



## ΟΔΗΓΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

### ΜΕΡΟΣ Γ: ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ



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. Ειδικά για τον Οδηγό αυτό, οι δύο πρώτες περιπτώσεις εφαρμογής προέρχονται από το ΚΑΠΕ, η δε τρίτη από το ARMINES – Centre d' Energétique.

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, εκπνεφρασμένη 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.

## **Εφαρμογή 1: Ενεργειακή Καταγραφή σε Βιομηχανία Επεξεργασίας Σουσαμιού**

### **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **2. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

**2.1. Απόδοση καύσης**

**2.2. Παρατηρήσεις θερμογραφημάτων**

**2.3. Βελτιστοποίηση χρήσης θερμικής ενέργειας - προτεινόμενες επεμβάσεις**

### **3. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

**3.1. Διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας και των ηλεκτρικών φορτίων**

**3.2. Μέτρηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας**

**3.3. Βελτιστοποίηση χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος - Προτεινόμενες Επεμβάσεις**

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΘΕΡΜΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ**

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΑΝΑΛΥΤΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ**

## **Εφαρμογή 2: Ενεργειακή Καταγραφή σε Ξενοδοχειακή Μονάδα στην Κρήτη**

### **1. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ**

- 1.1. Γενικά Στοιχεία
- 1.2. Μηχανολογικός Εξοπλισμός
- 1.3. Φωτισμός
- 1.4. Θέρμανση - Ψύξη - Ζεστό Νερό Χρήσης
- 1.5. Καταναλώσεις ηλεκτρισμού και καυσίμων
- 1.6. Ετήσια κατανάλωση και κατανομή της ενέργειας
- 1.7. Ενεργειακό ισοζύγιο
- 1.8. Ενεργειακοί δείκτες

### **2. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ**

- 2.1. Μέτρηση της απόδοσης της καύσης και των καυσαερίων
  - 2.1.1. Αποτελέσματα των μετρήσεων
  - 2.1.2. Παρατηρήσεις
- 2.2. Μετρήσεις Ηλεκτρικών Μεγεθών
  - 2.2.1. Χρήση του αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας
  - 2.2.2. Μέτρηση Ηλεκτρικής Ενέργειας όλου του Ξενοδοχείου

### **3. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

- 3.1. Παρέμβαση 1
- 3.2. Παρέμβαση 2
- 3.3. Παρέμβαση 3
- 3.4. Παρέμβαση 4
- 3.5. Παρέμβαση 5
- 3.6. Παρέμβαση 6
- 3.7. Παρέμβαση 7

## **Εφαρμογή 3: Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε κτίριο γραφείων**

### **1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ**

### **2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ**

- 2.1. Παρουσίαση του κτιρίου
- 2.2. Παραγωγή της θέρμανσης
- 2.3. Παραγωγή του δροσισμού
- 2.4. Εξαερισμός - κλιματισμός
- 2.5. Ζεστό νερό χρήσης
- 2.6. Ηλεκτρογεννήτρια
- 2.7. Συστήματα ελέγχου
- 2.8. Μέτρηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

### **3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ**

- 3.1. Λόγος θέρμανσης
- 3.2. Προσυμφωνημένη ισχύς
- 3.3. Επιλογή τιμολογίου ηλεκτρικής ενέργειας
- 3.4. Μείωση της κατανάλωσης άεργης ισχύος
- 3.5. Δυνατότητες εξοικονόμησης στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
  - 3.5.1. Ψυκτικά φορτία και ρύθμιση της ψυκτικής μονάδας
  - 3.5.2. Πιθανότητες εξοικονόμησης ενέργειας στη νυχτερινή κατανάλωση
  - 3.5.3. Ενεργειακά οφέλη από το δροσισμό - χρήση εναλλακτικών συστημάτων
- 3.6. Οικονομική αξιολόγηση του οφέλους από τα τιμολόγια ηλεκτρισμού

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1: Σχέδιο κάτοψης τυπικού ορόφου**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2: Συμβόλαιο Diapason, ετήσιο ισοζύγιο και καμπύλες φορτίων**

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3: Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας και προσομοίωση**

**Εφαρμογή 1:**  
**Ενεργειακή Καταγραφή σε ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**  
**επεξεργασίας σουσαμιού**

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί διεθνώς ιδιαίτερη έμφαση στους τομείς της ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης της ενέργειας. Οι λόγοι είναι γνωστοί: το αυξανόμενο ποσοστό ενεργειακής συμμετοχής στο συνολικό κόστος του τελικού παραγόμενου προϊόντος, η αύξηση του ανταγωνισμού στη διεθνή αγορά προϊόντων, καθώς επίσης τα συνεχώς αυξανόμενα περιβαλλοντικά προβλήματα. Η μεθοδική οργάνωση και εφαρμογή προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας απέδειξε ότι μπορεί να οδηγήσει σε ποσοστά εξοικονόμησης της τάξεως 5% - 25% ανάλογα με την ακολουθούμενη μεθοδολογία και το είδος της ενεργειακής επέμβασης.

Η εξοικονόμηση αυτή της ενέργειας οδηγεί ταυτόχρονα και στην ελάττωση της εκπομπής ρύπων προς το περιβάλλον, γεγονός πολύ σημαντικό τα τελευταία χρόνια. Έχει υπολογιστεί ότι με την καύση ενός τόννου ισοδυνάμου πετρελαίου (ΤΙΠ) υγρού καυσίμου εκπέμπονται τουλάχιστον τρεις τόννοι CO<sub>2</sub> στο περιβάλλον με αποτέλεσμα την όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Κατά συνέπεια, τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, είναι οι μοναδικές επεμβάσεις οι οποίες υποστηρίζουν τη διατήρηση του καθαρού περιβάλλοντος, ενώ συγχρόνως αυξάνουν την ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων.

Η εξοικονόμηση ενέργειας δεν προκύπτει μόνο με την εφαρμογή τεχνολογικών επεμβάσεων και κατά συνέπεια σοβαρών επενδύσεων. Τρεις είναι οι κύριοι παράγοντες που βοηθούν στην εξασφάλιση της εξοικονόμησης: Η σωστή οργάνωση, η ενεργειακή συνείδηση και τέλος η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών.

Το ΚΑΠΕ, θεωρώντας ως επιτακτική την ανάγκη για μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας στην Ελλάδα, μαζί με το Υπ. Ανάπτυξης και το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., έθεσε μεταξύ των άλλων σε εφαρμογή το πρόγραμμα "Ενεργειακό Λεωφορείο", με τους εξής στόχους:

1. Τη διενέργεια επιτόπιων επισκέψεων με σκοπό την επιθεώρηση της ενεργειακής κατάστασης και την υποβολή προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε όλους τους κλάδους της ελληνικής βιομηχανίας, των επιχειρήσεων του τριτογενή τομέα και των δημοσίων κτιρίων.
2. Την ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης στην ορθολογική χρήση της ενέργειας.
3. Την αύξηση της ανταγωνιστικότητας των ελληνικών επιχειρήσεων.
4. Την προστασία του περιβάλλοντος.
5. Τη μείωση της εισαγωγής καυσίμων στην Ελλάδα.

Η επίσκεψη του "Ενεργειακού Λεωφορείου" στις εγκαταστάσεις της βιομηχανίας επεξεργασίας σουσαμιού, που παρουσιάζεται στη συνέχεια, αποσκοπούσε σε μια πρωταρχική απεικόνιση της ενεργειακής κατάστασης της εν λόγω επιχείρησης. Για το σκοπό αυτό καταγράφησαν οι υπάρχουσες διεργασίες, διενεργήθηκαν ενεργειακά ισοζύγια, διεξήχθησαν μετρήσεις και, τέλος, ακολούθησε επεξεργασία των στοιχείων.

Επίσης, διεξήχθησαν συζητήσεις με τους υπευθύνους της εταιρίας, με σκοπό τον προσδιορισμό δυνατών επεμβάσεων για εξοικονόμηση ενέργειας.

Η παρούσα έκθεση απεικονίζει συνοπτικά, αλλά με σαφή τρόπο, τα ποιοτικά και ποσοτικά μεγέθη που διερευνήθηκαν κατά την επίσκεψη του "Ενεργειακού Λεωφορείου" στις εγκαταστάσεις της βιομηχανίας. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η συνεργασία του ΚΑΠΕ με την εν λόγω βιομηχανία παρέμεινε ανοικτή, έτσι ώστε και τυχόν απορίες από την παρούσα έκθεση, ή γενικότερα ερωτήματα ενεργειακού περιεχομένου, απαντήθηκαν κατά καιρούς από τους εξειδικευμένους και υπεύθυνους συνεργάτες του ΚΑΠΕ, αλλά και μια νέα επιθεώρηση διενεργήθηκε από το ΚΑΠΕ στην εν λόγω βιομηχανία (μετά πάροδο τριών ετών περίπου από την παρούσα), με σκοπό την πιστοποίηση της απόδοσης ορισμένων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που ελήφθησαν από την εταιρία στο διάστημα που μεσολάβησε.

## 2. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 2.1. Απόδοση καύσης

Στην εν λόγω βιομηχανία υπάρχουν δύο λέβητες ατμού, από τους οποίους ο ένας εξυπηρετεί τις ανάγκες της μονάδας και ο άλλος είναι εφεδρικός. Με τις μετρήσεις που έγιναν με τον αναλυτή καυσαερίων στον καυστήρα του λειτουργούντος λέβητα βρέθηκε η απόδοση της καύσης, καθώς και η ποσότητα Μονοξειδίου του Ανθρακα (CO) και η Αιθάλη των καυσαερίων. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του αναλυτή καυσαερίων για το σύστημα λέβητα/καυστήρα της μονάδας αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1. Αποτελέσματα ανάλυσης καυσαερίων του συστήματος λέβητα/καυστήρα

ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΟ ΜΕΓΕΘΟΣ	Καυστήρας 1η Μέτρηση	Καυστήρας 2η Μέτρηση
ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΥΣΗΣ	84,2%	84,8%
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ λ (Περίσσεια Αέρα)	2,43	2,35
ΠΟΣΟΣΤΟ O <sub>2</sub>	12,3%	12,0%
ΠΟΣΟΣΤΟ CO <sub>2</sub>	6,5%	6,8%
ΠΟΣΟΤΗΤΑ CO	21 ppm	99 ppm
ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO	78 ppm	77 ppm
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	190°C	192°C
ΠΟΣΟΤΗΤΑ SO <sub>2</sub>	645 ppm	724 ppm
ΚΑΠΝΟΣ (Κλίμακα Bacharach)	2	3
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΑΥΣΗΣ	15,8%	15,2%

Η απόδοση καύσης εκφράζει το ποσοστό της ενέργειας του καυσίμου που αποδίδεται σαν χρήσιμη θερμική ενέργεια. Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει τι ποσοστό από το καύσιμο που καταναλίσκεται στο λέβητα, αξιοποιείται πράγματι για την παραγωγή ατμού ή την θέρμανση νερού. Ένα μέρος της ενέργειας του καυσίμου μένει ανεκμετάλλευτο λόγω: α) της απαγωγής των θερμών καυσαερίων στο



περιβάλλον, β) της ατελούς καύσης, γ) της θέρμανσης κάποιας ποσότητας αέρα, και δ) των απωλειών από τα τοιχώματα του λέβητα.

Η τιμή της απόδοσης καύσης επηρεάζεται από όλα τα χαρακτηριστικά της καύσης (θερμοκρασία καυσαερίων, περίσσεια αέρα, περιεκτικότητα σε CO, αιθάλη, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>), τα οποία εμφανίζονται στον πίνακα 1 (περισσότερες πληροφορίες όσον αφορά τα μεγέθη που μετρώνται με τη βοήθεια του αναλυτή καυσαερίων και την ανάλυση που γίνεται σ' αυτά, παρέχονται στο Παράρτημα Α), και αποτελεί τον πιο αποτελεσματικό δείκτη για την πιστοποίηση της καλής λειτουργίας του καυστήρα. Κατά συνέπεια η απόδοση καύσης πρέπει να πλησιάζει την τιμή 100.

Στον ανωτέρω πίνακα, όπου αναγράφονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του καυστήρα του λέβητα, παρατηρούνται τα εξής:

- Η απόδοση καύσης είναι υψηλή και στις δύο μετρήσεις που διενεργήθηκαν.
- Η περίσσεια αέρα είναι αρκετά υψηλή και στις δύο μετρήσεις με αποτέλεσμα να θερμαίνεται άσκοπα ποσότητα αέρα. Η περίσσεια αέρα όπως αναφέρεται και προηγουμένως είναι πολύ σημαντική για τη σωστή λειτουργία του καυστήρα και θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα.
- Η ποσότητα οξυγόνου είναι υψηλή και οφείλεται στη μεγάλη περίσσεια αέρα.
- Η ποσότητα CO είναι χαμηλή κατά την πρώτη μέτρηση ενώ κατά την δεύτερη μέτρηση είναι αυξημένη κατά πολύ.
- Η αιθάλη (καπνός) είναι σχετικά χαμηλή και αυτό οφείλεται κυρίως στη μεγάλη περίσσεια αέρα που υπάρχει και όχι τόσο στη καλή καύση που γίνεται γιατί οι υπόλοιπες παράμετροι καύσης δεν δικαιολογούν κάτι τέτοιο.
- Η θερμοκρασία καυσαερίων είναι κανονική και μέσα στα όρια καλής λειτουργίας έτσι ώστε να μην γίνεται συμπύκνωση υδρατμών.

## 2.2. Παρατηρήσεις θερμογραφημάτων

Στα θερμογραφήματα που επισυνάπτονται (βλ. Παράρτημα «Θερμογραφήματα») απεικονίζονται διάφοροι μονωμένοι και αμόνωτοι σωλήνες, καθώς και περιοχές του λέβητα με τα προβλήματα μόνωσης των. Οι αναγραφόμενες θερμοκρασίες στα θερμογραφήματα αποδίδουν επακριβώς την θερμοκρασία (σε °C) των επί των θερμογραφημάτων αναφερόμενων σημείων.

Εξάλλου, με τη βοήθεια των θερμογραφημάτων μπορεί να υπολογισθεί η απωλεσθείσα θερμική ενέργεια. Έτσι, για παράδειγμα, από το θερμογράφημα Νο 5, όπου απεικονίζεται τμήμα αμόνωτου σωλήνα μήκους περίπου 5 μέτρων, οι απώλειες θερμότητας που προκύπτουν, για το συγκεκριμένο μήκος αμόνωτου σωλήνα εξωτερικής διαμέτρου περίπου 60 mm και θερμοκρασίας 89,7 °C, και για μία βάρδια λειτουργίας (2000 ώρες τον χρόνο), είναι 165 kg μαζούτ τον χρόνο.

Στα πρώτα θερμογραφήματα απεικονίζονται τα προβλήματα που υπάρχουν στο κέλυφος των λεβήτων, κύριου και βοηθητικού. Αν και οι θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ θερμής και ψυχρής περιοχής στο θερμογράφημα δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλες, αυτό που είναι σημαντικό με το θερμογράφημα είναι ότι εντοπίζονται περιοχές στις οποίες υπάρχει πρόβλημα μόνωσης (ασυνέχεια), είτε από υποβάθμιση αυτής είτε λόγω κακής τοποθέτησής της.

Στα θερμογραφήματα 1, 2 και 3 απεικονίζεται το κέλυφος του εν λειτουργία λέβητα. Σ' αυτά παρατηρείται κάποια ασυνέχεια μόνωσης κυρίως στις ραφές τους μονωτικού περιβλήματος. Σε τυχόν άνοιγμα του λέβητα για καθαρισμό των αυλών ή για συντήρηση, καλό θα ήταν να προσεχθεί και η μόνωση και να συμπληρωθεί στα σημεία που υπάρχει ανάγκη.

Στο θερμογράφημα 4 απεικονίζονται τμήματα μονωμένων σωλήνων πάνω από το κολλεκτέρ στους οποίους σωλήνες παρουσιάζονται κάποια προβλήματα μόνωσης που οφείλονται σε υποβάθμιση της μόνωσης. Στο θερμογράφημα 5 απεικονίζεται τμήμα μονωμένου και αμόνωτου σωλήνα, όπως ήδη αναφέρθηκε, ενώ στο θερμογράφημα 6 απεικονίζεται η θερμοκρασιακή κατανομή του συλλέκτη των συμπυκτωμάτων.

Στο θερμογράφημα 7 απεικονίζονται τμήματα μονωμένων σωλήνων με αμόνωτες βάνες στην μονάδα του σουσαμιού. Μονώνοντας τις βάνες που είναι αμόνωτες μπορεί να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Ήδη, όπως παρατηρήθηκε στην καινούργια μονάδα του χαλβά που επισκεφθήκε η ομάδα των επιθεωρητών, οι βάνες είναι μονωμένες. Τέλος, στα θερμογραφήματα 8 και 9 απεικονίζονται τμήματα σωλήνων ατμού που παρουσιάζουν προβλήματα μόνωσης. Οι μονωμένοι αυτοί σωλήνες είναι στην μονάδα του σουσαμιού.

### **2.3. Βελτιστοποίηση χρήσης θερμικής ενέργειας - προτεινόμενες επεμβάσεις**

Απόδοση Λεβήτων: Όπως αναφέρθηκε προηγουμένα, υπάρχουν δύο αμολέβητες στη μονάδα, από τους οποίους ο ένας λειτουργεί και σ' αυτόν έγιναν μετρήσεις του βαθμού απόδοσής του. Ο βαθμός απόδοσης αναγράφεται στον πίνακα 1. Προτείνεται να εγκατασταθεί σύστημα αυτόματης επιτήρησης-ρύθμισης της καύσης.

Ανάκτηση θερμότητας από τα καυσαέρια: Η θερμοκρασία των καυσαερίων (300°C) αφήνει περιθώρια ανάκτησης ενέργειας από αυτά, γιατί η θερμοκρασία των δεν είναι πολύ κοντά στο σημείο δρόσου του θειικού οξέως (160°C). Η ενέργεια που μπορεί να ανακτηθεί κατ' αυτόν τον τρόπο θα μπορούσε να:

- προθερμάνει τον αέρα καύσης,
- προθερμάνει το νερό τροφοδοσίας των λεβήτων,
- να παράγει ζεστό νερό χρήσης κ.λπ.

Προτείνεται στην έξοδο των καυσαερίων να παρεμβληθεί ένας *Economizer*, με σκοπό να προθερμαίνει το νερό τροφοδοσίας των λεβήτων. Το κόστος του *Economizer*, με

τις βοηθητικές του εγκαταστάσεις, ανέρχεται στα 14.000.000 δρχ. Το αναμενόμενο όφελος υπολογίζεται στο 5% της ετήσιας κατανάλωσης καυσίμων.

Συλλέκτες Ατμού: Οι κύριοι συλλέκτες ατμού βρίσκονται στο λεβητοστάσιο και είναι καλά θερμομονωμένοι, πλην των ειδικών εξαρτημάτων. Οι δευτερεύοντες συλλέκτες διανομής είναι μέσα σε κλειστούς χώρους του εργοστασίου (υψηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος). Ως προς τη μόνωση ισχύουν τα προαναφερθέντα.

Σωληνώσεις: Το δίκτυο μεταφοράς του ατμού είναι μονωμένο με υαλοβάμβακα πάχους 4-5 cm, ανάλογα με τη διάμετρο του σωλήνα, και η μόνωση προστατεύεται με κάλυμμα από λαμαρίνα. Για τη θερμοκρασία του ατμού, τους χώρους διέλευσης του δικτύου (εσωτερικοί χώροι υψηλής θερμοκρασίας) και τις διαμέτρους των σωληνών μεταφοράς η μόνωση αυτή είναι ικανοποιητική.

Το κόστος αποξήλωσης της υπάρχουσας μόνωσης - με τα καλύμματα - και η ενίσχυσή της με πρόσθετο στρώμα υαλοβάμβακα δεν θα ήταν μια συμφέρουσα επένδυση, λαμβάνοντας υπόψη ότι μεγάλο τμήμα του υφιστάμενου δικτύου σύντομα θα τεθεί εκτός λειτουργίας.

Ειδικά εξαρτήματα: Οι ατμοπαγίδες και τα λοιπά ειδικά εξαρτήματα του δικτύου ευρίσκονται σε καλή κατάσταση. Οι διαρροές είναι ελάχιστες. Εξάλλου, υπάρχουν 200 αμόνωτα ειδικά εξαρτήματα με φλάντζες που επιδέχονται θερμομόνωση.

Στρατσώνα: Στους δύο λέβητες του εργοστασίου υπάρχει η μικρή συνεχής στρατσώνα, της τάξης του 10% και η κυρίως στρατσώνα που γίνεται μια φορά σε κάθε βάρδια, με το άνοιγμα του διακόπτη εκκένωσης επί 30" περίπου. Στον μεγάλο λέβητα, που θα παραμείνει σε λειτουργία, η χειροκίνητη στρατσώνα ανέρχεται στα 0,5 m<sup>3</sup> τη φορά, ενώ η συνολική ημερήσια στα 8 m<sup>3</sup>.

Η ενέργεια της συνεχούς στρατσώνας αξιοποιείται ως ένα βαθμό, μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας που υπάρχει στο λεβητοστάσιο, ενώ το θερμικό φορτίο της χειροκίνητης εκκένωσης (μικρό βέβαια) απορρίπτεται στην αποχέτευση. Φυσικά οι παραπάνω διαδικασίες, πέρα από τη συνεχή απασχόληση του προσωπικού, δεν είναι και αξιόπιστες ως προς το αποτέλεσμα. Ο στρατσωνισμός άλλοτε καθυστερεί και άλλοτε γίνεται συχνότερα, με όλα τα επακόλουθα.

Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος Αυτόματης Στρατσώνας. Προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος αυτοματοποίησης της στρατσώνας. Το αναμενόμενο όφελος από τις προαναφερθείσες επεμβάσεις εκτιμάται στο 4 με 5% της ετήσιας κατανάλωσης καυσίμων, δηλαδή 2.800.000 kgr x 4% = 112.000 kgr.

Αυτοματοποίηση λειτουργίας λεβήτων: Η λειτουργία των λεβήτων γίνεται υπό την επίβλεψη των θερμαστών και σύμφωνα με τα προαναφερθέντα. Αυτό έχει σαν φυσικό επακόλουθο να μην λειτουργούν συνεχώς με τον βέλτιστο βαθμό απόδοσης.

Για το μεγάλο λέβητα που θα απομείνει προτείνεται, για την ασφαλή και οικονομική λειτουργία του, η εγκατάσταση συστήματος αυτόματης παρακολούθησης και βελτιστοποίησης της καύσης. Αυτό θα συμβάλλει και στον περιορισμό του χρόνου εργασίας του Θερμαστή ο οποίος πλέον θα ασκεί απλή επιστασία, τουλάχιστον την περισσότερη ώρα. Για τη λειτουργία του συστήματος αυτού είναι απαραίτητη η αντικατάσταση του καυστήρα με άλλον νέας τεχνολογίας.

### 3. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 3.1. Διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας και των ηλεκτρικών φορτίων

Οι βασικοί καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας στη μονάδα παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί. Με βάση αυτές τις καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας καθορίζονται και οι, κατ' αρχήν, προτεραιότητες ελέγχων και επεμβάσεων.

**Πίνακας 2. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά καταναλωτή**

<b>ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>	
<b>Χώρος</b>	<b>KWh</b>
Εργαστήρια	59.000
Λεβητοστάσιο	78.000
Συμπιεστές	1.596.000
Ψυχοστάσιο	192.000
Αεροσυμπιεστές	882.000
Παραγωγή	2.835.000
Κτίριο Α	742.000
Μηχανουργείο	340.000
Μεταφορικά	460.000
Ψύξη	540.000
Συσκευασία	320.000
Αντλιοστάσια	450.000
Δεξαμενές	344.000
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>8.838.000</b>

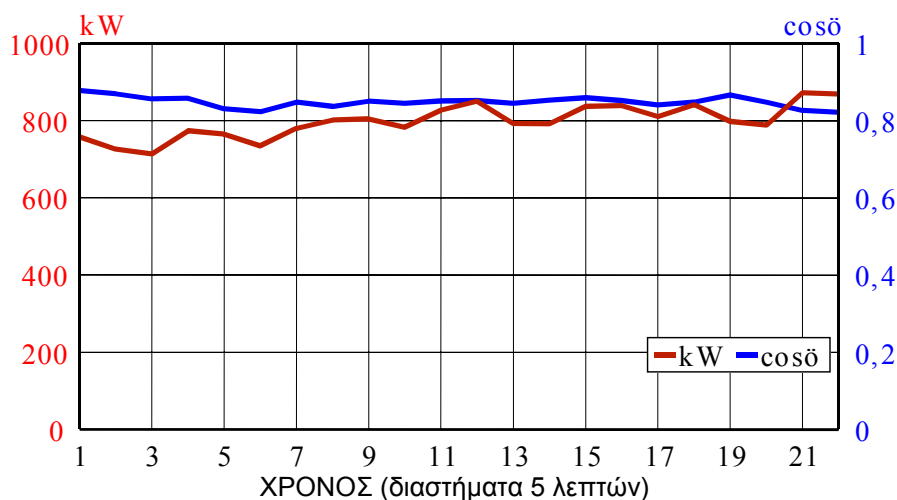
#### 3.2. Μέτρηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας συνδέθηκε στον υποσταθμό της μονάδας του σουσαμιού για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας από όλα τα μηχανήματα παραγωγής της μονάδας του σουσαμιού και επίσης να διαπιστωθούν οι τυχόν διακυμάνσεις της ισχύος στην διάρκεια του χρόνου μέτρησης. Ο χρόνος σύνδεσης του αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας ήταν περίπου 2 ώρες.

