη συλλογή των απαιτούμενων πληροφοριών και στην εφαρμογή της μεθόδου *LCC*, προτείνεται να ακολουθείται η παρακάτω συστηματική προσέγγιση για οποιαδήποτε οικονομική ανάλυση:

- 1) Ορισμός του προβλήματος που το προτεινόμενο έργο αναβάθμισης προτίθεται να αντιμετωπίσει και δήλωση του κύριου στόχου του έργου. [Για παράδειγμα, ένα κτίριο έχει έναν παλαιό λέβητα που δεν παρέχει αρκετό ατμό για να θερμάνει όλο το κτίριο. Το έργο είναι η αντικατάσταση του λέβητα και ο κύριος στόχος του είναι η θέρμανση όλων των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου].
- 2) Προσδιορισμός των περιορισμών που σχετίζονται με την πραγματοποίηση του έργου. Αυτοί οι περιορισμοί μπορεί να ποικίλουν στη φύση τους και, μεταξύ των άλλων, περιλαμβάνουν οικονομικούς περιορισμούς ή απαιτήσεις χώρου. [Για παράδειγμα, ο νέος λέβητας δεν μπορεί να τροφοδοτείται με αέριο εφόσον δεν υπάρχει παροχή φυσικού αερίου κοντά στο κτίριο].
- 3) Προσδιορισμός των τεχνικά εφικτών στρατηγικών και των εναλλακτικών επιλογών που ικανοποιούν τον σκοπό του έργου. [Για παράδειγμα, τρεις εναλλακτικές επιλογές μπορούν να εξεταστούν για την αντικατάσταση του παλαιού λέβητα: α) ένας νέος λέβητας με τον καυστήρα του παλαιού λέβητα, β) ένα νέο σύστημα λέβητα / καυστήρα, και γ) ένα νέο σύστημα λέβητα / καυστήρα με αυτόματο σύστημα ρύθμισης του μίγματος αέρα-καυσίμου].
- 4) Επιλογή της μεθόδου οικονομικής αξιολόγησης. Όταν υπάρχουν αρκετές επιλογές, συμπεριλαμβανομένης και της περίπτωσης αναφοράς (που μπορεί να αποτελεί την επιλογή: «δεν γίνεται τίποτα»), η μέθοδος *LCC* προτιμάται για τα ενεργειακά έργα. Όταν γίνεται αρχική οικονομική ανάλυση, μπορεί να εφαρμοσθεί η μέθοδος της απλής περιόδου αποπληρωμής. Όπως προαναφέρθηκε, η μέθοδος αυτή δεν είναι ακριβής και πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή.

- 5) Επεξεργασία των δεδομένων και εξαγωγή των συμπερασμάτων. Τα δεδομένα περιλαμβάνουν τα προεξοφλητικά επιτόκια, το κόστος της ενέργειας, το κόστος εγκατάστασης, τα λειτουργικά έξοδα και το κόστος συντήρησης. Μερικά από τα δεδομένα αυτά είναι δύσκολο να συλλεχθούν και, τότε, πρέπει να γίνουν κάποιες υποθέσεις ή προσεγγίσεις. Έτσι, για παράδειγμα, μπορεί να θεωρηθεί ένα μέσο προεξοφλητικό επιτόκιο στον κύκλο ζωής του έργου, βασιζόμενοι σε ιστορικά στοιχεία.
- 6) Υπολογισμός των δεικτών οικονομικής απόδοσης. Αυτοί οι δείκτες εξαρτώνται από τη μέθοδο αξιολόγησης που επιλέγεται, και για τη μέθοδο *LCC* τέτοιος δείκτης είναι το κόστος στον κύκλο ζωής (*LCC*).
- 7) Αξιολόγηση των εναλλακτικών επιλογών. Αυτή η αξιολόγηση μπορεί να γίνει με την απλή σύγκριση των τιμών της μεθόδου *LCC* για τις διάφορες εναλλακτικές επιλογές.
- 8) Εκτέλεση ανάλυσης ευαισθησίας. Εφόσον η οικονομική αξιολόγηση του βήματος 6 πραγματοποιηθεί με ορισμένες κατά προσέγγιση μεταβλητές (όπως είναι για παράδειγμα το ετήσιο προεξοφλητικό επιτόκιο), είναι σημαντικό να καθοριστεί το κατά πόσο τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του βήματος 7 εξαρτώνται από κάποιες από αυτές τις υποθέσεις. Για το σκοπό αυτό, η οικονομική αξιολόγηση επαναλαμβάνεται για όλες τις εναλλακτικές επιλογές, με τη χρήση διάφορων εύλογων υποθέσεων.
- 9) Θεώρηση των μη αξιολογημένων επιδράσεων. Μερικές εναλλακτικές επιλογές μπορεί να έχουν επιδράσεις που δεν περιλαμβάνονται στην οικονομική ανάλυση, αλλά μπορεί να αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες στη λήψη αποφάσεων. Για παράδειγμα, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις (εκπομπές ρύπων) μπορεί να αποτελούν σημαντική παράμετρο απόρριψης μιας κατά τα άλλα οικονομικά αποδοτικής εναλλακτικής επιλογής.
- 10) Παροχή συμβουλών-συστάσεων. Η τελική επιλογή θα βασιστεί στα ευρήματα των τριών προηγούμενων βημάτων (δηλαδή, των βημάτων 7, 8 και 9). Κανονικά, θα πρέπει να συνιστάται η εναλλακτική επιλογή με τη χαμηλότερη τιμή *LCC*.

Υπενθυμίζεται ότι, από τη στιγμή που επιλέγεται το έργο εξοικονόμησης ενέργειας που προτείνεται να πραγματοποιηθεί, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της οικονομικής ανάλυσης που αναπτύχθηκε προηγούμενα, είναι σημαντικό να καθορισθούν οι δυνατότητες χρηματοδότησης που θα συντελέσουν στην πραγματοποίηση του έργου. Εξάλλου, θα πρέπει να δρομολογηθούν και οι διαδικασίες για την εφαρμογή των ΜΕΕ που θα επιτρέψουν την ελάττωση των ενεργειακών δαπανών κατά τη λειτουργία της μονάδας (κτίριο ή βιομηχανία).

5.5. Σχεδιασμός προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας

Εφόσον προβλέπεται στους όρους της επιθεώρησης, ο ενεργειακός επιθεωρητής καταστρώνει ένα πρόγραμμα δράσης για την έγκαιρη υλοποίηση των προτεινόμενων μέτρων, με βάση τις αρχές του χρονικού προγραμματισμού. Ο σχεδιασμός γίνεται κατά φάση υλοποίησης και περιλαμβάνει:

- τους στόχους και τα μέτρα προς υλοποίηση της κάθε φάσης,
- το χρονοδιάγραμμα της κάθε φάσης,
- την απαιτούμενη οργάνωση και τον προϋπολογισμό των δαπανών υλοποίησης,
- την οριοθέτηση του τρόπου παρακολούθησης των εργασιών,
- την οριοθέτηση της μεθοδολογίας παρακολούθησης / μέτρησης ή αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της κάθε φάσης.

