ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ **Η**ΛΕΚΤΡΙΚΩΝ **Β**ΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ **Δ**ΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ **Α**ΠΟΦΑΣΕΩΝ

Σύγχρονες Μεθοδολογίες Ενεργειακής Διαχείρισης. Εφαρμογή σε Βιομηχανία Επεξεργασίας Ελασμάτων Σιδήρου.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ

Επιβλέπων : Ι. Ψαρράς

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Αθήνα, Οκτώβριος 2007

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Σύγχρονες Μεθοδολογίες Ενεργειακής Διαχείρισης. Εφαρμογή σε Βιομηχανία Επεξεργασίας Ελασμάτων Σιδήρου.

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Γεώργιος, Νικολάου Παπαϊωάννου

Επιβλέπων : Ι. Ψαρράς
Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή τον Οκτώβριο 2007.

.....	.....	.....
Ι. Ψαρράς	Δ. Ασκούνης	Τρ. Μένζας
Καθηγητής	Επίκουρος Καθηγητής	Καθηγητής

Αθήνα, Οκτώβριος 2007

.....
Γεώργιος, Νικολάου Παπαϊωάννου

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Γεώργιος, Παπαϊωάννου, 2007
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Απόφασης της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ, στα πλαίσια των ερευνητικών δραστηριοτήτων του Εργαστηρίου Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης.

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας είναι η ενεργειακή επιθεώρηση σε μία βιομηχανική μονάδα επεξεργασίας ελασμάτων σιδήρου. Τα εντεινόμενα περιβαλλοντικά προβλήματα σε συνδυασμό με τις συνεχώς αυξανόμενες ενεργειακές απαιτήσεις των σύγχρονων βιομηχανικών μονάδων, καθιστούν επιτακτική την ανάγκη βελτίωσης των ενεργειακών αποδόσεων, με κύριο στόχο τον περιορισμό της άσκοπης ενεργειακής σπατάλης. Η ενεργειακή αυτή επιθεώρηση αποτελεί εργαλείο χρήσιμο για την ανάδειξη ενεργειακών απωλειών και τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας της εταιρείας.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές και ειλικρινείς μου ευχαριστίες στον Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κ. Ιωάννη Ψαρρά για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα, καθώς και για την ενθάρρυνση και τη βοήθεια του.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την υποψήφια διδάκτορα της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κ. Αλεξάνδρα Παπαδοπούλου για τη συνεχή παρακολούθηση της πορείας της διπλωματικής μου εργασίας, την καθοδήγησή της, τις πολύτιμες συμβουλές και το ενδιαφέρον που έδειξε σε όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Γεώργιος, Ν. Παπαϊωάννου
Σεπτέμβριος 2007

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι πλέον κοινά αποδεκτό ότι η Ενεργειακή Διαχείριση αποτελεί σήμερα αναπόσπαστο κομμάτι της συνολικής Διοίκησης μίας επιχείρησης, με σκοπό την ανάδειξη των καταλληλότερων και περισσότερο ρεαλιστικών τρόπων βελτιστοποίησης της ενεργειακής συμπεριφοράς και την ανάδειξη δράσεων ενεργειακής βελτίωσης σε βιομηχανικές μονάδες. Η Ενεργειακή Διαχείριση ασχολείται με τη μελέτη, καταγραφή και ανάλυση των ενεργειακών καταναλώσεων μίας επιχείρησης με σκοπό τη μείωση του κόστους της καταναλισκόμενης από αυτήν ενέργειας, αλλά και την αύξηση της απόδοσης των διαδικασιών λειτουργίας της επιχείρησης με ταυτόχρονη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας. Επομένως, η Ενεργειακή Διαχείριση αποτελεί ένα ξεχωριστό τμήμα μίας επιχείρησης, επεμβαίνει στην παραγωγική διαδικασία, αλλά και γενικά στην όλη λειτουργία της επιχείρησης, και για το λόγο αυτό πρέπει η λειτουργία και ο προϋπολογισμός της να συμπεριληφθούν στο συνολικό λειτουργικό διάγραμμα ροής μιας επιχειρησιακής μονάδας.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η επισήμανση της ανάγκης για μία συστηματική Ενεργειακή Διαχείριση σε βιομηχανικές μονάδες, με την Συνοπτική Ενεργειακή Επιθεώρηση να αποτελεί μία μεθοδολογία για την αποδοτικότερη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων, αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος. Σαν μία εφαρμογή των παραπάνω εξετάζεται η ενεργειακή συμπεριφορά μίας αρκετά μεγάλης βιομηχανικής μονάδας επεξεργασίας ελασμάτων σιδήρου, με στόχο την κατασκευή εργαλειοθηκών.

Η βιομηχανική αυτή μονάδα στεγάζεται στο Κορωπί και καλύπτει έκταση περίπου ίση με 10 στρέμματα. Λειτουργεί από το 1980 και διαγράφει συνεχώς μία ανοδική και πολύ κερδοφόρα πορεία. Η βιομηχανία αυτή ανανεώνει αρκετά συχνά τον εξοπλισμό της και δίνει έμφαση στην αυτοματοποίηση της παραγωγής.

Η συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων, σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, έγινε με την βοήθεια ειδικού εντύπου – ερωτηματολογίου. Επίσης συγκεντρώθηκαν οι λογαριασμοί και τα τιμολόγια αγοράς ενέργειας για τα έτη 2005-2006.

Η βιομηχανία καταναλώνει μόνο θερμική και ηλεκτρική ενέργεια. Η θερμική καταναλώνεται στη γραμμή απορρύπανσης και στο φούρνο έψησης των προϊόντων και είναι αποκλειστικά τύπου προπανίου. Η ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται στα κυρίως μηχανήματα της παραγωγής (αυτοποιημένες μηχανές, μηχανές συγκόλλησης, κομπρεσέρ, πρέσες, αντλίες, γερανογέφυρες κοκ), καθώς επίσης για το φωτισμό των χώρων και τον κλιματισμό των γραφείων. Το πλέον ενεργειοβόρο τμήμα είναι ο φούρνος, αφού σχεδόν αποκλειστικά καταναλώνει όλη τη θερμική ενέργεια, που είναι της τάξης του 49% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας (θερμικής και ηλεκτρικής). Όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, πρωταγωνιστικό ρόλο παίζουν οι μηχανές συγκόλλησης, η αυτόματη κοπτική μηχανή και το ρομποτικό σύστημα συγκόλλησης, που συνολικά καταναλώνουν το 69% της συνολικής ηλεκτρικής

ενέργειας. Για φωτισμό και κλιματισμό οι απαιτήσεις ενέργειας είναι σχετικά μικρές και αντιστοιχούν περίπου στο 5% της συνολικά απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Αφού συλλέχθηκαν τα ενεργειακά δεδομένα και υπολογίστηκαν το ύψος της παραγωγής και οι ενεργειακές καταναλώσεις, έγινε η επεξεργασία των δεδομένων αυτών. Η επεξεργασία των δεδομένων έδειξε την κατανομή της ενέργειας ανά χρήση και ανά χώρο. Επίσης με τα δεδομένα αυτά υπολογίστηκαν συγκεκριμένοι δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης ενέργειας με στόχο τη σύγκριση αυτών με πρότυπους δείκτες κατανάλωσης από τη βιβλιογραφία. Με την διαδικασία αυτή καθίσταται εφικτή η ανάδειξη των περισσότερο ενεργειοβόρων τμημάτων της παραγωγής.

Με γνώμονα τις ενεργειακές καταναλώσεις και στόχο την μείωση αυτών, προτάθηκαν δράσεις νοικοκυρέματος, χαμηλού κόστους και ανακατασκευής. Μελετήθηκαν δράσεις εξοικονόμησης στο φωτισμό , όπως η τοποθέτηση φωτοσωλήνων ή η αντικατάσταση των μαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων στις λάμπες φθορισμού. Τομέας μελέτης ήταν επίσης ο φούρνος, η γραμμή απορύπανσης, το κτιριακό κέλυφος και ο κλιματισμός. Για κάθε τομέα βρέθηκαν και προτάθηκαν λύσεις που βελτιστοποιούσαν ενεργειακά τα συστήματα.

Λέξεις κλειδιά: Ενεργειακή Επιθεώρηση, Βιομηχανία Επεξεργασίας Ελασμάτων Σιδήρου, Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας

SUMMARY

Energy Management is widely recognized as an integral part of the Total Management of a business unit, aimed at identifying the most suitable and realistic ways to optimize the unit's energy behavior as well as suggesting, designing and implementing improvement activities within the unit. Energy Management primarily deals with the study, definition and analysis of the energy consumption of a unit with a view to minimising its total cost, while concurrently improving the cost – effectiveness ratio. Thus, Energy Management constitutes a separate cost unit for the enterprise, interferes with the production process and the operation of the enterprise as a whole and for this it should be included in its annual budget.

The purpose of this study is to illustrate and underline the need for systematic Energy Management in industrial units, with Energy Audit constituting a methodology for their more efficient operation as well as enhanced environmental protection. In this case the study is about the energy behavior of a big industrial unit, which puddles metal foils in order to produce toolboxes.

This industrial unit is accommodated in Koropi and covers an extent roughly equal to 10 acres. It is operational since 1980 and marks a continuously ascendant and very profitable course. This industry often renews its equipment and gives accent in the automation of production.

The collection of required elements, with regard to the consumption of energy, was done with the help of the special questionnaire form. Moreover, the accounts and tariffs of purchase of energy for the years 2005-2006 were assembled.

The industry consumes only thermal and electric energy. Thermal is consumed in the cleaning line and in the heating oven which is fuelled exclusively with propane. The electric energy is consumed in the main instruments of production (automated machines, machines of welding, jackhammer, presses, pumps, Crain bridges etc.), as well as for the lighting of spaces and the air conditioning of offices. The most energy consuming department is the oven, consuming all of the thermal energy, which amounts to 49% of the total consumed energy (thermal and electric). With regard to the consumption of electric energy, leading role play the machines of welding, the automatic cutting machine and the robotic system of welding, which in overall consume the 69% of total electric energy. The lighting and air conditioning requirements of energy are relatively small and correspond to roughly 5% of the total required electric energy.

After collecting the energy readings and calculating the production rate and energy consumption, all of the data were processed. The data process indicated the energy distribution, per use and per space. Also this data helped the construction of domestic energy consumption indicators which can be compared with model indicators of

consumption. This process enables the recognition of the most energy consuming departments of production.

Aiming to reduce the energy consumptions, new reforming, low cost and reconstructing solutions were suggested. Actions for energy saving in lighting have been examined, like the installation of the new solatube technology, or the replacement of the magnetic ballast in the fluorescence lamps. Some case studies had also to do with the dry clean tunnel, the cleaning line, the building and the air-conditioning systems. For each sector solutions that could optimize the energy consumption have been studied.

Key words: Energy Audit, Industry which puddles metal foils, Energy Saving Actions

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΣΚΟΠΟΣ-ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....15

1.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....16

1.3 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....17

2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

2.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....20

2.2 Η ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....23

2.2.1 Ο ενεργειακός έλεγχος ως εργαλείο παρέμβασης.....24

2.2.2 Στόχοι, είδη και στρατηγική διεξαγωγής ενεργειακών ελέγχων.....25

2.2.3 Βασικά βήματα διεξαγωγής ενός ενεργειακού ελέγχου.....26

2.2.4 Συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος.....27

2.2.5 Αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος.....28

2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ-ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....30

2.3.1 Εισαγωγή.....30

2.3.2 Συνοπτική παρουσίαση του εθνικού νομικού πλαισίου.....31

2.3.2.1 Κωδικοποίηση ενεργειακής αποδοτικότητας για γα κτίρια.....31

2.3.2.2 Μέτρα για τις οικιακές συσκευές.....32

2.3.3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.....34

2.3.4 Οικολογικός σχεδιασμός ηλεκτρικών συσκευών.....34

2.3.5 Περιορισμός κατανάλωσης καυσίμου στη βιομηχανία.....34

2.3.6 Φορολογική απαλλαγή.....35

2.3.7 Ενίσχυση επενδύσεων σε τεχνολογίες ενεργειακής απόδοσης.....35

2.4 ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ.....35

2.4.1 Εισαγωγή.....35

2.4.2 Επιχειρησιακό πρόγραμμα «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ».....36

3 ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΛΑΔΩΝ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....42

3.2 ΚΛΩΣΤΟΫΦΑΝΤΟΥΡΓΙΑ.....42

3.2.1 Εισαγωγή.....42

3.2.2 Διαδικασία παραγωγής.....43

3.2.3 Προτυπες ειδικές καταναλώσεις ενέργειας.....44

3.3 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ.....46

3.3.1 Εισαγωγή..... .46

3.3.2 Διαδικασία παραγωγής.....46

3.3.3 Πρότυπες ειδικές καταναλώσεις ενέργειας.....48

3.4 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΡΤΙΟΥ.....49

3.4.1 Εισαγωγή.....49

3.4.2 Διαδικασία παραγωγής..... .50

3.4.3 Πρότυπες ειδικές καταναλώσεις ενέργειας.....51

3.5 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ.....53

3.5.1 Εισαγωγή.....53

3.5.2 Διαδικασία παραγωγής..... .53

3.5.3 Πρότυπη ειδική κατανάλωση ενέργειας.....54

3.6 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ.....58

3.6.1 Εισαγωγή.....58

3.6.2 Διαδικασία παραγωγής.....58

3.6.3 Πρότυπες ειδικές καταναλώσεις ενέργειας.....59

3.7 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ.....61

3.7.1 Εισαγωγή.....61

3.7.2 Διαδικασία παραγωγής.....62

3.7.3 Πρότυπες ειδικές καταναλώσεις ενέργειας.....63

4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΛΑΣΜΑΤΩΝ ΣΙΔΗΡΟΥ

4.1 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ.....66

4.1.1 Γενικά.....66
4.1.2 Περιγραφή υπάρχουσας κατάστασης.....66
4.1.3 Παραγωγική διαδικασία.....67
4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....68
4.2.1 Ύψος παραγωγής.....68
4.2.2 Χρήση ενέργειας στη βιομηχανική μονάδα.....70
4.2.3 Ενεργειακή κατανάλωση.....71
4.2.3.1 Ετήσια ενεργειακά μεγέθη.....71
4.2.3.2 Μηνιαία ενεργειακά μεγέθη.....75
4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....79
4.3.1 Κατανομή ενέργειας ανά χρήση.....79
4.3.1.1 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία.....79
4.3.1.2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό.....82
4.3.1.3 Κατανάλωση *ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση – ψύξη*.....83
4.3.1.4 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για λοιπές χρήσεις.....84
4.3.1.5 Κατανάλωση θερμικής ενέργειας.....85
4.3.2 Κατανομή ηλεκτρικής ενέργειας ανά χώρο.....85
4.3.3 Δείκτες κατανάλωσης ενέργειας.....86

5 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....90
5.2 ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ.....90
5.2.1 Δράσεις νοικοκυρέματος.....91
5.2.2 Δράσεις ανακατασκευής.....91
5.3 ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ.....96
5.3.1 Δράσεις νοικοκυρέματος.....96
5.3.2 Δράσεις χαμηλού κόστους.....97
5.3.3 Δράσεις ανακατασκευής..... 100
5.4 ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΦΟΥΡΝΟ.....106
5.4.1 Δράσεις νοικοκυρέματος.....106

5.4.2 Δράσεις χαμηλού κόστους.....106

5.5 ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΡΑΜΜΗ ΑΠΟΡΥΠΑΝΣΗΣ.....109

5.5.1 Δράσεις νοικοκυρέματος.....109

5.5.2 Δράσεις χαμηλού κόστους.....109

5.5.3 Δράσεις ανακατασκευής.....110

5.6 ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ.....113

5.6.1 Δράσεις νοικοκυρέματος.....113

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....117

6.2 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....121

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....123

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....141

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

κεφ. 1

1.1 ΣΚΟΠΟΣ-ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας στο εργαστήριο «Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης» του Εθνικού Μετσόβιο Πολυτεχνείου. Η ανάθεση του θέματος έγινε από τον κ. Ι. Ψαρρά, Αναπληρωτή Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η επισήμανση της ανάγκης για μία συστηματική ενεργειακή διαχείριση σε βιομηχανικές μονάδες, με την **Συνοπτική Ενεργειακή Επιθεώρηση** να αποτελεί μία μεθοδολογία για την αποδοτικότερη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων, αλλά και την προστασία του περιβάλλοντος.

Στα πλαίσια της εργασίας αυτής, αναλύεται η μεθοδολογία της **Ενεργειακής Διαχείρισης**, σαν ένα κομμάτι της συνολικής Διοίκησης μίας επιχείρησης, με σκοπό την ανάδειξη των καταλληλότερων και περισσότερο ρεαλιστικών τρόπων βελτιστοποίησης της ενεργειακής συμπεριφοράς και την ανάδειξη τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας σε βιομηχανικές μονάδες. Για το σκοπό αυτό μελετάται η εφαρμογή των παραπάνω σε μία μεγάλη βιομηχανική μονάδα επεξεργασίας ελασμάτων σιδήρου, η οποία ως τελικό προϊόν έχει την παραγωγή εργαλειοθηκών.

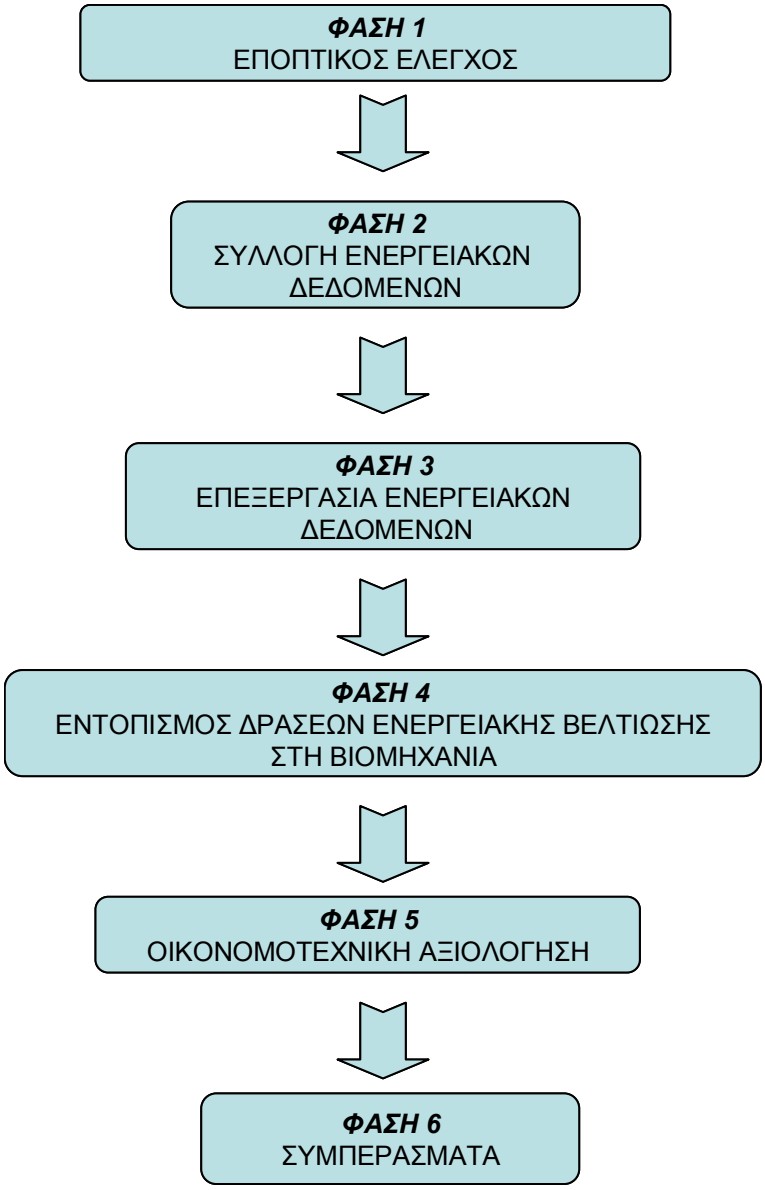
Για την πραγματοποίηση της εργασίας αρχικά αναγνωρίστηκαν οι παραγωγικές μονάδες και οι κτιριακές εγκαταστάσεις της επιχειρησιακής μονάδας και έγινε η αποτύπωση της ενεργειακής συμπεριφοράς της επιχείρησης. Στη συνέχεια υγκεντρώθηκαν τα τιμολόγια της Δ.Ε.Η. και των υγρών καυσίμων που χρησιμοποιεί η επιχείρηση τα σχέδια των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, καθώς και τα στοιχεία για τα λειτουργικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του βασικού εξοπλισμού της παραγωγικής διαδικασίας της επιχείρησης.

Στην συνέχεια κατεγράφη η διαχρονική πορεία της ενεργειακής κατανάλωσης και του ενεργειακού κόστους την διετία 2005-2006 και ομαδοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της καταγραφής ανά τομέα και παραγωγική διαδικασία. Υπολογίσθηκαν έπειτα δείκτες ενεργειακής έντασης, για να διαπιστωθεί αν η βιομηχανία είναι ενεργειοβόρος και σε ποιους τομείς.

Τέλος, διερευνήθηκαν οι πιθανές **Δράσεις Ενεργειακής Βελτίωσης** στη βιομηχανία με οικονομική αξιολόγηση των δραστηριοτήτων ανακατασκευής, καθώς και μερικών δραστηριοτήτων χαμηλού κόστους.

1.2 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Για να ολοκληρωθεί η συγκεκριμένη Διπλωματική εργασία, η οποία πραγματοποιήθηκε την περίοδο 2005-2006 και για να διεκπεραιωθεί η ενεργειακή επιθεώρηση ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία που αποτελείται από έξη φάσεις:



Σχήμα 1.1: Φάσεις ολοκλήρωσης Διπλωματικής εργασίας

Φάση 1: Εποπτικός έλεγχος

Ο Εποπτικός Έλεγχος χρησιμοποιείται ως πρωταρχικό στάδιο και είναι αρκετά απλό. Οι πιθανές περιοχές για μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας είναι γνωστές εκ των προτέρων.

Πραγματοποιείται με μία σύντομη αυτοψία των εγκαταστάσεων, με την οποία εντοπίζονται τα προφανή μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας ή οι σπατάλες.

Φάση 2: Συλλογή Ενεργειακών Δεδομένων
Η συλλογή ενεργειακών δεδομένων είναι μια καθοριστική για την ενεργειακή επιθεώρηση διαδικασία. Τα ενεργειακά δεδομένα αποτυπώνουν στην ουσία τα αποτελέσματα της ενεργειακής διαχείρισης της βιομηχανίας και αναδεικνύουν τα ενεργειοβόρα τμήματά της. Είναι πολύ σημαντικό η συλλογή των ενεργειακών δεδομένων να γίνει με μεγάλη προσοχή, καθότι τυχόν λάθη ή απροσεξίες επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τα τελικά συμπεράσματα της ενεργειακής επιθεώρησης.

Φάση 3: Επεξεργασία Ενεργειακών Δεδομένων

Στην τρίτη φάση, αφού γίνει η συλλογή των ενεργειακών δεδομένων, ακολουθεί η επεξεργασία αυτών. Η επεξεργασία των ενεργειακών δεδομένων, είναι πολύ σημαντική διαδικασία. Βασικός στόχος είναι ο μετασχηματισμός των ενεργειακών πληροφοριών σε μία μορφή εύχρηστη για τη βελτίωση του ελέγχου της ενεργειακής διαχείρησης. Τα ενεργειακά δεδομένα τοποθετούνται σε πίνακες και απεικονείζονται σε διαγράμματα, για καλύτερη εποπτική κατανόηση της κατανομής του ενεργειακού φορτίου.

Φάση 4: Εντοπισμός Δράσεων Ενεργειακής Βελτίωσης στη βιομηχανία

Σε αυτήν την φάση πραγματοποιήθηκε η εξέταση όλων των Δράσεων Ενεργειακής Βελτίωσης.

Φάση 5: Οικονομοτεχνική Αξιολόγηση

Για κάθε δράση ενεργειακής βελτίωσης έγινε αναλυτική μελέτη του κόστους ανακατασκευής και εγκατάστασης στο χώρο της βιομηχανικής μονάδας. Επίσης μελετήθηκε ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης και υπολογίστηκε η καθαρή παρούσα αξία αυτής.

Φάση 6: Συμπεράσματα και προοπτικές

Κατά την διάρκεια της τελευταίας αυτής φάσης εξήχθησαν τα συμπεράσματα της παραπάνω Διπλωματικής εργασίας και εξετάστηκαν οι προοπτικές της Ενεργειακής Διαχείρισης στη βιομηχανία.

1.3 ΔΟΜΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η δομή της παρούσας Διπλωματικής εργασίας έχει ως εξής:

- Αρχικά υπάρχει η **Περίληψη** της εργασίας, στην ελληνική και την αγγλική γλώσσα, όπου παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά σημεία της εργασίας.