Στο παρακάτω διαγράμμα (σχήμα 1) παρουσιάζονται αφενός η ισχύς (σε KW) που απορροφάται από τους αεροσυμπιεστές και τα υπόλοιπα μηχανήματα που είναι

συνδεδεμένα στον πίνακα κατά την διάρκεια των 88 λεπτών, αφετέρου οι διακυμάνσεις του συνφ που όπως είναι φυσικό κυνάζεται ανάλογα με την διακύμανση της ισχύος.

### ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΟΥΣΑΜΙΟΥ



**Σχήμα 1. Διάγραμμα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του εργοστασίου**

Από την ανάλυση των μετρήσεων προκύπτουν τα παρακάτω:

- Παρατηρείται ότι οι ώρες αιχμής είναι μέσα στο διάστημα αιχμής του Εθνικού δικτύου όπου υπάρχει και η υψηλή χρέωση της ισχύος.
- Γενικά η διαχείριση φορτίου ευρίσκεται σε ικανοποιητικά επίπεδα.
- Οι παρατηρούμενες αιχμές οφείλονται, κατά πάσα πιθανότητα, στην ταυτόχρονη εκκίνηση των δύο αεροσυμπιεστών.
- Το φορτίο “βάσης” διατηρείται και τις Κυριακές σε υψηλότερα, από τα απαραίτητα, επίπεδα.
- Η ζήτηση φορτίου ακολουθεί ικανοποιητικά το πρόγραμμα της παραγωγής του εργοστασίου.

Από την ανάλυση του τιμολογίου της ΔΕΗ προκύπτουν τα παρακάτω:

- Η κατηγορία του τιμολογίου είναι Β1.Β, στο οποίο οι βασικοί παράγοντες κόστους είναι η καταναλισκόμενη ενέργεια, η αιχμή του μηνός και ο συντελεστής ισχύος.
- Η άεργος ισχύς του μηνός ήταν 0, οπότε και ο συντελεστής ισχύος ήταν 1 ( $\cos\phi = 1$ ).
- Ο περιορισμός της αιχμής μπορεί να μειώσει τον λογαριασμό.

### 3.3. Βελτιστοποίηση χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας και ισχύος - Προτεινόμενες Επεμβάσεις

α. Από την ανάλυση των βασικών φορτίων κατά τις Κυριακές προκύπτει ότι είναι δυνατή η μείωση της “βάσης” του φορτίου μόνον κατά 20 kW. Αυτό θα έδινε σε ετήσια βάση εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης των:

$$20 \text{ kW} \times 24 \text{ h/Kup.} \times 50 \text{ Kup./έτος} = 24.000 \text{ kWh}$$

Η συνολική ετήσια οικονομία σε κόστος ηλεκτρικής ενέργειας εκτιμάται στις 400.000 €.

β. Κατά την τυπική εργάσιμη ημέρα υπάρχει η δυνατότητα περιορισμού της αιχμής κατά 200 kW, περίπου, (από τους αεροσυμπιεστές, ετεροχρονισμούς δευτερευόντων φορτίων κ.λπ.) με στόχο τη μείωση του κόστους ισχύος.

Για την υλοποίηση των επεμβάσεων αυτών είναι ανάγκη να χρησιμοποιηθούν οι Μηχανισμοί Επιτήρησης της Αιχμής του Ηλεκτρικού Φορτίου. Το όφελος από την προαναφερθείσα επέμβαση, λόγω μείωσης του κόστους ισχύος, θα ανέλθει σε ένα ποσόν της τάξης των 300.000 € για τους μήνες αιχμής, και στις 150.000 € κατά τους υπόλοιπους μήνες. Η συνολική ετήσια εξοικονόμηση εκτιμάται στις 3.000.000 €.

#### γ. Βελτίωση Συντελεστού Ισχύος (cos φ)

Για τη βελτίωση του Σ.Ι. (cos φ) του εργοστασίου υπάρχουν οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις αντιστάθμισης. Το αποτέλεσμα αυτών των εγκαταστάσεων είναι να έχουμε συνεχώς cosφ = 1.

#### δ. Πεπιεσμένος Αέρας

Οι αιχμές των Χρονολογικών Διαγραμμάτων Ηλεκτρικού Φορτίου οφείλονται, σε μεγάλο βαθμό, στην ταυτόχρονη εκκίνηση λειτουργίας των δύο αεροσυμπιεστών του εργοστασίου, συνολικής ισχύος 220 kW. Επίσης, μεγάλο ποσοστό της καταναλισκόμενης ενέργειας οφείλεται στην ταυτόχρονη λειτουργία των αεροσυμπιεστών.

Για την ορθολογική χρήση της ενέργειας στη παραγωγή πεπιεσμένου αέρα μπορούν να γίνουν επεμβάσεις στα παρακάτω σημεία:

- α. Ρύθμιση πίεσης, κάθε φορά, στο χαμηλότερο δυνατόν σημείο γιατί η απαιτούμενη ενέργεια αυξάνει εκθετικά σε σχέση με την πίεση εξόδου.
- β. Καθαρισμός φίλτρων αέρα, πολύ συχνά. Τα “μπουκωμένα” φίλτρα μειώνουν υπερβολικά την απόδοση των αεροσυμπιεστών.
- γ. Συνεχής έλεγχος διαρροών.
- δ. Ορθολογική χρήση του πεπιεσμένου αέρα.
- ε. Η χρήση φυσητήρων στους καθαρισμούς μηχανημάτων (το λάστιχο έχει διάμετρο τουλάχιστον 9 mm) πρέπει να αποφεύγεται

στ. Αξιοποίηση απορριπτόμενης θερμότητας με τη χρήση εναλλάκτη νερού-νερού (Boiler).

**Εφαρμογή 2:**  
**Ενεργειακή Καταγραφή σε**  
**Ξενοδοχειακή Μονάδα στην Κρήτη**



## 1. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

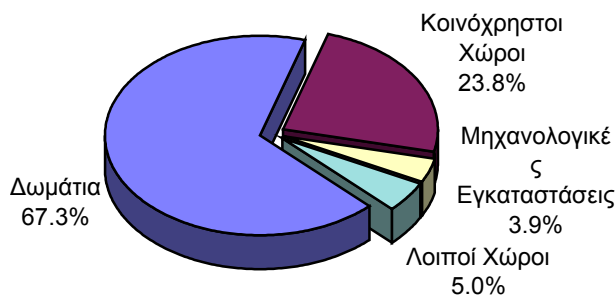
### 1.1. Γενικά Στοιχεία

Η επίσκεψη του Ενεργειακού Λεωφορείου του ΚΑΠΕ στο εν λόγω ξενοδοχείο για την εκτέλεση της ενεργειακής καταγραφής πραγματοποιήθηκε κατόπιν ανάθεσης της εταιρείας μελετών ENVIROPLAN Ο.Ε. στο ΚΑΠΕ. Σκοπός της επίσκεψης ήταν η απεικόνιση της ενεργειακής κατάστασης των κτιριακών εγκαταστάσεων, έτσι ώστε να προσδιοριστούν οι τρέχουσες συνθήκες ενεργειακής κατανάλωσης και ενεργειακών απωλειών, τόσο των θερμικών όσο και των ηλεκτρικών φορτίων. Η παρούσα έκθεση απεικονίζει συνοπτικά, αλλά με συγκεκριμένο τρόπο, τα ποιοτικά και ποσοτικά μεγέθη που διερευνήθηκαν κατά τη διάρκεια της ενεργειακής διάγνωσης που πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του "Ενεργειακού Λεωφορείου".

Το ξενοδοχείο, που λειτούργησε το 1991 και επεκτάθηκε το 1995, είναι τριών αστέρων και η δυναμικότητά του είναι 140 δωμάτια και 280 κλίνες. Λειτουργεί 8 μήνες περίπου, από τα μέσα Μαρτίου έως το τέλος Οκτωβρίου, και βρίσκεται σε απόσταση 2 χιλιομέτρων από την πόλη του Ρεθύμνου. Αποτελείται από το κεντρικό κτίριο και από τέσσερα μικρότερα συγκροτήματα, ανεξάρτητα μεταξύ τους. Στο ισόγειο του κεντρικού κτιρίου στεγάζονται η υποδοχή, η καφετέρια, το εστιατόριο και η κουζίνα, στο υπόγειο οι αίθουσες ψυχαγωγίας και συνεδριάσεων καθώς και οι μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Στους άλλους δύο ορόφους βρίσκονται 30 δωμάτια.

Στα υπόλοιπα κτίρια, που είναι διώροφα, η κατανομή των δωματίων ανά συγκρότημα είναι αντίστοιχα 49, 11, 41 και 9 δωμάτια (110 δωμάτια συνολικά). Η συνολική δομημένη επιφάνεια είναι 3.821 m<sup>2</sup>, από την οποία τα 2.572 m<sup>2</sup> αφορούν τα δωμάτια (67%), τα 908 m<sup>2</sup> (24%) τους κοινόχρηστους χώρους -διάδρομοι, εστιατόρια, χώροι υποδοχής-, τα 150 m<sup>2</sup> τις μηχανολογικές εγκαταστάσεις -μαγειρεία, λεβητοστάσια- (4%) και τα υπόλοιπα 191 m<sup>2</sup> τους λοιπούς χώρους (5%) (βλ. σχήμα 1).

#### ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ



Διάγραμμα 1. Κατανομή επιφάνειας χώρων ανά χρήση

Η ηλεκτροδότηση του ξενοδοχείου γίνεται από το δίκτυο μέσης τάσης της ΔΕΗ. Η εγκαταστημένη ισχύς είναι 468 kVA, ενώ η συμφωνημένη με τη ΔΕΗ ισχύς είναι 400 kW. Η μέγιστη ζήτηση ισχύος στην περίοδο αιχμής (Αύγουστος '97) έφτασε περίπου τα 160 kW. Οι αιχμές μέγιστης ζήτησης εμφανίζονται κατά τη διάρκεια των πρώτων πρωινών και πρώτων απογευματινών ωρών. Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι, κατά μέσο όρο, 300.000 kWh το χρόνο. Η χρήση της

ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται από μέρος του εξοπλισμού της κουζίνας, από τα ψυγεία-καταψύκτες, τις αντλίες-κυκλοφορητές, τον κλιματισμό, τα πλυντήρια και το φωτισμό.

Η οροφή του κτιρίου αποτελείται από τσιμεντένια πλάκα, χωρίς την απαιτούμενη μόνωση. Τα δωμάτια έχουν πλαίσια αλουμινίου και ξύλινες πόρτες εισόδου. Τα περισσότερα έχουν κακή στεγανότητα και πολλά ανοίγματα, λόγω παλαιότητας και έκθεσης στην αλμύρα της θάλασσας. Στην οροφή του κτιρίου είναι εγκατεστημένο ένα κεντρικό ηλιακό σύστημα, του οποίου η δυναμικότητα είναι μικρότερη από την απαιτούμενη, κάνοντας αναγκαία τη συμπληρωματική λειτουργία ενός λέβητα. Τέλος, χρησιμοποιείται και υγραέριο για τη λειτουργία του εξοπλισμού της κουζίνας.

## 1.2. Μηχανολογικός Εξοπλισμός

Η ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά τμήμα του ξενοδοχείου αναγράφεται στον ακόλουθο πίνακα 1. Καταγράφηκαν τα μηχανήματα και οι συσκευές που λειτουργούν με ηλεκτρισμό και οι ώρες λειτουργίας τους υπολογίστηκαν, για μια τυπική ημέρα λειτουργίας του ξενοδοχείου, κατόπιν σχετικών ερωτήσεων στους υπεύθυνους του κάθε τμήματος. Παρατηρείται ότι το τμήμα με τη σημαντικότερη κατανάλωση είναι ο κλιματισμός (46%) και τα πλυντήρια (25%).

**Πίνακας 1. Ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρισμού ανά τμήμα**

ΤΜΗΜΑ	Κατανάλωση (kWh/ημέρα)
ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ	1128
ΠΛΥΝΤΗΡΙΑ	612
ΚΟΥΖΙΝΑ	361
ΑΝΤΛΙΕΣ	143
ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΟ	76
SNACK BAR, Παρασκευαστήριο	71
MINI MARKET	12
ΑΛΛΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	52

## 1.3. Φωτισμός

Οι τύποι των λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται στο ξενοδοχείο και η κατανομή τους στους διάφορους χώρους του εμφανίζονται στους παρακάτω πίνακες:

**Πίνακας 2. Τύποι χρησιμοποιούμενων λαμπτήρων και ώρες λειτουργίας**

Τύπος Λαμπτήρα	Αριθμός Λαμπτήρων	Ώρες Λειτουργίας /ημέρα	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)
Πυρακτώσεως	790	5	31
Φθορίου	210	5	7,56
Χαμηλής Κατανάλωσης	250	16	5
Χαμηλής κατανάλωσης (9 Watt)	300	3	2,7
Αλογόνου	6	11	1,8

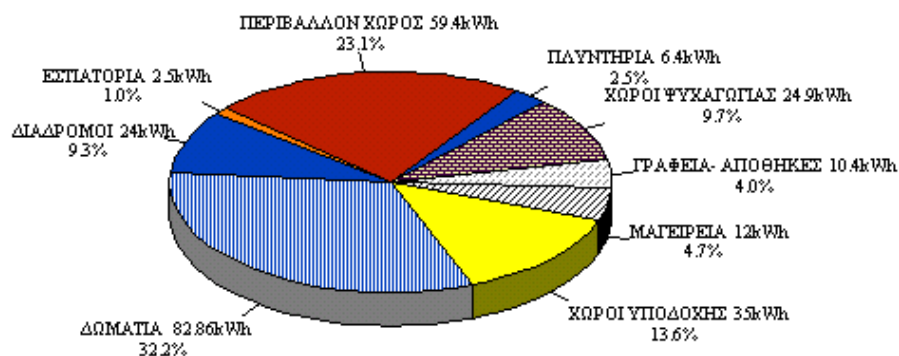
**Πίνακας 3. Κατανομή λαμπτήρων ανά χώρο και ανά τύπο**

Χώρος εγκατάστασης	Τύπος Λαμπτήρων	Ώρες Λειτουργίας /ημέρα	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)
Διάδρομοι	Χαμηλής κατανάλωσης	12	2

Δωμάτια	Πυρακτώσεως + Φθορίου	3	28
Χώροι Υποδοχής	Χαμηλής καταναλ./ πυρακτ.	10	3,5
Χώροι Ψυχαγωγίας	Πυρακτώσεως + Φθορίου	10	2,5
Εστιατόρια	Χαμηλής κατανάλωσης	5	0,5
Μαγειρεία	Φθορισμού	8	1,5
Γραφεία & Αποθήκες	Φθορισμού	5	2,2
Πλυντήρια	Πυρακτώσεως	8	0,8
Περιβάλλον Χώρος	Αλογόνου, πυρακτώσεως	11	5,4

Στο διάγραμμα 2 εμφανίζεται η κατανομή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό ανά χρήση (διάδρομοι, δωμάτια, κ.ά.). Παρατηρείται ότι η κατανάλωση για το φωτισμό στους διαδρόμους, τους χώρους υποδοχής και τον περιβάλλοντα χώρο είναι αρκετά υψηλή, κυρίως λόγω των πολλών ωρών λειτουργίας. Στα δωμάτια, όπου κυρίως χρησιμοποιούνται λαμπτήρες πυρακτώσεως, η κατανάλωση βρίσκεται στις 82 kWh ημερησίως, αφού οι ώρες λειτουργίας ανά ημέρα είναι λίγες (3-4 ώρες/ ημέρα).

#### ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΗΜΕΡΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ



Διάγραμμα 2. Κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό

#### 1.4. Θέρμανση - Ψύξη - Ζεστό Νερό Χρήσης

Ο κλιματισμός των κτιριακών εγκαταστάσεων καλύπτεται από μια υδρόψυκτη κεντρική κλιματιστική μονάδα ισχύος 84 kW. Η ψύξη γίνεται μέσω fan-coils, με ισχύ περίπου 7.000 Btu/h. Ακόμη, χρησιμοποιείται ένας λέβητας για την παραγωγή ζεστού νερού και ένας για την κεντρική θέρμανση των χώρων του κτιρίου. Ο πρώτος λέβητας είναι ονομαστικής ισχύος 160.000 kcal/h και λειτουργεί περίπου 8 ώρες την ημέρα, καλύπτοντας τις ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης του κεντρικού κτιρίου και των υπόλοιπων κτιριακών συγκροτημάτων, δεδομένου ότι το κεντρικό σύστημα ηλιακών συλλεκτών αφενός δεν έχει ικανοποιητική απόδοση και αφετέρου η επιφάνεια των συλλεκτών δεν είναι η απαιτούμενη. Το ζεστό νερό χρήσης έχει θερμοκρασία 60°C.

Ο δεύτερος λέβητας, ονομαστικής ισχύος 410.000 kcal/h, καλύπτει τις ανάγκες κεντρικής θέρμανσης του κεντρικού κτιρίου και των υπόλοιπων συγκροτημάτων, στην αρχή και το τέλος της περιόδου λειτουργίας του ξενοδοχείου. Οι λέβητες και οι καυστήρες Ν<sup>ο</sup> 1 & 2 είναι των ιδίων κατασκευαστών και έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

#### Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά Λεβήτων-Καυστήρων Ν<sup>ο</sup>1 & 2

	ΛΕΒΗΤΑΣ Ν° 1	ΛΕΒΗΤΑΣ Ν° 2		
Έτος εγκατάστασης:	1990	1990		
Ισχύς:	160.000 kcal	410.000 kcal		
Πίεση Λειτουργίας:	5 atm	5 atm		
Θερμότητα Λειτουργίας:	έως 110 °C	έως 110 °C		
Θερμότητα Λεβητοστασίου:	25 °C	25 °C		
Υγρασία Λεβητοστασίου:	58%	58%		
	ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ Ν° 1	ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ Ν° 2		
Έτος Εγκατάστασης:	1990	1990		
Παροχή καυσίμου:	Min	Max	Min	Max
	11 kg/h	21 kg/h	13 kg/h	55 kg/h

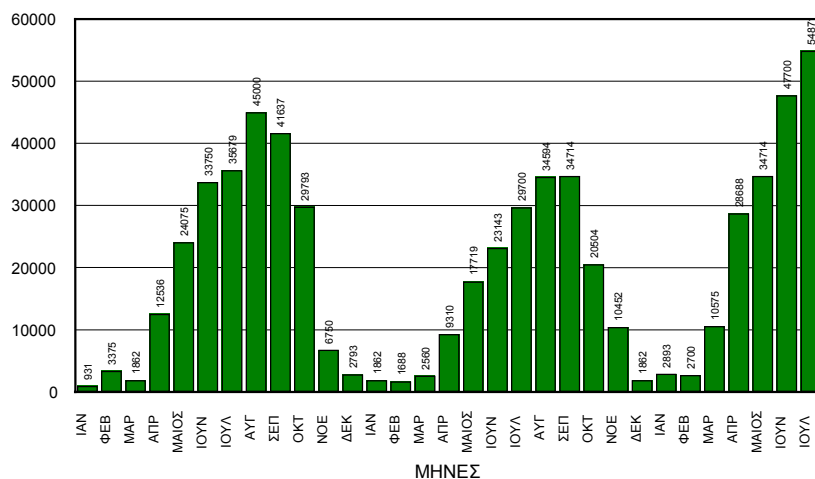
### 1.5. Καταναλώσεις ηλεκτρισμού και καυσίμων

Το καύσιμο που χρησιμοποιείται για τη θέρμανση των χώρων και εν μέρει για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης είναι το πετρέλαιο. Το υγραέριο χρησιμοποιείται για τον βασικό εξοπλισμό της κουζίνας και ο ηλεκτρισμός για το φωτισμό του κτιρίου, τον υπόλοιπο εξοπλισμό της κουζίνας, τα πλυντήρια - στεγνωτήρια, τον κλιματισμό, την κίνηση των μηχανών και άλλες χρήσεις. Η κύρια παραγωγή ζεστού νερού χρήσης πραγματοποιείται από το κεντρικό σύστημα ηλιακών συλλεκτών.

Στα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζεται διαχρονικά η μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, πετρελαίου και υγραερίου, αντίστοιχα. Στο διάγραμμα 3 παρατηρείται ότι υπάρχουν διαφορές στην κατανάλωση από έτος σε έτος που μάλλον οφείλονται στη διαφορετική πληρότητα του ξενοδοχείου. Αντίθετα, στα διαγράμματα 4 και 5, όπου εμφανίζεται η μηνιαία κατανάλωση πετρελαίου και υγραερίου, παρατηρείται μια αυξητική τάση στην κατανάλωση αυτών.

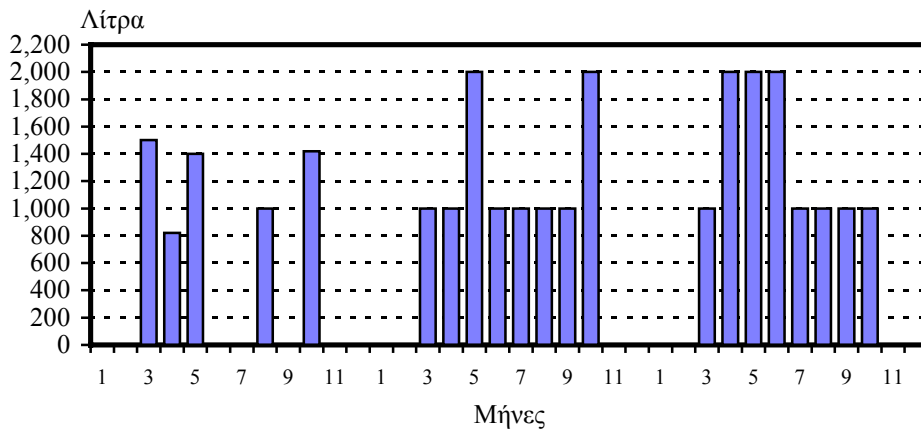
#### ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (kWh)

ΙΑΝ 1995 - ΙΟΥΛ 1997



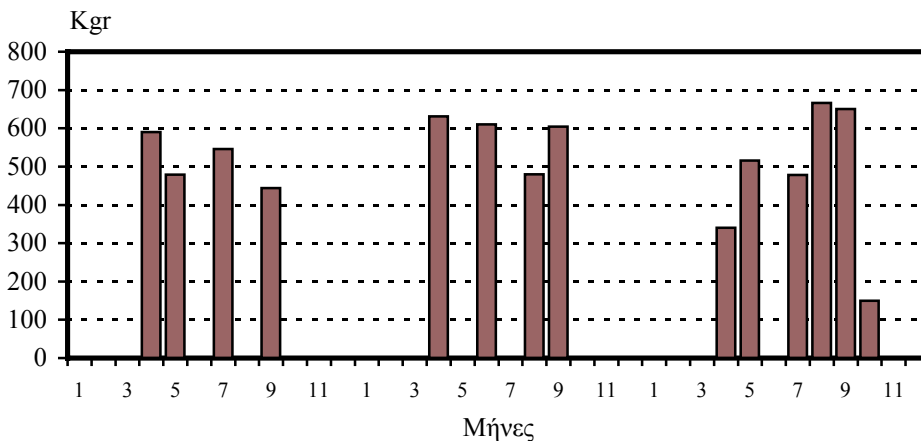
Διάγραμμα 3. Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τα 1995 έως 1997

### ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ 1995-1997



Διάγραμμα 4. Κατανάλωση πετρελαίου τα έτη 1995 έως 1997

### ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ 1995-1997



Διάγραμμα 5. Κατανάλωση υγραερίου τα έτη 1995 έως 1997

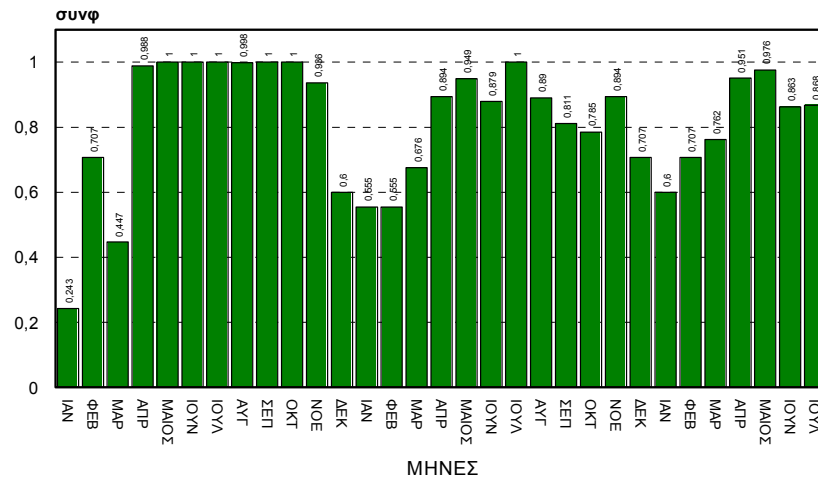
Στα επόμενα διαγράμματα απεικονίζεται κατά σειρά η διακύμανση του συντελεστή ισχύος ( $\text{συν}\varphi$ ), που επηρεάζει το κόστος της ισχύος, της Καταγραφείσας Μεγίστης Ζήτησης (KMZ) και της Χρεωστέας Μεγίστης Ζήτησης (XMZ) για τα έτη 1995 έως 1997. Η ισχύς που πληρώνει η εταιρεία δεν είναι η KMZ αλλά η XMZ, η οποία για το τιμολόγιο (B2γ) που έχει το ξενοδοχείο κοστολογείται με 965 δρχ./kW. Η XMZ είναι το γινόμενο της KMZ και ενός συντελεστή που εξαρτάται από το  $\text{συν}\varphi$ , ο οποίος είναι:

- μικρότερος από 1 ( $<1$ ), εάν το  $\text{συν}\varphi$  είναι μεγαλύτερο από 0,85 ( $\text{XMZ} = \text{KMZ} \times 0,85/\text{συν}\varphi$ ), οπότε υπάρχει έκπτωση ισχύος ανάλογα με την τιμή του  $\text{συν}\varphi$ ,
- μεγαλύτερος από 1 ( $>1$ ), εάν το  $\text{συν}\varphi$  είναι μικρότερο από 0,80 ( $\text{XMZ} = \text{KMZ} \times 0,80/\text{συν}\varphi$ ), οπότε υπάρχει επιβάρυνση ισχύος ανάλογα με την τιμή του  $\text{συν}\varphi$ ,
- ίσος με 1 ( $=1$ ), εάν το  $\text{συν}\varphi$  είναι μεταξύ 0,80 και 0,85 ( $\text{XMZ} = \text{KMZ}$ ).