Κατά τον καθορισμό των ενεργειακών στόχων της κάθε φάσης, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η εξοικονόμηση ενέργειας η οποία αναμένεται να επέλθει από την προηγούμενη φάση υλοποίησης. Κατά συνέπεια, οι στόχοι της κάθε φάσης θα πρέπει να τίθενται αναφορικά με την αντικειμενική κατανάλωση της προηγούμενης φάσης, και όχι την αρχική κατάσταση. Σύνηθες κριτήριο οριοθέτησης των στόχων είναι ότι η κάθε φάση πρέπει να διασφαλίζει σημαντικά οφέλη προς την επιχείρηση, τα οποία να δικαιολογούν αφενός την δαπάνη υλοποίησης της δαπάνης, αφετέρου τη συνέχιση του προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας.

Τέλος, για το σχεδιασμό του προγράμματος δράσης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

- α) η ιεράρχηση των μέτρων, όπως αυτή προκύπτει από την επιθεώρηση,
- β) η συνεργασία των μέτρων μεταξύ τους, καθώς και με άλλους στόχους της επιχείρησης,
- γ) το επίπεδο οργάνωσης και οι τεχνικές δυνατότητες της επιχείρησης να υλοποιήσει κάθε προτεινόμενο μέτρο ή ομάδα μέτρων,
- δ) οι οικονομικές δυνατότητες της επιχείρησης για την αυτοχρηματοδότηση επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας, έναντι άλλων προτεραιοτήτων αυτής.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΣΥΛΛΟΓΗ ΓΕΝΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΜΕΡΟΣ 1: ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Τίτλος Έργου: Αριθμός Έργου:
Τύπος Κτιρίου :

Θέση

Πόλη: Περιοχή:

Διεύθυνση:

Γεωγραφικό μήκος: Γεωγραφικό πλάτος:

Υψόμετρο: (σε μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας)

Έτος Κατασκευής:

Ιδιοκτήτης κτιρίου: Ιδιώτης () Εταιρεία () Δημόσιο () Άλλο ()
Χρήστης/ες κτιρίου: Ιδιώτης () Εταιρεία () Δημόσιο () Άλλο ()

Πρόσωπο επαφών:

Ιδιότητα / Θέση:

Τηλέφωνο / Fax:

Έχει γίνει αλλαγή ιδιοκτησίας / χρήσης του κτιρίου από την εποχή κατασκευής του;

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Παρατηρήσεις:

Κύριες Ανακαινίσεις / Προσθήκες στο κτίριο :

α. Κτιριακό Κέλυφος

Εποχή :

% Ανακαίνισης :

Επέμβαση(εις) :

Κόστος :

β. Εγκαταστάσεις Θέρμανσης/Κλιματισμού Χώρων

Εποχή :

% Ανακαίνισης :

Επέμβαση(εις) :
Κόστος :

γ. Εγκατάσταση Θερμού Νερού Χρήσης

Εποχή :
% Ανακαίνισης :
Επέμβαση(εις) :
Κόστος :

δ. Εγκατάσταση Φωτισμού

Εποχή :
% Ανακαίνισης :
Επέμβαση(εις) :
Κόστος :

ε. Άλλο

Εποχή :
% Ανακαίνισης :
Επέμβαση(εις) :
Κόστος :

Αριθμός Ορόφων (με ισόγειο):

Συνολικός Όγκος Κτιρίου : (m^3)
α. Όγκος Θερμαινόμενων Χώρων : (m^3)
β. Όγκος Κλιματιζόμενων Χώρων : (m^3)
γ. Όγκος Ειδικών Χώρων () : (m^3)

Συνολική Επιφάνεια Δαπέδου : (m^2)
α. Επιφάνεια Θερμαινομ. Χώρων : (m^2)
β. Επιφάνεια Κλιματιζ. Χώρων : (m^2)
γ. Επιφάνεια Ειδ. Χώρων () : (m^2)

Αριθμός ατόμων που διαβιούν στο κτίριο τα τελευταία 5 έτη (κάτοικοι, εργαζόμενοι, πελάτες, εκπαιδευόμενοι, νοσηλευόμενοι κ.ά.):

Έτος	19...	19...	19...	19...	19...
Άτομα					

Πλήθος προϊόντων ή παρεχόμενων υπηρεσιών / περίοδο τα τελευταία 5 έτη (π.χ. γεύματα, μελέτες, πωλούμενες συσκευές κ.ά.) ή

Πλήθος μονάδων εξοπλισμού υποστήριξης παρεχόμενων υπηρεσιών τα τελευταία 5 έτη (π.χ. κρεβάτια, τραπέζια κλπ.) :

Έτος	19...	19...	19...	19...	19...
------	-------	-------	-------	-------	-------

“Προϊόντα” ()					
Μονάδες ()					

Παρατηρήσεις:

.....

.....

Καθεστώς Λειτουργίας Κτιρίου τα τελευταία 5 έτη

Έτος	19...	19...	19...	19...	19...
Ώρες / Ημέρα					
Από - Έως					
Ημέρες / Εβδομάδα					
Από - Έως					
Εβδομάδες / Έτος ή Μήνες / Έτος					
Από – Έως					

Παρατηρήσεις:

.....