- Στο **Κεφάλαιο 1**, το οποίο αποτελεί την εισαγωγή, αναφέρονται ο σκοπός και το αντικείμενο της παρούσας εργασίας, καθώς και η διαδικασία πραγματοποίησής της.
- Στο **Κεφάλαιο 2** αναλύεται η αναγκαιότητα εξοικονόμησης ενέργειας στις βιομηχανίες και γενικότερα σε κάθε δραστηριότητα που απαιτεί κατανάλωση ενέργειας. Επίσης γίνεται συνοπτική παρουσίαση του νομικού πλαισίου που αφορά την ορθολογική χρήση ενέργειας στην Ελλάδα και την Ευρώπη. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε συμφέρουσες χρηματοδοτικές και επενδυτικές λύσεις, που προωθούν την εξοικονόμηση ενέργειας και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και επιδοτούνται από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Τέλος προτείνεται και αναλύεται με συντομία η ενεργειακή επιθεώρηση ως εργαλείο παρέμβασης για την εξοικονόμηση ενέργειας.
- Στο **Κεφάλαιο 3** αναφέρονται οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στη βιομηχανία γενικότερα. Κατόπιν διεξοδικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά σε βασικούς βιομηχανικούς κλάδους παραγωγής, οι οποίοι καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος της ελληνικής βιομηχανικής δυναμικότητας. Για τις βιομηχανίες αυτές γίνεται αναφορά στις διαδικασίες που ακολουθούνται για την παραγωγή καθώς επίσης αναφέρονται ενδεικτικά κάποιοι δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης των βιομηχανιών αυτών.
- Στο **Κεφάλαιο 4** εξετάζεται η ενεργειακή συμπεριφορά των εγκαταστάσεων μίας βιομηχανίας κατασκευής εργαλειοθηκών από ελάσματα σιδήρου, βάσει της συνοπτικής ενεργειακής επιθεώρησης που πραγματοποιήθηκε. Τέλος, καταγράφεται η εξέλιξη της ενεργειακής κατανάλωσης στην επιχείρηση και υπολογίζονται οι δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης για κάθε τομέα της παραγωγής, ώστε να μπορεί να γίνει σύγκριση με πρότυπες ενεργειακές καταναλώσεις και να επισημανθούν τα σημεία στην βιομηχανία που επιδέχονται ενεργειακή βελτίωση.
- Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζονται οι προτεινόμενες Δράσεις Ενεργειακής Βελτίωσης και τα αποτελέσματα της τεχνοοικονομικής αξιολόγησης τους.
- Στο **Κεφάλαιο 6** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την παρούσα μελέτη.
- Τέλος, υπάρχουν τα **Παραρτήματα**, όπου παρουσιάζεται το ειδικό έντυπο – ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε από τους υπευθύνους της βιομηχανίας και βοήθησε στην κατανόηση και αποτύπωση της ενεργειακής συμπεριφοράς της βιομηχανίας.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΙ ΔΡΑΣΕΙΣ ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

κεφ. 2

2.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Σχεδόν η κάθε ανθρώπινη, εκμηχανισμένη δραστηριότητα συνεπάγεται και μία μορφή ρύπανσης, όπως είναι η χημική, η θερμική, η ραδιενεργός και η παραγωγή στερεών και υγρών αποβλήτων. Η καύση των στερεών και υγρών καυσίμων οδηγεί αναπόφευκτα στην παραγωγή όλων αυτών των κατηγοριών ρύπων, πλην των ραδιενεργών. Οι επιπτώσεις της "αλόγιστης" ενεργειακής, αλλά και οικονομικής ευμάρειας των δεκαετιών του 1950 και 1960, και η ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος, άρχισαν να γίνονται κοινή συνείδηση με αφορμή συμβάντα όπως η εμφάνιση της αιθαλομίχλης στο Λονδίνο της δεκαετίας του 1950 και του φωτοχημικού νέφους στο Λος' Αντζελες στη δεκαετία του 1970. Η ευρύτερη συνειδητοποίηση των περιβαλλοντικών προβλημάτων συνέπεσε με τις δύο ενεργειακές κρίσεις στην δεκαετία του '70.

Ως συνέπεια των έντονων φαινομένων περιβαλλοντικής ρύπανσης θεσπίστηκαν τα πρώτα νομοθετικά μέτρα για τη μείωση των εκπομπών ρύπων, κυρίως του μονοξειδίου του άνθρακα και της αιθάλης, το "London's smog act" (1956) και το "State of California environmental protection law". Τα μέτρα αυτά αποτέλεσαν τα πρώτα συγκεκριμένα, θετικά βήματα προς την κατεύθυνση της προστασίας του περιβάλλοντος και υποχρέωσαν και τις υπόλοιπες χώρες να ακολουθήσουν.

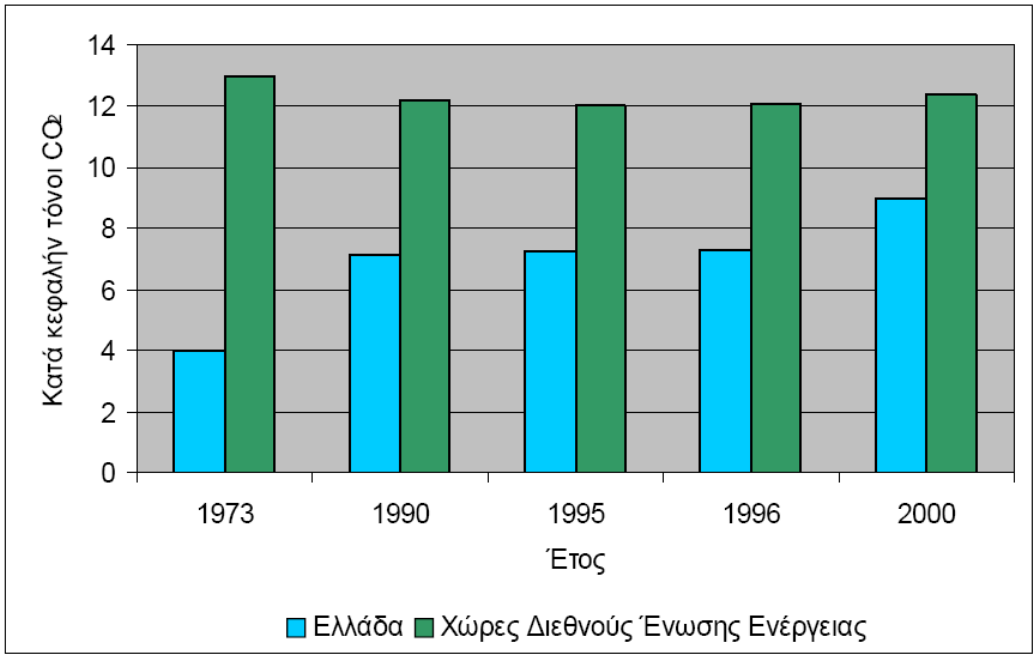
Στο βαθμό που αντιμετωπιζόταν το θέμα του περιορισμού των εκπομπών ρύπων, στόχος ήταν η ελαχιστοποίηση της παραγωγής του μονοξειδίου του άνθρακα με την περαιτέρω οξείδωσή του σε διοξείδιο, ο περιορισμός της εκπομπής αιθάλης και οξειδίων του αζώτου και βέβαια η αύξηση του βαθμού απόδοσης της εκάστοτε συντελούμενης διεργασίας. Στη δεκαετία του 1980, ωστόσο, επήλθε μία σημαντική ποιοτική διαφοροποίηση του προβλήματος, με τη συνειδητοποίηση της καταστροφής των δασών και των μνημείων από την "όξινη βροχή", του "φαινομένου του θερμοκηπίου" και της "τρύπας του όζοντος". Η Ακαδημία των Επιστημών των Η.Π.Α. (US National Academy of Science) διαπίστωσε, ήδη από το 1977, ότι ο βασικός περιοριστικός παράγοντας της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων (φυσικού αερίου, πετρελαίου και άνθρακα) στους επόμενους αιώνες θα είναι η επιρροή της παραγωγής διοξειδίου του άνθρακα στις κλιματικές συνθήκες.

Η δεκαετία 1980-90 χαρακτηρίζεται αναμφίβολα από την ευρεία εξάπλωση των περιβαλλοντικών ανησυχιών, κινημάτων και συζητήσεων στις χώρες της Δυτικής Ευρώπης και στις Η.Π.Α. Η έννοια της προστασίας του περιβάλλοντος έπαψε να αποτελεί πεδίο δραστηριότητας μεμονωμένων ατόμων και μικρών, συχνά περιθωριακών, ομάδων και εξελίχθηκε σε έναν σημαντικό παράγοντα στη λήψη αποφάσεων στο χώρο της βιομηχανίας, της οικονομίας και της πολιτικής. Ταυτόχρονα, το άνοιγμα των συνόρων προς χώρες που είναι κυρίως της πρώην Σοβιετικής Ένωσης (Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Λευκορωσία, Ρωσία, Ουκρανία, Μολδαβία, Γεωργία, Αρζερμπαϊστάν, Αρμενία, Καζακστάν, Τουρμπεκιστάν, Ουζμπεκιστάν) αποκάλυψε ιδιαίτερα μεγάλου μεγέθους περιβαλλοντικά προβλήματα, που έπρεπε να αντιμετωπιστούν. Στο τέλος του 20ου αιώνα έγινε αντιληπτό ότι η επιβάρυνση του περιβάλλοντος εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων γίνεται σε μεγάλη κλίμακα,

κατά πολλούς και περίπλοκους τρόπους και με μακρόχρονες, βαθιές και δύσκολα προβλέψιμες συνέπειες.

Η μετάβαση από το πετρέλαιο στην πυρηνική ενέργεια και η ανάδυση νέων μορφών ενέργειας μπορεί να μειώνουν την εξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα, προκαλούν όμως σοβαρές περιβαλλοντολογικές ανησυχίες. Έχει γίνει πλέον αντιληπτό ότι το, αρχικά, "ακίνδυνο" διοξείδιο του άνθρακα (ως το βέλτιστο προϊόν της καύσης των υδρογονανθράκων) αλλά και τα συμπαραγόμενα οξείδια του αζώτου συντελούν αποφασιστικά στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου, με συνέπειες ενδεχομένως δραματικές. Τα οξείδια του θείου κρίθηκαν υπαίτια για την καταστροφή των δασών στη δυτική και κεντρική Ευρώπη και της φθοράς των μνημείων στη νότια Ευρώπη. Το ατύχημα του Τσερνόμπιλ στην Ε.Σ.Σ.Δ., και μία σειρά από μικρότερα ατυχήματα όπως του Three Mile Island στις Η.Π.Α. και του Selafield στη Μ.Βρετανία, κατέστησαν απτούς τους κινδύνους της χρήσης της πυρηνικής ενέργειας, υπογραμμίζοντας τον κίνδυνο αυτής της εναλλακτικής λύσης. Η παρατήρηση αυτών των φαινομένων οδήγησε σε μία σειρά από διαπιστώσεις και ανάλογους φόβους, σχετικά με τις πιθανές μελλοντικές κλιματικές και περιβαλλοντικές εξελίξεις. Το πρόβλημα δεν τίθεται πλέον μόνο στη βελτιστοποίηση των διεργασιών καύσης, αλλά και στον περιορισμό τους.

Πρέπει να σημειωθεί ότι συναντώνται πολλά, διαφορετικά και συχνά αντιφατικά σενάρια για τις πιθανές επιπτώσεις των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, γεγονός αναμενόμενο στην πραγματεία ενός πολύπλοκου και μεγάλης κλίμακας φαινομένου. Οι συσχετίσεις του διοξειδίου του άνθρακα και του κλίματος, της ικανότητας των ωκεανών και φυτικών οργανισμών να το απορροφούν και της εικόνας μίας θερμότερης Γης εμπεριέχουν έναν μεγάλο βαθμό αβεβαιότητας και πιθανολογίας. Για το λόγο αυτό και τα σενάρια καλό είναι να αντιμετωπίζονται με επιφύλαξη. Αναμφισβήτητη, όμως, διαπίστωση όλων των ερευνητών είναι ότι το φαινόμενο αποτελεί μία ανησυχητική και δυσάρεστη εξέλιξη, που πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά τη χάραξη των ενεργειακών πολιτικών πέρα από το 2000. Ως χαρακτηριστική απόδειξη της θέσης αυτής, και της σοβαρότητας του προβλήματος, μπορεί να θεωρηθεί και η δέσμευση των κρατών της Ευρωπαϊκής Ένωσης από το πρωτόκολλο του Κυότο να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 8% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 για την περίοδο του 2008 με 2012. Η εξέλιξη της παραγωγής CO_2 , σε επίπεδο ΕΕ και στην Ελλάδα, φαίνεται στο Σχήμα 2.1



Σχήμα 2.1: Μέσος Όρος παραγωγής CO_2 την περίοδο 1973-2000.

Αναμφισβήτητο γεγονός αποτελεί, επίσης, η αύξηση της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας στην ατμόσφαιρα, με μεγαλύτερη έμφαση στο Βόρειο ημισφαιρίο, η οποία όπως έχει αποδειχθεί οφείλεται στην αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (φαινόμενο θερμοκηπίου). Η αυξητική αυτή τάση είναι βέβαια σημαντική, ειδικά επειδή συμπίπτει με το ρυθμό της παγκόσμιας αύξησης των βιομηχανικών δραστηριοτήτων, που συγκεντρώνονται κυρίως στο Βόρειο ημισφαίριο.

Τα αποτελέσματα αυτής της ανόδου της θερμοκρασίας έχουν αρχίσει ήδη να γίνονται ορατά. Οι υδάτινες μάζες έχουν αρχίσει να διαστέλλονται και οι παγετώνες να λιώνουν, με αποτέλεσμα η μέση στάθμη των θαλασσών να έχει ανέβει κατά 0,15m στο διάστημα 1850-1995. Είναι βέβαια δύσκολο να αποτιμηθεί η συμβολή του κάθε μεμονωμένου παράγοντα στην εξέλιξη αυτή, καθώς συμμετέχουν τα κυριότερα αέρια του θερμοκηπίου όπως το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, τα οξείδια του αζώτου και οι χλωροφθοράνθρακες (CFC's).

Τα συμπεράσματα στα οποία συγκλίνει το σύνολο σχεδόν της επιστημονικής κοινότητας συνοπτικά είναι τα εξής:

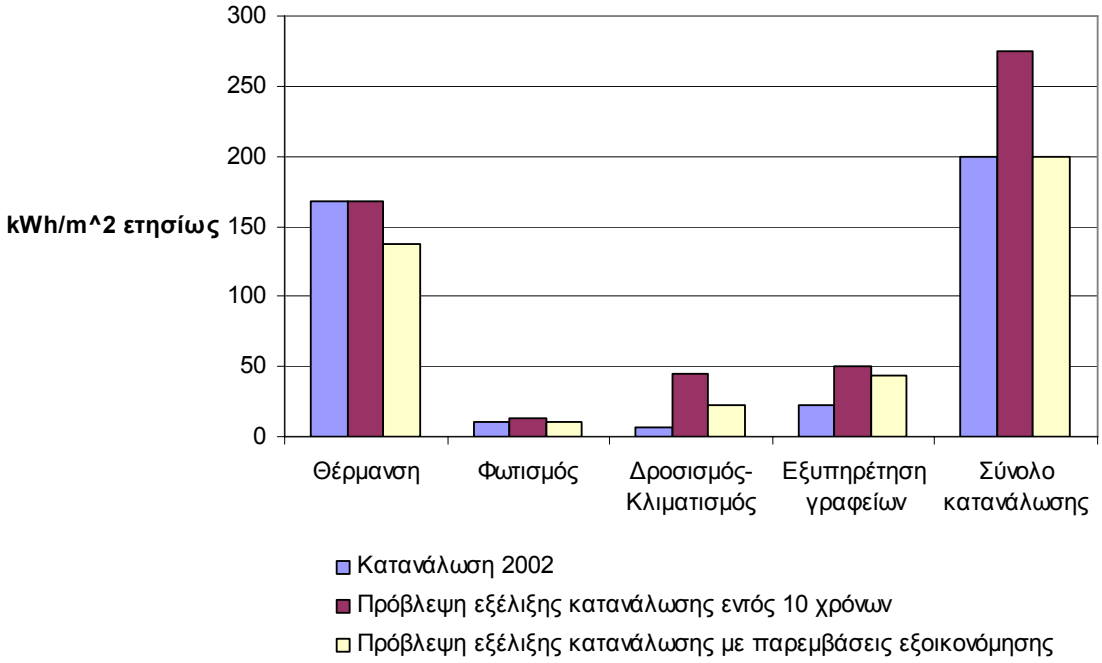
- Η συνέχιση της σημερινής πορείας στον τομέα της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων, πέρα από την αναμενόμενη εξάντλησή τους, θα επιφέρει σοβαρότατες κλιματικές μεταβολές με ανεπιθύμητες συνέπειες.
- Η θέρμανση της ατμόσφαιρας και η άνοδος της στάθμης των θαλασσών φαίνονται βραχυπρόθεσμα αναπόφευκτες, ακόμη κι αν σταματούσε αμέσως η καταστροφή των τροπικών δασών και μηδενιζόταν η αύξηση της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων.
- Οι συνέπειες αυτής της ανόδου, παρ' ότι δύσκολα μπορούν να προβλεφθούν με ακρίβεια, θα είναι σημαντικές για όλον τον πλανήτη και αρνητικές. Η αποτυχία της

παγκόσμιας συνόδου κορυφής στη Χάγη (2000) και οι αμφιβολίες για την επίτευξη των στόχων που συμφωνήθηκαν με το πρωτόκολλο του Κυότο δεν αποτελούν αισιόδοξα σημεία.

2.2 Η ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η κατανάλωση ενέργειας στα ελληνικά κτίρια θα παρουσιάσει σημαντική αύξηση την προσεχή δεκαετία, εξαιτίας των ηλεκτρικών συσκευών και, κυρίως, του κλιματισμού, κι αυτό δύσκολα θα αναστραφεί. Προκύπτει επομένως επιτακτικά η ανάγκη να παρέμβει κανείς σήμερα, μειώνοντας την κατανάλωση στους τομείς όπου αυτό είναι δυνατό, κυρίως στη θέρμανση με την εφαρμογή θερμομόνωσης και την καλύτερη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης, και εν συνεχεία στις ηλεκτρικές συσκευές, στο φωτισμό, στην ηλιοπροστασία και στον φυσικό και νυχτερινό δροσισμό. Όλα αυτά βεβαίως, χωρίς να υποβαθμιστούν οι συνθήκες διαβίωσης και εργασίας, αντίθετα μάλιστα επιδιώκοντας την αναβάθμισή τους.

Στο ακόλουθο σχήμα παρουσιάζονται οι δείκτες ενεργειακής έντασης για τις βασικότερες κατηγορίες ενεργειακής κατανάλωσης στον κτιριακό τομέα για το έτος 2002. Επίσης παρουσιάζεται μία πρόβλεψη για τις μελλοντικές καταναλώσεις ενέργειας, σε διάστημα πρόβλεψης 10 ετών, με και χωρίς παρεμβάσεις εξοικονόμησης.



Σχήμα 2.4: Καταγραφή δεικτών ενεργειακής έντασης.

Με τον τρόπο αυτό θα δημιουργηθεί ένα «περιθώριο ασφαλείας», θα καταστεί επομένως

δυνατόν να αντισταθμιστεί η επερχόμενη αύξηση της κατανάλωσης εξαιτίας της βελτίωσης του επιπέδου εξοπλισμού και της αύξησης των κλιματιζόμενων χώρων, ώστε η συνολική κατανάλωση να παραμείνει στα σημερινά επίπεδα, με τον τρόπο που φαίνεται στο σχήμα.

Στόχος μίας φιλόδοξης, αλλά ταυτόχρονα ρεαλιστικής πολιτικής, οφείλει να είναι η διατήρηση του ίδιου επίπεδου κατανάλωσης, με παράλληλη αναβάθμιση της ποιότητας των κτιρίων.

Προς αυτήν την κατεύθυνση, άλλωστε, κινείται και ο νέος Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.), που απέκτησε ισχύ Υπουργικής Απόφασης τον Αύγουστο του 1998. Ο ΚΟΧΕΕ αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προς την κατεύθυνση ενεργειακά πιο αποδοτικών κτιρίων και είναι η ανταπόκριση της ελληνικής πολιτείας στην οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στον τομέα της εξυπηρέτησης κτιρίων.

Πέραν των καινοτομιών που αφορούν, μεταξύ άλλων, τον προσδιορισμό των ετήσιων θερμαντικών και ψυκτικών φορτίων, ο κανονισμός θα καλύπτει και το θέμα των υφιστάμενων κτιρίων. Αποτελεί έναν «δυναμικό» κανονισμό, αφού απαιτεί τον προσδιορισμό της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό και δεν αρκείται στον «στατικό» προσδιορισμό συντελεστών. Οι τεχνολογίες τις οποίες καλύπτει περιλαμβάνουν: ενεργητικά ηλιακά συστήματα, παθητικά ηλιακά συστήματα, φωτοβολταϊκά στοιχεία, φυσικό αερισμό, ηλιοπροστασία, ΑΠΕ κτλ ενώ προβλέπει τον έλεγχο του κτιρίου σε κατάσταση λειτουργίας.

Τέλος, δεν μπορεί να παραβλέψει κανείς την κοινωνική και οικονομική διάσταση του προβλήματος. Όλες οι παρεμβάσεις στοιχίζουν. Κι όσο παλιότερο είναι ένα κτίριο τόσο πιο πολύπλοκες και δαπανηρές παρεμβάσεις απαιτούνται. Τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν το 1970 αποτελούν ένα σημαντικό ενεργειακό πρόβλημα, ταυτόχρονα, όμως, και ένα αρκετά πεπαλαιωμένο περιουσιακό στοιχείο, για την αναβάθμιση του οποίου οι ιδιοκτήτες σπανίως έχουν τη δυνατότητα να επωμισθούν σημαντικές δαπάνες, ενώ είναι και αμφίβολη η δυνατότητα απόσβεσης των δαπανών.

2.2.1 Ο ενεργειακός έλεγχος ως εργαλείο παρέμβασης

Ως ενεργειακός έλεγχος ή ενεργειακή επιθεώρηση ή ενεργειακός διαγνωστικός έλεγχος, ορίζεται η συστηματοποιημένη διαδικασία αποτύπωσης, καταγραφής και αξιολόγησης ενός ενεργειακού συστήματος που βρίσκεται σε λειτουργία, με αντικειμενικό σκοπό τον προσδιορισμό των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας και κατ' επέκταση της μείωσης των λειτουργικών δαπανών.

Από τον ορισμό αυτό προκύπτει ότι οι ενεργειακοί έλεγχοι αφορούν οποιοδήποτε σύστημα καταναλώνει ενέργεια για την παραγωγή ωφέλιμου έργου. Οι κύριοι τομείς εφαρμογής των ενεργειακών ελέγχων είναι τα κτίρια και η βιομηχανία, για τρεις απλούς λόγους. Αποτελούν την κύρια αιτία κατανάλωσης ενέργειας, έχουν μεγάλη διάρκεια

ζωής ενώ, ως συστήματα, είναι ελέγξιμα με απόλυτα κριτήρια αναφοράς. Αν εξετάσει κανείς το σύνολο των κτιρίων που χρησιμοποιούνται σήμερα στην Ελλάδα ή τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες θα διαπιστώσει ότι το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό τους έχει κατασκευαστεί πριν την καθιέρωση μέτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας, όπως είναι η θερμομόνωση, οι λέβητες υψηλών αποδόσεων, τα σύγχρονα συστήματα φωτισμού και ψύξης κλπ. Αντίστοιχα, στη βιομηχανία παρατηρείται το φαινόμενο οι παραγωγικές εγκαταστάσεις, ή τμήματά τους, να παραμένουν επί δεκαετίες σε λειτουργία, με μόνη παρέμβαση τη συνηθισμένη διαδικασία συντήρησης, μη λαμβάνοντας υπόψη τις τεχνολογικές εξελίξεις.

Και στις δύο περιπτώσεις η απόδοση των συστημάτων μπορεί να αξιολογηθεί με απόλυτα κριτήρια, κατάλληλα βέβαια κάθε φορά για την περίσταση. Έτσι, μπορεί κανείς να προσδιορίσει την απαιτούμενη ενέργεια για τη θέρμανση της μονάδας χρήσης, για παράδειγμα του ωφέλιμου τετραγωνικού μέτρου, ενός σχολικού κτιρίου και να αξιολογήσει τα κτίρια σύμφωνα με το κριτήριο αυτό. Είναι αυτονόητο ότι το κριτήριο θα μεταβάλλεται ανάλογα με την περιοχή και τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στο εκάστοτε μέρος. Αντίστοιχα μπορεί κανείς να προσδιορίσει την απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή μίας μονάδας ενός προϊόντος και να αξιολογήσει την ενεργειακή απόδοση μίας παραγωγικής εγκατάστασης.

Από τα παραδείγματα αυτά προκύπτει γιατί οι ενεργειακοί έλεγχοι δεν μπορούν, υπό αυτήν τουλάχιστον την έννοια, να εφαρμοστούν στα μέσα μεταφοράς, αφού ούτε η έννοια του ωφέλιμου έργου είναι σταθερή, ούτε οι καθοριστικής σημασίας περιβάλλουσες συνθήκες.

Επομένως, η πορεία που ακολουθείται για την αποτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης στα πλαίσια μίας ενεργειακής επιθεώρησης είναι η εξής:

- Καθορισμός των στόχων, των ειδών και της στρατηγικής διεξαγωγής ενεργειακών ελέγχων.
- Βασικά μεθοδολογικά βήματα διεξαγωγής ενός ενεργειακού ελέγχου.
- Σύνθεση της ελεγκτικής ομάδας και απαιτούμενος εξοπλισμός μετρήσεων και επιμέρους ελέγχων.
- Τεκμηρίωση του ελέγχου.

2.2.2 Στόχοι, είδη και στρατηγική διεξαγωγής ενεργειακών ελέγχων

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ο σκοπός ενός ενεργειακού ελέγχου είναι ο προσδιορισμός των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα συστήματα, που βρίσκονται σε λειτουργία.

Προκειμένου να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός απαιτείται καταρχάς η επίτευξη του στόχου της αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης του εξεταζόμενου συστήματος στο σύνολο του και, κατά συνέπεια, των επιμέρους συστημάτων που το απαρτίζουν. Στην περίπτωση

ενός κτιρίου, για παράδειγμα, για τον προσδιορισμό των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας για τη λειτουργία του απαιτείται η αξιολόγηση της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης, που προϋποθέτει την αξιολόγηση της απόδοσης του καυστήρα και του λέβητα, της λειτουργίας των αυτοματισμών ελέγχου και της κατάστασης των θερμαντικών σωμάτων.