Από το διάγραμμα 6 προκύπτει ότι, ο συντελεστής ισχύος κατά τα τελευταία έτη (1996 και 1997) ήταν χαμηλός, με αποτέλεσμα να υπάρχει επαύξηση στην χρέωση ισχύος από τη ΔΕΗ. Παρατηρείται ότι σε πολλούς μήνες το  $\text{συν}\varphi$  είναι μικρότερο από 0,80, οπότε υπάρχει πρόστιμο ισχύος, όπως απεικονίζεται στο διάγραμμα 7.

### ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ (cosφ)

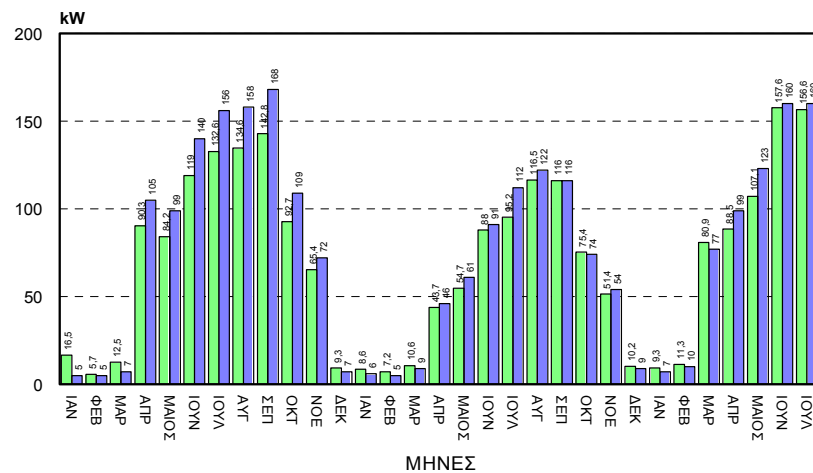
ΙΑΝ 1995 - ΙΟΥΛ 1997



Διάγραμμα 6. Διακύμανση του συντελεστή ισχύος συνφ κατά τα έτη 1995 έως 1997

### ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΧΡΕΩΣΤΕΑΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΙΣΑΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ (ΧΜΖ)

ΙΑΝ 1995 - ΙΟΥΛ 1997

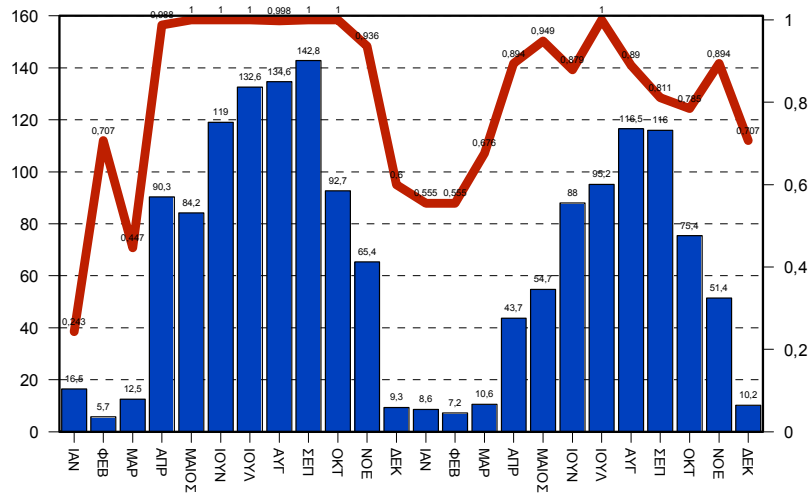


Διάγραμμα 7. Διακύμανση των ΚΜΖ και ΧΜΖ κατά τα έτη 1995 έως 1997

Επίσης, στο διάγραμμα 8 απεικονίζεται η διακύμανση του συντελεστή ισχύος και η καταγραφήα μέγιστη ζήτηση (ΚΜΖ). Παρατηρείται ότι όταν η ΚΜΖ είναι υψηλή το συνφ συνήθως είναι χαμηλό, με αποτέλεσμα το πρόστιμο της ισχύος να είναι σημαντικό. Με την τοποθέτηση πυκνωτών αντιστάθμισης θα βελτιωθεί ο συντελεστής ισχύος και θα υπάρξει έκπτωση στην Καταγραφήα Μέγιστη Ζήτηση.

**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ (συνφ) ΚΑΙ  
ΧΡΕΩΣΤΕΑΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ (ΧΜΖ)**

1995 - 1996

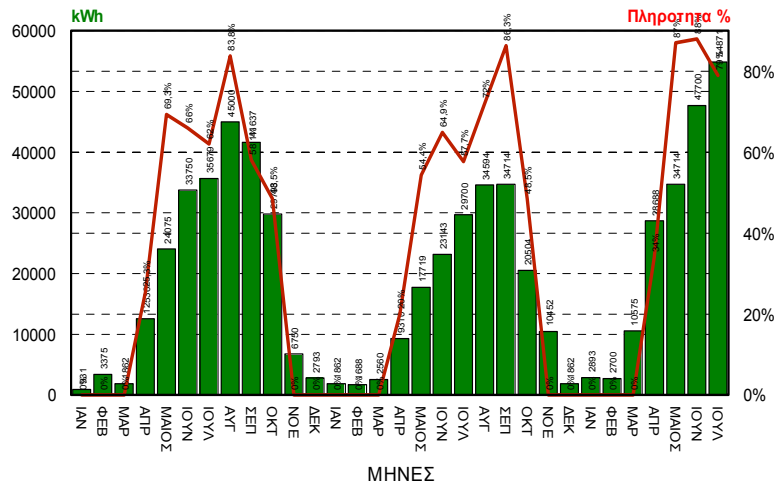


**Διάγραμμα 8. Διακύμανση της ΧΜΖ και του συνφ τα έτη 1995 και 1996**

Στο σχήμα 9 απεικονίζεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μαζί με την πληρότητα του ξενοδοχείου. Παρατηρείται ότι το 1996, που η πληρότητα του ξενοδοχείου ήταν σχετικά χαμηλή, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν και αυτή πολύ χαμηλή.

**ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (kWh) ΚΑΙ  
ΠΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟΥ**

ΙΑΝ 1995 - ΙΟΥΛ 1997

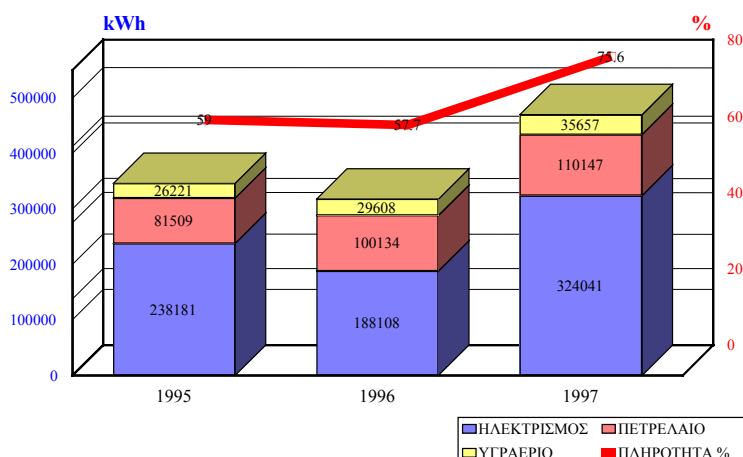


**Διάγραμμα 9. Κατανάλωση ηλεκτρισμού ως προς την πληρότητα του ξενοδοχείου**

**1.6. Ετήσια κατανάλωση και κατανομή της ενέργειας**

Οι ετήσιες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας, υγραερίου και πετρελαίου του ξενοδοχείου απεικονίζονται στο παρακάτω διάγραμμα 10. Για λόγους σύγκρισης, η ενέργεια του πετρελαίου και του υγραερίου μετατράπηκε σε kWh, βάσει της θερμογόνου δύναμης των καυσίμων αυτών (1 kgρ πετρελαίου αντιστοιχεί σε 11,92 kWh και 1 kgρ υγραερίου σε 12,73 kWh).

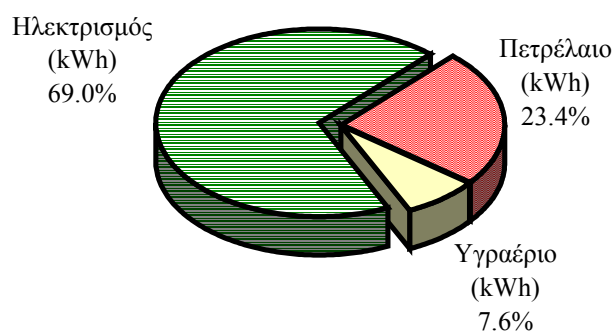
## ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ, ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ



**Διάγραμμα 10. Συνολική κατανάλωση καυσίμων και ηλεκτρισμού για τα έτη 1995-1997**

Παρατηρείται ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση του υγραερίου και του πετρελαίου είναι αυξητική στο διάστημα των ετών 1995-1997, παρόλο που η πληρότητα του ξενοδοχείου αυξομειώνεται. Σύμφωνα με αυτήν αυξομειώνεται και η συνολική ετήσια κατανάλωση του ηλεκτρισμού, για την οποία εκτιμάται ότι το 1997 θα ήταν πολύ αυξημένη. Στο διάγραμμα 11, όπου απεικονίζεται το ποσοστό συμμετοχής των θερμικών και ηλεκτρικών διεργασιών στο σύνολο της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης του ξενοδοχείου, παρατηρείται ότι τα θερμικά φορτία αποτελούν το 31% της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας, ενώ οι ηλεκτρικές διεργασίες (φωτισμός, πλυντήρια - στεγνωτήρια, κλιματισμός και άλλες χρήσεις) το 69% αυτής.

### ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

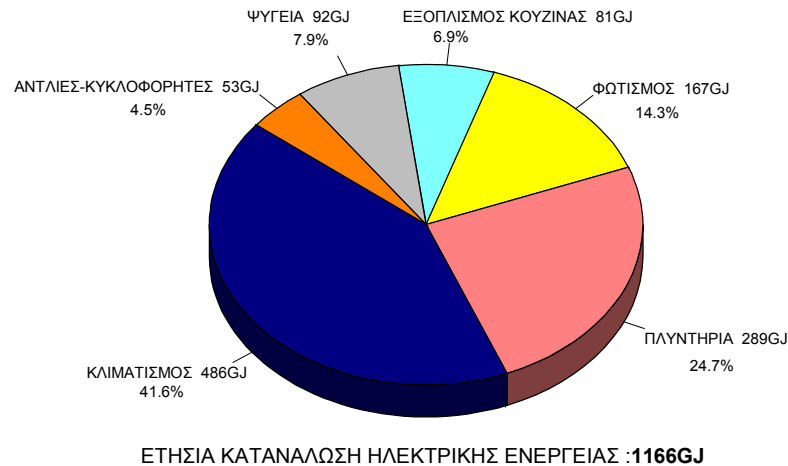


**Διάγραμμα 11. Κατανομή ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας**

Στο διάγραμμα 12 απεικονίζεται η κατανομή της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των συσκευών του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, των κλιματιστικών, του φωτισμού κ.λπ. Παρατηρείται ότι το υψηλότερο ποσοστό της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας αφορά τον κλιματισμό 41,6%, ενώ αμέσως μετά κατατάσσονται τα πλυντήρια με 24,7%. Ο φωτισμός αποτελεί το 14,3% της καταναλισκόμενης ενέργειας, δηλ. χαμηλό ποσοστό σε σχέση με το μέσο όρο των ξενοδοχείων.



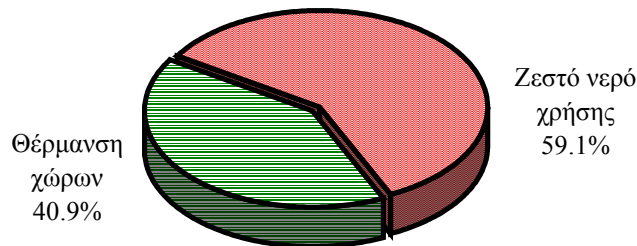
## ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Διάγραμμα 12. Κατανομή ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Στο διάγραμμα 13 απεικονίζεται η κατανομή της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης και θέρμανση χώρων. Παρατηρείται ότι, παρόλο που έχει εγκατασταθεί κεντρικό σύστημα ηλιακών συλλεκτών, το μεγαλύτερο ποσοστό του πετρελαίου χρησιμοποιείται για τη συμπλήρωση της αναγκαίας ποσότητας ζεστού νερού χρήσης. Το ηλιακό σύστημα δεν καλύπτει όλες τις ανάγκες του ξενοδοχείου και θα πρέπει να γίνει συντήρησή του (καθαρισμός αυλών, αντικατάσταση σπασμένων υαλοπινάκων, έλεγχος διαρροών, κ.λπ.) καθώς και αύξηση της επιφάνειας των συλλεκτών (140 m<sup>2</sup>) στην απαιτούμενη για τη δυναμικότητα του ξενοδοχείου.

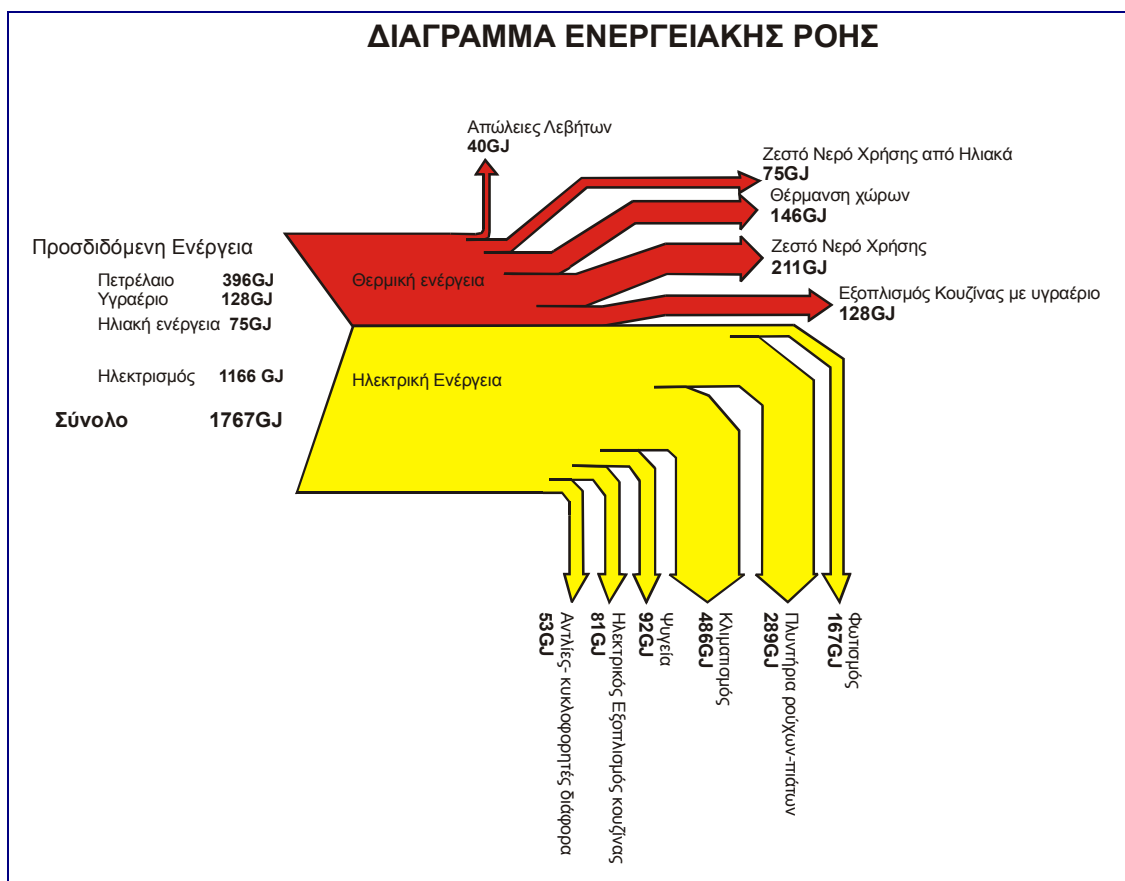
## ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΕΤΗΣΙΑΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ



Διάγραμμα 13. Κατανομή ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου

### 1.7. Ενεργειακό ισοζύγιο

Στο επόμενο διάγραμμα 14, απεικονίζεται η ενεργειακή ροή στο ξενοδοχείο όλων των μορφών ενέργειας (ηλεκτρισμού - θερμότητας) σε GJoule. Όπως προκύπτει από το διάγραμμα αυτό (Sankey), το σημαντικότερο τμήμα αποτελεί ο κλιματισμός, ακολουθεί το τμήμα των πλυντηρίων και, τέλος, η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.



Διάγραμμα 14.

Διάγραμμα ενεργειακής ροής του ξενοδοχείου

### 1.8. Ενεργειακοί δείκτες

Στο εν λόγω ξενοδοχείο, η αναλογία τετραγωνικών μέτρων ανά κρεβάτι είναι  $13,6 \text{ m}^2/\text{κρεβάτι}$ . Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά τετραγωνικό μέτρο ( $\text{m}^2$ ) και ανά κρεβάτι για το έτος 1997 ήταν:  $84,8 \text{ kWh/m}^2/\text{έτος}$  ή  $1.157 \text{ kWh/κρεβάτι/έτος}$

Η κατανάλωση θερμικής ενέργειας (από την καύση πετρελαίου και υγραέριου που έχουν μετατραπεί σε kWh) ανά τετραγωνικό μέτρο, για το ίδιο έτος, ήταν:  $38,2 \text{ kWh/m}^2/\text{έτος}$  ή  $520,7 \text{ kWh/κρεβάτι/έτος}$

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας του ξενοδοχείου (ηλεκτρική και θερμική) για το έτος 1997 ήταν:  $123 \text{ kWh/m}^2/\text{έτος}$  ή  $1.678 \text{ kWh/κρεβάτι/έτος}$

## 2. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

### 2.1. Μέτρηση της απόδοσης της καύσης και των καυσαερίων

Η μέτρηση της απόδοσης καύσης από την ανάλυση των καυσαερίων γίνεται με τη χρήση του αναλυτή καυσαερίων. Στο Παράρτημα Α, που παρατίθεται στο τέλος της προηγούμενης εφαρμογής, διευκρινίζονται οι παράμετροι της καύσης που μετρούνται, ώστε να διαπιστωθεί η σημασία τους και να κατανοηθούν καλύτερα οι παρατηρήσεις των αποτελεσμάτων της ανάλυσης των καυσαερίων.

### 2.1.1. Αποτελέσματα των μετρήσεων

Με τη χρήση του αναλυτή καυσαερίων μετρήθηκε η απόδοση καύσης των δύο συστημάτων καυστήρα-λέβητα του ξενοδοχείου, καθώς και οι υπόλοιπες παράμετροι καύσης. Η μέτρηση έλαβε χώρα στις 25/09/1997 (στις 13:45 μ.μ.), η εξωτερική θερμοκρασία ήταν 23°C και η σχετική υγρασία 48%. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στους παρακάτω πίνακες:

Πίνακας 5. Αποτελέσματα Ανάλυσης Καυσαερίων

ΜΕΤΡΟΥΜΕΝΟ ΜΕΓΕΘΟΣ	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση
<b>Καυστήρας-Λέβητας N° 1</b>		
ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΥΣΗΣ	88,0%	86,9%
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ λ (Περίσσεια Αέρα)	1,38	1,39
ΠΟΣΟΣΤΟ O <sub>2</sub>	5,7%	5,8%
ΠΟΣΟΣΤΟ CO <sub>2</sub>	11,1%	11,1%
ΠΟΣΟΤΗΤΑ CO	15 ppm	6 ppm
ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO <sub>x</sub>	39 ppm	40 ppm
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	252°C	276°C
ΠΟΣΟΤΗΤΑ SO <sub>2</sub>	2 ppm	1 ppm
ΚΑΠΝΟΣ (Κλίμακα Bacharach)	2	2
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΑΥΣΗΣ	12%	13,1%
<b>Καυστήρας-Λέβητας N° 2</b>		
ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΥΣΗΣ	93%	92,9%
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ λ (Περίσσεια Αέρα)	1,19	1,18
ΠΟΣΟΣΤΟ O <sub>2</sub>	3,3%	3,3%
ΠΟΣΟΣΤΟ CO <sub>2</sub>	12,9%	12,9%
ΠΟΣΟΤΗΤΑ CO	0 ppm	0 ppm
ΠΟΣΟΤΗΤΑ NO <sub>x</sub>	52 ppm	54 ppm
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	182°C	186°C
ΠΟΣΟΤΗΤΑ SO <sub>2</sub>	1 ppm	4 ppm
ΚΑΠΝΟΣ (Κλίμακα Bacharach)	1	1
ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΑΥΣΗΣ	7,0%	7,1%

### 2.1.2. Παρατηρήσεις

Στον πίνακα 5, όπου αναγράφονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων για τους δύο λέβητες-καυστήρες, παρατηρούνται τα εξής:

- Η απόδοση της καύσης είναι πολύ καλή και στους δύο λέβητες, ενώ πλησιάζει την τέλεια για το δεύτερο (93%).
- Η περίσσεια αέρα είναι εντός των επιτρεπτών ορίων καλής λειτουργίας και στους δύο λέβητες (λ=1,39 και 1,19 αντίστοιχα). Στη σωστή αναλογία αέρα οφείλεται και η καλή απόδοση της καύσης, με μια μικρή απόκλιση για τον πρώτο λέβητα .
- Η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα είναι επίσης χαμηλή και στους δύο λέβητες, και εντός των ορίων σωστής και καλής λειτουργίας αυτών (CO<sub>2</sub> 11,1% και 12,9% αντίστοιχα), πράγμα που σημαίνει ότι η ποιότητα της καύσης είναι κανονική.
- Η ποσότητα CO είναι ελάχιστη στον πρώτο λέβητα, ενώ στο δεύτερο λέβητα είναι μηδενική, δηλαδή λαμβάνει χώρα τέλεια ανάμιξη του αέρα με το καύσιμο.

- Η αιθάλη (καπνός) είναι πολύ μικρή στον πρώτο λέβητα (2 βαθμοί στην κλίμακα Bacharach) και ελάχιστη στο δεύτερο (1 βαθμός στην κλίμακα Bacharach).
- Η θερμοκρασία καυσαερίων του λέβητα N° 1 (276°C) είναι λίγο επάνω από το όριο των επιτρεπόμενων τιμών, με αποτέλεσμα να απορρίπτεται θερμότητα στο περιβάλλον. Αυτό θα μπορούσε να περιοριστεί με την καλύτερη ρύθμιση της περίσσειας αέρα και, επίσης, με τον καθαρισμό των αποθέσεων από τους αυλούς.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση προτείνεται να μειωθεί η περίσσεια αέρα του λέβητα N° 1, με ρύθμιση του καυστήρα στη σωστή αναλογία αέρα / καυσίμου, ώστε να κυμανθεί στα κανονικά επίπεδα ( $\lambda=1,2$ ). Το αποτέλεσμα θα είναι η μείωση της θερμοκρασίας καυσαερίων και η μεγαλύτερη βελτίωση της απόδοσης της καύσης. Επίσης, πρέπει να γίνει ο επιβαλλόμενος καθαρισμός των αυλών του λέβητα, τόσο από την πλευρά του νερού όσο και από την πλευρά των καυσαερίων. Τέλος, παρότι ο λέβητας N° 2 λειτουργεί άριστα, επιβάλλεται να υποβληθεί στην προκαθορισμένη συντήρησή του.