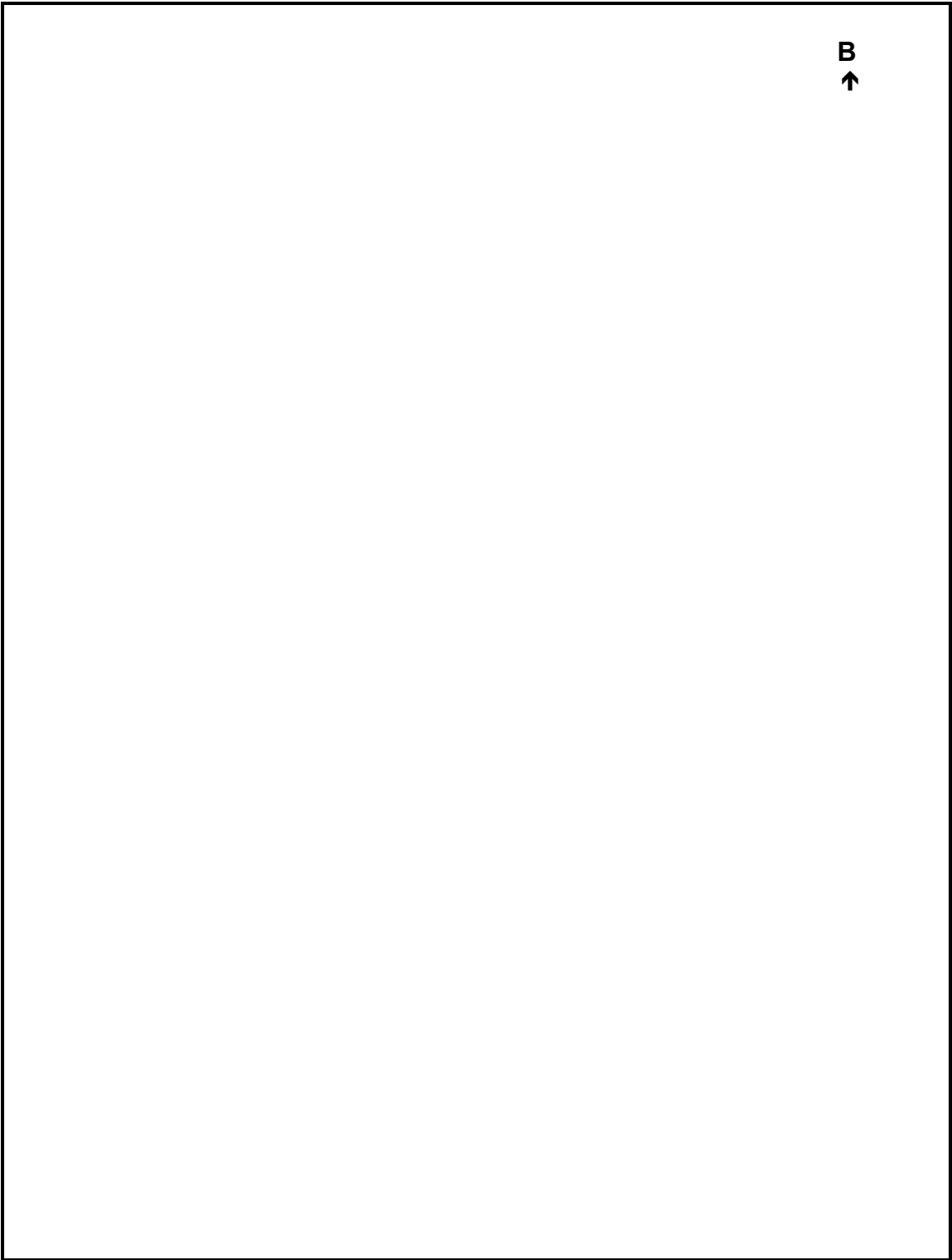
.....

Στοιχεία Τυπικού Ορόφου Κτιρίου

(Αν υπάρχουν άλλοι όροφοι με εντελώς διαφορετικά χαρακτηριστικά από τον υπόψη, να συμπληρωθούν και για αυτούς τους ορόφους τα παρακάτω)

Συνολική Επιφάνεια Ορόφου : (m²)
 Θερμαινόμενη Επιφάνεια Ορόφου : (m²)
 Κλιματιζόμενη Επιφάνεια Ορόφου: (m²)
 Όγκος Ορόφου : (m³)
 Αριθμός Ενοίκων Ορόφου : (άτομα)
 Δραστηριότητα Ενοίκων :

Σκαρίφημα Κάτοψης Τυπικού Ορόφου



ΜΕΡΟΣ 2: ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ετήσιο Κόστος Ενέργειας τα τελευταία 5 έτη (Δρχ./έτος)

(Μην περιλάβετε άσχετες δαπάνες π.χ. διάφορα τέλη. Συμπεριλάβετε το Φ.Π.Α. και τις πάγιες δαπάνες ενέργειας)

Έτος	ΚΑΥΣΙΜΟ					ΣΥΝΟΛΟ
	Ηλεκτρισμός (Ενέργεια + Ισχύς)	Diesel	Υγραέριο	Φωταέριο	Στερεά / Άλλα	
19...	() =					
19...	() =					
19...	() =					
19...	() =					
19...	() =					

Ποσοστιαία συμμετοχή του ετήσιου ενεργειακού κόστους, στο συνολικό μέσο ετήσιο λειτουργικό κόστος του κτιρίου: %

Ετήσια Κατανάλωση Ενέργειας τα τελευταία 5 έτη (kWh ή lit ή kg / έτος)

Έτος ή Περίοδος	ΚΑΥΣΙΜΟ				
	Ηλεκτρισμός (kWh) (κανον. + νυκτερ.)	Diesel (lit) - (kWh) *	Υγραέριο (m ³) - (kWh) *	Φωταέριο (m ³) - (kWh) *	Στερεά / Άλλα (kg,m ³) - (kWh) *
19...	() =				
19...	() =				
19...	() =				

19...	(+) =				
19...	(+) =				

- Η Κατώτερη Θερμογόνος Ικανότητα H_u των καυσίμων που κυρίως χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα είναι:

- Πετρέλαιο Diesel = 42.700 kJoule/kg = 10.200 kcal/kg = 12kWh/kg = 10kWh/lit

Υγραέριο ($CO+H_2$) = 10.600 kJoule/m³ = 2.530 kcal/m³ = 3 kWh/m³

Φωταέριο (Νάφθας) = 34.700 kJoule/m³ = 8.300 kcal/m³ = 9,7 kWh/m³

Φυσ. Αέριο (Ρωσίας) = 36.000 kJoule/m³ = 8.600 kcal/m³ = 10 kWh/m³

Προπάνιο (C_3H_8) = 46.400 kJoule/kg = 11.100 kcal/kg = 12,8 kWh/kg

Βουτάνιο (C_4H_{10}) = 45.600 kJoule/kg = 10.900 kcal/kg = 12,7 kWh/kg

Καυσόξυλα = 20.100 kJoule/kg = 4.800 kcal/kg = 5,6 kWh/kg

Παρατηρήσεις :

.....

.....

Μηνιαία Κατανάλωση Ενέργειας του τελευταίου έτους 19...

ΜΗΝΑΣ	ΚΑΥΣΙΜΟ				
	Ηλεκτρισμός (kWh) (κανον.+νυκτερ.)	Diesel (lit) - (kWh) *	Υγραέριο (m ³) - (kWh) *	Φωταέριο (m ³) - (kWh) *	Στερεά / Άλλα (kg,m ³) - (kWh) *
Ιαν.	(+) =				
Φεβ.	(+) =				
Μαρ.	(+) =				
Απρ.	(+) =				
Μαΐ.	(+) =				
Ιουν.	(+) =				
Ιουλ.	(+) =				

Αυγ.	(+) =				
Σεπ.	(+) =				
Οκτ.	(+) =				
Νοεμ.	(+) =				
Δεκ.	(+) =				

Παρατηρήσεις:

.....