Με δεδομένο ότι ο ενεργειακός έλεγχος δεν είναι ποτέ αυτοσκοπός, αλλά το απαραίτητο υπόβαθρο για τον προγραμματισμό και την υλοποίηση βελτιωτικών παρεμβάσεων, γίνεται σαφές ότι:

- Οι πληροφορίες και τα δεδομένα που συλλέγονται κατά τον έλεγχο προκαθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την επιτυχία των βελτιωτικών παρεμβάσεων,
- Το είδος του ενεργειακού ελέγχου είναι άμεση συνάρτηση της φύσης και του μεγέθους του εξεταζόμενου συστήματος, αλλά και των προσδοκώμενων αποτελεσμάτων, και
- Οι ενεργειακοί έλεγχοι δεν είναι δυνατόν να διεξάγονται βασιζόμενοι μόνο στην τηλεμετρική συλλογή δεδομένων. Προϋποθέτουν την επιτόπια έρευνα, συλλογή και κυρίως επαλήθευση των δεδομένων.

Από αυτές τις επισημάνσεις αυτές προκύπτει ότι μπορεί κανείς να διακρίνει δύο είδη ενεργειακών ελέγχων:

- Τον συνοπτικό ενεργειακό έλεγχο.
- Τον αναλυτικό ενεργειακό έλεγχο.

2.2.3 Βασικά βήματα διεξαγωγής ενός ενεργειακού ελέγχου

Υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι προσέγγισης ενός ενεργειακού ελέγχου, είτε για τον συνοπτικό ενεργειακό έλεγχο είτε για τον αναλυτικό ενεργειακό έλεγχο, οι οποίοι είναι οι εξής:

- Οι έλεγχοι που βασίζονται στο σύστημα και
- Οι έλεγχοι που βασίζονται στην προτεινόμενη λύση.

Στην πρώτη περίπτωση ο ελεγκτής απομονώνει και αξιολογεί την απόδοση κάθε μεμονωμένου ενεργειακού συστήματος και των επιμέρους υποσυστημάτων του (π.χ. το σύστημα θέρμανσης με το λέβητα, τις σωληνώσεις και τα θερμαντικά σώματα).

Στην περίπτωση αυτή αναζητά από τη βιβλιογραφία και τους κανονισμούς κριτήρια αναφοράς και ελέγχει τις αντίστοιχες επιδόσεις του εξεταζόμενου συστήματος (αντιστοίχως το βαθμό απόδοσης, τη ρύθμιση των θερμοστατών εξόδου του λέβητα, τις ρυθμίσεις στις βάνες και τους θερμοστάτες χώρου κ.ο.κ.). Αναλόγως των αποτελεσμάτων καθαρίζεται ο λέβητας, ρυθμίζεται σωστότερα ο θερμοστάτης επιστροφής του λέβητα, τοποθετούνται πιο ευαίσθητοι θερμοστάτες χώρου, αντικαθίστανται τα θερμαντικά σώματα με μικρότερα κλπ.

Στην περίπτωση των ελέγχων που βασίζονται στην προτεινόμενη λύση γίνεται εξαρχής προσπάθεια εφαρμογής τεχνολογικά νέων λύσεων, που εξασφαλίζουν καλύτερη ενεργειακή απόδοση, χωρίς κατ' ανάγκη να παρεμβαίνει κανείς στο υφιστάμενο σύστημα. Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η τοποθέτηση συστημάτων επανάκτησης θερμότητας σε συστήματα κλιματισμού, η προσθήκη παθητικών ή ενεργητικών ηλιακών συστημάτων κλπ. Και στις δύο περιπτώσεις απαιτείται μία βασική προετοιμασία του ενεργειακού ελέγχου. Αυτή περιλαμβάνει μεταξύ άλλων:

- Τη συλλογή όλων των δεδομένων που είναι διαθέσιμα για το κτίριο όπως:
  - ✓ Αποτελέσματα παλαιότερων ενεργειακών ελέγχων.
  - ✓ Αρχεία συντήρησης και επισκευών.
  - ✓ Λογαριασμούς πετρελαίου, ηλεκτρισμού και αερίου.
- Επαφή με τους αρμόδιους διαχειριστές του κτιρίου.
- Επιλογή και προετοιμασία του απαραίτητου εξοπλισμού μετρήσεων.
- Σύνθεση της ελεγκτικής ομάδας.
- Προετοιμασία του ερωτηματολογίου.

2.2.4 Συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος

Ο συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος αποτελεί το πρώτο στάδιο ενός ελέγχου και ανάλογα με το μέγεθος και την κατάσταση του εξεταζόμενου συστήματος, ενδεχομένως και το τελικό.

Υλοποιείται με τη συλλογή και αξιολόγηση δεδομένων με έναν «περίπατο» στο υπό εξέταση κτίριο ή βιομηχανικό συγκρότημα. Σε συνεργασία με τους χρήστες του συστήματος συλλέγονται οι βασικές πληροφορίες που αφορούν το σύστημα. Ως τέτοιες ενδεικτικά αναφέρονται: τα στοιχεία κατασκευής του κτιρίου ή του μηχανολογικού εξοπλισμού, οι επιφάνειες χρήσης ή οι ποσότητες παραγωγής, οι ώρες λειτουργίας, οι απαιτήσεις σε ισχύ και θερμοκρασία, οι συνθήκες διαβίωσης ή εργασίας όπως τις αντιλαμβάνονται οι χρήστες, η κατανάλωση ενέργειας για κάθε χρησιμοποιούμενη μορφή κλπ. Η συλλογή και καταγραφή των δεδομένων γίνεται με τη βοήθεια ενός κατάλληλα διαμορφωμένου εντύπου, που συμπληρώνεται από τον ενεργειακό επιθεωρητή σε συνεργασία με τον αρμόδιο χρήστη, π.χ. διαχειριστή του κτιρίου ή υπεύθυνο μηχανικό παραγωγής. Δεν προβλέπεται η διεξαγωγή μετρήσεων και η χρήση αναλυτικών υπολογιστικών μοντέλων για την αξιολόγηση της συμπεριφοράς του συστήματος.

Η συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση στοχεύει:

- Στην προκαταρκτική διαπίστωση των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας,

- Στην ανάδειξη των ευκαιριών που προσφέρουν οι συνηθισμένες εργασίες συντήρησης του συστήματος για εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας, και
- Στη συλλογή των δεδομένων που απαιτούνται για μία πιο αναλυτική προσέγγιση του προβλήματος.

Από την περιγραφή αυτή προκύπτει ότι το κύριο πλεονέκτημα της σύντομης ενεργειακής επιθεώρησης είναι το χαμηλό κόστος και ο σύντομος χρόνος που απαιτούνται. Παράλληλα, επιτρέπει την απάντηση στο ερώτημα κατά πόσο υπάρχει το δυναμικό εξοικονόμησης που να δικαιολογεί μείζονες παρεμβάσεις, οπότε κανείς μπορεί να προβεί σε έναν συνοπτικό ή αναλυτικό ενεργειακό έλεγχο.

Υπό αυτήν την έννοια μπορεί να κανείς να διατυπώσει τη θέση ότι η σύντομη ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί το αντίστοιχο της προμελέτης σκοπιμότητας, τα αποτελέσματα της οποίας παρέχουν μία πρώτη εικόνα του εξεταζόμενου έργου και αποτελούν κριτήριο για τη συνέχισή του ή μη, με τη διεξαγωγή μελέτης και μελέτης εφαρμογής.

Μπορεί να διαπιστωθεί, ότι σε ένα μικρό ενεργειακό σύστημα όπου το σύνολο της χρησιμοποιούμενης ενέργειας είναι μικρό και το δυναμικό εξοικονόμησης, σε απόλυτα μεγέθη, ανάλογα μικρό, η σύντομη ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί επαρκή διαδικασία μελέτης, δικαιολογούμενη από το μέγεθος του επιτυγχανόμενου αποτελέσματος. Έτσι, σε ένα μικρό κτίριο ή μία απλή γραμμή παραγωγής με ετήσια κατανάλωση ενέργειας της τάξης των 5 ΤΙΠ, η επίτευξη εξοικονόμησης της τάξης του 40% (που είναι ιδιαίτερα σημαντικό ποσοστό) ισοδυναμεί με μία ποσότητα 2 ΤΙΠ. Με αυτά τα δεδομένα θα ήταν ελάχιστα σκόπιμο να προβεί κανείς σε έναν εκτεταμένο ενεργειακό έλεγχο, το κόστος του οποίου είναι συγκριτικά αρκετά μεγαλύτερο.

2.2.5 Αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος

Αποτελεί το αμέσως επόμενο στάδιο διακρίβωσης των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα σύστημα. Περιλαμβάνει ολόκληρη τη διαδικασία συλλογής στοιχείων που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο κι επιπρόσθετα τη διεξαγωγή εξειδικευμένων επιτόπιων ελέγχων και μετρήσεων. Ως κυριότερες μετρήσεις για την περίπτωση των κτιρίων, μπορούν να θεωρηθούν:

- Οι μετρήσεις για τη διαπίστωση της ύπαρξης και της αποτελεσματικότητας της θερμομόνωσης στα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Αυτές μπορούν να γίνουν με μία κάμερα υπέρυθρης λήψης ή με όργανο μέτρησης του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας k.
- Οι μετρήσεις για τη διαπίστωση του βαθμού απόδοσης του συστήματος θέρμανσης, με μέτρηση CO, CO_2.
- Οι μετρήσεις αερισμού, για τη διαπίστωση της αεροστεγανότητας των κουφωμάτων.
- Οι μετρήσεις της έντασης φωτισμού, για τη διακρίβωση της επάρκειας του τεχνητού φωτισμού, και της μείωσης ή της αύξησής του.

- Οι μετρήσεις απόδοσης των ψυκτικών εγκαταστάσεων.

Αντίστοιχα σε ενεργειακούς ελέγχους στη βιομηχανία μπορούν να διεξαχθούν:

- Μετρήσεις απόδοσης εστιών, καυστήρων και λεβήτων.
- Έλεγχοι αποδοτικότητας της θερμομόνωσης σε σωληνώσεις μεταφοράς νερού ή ατμού.
- Έλεγχοι των χρησιμοποιούμενων υδραυλικών και ηλεκτρικών κινητήρων.
- Έλεγχοι των συστημάτων εξαερισμού και ανάκτησης θερμότητας σε χώρους παραγωγής.
- Έλεγχοι στις εξειδικευμένες παραγωγικές διαδικασίες κάθε επιχειρησιακής μονάδας.
- Έλεγχοι της απόδοσης των εναλλακτών, δοχείων αποθήκευσης εργαζόμενου μέσου και άλλων τμημάτων της παροχής θερμότητας ή ισχύος.

Ο αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος διεξάγεται συνήθως αφού η σύντομη ενεργειακή επιθεώρηση έχει καταδείξει αξιόλογες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, προκειμένου να προσδιοριστεί το κόστος που απαιτείται για την υλοποίηση των απαιτούμενων παρεμβάσεων και την ένταξή τους σε ένα επιχειρησιακό πρόγραμμα συντήρησης και αντικατάστασης του εξοπλισμού.

Ο αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος αποτελεί την πλέον εκτεταμένη προσέγγιση στο πρόβλημα της μελέτης των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα σύστημα. Βασίζεται στα στοιχεία που έχουν συγκεντρωθεί κατά τον συνοπτικό ενεργειακό έλεγχο, τα οποία όμως τώρα αναλύονται και αξιολογούνται με τρόπο που να επιτρέψει την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη συμπεριφορά κάθε αιτίας κατανάλωσης και την ακριβή πρόβλεψη των αποτελεσμάτων που θα επιτύχουν οι παρεμβάσεις. Έτσι στο παράδειγμα ενός κτιρίου:

- Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση θα αναλυθεί και θα επιμεριστεί ανάλογα με την αιτία των απωλειών, δηλαδή μέσω του δαπέδου, της οροφής, των παραθύρων, της τοιχοποιίας, των στοιχείων σκυροδέματος και του αερισμού των χώρων.
- Η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θα αναλυθεί και θα επιμεριστεί σε φωτισμό, ψύξη, λευκές συσκευές (ψυγεία, πλυντήρια κτλ), μαύρες συσκευές (τηλεοράσεις HiFi), Η/Υ κλπ.
- Οι απώλειες του συστήματος θέρμανσης θα επιμεριστούν στο λέβητα, στις σωληνώσεις, στην καπνοδόχο κλπ.

Αντίστοιχα θα υπολογιστούν και οι επιτεύξιμες βελτιώσεις.

Γίνεται επομένως κατανοητό ότι για την υλοποίηση ενός αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου, πέραν της κατανόησης της λειτουργίας ενός συστήματος και της μέτρησης των παραμέτρων του, απαιτείται η χρήση υπολογιστικών αναλυτικών / προσομοιωτικών μοντέλων.

Ακόμη, γίνεται κατανοητό ότι προκειμένου ο έλεγχος να είναι επιτυχής οφείλει να εξετάζεται το σύστημα, εν προκειμένω το κτίριο, συνολικά κι όχι μόνο μία επιμέρους συνιστώσα του, επειδή κάτι τέτοιο θα οδηγούσε πιθανότατα σε λανθασμένα συμπεράσματα.

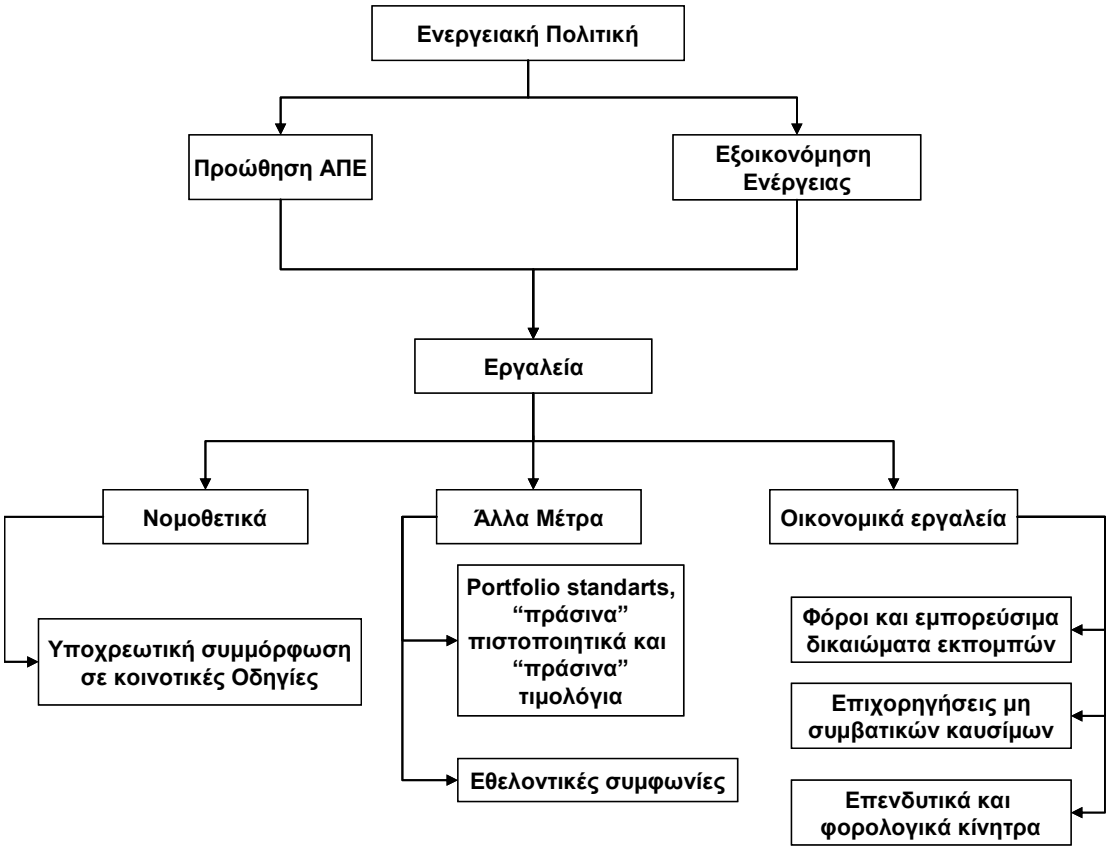
Το σύνολο των διατάξεων με τις οποίες οφείλει να συμμορφώνεται ένα κτίριο και ο εξοπλισμός του, όπως έχει θεσμοθετηθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση, παρουσιάζονται στην επόμενη ενότητα.

2.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ-ΟΡΘΟΛΟΓΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

2.3.1 Εισαγωγή

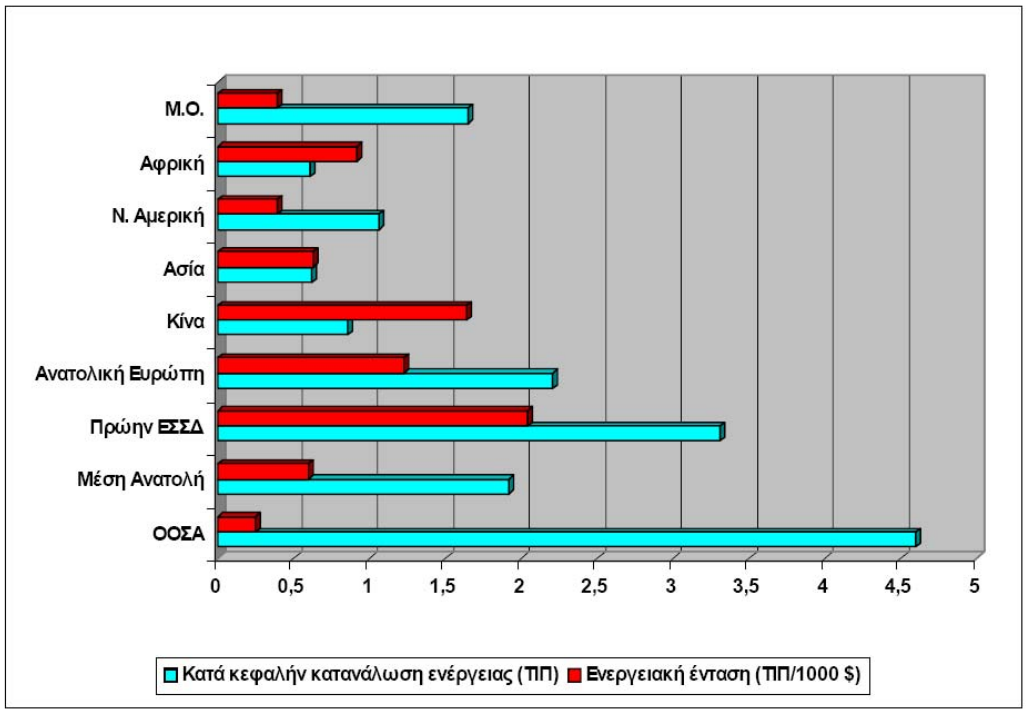
Η Ενεργειακή Πολιτική εκφράζει τη δέσμευση του οργανισμού για συνεχή βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και ελαχιστοποίηση της αλόγιστης κατανάλωσης ενέργειας. Περιλαμβάνει τους στόχους εξοικονόμησης ενέργειας και τις μεθόδους και πρακτικές για την επίτευξη τους.

Στο Σχήμα 2.2 απεικονίζεται η πολιτική της Ε.Ε. για την προωθηση της ΕΞΕΝ και των ΑΠΕ.



Σχήμα 2.2: Προώθηση ΕΞΕΝ και ΑΠΕ.

Στόχος μίας λογικής ενεργειακής πολιτικής δεν μπορεί να είναι παρά η ορθολογική χρήση της ενέργειας. Ένας τρόπος σύγκρισης του πόσο ενεργειακά "σπάταλη" ή τεχνολογικά "υποανάπτυκτη" είναι μία χώρα βασίζεται στην ένδειξη της κατά κεφαλήν κατανάλωσης ενέργειας. Το ζητούμενο είναι η ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή μίας «μονάδας» εθνικού πλούτου. Εξετάζεται επομένως ο δείκτης της ενεργειακής έντασης, που αποτελεί την έκφραση του λόγου κατανάλωσης ενέργειας προς Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν. Είναι χαρακτηριστικό ότι, όπως φαίνεται στα στοιχεία του Σχήματος 2.3, οι χώρες του ΟΟΣΑ (Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Αναπτύξεως) που είναι κατά τεκμήριο οι πιο προηγμένες, έχουν δείκτη ενεργειακής έντασης 4 έως 6 φορές μικρότερο από την Κίνα ή τις χώρες της πρώην ΕΣΣΔ, ενώ έχουν σαφώς υψηλότερη κατά κεφαλή ενεργειακή κατανάλωση.



Σχήμα 2.3: Κατά κεφαλήν κατανάλωση ενέργειας και δείκτες ενεργειακής έντασης

2.3.2 Συνοπτική παρουσίαση του εθνικού νομικού πλαισίου

2.3.2.1 Κωδικοποίηση ενεργειακής αποδοτικότητας για γα κτίρια

Η ΚΥΑ υπ'αριθμόν 21475/4707/98 εκδόθηκε τον Αύγουστο 1998 και αποτελεί συμμόρφωση προς τις διατάξεις της Κοινοτικής Οδηγίας SAVE 93/76/ΕΕ, η οποία στοχεύει στον περιορισμό των εκπομπών CO_2 με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και κατά επέκταση την προστασία του περιβάλλοντος. Αναφέρεται τόσο στα νέα όσο και στα υφιστάμενα κτίρια. Τα κύρια άρθρα της κοινής υπουργικής απόφασης είναι τα εξής:

- Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ), με σκοπό τον καθορισμό των απαιτήσεων, μεθόδων, κανόνων και υπολογιστικών εργαλείων για :
  - ✓ τη μελέτη και κατασκευή νέων κτιρίων υψηλής ενεργειακής & περιβαλλοντικής απόδοσης.
  - ✓ τη μελέτη των αναγκαίων επεμβάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων, ώστε να εξασφαλίζονται συνθήκες άνετης και υγιεινής διαβίωσης των ενοίκων.
- Ενεργειακή βαθμονόμηση κτιρίου.
- Ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων.
- Κατανομή δαπανών κεντρικών συστημάτων θέρμανσης, δροσισμού και ζεστού νερού με βάση την πραγματική κατανάλωση.
- Περιοδικό έλεγχο των λεβήτων.
- Χρηματοδότηση από Τρίτους για επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας και ΑΠΕ στα δημόσια κτίρια.
- Οργάνωση Γραφείων Ενεργειακής Διαχείρισης στα Δημόσια κτίρια.

Η Κοινοτική οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων επιβάλλει στις χώρες μέλη:

- Να αναπτύξουν ολοκληρωμένη μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου.
- Να επιβάλλουν ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις σε όλα τα νέα και στα μεγάλα κτίρια (>1000 τ.μ.) τα οποία υφίστανται ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας. Η ποιότητα του εσωκλίματος πρέπει να εξασφαλίζεται.
- Ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων (νέων, προς ενοικίαση και πώληση).
- Να μεριμνήσουν ώστε τα μεγάλα δημόσια κτίρια(>1.000 τ.μ.),να επιδεικνύουν σε εμφανές σημείο το πιστοποιητικό ενεργειακής βαθμονόμησης και προαιρετικά τις εσωκλιματικές συνθήκες.
- Περιοδικό έλεγχο των λεβήτων (20 -100 kW, > 100 kW, > 15 ετών) και εγκαταστάσεων κλιματισμού (>12 kW).

2.3.2.2 Μέτρα για τις οικιακές συσκευές

Η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε ένα σύστημα επισήμανσης της ενεργειακής απόδοσης με τη μορφή τυποποιημένων και ομοιόμορφων ετικετών για τις συσκευές ίδιου τύπου με την οδηγία 92/75/ΕΟΚ [10]. Οι ετικέτες αυτές προσαρτούνται στις διάφορες συσκευές κι ενημερώνουν τον καταναλωτή για την ενεργειακή απόδοση των συσκευών (με βάση την κατανάλωση, την απόδοση ή το ενεργειακό κόστος) . Η συγκεκριμένη οδηγία έχει ενσωματωθεί στην ελληνική νομοθεσία με το Π.Δ. 180/1994

Ψυγεία- Καταψύκτες

Με την οδηγία 96/57/ΕΚ οι ψυκτικές συσκευές που πληρούν τα κριτήρια ενεργειακής απόδοσης φέρουν το αντίστοιχο σήμα CE, ενώ οι κατασκευαστές ψυγείων είναι υποχρεωμένοι να συντάσσουν τεχνικά έγγραφα τα οποία επισυνάπτονται με τα προϊόντα τους και περιέχουν οδηγίες για τη χρήση της συσκευής αλλά κι εξηγήσεις για τους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή της κατανάλωση. Η Ευρωπαϊκή αυτή οδηγία αναθεωρήθηκε το 2003 (2003/66/ΕΚ) επεκτείνοντας την εφαρμογή των παραπάνω μέτρων και ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία με την ΥΑ/Δ6/Β/12915/21.7.04.

Κλιματιστικά

Η Ευρωπαϊκή Ένωση με την οδηγία 92/75/ΕΟΚ εισήγαγε και για τα κλιματιστικά σύστημα επισήμανσης της ενεργειακής τους απόδοσης ανάλογο με τις υπόλοιπες οικιακές συσκευές, όπως επίσης και υποχρέωση για τους παρόχους των κλιματιστικών να συντάσσουν και να παραδίδουν τεχνικό φάκελο στον οποίο περιλαμβάνονται γενική περιγραφή του μοντέλου, πληροφορίες, συνοδευόμενες από σχέδια, σχετικά με τα κύρια κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του μοντέλου κι ιδιαίτερα εκείνα που μπορούν να επηρεάσουν την ενεργειακή του κατανάλωση καθώς και εκθέσεις των σχετικών δοκιμών μέτρησης για τη συμβατότητα με τα εναρμονισμένα ευρωπαϊκά πρότυπα και οδηγίες χρήσης. Η οδηγία 2002/31/ΕΚ καθορίζει την τάξη της ενεργειακής απόδοσης για όλα τα κλιματιστικά καθώς επίσης ορίζει την τακτική επιθεώρηση και συντήρηση των εγκαταστάσεων κλιματισμού ωφέλιμης ονομαστικής ισχύος μεγαλύτερης των 12 kW. Με την ΥΑ Δ6/Β/3155/24.2.03 ενσωματώθηκε στην ελληνική νομοθεσία.