## **2.2. Μετρήσεις Ηλεκτρικών Μεγεθών**

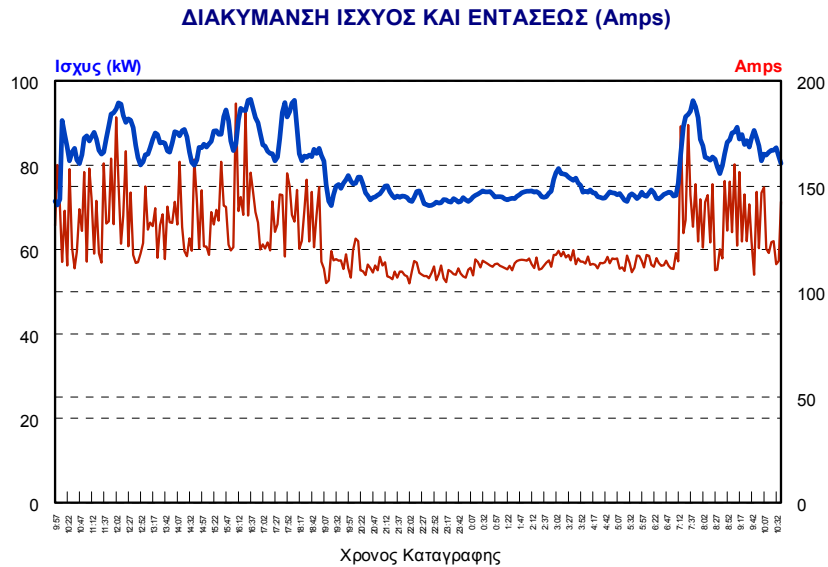
### **2.2.1. Χρήση του αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας**

Η μέτρηση των ηλεκτρικών μεγεθών έγινε με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτός συνδέθηκε στον κεντρικό πίνακα διανομής ηλεκτρικού ρεύματος για ένα 24-ωρο, έτσι ώστε να καταγραφούν οι διακυμάνσεις της απορρόφησης ηλεκτρικής ισχύος κατά τη διάρκεια της ημέρας. Έτσι, κατεγράφησαν οι στιγμιαίες τιμές της τάσης, έντασης, φαινόμενης άεργης και ενεργούς ισχύος, του συνφ, καθώς και της ενέργειας ανά φάση και συνολικά. Οι μετρήσεις σημειώνονταν κάθε 5 λεπτά και καταγράφονταν στη μνήμη (memory-rack) του αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα δεδομένα των μετρήσεων αναλύθηκαν και αποδόθηκαν γραφικά για την πιστότερη απεικόνιση της απορρόφησης ισχύος κατά τη χρονική περίοδο της μέτρησης, καθώς και της διακύμανσης του συντελεστή ισχύος (συνφ). Συγχρόνως, αποδόθηκε γραφικά και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (σε kWh) όλου του εξοπλισμού του ξενοδοχείου για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, καθώς και η άεργος ισχύς ανά φάση και στο σύνολο των τριών φάσεων.

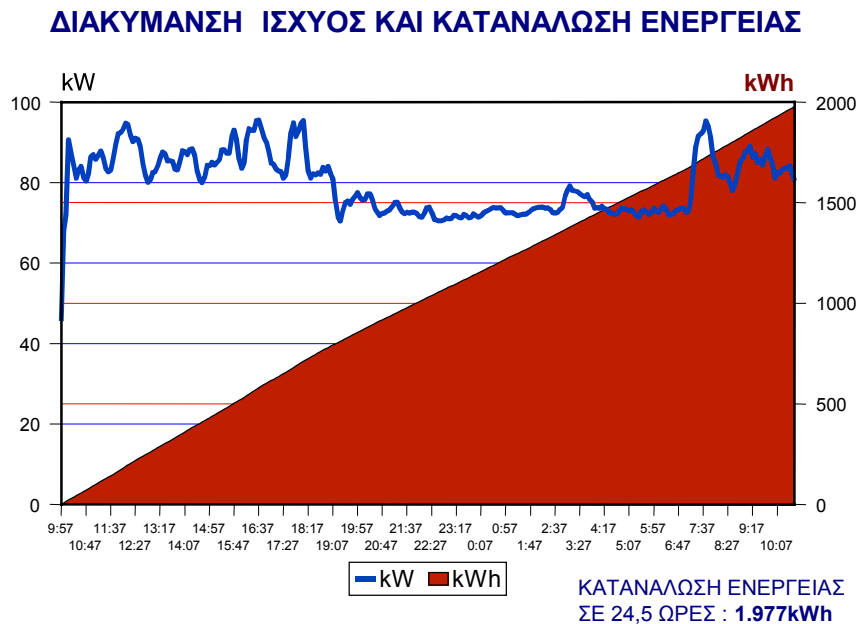
### **2.2.2. Μέτρηση Ηλεκτρικής Ενέργειας όλου του Ξενοδοχείου**

Στο παρακάτω διάγραμμα 15 παρουσιάζονται η ισχύς (σε kW) που απορροφάται από όλο τον εξοπλισμό του ξενοδοχείου καθώς και οι διακυμάνσεις της έντασης του ρεύματος (σε Amps). Παρατηρούνται οι έντονες διακυμάνσεις της ηλεκτρικής ισχύος κατά τη διάρκεια της μέτρησης. Μάλιστα, η μεγαλύτερη αύξηση της απορρόφησης ισχύος παρατηρείται τις πρωινές ώρες, κυρίως λόγω λειτουργίας των συσκευών της κουζίνας και των πλυντηρίων, καθώς και άλλου εξοπλισμού του ξενοδοχείου. Τις νυκτερινές ώρες η απορρόφηση ισχύος μειώνεται αρκετά.



**Διάγραμμα 15. Διακύμανση της απορρόφησης ισχύος από το ξενοδοχείο**

Στο επόμενο διάγραμμα 16 απεικονίζεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τα φορτία όλου του ξενοδοχείου, εκτός των κλιματιστικών, κατά τη διάρκεια της μέτρησης. Σε χρονικό διάστημα ίσο με 24,5 ώρες η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 1.977kWh.



**Διάγραμμα 16. Διακύμανση ισχύος και κατανάλωση ενέργειας από το ξενοδοχείο**

### 3. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 3.1. Παρέμβαση 1

Από την ενεργειακή καταγραφή διαπιστώθηκε ότι ο συντελεστής ισχύος κυμαίνεται σε πολύ χαμηλές τιμές (0,6 έως 0,8), με αποτέλεσμα να υπάρχει επιβάρυνση και υψηλή χρέωση στο τιμολόγιο της ΔΕΗ. Προτείνεται η τοποθέτηση κατάλληλων πυκνωτών αντιστάθμισης, προκειμένου να επιτευχθεί

βελτίωση του συνφ (συνφ≈1). Ο χρόνος απόσβεσης των συστημάτων αντιστάθμισης είναι σχετικά μικρός.

### 3.2. Παρέμβαση 2

Από την ενεργειακή καταγραφή διαπιστώθηκε ότι υπάρχει μεγάλος αριθμός λαμπτήρων πυρακτώσεως. Σε κάθε δωμάτιο από τα 140 του ξενοδοχείου υπάρχουν κατά μέσο όρο 5 λαμπτήρες πυρακτώσεως, ισχύος 40 Watt ο καθένας, των οποίων οι ώρες λειτουργίας είναι 3 ημερησίως. Επίσης, στον περιβάλλοντα χώρο υπάρχουν 100 λαμπτήρες (40 Watt ο καθένας) που λειτουργούν 12 ώρες ημερησίως. Η ενδεικτική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό των χώρων αυτών με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως είναι 180kWh.

Προτείνεται η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως με λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης, ονομαστικής ισχύος 7 ή 11 Watt (η οποία αντιστοιχεί σε λαμπτήρα πυρακτώσεως 40 Watt). Αυτό σημαίνει ότι η ενδεικτική ημερήσια κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό στους χώρους αυτούς θα μειωθεί στις 50 kWh. Πράγματι:

Αριθμός λαμπτήρων δωματίων: 680  
Αριθμός λαμπτήρων περιβάλλοντος χώρου: 100 ⇒ Σύνολο 780  
Κόστος αγοράς λαμπτήρων χαμηλής κατανάλωσης:  $780 \times 2.000 = 1.560.000$  δρχ.  
Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως :  
 $680 \text{ λαμπ.} \times 40 \text{ Watt} \times 3 \text{ ώρες} \times 30 \text{ ημέρες} \times 7 \text{ μήνες} = 17.136 \text{ kWh}$   
 $100 \text{ λαμπ.} \times 40 \text{ Watt} \times 12 \text{ ώρες} \times 30 \text{ ημέρες} \times 7 \text{ μήνες} = 10.080 \text{ kWh}$   
Σύνολο = 27.216 kWh, και με τιμή 21δρχ./kWh: *Ετήσιο κόστος=571.536 δρχ.*

Με τους λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης προκύπτει, αντίστοιχα:  
 $680 \text{ λαμπ.} \times 7 \text{ Watt} \times 3 \text{ ώρες} \times 30 \text{ ημέρες} \times 7 \text{ μήνες} = 3.000 \text{ kWh}$   
 $100 \text{ λαμπ.} \times 11 \text{ Watt} \times 12 \text{ ώρες} \times 30 \text{ ημέρες} \times 7 \text{ μήνες} = 2.772 \text{ kWh}$   
Σύνολο = 5.772 kWh, και με τιμή 21 δρχ./kWh: *Ετήσιο κόστος=121.212 δρχ.*  
Η *ετήσια εξοικονόμηση* ενέργειας ισούται με:  $21.444 \text{ kWh/έτος}$  ή  $450.324 \text{ δρχ./έτος}$   
Χρόνος απόσβεσης:  $1.560.000 \text{ δρχ} / 450.324 \text{ δρχ/έτος} = \underline{3,5 \text{ έτη}}$ .

Εξάλλου, όπως διαπιστώθηκε, ο φωτισμός αποτελεί το 14% της συνολικά καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, οπότε η ορθολογική χρήση του μπορεί να επιφέρει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Είναι πολύ σημαντικό η χρήση του τεχνητού φωτισμού να γίνεται μόνο όταν είναι απαραίτητο. Η μεγαλύτερη σπατάλη ενέργειας στους διαδρόμους, τα δωμάτια, τους κοινόχρηστους-βοηθητικούς χώρους, τις τουαλέτες, γίνεται όταν οι λαμπτήρες παραμένουν αναμμένοι από αμέλεια ή κατά τη διάρκεια ημερών που υπάρχει ηλιοφάνεια.

### 3.3. Παρέμβαση 3

Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας προβλέπεται να προκύψει με τη θερμομόνωση της οροφής των κτιρίων του ξενοδοχείου. Από τη θερμογραφική εξέταση αυτών διαπιστώθηκε η έλλειψη μόνωσης στις οροφές τους, με αποτέλεσμα να υπάρχουν σημαντικές απώλειες ενέργειας για ψύξη ή θέρμανση. Προτείνεται η θερμομόνωση της οροφής των κτιρίων, κυρίως προκειμένου να αυξηθεί η

αποδοτικότητά τους. Σε γενικές γραμμές, έχει υπολογιστεί ότι μονώνοντας σωστά την οροφή με μόνωση πάχους 5cm εξοικονομείται ενέργεια ίση με 7 λίτρα πετρελαίου/m<sup>2</sup>/έτος.

#### 3.4. Παρέμβαση 4

Τα περισσότερα παραθυρόφυλλα του ξενοδοχείου, όπως διαπιστώθηκε από την θερμογραφική εξέτασή του, έχουν κακή στεγανότητα, με αποτέλεσμα να υπάρχουν μεγάλες απώλειες ενέργειας από αυτά. Σημαντικό πρόβλημα διαπιστώθηκε στα παραθυρόφυλλα των δωματίων του κεντρικού κτιρίου (38 δωμάτια) που βρίσκονται στη βορειοανατολική πλευρά του. Λόγω ελαφριάς κατασκευής και έκθεσης στην αλμύρα της θάλασσας, έχουν πολύ κακή στεγανότητα και αυξημένες διαρροές, που επαυξάνουν τις απώλειες ενέργειας ψύξης ή θέρμανσης κατά 15% περίπου. Προτείνεται η αντικατάσταση των πλαισίων αλουμινίου και των υαλοπινάκων με νέου τύπου πλαίσια και με διπλά κρύσταλλα.

#### 3.5. Παρέμβαση 5

Ο κεντρικός κλιματισμός το καλοκαίρι λειτουργεί τουλάχιστο επί 12 ώρες ημερησίως και οι απώλειες ενέργειας από τα ανοιγμένα παράθυρα είναι σημαντικές. Προτείνεται η εγκατάσταση αυτοματισμών για τη διακοπή λειτουργίας του κλιματισμού σε όλα τα δωμάτια. Με αυτούς θα αποφευχθούν οι απώλειες ενέργειας ψύξης ή θέρμανσης εξαιτίας των ανοιγμένων παραθύρων των δωματίων. Αξίζει να σημειωθεί ότι, το μεγαλύτερο ποσοστό των δωματίων το καλοκαίρι έχουν τα παραθυρόφυλλα ανοικτά, με τον κλιματισμό σε πλήρη λειτουργία.

#### 3.6. Παρέμβαση 6

Το ξενοδοχείο χρησιμοποιεί για ύδρευση το δίκτυο της πόλης του Ρεθύμνου. Το νερό είναι ιδιαίτερα σκληρό με αποτέλεσμα να υπάρχουν σημαντικές επικαθίσεις αλάτων στις σερπαντίνες των θερμαντήρων του ζεστού νερού χρήσης και των λεβήτων θέρμανσης. Οι επικαθίσεις αυτές μειώνουν την ικανότητα απορρόφησης της θερμικής ενέργειας του κυκλοφορούντος νερού, δηλαδή μειώνεται ο βαθμός απόδοσης των θερμαντήρων, με αποτέλεσμα να υπάρχει υπερκατανάλωση καυσίμου. Προτείνεται η εγκατάσταση αποσκληρυντών νερού, έτσι ώστε να αποφευχθεί η συσσώρευση αλάτων στις σερπαντίνες και να αυξηθεί ο βαθμός απόδοσης των θερμαντήρων.

#### 3.7. Παρέμβαση 7

Από τις μετρήσεις στους ατμολέβητες διαπιστώθηκε ότι η απόδοση καύσης είναι κανονική, με αποτέλεσμα να γίνεται επαρκής αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας του πετρελαίου (η απόδοση καύσης των λεβήτων είναι πάνω από 85%). Η τακτική συντήρηση των λεβήτων και των καυστήρων τους (εσωτερικό καθάρισμα, σωστή ρύθμιση, έλεγχος των μπεκ κ.ά.), με σκοπό τη διατήρηση του βαθμού απόδοσης άνω του 85%, θα έχει ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση ενέργειας, γιατί έτσι μειώνονται οι απώλειες θερμότητας και αξιοποιείται καλύτερα η θερμική ενέργεια του πετρελαίου.

Εφαρμογή 3:  
Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας  
σε κτίριο γραφείων



## 1. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

Το 1998, η εταιρία διαχείρισης κτιρίων με την επωνυμία MULTISERVICE σύναψε μία σύμβαση συνεκμετάλλευσης με ένα νεο-ανακαινισμένο κτίριο γραφείων, στην οποία καθοριζόταν σαφώς ότι αυτή θα είχε την απόλυτη ευθύνη για τη λειτουργία του κτιρίου. Στη MULTISERVICE ανατέθηκαν:

- η τεχνική και οικονομική διαχείριση του κτιρίου,
- η ικανοποίηση των περιβαλλοντικών περιορισμών από πλευράς ηλεκτρο-μηχανολογικού εξοπλισμού,
- οι ηλεκτρολογικές και υδραυλικές εγκαταστάσεις, οι ανελκυστήρες και η πυροπροστασία,
- το σύστημα διαχείρισης του κτιρίου, η συντήρηση και η τηλε-παρακολούθηση.

Η εταιρία διενήργησε μία ενεργειακή επιθεώρηση στο κτίριο για τον προσδιορισμό:

- των δυνατοτήτων εξοικονόμησης στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μέσω τιμολογιακής εκμετάλλευσης και επενδύσεων σε σχετικά τεχνικά έργα,
- της δυνατότητας εξέλιξης συστήματος τιμολογιακής βελτιστοποίησης εσωτερικά (από το διαχειριστή του κτιρίου, βάσει της σύμβασης).

**Έτσι, η ενεργειακή επιθεώρηση που διενεργήθηκε είχε ως στόχο:**

1. Να υπολογιστούν μερικοί χαρακτηριστικοί λόγοι του κτιρίου και να συγκριθούν με τις τιμές που δίδονται στη βιβλιογραφία.
2. Να ελεγχθεί εάν η ψυκτική μονάδα που είναι εγκατεστημένη στο κτίριο είναι διαστασιολογημένη σωστά για τα θερμικά φορτία που καλύπτουν τα διάφορα συστήματα ψύξης.
3. Να βρεθούν πιθανοί τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας βάσει του τιμολογίου ηλεκτρικής ενέργειας, κυρίως όσον αφορά:
  - την προσυμφωνημένη ισχύ,
  - την επιλογή του τιμολογίου,
  - τον περιορισμό της κατανάλωσης άεργης ισχύος,
  - την δυνατή εξοικονόμηση στην κατανάλωση ενέργειας, ιδίως στις συσκευές που λειτουργούν τη νύχτα, π.χ. τα συστήματα δροσισμού, εξαερισμού, κ.λπ.
4. Να συγκριθούν από οικονομικής απόψεως τα διαφορετικά σενάρια για τις δυνατές επεμβάσεις.

Στο παράδειγμα εφαρμογής που παρατίθεται στη συνέχεια, αρχικά παρουσιάζεται το κτίριο και τα χαρακτηριστικά του προ της διενέργειας της ενεργειακής επιθεώρησης. Οι πληροφορίες αυτές παρατίθενται προκειμένου να βοηθηθεί ο αναγνώστης στην εξεύρεση λύσεων εξοικονόμησης ενέργειας, ενώ παράλληλα παρατίθενται διάφορα απαραίτητα στοιχεία, ώστε να βοηθηθεί ο αναγνώστης κατά τη φάση των υπολογισμών. Επίσης, παρουσιάζονται όλες οι δυνατές επεμβάσεις που προέκυψαν από την επιθεώρηση, παράλληλα με την οικονομική αξιολόγησή τους.

## 2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

## 2.1. Παρουσίαση του κτιρίου

Το κτίριο (συγκρότημα γραφείων) βρίσκεται στο Παρίσι, μεταξύ δύο άλλων κτιρίων. Κατά τη διάρκεια της διάγνωσης, στο κτίριο στεγάζονταν 350 άτομα, αν και αρχικά είχε σχεδιαστεί για 614 άτομα. Το συνολικό εμβαδόν του κτιρίου είναι 10.000 m<sup>2</sup>. Η επιφάνεια αυτή περιλαμβάνει γραφεία έκτασης 7.740 m<sup>2</sup>, διαδρόμους και δύο υπόγεια επίπεδα. Η κατασκευή διαθέτει 10 ορόφους με τις παρακάτω χρήσεις:

Υπόγειο -2: Χώρος στάθμευσης, εργαστήρια.

Υπόγειο -1: Γυμναστήριο, νοσηλευτήριο και χώροι αναψυχής, αποθήκη χαρτικών, χώρος συστημάτων διαχείρισης.

Όροφος 1: Αίθουσα υποδοχής, γραφείο αλληλογραφίας, αίθουσες συναντήσεων και χώροι εργασίας.

Όροφοι 2÷9: Γραφεία, αίθουσες συναντήσεων, εργαστήρια (σε κάθε όροφο).

Ρετιρέ: Εργαστήρια.

Το σχέδιο της κάτοψης ενός τυπικού ορόφου με γραφεία παρατίθεται στο Παράρτημα 1. Η κατανομή των χώρων, όσον αφορά την επιφάνειά τους, παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Επίπεδα	Γραφεία + διάδρομοι (m <sup>2</sup> )	Σκάλες (m <sup>2</sup> )	Ανελκυστήρες (m <sup>2</sup> )	Υποδοχή (m <sup>2</sup> )	Γκαράζ (m <sup>2</sup> )	Εργαστήρια (m <sup>2</sup> )
Ρετιρέ	×	×	×	×	×	100
L9	270	50	16	×	×	×
L8	450	50	16	×	×	×
L7	780	50	20	×	×	×
L6	780	50	20	×	×	×
L5	780	50	20	×	×	×
L4	780	50	20	×	×	×
L3	780	50	20	×	×	×
L2	780	50	20	×	×	×
L1	1360	50	20	100	280	×
L-1	1010	20	19	×	130	×
L-2	×	20	15	×	1400	360
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>7770</b>	<b>490</b>	<b>206</b>	<b>100</b>	<b>1810</b>	<b>460</b>
<b>Ο</b>						

## 2.2. Παραγωγή της θέρμανσης

Το ζεστό νερό θέρμανσης παράγεται από δύο εναλλάκτες ατμού-νερού των 1.200 kW, συνδεδεμένους με το δίκτυο της πόλης του Παρισιού. Το δίκτυο πόλης παρέχει ξηρό κεκορεσμένο ατμό υπό πίεση 3 bar. Η ετήσια κατανάλωση του κτιρίου είναι 1.860 τόνοι ατμού. Ο ατμός διανέμεται τόσο σε ένα κύκλωμα στατικών θερμαντικών σωμάτων, όσο και στους εναλλάκτες των κεντρικών μονάδων διαχείρισης αέρα. Η συνολική ισχύς και των δύο κυκλωμάτων είναι 1.022 kW. Μόνο τα γραφεία και οι διάδρομοι θερμαίνονται.

## 2.3. Παραγωγή του δροσισμού

Η παραγωγή του δροσισμού πραγματοποιείται με τη βοήθεια δύο ψυκτικών μονάδων με δύο αερόψυκτους συμπυκνωτές που είναι εγκατεστημένοι στην οροφή του κτιρίου. Η ψυκτική μονάδα Ν<sup>ο</sup> 1 έχει διαστασιολογηθεί για τις ανάγκες δροσισμού ολόκληρου του κτιρίου. Καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας η μονάδα λειτουργεί με τον ένα μόνο τετρακύλινδρο συμπιεστή. Αυτή η ψυκτική μονάδα έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Πίνακας 1. Τεχνικά χαρακτηριστικά ψυκτικής μονάδας 1

Όνομα Κατασκευαστή	COOLING
Τύπος	Cooling-1
Ψυκτική ικανότητα	262,3 kW
Απορρόφηση ισχύος	88,5 kW
Συντελεστής ενεργειακής απόδοσης	2,96
Βαθμίδα ισχύος (Αριθμός κυλίνδρων σε λειτουργία / Συνολικό αριθμό κυλίνδρων)	22-33-56-67-89-100
Ελάχιστη ικανότητα	22%
Ψυκτικό μέσο	R-22
<b>Χαρακτηριστικά Εξατμιστή</b>	
Ρευστό	Κρύο νερό
Θερμοκρασία νερού εισόδου	12°C
Θερμοκρασία νερού εξόδου	6°C
Παροχή νερού	10,4 lit/s (40 m <sup>3</sup> /h)
Απώλειες πίεσης	1.59 mH <sub>2</sub> O
<b>Χαρακτηριστικά Συμπυκνωτή</b>	
Θερμοκρασία εισαγωγής αέρα	30°C
Αριθμός ανεμιστήρων	6
Παροχή αέρα	29,8 lit/s
<b>Χαρακτηριστικά Συμπιεστή</b>	
Αριθμός συμπιεστών	3
Συνολικός αριθμός κυλίνδρων	18
Τύπος	Ημι-ερμητικός
<b>Κατανάλωση Ισχύος</b>	
Μέγιστη απορρόφηση ισχύος	130 kW
Ένταση ισχύος υπό πλήρες φορτίο	130 kW
Κατανάλωση κυκλωμάτων ελέγχου	0,8 kW

#### Ψυκτική Μονάδα 2:

Κατασκευαστής:	COOLING
Τύπος:	Cooling-2 (με 1 συμπιεστή)
Ψυκτική ικανότητα:	54 kW (ψυκτικό μέσο R22)
Συντελεστής απόδοσης (πλήρες φορτίο):	3,86
Θερμοκρασία κρύου νερού:	6/12°C
Παροχή κρύου νερού:	10 m <sup>3</sup> /h
Ρύθμιση ισχύος:	50/100 %
Κατανάλωση των 2 ανεμιστήρων:	2,8 kW
Κατανάλωση ρυθμιστικής διάταξης:	0,2 kW

Αυτή η δεύτερη ψυκτική μονάδα χρησιμεύει ως εφεδρική μονάδα για το δωμάτιο του κεντρικού Η/Υ. Κάθε μονάδα διαθέτει τα δικά της συστήματα ελέγχου, συγκεκριμένα:

- η μονάδα Cooling-1 έναν ηλεκτρονικό ρυθμιστή με επεξεργαστές (έλεγχος της θερμοκρασίας εξόδου από τον εξατμιστή, της ισχύος, του συμπιεστή, ρύθμιση και διάγνωση των ανεμιστήρων), και
- η μονάδα Cooling-2 ένα ρυθμιστή με θερμοστάτη στο κύκλωμα επιστροφής.

#### 2.4. Εξαερισμός - κλιματισμός

Οι τυπικές συνθήκες για την περιοχή του Παρισιού (ζώνη H1) είναι:

Τυπικές συνθήκες	Καλοκαίρι	Χειμώνας
Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	30	-5
Υγρασία (%)	40	90

Τα επιθυμητά επίπεδα άνεσης για τη θερμοκρασία και την υγρασία στους διάφορους χώρους του κτιρίου, αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα:

Χώροι	Θερμοκρασία (°C)		Υγρασία (%)
	Χειμώνας	Καλοκαίρι	
Γραφεία ορόφων	20	U	U
Αίθουσες συναντήσεων	20	24	U
Γραφεία ισογείου	20	25	U
Δωμάτιο εκτυπώσεων	20	25	50 ± 10
Γυμναστήριο	20	25	U
Κοινόχρηστο δωμάτιο	20	22	U
Δωμάτιο Η/Υ	20	20	50 ± 10
Καφετέρια	20	25	U
Αρχεία	16	U	U
W/C Γυμναστηρίου	22	U	U
Τουαλέτες γραφείων	U	U	U
Αποθήκη χαρτικών	20	20	50 ± 10
Χώρος Η/Υ ισογείου	20	24	U
Δωμάτιο δοκιμών	20	24	U

U: μη ελεγχόμενο

Στο κτίριο υπάρχουν έξι (6) κεντρικές μονάδες διαχείρισης του αέρα (AHU) για τον κλιματισμό, εγκατεστημένες στους εξής χώρους:

- Γραφεία, με παροχή αέρα 18.420 m<sup>3</sup>/h. Η συγκεκριμένη μονάδα έχει μόνο θερμαντήρα, μην παρέχοντας δυνατότητα ψύξης. Μόνο τα γραφεία του 1<sup>ου</sup> και του τελευταίου (9<sup>ου</sup>) ορόφου ψύχονται με 16 και 19 μονάδες fan-coil, αντίστοιχα.  
Θερμοκρασία εξαγωγής: 20°C (ελάχιστη: 18 °C).
- Αίθουσες συναντήσεων, με παροχή αέρα 10.000 m<sup>3</sup>/h (με θερμαντήρα και μονάδα ψύξης νερού). Θερμοκρασία εξαγωγής: 16 °C.
- Δωμάτιο εκτυπώσεων, με παροχή αέρα 3.000 m<sup>3</sup>/h (με θερμαντήρα και μονάδα ψύξης νερού). Θερμοκρασία εξαγωγής: 25°C, για -5°C εξωτερική θερμοκρασία το χειμώνα, 16°C, για 30°C εξωτερική θερμοκρασία το καλοκαίρι.
- Γυμναστήριο, με παροχή αέρα 3.000 m<sup>3</sup>/h (με θερμαντήρα και μονάδα ψύξης νερού). Θερμοκρασία εξαγωγής: 25°C, για -5°C εξωτερική θερμοκρασία το χειμώνα,

16°C, για 30°C εξωτερική θερμοκρασία το καλοκαίρι.