.....

Παρακαλείσθε να επισυνάψετε φωτοτυπίες των περιοδικών λογαριασμών και τιμολογίων ηλεκτρικού και καυσίμων των τελευταίων 5 ετών.

Μηνιαία Ζήτηση Ηλεκτρικής Ισχύος του τελευταίου έτους 19...

(Όπου υφίστανται τιμολόγια χρέωσης ηλεκτρικής ενέργειας ΚΑΙ ισχύος)

ΜΗΝΑΣ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΖΗΤΗΣΗΣ ΙΣΧΥΟΣ				
	Καταμετρημένη Μεγίστη Ζήτηση Περίοδου (ΚΜΖ σε kW)	Καταμετρημένη Μεγίστη Ζήτηση Ωρών Αιχμής (kW)	Συντελεστής Χρησιμοποίησης Δικτύου (Σ.ΧΡΣ.) *	Συντελεστής Ισχύος (συν φ)	Χρεωστέα Μεγίστη Ζήτηση (ΧΜΖ σε kW) **
Ιαν.					
Φεβ.					
Μαρ.					
Απρ.					
Μάϊ.					
Ιουν.					
Ιουλ.					
Αυγ.					
Σεπ.					
Οκτ.					
Νοεμ.					
Δεκ.					

* (Σ.ΧΡΣ.) = (kWh μηνός) / (ΚΜΖ x 720 ώρες/μήνα)

** (ΧΜΖ) = (ΚΜΖ) x (Σ. ΠΡΣ.), όπου: (Σ.ΠΡΣ.) = 0,80 / συν φ (για συν φ ≤ 0,80) ή

= 1 (για 0,80 ≤ συν φ ≤ 0,85)

= 0,85 / συν φ (για συν φ ≥ 0,85)

Συμφωνημένη Ισχύς (από σύμβαση με Δ.Ε.Η.) = (KVA)

Έχει γίνει αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος τα τελευταία χρόνια;

ΝΑΙ () ΟΧΙ () Πόσο ; (KVA)

Παρατηρήσεις:

.....

.....

ΜΕΡΟΣ 3: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ

Καταγράφεται η κατανάλωση θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας στο κτίριο;

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Αν ΝΑΙ, κάθε πότε καταγράφεται;

Εβδομαδιαία () Μηνιαία () Ετήσια ()

Υπάρχει κάποιο Πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης για το κτίριο;

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Παρατηρήσεις:

.....

.....

Υπάρχει κάποιος Υπεύθυνος για την ενημέρωση της διοίκησης / διαχείρισης του κτιρίου σχετικά με την κατανάλωση και το κόστος της ενέργειας σε αυτό;

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Εάν ΝΑΙ, τι ειδικότητα και είδος απασχόλησης στο κτίριο έχει αυτός ο Υπεύθυνος;

.....

Έχει γίνει ποτέ το Ενεργειακό Ισοζύγιο του κτιρίου;

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Παρατηρήσεις:

.....

.....

Έχουν ποτέ οργανωθεί στο κτίριο δραστηριότητες ευαισθητοποίησης των ατόμων (κατοίκων, εργαζομένων, επισκεπτών κλπ.) που διαβιούν σε αυτό, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας;

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Αν ΝΑΙ, ποιες είναι αυτές;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Έχει ήδη γίνει κάποια ειδική τεχνοοικονομική Ενεργειακή Μελέτη στο κτίριο, κατά το παρελθόν ;

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Αν ΝΑΙ, ποιο ήταν το αντικείμενό της ;

.....

.....

.....

.....

Ποια ήταν τα τυχόν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόστηκαν και πότε εφαρμόστηκε το καθένα από αυτά ;

Μέτρο Εξοικονόμησης Ενέργειας	Ημερομηνία Εφαρμογής
1.	
2.	
3.	
4.	

Παρατηρήσεις:

.....

.....

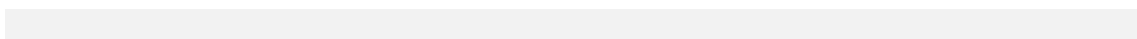
Ποια είναι για την διοίκηση / διαχείριση του κτιρίου τα θέματα για τα οποία χρειάζεται περισσότερη πληροφόρηση, ώστε να δώσει σε αυτά προτεραιότητα για μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας ;

Τιμολόγια Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας	()
Θερμομόνωση Κτιριακού Κελύφους	()
Κτιριακά Συστήματα Αξιοποίησης Α.Π.Ε.	()
Εγκατάσταση Κεντρικής Θέρμανσης	()
Εγκατάσταση Κλιματισμού/Αερισμού	()
Εγκατάσταση Θερμού Νερού Χρήσης	()
Εγκατάσταση Φωτισμού	()
Διαδικασίες Ενεργειακής Διαχείρισης	()
Διαδικασίες Ευαισθητοποίησης Χρήστη	()
Ειδικά Προβλήματα Συγκεκριμένου Κτιρίου	
1. ()	
2. ()	
3. ()	
4. ()	
5. ()	

Παρατηρήσεις:

.....

.....



ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΜΕΡΟΣ 1: ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

Σχήμα / Προσανατολισμός Κτιρίου

(Εντάξτε στο κενό πεδίο που διατίθεται φωτογραφίες του εξωτερικού του κτιρίου και του περιβάλλοντος αυτό χώρου, καθώς και μικρό τοπογραφικό διάγραμμα κάλυψης με τον προσανατολισμό του κτιρίου)

Πυκνότητα γειτονικής δόμησης:

Περιβάλλον συνεχούς δόμησης, χωρίς ελεύθερο χώρο εκτός από δρόμους()
Σχετικά πυκνή δόμηση με λίγους ελεύθερους χώρους μεταξύ κτιρίων
()

Λίγα γειτονικά κτίρια, αλλά με ελεύθερο χώρο τουλάχιστο τον μισό
περιβάλλοντα ()

Το κτίριο είναι “πανταχόθεν ελεύθερο”, με ελάχιστα ή καθόλου γειτονικά
κτίσματα ()

Το κτίριο βρίσκεται σε άμεση επαφή με άλλα κτίρια με:

(Συμπληρώστε τη διεύθυνση του προσανατολισμού της πλευράς η οποία
βρίσκεται σε επαφή)

Μία πλευρά Προσανατολισμού ()

Δύο πλευρές/..... Προσανατολισμού ()

Τρεις πλευρές/...../..... Προσανατολισμού ()