Πλυντήρια-στεγνωτήρια ρούχων, Πλυντήρια πιάτων

Όσον αφορά στα πλυντήρια πιάτων με την οδηγία 97/17/ΕΚ και την τροποποίηση της οδηγίας 1999/9/ΕΚ εφαρμόζεται στην πράξη η ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας αφού καθορίζεται με σαφήνεια η τάξη της ενεργειακής απόδοσης σε κλίμακα από Α (περισσότερο αποδοτικό) μέχρι G (λιγότερο αποδοτικό) της κάθε συσκευής με πίνακες. Σχετικά με τα πλυντήρια και τα στεγνωτήρια ρούχων η εφαρμογή της οδηγίας 92/75/ΕΟΚ έγινε με τις οδηγίες 95/12/ΕΚ και 95/13/ΕΚ και την τροποποίηση σύμφωνα με την οδηγία 96/89/ΕΚ στο ίδιο πνεύμα με τα πλυντήρια πιάτων. Η ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία έγινε με την ΥΑ Δ6/Β/9142/23.4.97.

Φούρνοι

Η Ευρωπαϊκή Ένωση δημοσίευσε την πρώτη οδηγία για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των φούρνων το 1979(79/531/ΕΟΚ). Η οδηγία αυτή αντικαταστάθηκε από την πιο πρόσφατη 2002/40/ΕΚ, ορίζει τη μορφή της ετικέτας επισήμανσης της ενεργειακής απόδοσης των οικιακών ηλεκτρικών φούρνων η οποία επικολλείται πάνω στην πόρτα των φούρνων. Η συγκεκριμένη οδηγία ενσωματώθηκε με την ΥΑ Δ6/Β/3160/24.2.03.

Καυστήρες-Λέβητες, θέρμανση νερού

Με την οδηγία 2002/91/ΕΚ θεσπίζονται απαιτήσεις που αφορούν στην τακτική επιθεώρηση και συντήρηση των λεβήτων και μια αξιολόγηση των εγκαταστάσεων θέρμανσης των οποίων οι λέβητες είναι παλαιότεροι των 15 ετών.

Φωτισμός

Η οδηγία 98/11/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης ήταν το ξεκίνημα για την εφαρμογή της οδηγίας 92/75/ΕΟΚ όσον αφορά την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών λαμπτήρων. Η αντίστοιχη υπουργική απόφαση για την ευρωπαϊκή αυτή οδηγία είναι η ΥΑ Δ6/Β/13897/15.9.99

2.3.3 Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα έχει θέσει έναν ευρύτερο κοινοτικό στόχο για την αύξηση της συμπαραγωγής στο 18% της συνολικής παραγωγής ηλεκτρισμού μέχρι το 2010. Στα μέτρα για την επίτευξη αυτού του στόχου συμπεριλαμβάνεται κυρίως η οδηγία 2004/8/ΕΚ με την οποία ορίζεται σε κοινοτικό επίπεδο η έννοια της συμπαραγωγής, καθιερώνονται κριτήρια αξιολόγησης και μέθοδοι υπολογισμού της απόδοσής της, όπως επίσης και πιστοποιητικά που κατοχυρώνουν την παραγόμενη από διαδικασία συμπαραγωγής ηλεκτρική ενέργεια. Ακόμα, με την ίδια οδηγία τα κράτη μέλη υποχρεούνται να προωθήσουν την επέκταση της συμπαραγωγής με εθνικά προγράμματα που θέτουν συγκεκριμένους εθνικούς στόχους, αναλύουν το δυναμικό της συμπαραγωγής στην κάθε χώρα, απλοποιούν τις διοικητικές και γραφειοκρατικές διαδικασίες, περιορίζουν τα φορολογικά βάρη και βελτιώνουν τα μέσα χρηματοδότησης για εγκαταστάσεις συμπαραγωγής.

2.3.4 Οικολογικός σχεδιασμός ηλεκτρικών συσκευών

Με την οδηγία 2005/32/ΕΚ θεσπίζεται πλαίσιο για τον καθορισμό κοινοτικών απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού. Σύμφωνα με αυτή την οδηγία τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια και καλύπτονται από μέτρα εφαρμογής (όπως είναι οι λέβητες θέρμανσης νερού, οι ηλεκτρικοί κινητήρες, οι οικιακές συσκευές, ο γραφειακός εξοπλισμός, ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός και συστήματα κλιματισμού-εξαερισμού) σχετικά με τις επιτρεπόμενες εκπομπές CO_2 και τις ελάχιστες ενεργειακές αποδόσεις μπορούν να διατίθενται στην αγορά μόνο αν έχουν συμμορφωθεί με τα εν λόγω μέτρα και φέρουν τη σήμανση CE (οικολογικό σήμα).

2.3.5 Περιορισμός κατανάλωσης καυσίμου στη βιομηχανία

Μέσω της οδηγίας 1999/24/ΕΚ η Ευρωπαϊκή Ένωση θέσπισε το πρόγραμμα Carnot για την προώθηση αντιρρυπαντικών και πιο αποδοτικών τεχνολογιών στερεών καυσίμων στα πλαίσια του προγράμματος SAVE (1998-2002).

2.3.6 Φορολογική απαλλαγή

Η Οδηγία 2005/265/ΕΚ ορίζει φορολογικές διευκολύνσεις για δραστηριότητες χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης και αντίστοιχα αποθαρρύνει συμπεριφορές υψηλής ενεργειακής κατανάλωσης.

2.3.7 Ενίσχυση επενδύσεων σε τεχνολογίες ενεργειακής απόδοσης

Σύμφωνα με την οδηγία 93/76/ΕΟΚ, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει λάβει μια σειρά από μέτρα προκειμένου να διευκολύνει την πρόσβαση σε κατάλληλα χρηματοοικονομικά μέσα για την ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης. Τα κράτη μέλη έχουν ήδη εγκαταστήσει διάφορους μηχανισμούς υποστήριξης σε εθνικό επίπεδο, ιδίως επενδυτικές ενισχύσεις, καθώς και φοροαπαλλαγές ή εκπτώσεις ευνοϊκότερου επενδυτικού πλαισίου στον τομέα αυτό.

2.4 ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ

2.4.1 Εισαγωγή

Ως φορέας της επένδυσης νοείται ο ενεργειακός-επιχειρηματικός φορέας και όχι ένας μεμονωμένος ιδιώτης. Οι συνηθέστερες χρηματοδοτικές δυνατότητες μιας επένδυσης περιλαμβάνονται στην ακόλουθη λίστα, όπου και περιγράφονται συνοπτικά.

1. <u>Χρηματοδότηση από ίδια κεφάλαια</u>
   Η ευκολότερη λύση, όχι όμως πάντα εφικτή εξαιτίας του ύψους των απαιτούμενων επενδύσεων. Μερικές φορές η χρήση ιδίων κεφαλαίων παρουσιάζει και υψηλότερο κόστος απ΄ ό,τι π.χ. η προσφυγή σε ομολογιακό δανεισμό.

2. <u>Χρηματοδότηση με δανεισμό φορέα από τραπεζικό όμιλο</u>
   Συνεπάγεται υψηλό κόστος. Συνήθως γίνεται με ομίλους του εξωτερικού, οπότε τίθενται θέματα συναλλαγματικών μεταβολών, ενώ σε περιπτώσεις ενεργειακού φορέα μικρού μεγέθους (ή μικρής αξιοπιστίας) απαιτείται τριτεγγύηση του δημοσίου ή άλλου τραπεζικού ομίλου.

3. <u>Χρηματοδότηση με σύναψη ομολογιακού δανείου</u>
   Είναι σαφώς οικονομικότερη λύση από τον τραπεζικό δανεισμό. Είναι πιο περίπλοκη διαδικασία, απαιτεί μεγάλου ύψους επενδύσεις, αξιοπιστία του φορέα, σταθερότητα της πολιτικής κατάστασης και σοβαρή προετοιμασία.

4. <u>Αυτοχρηματοδότηση του έργου εκ μέρους του αναδόχου κατασκευαστικού ομίλου</u>
   (BO: Build & Operate, BOOT: Build, Operate Overhaul & Transfer)
   Προϋποθέτει επακριβή διατύπωση των όρων του συμβολαίου ως προς το χρόνο, την τιμή πώλησης του παραγόμενου προϊόντος και τον τρόπο και την κατάσταση μεταβίβασης. Ο μηχανισμός αυτός προϋποθέτει τη συνεργασία ενός αριθμού

εταιρειών, οι οποίες σχηματίζουν ένα όμιλο μόνο για τη διεκπαιρέωση του συγκεκριμένου έργου. Αποτελεί την πιο διαδεδομένη λύση, όταν απαιτείται η υλοποίηση πολύ μεγάλων επενδύσεων χωρίς να υπάρχουν τα απαιτούμενα κεφάλαια.

5. Χρηματοδότηση μέσω ESCO (External Source Company)
   Η ESCO αναλαμβάνει τη μελέτη, κατασκευή και λειτουργία του έργου για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Επίσης αναλαμβάνει τη χρηματοδότηση και τα ρίσκα του έργου. Έτσι όλοι οι κίνδυνοι μεταβιβάζονται στην ESCO και ο χρήστης δεν αναλαμβάνει τεχνικές ευθύνες.

6. (Συγ-) χρηματοδότηση με τον προμηθευτή του πρωτογενούς ενεργειακού πόρου
   Μία λύση που βρίσκεται ανάμεσα στις επιλογές 1 και 4, με το χαρακτηριστικό ότι ενισχύεται η σχέση εξάρτησης από τον προμηθευτή:
   - ✓ Ο σχεδιασμός επενδύσεων ενεργειακών συστημάτων γίνεται στατικά ή με μία απλουστευμένη εκτίμηση της μελλοντικής ζήτησης.
   - ✓ Ο χρονικός ορίζοντας της επένδυσης είναι, για τα δεδομένα του επενδυτή, μεγάλος και δυσδιάκριτος.
   - ✓ Η αρχή της οικονομίας κλίμακας δεν έχει τόσο μεγάλη σημασία.
   - ✓ Για τους λόγους αυτούς η επιλογή συστήματος και αντίστοιχου ενεργειακού πόρου γίνεται συχνά με βραχυπρόθεσμη προοπτική.
   - ✓ Η χρηματοδότηση των επενδύσεων είναι στα πλαίσια των δυνατοτήτων ενός ιδιώτη ή μίας συνηθισμένης επιχείρησης.
   - ✓ Σημαντικό ρόλο στην επιλογή παίζουν οι τελικές τιμές διάθεσης ενέργειας τις οποίες, όμως, δεν μπορούν να επηρεάσουν οι επενδυτές.
   - ✓ Σε πολλές περιπτώσεις ο χρήστης δεν συμμετέχει στη διαδικασία επιλογής, παρότι καλείται να πληρώσει για τις ετήσιες δαπάνες επί πολλά έτη.
   - ✓ Οι περιβαλλοντικές παράμετροι, στο βαθμό που δεν είναι νομικά θεσμοθετημένες, επαφίενται στην ευαισθησία του χρήστη – επενδυτή.

Η χρήση επιχορηγήσεων αναλύεται στη συνέχεια.

2.4.2 Επιχειρησιακό πρόγραμμα «ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΟΤΗΤΑ»

Το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» (ΕΠΑΝ) στοχεύει στην παροχή επιχορηγήσεων σε συγκεκριμένες επενδύσεις που συντελούν στην ανταγωνιστική ανάπτυξη της χώρας. Εγκρίθηκε με την Απόφαση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής με αριθμό C(2001)550 της 14/3/2001. Το Πρόγραμμα χρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ) και το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο (ΕΚΤ). Το συνολικό κόστος του Προγράμματος είναι 6.650 εκατ. €, από τα οποία η Κοινοτική συγχρηματοδότηση ανέρχεται σε 30,8% (2.055,8 εκατ. €). Η Εθνική Δημόσια Δαπάνη αποτελεί το 19,4% του συνολικού κόστους, ενώ ο ιδιωτικός τομέας συμμετέχει με ποσοστό 49,8% του συνολικού κόστους.

Το ΕΠΑΝ δομείται σε 9 Άξονες Προτεραιότητας, εκ των οποίων οι άξονες 6 και 7 εστιάζουν στον ενεργειακό τομέα και αναφέρονται ακολούθως:

- Άξονας Προτεραιότητας 6: Ασφάλεια Ενεργειακού Εφοδιασμού και Προώθηση της Απελευθέρωσης της Αγοράς Ενέργειας
  - ✓ Αύξηση της συμμετοχής της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘ στην συνολική ηλεκτροπαραγωγή της χώρας
  - ✓ Εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και ελάττωση της εξάρτησης από εισαγόμενες μορφές πρωτογενούς ενέργειας μέσω της διαφοροποίησης των ενεργειακών πηγών τροφοδοσίας
  - ✓ Προστασία του περιβάλλοντος.
- Άξονας Προτεραιότητας 7: Ενέργεια και Αειφόρος Ανάπτυξη

Κάθε Άξονας Προτεραιότητας του ΕΠΑΝ αναλύεται δομικά περαιτέρω σε Μέτρα, ενώ κάθε Μέτρο περιλαμβάνει Δράσεις και Έργα με κοινό προσανατολισμό και συναφές αντικείμενο.

Οι επενδύσεις που υπάγονται στο επιχειρησιακό πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» και δικαιούνται χρηματοδότηση, χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Κατηγορία **ΕΞΕ**: Εξοικονόμηση Ενέργειας
  - ✓ Επεμβάσεις αντικατάστασης υπαρχόντων ή / και ένταξης νέων υλικών και εξοπλισμού για τη μείωση άεργων ενεργειακών καταναλώσεων και απωλειών ενέργειας.
  - ✓ Επεμβάσεις αντικατάστασης υπάρχοντος ή / και ένταξης νέου εξοπλισμού στις εγκαταστάσεις κίνησης λειτουργίας της μονάδας. Στον εξοπλισμό αυτό δεν περιλαμβάνεται ο παραγωγικός εξοπλισμός της μονάδας.
  - ✓ Επεμβάσεις εγκατάστασης νέου εξοπλισμού για ανάκτηση απορριπτόμενης ενέργειας είτε άμεσα είτε έμμεσα από ανάκτηση / ανακύκλωση απορριπτόμενου υλικού, προϊόντος ή εργαζόμενου μέσου. Στην περίπτωση αυτή δεν περιλαμβάνονται επενδύσεις συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας/ψύξης ή επενδύσεις αξιοποίησης βιομάζας.
  - ✓ Ένταξη πληροφοριακών συστημάτων ή / και αυτοματισμών ή / και συστημάτων τηλεμέτρησης.
- Κατηγορία **ΣΗΘ**: Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας/Ψύξης
  - ✓ ΣΗΘ.1 Εγκατάσταση νέου συστήματος συμπαραγωγής
  - ✓ ΣΗΘ.2 Μετατροπή μεμονωμένης παραγωγής ηλεκτρισμού ή / και μεμονωμένης παραγωγής θερμότητας/ ψύξης σε συμπαραγωγή.
- Κατηγορία **ΥΠΟ**: Υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων με Αέριο Καύσιμο
  - ✓ ΥΠΟ.1 Υποκατάσταση με φυσικό αέριο
  - ✓ ΥΠΟ.2 Υποκατάσταση με υγραέριο

- Κατηγορία **ΑΠΕ** : Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
  - ✓ ΑΠΕ/ΑΙ: Αιολικά συστήματα
  - ✓ ΑΠΕ/ΓΕ: Εφαρμογές Γεωθερμικής Ενέργειας
    - ΑΠΕ/ΓΕ.1 Αξιοποίηση γεωθερμικού δυναμικού για α) παραγωγή ηλεκτρισμού, β) συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας/ψύξης, γ) τηλεθέρμανση ή/ και τηλεψύξη και δ) παραγωγή θερμότητας / ψύξης σε μεμονωμένη κεντρική εγκατάσταση και διανομή στον ευρύτερο χώρο
    - ΑΠΕ/ΓΕ.2 Συστήματα κλιματισμού χώρων μέσω της εκμετάλλευσης της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών, επιφανειακών και υπογείων, που δεν χαρακτηρίζονται γεωθερμικό πεδίο
  - ✓ ΑΠΕ/ΥΗ: Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα
    - ΑΠΕ/ΥΗ.1 Σε ποταμούς και γενικά υδατορρεύματα
    - ΑΠΕ/ΥΗ.2 Σε υφιστάμενα υδραυλικά δίκτυα
  - ✓ ΑΠΕ/ΗΛ: Κεντρικά ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα
    - ΑΠΕ/ΗΛ.1 Παραγωγή ζεστού νερού οικιακής ή βιομηχανικής χρήσης από επίπεδους θερμικούς ηλιακούς συλλέκτες νερού.
    - ΑΠΕ/ΗΛ.2 Παραγωγή θερμότητας από θερμικούς ηλιακούς συλλέκτες διαφόρων τύπων υψηλής απόδοσης (παραβολικοί, επίπεδοι, κενού κλπ.) για θέρμανση νερού χρήσης, θέρμανση - ψύξη χώρων, με χρήση αντλιών θερμότητας-ψυκτικών ή για θερμικές διεργασίες.
  - ✓ ΑΠΕ/ΒΙ: αξιοποίηση Βιομάζας
    - ΑΠΕ/ΒΙ.1 Παραγωγή βιοκαυσίμων για μεταφορές
    - ΑΠΕ/ΒΙ.2 Παραγωγή θερμότητας / ψύξης σε μεμονωμένη κεντρική εγκατάσταση και διανομή στον ευρύτερο χώρο ή για τηλεθέρμανση ή/ και τηλεψύξη.
    - ΑΠΕ/ΒΙ.3 Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού – θερμότητας (αποκλειστικά με χρήση βιομάζας)
    - ΑΠΕ/ΒΙ.4 Παραγωγή ηλεκτρισμού (αποκλειστικά με χρήση βιομάζας)
  - ✓ ΑΠΕ/ΦΒ: Φωτοβολταϊκά Συστήματα
    - Φωτοβολταϊκά συστήματα είτε συνδεδεμένα στο δίκτυο είτε αυτόνομα.

Στον Πίνακα 2.1 που ακολουθεί καταγράφονται τα ποσοστά επιχορήγησης για επενδύσεις σε ΕΞΕΝ, ΣΗΘ και ΥΠΟ.

Πίνακας 2.1: Επιχορηγήσεις ΕΞΕΝ, ΣΗΘ και ΥΠΟ ανά περιοχή εγκατάστασης

Κωδ.	Περιοχή της χώρας	Ποσοστό επιχορήγησης αρχικής επένδυσης	Ποσοστό επιχορήγησης Περιβαλλοντικής επένδυσης σε		
			Μεγάλη Επιχείρηση	ΜΜΕ	Μέγιστο
ΕΞΕ	Θράκη (Νομοί Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου)	40%	60%	75%	40% επί του συνολικού Π/Υ
	Υπόλοιπη Ανατολική Μακεδονία-Θράκη, Ήπειρος, Δυτική Ελλάδα, Πελοπόννησος, Βόρειο Αιγαίο		55%	70%	
	Υπόλοιπη χώρα		50%	65%	
	Περιοχές Α και Β της Κεντρικής Μακεδονίας και Αττικής, σύμφωνα με τον Ν. 3299/04 ως ισχύει		45%	60%	
ΣΗΘ	Θράκη (Νομοί Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου)	35%	60%	75%	35% επί του συνολικού Π/Υ
	Υπόλοιπη Ανατολική Μακεδονία-Θράκη, Ήπειρος, Δυτική Ελλάδα, Πελοπόννησος, Βόρειο Αιγαίο		55%	70%	
	Υπόλοιπη χώρα		50%	65%	
	Περιοχές Α και Β της Κεντρικής Μακεδονίας και Αττικής, σύμφωνα με τον Ν. 3299/04 ως ισχύει		45%	60%	
ΥΠΟ	Θράκη (Νομοί Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου)	30%	60%	75%	30% επί του συνολικού Π/Υ
	Υπόλοιπη Ανατολική Μακεδονία-Θράκη, Ήπειρος, Δυτική Ελλάδα, Πελοπόννησος, Βόρειο Αιγαίο		55%	70%	
	Υπόλοιπη χώρα		50%	65%	
	Περιοχές Α και Β της Κεντρικής Μακεδονίας και Αττικής, σύμφωνα με τον Ν. 3299/04 ως ισχύει		45%	60%	

Στον Πίνακα 2.2 παρουσιάζονται οι επιχορηγήσεις σε ΑΠΕ από το κράτος.

Πίνακας 2.2: Επιχορηγήσεις ΑΠΕ ανά περιοχή εγκατάστασης

Κωδ.	Περιοχή της χώρας	Ποσοστό επιχορήγησης αρχικής επένδυσης	Ποσοστό επιχορήγησης Περιβαλλοντικής επένδυσης σε		
			Μεγάλη Επιχείρηση	ΜΜΕ	Μέγιστο
ΑΠΕ/ΑΙ	Όλη η χώρα	30%	100%	100%	30% επί του συνολικού Π/Υ
ΑΠΕ/ΓΕ	Όλη η χώρα	40%	100%	100%	40% επί του συνολικού Π/Υ
ΑΠΕ/ΥΗ	Όλη η χώρα	40%	100%	100%	40% επί του συνολικού Π/Υ
ΑΠΕ/ΗΛ.1	Όλη η χώρα	30%	100%	100%	30% επί του συνολικού Π/Υ
ΑΠΕ/ΗΛ.2	Όλη η χώρα	40%	100%	100%	40% επί του συνολικού Π/Υ
ΑΠΕ/ΒΙ	Όλη η χώρα	40%	100%	100%	40% επί του συνολικού Π/Υ
ΑΠΕ/ΦΒ	Θράκη (Νομοί Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου)	50%	100%	100%	50% επί του συνολικού Π/Υ
	Περιοχές Α και Β της Κεντρικής Μακεδονίας και Αττικής, σύμφωνα με τον Ν. 3299/04 ως ισχύει	40%			
	Υπόλοιπη χώρα	45%			

ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΛΑΔΩΝ

κεφ.3

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται κάποιοι βιομηχανικοί κλάδοι, οι οποίοι και στην Ελλάδα αλλά και σε ολόκληρο το κόσμο κατέχουν πρωταγωνιστικό ρόλο στο σύνολο των βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Πιο συγκεκριμένα αναλύεται η διαδικασία παραγωγής, μελετάται ο παραγωγικός εξοπλισμός και γίνεται μία προσπάθεια να αποτυπωθεί το ενεργειακό προφίλ για βιομηχανικούς τομείς, όπως είναι η κλωστοϋφαντουργία, η βιομηχανία παραγωγής πλαστικών, η βιομηχανία παραγωγής χαρτιού, τσιμέντου, γαλακτοκομικών προϊόντων και τέλος η βιομηχανία αλουμινίου. Για κάθε βιομηχανία έγινε εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση για τη συλλογή ενεργειακών δεδομένων, με κύριο στόχο την παρουσίαση πρότυπων ενεργειακών δεικτών κατανάλωσης.

3.2 ΚΛΩΣΤΟΫΦΑΝΤΟΥΡΓΙΑ

3.2.1 Εισαγωγή

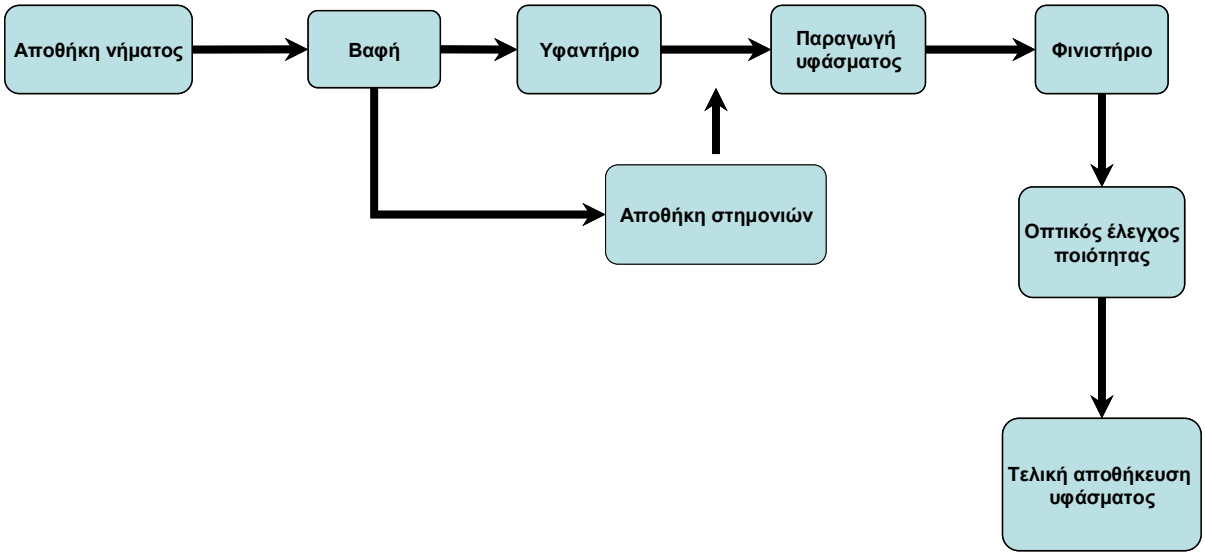
Ο κλάδος της κλωστοϋφαντουργίας στην Ελλάδα είναι από τους πλέον κερδοφόρους και καλύπτει μεγάλο μέρος της βιομηχανικής δραστηριότητας. Συγκεκριμένα η ελληνική κλωστοϋφαντουργία παρέμεινε στην πρώτη τριάδα των κυρίαρχων ελληνικών εξαγωγικών κλάδων το 2006, σύμφωνα με τα στοιχεία του Συνδέσμου Επιχειρήσεων Πλεκτικής - Ετοίμου Ενδύματος Ελλάδος (ΣΕΠΕΕ). Ειδικότερα, αύξηση της τάξης του 17,9% παρουσίασαν οι εξαγωγές της πρωτογενούς κλωστοϋφαντουργίας το 2006, διαμορφούμενες σε 334,3 εκατ. ευρώ. Συνολικά, η αξία των εξαγωγών ένδυσης-κλωστοϋφαντουργίας, συμπεριλαμβανομένης της πρωτογενούς κλωστοϋφαντουργίας (βαμβάκι, μετάξι), ανήλθε σε 1,81 δισ. ευρώ, που αντιστοιχεί σε ποσοστό 11% των συνολικών εξαγωγών της χώρας. Η συμμετοχή του κλάδου στις εξαγωγές βιομηχανικών προϊόντων ανήλθε στο 28%.