- Κοινόχρηστους χώρους, με παροχή αέρα 2.570 m<sup>3</sup>/h (μόνο με μονάδα ψύξης νερού).  
Θερμοκρασία εξαγωγής: 16 °C.
- Κυλικείο, με παροχή αέρα 2.200 m<sup>3</sup>/h (με θερμαντήρα και μονάδα ψύξης νερού).  
Θερμοκρασία εξαγωγής: 16 °C.

Οι συγκεκριμένες παροχές είναι υπολογισμένες βάσει των νομοθετημένων ορίων για τον ρυθμό αντικατάστασης του αέρα (30 m<sup>3</sup>/h ανά άτομο) και των θερινών θερμικών φορτίων. Οι κλιματιστικές μονάδες έχουν διαστασιολογηθεί βάσει των μέγιστων απαιτήσεων των γραφείων, συμπεριλαμβανομένων και των διαδρόμων. Η κεντρική μονάδα AHU είναι υπερδιαστασιολογημένη, αφού είχε σχεδιαστεί για την κάλυψη των αναγκών 614 εργαζόμενων και όχι μόνο 350.

Το κτίριο διαθέτει αρκετές μονάδες fan-coil καθώς και κατακόρυφα ενιαία συστήματα (θερμοκρασία εξαγωγής αέρα: 16 °C), συγκεκριμένα:

- Ένα κατακόρυφο ενιαίο σύστημα και δύο μονάδες fan-coil (παροχή αέρα κυκλοφορίας: 1.550 m<sup>3</sup>/h) για το δωμάτιο του Η/Υ και δύο μονάδες fan-coil για το δωμάτιο δοκιμών (παροχή αέρα κυκλοφορίας: 440 m<sup>3</sup>/h).
- Ένα κατακόρυφο ενιαίο σύστημα στην αποθήκη χαρτικών (παροχή αέρα κυκλοφορίας: 1.500 m<sup>3</sup>/h).
- Οκτώ μονάδες fan-coil των 4 σωλήνων στο γραφείο αλληλογραφίας και στους χώρους συνάντησης (παροχή αέρα κυκλοφορίας: 440 m<sup>3</sup>/h).

## **2.5. Ζεστό νερό χρήσης**

Για την παραγωγή του ζεστού νερού χρήσης χρησιμοποιούνται 15 ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες, συνολικής χωρητικότητας 850 λίτρων.

## 2.6. Ηλεκτρογεννήτρια

Η μονάδα παροχής ισχύος (ηλεκτρογεννήτρια) τροφοδοτείται από έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης. Έχει σχεδιαστεί για την τροφοδότηση σε περίπτωση διακοπής της παροχής του δικτύου των συστημάτων ασφαλείας. Τέτοια συστήματα είναι οι ανεμιστήρες απαγωγής του καπνού και ο εξαερισμός των χώρων στάθμευσης, ισχύος 74 kVA. Η δυναμικότητα της εγκαταστημένης μονάδας είναι 65 kVA. Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος δεν επιτρέπει την εγγραφή σ' ένα τυποποιημένο τιμολόγιο δεδομένου ότι η παρούσα ισχύς εγγραφής (συνδρομής) είναι τα 220 kW.

## 2.7. Συστήματα ελέγχου

Χρησιμοποιείται σύστημα κεντρικής διαχείρισης του κτιρίου (BMS) το οποίο εποπτεύει όλα τα συστήματα συναγερμού, τον ωριαίο προγραμματισμό, τις θερμοκρασίες ελέγχου, τα συστήματα πυροπροστασίας, τους ανελκυστήρες, τις αυτόματες πόρτες και τις κάρτες εισόδου. Ο υπεύθυνος συντήρησης έχει πρόσβαση σε όλες τις παραμέτρους του επιμέρους εξοπλισμού και δυνατότητα αλλαγής τους, μέσω ενός κατάλληλου λογισμικού (μετρήσεις λαμβάνονται συνολικά σε 340 σημεία).

Ο έλεγχος αφορά:

- i. Τις μονάδες AHU: Αυτές είναι προγραμματισμένες να διακόπτουν τη λειτουργία τους από τις 7 μ.μ. (9.30 μ.μ. για το δωμάτιο συναντήσεων) μέχρι τις 7 π.μ. Η ενιαία μονάδα κλιματισμού του δωματίου του Η/Υ και της αποθήκης χαρτικών, καθώς και η μονάδα AHU του κοινόχρηστου δωματίου, λειτουργούν συνεχώς.
- ii. Την παραγωγή θέρμανσης: Από τις 7 μ.μ. έως τις 7 π.μ., η προκαθορισμένη θερμοκρασία του κυκλώματος που έρχεται από το δίκτυο θέρμανσης μειώνεται κατά 5 °C.
- iii. Την παραγωγή δροσισμού: Όπως προαναφέρθηκε, κάθε ψυκτική μονάδα έχει το δικό της ρυθμιστή. Παρ' όλα αυτά, δεν είναι δυνατός ο τηλεχειρισμός των ψυκτικών μονάδων, ούτε ο αυτόματος συνδυασμός τους, ενώ δεν είναι δυνατός και ο έλεγχος της λειτουργίας του συστήματος ψύξης από το σύστημα κεντρικής διαχείρισης του κτιρίου.

## 2.8. Μέτρηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας

Από το 1995, η EDF έχει προτείνει ένα συμβόλαιο με την ονομασία "Diapason" για να βοηθηθούν οι πελάτες της στην προδιαγραφή της κατάλληλης γι' αυτούς ισχύος και στην επιλογή του σωστού τιμολογίου, καθώς επίσης και για να περιορίσουν τα έξοδα της άεργης ισχύος. Για να γίνει αυτό παρέχονται διάφορα εργαλεία, όπως:

- Ένα δωρεάν ετήσιο ισοζύγιο, το οποίο προκύπτει από τη μέγιστη ισχύ που καταγράφεται μεταξύ δύο ενδείξεων του μετρητή.
- Ένα λεπτομερές ισοζύγιο, βασισμένο στη δεκάλεπτη ζήτηση ισχύος, για όλο το προηγούμενο έτος. Παρέχονται, επίσης, οι μηνιαίες και ετήσιες καμπύλες ισχύος. Η EDF προειδοποιεί τον καταναλωτή στην περίπτωση σημαντικής υπέρβασης της μέγιστης ισχύος.
- Ένα λεπτομερές μηνιαίο ισοζύγιο, βασισμένο στη ζήτηση ισχύος ανά δέκα λεπτά, για όλο τον προηγούμενο μήνα. Παρέχονται επίσης, οι μηνιαίες και εβδομαδιαίες καμπύλες φορτίου.

Η MULTISERVICE επέλεξε τον πρώτο τύπο συμβολαίου της EDF, αυτό με το δωρεάν ετήσιο ισοζύγιο για την ανάλυση των καμπύλων ισχύος. Τα στοιχεία αυτά, μαζί με το συμβόλαιο "Diapason" παρουσιάζονται στο Παράρτημα 2.

### 3. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου και την εξεύρεση των δυνατοτήτων βελτιστοποίησης της ενεργειακής χρήσης έχει ως εξής:

- Υπολογίσθηκαν οι αντιπροσωπευτικοί ενεργειακοί λόγοι του κτιρίου και έγινε η σύγκρισή τους με τιμές αναφοράς (από τη βιβλιογραφία).
- Μελετήθηκε το σχέδιο του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης στο κτίριο.
- Καταγράφηκαν οι ενδείξεις από τους υπάρχοντες μετρητές.
- Ελέγχθηκε ο τρόπος του υπολογισμού της προσυμφωνημένης (βάσει του συμβολαίου) παροχής ισχύος.
- Καταγράφηκαν οι καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας.
- Έγινε προσομοίωση του τρόπου κοστολόγησης.
- Έγιναν υποδείξεις βραχυ- και μεσο-πρόθεσμων μέτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας.

Αυτά τα στάδια διεξήχθησαν στα πλαίσια της διάγνωσης που παρουσιάζεται σε αυτή την εφαρμογή. Οι περιοχές δράσης για εξοικονόμηση ενέργειας που εντοπίστηκαν από την επιθεώρηση ήταν:

- η προσυμφωνημένη βάση του συμβολαίου ισχύος,
- η επιλογή του κατάλληλου τιμολογίου,
- η μείωση της κατανάλωσης άεργης ισχύος και
- οι όποιες δυνατότητες για εξοικονόμηση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

#### 3.1. Λόγος θέρμανσης

Ο ξηρός κεκορεσμένος ατμός από το δίκτυο της πόλης βρίσκεται υπό πίεση 3 bar. Η ενθαλπία του, όπως προκύπτει από το σχετικό διάγραμμα ατμού είναι 2.715 kJ/kg, δηλαδή 750 kWh/ton. Η ετήσια κατανάλωση του κτιρίου σε ατμό είναι 1.860 τόνοι, που ισοδυναμούν ενεργειακά με 1.395.000 kWh/έτος. Η κατανάλωση θερμότητας ανά m<sup>2</sup> θερμαινόμενου χώρου είναι 180 kWh/(m<sup>2</sup>.έτος). Αυτή η τιμή είναι αυξημένη σε σύγκριση με τις σχετικές ενδεικτικές τιμές (165 kWh), όμως πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το κτίριο είναι μερικώς κατοικημένο και τα εσωτερικά θερμικά κέρδη μικρότερα από αυτά που χρησιμοποιήθηκαν αρχικά στο σχεδιασμό.

Η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι 829.620 kWh (βλ. ετήσιο ισοζύγιο στο Παράρτημα 2). Έτσι, η συνολική κατανάλωση ενέργειας προκύπτει ότι είναι 2.224.620 kWh, δίνοντας ένα λόγο 222 kWh/(m<sup>2</sup>.έτος). Η τιμή αυτή είναι λίγο χαμηλότερη από τις 240 kWh/(m<sup>2</sup>.έτος) που αναφέρεται στα σχετικά πρότυπα και κρίνεται ως ικανοποιητική.

#### 3.2. Προσυμφωνημένη ισχύς

Πριν τη διενέργεια της διάγνωσης, το κτίριο υπαγόταν στο τιμολόγιο A5 “μέσης χρήσης”. Οι προσυμφωνημένες κατηγορίες κατανάλωσης ισχύος ήταν οι ακόλουθες:

Περίοδος	Αιχμή (P)	Χειμερινές ώρες αιχμής (HPH)	Χειμ. ώρες εκτός αιχμής (HCH)	Θερινές ώρες αιχμής (HPE)	Θερ. ώρες εκτός αιχμής (HCE)
Ισχύς (kW)	220	240	240	240	240

Συνεπώς, η προσυμφωνημένη ισχύς του συγκεκριμένου τιμολογίου είναι:  $220 + 0,68 \times (240-220) = 233,6$  kW. Από το τιμολόγιο της EDF (Παράρτημα 2) προκύπτει ότι, δεν είναι αναγκαίο ένα σύστημα μείωσης της ισχύος μεταξύ των περιόδων. Όντως, η καταναλωθείσα ισχύς του κτιρίου δεν υπερβαίνει τα 220 kW καθ’ όλη τη διάρκεια του έτους, με εξαίρεση τον Ιανουάριο (225 kW). Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο οι προσομοιώσεις έγιναν βάσει της ισχύος των 220 kW.

### 3.3. Επιλογή τιμολογίου ηλεκτρικής ενέργειας

Οι προσομοιώσεις έγιναν για την “κίτρινη” και την “πράσινη” τιμολόγηση, με τιμές του 1999 (βλ. πίνακες στο Παράρτημα 3). Έτσι, προέκυψαν οι ακόλουθοι πίνακες:

**Πίνακας 2. Προσομοίωση “Πράσινου” τιμολογίου A5 (από 250 έως 10.000 kW)**

Τιμολόγιο	Συμφωνημένη Ισχύς (kW)	Σταθερή χρέωση (FF)	Κατανάλωση (FF)	Συνολικό κόστος (FF)	Μέση τιμή kWh (σε FF)
Μέση χρήση	220	57.240,00	253.865,82	311.285,82	0,38
Μικρή χρήση	220	24.156,00	311.116,64	335.272,64	0,41
Μεγάλη χρήση	220	95.647,20	215.870,90	311.518,10	0,38
Εκτενής χρήση	220	155.284,80	179.383,85	334.668,65	0,41

**Πίνακας 3. Προσομοίωση “Κίτρινου” τιμολογίου (από 36 έως 250 kVA)**

Τιμολόγιο	Συμφωνημένη Ισχύς (kW)	Σταθερή χρέωση (FF)	Κατανάλωση (FF)	Συνολικό κόστος (FF)	Μέση τιμή kWh (σε FF)
Μέση χρήση	220	22.862,40	332.601,23	355.463,63	0,43
Μεγάλη χρήση	220	68.323,20	257.858,80	326.182,00	0,40

#### Υποσημείωση:

Κατά την προσομοίωση, η επιλεγείσα ισχύς ήταν 220 kVA. Πιο συγκεκριμένα, η ισχύς συνδρομής των 220 kW του “πράσινου” τιμολογίου πρέπει να μετατραπεί σε kVA για το “κίτρινο” τιμολόγιο, βάσει της σχέσης:  $S^2 = P^2 + (0,4 \times P)^2$ , εφόσον η εφαιπτομένη  $\varphi$  (tanφ) είναι ίση με 0,4. Έτσι, προκύπτει ότι:  $S = 237$  kVA.

Ως συμπέρασμα προκύπτει ότι, η προσυμφωνημένη με το “κίτρινο” τιμολόγιο ισχύς πρέπει να βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα από αυτήν της προσομοίωσης, αλλά και οι απώλειες βάσει της παρούσας τιμολόγησης προκύπτουν μεγαλύτερες από αυτές της προσομοίωσης. Επιπλέον, το κόστος εργασίας για την αλλαγή της παροχής ισχύος από την EDF στο κτίριο ανέρχεται στα 122.600 FF άνευ φόρων, μόνο για το δωμάτιο του μετασχηματιστή χαμηλής τάσης, προκειμένου να γίνει η αλλαγή σε “κίτρινο” τιμολόγιο. Από τις προσομοιώσεις τιμολόγησης προκύπτουν τα ακόλουθα:

- Η παρούσα επιλογή τιμολόγησης του “πράσινου” τιμολογίου A5 (μέση χρήση) μπορεί να διατηρηθεί, αφού προσφέρει το χαμηλότερο ετήσιο κόστος.



- Η συμφωνημένη ισχύς πρέπει να μειωθεί στα 220 kW, αποφέροντας κέρδος 3.549,60 FF ανά έτος.

### 3.4. Μείωση της κατανάλωσης άεργης ισχύος

Η EDF επιβάλλει πρόστιμο στους καταναλωτές του “πράσινου” τιμολογίου όταν  $\tan\phi > 0,4$  ( $\cos\phi < 0,928$ ) κατά τις περιόδους αιχμής, καθώς και κατά τη χειμερινή περίοδο (από το Νοέμβριο έως και το Μάρτιο). Το τιμολόγιο που εστάλη από την EDF, για την περίοδο μεταξύ Αυγούστου 1997 και Ιουλίου 1998, δείχνει ότι υπήρξαν πρόστιμα (Παράρτημα 2). Ο λογαριασμός περιλαμβάνει πρόσθετη χρέωση 242.125 kVARh άεργης ισχύος με το ποσό των 19.070 FF, δηλαδή με ποσό που ισοδυναμεί με το 6,6% του συνολικού τιμολογίου ενέργειας.

Εξάλλου, από το ίδιο τιμολόγιο προκύπτει ότι, για το εν λόγω διάστημα ίσχυε:  $\tan\phi = 1,06$  ( $\cos\phi = 0,707$ ). Αυτό σημαίνει ότι, η κατανάλωση της άεργης ισχύος σχεδόν ισοδυναμεί με την κατανάλωση της ενεργού. Αυτή η τιμή βρίσκεται εντελώς εκτός των παραδεκτών ορίων μίας σωστής εγκατάστασης ( $\tan\phi < 0,75$ ). Εφόσον ο συντελεστής ισχύος είναι τόσο μικρός, δηλαδή το σύστημα παρουσιάζει υψηλή κατανάλωση άεργου φορτίου, πρέπει να εγκατασταθούν πυκνωτές αντιστάθμισης εν παραλλήλω για τη μείωσή της. Αυτοί θα πρέπει να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

## Υπολογισμός της θεωρητικής ισχύος των πυκνωτών

### Κατανάλωση ενεργού ισχύος

Μήνας	Αιχμή	Αιχμή Χειμερινών Ωρών	Σύνολο
Νοέμβριος	-	49.215	49.215
Δεκέμβριος	13.287	37.477	50.764
Ιανουάριος	13.609	38.039	51.648
Φεβρουάριος	11.359	31.358	42.717
Μάρτιος	-	48.542	48.542
Σύνολο (kWh)	38.255	204.631	242.886

### Αριθμός ωρών χρήσης

Αιχμή	177
Αιχμή Χειμερινής Περιόδου	909
Σύνολο (h)	1.086

### Ενεργός Ισχύς

Συνολική κατανάλωση (kWh)	242.886
Αριθμός ωρών χρήσης (h)	1.086
Ενεργός ισχύς (kW)	224

### Κατανάλωση άεργης ισχύος

Μήνας	Αιχμή + Αιχμή Χειμερινών Ωρών
Νοέμβριος	51.128
Δεκέμβριος	48.918
Ιανουάριος	48.045
Φεβρουάριος	43.580
Μάρτιος	50.448
Σύνολο (kVARh)	242.119

### Άεργος Ισχύς

Συνολική κατανάλωση (kVARh)	242.119
Αριθμός ωρών χρήσης (h)	1.086
Άεργος ισχύς (kVARh)	223

Τότε θα είναι:

$$\tan\phi = \frac{W_r}{W_a} = \frac{223\text{kVAR}}{224\text{kW}} = 0,996$$

όπου με  $W_a$  συμβολίζεται η ενεργός ισχύς και με  $W_r$  η άεργος ισχύς. Έτσι, η άεργος ισχύς που πρέπει να αντισταθμιστεί από τους πυκνωτές είναι:

$$Q_c = W_a (\tan\phi - 0,4) = 224 \times (0,996 - 0,4) = 224 \times 0,596 = 134 \text{ kVAR.}$$

**Δηλαδή, η απαιτούμενη ισχύς του πυκνωτή που πρέπει να εγκατασταθεί είναι 134 kVAR. Τα χαρακτηριστικά του πυκνωτή που επιλέγεται είναι τα ακόλουθα:**

Χαρακτηριστικά	Κόστος άνευ φόρων
----------------	-------------------

Activing3 150 kVAR	20.931 FF
Διακόπτης	4.761 FF
Εγκατάσταση	9.372 FF
Σύνολο (άνευ φόρων)	35.067 FF

### 3.5. Δυνατότητες εξοικονόμησης στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

Μετά από την ανάλυση του ετήσιου ισοζυγίου του κτιρίου που παρέιχε η EDF, προτάθηκαν μερικές λύσεις για τον περιορισμό των λογαριασμών του ηλεκτρικού ρεύματος. Οι προτάσεις αυτές προϋποθέτουν:

- τον έλεγχο και τη ρύθμιση της παραγωγής του δροσισμού ανάλογα με τα σχετικά απαιτούμενα φορτία, και
- τον επιτόπιο έλεγχο του κτιρίου.

#### 3.5.1. Ψυκτικά φορτία και ρύθμιση της ψυκτικής μονάδας

Τα θερμικά ισοζύγια στα διάφορα επιμέρους τμήματα του κτιρίου επιτρέπουν τον υπολογισμό του απαιτούμενου συνολικού φορτίου δροσισμού. Η ψυκτική ισχύς που απαιτείται από την κεντρική μονάδα AHU είναι:

$$P = \dot{V} \times \rho \times (H_o - H_b)$$

όπου, P: Ψυκτική ισχύς

$\dot{V}$ : Παροχή όγκου του ρεύματος του αέρα

$\rho$ : Πυκνότητα του αέρα

$H_o$ : Ενθαλπία της θερμοκρασίας εξωτερικού περιβάλλοντος το καλοκαίρι

$H_b$ : Ενθαλπία της θερμοκρασίας του ρεύματος του αέρα

Για την περίπτωση των μονάδων fan-coil και των κατακόρυφων ενιαίων συστημάτων:

$$P = \dot{V} \times \rho \times (H_i - H_b)$$

όπου,  $\dot{V}$ : Παροχή αέρα επανακυκλοφορίας, ο οποίος βάσει των κανονισμών υγιεινής περιέχει φρέσκο εξωτερικό αέρα (30 m<sup>3</sup>/h και ανά άτομο).

$H_i$ : Ενθαλπία του αέρα των εσωτερικών χώρων κατά το καλοκαίρι.

Τα θερμικά ισοζύγια παρουσιάζονται στον Πίνακα 4:

**Πίνακας 4. Ισολογισμός ψυκτικών φορτίων**

Ζώνη	Όροφος	Αριθμός εγκατ. συσκευών	Παροχή Αέρα (m <sup>3</sup> /h)	H <sub>i</sub> (kJ/kg)/ T <sub>a</sub> (°C)	H <sub>b</sub> (kJ/kg)/ T <sub>b</sub> (°C)	Συνολικό ισοζύγιο (kW)
Γραφεία	9	19 FCU	11300	25°C	16°C	34
Γραφεία	1	16 FCU	10000	25°C	16°C	30
Γραφείο Αλληλογραφίας	1	5 FCU	3000	25°C	16°C	9
Χώρος Η/Υ	1	2 FCU+1 VPS	5250	38 kJ/kg	30 kJ/kg	14
Αίθουσα συνεδρίασης	-1	4 FCU	2250	24°C	16°C	6
Δωμάτιο δοκιμών	-1	2FCU	940	24°C	16°C	2.5
Δωμάτια συναντήσεων	-1	8 FCU	2200	25°C	16°C	6.5
Αποθήκη χαρτικών	-1	1 VPS	1500	38 kJ/kg	30 kJ/kg	4
<b>ΣΥΝΟΛΟ: 106 kW</b>						
Ζώνη	Όροφος	Αριθμός εγκατ. συσκευών	Παροχή Αέρα (m <sup>3</sup> /h)	H <sub>o</sub> (kJ/kg)/ T <sub>o</sub> (°C)	H <sub>b</sub> (kJ/kg)/ T <sub>b</sub> (°C)	Συνολικό ισοζύγιο (kW)
Κοινόχρηστοι χώροι	-2	1 CSAHU	10000	30°C	16°C	12
Δωμάτια συναντήσεων		1 CSAHU	2570	30°C	16°C	46
Γυμναστήριο		1 CSAHU	3000	30°C	16°C	14
Κυλικείο		1 CSAHU	2200	30°C	16°C	10.3
Δωμάτιο εκτυπώσεων		1 CSAHU	3000	57 kJ/kg	30 kJ/kg	13
<b>ΣΥΝΟΛΟ: 95.3 kW</b>						
<b>Ψυκτικές ανάγκες κατά τη διάρκεια της νύκτας: 36 kW</b>						<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ: 201.3 kW</b>

\* Συμβολισμός: CSAHU: Κεντρική μονάδα παροχής αέρα  
 FCU: Μονάδα fan coil  
 VPS: Κατακόρυφα ενιαία συστήματα

Η μέγιστη στιγμιαία ζήτηση ψύξης υπολογίστηκε σε 201 kW περίπου. Θεωρώντας 5% απώλειες μεταφοράς και υπερφόρτωση της τάξης του 10%, η απαιτούμενη ψυκτική ισχύς αντιστοιχεί σε 232 kW. Η ψυκτική μονάδα είναι ισχύος 262 kW, είναι δηλαδή υπερδιαστασιοποιημένη κατά 13%. Συμπερασματικά, η παρούσα παραγωγή ψύξης είναι μεγάλη για την ημερήσια ζήτηση του κτιρίου, και θα πρέπει να εξετασθεί η πιθανότητα εγκατάστασης συστήματος μεταβλητών στροφών στις μονάδες AHU, εφόσον η μέγιστη απαίτηση ψύξης δεν συμπίπτει στα διάφορα τμήματα του κτιρίου και το φορτίο ζήτησης δεν φτάνει σχεδόν ποτέ τα 232 kW.