Δεν βρίσκεται σε άμεση επαφή με κανένα κτίριο ()

**Υπάρχουν, στο οικόπεδο ή στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου,
εμπόδια που μειώνουν την δυνατότητα ροής του ανέμου για φυσικό
αερισμό;**

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

**Υπάρχουν, στο οικόπεδο ή στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου,
εμπόδια που μειώνουν την δυνατότητα εισόδου του ηλιακού φωτός;**

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Τα γειτονικά κτίρια (εάν υπάρχουν) είναι γενικά:

Ψηλότερα () Χαμηλότερα () Ισοϋψή ()

**Τα περιβάλλοντα αντικείμενα (δέντρα, κτίρια κλπ.) σκιάζουν στη διάρκεια
της ημέρας:**

Ολόκληρο το κτίριο συμπεριλαμβανομένης της οροφής ()

Περισσότερο από το μισό του κτιρίου ()

Περίπου το ένα τέταρτο του κτιρίου ()

Δεν σκιάζουν το κτίριο ()

Παρατηρήσεις:

.....

Τύπος Οροφής: Επίπεδη () Κεκλιμένη ()

Επιφάνεια Οροφής: $A_R =$ (m²)

Περιγραφή Στρωμάτων Υλικού Οροφής (από μέσα προς τα έξω: είδος, πάχος, συντελεστής αγωγιμότητας, χρώμα εξωτερικής επιφάνειας)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Συντελεστής Θερμοπερατότητας Οροφής: $U_R =$ (W/m².K)

Θέση Μόνωσης Οροφής: Εξωτερική () Ενδιάμεση ()
Εσωτερική () Δεν υπάρχει μόνωση ()

Ποιότητα / Κατάσταση Μόνωσης Οροφής : Καλή () Μέτρια ()
Κακή ()

Προβλήματα στην οροφή λόγω υγρασίας / καιρικών συνθηκών:

Εσωτερική υγρασία (κηλίδες, διαρροές) ()
Είσοδος αέρα κάτω από την θερμομόνωση ()
Φυσική επιδείνωση της επιφάνειας ()

Παρατηρήσεις:

.....

Τύποι Εξωτερικών Δαπέδων:

()

Πάνω από έδαφος

Πάνω από πυλωτή ()

Πάνω από μη θερμαινόμενο χώρο

()

Επιφάνειες Εξωτερικών Δαπέδων:

α. Πάνω από έδαφος: $A_{F1} =$ (m²)

β. Πάνω από pilotis: $A_{F2} =$ (m²)

γ. Πάνω από μη θερμαινόμενο χώρο: $A_{F3} =$ (m²)

Έχει το κτίριο υπόγειο; ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Λειτουργία του:

Έχει το υπόγειο ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα); ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Περιγραφή Στρωμάτων Υλικού Δαπέδων (από μέσα προς τα έξω: είδος, πάχος, συντελεστής αγωγιμότητας):

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Συντελεστές Θερμοπερατότητας Δαπέδων: $U_{F1} =$ (W/m².K)
 $U_{F2} =$ (W/m².K)
 $U_{F3} =$ (W/m².K)

Θέση Μόνωσης Δαπέδων: Εξωτερική () Ενδιάμεση ()
Εσωτερική () Δεν υπάρχει μόνωση ()

Ποιότητα / Κατάσταση Μόνωσης Δαπέδων: Καλή () Μέτρια ()
Κακή ()

Προβλήματα στα δάπεδα λόγω υγρασίας / καιρικών συνθηκών:

Εσωτερική υγρασία (κηλίδες, διαρροές) ()
Είσοδος αέρα κάτω από την θερμομόνωση ()
Φυσική επιδείνωση επιφανειών ()

Παρατηρήσεις:

.....

Τύπος Εξωτερ. Τοιχοποιίας: Τούβλο () Πέτρα () Μπετόν ()

Επιφάνεια Τοιχοποιίας: $A_W =$ (m²)

Περιγραφή Στρωμάτων Υλικού Τοιχοποιίας (από μέσα προς τα έξω: είδος, πάχος, συντελεστής αγωγιμότητας, χρώμα εξωτερικής επιφάνειας):

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Συντελεστής Θερμοπερατότητας Τοιχοποιίας : $U_W =$
(W/m².K)

Θέση Μόνωσης Τοιχοποιίας:

Εξωτερική () Ενδιάμεση ()
 Εσωτερική () Δεν υπάρχει μόνωση ()

Ποιότητα / Κατάσταση Μόνωσης Τοιχοποιίας:

Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Προβλήματα στην τοιχοποιία λόγω υγρασίας / καιρικών συνθηκών:

Εσωτερική υγρασία (κηλίδες, διαρροές) ()
 Είσοδος αέρα κάτω από την θερμομόνωση ()
 Φυσική επιδείνωση της επιφάνειας ()

Ποιο είναι το χρώμα της εξωτερικής τοιχοποιίας;

Παρατηρήσεις:

.....

Εξωτερικά Ανοίγματα (Παράθυρα, Πόρτες)

(Όπου απαιτείται, συμπληρώστε τον κατάλληλο κωδικό)

Προσανα- τολισμός	Επιφάνει α (m ²)	Τύπος Πλαισίων (*)	Υλικό Πλαισίων ν (**)	Τύπος Υαλοστα- σίων (+)	Αριθμός Υαλοπινάκ ων/ Άνοιγμα (++)	Θερμοπερ α-τότητα U _G (W/m ² .K)

(*) Τύπος Πλαισίων

Οριζόντια Συρόμενα(Π1)
 Ανοιγόμενα (Π2)
 Ερμητικά (Π3)

() Υλικό Πλαισίων**

Αλουμίνιο (Υ1)
 Πλαστικό (Υ2)
 Ξύλο (Υ3)

(+) Τύπος Υαλοστασίων

Απλός Διαφανής (Τ1)
 Ημιδιαφανής (Τ2)
 Ανακλαστικός (Τ3)
 Απορροφητικός (Τ4)
 Επιλεκτικός (Τ5)
 Πολυανθρακικό φύλλο (Τ6)

(++) Αριθμός Υαλοπινάκων / Άνοιγμα

Ένας (1)
 Δύο (2)
 Τρεις (3)

Αεροστεγανότητα Ανοιγμάτων: Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Τύπος Αεροστεγάνωσης:

Μονωτικά Φιλμ Χαραμάδων ()

Μονωτικός Αφρός Χαραμάδων ()

Δεν υπάρχει ()

Ποιότητα / Κατάσταση Ανοιγμάτων: Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Χρήση Ανοιγμάτων:

Χειμώνας: Ανοικτά (%) Κλειστά (%) Ώρες

χρήσης :

Ενδιάμεσα: Ανοικτά (%) Κλειστά (%) Ώρες

χρήσης :

Καλοκαίρι: Ανοικτά (%) Κλειστά (%) Ώρες

χρήσης :

Παρατηρήσεις:

.....