Στο πλαίσιο ενίσχυσης της ανταγωνιστικότητας των κυριότερων βιομηχανικών κλάδων της χώρας, στις επόμενες παραγράφους γίνεται μια προσπάθεια να αποτυπωθούν τα κυριότερα χαρακτηριστικά της παραγωγικής διαδικασίας της συγκεκριμένης βιομηχανίας. Εν συνεχεία, με βάση τη μοντελοποιημένη διαδικασία πραγματοποιείται εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση για τον προσδιορισμό πρότυπων ενεργειακών δεικτών, που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν από οποιαδήποτε κλωστοϋφαντουργία, για να εξαχθούν συμπεράσματα σε σχέση με την ενεργειακή της κατάσταση. Δράσεις βελτίωσης των ενεργειακών καταναλώσεων της επιχειρησιακής μονάδας, συντελούν στην τόνωση της ανταγωνιστικότητάς της.

3.2.2 Διαδικασία παραγωγής

Η διαδικασία παραγωγής υφάσματος μολονότι διαφοροποιείται από κλωστοϋφαντουργία σε κλωστοϋφαντουργία, ακολουθεί εν γένει μία βασική δομή, η οποία περιγράφεται ακολούθως. Μέρος του νήματος οδηγείται στο βαφείο για να παραχθεί το στημόνι (βαμμένο νήμα), ενώ άλλο μέρος του οδηγείται απ'ευθείας στο υφαντήριο. Το υφαντήριο χρησιμοποιεί για την παραγωγή του υφάσματος το υφάδι και το στημόνι. Στη συνέχεια, το παραγόμενο ύφασμα τροφοδοτεί το φινιριστήριο, ώστε να επεξεργαστεί κατάλληλα και να προωθηθεί τελικά στο τμήμα οπτικού ελέγχου, για να βαθμολογηθεί και να καταταχθεί ανάλογα με την ποιότητά του ($1^{ης}$, $2^{ης}$, $3^{ης}$ ποιότητας).

Ακολουθεί σχηματική αναπαράσταση της παραγωγικής διαδικασίας :



Σχήμα 3.1: Στάδια της παραγωγικής διαδικασίας μιας κλωστοϋφαντουργίας.

Όπως φαίνεται και από την προηγούμενη σχηματική αναπαράσταση τα βασικά τμήματα παραγωγής της κλωστοϋφαντουργίας είναι το **Βαφείο**, το **Υφαντήριο**, το **Φινιστήριο** και τέλος ακολουθεί ο **οπτικός έλεγχος** της ποιότητας του υφάσματος.

Ένας τυπικός εξοπλισμός για μία κλωστοϋφαντουργική μονάδα, αποτελείται κυρίως από:

- Βαφική μηχανή (για τη βαφή του νήματος)
- Φινιριστική μηχανή (χημική ενδυνάμωση του υφάσματος μέσω είδους κόλλας και διαβρέχτη)
- Αργαλειούς (χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία των υφασμάτων)
- Συμπιεστές
- Κλώστριες
- Σύρτες

- Διάστρες (τυλίγουν το νήμα σε ρολά)
- Κολλαρίστρες (το νήμα εμπλουτίζεται με ένα ή δύο λουτρά κόλλας αμύλου)

3.2.3 Προτυπες ειδικές καταναλώσεις ενέργειας

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η κλωστοϋφαντουργία είναι μία αρκετά ενεργειοβόρος βιομηχανία, η οποία στο πλαίσιο βελτίωσης της ανταγωνιστικότητάς της οφείλει να περιορίσει κατά το μέγιστο δυνατό τις επιπρόσθετες δαπάνες. Ο περιορισμός των ενεργειακών δαπανών μπορεί να επιτευχθεί μέσω της πραγματοποίησης αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου και την υλοποίηση δράσεων ενεργειακής βελτίωσης.
Στο παραπάνω πλαίσιο και ύστερα από εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση παρατίθενται στον Πίνακα 3.1 οι πρότυποι ενεργειακοί δείκτες ηλεκτρικής κατανάλωσης για κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας.

Πίνακας 3.1: Πρότυποι δείκτες ηλεκτρικής κατανάλωσης ανά στάδιο παραγωγής

Τμήμα παραγωγής	Τυπικός εξοπλισμός	Δείκτες ηλεκτρικής ενεργειακής κατανάλωσης (MJ/m)	Δείκτες ειδικής θερμικής κατανάλωσης (MJ/m)	Ενεργειακή κατανάλωση/ τμήμα παραγωγής (MJ/m)
Βαφείο	Βαφικές μηχανές	0,0425	4,1	5,925
	Διάστρες	0,0353	-	
	Κολλαρίστρες	0,1476	1,6	
Υφαντήριο	Αργαλειοί	1,4486	-	3,600
	Συμπιεστές	1,1066	-	
	Κλώστριες	0,6347	-	
	Σύρτες	0,3838	-	
Φινιστήριο	Φινιριστικές μηχανές	0,0220	1,8	1,822
Σύνολο		**3,821**	**7,5**	**11,347**

Σύμφωνα με τον παραπάνω Πίνακα προκύπτει ότι το πιο ενεργειοβόρο τμήμα μίας κλωστοϋφαντουργικής μονάδας είναι το βαφείο, στο οποίο καταναλίσκεται κατά κόρον μεγάλη ποσότητα θερμικής ενέργειας. Στο υφαντήριο δεν καταναλίσκεται καθόλου θερμική ενέργεια παρά μόνο ηλεκτρική. Στο φινιστήριο η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι αρκετά μικρότερη από τις θερμικές απαιτήσεις του τμήματος.

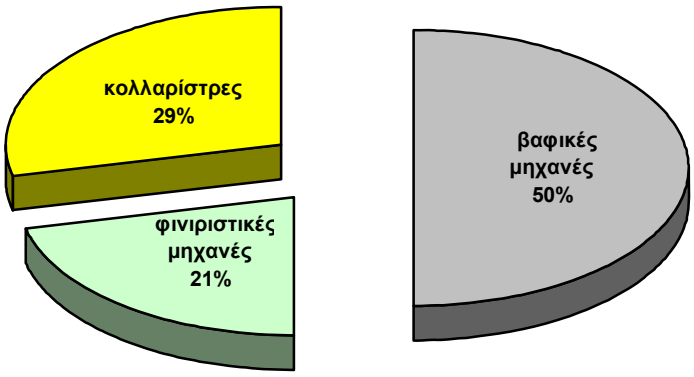
Το Σχήμα 3.2 που ακολουθεί απεικονίζει μία ενδεικτική κατανομή της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορα τμήματα του εξοπλισμού, σύμφωνα με μελέτη περίπτωσης ενεργειακού ελέγχου σε κλωστοϋφαντουργία.

Σχήμα 3.2: Ενδεικτική κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε κλωστοϋφαντουργία

Σε μία επιχειρησιακή μονάδα αυτού του είδους, πλην της ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται και θερμική. Βασικά τμήματα του εξοπλισμού που καταναλώνουν και θερμική ενέργεια είναι οι **Βαφικές μηχανές**, οι **Κολλαρίστρες** και οι **Φινιριστικές μηχανές**.

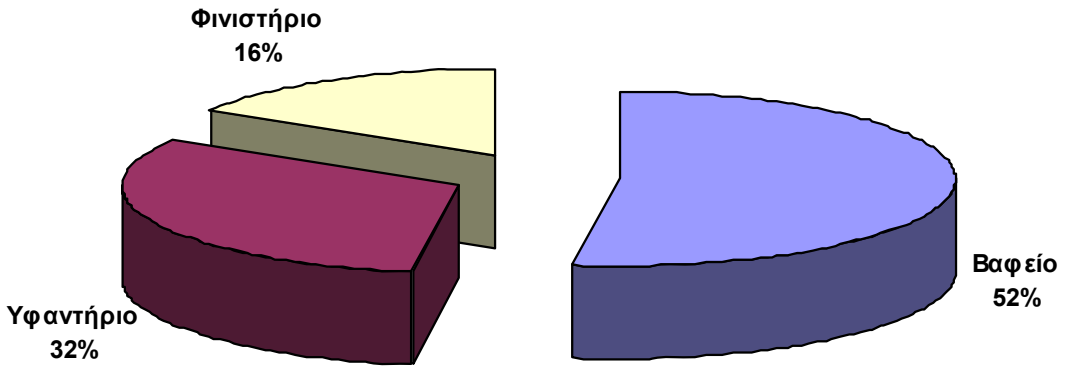
Οι πρότυποι δείκτες ειδικής θερμικής κατανάλωσης ανά στάδιο παραγωγής παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

Αντίστοιχα απεικονίζεται σχηματικά μία τυπική κατανομή της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας, στα βασικότερα τμήματα του εξοπλισμού:



Σχήμα 3.3: Ενδεικτική κατανομή κατανάλωσης θερμικής ενέργειας σε κλωστοϋφαντουργία

Με βάση τα δεδομένα που καταγράφονται στον Πίνακα 3.1, είναι χρήσιμο να απεικονιστεί σε σχηματικό διάγραμμα η συνολική κατανάλωση ενέργειας ανά τμήμα παραγωγής. Στα ποσοστά που αναφέρονται στο Σχήμα 3.4 που ακολουθεί περιλαμβάνοναι και οι θερμικές αλλά και οι ηλεκτρικές ενεργειακές απαιτήσεις.



Σχήμα 3.4: Ενδεικτική κατανομή κατανάλωσης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας σε κλωστοϋφαντουργία

3.3 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ

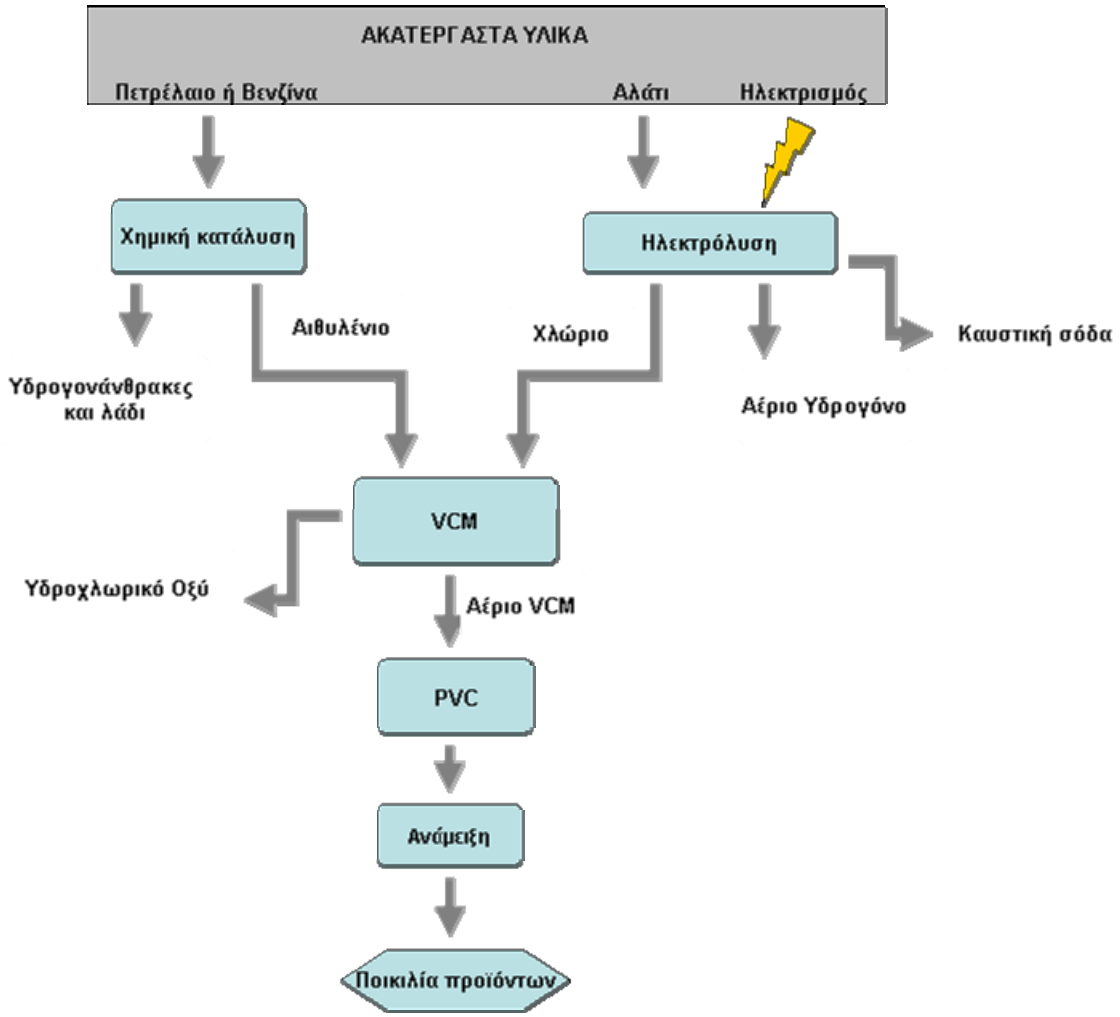
3.3.1 Εισαγωγή

Οι βιομηχανίες πλαστικών στην Ελλάδα αποτελούν και αυτές ένα σημαντικό κλάδο της βιομηχανικής δραστηριότητας της χώρας. Η αναπτυξιακή πορεία μετά το 1995, έτος βάσης για την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (ΕΣΥΕ), η οποία καταγράφει την παραγωγική εξέλιξη όλων των κλάδων, είναι εξαιρετικά δυναμική ενώ, επιπροσθέτως, τον χρόνο που πέρασε υλοποιήθηκαν ή ολοκληρώθηκαν από επιχειρήσεις του κλάδου πλαστικών επενδύσεις σε μηχανολογικό εξοπλισμό άνω των 50 εκατ. ευρώ. Σε μια χρονιά επενδυτικής οπισθοχώρησης της ελληνικής βιομηχανίας, η βιομηχανία πλαστικών βελτίωσε σημαντικά τον κεφαλαιουχικό της εξοπλισμό, ο οποίος σε τιμές κτήσεως πριν από την αφαίρεση των αποσβέσεων εμφανίζεται αυξημένος κατά 9% ή κατά 7,5%, αν απομονωθεί η επίδραση συγχωνεύσεων, θέτοντας υποθήκη για ταχύτερη μελλοντική ανάπτυξη.

3.3.2 Διαδικασία παραγωγής

Η διαδικασία παραγωγής PVC παρουσιάζεται αναλυτικά στο Σχήμα 3.5 και αναλύεται στη συνέχεια. Με την διαδικασία της ηλεκτρόλυσης, το αλάτι το οποίο έχει εγχυθεί σε νερό, αποσυντίθεται χημικά με τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος. Η διαδικασία αυτή παράγει χλώριο, καυστική σόδα και υδρογόνο. Ξεχωριστά, πετρέλαιο ή βενζίνα

διυλίζονται και μέσω της διαδικασίας της χημικής κατάλυσης παράγεται αιθυλαίνιο. Όταν το αιθυλαίνιο και το χλώριο συνδυαστούν, παράγεται διχλωρίδιο του αιθυλαινίου, το οποίο στη συνέχεια διασπάται για να παραχθεί μονομερές βινιλοχλωρίδιο (VCM), που είναι και η βασική δομική μονάδα για τη δημιουργία αλυσίδων πολυβινιλοχλωριδίου ή αλλιώς PVC. Για το σχηματισμό του PVC χρησιμοποιείται η διαδικασία του πολυμερισμού, σύμφωνα με την οποία πολλά μόρια μονομερούς βινιλοχλωριδίου (VCM) ενώνονται μεταξύ τους και δημιουργούν μακριές αλυσίδες PVC. Το PVC που παρασκευάζεται με τον τρόπο αυτό έχει τη μορφή άσπρης πούδρας και είναι γνωστό ως θερμοπλαστικό PVC. Η πούδρα αυτή δεν χρησιμοποιείται αυτούσια, αλλά αναμειγνύεται με διάφορα συστατικά δίνοντας μία μεγάλη ποικιλία από προϊόντα.



Σχήμα 3.5: Διαδικασία δημιουργίας PVC

Σε ένα εργοστάσιο PVC η τυπική διαδικασία παραγωγής πλαστικών προϊόντων έχει ως εξής: οι πρώτες ύλες που αποτελούνται από διάφορες σκόνες αναμιγνύονται σε έναν Αναμικτήρα (*Mixer*) και στην συνέχεια οδηγούνται σε ένα μηχάνημα ώστε να δημιουργηθεί ο κόκκος που χρησιμοποιείται για την παρασκευή των πλαστικών

εξαρτημάτων. Ο κόκκος στην συνέχεια οδηγείται στα σιλό όπου και παραμένει μέχρι να οδηγηθεί στην συνέχεια στις Θερμοπρέσες (*Injection*), από όπου και παράγεται το τελικό προϊόν.

Στο παραπάνω πλαίσιο μπορούν να διακριθούν τα ακόλουθα βασικά στάδια παραγωγής πλαστικών εξαρτημάτων όπως το **Θερμοπρεσάρισμα**, η **Συμπίεση,** η **Ανάμειξη** και τέλος η **Διαμόρφωση**.

Ένα τυπικό εργοστάσιο παραγωγής μικρών πλαστικών εξαρτημάτων καθώς και συνθετικών πλαστικών, είναι εξοπλισμένο με τις εξής μηχανές :

- Θερμοπρέσσες (είναι σαν τις κανονικές πρέσσες μόνο που χρησιμοποιούν θερμότητα καθώς συμπιέζουν)
- Συμπιεστές
- Αναμικτήρας (Mixer)
- Κολλητικές κεφαλές
- Γερανογέφυρα
- Απορροφητήρες
- Πριόνι πλαστικών
- Ρούτερ
- Φρέζες
- Τροχοί
- Κοπτικά

3.3.3 Πρότυπες ειδικές καταναλώσεις ενέργειας

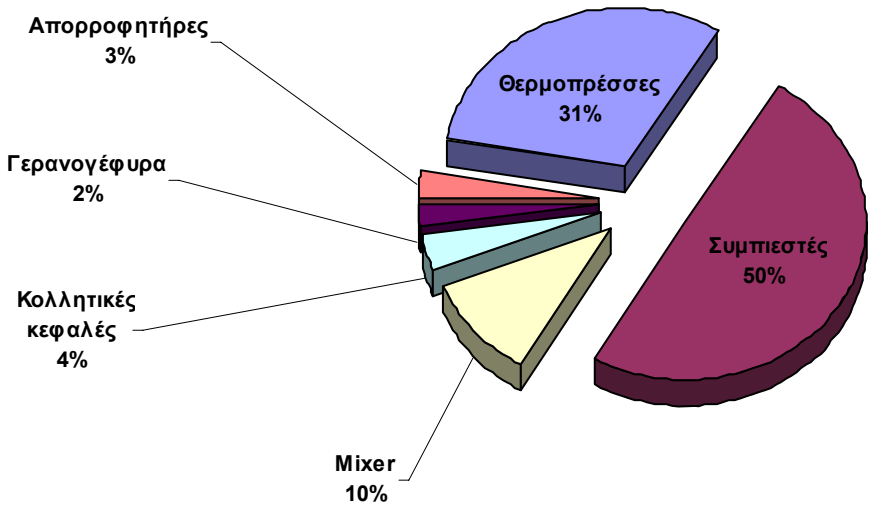
Στον Πίνακα 3.2 καταγράφονται αναλυτικά οι πρότυπες ειδικές ενεργειακές καταναλώσεις ενέργειας για κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας.

Πίνακας 3.2: Πρότυπες ενεργειακές καταναλώσεις ανά στάδιο παραγωγής

Στάδια	Τύπος μηχανής	Ειδικές ενεργειακές καταναλώσεις (KWh/m^2)	Ειδική ενεργειακή κατανάλωση/ στάδιο
Θερμοπρεσάρισμα	Θερμοπρέσσες	3,8	3,8
Συμπίεση	Συμπιεστές	6,2	6,2
Ανάμειξη	Mixer	1,3	1,3
Διαμόρφωση	Κολλητικές κεφαλές	0,5	1,1
	Γερανογέφυρα	0,3	
	Απορροφητήρες	0,3	
Σύνολο		**12,4**	

Στο Σχήμα 3.6 που ακολουθεί παριστάνεται μία ενδεικτική κατανομή της καταναλισκόμενης ενέργειας στα διάφορα τμήματα του εξοπλισμού, όπως έχει προκύψει

από μία μελέτη περίπτωσης στην Ελλάδα. Με τον τρόπο αυτό αποκτά κανείς μία καλή οπτική εικόνα για τις ενεργειακές ανάγκες του εξοπλισμού και δίνεται έμφαση στα ενεργοβόρα τμήματα της βιομηχανίας.



Σχήμα 3.6: Ενδεικτική κατανομή ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας σε βιομηχανία παραγωγής πλαστικών εξαρτημάτων.

Από τον Πίνακα 3.2 αλλά και από την σχηματική αναπαράσταση συνεπάγεται ότι οι συμπιεστές και οι θερμοπρέσσες καταναλώνουν περίπου το 80% της συνολικά απαιτούμενης ενέργειας.

3.4 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΡΤΙΟΥ

3.4.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με μελέτη του Ιδρύματος Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (ΙΟΒΕ) για τον κλάδο της χαρτοβιομηχανίας, οι προοπτικές κρίνονται θετικές, τουλάχιστον βραχυπρόθεσμα. Οι επιχειρήσεις του κλάδου εκτιμούν ότι η παραγωγή, οι πωλήσεις και οι εξαγωγές θα αυξηθούν, ενώ όσον αφορά την απασχόληση, εκτιμάται ότι θα παραμείνει αμετάβλητη. Η χαρτοβιομηχανία αντιπροσωπεύει έναν μικρό σε μέγεθος και αξία κλάδο της ελληνικής μεταποίησης. Από τους δυο υποκλάδους (παραγωγή χαρτιού, χαρτονιού και παραγωγή ειδών από χαρτί και χαρτόνι), η κατασκευή ειδών από χαρτί και χαρτόνι έχει το μεγαλύτερο ειδικό βάρος, αφού αντιπροσωπεύει το 68% της συνολικής απασχόλησης στον κλάδο, το 71% της ακαθάριστης αξίας παραγωγής και το 78% των συνολικών πωλήσεων. Η τιμή των πρώτων υλών είναι ο κυριότερος παράγοντας διαμόρφωσης του κόστους του τελικού προϊόντος, αφού η ανάλωση πρώτων υλών αντιστοιχεί περίπου στο 50% της ακαθάριστης αξίας παραγωγής του κλάδου.

3.4.2 Διαδικασία παραγωγής

Η διαδικασία που περιγράφεται στη συγκεκριμένη ενότητα αφορά εργοστάσια παραγωγής χαρτιού, με τελικό προϊόν τον τύπο χαρτιού kraft. Το όνομα αυτό, προκύπτει από τη διαδικασία επεξεργασίας του, που ονομάζεται kraft. Χαρακτηριστικό του χαρτιού αυτού είναι η σκληρότητα και η ανθεκτικότητα, καθώς επίσης και το καφέ ανοικτό χρώμα. Η καφέ απόχρωση του χαρτιού μπορεί εύκολα να μετατραπεί σε άσπρη, με κατάλληλη χημική επεξεργασία. Το χαρτί αυτό χρησιμοποιείται συνήθως για παραγωγή χαρτονιών, φακέλων και χάρτινων σακουλών.

Η γραμμή παραγωγής του χαρτιού τύπου kraft, έχει ως εξής :

- Πρώτα γίνεται η εκφόρτωση και η κατάλληλη κοπή του ξύλου (τεμαχισμός, διαλογή και αποθήκευση).
- Ακολουθεί η παραγωγή του πολτού kraft, όπου λαμβάνει χώρα:
  - ✓ Τροφοδοσία των τεμαχίων ξύλου
  - ✓ Πολτοποίηση
  - ✓ Πλύση πολτού και
  - ✓ Διαλογή με κόσκινα
- Έπειτα ο πολτός kraft, διέρχεται από τις εγκαταστάσεις χημικής αποκατάστασης, όπου και πραγματοποιείται:
  - ✓ Συλλογή «μαύρου πολτού» και αποθήκευση αυτού. Εγκαταστάσεις εξάτμισης οι οποίες αποτελούνται από έξι εξατμιστήρες συμβάλλουν ώστε το αδύναμο μαύρο οινοπνευματώδες διάλυμα να αποκτήσει περιεκτικότητα 55% σε πολτό ξύλου.
  - ✓ Πολλαπλή εξάτμιση.
  - ✓ Λέβητας σόδας. Λέβητας αποκατάστασης σόδας, ο οποίος παράγει υπέρθερμο ατμό κάνοντας χρήση του «μαύρου ποτού» από τις εγκαταστάσεις εξάτμισης.
  - ✓ Εξουδετέρωση με ασβέστη. Εγκαταστάσεις εξουδετέρωσης με ασβέστη όπου το «πράσινο ποτό» εξουδετερώνεται με ασβέστη και παράγεται το «άσπρο ποτό» που ανακυκλώνεται στη διαδικασία πολτοποίησης.
  - ✓ Εισαγωγή στον κλίβανο ασβέστη. Περιστροφικός κλίβανος ασβέστη όπου η λάσπη ανθρακικού ασβεστίου διασπάται σε οξείδιο ασβεστίου που με τη σειρά του επαναχρησιμοποιείται στη διαδικασία εξουδετέρωσης με ασβέστη.
- Τέλος γίνεται η παραγωγή του χαρτιού τύπου kraft, από ειδική μηχανή επεξεργασίας.