Εξάλλου, η συνολική παροχή αέρα εξαερισμού της κεντρικής μονάδας AHU έχει υπολογισθεί για 614 άτομα με παροχή 30 m<sup>3</sup>/h ανά άτομο, δηλαδή για 18.420 m<sup>3</sup>/h. Έτσι, η παροχή μπορεί να μειωθεί στα 10.500m<sup>3</sup>/h, επειδή τα άτομα που εργάζονται στο κτίριο είναι 350. Η εγκατάσταση ενός πρόσθετου μοτέρ δύο ταχυτήτων στη μονάδα αυτή θα μείωνε την παροχή και την παρούσα κατανάλωση των 15kW. Στην περίπτωση των συσκευών που λειτουργούν καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας, οι ψυκτικές ανάγκες είναι 36kW, δηλαδή το 14% της ονομαστικής ισχύος της μονάδας.

### 3.5.2. Πιθανότητες εξοικονόμησης ενέργειας στη νυχτερινή κατανάλωση

Το σχέδιο δράσης που καταστρώθηκε περιελάμβανε:

- το θεωρητικό προσδιορισμό του εξοπλισμού που λειτουργεί κατά τη νύχτα,
- επιτόπιες λήψεις μετρήσεων για τον εξοπλισμό που καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια κατά τη διάρκεια της νύχτας,

- τη σύγκριση με τις καμπύλες φορτίου και τον προσδιορισμό των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Έτσι, η εταιρία MULTISERVICE διενήργησε επιτόπιους ελέγχους στο κτίριο για μία εβδομάδα, από τις 6 μ.μ. έως τις 12 μ.μ. Η επιθεώρηση του κτιρίου έγινε τη νύχτα γιατί το πλήθος των εν λειτουργία μονάδων είναι μικρότερο, οπότε ο έλεγχος είναι ευκολότερος. Οι παρακάτω πίνακες παρουσιάζουν τις συσκευές που βρίσκονται σε λειτουργία καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας:

**Πίνακας 5. Εξοπλισμός που βρίσκεται θεωρητικά σε λειτουργία τη νύχτα (6 μ.μ. ÷ 8 π.μ.)**

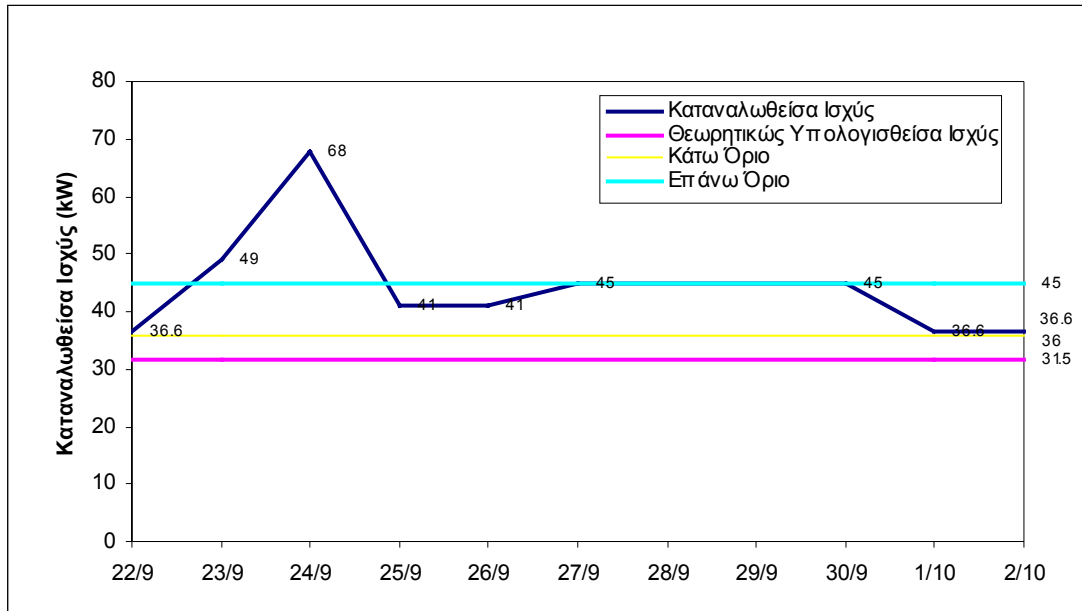
Περιγραφή	Ισχύς (kW)
Μονάδες ψύξης (συμπιεστής + ανεμιστήρας)	22
Κυκλοφορητής	4
Πίνακας διακοπών	2
Μονάδα Fan-coil	2
Κεντρική μονάδα αερισμού	1,5
<b>Σύνολο</b>	<b>31,5</b>

**Πίνακας 6. Εξοπλισμός που βρέθηκε να λειτουργεί τη νύχτα (6 μ.μ. ÷ 12 μ.μ.) το Σεπτέμβριο του 1998**

Περιγραφή	Ισχύς (kW)
Μονάδες ψύξης (συμπιεστής + ανεμιστήρας)	22
Κυκλοφορητής	4
Πίνακας διακοπών	2
Μονάδα Fan-coil	2
Κεντρική μονάδα αερισμού	1,5
Εξαεριστήρας χώρου στάθμευσης	3
Φωτισμός χώρου στάθμευσης (όροφος -2)	7
Φωτισμός διαδρόμων (όροφος -1)	0,6
Φωτισμός διαδρόμων και WC (όροφος 1)	0,82
Φωτισμός διαδρόμων γραφείων (όροφος 1)	0,8
<b>Σύνολο</b>	<b>43,72</b>

Η ανάλυση των ημερήσιων καμπύλων φορτίου (Σχήμα 1), από τις 22/09/1998 έως τις 02/10/1998, επιτρέπει τον προσδιορισμό των παρακάτω μεγεθών:

- Η αριθμητική μέση ισχύς είναι 42,2 kW (αφαιρώντας την τιμή της 24/09), η οποία είναι κοντά στη θεωρητική ισχύ (43,72 kW) που υπολογίστηκε για τον Σεπτέμβριο του 1998.
- Το κάτω όριο ισχύος είναι 36 kW.
- Το επάνω όριο ισχύος είναι 45 kW.



Σχήμα 1. Καμπύλη φορτίου για τις ώρες «εκτός αιχμής» (10 μ.μ. - 6 π.μ.)

**Παρά τη μικρή διάρκεια του ελέγχου, είναι προφανές ότι μερικά μέτρα εξοικονόμησης μπορούν άμεσα να εφαρμοστούν αποδοτικά. Για παράδειγμα:**

- Μπορεί να διακόπτεται η λειτουργία του συστήματος εξαερισμού του χώρου στάθμευσης από τις 10 μ.μ. έως τις 6 π.μ. κάθε ημέρα, καθώς και για όλη τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου.
- Μπορεί να διακόπτεται η λειτουργία του συστήματος φωτισμού του χώρου στάθμευσης καθημερινά από τις 10 μ.μ. έως τις 6 π.μ., καθώς και σε όλη τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου.
- Πρέπει να εγκατασταθούν χρονοδιακόπτες σε όλους τους διάδρομους.

Τα οφέλη που θα επιτευχθούν θα πρέπει να είναι ικανά να μειώσουν την κατανάλωση μέχρι το προαναφερθέν κάτω όριο ισχύος, δηλαδή :

- Αριθμητική μέση ισχύς: 42,2 kW.
- Κάτω όριο ισχύος: 36 kW.

Τότε, η δυνατή εξοικονόμηση ισχύος θα είναι:  $42,2 - 36 = 6,2$  kW.

**Για το “πράσινο” τιμολόγιο τύπου A5 (μέσης χρήσης) και με έλεγχο της λειτουργίας του φωτισμού από το κεντρικό σύστημα διαχείρισης του κτιρίου, από τις 10 μ.μ. έως τις 6 π.μ. για τις εργάσιμες ημέρες και καθ’ όλο το Σαββατοκύριακο, προκύπτει ότι:**

Περίοδος	Χειμερινές ώρες αιχμής (HPH)	Χειμερινές ώρες εκτός αιχμής (HCH)	Θερινές ώρες αιχμής (HPE)	Θερινές ώρες εκτός αιχμής (HCE)
Διάρκεια	693 h (=16*2*52*5/12)	1213 h (=8*2*52*5/12+5*52*8*5/12)	970 h (=16*2*52*7/12)	1699 h (=8*2*52*7/12+5*52*8*7/12)
Κόστος	0,49 FF/kWh	0,31 FF/kWh	0,20 FF/kWh	0,13 FF/kWh

Συνεπώς, η ετήσια εξοικονόμηση στην ηλεκτρική ενέργεια θα είναι:  $6,2 \times (693 \times 0,49 + 1.213 \times 0,31 + 970 \times 0,2 + 1.699 \times 0,13) = \underline{7.000 \text{ FF}}$  (προ φόρων).

**Οι προτεινόμενες τροποποιήσεις του συστήματος διαχείρισης του κτιρίου έχουν ένα προϋπολογιζόμενο κόστος της τάξης των 20.000 FF. Μετρητές κατανάλωσης ισχύος μπορούν να τοποθετηθούν στα συστήματα με κατανάλωση μεγαλύτερη από 4 kW.**

### **3.5.3. Ενεργειακά οφέλη από το δροσισμό - χρήση εναλλακτικών συστημάτων**

Όπως προαναφέρθηκε, κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης βρέθηκε ότι, η κύρια μονάδα ψύξης Cooling-1 λειτουργούσε συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια της νύχτας με τον ένα συμπιεστή. Αξίζει να μελετηθούν οι πιθανότητες εξοικονόμησης, εάν χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά κατά τη διάρκεια της νύχτας η εφεδρική μονάδα ψύξης Cooling-2. Έτσι, όσον αφορά την απορρόφηση ισχύος της Cooling-1 ισχύει:

- Συμπιεστής 1:  
Παροχή: 106 m<sup>3</sup>/ώρα  
Απορροφούμενη ισχύς: 22 kW  
Αριθμός κυλίνδρων υπό πλήρες φορτίο: 6
- Συμπιεστής 2:  
Παροχή: 139 m<sup>3</sup>/ώρα  
Απορροφούμενη ισχύς: 29 kW  
Αριθμός κυλίνδρων υπό πλήρες φορτίο: 6
- Συμπιεστής 3:  
Παροχή: 106 m<sup>3</sup>/ώρα  
Απορροφούμενη ισχύς: 22 kW  
Αριθμός κυλίνδρων υπό πλήρες φορτίο: 6

Η συμπύεση εκκινεί πάντοτε με 4 κυλίνδρους από το συμπιεστή 1 ή 3, δηλαδή με το 22% (=4/18) του συνολικού αριθμού των κυλίνδρων. Η ελάχιστη ψυκτική ισχύς είναι:

$$P = \frac{N}{N_{\text{fl}}} \times P_{\text{fl}}$$

όπου N είναι ο αριθμός των κυλίνδρων σε λειτουργία, N<sub>fl</sub> ο αριθμός των κυλίνδρων υπό πλήρες φορτίο και P<sub>fl</sub> η ψυκτική ικανότητα υπό πλήρες φορτίο.

Δηλαδή, εν προκειμένω: 
$$P = \frac{4}{18} \times 262 = 58.2 \text{ kW}$$

**Εξάλλου, όσον αφορά την απορρόφηση ισχύος από τη μονάδα για τη λειτουργία υπό μερικό φορτίο, όταν δεν διατίθενται από τον κατασκευαστή επαρκή στοιχεία για την περίπτωση αυτή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα πρότυπα ARI ή η εμπειρική σχέση των Peitsmann-Nicolaas (προσέγγιση με γραμμική παλινδρόμηση). Η δεύτερη μέθοδος συνιστάται για τους παλινδρομικούς συμπιεστές και για το ψυκτικό μέσο R22, όταν οι θερμοκρασίες συμπύκνωσης και εξάτμισης είναι άγνωστες, και η σχέση που χρησιμοποιείται είναι η ακόλουθη:**

$$\frac{P_a}{P_{afl}} = 0,82 \times \left( \frac{P}{P_{fl}} - 1 \right) + 1$$

όπου  $P_a$  είναι η απορροφούμενη ισχύς υπό μερικό φορτίο,  $P_{afl}$  η απορροφούμενη ισχύς υπό πλήρες φορτίο,  $P$  η ψυκτική ικανότητα υπό μερικό φορτίο και  $P_{fl}$  η ψυκτική ικανότητα υπό πλήρες φορτίο.

$$\text{Στην εν λόγω περίπτωση θα είναι: } P_a = 22 \times \left( 0,82 \times \left( \frac{58,2}{87,3} - 1 \right) + 1 \right) = 15,9 \text{ kW}$$

Επίσης, η απορρόφηση ισχύος από τους δύο ανεμιστήρες είναι:

$$P = 2 \times \left( \frac{Q \times \Delta P}{\eta_{fan}} \right) = 2 \times \left( \frac{10,4 \times 0,001 \times 0,63 \times 1,013 \times 10^5}{0,7} \right) = 2 \times 2,7 = 5,4 \text{ kW}$$

και η κατανάλωση των συστημάτων ελέγχου: 0,8 kW (βλ. Πίνακα 1). Συνεπώς, η συνολική απορρόφηση ισχύος της ψυκτικής μονάδας Cooling-1 είναι 22 kW, με συντελεστή απόδοσης υπό μερικό φορτίο 2,68.

### **Αναφορικά με την απορρόφηση ισχύος της μονάδας Cooling-2 ισχύουν τα ακόλουθα:**

#### Συμπιεστής 1:

Παροχή: 70 m<sup>3</sup>/ώρα

Αριθμός κυλίνδρων υπό πλήρες φορτίο: 1

Ικανότητα ψύξης: 54 kW για νερό 6/12°C και αέρα στους 30 °C.

Εξάλλου, ο συντελεστής απόδοσης της μονάδας υπό πλήρες φορτίο είναι 3,86, οπότε η απορροφούμενη ισχύς θα είναι:

$$P_a = \frac{54}{3,86} = 14 \text{ kW}$$

Συνεπώς, η συνολική απορρόφηση ισχύος της μονάδας Cooling-2 περιλαμβάνει:

- Ένα συμπιεστή υπό πλήρες φορτίο: 14 kW.
- Δύο ανεμιστήρες: 2,8 kW.
- Σύστημα ρύθμισης: 0,2 kW.

Προκύπτει, λοιπόν, ότι η απορρόφηση ισχύος από την ψυκτική μονάδα Cooling-2 είναι 17 kW, ενώ ο συντελεστής απόδοσής της (COP) υπό μερικό φορτίο είναι 3,17.

Έτσι, εάν υποκατασταθεί η μονάδα Cooling-1 από την Cooling-2 κατά τη νυχτερινή λειτουργία του συστήματος δροσισμού του κτιρίου, η δυνατή εξοικονόμηση ισχύος θα είναι: 22 – 17 = 5 kW. Αντίστοιχα, η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων θα είναι: 5 x (693x0,49+1.213x0,31+970x0,2+1.699x0,13) = 5.652 €€ προ φόρων. Μία πιθανή λύση είναι η εγκατάσταση αυτόματου συστήματος παρακολούθησης:

- της θερμοκρασίας εισόδου/εξόδου των μονάδων,
- της λειτουργίας των αντλιών,



- του ανοίγματος/κλεισίματος των διόδων βανών,
- του ελέγχου της παροχής.

Ο αυτοματισμός θα ελέγχεται με τη βοήθεια λογισμικού από το κεντρικό σύστημα διαχείρισης του κτιρίου. Το κόστος του αυτοματισμού για το σύστημα ψύξης στοιχίζει περίπου 77.424 FF και η ανάλυση του κόστους έχει ως εξής:

Αυτοματισμός συστήματος ψύξης	Ποσότητα	Κόστος σε FF προ φόρων
Εξοπλισμός Η/Υ		21.490
Αισθητήρες θερμοκρασίας νερού	4	1.107
Ηλεκτροβάννα 230 V	2	2.934
Δίοδος βάννα τύπου πεταλούδας	2	
Λογισμικό	1	17.080
Μηχανολογικά έξοδα (Μελέτη – τοποθέτηση)		9.413
Ηλεκτρολογικά έξοδα (Πίνακας – προστασία)		25.400
<b>Σύνολο</b>		<b>77.424</b>
BMS - Μετατροπή κεντρικής μονάδας		20.000

### 3.6. Οικονομική αξιολόγηση του οφέλους από τα τιμολόγια ηλεκτρισμού

Για τον υπολογισμό των δύο εναλλακτικών περιπτώσεων μείωσης του κόστους του τιμολογίου ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται η μέθοδος αξιολόγησης που βασίζεται στο Κόστος Κύκλου Ζωής (Life-Cycle Cost - LCC) (βλ. Παράγραφο 5.3.6 του «Οδηγού Ενεργειακών Επιθεωρήσεων» Ν°1). Οι δύο εναλλακτικές περιπτώσεις που αξιολογήθηκαν είναι οι ακόλουθες:

(α) Συνδυασμός των μονάδων ψύξης, αγορά και εγκατάσταση πυκνωτή, αλλαγή του προσυμφωνημένου τιμολογίου και/ή έλεγχος του νυχτερινού φωτισμού.

(β) Καμία ενέργεια/αλλαγή.

Η διάρκεια ζωής των προτεινόμενων μετατροπών είναι 10 χρόνια. Το προεξοφλητικό επιτόκιο υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\theta = \frac{i - \lambda}{1 + \lambda}$$

όπου  $\theta$  είναι το σύνθετο επιτόκιο χρέωσης,  $i$  ο μέσος όρος των επιτοκίων στη Γαλλία μεταξύ 1990 - 1995 (= 8,5%) και  $\lambda$  ο ετήσιος πληθωρισμός στη Γαλλία μεταξύ 1990 - 1995 (= 1,9%). Έτσι, προκύπτει ότι:  $\theta = 6,5\%$ .

Η απλή παρούσα αξία του κόστους στον κύκλο ζωής μιας επένδυσης μπορεί να υπολογιστεί από τον παρακάτω τύπο (βλ. Κεφάλαιο 5 «Οδηγού Ενεργειακής Επιθεώρησης» Ν°1):

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

όπου:  $SPPW(d, k) = (1 + \theta)^{-k}$ . Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η ακολουθία υπολογισμών που απαιτούνται για την ανάλυση του Κόστους Κύκλου Ζωής:

Είδος κόστους	Περίπτωση Α	Περίπτωση Β
<u>Αρχική επένδυση (σε FF)</u>		
(1) Αυτοματισμός ψυκτικής μονάδας	77.424	0
(2) Πυκνωτής	35.067	0

(3) Χρονοδιακόπτης	0	0
(4) Τροποποίηση του συστήματος παρακολούθησης	20.000	0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>132.491</b>	<b>0</b>

Ετήσια λειτουργικά έξοδα (σε FF)

Τροποποίηση στην προσυμφωνημένη ισχύ	57.420	60.970
Μείωση της άεργης ισχύος	0	19.070
Έλεγχος νυχτερινού φωτισμού	19.230	22.542
Έλεγχος δροσισμού	19.217	24.869
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>95.867</b>	<b>127.451</b>

Έτος	0	132.491	0
Έτος	1	222.507	119.672
Έτος	2	307.029	232.041
Έτος	3	386.392	337.551
Έτος	4	460.912	436.621
Έτος	5	530.884	529.646
Έτος	6	596.584	616.992
Έτος	7	658.275	699.008
Έτος	8	716.201	776.017
Έτος	9	770.592	848.327
<b>Έτος</b>	<b>10</b>	<b>821.663</b>	<b>916.224</b>

Συνεπώς, το Κόστος στον Κύκλο Ζωής για την περίπτωση Α είναι χαμηλότερο. Η ανάλυση αυτή μπορεί να συγκριθεί με τη μέθοδο της απλής περιόδου αποπληρωμής, η οποία δίνει τα ακόλουθα αποτελέσματα:

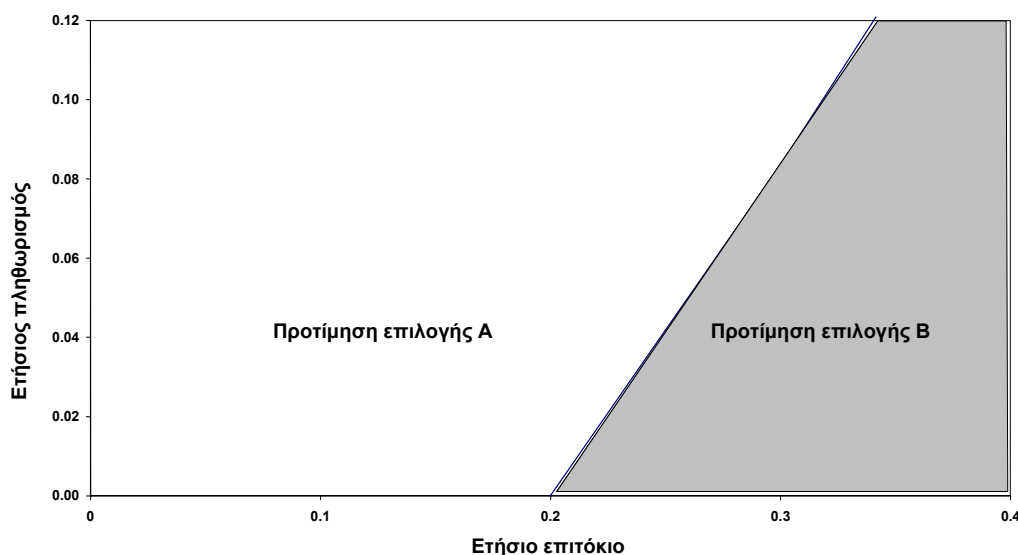
<b>ΕΠΕΝΔΥΣΗ</b>	Πυκνωτής	35.067	26
	Αυτοματισμός ψυκτικής μονάδας	77.424	58
	Χρονοδιακόπτης	0	0
	Τροποποίηση συστήματος παρακολούθησης	20.000	15
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>132.491</b>	<b>100%</b>

<b>ΟΦΕΛΗ</b>	Τροποποίηση στην προσυμφωνημένη ισχύ	3.550	10
	Μείωση της άεργης ισχύος	19.064	54
	Έλεγχος νυχτερινού φωτισμού	7.000	20
	Έλεγχος δροσισμού	5.652	16
	<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>35.266</b>	<b>100%</b>

**Απλή περίοδος αποπληρωμής (έτη)**  
**3,8**

Η απλή περίοδος αποπληρωμής δεν είναι μεγάλη, μάλιστα είναι πολύ μικρότερη από την υποτιθέμενη διάρκεια ζωής του έργου. Έτσι, προτείνεται στη MULTISERVICE κατ' αρχήν να αλλάξει τιμολόγιο και να εγκαταστήσει έναν πυκνωτή και, στη συνέχεια, να επενδύσει σε ένα σύστημα αυτοματισμού για την ψυκτική μονάδα και στην αλλαγή του συστήματος διαχείρισης του κτιρίου.

Στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 2) παρουσιάζεται η επίδραση του πληθωρισμού και των επιτοκίων στην επιλογή της επένδυσης, βασιζόμενοι στη σύγκριση του Κόστους στον Κύκλο Ζωής και για τις δύο επιλογές. Είναι προφανές ότι, όταν τα επιτόκια είναι υψηλά (πάνω από 20%), πρέπει να προτιμηθεί η επιλογή Β. Το οριακό προεξοφλητικό επιτόκιο είναι 20%. Βεβαίως, εάν είχε συνυπολογισθεί και το ποσοστό του φόρου, αυτό θα μπορούσε να ήταν και χαμηλότερο.



**Σχήμα 2. Οικονομική αξιολόγηση επενδύσεων βάσει του Κόστους στον Κύκλο Ζωής**

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

### ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥ ΑΝΑΛΥΤΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

#### **Απόδοση Καύσης (Βαθμός Απόδοσης)**

Η απόδοση καύσης εκφράζει το ποσοστό της ενέργειας του καυσίμου που αποδίδεται σαν χρήσιμη θερμική ενέργεια. Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό από το καύσιμο που καταναλίσκεται στο λέβητα, αξιοποιείται πράγματι για την παραγωγή ατμού ή την θέρμανση νερού. Ένα μέρος της ενέργειας του καυσίμου μένει ανεκμετάλλευτο λόγω:

- α) της απαγωγής των θερμών καυσαερίων στο περιβάλλον,
- β) της ατελούς καύσης,
- γ) της θέρμανσης κάποιας ποσότητας αέρα, και
- δ) των απωλειών από τα τοιχώματα του λέβητα.

Η τιμή της απόδοσης καύσης επηρεάζεται από όλα τα χαρακτηριστικά της καύσης και αποτελεί τον πιο αποτελεσματικό δείκτη για την πιστοποίηση της καλής λειτουργίας του καυστήρα. Κατά συνέπεια η απόδοση καύσης πρέπει να πλησιάζει την τιμή 100.

#### **Θερμοκρασία καυσαερίων**

Είναι η θερμοκρασία των καυσαερίων απαγωγής. Η τιμή τους δίνεται σε βαθμούς Κελσίου ( $^{\circ}\text{C}$ ) και θα πρέπει να είναι σχετικά χαμηλή, αφού η θερμική ενέργεια των καυσαερίων αποδίδεται στο περιβάλλον. Οι απώλειες θερμότητας με τα καυσαέρια είναι οι μεγαλύτερες και οι σημαντικότερες από τις συνολικές απώλειες ολόκληρου του συστήματος. Οι απώλειες από τα καυσαέρια είναι όμως, τις περισσότερες φορές, αυτές που ευκολότερα μπορούν να ελεγχθούν και να περιοριστούν με απλή ρύθμιση της αναλογίας αέρα/ καυσίμου που χρησιμοποιείται στο λέβητα.