Διατάξεις Σκίασης:

(Όπου απαιτείται, συμπληρώστε τον κατάλληλο κωδικό)

Προσανατο- λισμός	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ		ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ		Λειτουργία (+)
	% Καλυπτόμενων Ανοιγμάτων	Τύπος Διάταξης (*)	% Καλυπτόμενων Ανοιγμάτων	Τύπος Διάταξης (**)	

(*) Τύπος Εξωτερικής Σκίασης

Σταθερός Πρόβολος (ΕΞ1)

Πλάγια Σταθερά Πτερύγια (ΕΞ2)

Τέντα (ΕΞ3)

Ρολό (ΕΞ4)

Ανοιγόμενο Παντζούρι (ΕΞ5)

Συρόμενο Στόρι (ΕΞ6)

Στρώμα Μπογιάς (ΕΞ7)

() Τύπος Εσωτερικής Σκίασης**

Κουρτίνα ελαφριά-ανοιχτόχρωμη (ΕΣ1)

Κουρτίνα βαριά-αδιαφανής (ΕΣ2)

Κατακόρυφες περσίδες (ΕΣ3)

Οριζόντια βενετικά στόρια (ΕΣ4)

(+) Τρόπος Λειτουργίας

Χειροκίνητος (ΧΕΙΡ)

Αυτόματος (ΑΥΤ)

Χρήση Διατάξεων Σκίασης

Προσανατο- λισμός	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ		ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΣΚΙΑΣΗ		Ώρες Χρήσης (Από-Έως)
	% Χρήσης		% Χρήσης		
	Χειμώνας	Καλοκαίρι	Χειμώνας	Καλοκαίρι	

Ποιότητα / Κατάσταση Διατάξεων Σκίασης: Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Παρατηρήσεις:

.....

ΜΕΡΟΣ 2: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ - ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΧΩΡΩΝ

Συστήματα κάλυψης θερμικών / ψυκτικών αναγκών χώρων

Είδος	Πλήθος Μονάδων		Συνολική Θερμική-Ψυκτική Ισχύς (kW)	Καύσιμο	Σύστημα Διανομής Θέρμανσης-Ψύξης (*)
	Βασικές	Εφεδρικές			
Λέβητες-Καυστήρες Κεντρικής Θέρμανσης					
Κεντρικοί Ψύκτες Κλιματισμού					
Κεντρικές Αντλίες Θερμότητας					
Τοπικοί Λέβητες-Καυστήρες					
Τοπικές Κλιματιστικές Συσκευές (Ψύξης)					—
Τοπικές Κλιματιστικές Συσκευές (Ψύξη-Θέρμανση)					—
Τοπικά Αυτόνομα Θερμαντικά Σώματα					—
Τοπικές Σόμπες					—
Τζάκια					—
Τοπικοί Ανεμιστήρες Προσαγωγής-Απαγωγής					—
Ανεμιστήρες Οροφής					—
Κινητοί τοπικοί Ανεμιστήρες					—
Άλλα					

(*) Σύστημα Διανομής Θέρμανσης / Ψύξης
Δισωλήνιο με Θερμαντικά Σώματα Νερού
Μονοσωλήνιο με Θερμαντικά Σώματα Νερού

(ΣΔ1)
(ΣΔ2)

Τοπικές Κλιματιστικές Μονάδες Ανεμιστήρα-Στοιχείου (Fan Coils)
(ΣΔ3)

Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες & Αεραγωγοί-Στόμια
Άλλο ()

(ΣΔ4)
(ΣΔ5)

Παρατηρήσεις:

.....
.....

Χρησιμοποιείται κάποιο από τα παραπάνω συστήματα και για άλλες χρήσεις;

Αν ναι, αναφέρατε το σύστημα και τη χρήση αυτή:

(Να συμπληρωθεί σε περίπτωση χρήσης συστήματος(-ων) και για άλλες χρήσεις όπως θερμό νερό χρήσης, μαγείρεμα, καθαρισμός, πλύσιμο κ.α.)

.....
.....
.....
.....
.....

Στοιχεία Κεντρικών Συγκροτημάτων Λεβήτων-Καυστήρων

Α/Α Συγκροτήματος		1	2	3
Τύπος / Μοντέλο	Λέβητα			
	Καυστήρα			
Έτος Εγκατάστασης	Λέβητα			
	Καυστήρα			
Ονομαστική Ισχύς	(kW)			
Παροχή Καυσίμου	(kg-lit-m ³ /h)			
Ρύθμιση Θερμοστάτη	Ασφαλείας (°C)			
	Κυκλοφορητή (°C)			
Θερμοκρασίες Νερού	Προσαγωγής (°C)			
	Επιστροφής (°C)			
Καθεστώς Λειτουργίας	Ώρες / Ημέρα Από-Έως			
	Ημέρες / Εβδομάδα Από-Έως			
	Εβδομάδες-Μήνες/ Έτος Από-Έως			
Μετρήσεις Καύσης	Θερμοκρασία Εξόδου Καυσαερίων (°C)			

	Θερμοκρασία Αέρα Καύσης (°C)			
	Περιεκτικότητα κ.ό.(%) Καυσαερίων σε CO ₂			
	Περιεκτικότητα κ.ό.(%) Καυσαερίων σε O ₂			
	Περιεκτικότητα (ppm) Καυσαερίων σε CO			
	Δείκτης Αιθάλης (Bacharach)			
	Ελκυσμός (mbar)			
	Πίεση Αντλίας Καυστήρα (Bar)			
Καθεστώς Συντήρησης	Φορές / Έτος			

Ποιότητα / Κατάσταση Λέβητα(ων) - Καυστήρα(ων):

Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Κατάσταση Καύσης:

Είδος Φλόγας: Κοντή Τυρβώδης () Μακριά Στρωτή με Καπνό ()
Χρώμα Φλόγας: Καφε-κίτρινη () Ελαφρά Κυανή ()

Υπάρχει κυκλική εναλλαγή των λειτουργούντων συγκροτημάτων;

(Να συμπληρωθεί εφόσον υπάρχουν περισσότερα του ενός)

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Αν ΝΑΙ ποιο το χρονικό διάστημα κυκλικής εναλλαγής;

Είναι η πόρτα και η παράπλευρη επιφάνεια του λέβητα(ων) θερμομονωμένες;

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Ποιότητα / Κατάσταση Μόνωσης Λέβητα(ων):

Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Παρατηρήσεις:

.....
.....