Με βάση τα παραπάνω τα κυριότερα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας είναι η **Πολτοποίηση**, ο **Καθαρισμός/Αποχρωματισμός** πολτού, η **Ξήρανση πολτού** και τέλος η **Παραγωγή χαρτιού**.

Συνοπτικά ο παραγωγικός εξοπλισμός μίας βιομηχανία παραγωγής χαρτιού αποτελείται:

- Μηχανή επεξεργασίας χαρτιού
- Μύλο πολτού kraft
- Εγκαταστάσεις επεξεργασίας υγρών αποβλήτων

3.4.3 Πρότυπες ειδικές καταναλώσεις ενέργειας

Μετά από βιβλιογραφική αναζήτηση προσδιορίστηκαν οι δείκτες ειδικών ενεργειακών καταναλώσεων, για την παραγωγή πολτού και χαρτιού για την Αυστραλία και τον Καναδά το έτος 2002. Τα δεδομένα αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.3.

Πίνακας 3.3: Δείκτες ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης για Αυστραλία και Καναδά το 2002

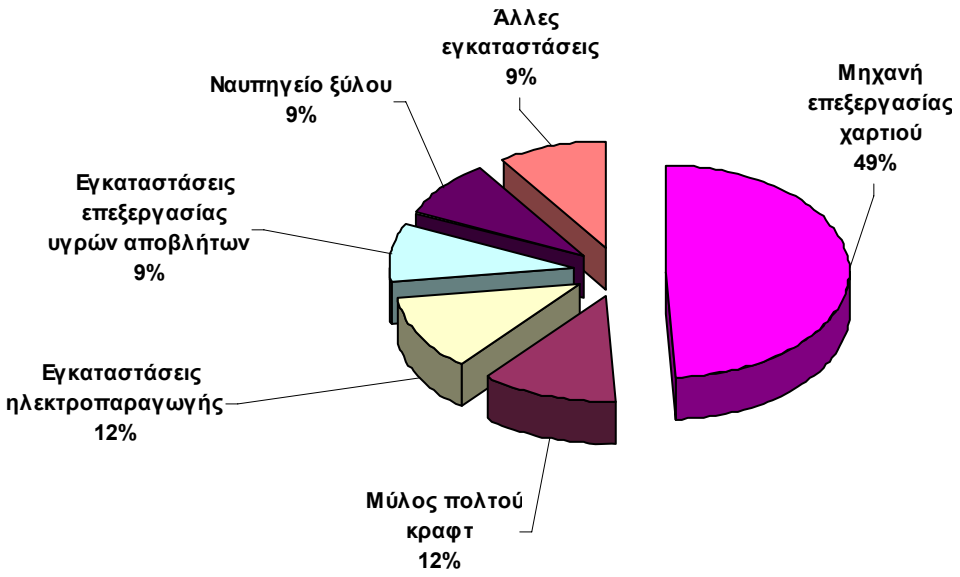
	Πολτός			Χαρτί		
Χώρα	Θερμική κατανάλωση (GJ/t)	Ηλεκτρική κατανάλωση (GJ/t)	Σύνολο (GJ/t)	Θερμική κατανάλωση (GJ/t)	Ηλεκτρική κατανάλωση (GJ/t)	Σύνολο (GJ/t)
Αυστραλία				13,10	3,69	**16,79**
Καναδάς	32,54	5,14	37,67	12,26	7,47	**19,73**

Στον Πίνακα 3.4 καταγράφονται οι πρότυπες ειδικές καταναλώσεις ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, για κάθε βασικό τμήμα της παραγωγικής διαδικασίας, όπως αυτές προσδιορίστηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

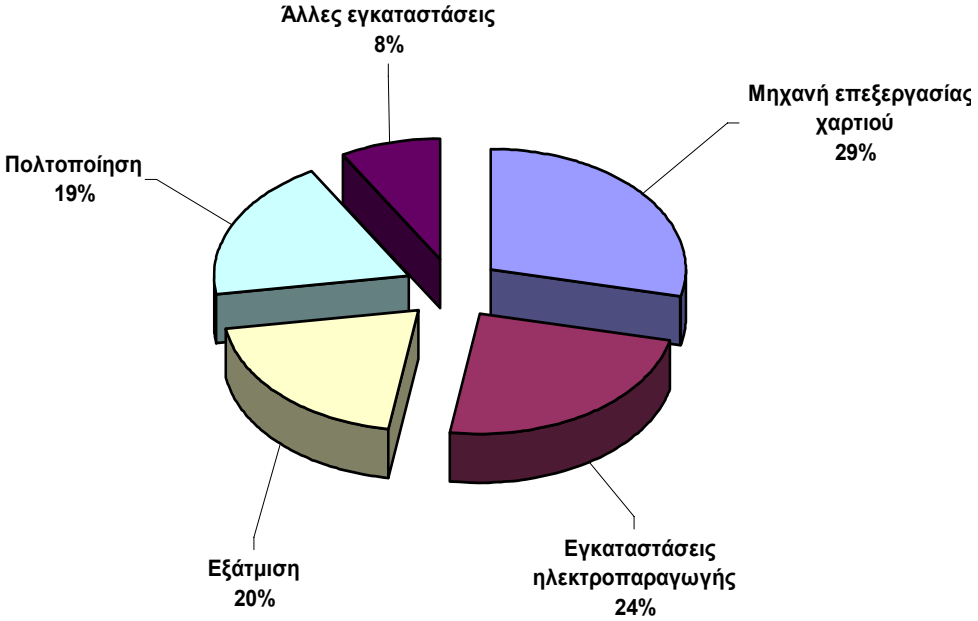
Πίνακας 3.4: Πρότυποι δείκτες ενεργειακής καταναλώσης ανά στάδιο παραγωγής

Στάδια παραγωγής	Ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	Ειδική κατανάλωση θερμικής ενέργειας	Συνολική ειδική κατανάλωση ενέργειας
	GJ/t	GJ/t	GJ/t
Πολτοποίηση	0,84	5,79	6,63
Καθαρισμός, αποχρωματισμός πολτού	0,67	2,40	3,07
Ξήρανση πολτού	---	6,04	6,04
Παραγωγή χαρτιού	3,34	8,80	12,14
Σύνολο	**4,86**	**23,02**	**27,88**

Στα Σχήματα 3.7 και 3.8, που παρατίθενται στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι ενδεικτικές κατανομές της ηλεκτρικής και της θερμικής ενέργειας αντίστοιχα, στα διάφορα τμήματα εξοπλισμού της παραγωγικής διαδικασίας, σύμφωνα με μία μελέτη περίπτωσης για μία βιομηχανία παραγωγής χαρτιού στην Ελλάδα.



Σχήμα 3.7: Κατανομή ετήσιας ηλεκτρικής ενέργειας στα τμήματα της παραγωγικής διαδικασίας



Σχήμα 3.8: Ενδεικτική κατανομή ετήσιας θερμικής ενέργειας σε βιομηχανία παραγωγής χαρτιού

Από την προηγούμενη ανάλυση προκύπτει ότι η παραγωγή χαρτιού είναι μία αρκετά ενεργειοβόρος διαδικασία, η οποία εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό στη θερμική ενέργεια. Οι μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες παρατηρούνται στη μηχανή επεξεργασίας του χαρτιού.

3.5 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ

3.5.1 Εισαγωγή

Ο ολιγοπωλιακός κλάδος της ελληνικής τσιμεντοβιομηχανίας παρουσιάζει την υψηλότερη αποδοτικότητα κεφαλαίων, τόσο των ιδίων όσο και των συνολικών στην ελληνική βιομηχανία, αλλά και, σύμφωνα με ορισμένους αναλυτές, ευρύτερα στην ευρωπαϊκή τσιμεντοβιομηχανία. Η αύξηση, όπως υπολογίζεται, της κατανάλωσης τσιμέντου στην Ελλάδα κατά 6% το 2006 μπορεί να μην έχει συνέχεια το 2007, καθώς παρατηρείται επιβράδυνση του ρυθμού αύξησης της ζήτησης, αλλά έχει φέρει τη χώρα μας, σύμφωνα με αναλυτές, στην πρώτη θέση σε κατανάλωση τσιμέντου ανά κάτοικο. Η κατά κεφαλήν κατανάλωση τσιμέντου στην Ελλάδα κυμαίνεται πια στο επίπεδο των 800 κιλών, ξεπερνώντας την αντίστοιχη της Πορτογαλίας, που φαινόταν ως πρόσφατα να «κατέχει τα σκήπτρα».

Η μέση αποδοτικότητα των ιδίων κεφαλαίων αθροιστικά των τεσσάρων βιομηχανιών, δηλαδή των εταιρειών «Ηρακλής», «Τιτάν», «Τσιμέντα Χαλκίδος» και «Χάλυψ», με βάση τα προ φόρων κέρδη ανήλθε σε 31,6%. Ηταν υπερδιπλάσια δηλαδή εκείνης που προκύπτει για το σύνολο των κερδοφόρων ελληνικών βιομηχανιών.

3.5.2 Διαδικασία παραγωγής

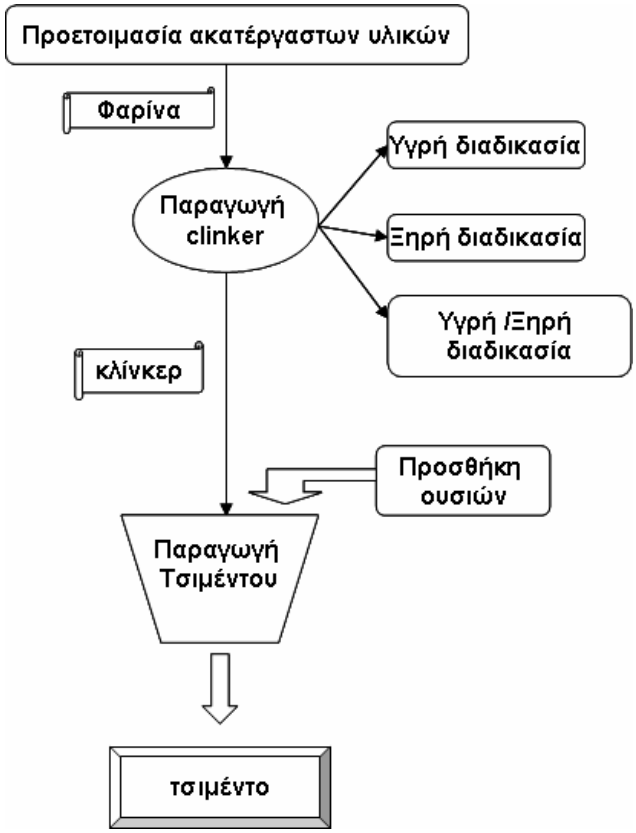
Τα βασικά στάδια για την παραγωγή του τσιμέντου περιγράφονται συνοπτικά ακολούθως:

- Η **προετοιμασία ακατέργαστων υλικών**. Περιλαμβάνει δύο στάδια σύνθλιψης των ορυκτών υλικών (ασβεστόλιθο, χαλαζία, αλουμίνιο, σίδηρο και διάφορα άλλα ορυκτά μέταλλα σε μικρότερες αναλογίες). Η άλεση των υλικών αυτών για την παραγωγή της λεγόμενης "φαφίνας", απαιτεί λιγότερο από το 5% της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας, παρόλα αυτά όμως αντιπροσωπεύει μία αρκετά σημαντική ποσότητα ενέργειας, αν ληφθεί υπόψιν το πόσο ενεργειοβόρα είναι η διαδικασία παραγωγής τσιμέντου.
- Ακολουθεί η **παραγωγή clinker** μέσω της διαδικασίας έψησης των υλικών αυτών. Είναι το πιο ενεργοβόρο τμήμα της παραγωγής των τσιμέντων (αποσπά περίπου το 80% της συνολικής ενέργειας). Η έψηση περιλαμβάνει μίγμα από μέταλλα, κυρίως ασβεστόλιθου, οξείδια πυριτίου, οξείδια σιδήρου και αλουμίνιο. Υπάρχουν δύο κύριες διαδικασίες για τη έψηση των υλικών αυτών :
  - ✓ η υγρή, κατά την οποία στο μείγμα της προετοιμασίας των ακατέργαστων υλικών προστίθεται νερό και έπειτα το μείγμα αυτό εισέρχεται σε κλίβανο. Βέβαια η συγκεκριμένη διαδικασία τείνει να εξαλειφθεί, πλην συγκεκριμένων περιπτώσεων όπου η εφαρμογή της είναι απαραίτητη λόγω της ποιότητας α' υλών(υψηλά επίπεδα περιεχόμενης υγρασίας).

- ✓ η ξηρή, στην οποία το μείγμα των ακατέργαστων υλικών κατευθύνεται κατευθείαν στο κλίβανο στην φυσική τους ξηρή κατάσταση. Η διαδικασία αυτή είναι και η πιο σύγχρονη και ενεργειακά η πιο αποδοτική.
- ✓ Υπάρχουν και διαδικασίες που συνδυάζουν τις δύο προηγούμενες μεθόδους (ημίυγρη και ημίξηρη). Οι διαδικασίες αυτές έχουν όλο και αυξανόμενο ποσοστό εφαρμογής, καθώς τείνουν να υποκαταστήσουν την υγρή διαδικασία, όπου αυτό είναι εφικτό.

➢ Τέλος το προϊόν που εξάγεται από τους κλιβάνους,το λεγόμενο κλίνκερ, αφού πρώτα κρυώσει, εισέρχεται σε μύλους αλέσματος όπου με μία διαδικασία συνεχούς άλεσης ανακατεύεται, ενώ παράλληλα προστίθενται κάποιες άλλες ουσίες όπως γύψος, ανυδρίτης, λεπτή σκόνη αλουμινίου-πυριτίου, ιπτάμενη τέφρα ή σκωρία σιδήρου, για την παραγωγή τσιμέντου.

Ακολουθεί ενδεικτικό σχήμα της παραγωγικής διαδικασίας:



Σχήμα 3.9: Σύντομη περιγραφή παραγωγής τσιμέντου

3.5.3 Πρότυπη ειδική κατανάλωση ενέργειας

Στον Πίνακα 3.5 που ακολουθεί καταγράφονται οι ειδικοί ενεργειακοί δείκτες ηλεκτρικής και θερμικής κατανάλωσης για τον Καναδά και την Αυστραλία το 1996, την

Αμερική το 1999 και την Ινδία το 2003, όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται εφικτή η αποτελεσματική σύγκριση των ενεργειακών καταναλώσεων σε κάθε χώρα.

Πίνακας 3.5: Ενεργειακοί δείκτες για Καναδά, Αυστραλία, Αμερική, Ινδία

Χρονολογία	Χώρα	Ενεργειακοί δείκτες κατανάλωσης		Σύνολο
		Ηλεκτρική κατανάλωση	Θερμική κατανάλωση	
		kWh/t	GJ/t	GJ/t
1996	Καναδάς	---	4,9	4,9
	Αυστραλία	---	5,6	5,6
1999	Αμερική	146,00	6,4	6,9
2003	Ινδία	95,00	5,1	5,4

Ο Πίνακας 3.6 παρουσιάζει τις πρότυπες ειδικές ενεργειακές καταναλώσεις ανά τόνο τσιμέντου για κάθε είδος διαδικασίας, δηλαδή για υγρή και ξηρή διαδικασία, καθώς επίσης και συνδυασμό αυτών.

Πίνακας 3.6: Πρότυπες ειδικές ενεργειακές καταναλώσεις

Είδος διαδικασίας	Ενεργειακοί δείκτες κατανάλωσης
	GJ/t
Ξηρή διαδικασία	3 – 3,8
Ημίυγρη/ Ημίξηρη διαδικασία	3,3 – 4,5
Υγρή διαδικασία	5 - 6

Από τις τιμές που αναγράφονται στον Πίνακα 3.6 προκύπτει το συμπέρασμα ότι για την ξηρή διαδικασία απαιτείται πολύ λιγότερη ενέργεια συγκριτικά με την υγρή διαδικασία. Αυτό εξηγείται αν ληφθεί υπόψιν ότι η υγρή διαδικασία πραγματοποιείται με τη συμμετοχή του νερού κατά την προετοιμασία των ακατέργαστων υλικών. Τα υλικά αυτά όμως πρέπει να "ξηραθούν" πριν τη διαδικασία καθαρισμού και έψησης των διαφόρων υλικών μαζί. Επομένως σπαταλάται αρκετή ενέργεια για την αφύγρανση των ακατέργαστων υλών. Ο λόγος παρόλα αυτά χρήσης της υγρής διαδικασίας είναι η ευκολότερη ομογενοποίηση των υλικών, ενώ χρησιμοποιείται επίσης όταν οι α' ύλες έχουν αυξημένο ποσοστό υγρασίας.

Στον επόμενο Πίνακα 3.7 παρουσιάζονται αναλυτικά οι ειδικές θερμικές και ηλεκτρικές ενεργειακές καταναλώσεις ανά διαδικασία για τις Ηνωμένες Πολιτείες το 1999 και την Ινδία το 2003.

Πίνακας 3.7: Ειδικές ενεργειακές καταναλώσεις σε τσιμεντοβιομηχανία

	Είδος διαδικασίας	Ειδική κατανάλωση Θερμικής ενέργειας	Ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	Βασική ειδική ενεργειακή κατανάλωση
ΑΜΕΡΙΚΗ 1999				
		GJ/t	**kWh/t**	**GJ/t**
	υγρή διαδικασία			
Στάδια διαδικασίας	Προετοιμασία ακατέργαστων υλικών	0,00	27,00	0,35
	Παραγωγή clinker	6,98	39,00	7,44
	Παραγωγή τσιμέντου	0,00	57,00	0,70
	Συνολικά	5,58	132,00	7,33
	ξηρή διαδικασία			
Στάδια διαδικασίας	Προετοιμασία ακατέργαστων υλικών	0,00	38,00	0,47
	Παραγωγή clinker	4,65	45,00	5,23
	Παραγωγή τσιμέντου	0,00	52,00	0,70
	Συνολικά	4,19	150,00	6,05
ΙΝΔΙΑ 2003				
		GJ/t	**kWh/t**	**GJ/t**
	διαδικασίες			
Στάδια διαδικασίας	Προετοιμασία ακατέργαστων υλικών	---	38,00	---
	Παραγωγή clinker	---	28,00	---
	Παραγωγή τσιμέντου	---	30,00	---
	Συνολικά	---	**96,00**	---

Όπως προκύπτει από τον προηγούμενο πίνακα, η παραγωγή κλίνκερ έχει τις μεγαλύτερες ενεργειακές ανάγκες.

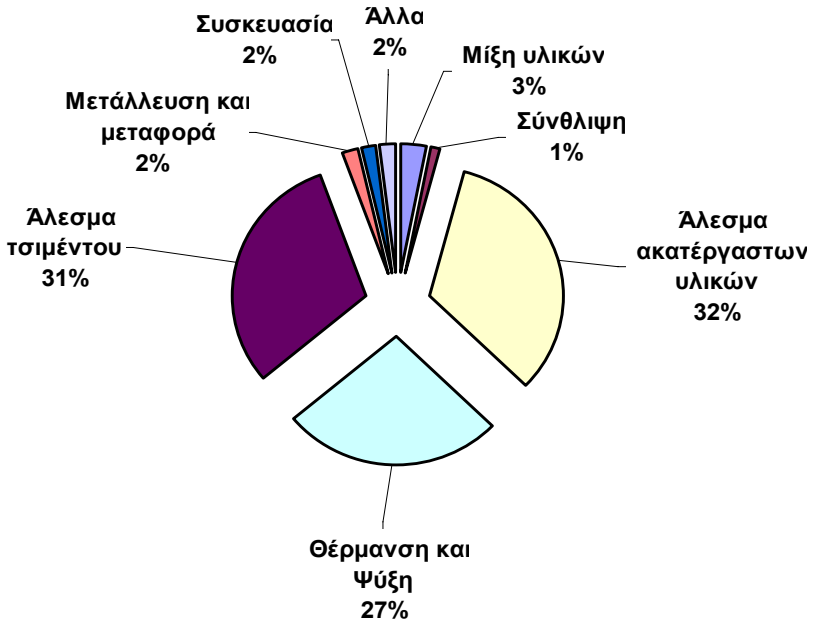
Ο επόμενος Πίνακας 3.8 απεικονίζει τους ενεργειακούς δείκτες "πρότυπης" ηλεκτρικής ενεργειακής κατανάλωσης για κάθε ξεχωριστό τμήμα της παραγωγική διαδικασίας. Πρότυπη ενεργειακή κατανάλωση θεωρείται η παγκοσμίως μικρότερη εφικτή κατανάλωση ενέργειας.

Πίνακας 3.8: Πρότυπη ηλεκτρική ενεργειακή κατανάλωση για κάθε τμήμα παραγωγικής διαδικασίας

Στάδια	Διαδικασία	Μονάδες ενεργειακών δεικτών	Ενεργειακοί δείκτες αναφοράς	Σύνολο/ στάδιο
Προετοιμασία ακατέργαστων υλικών	Μίξη υλικών	kWh/t μείγματος	2,4	**30,4**
	Σύνθλιψη	kWh/t μείγματος	1,0	
	Άλεσμα ακατέργαστων υλικών	kWh/t μείγματος	27	
Παραγωγή clinker	Θέρμανση και Ψύξη	kWh/t clinker	22	**22**
Παραγωγή τσιμέντου	Άλεσμα τσιμέντου	kWh/t τσιμέντου	25	**25**
Άλλες καταναλώσεις	Μετάλλευση και μεταφορά	kWh/t τσιμέντου	1,5	**4,5**
	Συσκευασία	kWh/t τσιμέντου	1,5	
	Άλλα	kWh/t τσιμέντου	1,5	
	Συνολική κατανάλωση	kWh/t τσιμέντου	**77**	

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.8, η προετοιμασία των ακατέργαστων υλικών απαιτεί τα μεγαλύτερα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας.

Το Σχήμα 3.10 που ακολουθεί απεικονίζει τη ενδεικτική κατανομή της κάθε καταναλισκόμενης ενέργειας στα διάφορα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.



Σχήμα 3.10: Ενδεικτική κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης σε τσιμεντοβιομηχανία.

3.6 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΓΑΛΑΚΤΟΚΟΜΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

3.6.1 Εισαγωγή

Ο κλάδος της γαλακτοβιομηχανίας παρουσιάζει μεγάλη άνθιση στην Ελλάδα. Στο χώρο κυριαρχούν μεγάλες επιχειρήσεις όπως ΜΕΒΓΑΛ, ΦΑΓΕ, ΔΕΛΤΑ. Αυτές οι βιομηχανίες φρέσκου γάλακτος καταλαμβάνουν περίπου το 80% της αγοράς, χάνοντας όμως συνολικά μερίδιο της τάξεως των 1,2 εκατοστιαίων μονάδων από τους αρκετούς μικρούς περιφερειακούς παραγωγούς. Η Μεβγάλ, είναι η μεγαλύτερη ιδιωτική βιομηχανία καταναλωτικών προϊόντων της Βόρειας Ελλάδας και κατέχει την τρίτη θέση ανάμεσα στις γαλακτοβιομηχανίες της χώρας. Οι υψηλές επενδυτικές δαπάνες το 2006 συρρίκνωσαν την καθαρή κερδοφορία της, ωστόσο βελτίωσε τη θέση της στην αγορά καθώς λανσάρισε περισσότερα νέα προϊόντα απ' ό,τι οποιαδήποτε ομοειδής εταιρεία, ενώ πραγματοποίησε εξαγωγές αξίας 18,4 εκατ. ευρώ, αυξημένες κατά 14%. Τα λειτουργικά κέρδη της ήταν της τάξεως των 12 εκατ. ευρώ.