Η θερμοκρασία απαγωγής των καυσαερίων πρέπει να είναι πάνω από μία τέτοια θερμοκρασία έτσι ώστε να αποφεύγονται οι συμπυκνώσεις των καυσαερίων που οδηγούν σε διαβρώσεις και επίσης όχι πολύ υψηλή για να μην αυξάνονται οι θερμικές απώλειες των καυσαερίων. Διαβρώσεις δημιουργούνται από την συμπύκνωση της υγρασίας η οποία με το τριοξειδίο του Θείου ( $\text{SO}_3$ ) που περιέχεται στα καυσαέρια δημιουργεί θειικό οξύ ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

Το τριοξειδίο του Θείου ( $\text{SO}_3$ ) παράγεται από την καύση του θείου προς διοξειδίο του θείου ( $\text{SO}_2$ ), το οποίο με την περίσσεια αέρα οξειδώνεται προς τριοξειδίο ( $\text{SO}_3$ ). Για παράδειγμα αν θεωρήσουμε μια περιεκτικότητα του μαζούτ σε θείο 4% (που είναι σήμερα για την Ελλάδα η μέγιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα θείου στο μαζούτ 3500) η θερμοκρασία καυσαερίων στην οποία αρχίζει συμπύκνωση (σημείο δρόσου) είναι  $163^{\circ}\text{C}$ . Παράλληλα η ελάχιστη θερμοκρασία που επιτρέπεται να έχουν οι μεταλλικές επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τα καυσαέρια είναι  $120^{\circ}\text{C}$ .

Η υπερβολικά υψηλή θερμοκρασία καυσαερίων οφείλεται κυρίως σε κακές συνθήκες λειτουργίας του λέβητα οι οποίες οφείλονται κυρίως:

- Πολύ μικρή ή μεγάλη περίσσεια αέρα καύσης.
- Αποθέσεις πάνω στους αυλούς είτε από την πλευρά του νερού είτε από την πλευρά της καύσης.

- Λειτουργία του λέβητα σε μεγαλύτερο από το κανονικό φορτίο.
- Κακή ρύθμιση του καυστήρα ή χρησιμοποίηση ακατάλληλου καυστήρα για τον υπάρχοντα τύπο λέβητα και καυσίμου.

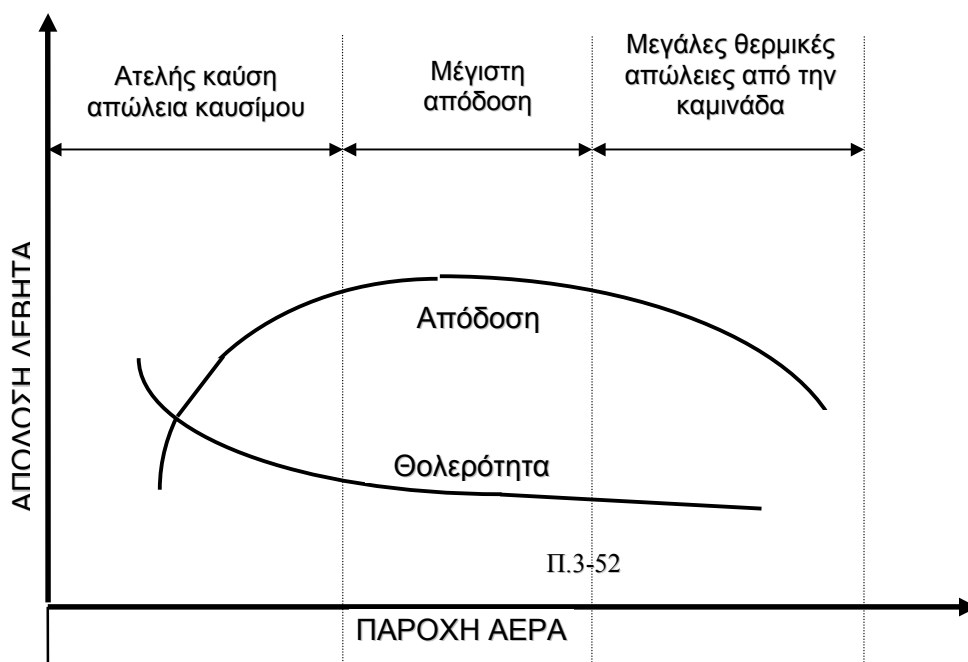
### Συντελεστής Lambda (Περίσσεια αέρα)

Είναι ο λόγος του παρεχόμενου αέρα στον καυστήρα προς τον στοιχειομετρικά απαιτούμενο για ιδανική καύση. Στοιχειομετρική καύση έχουμε όταν όλος ο άνθρακας, το υδρογόνο και το θείο του καυσίμου καίγονται προς διοξείδιο του άνθρακος, νερό και διοξείδιο του θείου με το ελάχιστο ποσό οξυγόνου. Για τον συνήθη τύπο μαζούτ η ποσότητα του οξυγόνου που απαιτείται για στοιχειομετρική καύση είναι περίπου 3,2 kg οξυγόνου ανά kg καυσίμου. Επειδή όμως ο αέρας περιέχει 21% κατ' όγκο (ή 23% κατά βάρος οξυγόνο), απαιτούνται θεωρητικά 13,8 kg αέρα/kg καυσίμου.

Όλη η ποσότητα του οξυγόνου καίγεται κατά την διάρκεια της καύσης ενώ το άζωτο απομακρύνεται προς την καμινάδα αφού προηγουμένως θερμανθεί απάγοντας έτσι σημαντικά ποσά θερμότητας προς το περιβάλλον. Για να γίνει πλήρης καύση θα πρέπει να υπάρχει πλήρης ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα, έτσι ώστε κάθε μόριο καυσίμου να έλθει σε επαφή με κάθε μόριο οξυγόνου και να ενωθούν. Όμως τόσο τέλεια ανάμιξη καυσίμου με οξυγόνο στην πράξη είναι αδύνατη.

Για το λόγο αυτό θα πρέπει στον χώρο καύσης να υπάρχει περισσότερο οξυγόνο από το θεωρητικά απαιτούμενο στοιχειομετρικό για να επιτευχθεί πλήρης καύση. Διαφορετικά η καύση θα είναι ατελής με αποτέλεσμα την παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα ή και απαγωγή άκαυστου καυσίμου υπό μορφή αιθάλης. Λέγεται ότι υπάρχει 20% περίσσεια αέρα ή ο συντελεστής Lambda είναι 1,20 όταν η ποσότητα του αέρα που παρέχεται στον λέβητα είναι κατά 20% μεγαλύτερη από αυτήν που απαιτείται θεωρητικά.

Το οξυγόνο της περίσσειας αέρα δεν λαμβάνει μέρος στην καύση αλλά απάγεται από τον λέβητα με τα καυσαέρια, αφού προηγουμένως θερμανθεί. Το ποσοστό της περίσσειας αέρα παίζει σημαντικό ρόλο στην απόδοση του λέβητα. Όταν υπάρχει μικρή περίσσεια αέρα η καύση είναι ατελής υπάρχει απώλεια καυσίμου και ο λέβητας “καπνίζει” ενώ αντίθετα όσο μεγαλύτερη είναι η περίσσεια αέρα τόσο περισσότερος αέρας περνάει από τον θάλαμο καύσης προς την καμινάδα και τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα θερμότητας που απάγεται προς το περιβάλλον. Και στις δύο περιπτώσεις η απόδοση του λέβητα είναι μειωμένη.



## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1. ΣΧΕΣΗ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΕΡΑ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Η ατελής καύση που οφείλεται σε παροχή αέρα μικρότερη από την κανονική γίνεται εύκολα αντιληπτή εξαιτίας του καπνού που εκπέμπεται. Επίσης καύση με ποσότητα αέρα μικρότερη από την κανονική, (όπου κανονική εννοούμε την ποσότητα του αέρα που απαιτείται για στοιχειομετρική καύση αυξημένη κατά το ποσό του αέρα που απαιτείται για πλήρη καύση), συνεπάγεται και άλλες λειτουργικές δυσκολίες. Αυτός είναι και ο κυριότερος λόγος που αρκετοί λέβητες λειτουργούν με μεγάλη περίσσεια αέρα που δίνει διαυγή καυσαέρια και σταθερότερη λειτουργία. Έτσι όμως έχουμε αυξημένες απώλειες και επομένως μικρότερο βαθμό απόδοσης του λέβητα.

### Υπολογισμός περίσσειας αέρα

Αν υποθέσουμε ότι το καύσιμο αποτελείται μόνο από άνθρακα και η καύση γίνει μόνο με καθαρό οξυγόνο (όχι αέρα) τότε τα προϊόντα της καύσης (τα καυσαέρια) θα είναι καθαρό διοξείδιο του άνθρακα. Αν η καύση γίνει με την θεωρητική ποσότητα αέρα, τότε το ποσοστό του οξυγόνου στον αέρα θα αντικατασταθεί από το διοξείδιο του άνθρακα, δηλαδή τα καυσαέρια θα περιέχουν κατ' όγκο 21% διοξείδιο του άνθρακα και 79% άζωτο (δεδομένου ότι στην καύση ένας όγκος οξυγόνου δίνει ένα όγκο CO<sub>2</sub>).

Εάν, τώρα, αντί της θεωρητικής ποσότητας του αέρα, χρησιμοποιηθεί κάποια περίσσεια αέρα, τα καυσαέρια αραιώνονται με την περίσσεια αυτή του αέρα και επομένως η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO<sub>2</sub> θα είναι μικρότερη από 21%. Και όσο μεγαλύτερη είναι η περίσσεια αέρα, τόσο μικρότερη θα είναι η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO<sub>2</sub> και τόσο μεγαλύτερη σε O<sub>2</sub>. Αυτό που συμβαίνει με την καύση του καθαρού άνθρακα συμβαίνει και με την καύση οποιουδήποτε καυσίμου.

Για κάθε τύπο καυσίμου, που περιέχει ορισμένη αναλογία άνθρακα προς υδρογόνο, υπάρχει μια μέγιστη περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO<sub>2</sub> που αντιστοιχεί στην καύση με τον θεωρητικά απαιτούμενο αέρα μόνο, δηλαδή με μηδέν περίσσεια αέρα. Στην περίπτωση αυτή η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε οξυγόνο είναι επίσης μηδέν. Για το μαζούτ η μέγιστη τιμή CO<sub>2</sub> είναι :

$$CO_{2max} = 15,6\% \text{ κατ' όγκο στα ξηρά καυσαέρια}$$

Έτσι γενικότερα στην καύση οποιουδήποτε καυσίμου όσο η περίσσεια αέρα μεγαλώνει τόσο μικραίνει η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε CO<sub>2</sub> και τόσο μεγαλώνει η περιεκτικότητά τους σε O<sub>2</sub>. Η περίσσεια του αέρα μπορεί να υπολογιστεί από τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Περίσσεια αέρα \%} = \left[ \frac{\text{CO}_{2\text{max}}}{\text{CO}_2} - 1 \right] \times 100$$

όπου:  $\text{CO}_{2\text{max}}$  = η μέγιστη δυνατή περιεκτικότητα κατ' όγκο των ξηρών καυσαερίων σε  $\text{CO}_2$  (δηλαδή αυτή που αντιστοιχεί σε μηδέν περίσσεια αέρα),

$\text{CO}_2$  = η περιεκτικότητα των ξηρών καυσαερίων σε  $\text{CO}_2$  στις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

Δηλαδή για μαζούτ (που η μέγιστη περιεκτικότητα των ξηρών καυσαερίων σε  $\text{CO}_2$  είναι 15,6%) όταν μετρηθεί  $\text{CO}_2 = 12\%$  τότε η περίσσεια αέρα είναι :

$$\left[ \frac{15,6}{12} - 1 \right] \times 100 = 30$$

δηλαδή 30%. Γενικά κανόνας είναι η μεγιστοποίηση της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε διοξείδιο του άνθρακα έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η οικονομικότερη περίσσεια αέρα και ο μέγιστος βαθμός αποδόσεως του λέβητα.

Ένας αποτελεσματικός τρόπος για την ρύθμιση της περισσειας αέρα σε ένα λέβητα είναι να αρχίσουμε με μία σχετικά μικρή περίσσεια αέρα και να την αυξάνουμε διαρκώς όσο η περιεκτικότητα του  $\text{CO}_2$  στα καυσαέρια αυξάνεται. Αν η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε  $\text{CO}_2$  αρχίσει να μικραίνει πάλι σημαίνει πως μόλις περάσαμε την βέλτιστη περίσσεια αέρα.

**Για να επιτευχθεί ο καλύτερος βαθμός απόδοσης του λέβητα θα πρέπει στα καυσαέρια να μην υπάρχει καθόλου μονοξείδιο του άνθρακα, ενώ συγχρόνως η περιεκτικότητα σε οξυγόνο να είναι όσο το δυνατό μικρότερη και σε διοξείδιο του άνθρακα όσο το δυνατόν μεγαλύτερη. Έτσι η καύση γίνεται με την μικρότερη δυνατή περίσσεια αέρα.**

### **Μονοξείδιο του Άνθρακα**

Είναι η ποσότητα CO που περιέχεται στα καυσαέρια σαν προϊόν ατελούς καύσης. Η τιμή της δίνεται σε μέρη όγκου ανά εκατομμύριο (Parts Per Million), σε κανονικές συνθήκες (Θερμοκρασία  $0^\circ\text{C}$  και πίεση 1 Atm) και πρέπει να είναι ελάχιστη. Όταν τα καυσαέρια περιέχουν:

- CO ή καπνό, χωρίς οξυγόνο, σημαίνει ότι γίνεται ατελής καύση λόγω μικρής παροχής αέρα στον θάλαμο καύσης.
- CO ή καπνό και, συγχρόνως οξυγόνο, μπορεί να οφείλεται σε δύο αίτιες:
  1. κανονική παροχή αέρα στον θάλαμο καύσης, αλλά κακή ανάμιξη αέρα-καυσίμου, ή
  2. μικρή παροχή αέρα στον θάλαμο καύσης, ενώ συγχρόνως εισροή δευτερογενή αέρα από διαρροές λόγω της υποπίεσης στον θάλαμο καύσης.

### **Αιθάλη (Καπνός)**

Εκφράζει την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε άκαυστο καύσιμο και μετράται σε μονάδες της κλίμακας Bacharach. Η τιμή του θα πρέπει να πλησιάζει το 0 της κλίμακας. Σε αντίθετη περίπτωση ισχύει ότι και στην περίπτωση που το CO είναι αυξημένο.

### **Ποσότητα Οξειδίων Αζώτου**

Είναι η ποσότητα NO που περιέχεται στα καυσαέρια εκφρασμένη σε ppm,σε κανονικές συνθήκες. Η τιμή του εξαρτάται από την περίσσεια αέρα και την θερμοκρασία καυσαερίων.

### **Ποσότητα Διοξειδίου του Θείου**

Είναι η ποσότητα του SO<sub>2</sub> που περιέχεται στα καυσαέρια, εκφρασμένη σε ppm. Η τιμή του εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητα θείου στο καύσιμο και θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.

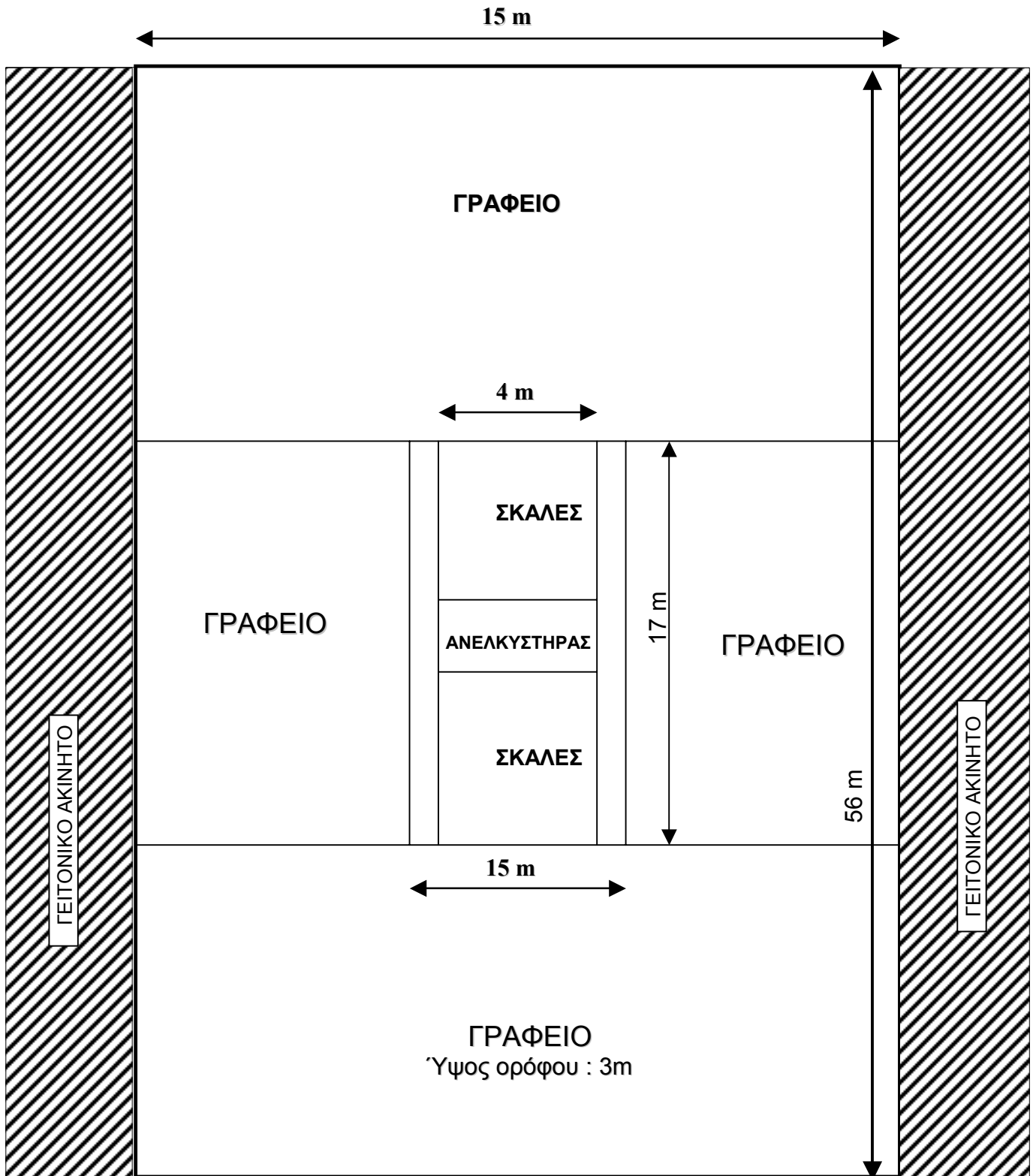
### **Θερμικές Απώλειες Καύσης**

Είναι το ποσοστό της Θερμικής ενέργειας του καυσίμου που δεν αξιοποιείται. Η τιμή του προκύπτει ως: {100 - Θερμική Απόδοση Καύσης} και θα πρέπει να πλησιάζει το 0.



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1**

**ΣΧΕΔΙΟ ΚΑΤΟΨΗΣ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ**



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

**Τιμολόγιο EDF**

<b>Ετήσιο Ισοζύγιο</b>
<b>Αύγουστος 1997/ Ιούλιος 1998</b>

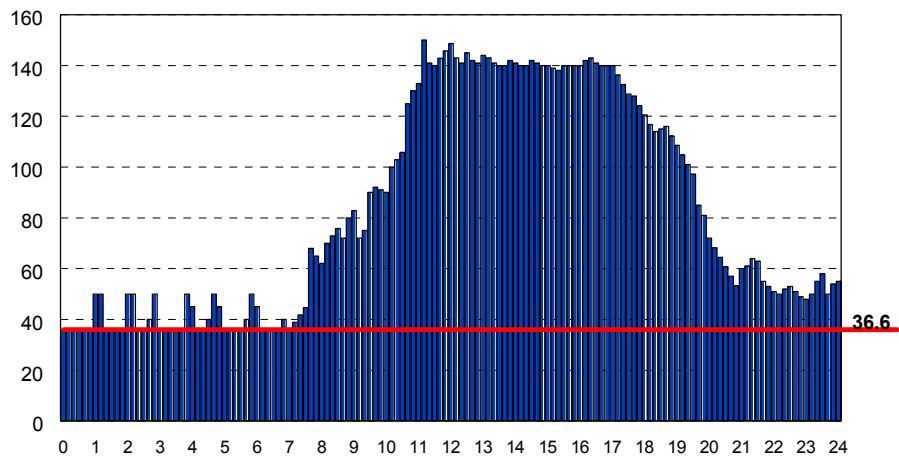
	Αιχμή	Χειμερινές ώρες αιχμής	Χειμερινές ώρες εκτός αιχμής	Θερινές ώρες αιχμής	Θερινές ώρες εκτός αιχμής	Μειωμένη ισχύς συνδρομής
Ισχύς (kW) συνδρομής	220	240	240	240	240	233.6 kW
Μέγιστη καταγραφείσα ισχύς (kW)	215	225	123	220	125	Σύνολο
Κατανάλωση αεργού ισχύος (kWh)	38300	204600	103000	333800	150000	829700
Ωρες χρήσης	180	900	840	1520	1200	4640

	Όρια ισχύος (kW)			Κατανάλωση ενεργού ισχύος (kWh)				Ενεργός ισχύς (FF) προ φόρων	Άεργος ισχύς (P+HP) kVARh	εφ φ	Άεργος ισχύς (FF) προ φόρων	Συνολική χρέωση (FF) προ φόρων	Κόστος μονάδας (FF/100/kWh) προ φόρων
	Αιχμή (P)	Ωρες αιχμής (PH)	Ωρες εκτός αιχμής	Αιχμή (P)	Ωρες αιχμής (PH)	Ωρες εκτός αιχμής	Σύνολο						
Αύγουστος		<b>200</b>	70		11080	6100	17180	2990	12760	1.152		8813	51.3
Σεπτέμβριος		<b>200</b>	100		87840	39800	127640	22650	102635	1.168		28681	22.47
Οκτώβριος		<b>220</b>	125		47745	25130	72875	12750	51680	1.082		18780	25.77
Νοέμβριος		<b>190</b>	120		49215	24170	73385	37910	51130	1.038	<b>4140</b>	47869	65.23
Δεκέμβριος	215	<b>220</b>	115	13290	37480	19960	70730	44350	48920	0.963	<b>3770</b>	53939	76.26
Ιανουάριος	210	<b>225</b>	120	13610	38040	22380	74030	45915	48045	0.93	<b>3610</b>	55545	75.03
Φεβρουάριος	180	<b>180</b>	110	11360	31360	17360	60080	37620	43580	1.02	<b>3490</b>	46928	78.11
Μάρτιος		<b>190</b>	110		48540	19220	67760	35310	50450	1.039	<b>4060</b>	45108	66.57
Απρίλιος		<b>190</b>	90		41230	18580	59810	10580	44180	1.071		16316	27.28
Μαΐος		<b>180</b>	90		48460	20820	69280	12310	53390	1.101		18041	26.04
Ιούνιος		<b>210</b>	95		48330	18630	66960	12000	51950	1.074		17744	26.5
Ιούλιος		<b>220</b>	95		49120	20770	69890	12430	51700	1.052		16774	24
				<b>38260</b>	<b>538440</b>	<b>252920</b>	<b>829620</b>	<b>286815</b>	<b>610420</b>		<b>19070</b>	<b>374537</b>	<b>45.31</b>

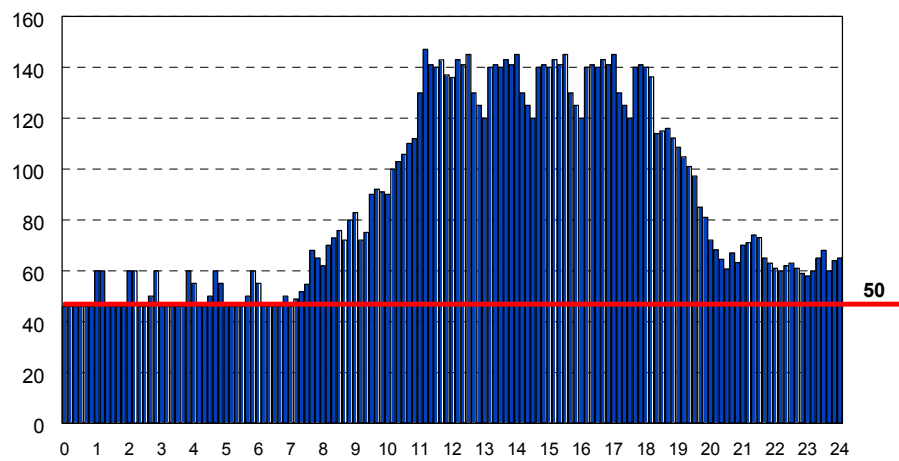
### Συνολική χρέωση Αύγουστος 1997 έως Ιούλιος 1998

Σταθερή χρέωση (FF) προ φόρων	Χρέωση υπέρβασης ισχύος προ φόρων	Ενεργός ισχύς (FF) προ φόρων	Άεργος ισχύς (FF) προ φόρων	Διάφορα έξοδα (FF) προ φόρων	Συνολική χρέωση (FF) προ φόρων	Φ.Π.Α. (FF)	Τοπικοί φόροι (FF)	Συνολική χρέωση (FF) μετά φόρων	Κόστος μονάδας (FF/100/kWh) προ φόρων
60970		286815	19070		4010	374537	77154	451691	45.31