Στοιχεία Κεντρικών / Ημικεντρικών Συγκροτημάτων Κλιματισμού

Α/Α Συγκροτήματος		1	2	3
Τύπος / Μοντέλο	Αντλίας Θερμότητας			
	Ψυκτικού Συγκροτήματος			
Έτος Εγκατάστασης	Αντλίας Θερμότητας			
	Ψυκτικού Συγκροτήματος			
Ονομαστική Ισχύς	(kW) (Ψύξη / Θέρμανση)			
Συντελ. Συμπεριφοράς	C.O.P.			
Μέθοδος Κλιματισμού	(*)			
Παροχή Ψυκτικού Μέσου	(kg-m ³ /h)			
Θερμοκρασίες Ψυκτικού Μέσου	Προσαγωγής (°C)			
	Επιστροφής (°C)			
Καθεστώς Λειτουργίας	Ώρες / Ημέρα Από-Έως			
	Ημέρες / Εβδομάδα Από-Έως			
	Εβδομάδες-Μήνες /Έτος Από-Έως			

(*) Μέθοδος Κλιματισμού

Αέρος-Αέρος: (AA) Νερού-Νερού: (NN)
Νερού-Αέρος: (NA) Αέρος-Νερού: (AN)

Ποιότητα / Κατάσταση Συγκροτημάτων Κλιματισμού (Ψύκτες / Συμπυκνωτές / Πύργοι Ψύξεως):
Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Υπάρχουν Διαρροές Ψυκτικού Υγρού / Νερού; ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Υπάρχει κυκλική εναλλαγή των λειτουργούντων συγκροτημάτων;
(Να συμπληρωθεί εφόσον υπάρχουν περισσότερα του ενός)
ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Αν ΝΑΙ ποιο το χρονικό διάστημα κυκλικής εναλλαγής ;

Παρατηρήσεις:

.....
.....

Ποιότητα / Κατάσταση Θερμαντικών Σωμάτων (επιφάνεια, διακόπτες):
Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Ποιότητα / Κατάσταση Fan Coils (στοιχείο, ανεμιστήρας, αυτοματισμοί):

Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Ποιότητα / Κατάσταση Δικτύου Σωληνώσεων Νερού (κυκλοφορητές, βαλβίδες, κλπ.):

Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Ποιότητα / Κατάσταση Δικτύου Αεραγωγών (ανεμιστήρες ΚΚΜ, φίλτρα, διαφράγματα, στοιχεία, υγραντήρες, στόμια κλπ.):

Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Ποιότητα / Κατάσταση Δικτύου Καυσίμου / Καυσαερίων (δεξαμενές, καπνοδόχοι, αντλίες, βαλβίδες, διαφράγματα κλπ.):

Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Παρατηρήσεις:

.....

.....

Προβλήματα στεγανότητας / διαρροών στα δίκτυα διανομής των εγκαταστάσεων:

Διαρροές Νερού / Αέρα () Που ;

Διαρροές Καυσίμου () Που ;

Διαρροές Καυσαερίων () Που ;

Διαρροές Ψυκτικού Υγρού () Που ;

Παρατηρήσεις :

.....

.....

Είναι το δίκτυο σωληνώσεων διανομής του θερμού / ψυχρού νερού θερμομονωμένο;

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Ποιότητα / Κατάσταση Μόνωσης: Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Είδος μόνωσης σωληνώσεων:

Πάχος μόνωσης σωληνώσεων: (mm)

Είναι το δίκτυο αεραγωγών διανομής του θερμού / ψυχρού αέρα θερμομονωμένο;

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Ποιότητα / Κατάσταση Μόνωσης: Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Είδος μόνωσης αεραγωγών:

.....

Πάχος μόνωσης αεραγωγών: (mm)

Παρατηρήσεις:

.....

.....

Γίνεται χρήση χρονοδιακοπών αυτόματης έναυσης / παύσης των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης / κλιματισμού; ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Αυτοματισμοί Ελέγχου :

Θερμοστάτες Χώρων ()

Χρονο-θερμοστάτες Χώρων ()

Εξωτερικός Θερμοστάτης ()

Τοπικό Σύστημα Ελέγχου με Αντιστάθμιση

Εξωτερικής Θερμοκρασίας με Τρίοδη Βαλβίδα Ανάμιξης ()

Τοπικοί Θερμοστατικοί Διακόπτες Σωμάτων ()

Κεντρικό Σύστημα Ελέγχου και Διαχείρισης Ενέργειας (BEMS) ()

Άλλο () ()

Συνήθης Θερμοκρασία (εξ) Ρύθμισης στους χώρους:

Περίοδος Θέρμανσης: (°C)

Περίοδος Δροσισμού: (°C)

Η θερμοκρασία ρυθμίζεται από:

Τους κατοίκους των χώρων ()

Κάποιο αρμόδιο υπεύθυνο ()

Παρατηρήσεις:

.....

.....

Υπάρχει κάποιος άλλος εξοπλισμός εξοικονόμησης ενέργειας για θέρμανση / κλιματισμό / αερισμό (ανάκτηση θερμότητας-εναλλάκτες);

.....

.....

.....

.....

.....

Στοιχεία Λειτουργίας Τοπικών Αυτόνομων Μονάδων Ψύξης / Θέρμανσης / Αερισμού:

(Αναφέρατε στοιχεία κατανάλωσης καυσίμου θέρμανσης, το ωράριο λειτουργίας, την ένταση χρήσης ανά εποχή και χώρο και τις τυπικές θερμοκρασίες / ταχύτητες ρύθμισης (όπου υφίσταται θερμοστατικός έλεγχος) καθενός από τα τυχόν υπάρχοντα επιπλέον αυτόνομα θερμαντικά σώματα, κλιματιστικά μηχανήματα, σόμπες, τζάκια, ανεμιστήρες κλπ.)

.....
.....
.....
.....
.....

Παρατηρήσεις:

.....
.....

ΜΕΡΟΣ 3: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Συστήματα κάλυψης αναγκών σε θερμό νερό χρήσης

Είδος	Πλήθος	Συνολική Απορροφούμενη Ισχύς (*) (kW)	Συνολική Χωρητικότητα Νερού (lit)	Θερμοκρασίες Προσαγωγής/ Επιστροφής Νερού (°C)	Θερμοκρασίες Αποθήκευσης/ Κρουνού Νερού (°C)
Κεντρικοί Θερμαντήρες-Boilers (Θερμική Εναλλαγή με Πρωτεύον Κύκλωμα Λέβητα ή Αντλίας Θερμότητας)					
Κεντρικοί Ηλεκτρικοί Θερμοσίφωνες					
Τοπικοί Ηλεκτρικοί Θερμοσίφωνες					
Κεντρική Εγκατάσταση Ηλιακών Θερμοσιφώνων					
Τοπικοί Ηλιακοί Θερμοσίφωνες					
Τοπικοί Ηλεκτρικοί Ταχυθερμαντήρες					
Τοπικοί Θερμοσίφωνες Φωταερίου					
Άλλα					

(*) Στις ηλιακές εγκαταστάσεις να συμπληρωθεί, αντί της ισχύος, η συνολική συλλεκτική επιφάνεια (m²)

Χρησιμοποιείται κάποιο από τα παραπάνω συστήματα και για άλλες χρήσεις;

Αν ναι, αναφέρατε το σύστημα και τη χρήση αυτή:

(Να συμπληρωθεί σε περίπτωση χρήσης συστήματος(-ων) και για άλλες χρήσεις, όπως θέρμανση χώρων, μαγείρεμα, καθαρισμός, πλύσιμο κ.α.)