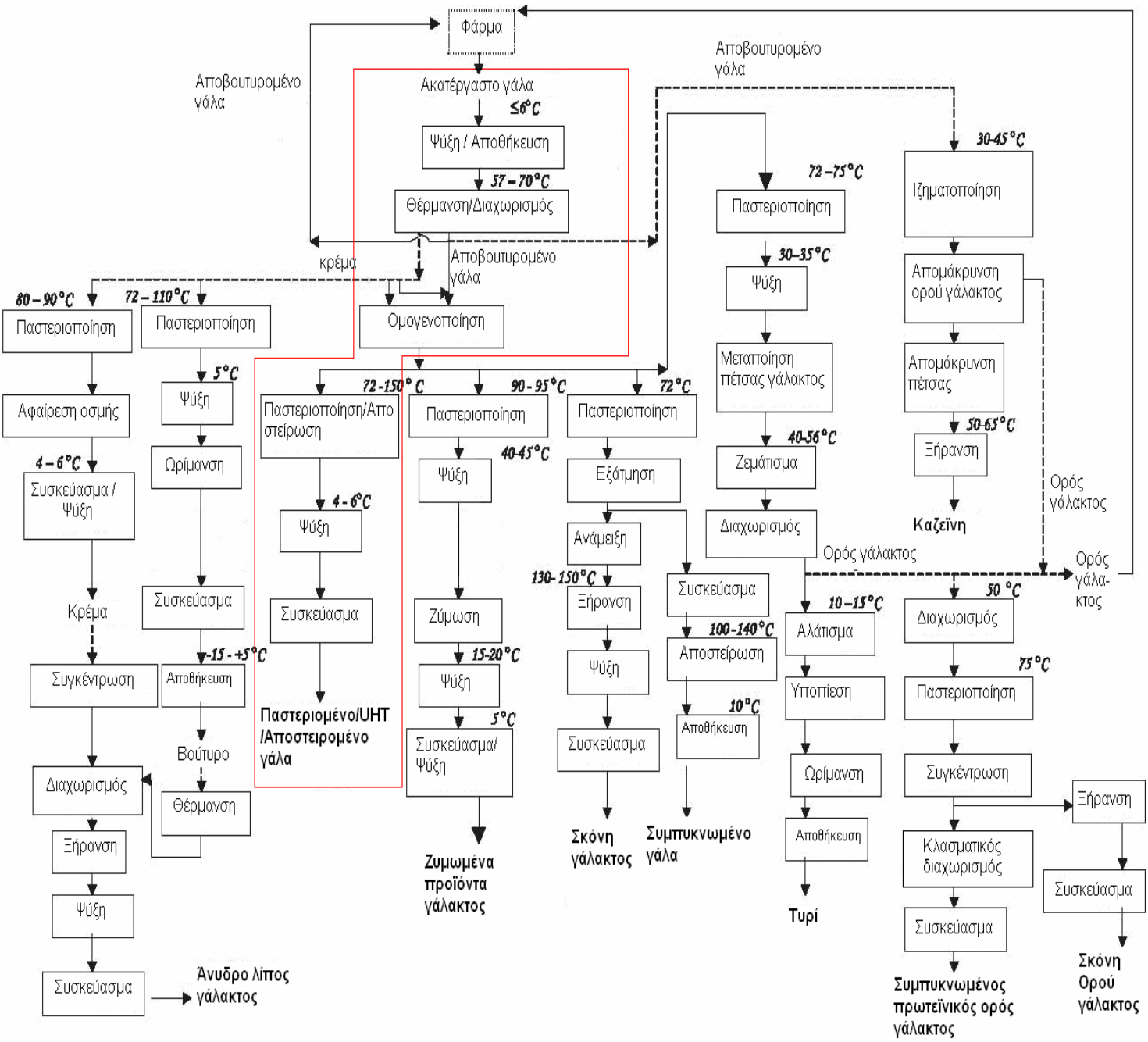
3.6.2 Διαδικασία παραγωγής

Η διαδικασία παραγωγής γάλατος ακολουθεί σε γενικές γραμμές κάποια συγκεκριμένα στάδια. Τα στάδια αυτά εφαρμόζονται στις περισσότερες γαλακτοβιομηχανίες και ακολουθούν τυπική ροή. Η τυπική αυτή ροή περιλαμβάνει:

- Την αποστείρωση και πλύσιμο των μπουκαλιών
- Την παστερίωση
- Την έμμεση και άμεση αποστείρωση με UHT
- Φυγοκέντριση/ομογενοποίηση/παστεριοποίηση
- Συσκευασία
- Ψύξη
- Αυτόματο καθαρισμό χώρου (cleaning-in-place)
- Εξάτμιση και
- Ξήρανση με ψεκασμό

Τα βασικότερα των σταδίων που λαμβάνουν χώρα για την παραγωγή γάλατος περιλαμβάνουν τη **Λήψη**, το **Διαχωρισμό**, την **Ομογενοποίηση/Παστεριοποίηση**, τη **Συσκευασία** και τέλος τη **Ψύξη**.

Ακολουθεί το Σχήμα 3.11, στο οποίο φαίνονται αναλυτικά όλες οι διαδικασίες που ακολουθούνται, για την παραγωγή διαφόρων γαλακτοκομικών προϊόντων.



Σχήμα 3.11: Διαδικασίες για παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων.

3.6.3 Πρότυπες ειδικές καταναλώσεις ενέργειας

Με βάση εκτενή βιβλιογραφική ανασκόπηση, παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.9, ο μέσος όρος ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης, μιας πληθώρας γαλακτοκομικών προϊόντων που παρασκευάζονται στην Ολλανδία.

Πίνακας 3.9: Ενεργειακή κατανάλωση για παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων στην Ολλανδία

Γαλακτοκομικά προϊόντα	Ειδική ενεργειακή κατανάλωση (GJ/t προϊόντος)
Υγρό γάλα και μετά από ζύμωση προϊόντα	1,1
Τυρί	4,3
Βούτυρο	2,2
Σκόνη γάλακτος	11,1
Συμπυκνωμένο γάλα	2,5
Προϊόντα τυριού (σκόνη)	8,2
Καζεΐνη και λακτόζη	5,6

Στον Πίνακα 3.10 που ακολουθεί καταγράφεται η κατανομή της ενέργειας για κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας, ανάλογα με το είδος του προϊόντος.

Πίνακας 3.10: Κατανομή ενέργειας ανά στάδιο παραγωγής

Προϊόντα και Διαδικασίες	% Καταμέριση ενέργειας ανά κατεργασία προϊόντος	Δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης (GJ/t)
Υγρό γάλα		
Λήψη/θερμανση	2%	0,022
Αποθήκευση	7%	0,077
Φυγοκέντριση/Ομογενοποίηση/Παστεροποίηση	38%	0,418
Συσκευασία	9%	0,099
Ψύξη	16%	0,176
Διατήρηση επιπέδων υγιεινής στο χώρο	10%	0,105
Άλλα	18%	0,198
Τυρί		
Λήψη/θερμανση	19%	0,817
Επεξεργασία τυριού	22%	0,946
Χειρισμός / αποθήκευση τυριού	27%	1,161
Ψύξη	13%	0,559
Διατήρηση επιπέδων υγιεινής στο χώρο	19%	0,817
Βούτηρο		
Ψύξη	66%	1,452
Πεπιεσμένος Αέρας	8%	0,176
Διατήρηση επιπέδων υγιεινής στο χώρο	26%	0,572

Σκόνη γάλακτος		
Θέρμανση/Παστεριοποίηση/Φυγοκέντριση	3%	0,277
Θερμική συγκέντρωση/εξάτμιση	45%	4,995
Ξήρανση	50%	5,661
Συσκεύασμα	2%	0,167

Στον Πίνακα 3.11 αναφέρονται ενδεικτικές τιμές ειδικών ενεργειακών καταναλώσεων για την παραγωγή γάλακτος, ανάλογα με το στάδιο διαδικασίας, σύμφωνα με τα καναδικά πρότυπα.

Πίνακας 3.11: Ενδεικτικές τιμές ειδικών ενεργειακών καταναλώσεων στον Καναδά

	Κατανάλωση ενεργειας (GJ/t)
Στάδιο Παραγωγής	
Λήψη	0,018
Διαχωρισμός	0,018
Ομογενοποίηση/Παστεροποίηση	0,189
Συσκευασία	0,036
Ψύξη	0,008
Σύνολο 1	**0,269**
Εργοστασιακες υπηρεσίες	
Διατήρηση επιπέδων υγιεινής στο χώρο	0,108
Θέρμανση/Ψύξη/Εξαερισμός χώρων	0,018
Άλλα	0,031
Σύνολο 2	**0,157**
Γενικό σύνολο	**0,426**

Σύμφωνα με όλους τους προηγούμενους Πίνακες, είναι ξεκάθαρο ότι το πιο ενεργειοβόρο στάδιο στην παραγωγή γάλακτος είναι η Ομογενοποίηση/Παστεροποίηση, το οποίο απαιτεί περίπου το 40% της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας.

3.7 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

3.7.1 Εισαγωγή

Η βιομηχανία του πρωτόχυτου αλουμινίου είναι μια βαριά βιομηχανία εντάσεως κεφαλαίου που υπόκειται στην κυκλικότητα των χρηματιστηριακών τιμών και κατ' εξοχήν ενεργοβόρος. Η βασική πρώτη ύλη των βιομηχανιών αυτών είναι η ηλεκτρική ενέργεια. Το κόστος ενέργειας κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 30% και 40% του κόστους παραγωγής.

Οι πιο σημαντικές βιομηχανίες αλουμινίου και σιδήρου στην Ελλάδα, οι οποίες επωμίζονται μεγάλο μέρος του συνόλου παραγωγής είναι η Βιοχάλκο, η Ελληνική Βιομηχανία Αλουμινίου, η Σιδενόρ, η Βιομηχανία Κατεργασίας Σιδήρου ΑΕ, η Χαλκόρ Επεξεργασίας Μετάλλων ΑΕ και τα Ελληνικά Καλώδια ΑΕ. Οι εταιρείες αυτές αύξησαν με σημαντικούς ρυθμούς τη ροή επενδεδυμένων κεφαλαίων σε μηχανολογικό εξοπλισμό. Ακρως χαρακτηριστική είναι η περίπτωση της Ελληνικής Βιομηχανίας Αλουμινίου (ΕΛΒΑΛ), ο μηχανολογικός εξοπλισμός της οποίας αυξήθηκε από 75 εκατ. ευρώ το 1997 σε 120 εκατ. ευρώ το 1998, εμφανίζοντας αύξηση 56%.

Η εταιρεία Αλουμίνιον της Ελλάδος είναι ο μοναδικός παραγωγός αλουμίνας και πρωτόχυτου αλουμινίου και η κυριαρχία της στην ελληνική αγορά παραμένει, αν και οι εισαγωγές πρωτόχυτου αλουμινίου από τη Ρωσία ή αλουμινίου προς επαναχύτευση από την Αίγυπτο βαίνουν αυξανόμενες τα τελευταία χρόνια μετά την κατάρρευση της Σοβιετικής Ενωσης και της ρωσικής βιομηχανίας μεταποίησης αλουμινίου.

3.7.2 Διαδικασία παραγωγής

Τα βασικά στάδια της διαδικασίας παραγωγής αλουμινίου είναι τα εξής:

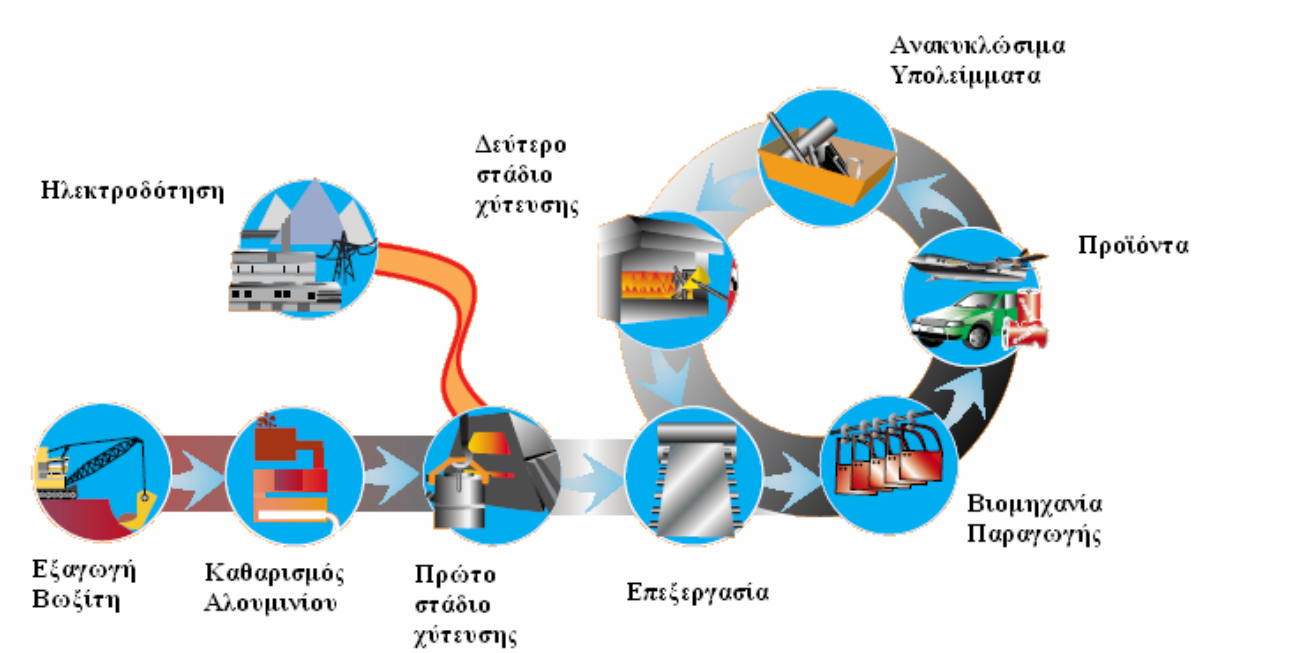
- Το πρώτο στάδιο στην αλυσίδα παραγωγής του αλουμινίου είναι η εξόρυξη του βωξίτη.
- Έπειτα για την παραγωγή αλουμίνας από βωξίτη χρησιμοποιείται η διαδικασία του Bayer. Η διαδικασία αυτή παραμένει μέχρι και σήμερα η πιο οικονομική για την παραγωγή αλουμίνας. Τα στάδια της χημικής διαδικασίας Bayer είναι τα εξής:
  - ✓ $\mathbf{Al(OH)_3 + Na^+ + OH^- \text{--->} Al(OH)_4^- + Na^+}$

    Τα στοιχεία αλουμινίου στο βωξίτη με μία διαδικασία χημικής απόσπασης ξεχωρίζονται μέσα σε ένα διάλυμα καυστικής σόδας.
  - ✓ **Al(OH)4- + Na+ ---> Al(OH)3 + Na+ + OH-**

    Μία σχεδόν αντίστροφη διαδικασία λαμβάνει τώρα μέρος και δημιουργεί πάλι κρυσταλλικά τριοξείδια του αλουμινίου. Η διαδικασία αυτή δίνει ιδιαίτερη σημασία στις συνθήκες υπό τις συντελείται.
  - ✓ $\mathbf{2Al(OH)_3 \text{--->} Al_2O_3 + 3H_2O}$

    Τέλος τα υδροξείδια που παράγονται, απομακρύνονται με τη μορφή νερού και αφήνουν καθαρό το τελικό προϊόν, την αλουμίνα. Το νερό που δημιουργείται κατά τη διαδικασία απομακρύνονται προσεκτικά. Το τελικό αυτό στάδιο καθορίζει και τις ιδιότητες του τελικού προϊόντος.
- Στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία της χύτευσης. Η αλουμίνα διαλύεται σε ένα ηλεκτρολυτικό μπάνιο με λιωμένο κρυόλιθο (πολύ καλός διαλύτης για την αλουμίνα). Εκεί ρεύμα μεγάλης έντασης (της τάξης των 150 kA) διαπερνάει το ηλεκτρολυτικό μπάνιο σε χαμηλή τάση.Το λιωμένο αλουμίνιο που δημιουργείται, κατακάθεται στον πυθμένα της δεξαμενής, από όπου και μεταγγίζεται σταδιακά.

- Τελικά το αλουμίνιο μπαίνει σε διάφορα στάδια επεξεργασίας ανάλογα με το επιθυμητό προϊόν. Μπορεί να διαμορφωθεί η σύστασή του, το σχήμα του καθώς και κάποιες απο τις ιδιότητές του.



Σχήμα 3.12: Στάδια παραγωγής αλουμινίου

3.7.3 Πρότυπες ειδικές καταναλώσεις ενέργειας

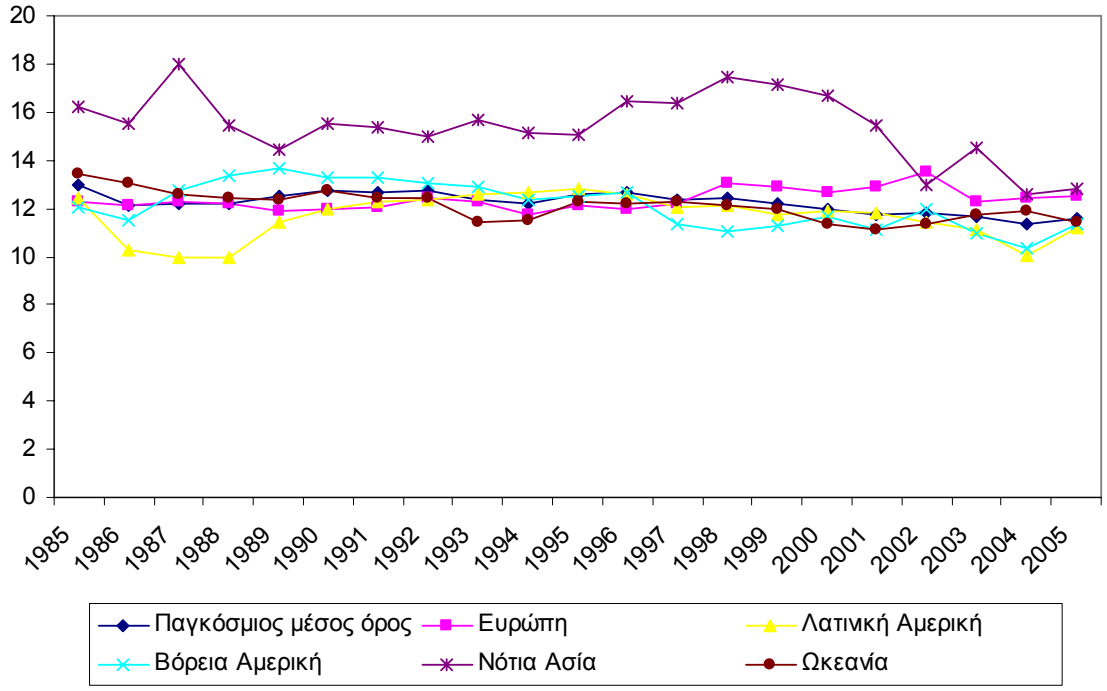
Στον Πίνακα 3.12 που ακολουθεί καταγράφεται ο μέσος όρος της παγκόσμιας ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης για την παραγωγή αλουμινίου, από το 1990 μέχρι το 2000 καθώς επίσης και ο μέσος όρος της ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης για την Ευρώπη για το 1997 και το 2002.

Πίνακας 3.12: Μ.Ο. παγκόσμιας ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης

	Παγκόσμιος μέσος όρος	Ευρώπη	Λατινική Αμερική	Βόρεια Αμερική	Νότια Ασία	Ωκεανία
Έτος	Ειδική ενεργειακή κατανάλωση **GJ/tn**					
1985	12,978	12,267	12,452	12,048	16,239	13,417
1986	12,155	12,126	10,286	11,512	15,536	13,031
1987	12,228	12,269	9,965	12,728	18,016	12,592
1988	12,234	12,23	9,981	13,365	15,463	12,402
1989	12,476	11,893	11,462	13,653	14,456	12,339
1990	12,737	12,001	11,985	13,289	15,488	12,706

1991	12,696	12,084	12,278	13,286	15,379	12,435
1992	12,705	12,453	12,372	13,02	15,004	12,447
1993	12,353	12,264	12,613	12,872	15,698	11,398
1994	12,194	11,723	12,644	12,327	15,169	11,5
1995	12,621	12,094	12,794	12,528	15,065	12,301
1996	12,637	11,987	12,58	12,668	16,455	12,213
1997	12,339	12,191	12,052	11,356	16,356	12,269
1998	12,421	13,031	12,144	11,025	17,468	12,126
1999	12,223	12,883	11,709	11,273	17,106	11,964
2000	11,996	12,627	11,903	11,654	16,687	11,37
2001	11,765	12,934	11,807	11,082	15,421	11,087
2002	11,818	13,49	11,436	11,957	12,938	11,375
2003	11,644	12,312	11,112	10,927	14,536	11,745
2004	11,367	12,403	10,043	10,352	12,581	11,864
2005	11,591	12,51	11,19	11,385	12,788	11,444

Ακολουθεί στο Σχήμα 3.13 η γραφική απεικόνηση της ειδικής ενεργειακής κατανάλωσης των χωρών που αναφέρονται στον προηγούμενο Πίνακα 3.12, για όλα τα έτη.



Σχήμα 3.12: Ειδική ενεργειακή κατανάλωση για την παραγωγή αλουμινίου.

Από το Σχήμα 3.12 καθίσταται σαφές ότι η χώρα με την μεγαλύτερη ειδική ενεργειακή κατανάλωση για την παραγωγή αλουμινίου είναι η Νότια Ασία.

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΕΛΑΣΜΑΤΩΝ ΣΙΔΗΡΟΥ

κεφ.4

4.1 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

4.1.1 Γενικά

Η εταιρεία Victoria Α.Ε. στεγάζεται στο Κορωπί, σε ιδιόκτητο οικόπεδο συνολικής έκτασης 10 στρεμμάτων. Το κτίριο στο οποίο στεγάζεται η επιχείρηση και στο οποίο συντελείται η παραγωγική διαδικασία καταλαμβάνει έκταση 4 στρεμμάτων και απασχολεί 52 εργαζόμενους. Η εταιρεία ξεκίνησε το 1980 και από τότε χαράζει συνεχώς όλο και πιο κερδοφόρα πορεία. Πλέον θεωρείται μία από τις μεγαλύτερες μονάδες επεξεργασίας φύλλων σιδήρου στην Ελλάδα. Στο προσεχές μέλλον υπάρχουν βλέψεις μεταφοράς της βάσης της επιχείρησης σε άλλο εδαφικό διαμέρισμα, όπου θα υπάρχει η δυνατότητα μεγαλύτερης χωροταξικής άνεσης, καθότι σήμερα στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις υπάρχει έλλειψη χώρου.

Η βιομηχανική μονάδα λειτουργεί όλο το χρόνο καθημερινά από τις 8:00 το πρωί μέχρι τις 17:00 το απόγευμα. Επίσης υπολειτουργεί τα Σαββατοκύριακα και το βράδυ, σε περιπτώσεις όπου οι παραγγελίες ξεπερνούν τα όρια της παραγωγικής διαδικασίας.

4.1.2 Περιγραφή υπάρχουσας κατάστασης

Η εταιρεία Victoria ΑΕ παράγει προϊόντα ακριβείας από ελάσματα (λαμαρίνα). Είναι μία "καθετοποιημένη" μονάδα, καθώς οι εργασίες της ξεκινάνε από τον σχεδιασμό των αντικειμένων, των καλουπιών και των ιδιοσυσκευών που χρειάζονται για την παραγωγή, ενώ οι δραστηριότητές της αφορούν την κοπή, διαμόρφωση, συγκόλληση, βαφή, τελική συναρμολόγηση και συσκευασία των αντικειμένων. Για τις δραστηριότητές της χρησιμοποιεί ρομποτικά συστήματα σε όλες τις φάσεις της παραγωγής, ώστε να επιτύχει τις απαιτούμενες ακρίβειες και την προβλεπόμενη υψηλή ποιότητα στην παραγωγική διαδικασία. Σε ετήσια βάση οι παραγωγικές δυνατότητες της επιχείρησης είναι περίπου 1200 τόνοι ελασμάτων σε μικρά πάχη (περίπου 1 χιλιοστό) και η λοιπή επεξεργασία τους. Η εταιρεία παράγει ολοκληρωμένα προϊόντα και επίσης αναλαμβάνει εργασίες ως υπεργολάβος, παράγοντας ειδικά εξαρτήματα με τον εξειδικευμένο εξοπλισμό που διαθέτει, για διάφορες χρήσεις όπως τηλεπικοινωνιακές, ηλεκτρονικές και μηχανολογικές εφαρμογές .

Η κύρια παραγωγική απασχόληση της βιομηχανίας Victoria είναι η επεξεργασία λαμαρίνας, με απώτερο στόχο την κατασκευή εργαλειοθηκών. Συνεργάζεται με μεγάλες εταιρείες (κυρίως τις Hoffmann, Walter, Ironside, Wurth, Heyco, Promat) απέναντι στις οποίες έχει την υποχρέωση σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα να ετοιμάσει τις παραγγελίες, πάντα με αυστηρά πρότυπα ποιότητας και να τις παραδώσει οδικώς με χρήση φορτηγών – νταλίκες σε επιλεγμένα σημεία παράδοσης σε χώρες της Ε.Ε. (Γερμανία, Ιταλία, Ολλανδία, Ελβετία, Ισπανία, Σουηδία, Γαλλία, Δανία και Κύπρο). Η εταιρεία από μόνη της δεν αναλαμβάνει την πώληση των προϊόντων, αλλά κυρίως την εξαγωγή τους. Οι διαδικασίες της είναι πιστοποιημένες με το πρότυπο ποιότητας ISO 9002 από το 2000.