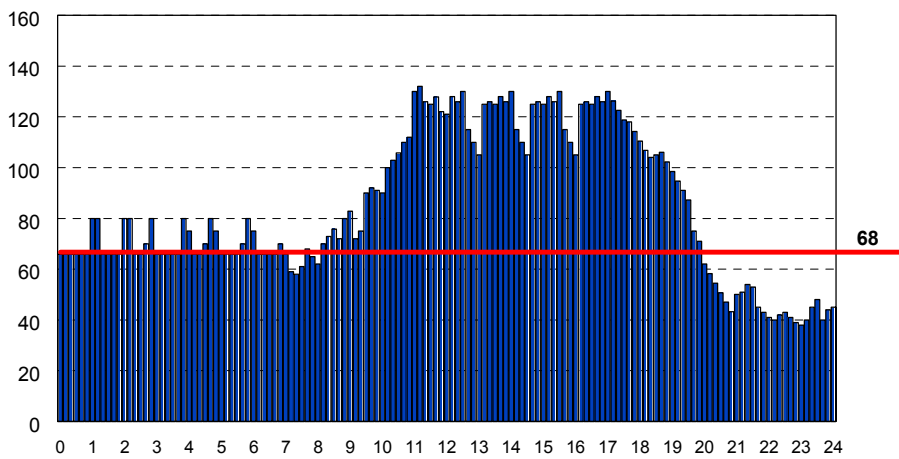
Καταναλωθείσα ισχύς (kW) 22/09/98 Δευτέρα



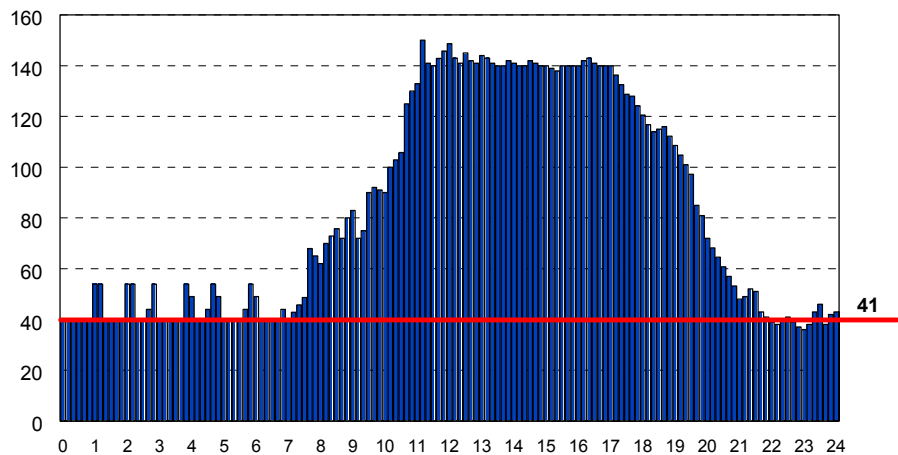
Καταναλωθείσα ισχύς (kW) 23/09/98 Τρίτη



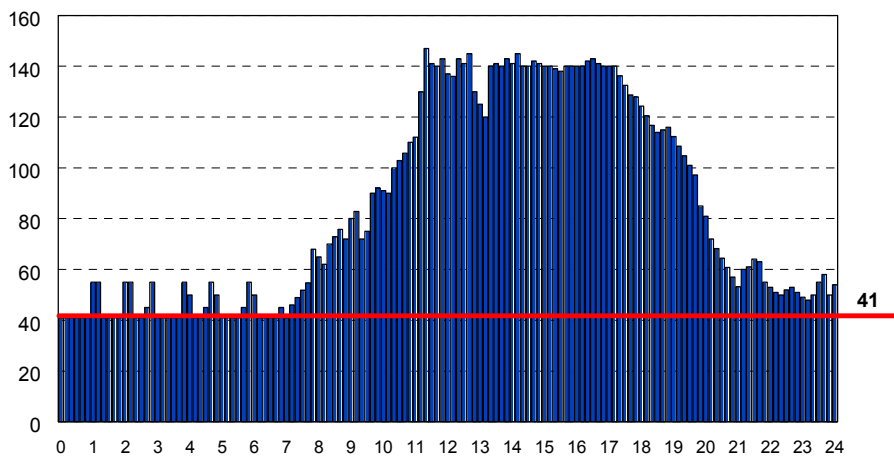
Καταναλωθείσα ισχύς (kW) 24/09/98 Τετάρτη



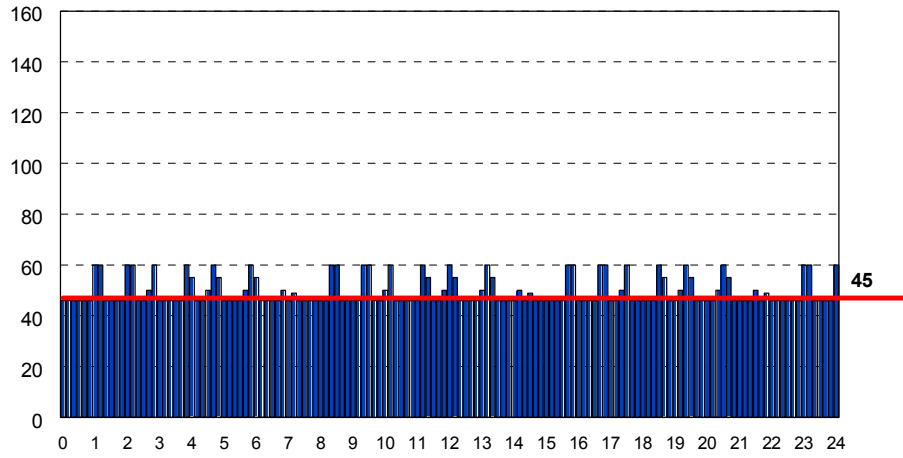
Καταναλωθείσα ισχύς (kW) 25/09/98 Πέμπτη



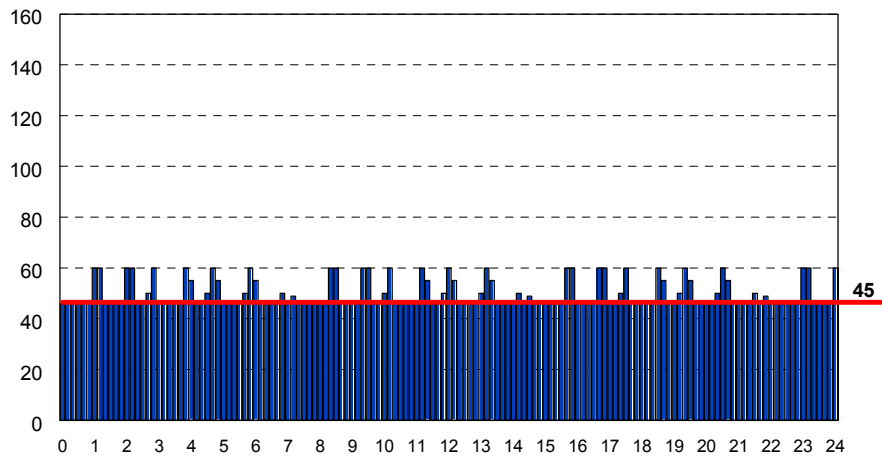
Καταναλωθείσα ισχύς (kW) 26/09/98 Παρασκευή



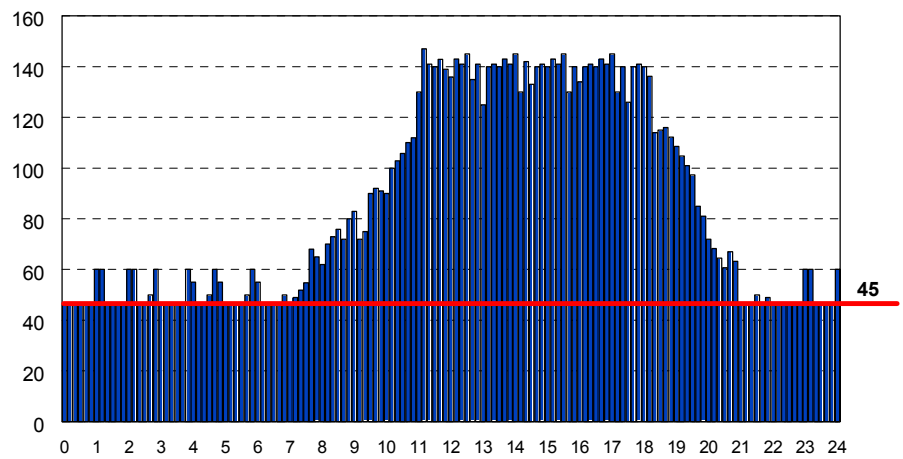
Καταναλωθείσα ισχύς (kW) 27/09/98 Σάββατο



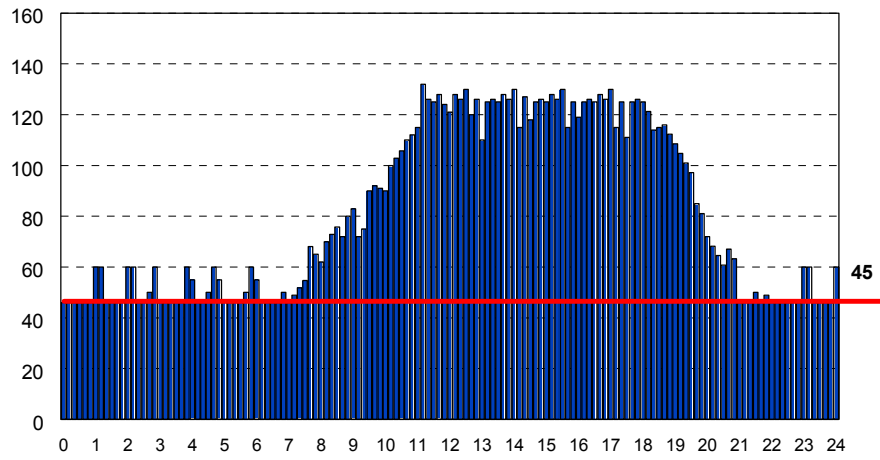
Καταναλωθείσα ισχύς (kW) 28/09/98 Κυριακή



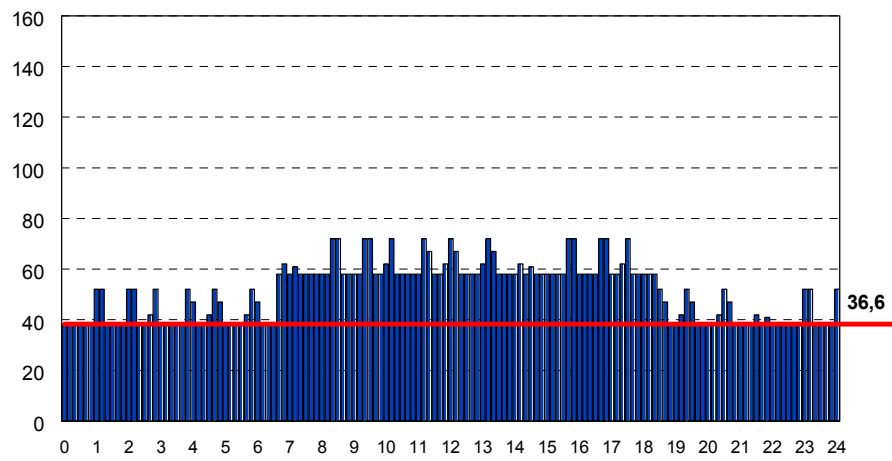
Καταναλωθείσα ισχύς (kW) 29/09/98 Δευτέρα



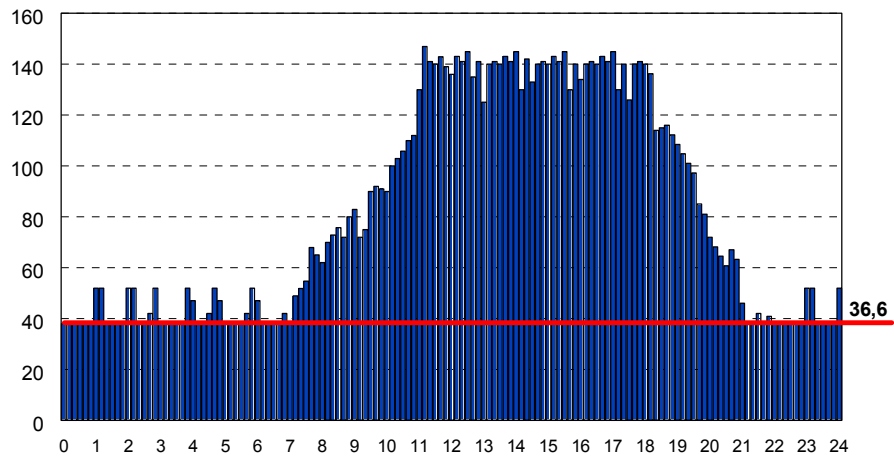
Καταναλωθείσα ισχύς(kW) 30/09/98 Τρίτη



Καταναλωθείσα ισχύς(kW) 1/10/98 Τετάρτη



Καταναλωθείσα ισχύς (kW) 2/10/98 Πέμπτη





### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3</b>						
<b>ΚΙΤΡΙΝΟ ΤΙΜ.</b>	<b>ΒΑΣΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ</b>	<b>Τιμές από 01/05/1998</b>				
	<b>Ετήσια συνδρομή (FF/kVA)</b>	<b>Κόστος ενέργειας (FF/100/kWh)</b>				
		<b>Χειμώνας</b>		<b>Καλοκαίρι</b>		
		Ωρες αιχμής	Ωρες εκτός αιχμής	Ωρες αιχμής	Ωρες εκτός αιχμής	
Μεγάλη χρήση	310.56	54.7	38.19	19.54	15.02	
Μέση χρήση	103.92	78.01	51.6	20.51	15.8	
Χειμώνας: από Νοέμβριο μέχρι και Μάρτιο						
Καλοκαίρι: από Απρίλιο μέχρι και Οκτώβριο						
Ωρες εκτός αιχμής: 8 ώρες ημερησίως						
<b>ΠΡΑΣΙΝΟ ΤΙΜ.</b>	<b>A5 ΒΑΣΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ</b>	<b>Τιμές από 01/05/1998</b>				
	<b>Ετήσια συνδρομή (FF/kVA)</b>	<b>Κόστος ενέργειας (FF/100/kWh)</b>				
		<b>Χειμώνας</b>		<b>Καλοκαίρι</b>		
		Αιχμή	Ωρες αιχμής	Ωρες εκτός αιχμής	Ωρες αιχμής	Ωρες εκτός αιχμής
Π. Μεγάλη χρήση	705.84	40.59	31.63	24.22	17.49	11.75
Μεγάλη χρήση	434.76	67.5	40.63	27.75	18.45	12.44
Μέση χρήση	261	95.72	49.28	31.35	19.8	13.39
Μικρή χρήση	109.8	137.68	63.29	37.69	21.2	14.37
Άεργος Ισχύς: 11.86 FF/100/kVARh						
Χειμώνας: από Νοέμβριο μέχρι και Μάρτιο						
Καλοκαίρι: από Απρίλιο μέχρι και Οκτώβριο						
Ωρες εκτός αιχμής: 8 ώρες ημερησίως και ολόκληρη η Κυριακή						
Αιχμή: 2 ώρες το πρωί και 2 ώρες το απόγευμα από τον Δεκέμβριο μέχρι και τον Φεβρουάριο.						

**ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ EDF/GDF****ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ**

Ανάλυση χρεώσεων από τον Ιούλιο  
του 1997 έως τον Ιούνιο του 1998

Τιμή από 01/05/98

ΠΡΑΣΙΝΟ Τιμολόγιο Α5

Παρούσα κατάσταση

Επιλογή Μέσης Χρήσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ kWh	ΚΟΣΤΟΣ kWh	ΣΥΝΟΛΑ
ΑΙΧΜΗ	220	38255	0,96 FF	36.617,69 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	204631	0,49 FF	100.842,16 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	103091	0,31 FF	32.319,03 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	325557	0,20 FF	64.460,29 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	146577	0,13 FF	19.626,66 FF
ΣΥΝΟΛΟ		818111		253.865,82 FF
ΣΥΝΔΡΟΜΗ	233,6		261,00 FF	60.969,60 FF
ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ				314.835,42 FF
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ kWh	0,38 FF			

**ΠΡΟΤΑΣΗ:**

ΠΡΑΣΙΝΟ Τιμολόγιο Α5

Επιλογή Μικρής Χρήσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ kWh	ΚΟΣΤΟΣ kWh	ΣΥΝΟΛΑ
ΑΙΧΜΗ	220	38255	1,38 FF	52.669,48 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	204631	0,63 FF	129.510,96 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	103091	0,38 FF	38.855,00 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	325557	0,21 FF	69.018,08 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	146577	0,14 FF	21.063,11 FF
ΣΥΝΟΛΟ		818111		311.116,64 FF
ΣΥΝΔΡΟΜΗ	220		109,80 FF	24.156,00 FF
ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ				335.272,64 FF
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ kWh	0,41 FF			
ΑΠΩΛΕΙΕΣ				-20.437,22 FF

**ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ EDF/GDF****ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ**

Ανάλυση χρεώσεων από τον  
Ιούλιο του 1997 έως τον Ιούνιο  
του 1998

Τιμή από 01/05/98

ΠΡΑΣΙΝΟ Τιμολόγιο Α5

Παρούσα κατάσταση

Επιλογή Μέσης Χρήσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ kWh	ΚΟΣΤΟΣ kWh	ΣΥΝΟΛΑ
ΑΙΧΜΗ	220	38255	0,96 FF	36.617,69 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	204631	0,49 FF	100.842,16 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	103091	0,31 FF	32.319,03 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	325557	0,20 FF	64.460,29 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	146577	0,13 FF	19.626,66 FF
ΣΥΝΟΛΟ		818111		253.865,82 FF
ΣΥΝΔΡΟΜΗ	233,6		261,00 FF	60.969,60 FF
ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ				314.835,42 FF
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ kWh	0,38 FF			

**ΠΡΟΤΑΣΗ:**

ΠΡΑΣΙΝΟ Τιμολόγιο Α5

Επιλογή Πολύ Μακράς Χρήσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ kWh	ΚΟΣΤΟΣ kWh	ΣΥΝΟΛΑ
ΑΙΧΜΗ	220	38255	0,41 FF	15.527,70 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	204631	0,32 FF	64.724,79 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	103091	0,24 FF	24.968,64 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	325557	0,17 FF	56.939,92 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	146577	0,12 FF	17.222,80 FF
ΣΥΝΟΛΟ		818111		179.383,85 FF
ΣΥΝΔΡΟΜΗ	220		705,84 FF	155.284,80 FF
ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ				334.668,65 FF
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ kWh	0,41 FF			
ΑΠΩΛΕΙΕΣ				-19.833,23 FF

**ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ EDF/GDF****ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ**

Ανάλυση χρεώσεων από τον  
Ιούλιο του 1997 έως τον Ιούνιο  
του 1998

Τιμή από 01/05/98  
ΠΡΑΣΙΝΟ Τιμολόγιο Α5  
Παρούσα κατάσταση  
Επιλογή Μέσης Χρήσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ kWh	ΚΟΣΤΟΣ kWh	ΣΥΝΟΛΑ
ΑΙΧΜΗ	220	38255	0,96 FF	36.617,69 FF
ΧΕΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	204631	0,49 FF	100.842,16 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	103091	0,31 FF	32.319,03 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	325557	0,20 FF	64.460,29 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	146577	0,13 FF	19.626,66 FF
ΣΥΝΟΛΟ		818111		253.865,82 FF
ΣΥΝΔΡΟΜΗ	233,6		261,00 FF	60.969,60 FF
ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ				314.835,42 FF
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ kWh	0,38 FF			

**ΠΡΟΤΑΣΗ:**

ΠΡΑΣΙΝΟ Τιμολόγιο Α5  
Επιλογή Μέσης Χρήσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ kWh	ΚΟΣΤΟΣ kWh	ΣΥΝΟΛΑ
ΑΙΧΜΗ	220	38255	0,96 FF	36.617,69 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	204631	0,49 FF	100.842,16 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	103091	0,31 FF	32.319,03 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	325557	0,20 FF	64.460,29 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	146577	0,13 FF	19.626,66 FF
ΣΥΝΟΛΟ		818111		253.865,82 FF
ΣΥΝΔΡΟΜΗ	220		261,00 FF	57.420,00 FF
ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ				311.285,82 FF
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ kWh	0,38 FF			
ΚΕΡΔΗ	3.549,60 FF			

**ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ EDF/GDF****ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ**

Ανάλυση χρεώσεων από τον  
Ιούλιο του 1997 έως τον Ιούνιο  
του 1998

Τιμή από 01/05/98  
ΠΡΑΣΙΝΟ Τιμολόγιο Α5  
Παρούσα κατάσταση  
Επιλογή Μέσης Χρήσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ kWh	ΚΟΣΤΟΣ kWh	ΣΥΝΟΛΑ
ΑΙΧΜΗ	220	38255	0,96 FF	36.617,69 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	204631	0,49 FF	100.842,16 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	103091	0,31 FF	32.319,03 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	325557	0,20 FF	64.460,29 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	146577	0,13 FF	19.626,66 FF
ΣΥΝΟΛΟ		818111		253.865,82 FF
ΣΥΝΔΡΟΜΗ	233,6		261,00 FF	60.969,60 FF
ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ				314.835,42 FF
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ kWh	0,38 FF			

**ΠΡΟΤΑΣΗ:**  
ΠΡΑΣΙΝΟ Τιμολόγιο Α5  
Επιλογή Μεγάλης Χρήσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ kWh	ΚΟΣΤΟΣ kWh	ΣΥΝΟΛΑ
ΑΙΧΜΗ	220	38255	0,68 FF	25.822,13 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	204631	0,41 FF	83.141,58 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	103091	0,28 FF	28.607,75 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	325557	0,18 FF	60.065,27 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	146577	0,12 FF	18.234,18 FF
ΣΥΝΟΛΟ		818111		215.870,90 FF
ΣΥΝΔΡΟΜΗ	220		434,76 FF	95.647,20 FF
ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ				311.518,10 FF
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ kWh	0,38 FF			
ΚΕΡΔΗ	3.317,32 FF			

**ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ EDF/GDF****ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ**

Ανάλυση χρεώσεων από τον  
Ιούλιο του 1997 έως τον Ιούνιο  
του 1998

Τιμή από 01/05/98  
ΠΡΑΣΙΝΟ Τιμολόγιο Α5  
Παρούσα κατάσταση  
Επιλογή Μέσης Χρήσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ kWh	ΚΟΣΤΟΣ kWh	ΣΥΝΟΛΑ
ΑΙΧΜΗ	220	38255	0,96 FF	36.617,69 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	204631	0,49 FF	100.842,16 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	103091	0,31 FF	32.319,03 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	325557	0,20 FF	64.460,29 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	146577	0,13 FF	19.626,66 FF
ΣΥΝΟΛΟ		818111		253.865,82 FF
ΣΥΝΔΡΟΜΗ	233,6		261,00 FF	60.969,60 FF
ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ				314.835,42 FF
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ kWh	0,38 FF			

**ΠΡΟΤΑΣΗ:**

ΚΙΤΡΙΝΟ Τιμολόγιο  
Επιλογή Μεγάλης Χρήσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ kWh	ΚΟΣΤΟΣ kWh	ΣΥΝΟΛΑ
ΑΙΧΜΗ	220	38255	0,55 FF	20.925,49 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	204631	0,55 FF	111.933,16 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	103091	0,38 FF	39.370,45 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	325557	0,20 FF	63.613,84 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	146577	0,15 FF	22.015,87 FF
ΣΥΝΟΛΟ		818111		257.858,80 FF
ΣΥΝΔΡΟΜΗ	220		310,56 FF	68.323,20 FF
ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ				326.182,00 FF
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ kWh	0,40 FF			
ΑΠΩΛΕΙΕΣ	-11.346,58 FF			

**ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ EDF/GDF****ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ**

Ανάλυση χρεώσεων από τον  
Ιούλιο του 1997 έως τον Ιούνιο  
του 1998

Τιμή από 01/05/98  
ΠΡΑΣΙΝΟ Τιμολόγιο Α5  
Παρούσα κατάσταση  
Επιλογή Μέσης Χρήσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ kWh	ΚΟΣΤΟΣ kWh	ΣΥΝΟΛΑ
ΑΙΧΜΗ	220	38255	0,96 FF	36.617,69 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	204631	0,49 FF	100.842,16 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	103091	0,31 FF	32.319,03 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	325557	0,20 FF	64.460,29 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	240	146577	0,13 FF	19.626,66 FF
ΣΥΝΟΛΟ		818111		253.865,82 FF
ΣΥΝΔΡΟΜΗ	233,6		261,00 FF	60.969,60 FF
ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ				314.835,42 FF
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ kWh	0,38 FF			

**ΠΡΟΤΑΣΗ:**  
ΚΙΤΡΙΝΟ Τιμολόγιο  
Επιλογή Μέσης Χρήσης

ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΣΥΝΔΡΟΜΗΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ kWh	ΚΟΣΤΟΣ kWh	ΣΥΝΟΛΑ
ΑΙΧΜΗ	220	38255	0,78 FF	29.842,73 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	204631	0,78 FF	159.632,64 FF
ΧΕΙΜΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	103091	0,52 FF	53.194,96 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	325557	0,21 FF	66.771,74 FF
ΘΕΡΙΝΕΣ ΩΡΕΣ ΕΚΤΟΣ ΑΙΧΜΗΣ	220	146577	0,16 FF	23.159,17 FF
ΣΥΝΟΛΟ		818111		332.601,23 FF
ΣΥΝΔΡΟΜΗ	220		103,92 FF	22.862,40 FF
ΣΥΝΟΛΟ ΠΡΟ ΦΟΡΩΝ				355.463,63 FF
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ kWh	0,43 FF			
ΑΠΩΛΕΙΕΣ				-40.628,21 FF