Ωράριο(-α) Λειτουργίας Συστημάτων Θερμού Νερού Χρήσης

(Αναφέρατε το ημερήσιο, εβδομαδιαίο και ετήσιο ωράριο για κάθε υπάρχον σύστημα)

Ποιότητα / Κατάσταση Εξοπλισμού Παραγωγής/ Αποθήκευσης Θερμού Νερού Χρήσης:

Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Ποιότητα / Κατάσταση Δικτύου Σωληνώσεων Νερού (κυκλοφορητές, βαλβίδες, κλπ.):

Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Υπάρχουν Διαρροές Νερού; ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Είναι το δίκτυο σωληνώσεων διανομής του θερμού νερού θερμομονωμένο;

ΝΑΙ () ΟΧΙ ()

Ποιότητα / Κατάσταση Μόνωσης: Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Είδος μόνωσης σωληνώσεων:

.....

Πάχος μόνωσης σωληνώσεων: (mm)

Παρατηρήσεις:

.....
.....

ΜΕΡΟΣ 4: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Είδος Χώρου	Επιφάνεια Χώρου (m ²)	Λαμπτήρες			Φωτιστικά Σώματα (**)	Σύστημα Ελέγχου (+)	Λειτουργία		
		Τύπος (*)	Ισχύς (W)	Πλήθος			Ώρες/ Ημέρα	Ημέρες/ Εβδομάδα	Μήνες/ Έτος

(*) Τύπος Λαμπτήρα

Πυρακτώσεως (Π)
Φθορισμού (Φ)
Αλογονιδίων Μετάλλου (ΜΗ)
Αλογόνων Αερίων (Ιωδίνης) 12V (Ι)
Άλλο (ΑΛ)

() Κάλυμμα Φωτιστικού**

Οπαλίνη (Ο)
Πρισματικό (Π)
Σύστημα Ανακλαστήρων (Α)
Γυμνό Φωτιστικό (ΓΦ)
Άλλο (ΑΛ)

(+) Σύστημα Ελέγχου

Κεντρικός Απομακρυσμένος Διακόπτης (ΚΔ)
Επίτοιχος Τοπικός Διακόπτης (ΤΔ)
Χρονοδιακόπτης (ΧΔ)
Αισθητήριο Φυσικού Φωτός (ΑΦ)
Αισθητήριο Κατοίκησης Χώρου (ΑΧ)

Ποιότητα / Κατάσταση Εγκατάστασης Φωτισμού:

Καλή () Μέτρια () Κακή ()

Καθεστώς Συντήρησης:

.....

Παρατηρήσεις:

.....
.....

ΜΕΡΟΣ 5: ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΚΑΙ ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Αναφέρατε όλο τον υπόλοιπο εξοπλισμό-συσσκευές που υπάρχουν στο κτίριο και καταναλώνουν ενέργεια (π.χ. οικιακές ηλεκτρικές συσκευές, εμπορικές συσκευές ψύξης, μαγειρικής, πλύσης, καθαρισμού, συσκευές γραφείου, σύστημα αεροσυμπιεστών, σύστημα παραγωγής και διανομής ατμού κλπ.)

Είδος Εξοπλισμού/ Συσκευής	Πλήθος	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	Ωράριο Λειτουργίας

Παρατηρήσεις:

.....

.....

ΜΕΡΟΣ 6: ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Μετρήσεις Ημερήσιας Ηλεκτρικής Ζήτησης

(Οι μετρήσεις αυτές πρέπει να διεξάγονται σε κάθε κύριο ηλεκτρικό πίνακα διανομής)

Ημερομηνία Μετρήσεων:

ΩΡΑ	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ		
	Μέγιστη Ζήτηση Ισχύος (kW)	Κατανάλωση Ενέργειας (kWh)	Συντελεστής Ισχύος (συν φ)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			

Παρατηρήσεις:

.....

.....

ΜΕΡΟΣ 7: ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Μετρήσεις Παραμέτρων Θερμικής και Οπτικής Άνεσης

Ημερομηνία Μετρήσεων:

Είδος Τυπικού Χώρου	Προσανα- τολισμός Χώρου	Ωρα Μετρήσεων	Επικρατούσες Συνθήκες (*)	Θερμοκρα- σία Χώρου (°C)	Σχετική Υγρασία Χώρου (%)	Ταχύτητα Αέρα Χώρου (m/sec)	Φωτεινότητα Χώρου (Lux)

(*) Επικρατούσες Συνθήκες: (Να αναφερθούν τα σχετικά αρχικά)

Καιρός: Αίθριος (Α) Νεφελώδης (Ν) Βροχερός (Β)
Άνεμοι: Ασθενείς (ΑΣ) Μέτριοι (Μ) Ισχυροί (Ι)
Διατάξεις Σκίασης: Ανοικτές (ΑΝ %) Κλειστές (Κ)
Κλιματισμός: Ανοικτά (ΟΝ) Κλειστά (OFF)
Φωτισμός: Ανοικτός (ΟΝ %) Κλειστός (OFF)
Δραστηριότητα: Καθιστική (ΚΑΘ) Μέσης (ΜΚ) / Υψηλής (ΥΚ)
Καταπόνησης
Ρουχισμός: Ελαφρύς (ΕΛ) Μέσος (ΜΕΣ) Βαρύς (ΒΑΡ)

Παρατηρήσεις:
.....
.....

**ΜΕΡΟΣ 8: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

	kJoule	Btu	kcal	kWh	ΤΙΠ
kJoule	1	0,9478	0,2388	0,000278	$2,38 \cdot 10^{-8}$
Btu	1,0551	1	0,252	0,000293	$2,52 \cdot 10^{-8}$
kcal	4,187	3,9683	1	0,001163	$1 \cdot 10^{-7}$
kWh	3.600	3.411	859,84	1	0,000086
ΤΙΠ	$4,187 \cdot 10^7$	$3,9683 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^7$	11.630	1