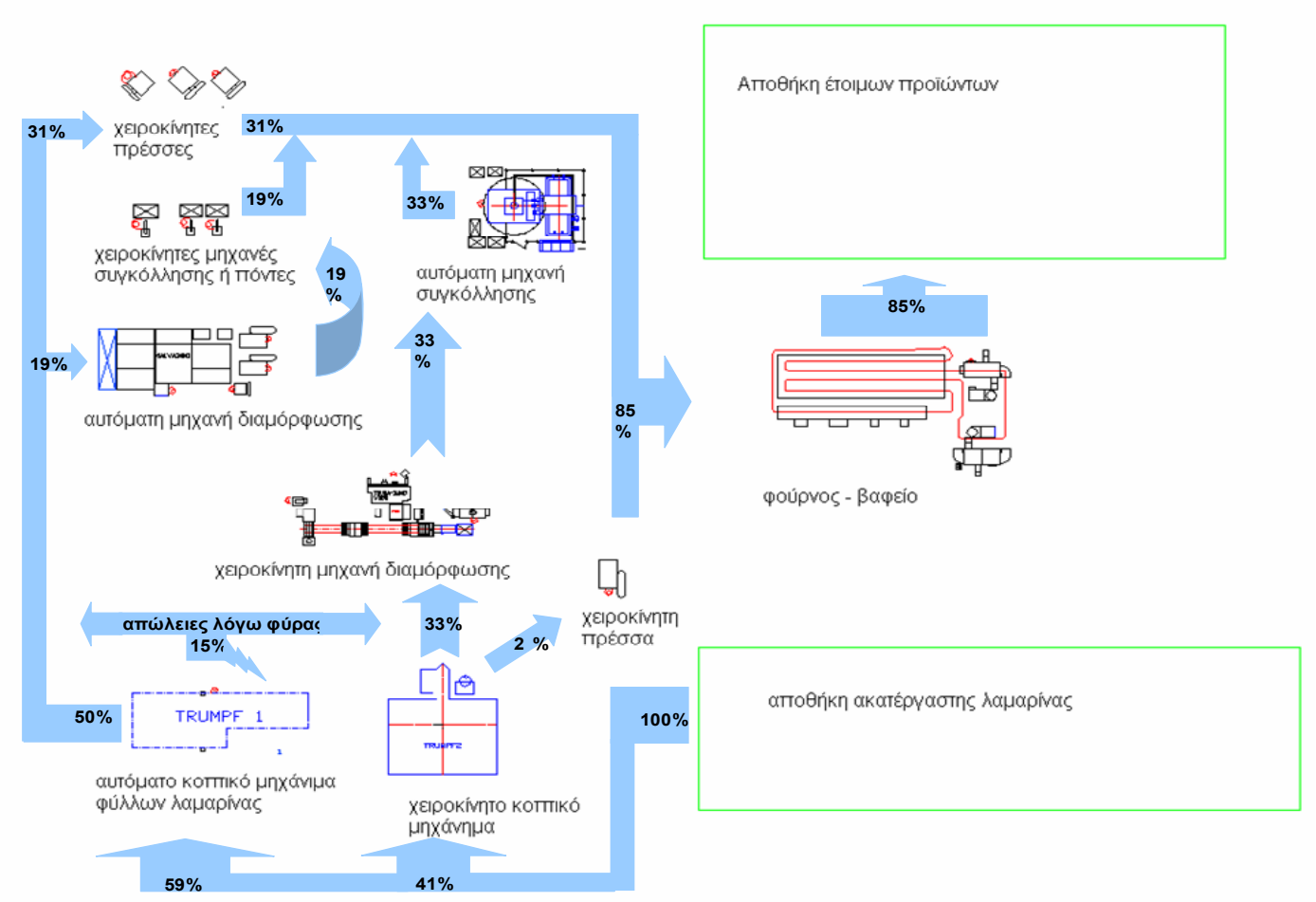
4.1.3 Παραγωγική διαδικασία

Η παραγωγική διαδικασία των εργαλειοθηκών επιμερίζεται σε δύο κύριες δράσεις. Η μία αφορά την επεξεργασία και κατασκευή των συρταριών και η άλλη την επεξεργασία και κατασκευή του εξωτερικού περιβλήματος μίας εργαλειοθήκης. Χρησιμοποιούνται αρκετά διαφορετικά είδη λαμαρίνας. Η διαφορά έγκειται κυρίως στο πάχος και στις διαστάσεις της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιείται λαμαρίνα σε δύο μορφές, είτε σε φύλλα, είτε σε ρολά. Η διαφορά έγκειται στο ότι τα ρολά λαμαρίνας διαθέτουν πάχη μόνο 0,8 και 0,9 του χιλιοστού , ενώ διαφέρουν ως προς τις διαστάσεις τους. Αντίστοιχα διαφέρουν και τα φύλλα λαμαρίνας ως προς τις διαστάσεις τους. Στην περίπτωση αυτή όμως υπάρχει μια αρκετά μεγαλύτερη ποικιλία από διαφορετικά πάχη (0,8mm, 0,9mm, 1,25mm, 1,5mm, 2mm, 2,5mm, 3mm, 4mm). Η ύπαρξη των διαφορετικών αυτών ειδών λαμαρίνας αποσκοπεί στην αξιοποίησή τους σε διαφορετικές χρήσεις κάθε φορά.

Μια τυπική ροή της παραγωγής περιλαμβάνει πέντε στάδια. Καταρχάς η λαμαρίνα μεταφέρεται από τον χώρο αποθήκευσής της στα αυτοματοποιημένα κοπτικά μηχανήματα, όπου και αποκτά κάποια βασικά σχεδιαστικά χαρακτηριστικά. Στην συνέχεια διαμορφώνεται σε ειδικές πρέσες και αποκτά ένα αρχικό σχήμα, ενώ ακολούθως περνά στη διαδικασία της συγκόλλησης. Τελικό στάδιο επεξεργασίας της λαμαρίνας είναι η βαφή. Από τα ίδια στάδια παραγωγής περνάει και το κέλυφος της εργαλειοθήκης αλλά και τα συρτάρια.

Κάθε εξάρτημα της εργαλειοθήκης ακολουθεί μία ξεχωριστεί πορεία μέσα στην παραγωγική διαδικασία, ανάλογα με το είδος του. Παραδείγματος χάρη τα συρτάρια της εργαλειοθήκης διέρχονται πρώτα από ένα αυτόματο κοπτικό μηχάνημα, στη συνέχεια μεταφέρονται σε ένα χειροκίνητο σύστημα διαμόρφωσης και τέλος περνάνε από ένα ρομποτικό σύστημα συγκόλλησης. Αντίστοιχα, οι παράπλευρες επιφάνειες της εργαλειοθήκης, αφού κοπούν από το αυτόματο μηχάνημα κοπής, διέρχονται από ένα ρομποτικό σύστημα διαμόρφωσης και τέλος συγκολλούνται στις πόντες, οι οποίες είναι συγκολλητικά μηχανήματα ελεγχόμενα από άνθρωπο. Τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, από τα οποία διέρχονται όλα ανεξαρτήτως τα εξαρτήματα είναι ο φούρνος και η βαφή.

Στο Σχήμα 4.1 παρουσιάζεται ένα αναλυτικό σχεδιάγραμμα της παραγωγικής διαδικασίας. Η ιδιομορφία του σχεδιαγράμματος έγκειται στο ότι αναπαριστά τα μηχανήματα στην πραγματική τους θέση στο χώρο. Επίσης στο σχεδιάγραμμα αυτό παρουσιάζονται κάποιες ποσοστιαίες μονάδες. Τα ποσοστά αυτά αντιπροσωπεύουν την ανά βάρος κατανομή της παραγωγικής διαδικασίας, δηλαδή τί βάρος λαμαρίνας στο σύνολο της παραγωγής διέρχεται από κάθε μηχάνημα κατ' εκτίμηση.



Σχήμα 4.1: Παραγωγική διαδικασία επεξεργασίας λαμαρίνας για την κατασκευής εργαλειοθηκών

4.2 ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.2.1 Ύψος παραγωγής

Η βιομηχανία Victoria A.E, ως βασικό προϊόν εμπορεύεται τις εργαλειοθήκες, καθώς και τα απαραίτητα για την κατασκευή τους υποστηρικτικά κομμάτια εξοπλισμού. Δεδομένου ότι η εταιρεία διαθέτει τα προϊόντα της στη χοντρική, εξαρτάται άμεσα από τη διεκπεραίωση διαφορετικών παραγγελιών κάθε φορά, με αποτέλεσμα να μην κατασκευάζεται ένας τύπος εργαλειοθήκης μόνο, αλλά περισσότεροι.

Παρά τις διαφοροποιήσεις όμως, όλοι οι διαφορετικοί τύποι εργαλειοθήκης βασίζονται στα ίδια γενικά χαρακτηριστικά. Η διαφοροποίηση έγκειται κυρίως στη σχεδιαστική κομψότητα και σε κάποιες μικρολειτουργίες, όπως αριθμός συρταριών, κεντρικό κλείδωμα, χρώμα, χερούλια κ.ο.κ. Καθώς δεν ήταν εύκολο να πραγματοποιηθεί συλλογή

δεδομένων παραγωγής για κάθε διαφορετικό τύπο εργαλειοθήκης, κρίθηκε αναγκαίο να γίνει ομαδοποίηση των διαφορετικών ποσοτήτων των εργαλειοθηκών.

Στο παραπάνω πλαίσιο λήφθηκαν από την επιχείρηση δεδομένα παραγωγής για τα έτη 2005 και 2006, για το σύνολο των εργαλειοθηκών που παρήχθησαν τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν προέκυψε μια μέση τιμή βάρους της «πρότυπης» εργαλειοθήκης, που είναι 40 kg. Με βάση την πρότυπη αυτή τιμή βάρους της εργαλειοθήκης, έγινε ο υπολογισμός των παραγόμενων τεμαχίων ανά μήνα. Το υπολογιζόμενο ύψος της παραγωγής παρατίθεται στους Πίνακες 4.1 και 4.2 για τα έτη 2005 και 2006 αντίστοιχα.

Πίνακας 4.1 : Ύψος παραγωγής 2005

2005			
Μήνας	**Τεμάχια**	**Ά ύλη**	**Απορριπτέα μάζα (φύρα)**
		(tn)	**(tn)**
Ιανουάριος	1.102	52,01	7,93
Φεβρουάριος	1.478	80,25	12,24
Μάρτιος	1.655	78,09	11,91
Απρίλιος	1.464	69,08	10,54
Μάιος	966	45,60	6,96
Ιούνιος	1.571	74,13	11,31
Ιούλιος	992	46,80	7,14
Αύγουστος	545	25,73	3,92
Σεπτέμβριος	1.858	87,70	13,38
Οκτώβριος	1.831	86,42	13,18
Νοέμβριος	1.760	83,05	12,67
Δεκέμβριος	1.533	72,35	11,04
Σύνολο	**16.974**	**801,18**	**122,21**

Πίνακας 4.2 : Ύψος παραγωγής 2006

2006			
Μήνας	**Τεμάχια**	**Ά ύλη**	**Απορριπτέα μάζα (φύρα)**
		(tn)	**(tn)**
Ιανουάριος	1.859	87,74	13,38
Φεβρουάριος	1.750	82,60	12,60
Μάρτιος	2.104	99,29	15,15
Απρίλιος	1.312	61,89	9,44
Μάιος	1.895	89,45	13,65
Ιούνιος	1.407	66,38	10,13

Ιούλιος	887	41,88	6,39
Αύγουστος	1.358	64,07	9,77
Σεπτέμβριος	2.315	109,26	16,67
Οκτώβριος	2.548	120,26	18,35
Νοέμβριος	2.929	138,22	21,09
Δεκέμβριος	1.983	93,59	14,28
Σύνολο	**22.344**	**1.054,64**	**160,88**

Από τον παραπάνω πίνακα παρατηρείται μια έντονη αύξηση της παραγωγής για το 2006.

Ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την οικονομική αποδοτικότητα της επιχείρησης είναι οι απώλειες σε α' ύλη. Είναι γεγονός ότι όσο πιο αυτοματοποιημένη είναι η παραγωγή τόσο περισσότερο είναι συνήθως το ποσοστό των απωλειών σε α' ύλη. Αυτό οφείλεται στο ότι το κοπτικό μηχάνημα δεν μπορεί πάντα να εκμεταλλευτεί στο μέγιστο την επιφάνεια του μεταλλικού ελάσματος (λαμαρίνα), καθότι είναι προγραμματισμένο να κόβει συγκεκριμένο κάθε φορά σχήμα πάνω στο έλασμα, με αποτέλεσμα το υπόλοιπο να είναι τις περισσότερες φορές άχρηστο. Γνωρίζοντας τον μηνιαίο όγκο παραγωγής σε μονάδες βάρους, καθώς επίσης ότι κάθε χρόνο πετιέται περίπου το 18% της εισαγόμενης λαμαρίνας κατά βάρος, μπορεί να γίνει μία εκτίμηση για την σπατάλη α' ύλης ανηγμένη σε μηνιαία βάση. Ακολουθεί ο αντίστοιχος πίνακας (4.3), όπου καταγράφεται η χρησιμοποιούμενη α' ύλη και τα παραγόμενα τεμάχια για τα δύο έτη :

Πίνακας 4.3 : Ανάλωση α' ύλης ανά τεμάχιο

	2005		2006	
	Α΄ ύλη (kg)	**Τεμάχια**	**Α΄ ύλη (kg)**	**Τεμάχια**
Σύνολα	801.179,8	16.974	1.054.643,88	22.344
Ανάλωση Α΄ ύλης (kg) ανά τεμάχιο	**47,20**		**47,20**	

Δεδομένου ότι ο μέσος όρος βάρους μίας εργαλειοθήκης θεωρήθηκε 40 kg, είναι προφανές ότι παραπάνω από 7 kg λαμαρίνας απορρίπτονται ως φύρα για την παρασκευή ενός τεμαχίου εργαλειοθήκης.

4.2.2 Χρήση ενέργειας στη βιομηχανική μονάδα

Η παραγωγική διαδικασία περιλαμβάνει , όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως , αρκετά στάδια κατεργασίας των ελασμάτων σιδήρου, ώστε να προκύψει ως τελικό προϊόν η εργαλειοθήκη. Για την περάτωση όλων αυτών των λειτουργιών της βιομηχανικής μονάδας, χρησιμοποιούνται δύο μορφές ενέργειας , και συγκεκριμένα :

- Ηλεκτρική ενέργεια (η βιομηχανική μονάδα είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο μέσης τάσης της Δ.Ε.Η. και διαθέτει υποσταθμούς υποβιβασμού της τάσης, από τη μέση τάση στη χαμηλή)
- Θερμική ενέργεια, που προέρχεται από την καύση προπανίου.

Συγκεκριμένα η ηλεκτρική ενέργεια καταναλίσκεται στα ακόλουθα τμήματα του εξοπλισμού :

- Στα κοπτικά μηχανήματα trumpf1 και trumpf2.
- Στην αυτόματη συγκολλητική μηχανή καθώς επίσης και στις χειροκίνητες (πόντες)
- Στην αυτόματη και στη χειροκίνητη μηχανή διαμόρφωσης.
- Στις πρέσσες.
- Στα συστήματα κίνησης του εργοστασίου, ταινιολωρίδες , αντλίες συμπίεσης και ψεκασμού.
- Στον φωτισμό των χώρων εργασίας, στα γραφεία διοίκησης και στους εξωτερικούς χώρους κατά τις νυκτερινές ώρες.
- Στον κλιματισμό ορισμένων χώρων.
- Σε λοιπές λειτουργίες, όπως είναι η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών, φωτοαντιγραφικών μηχανημάτων κ.ο.κ.

Αντίστοιχα η χρήση της θερμικής ενέργειας περιορίζεται στις εγκαταστάσεις του φούρνου. Εκεί από την καύση του προπανίου παράγεται θερμική ενέργεια η οποία συντελεί στο στέγνωμα του χρώματος βαφής.

4.2.3 Ενεργειακή κατανάλωση

4.2.3.1 Ετήσια ενεργειακά μεγέθη

Τα στοιχεία για την κατανάλωση και το κόστος της ενέργειας αναφέρονται στα έτη 2005 και 2006.

Για την ηλεκτρική και τη θερμική ενέργεια υπάρχει αναλυτική μηνιαία καταγραφή της κατανάλωσης και του κόστους, όπως προκύπτει από τα τιμολόγια της Δ.Ε.Η και τα τιμολόγια της Shell Gas αντίστοιχα.

Επειδή οι καταναλώσεις του ηλεκτρικού ρεύματος αναγράφονται στα τιμολόγια σε kWh, ενώ για τις καταναλώσεις του προπανίου, είναι γνωστό το ύψος της προμηθευόμενης μάζας, είναι απαραίτητο τα μεγέθη αυτά να αναχθούν σε κοινή βάση. Η κοινή αυτή βάση είναι ο τόνος ισοδυνάμου πετρελαίου (ΤΙΠ ή toe <tone of oil equivalent >).

Για την ηλεκτρική ενέργεια ισχύει: $1kWh = 86 \cdot 10^{-6}$ ΤΙΠ, ενώ για τη θερμική: $1kg(\pi\rho o\pi\alpha\nu\acute{\iota}o\upsilon) = 50.350kJ$ και $1kJ = 2,3889 \cdot 10^{-8}$ ΤΙΠ.

Συνεπώς $1kg(\pi\rho o\pi\alpha\nu\acute{\iota}o\upsilon) = 1,2028 \cdot 10^{-3}$ ΤΙΠ. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα συμπληρώνονται οι πίνακες που ακολουθούν.

Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση (για τα έτη 2005, 2006), το κόστος της ενέργειας καθώς και τα μέσα ειδικά κόστη καταγράφονται στον Πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4 : Ετήσιες καταναλώσεις , κόστη και μέσα ειδικά κόστη

	Μορφή ενέργειας	Κατανάλωση ενέργειας (kWh ή kg)	Κατανάλωση ενέργειας (GJ)	Κατανάλωση ενέργειας (ΤΙΠ)	Κόστος ενέργειας (€)	Μέσο ειδικό κόστος (€/kWh ή €/kg)	Μέσο ειδικό κόστος (€/toe)
2005	Ηλεκτρική	305.600,00	1.215,72	29,04	19.754,48	0,065	680,20
	Προπάνιο	27.725	1.395,95	33,35	17.741,67	0,640	532,02
	Σύνολο	**-----**	**2.611,67**	**62,39**	**37.483,63**	-----	**1.212,22**
2006	Ηλεκτρική	484.800,00	1.745,28	41,69	29.665,97	0,061	711,54
	Προπάνιο	26.726	1.441,28	34,43	21.791,03	0,815	632,89
	Σύνολο	**-----**	**3.186,56**	**76,12**	**51.457,00**	**-----**	**1.410,59**

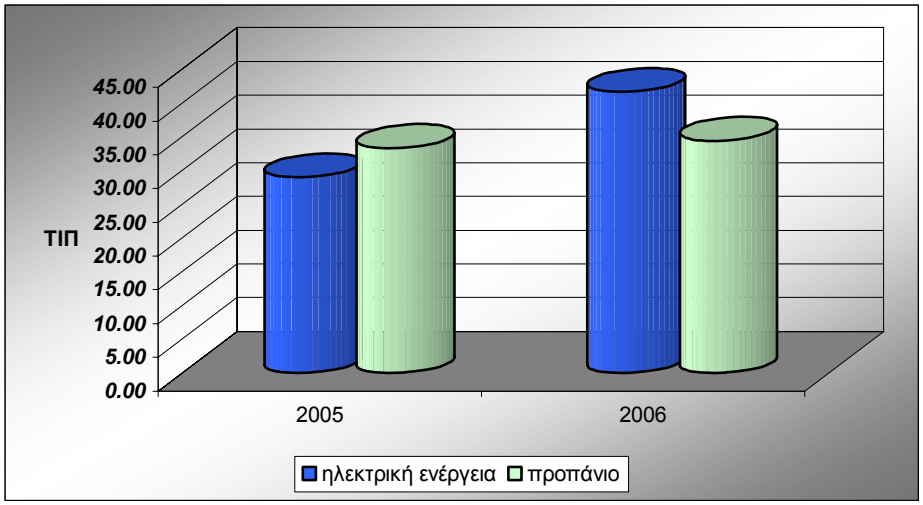
Αντίστοιχα στον Πίνακα 4.5 παρουσιάζεται το κόστος ενέργειας ανά τεμάχιο.

Πίνακας 4.5: Ειδικό κόστος ενέργειας

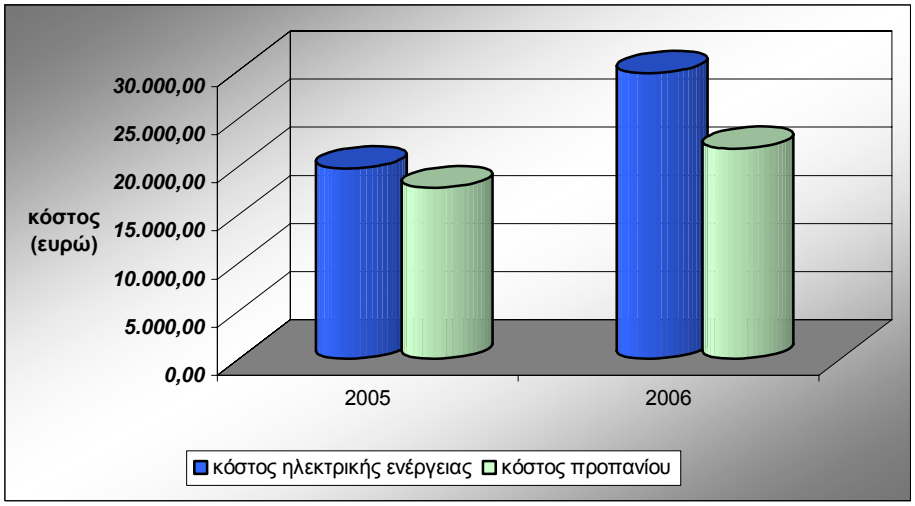
	Τεμάχια	Κατανάλωση ενέργειας (ΤΙΠ ή toe)	Κόστος ενέργειας (€)	Κόστος ενέργειας(€) / τεμάχιο
2005	16.974	62,39	37.483,63	**2,24**
2006	22.344	76,12	51.457,00	**2,36**

Από τον Πίνακα 4.5 προκύπτει ότι το 2006 το κόστος ενέργειας/τεμάχιο αυξήθηκε. Αυτό οφείλεται κυρίως στην αύξηση των τιμών του ηλεκτρικού ρεύματος και της τιμής του προπανίου.

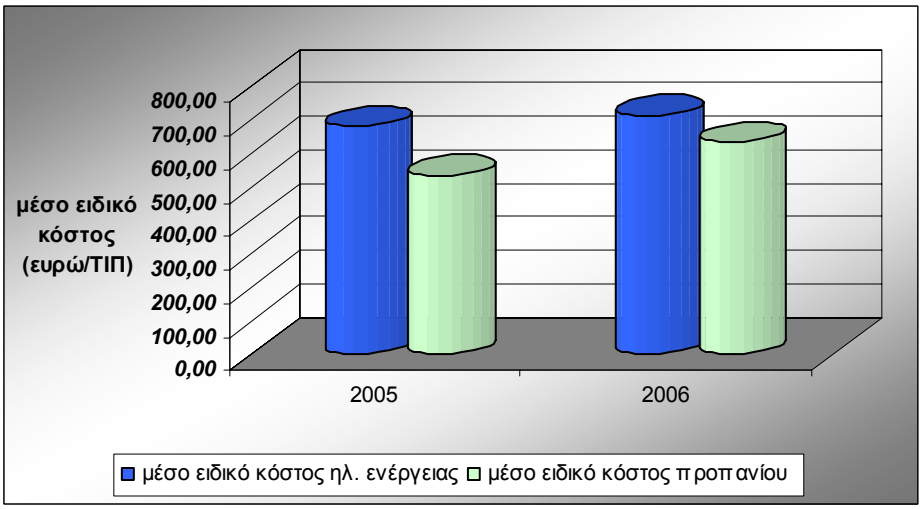
Οι διακυμάνσεις στην κατανάλωση, στο κόστος και στο μέσο ειδικό κόστος της ενέργειας για τα έτη 2005-2006 αποτυπώνονται στα Σχήματα 4.2, 4.3 και 4.4 αντίστοιχα.



Σχήμα 4.2 : Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας 2005-2006.

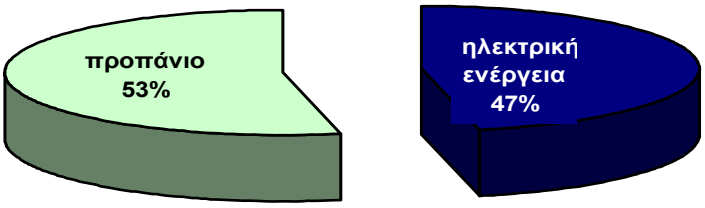


Σχήμα 4.3 : Κόστος ενέργειας 2005-2006.

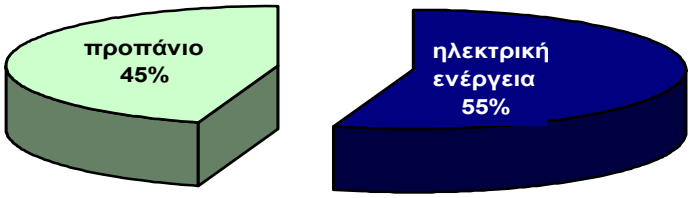


Σχήμα 4.4 : Μέσο ειδικό κόστος ενέργειας 2005-2006.

Ο επιμερισμός της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στις μορφές στις οποίες αυτή χρησιμοποιείται για τα έτη 2005 και 2006 παρουσιάζεται στα Σχήματα 4.5 και 4.6.

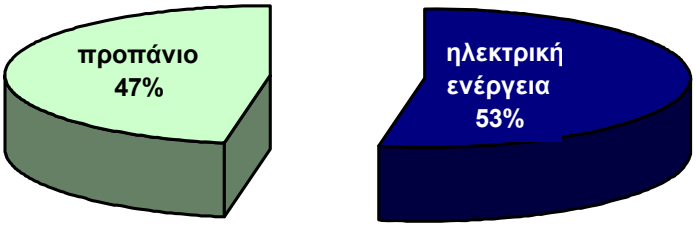


Σχήμα 4.5: Κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας για το 2005

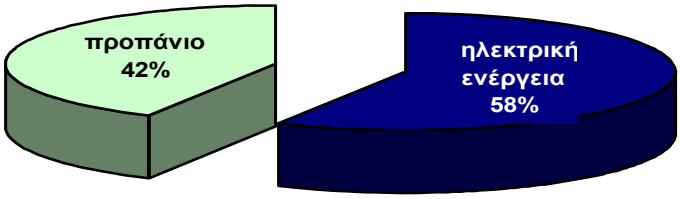


Σχήμα 4.6: Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας για το 2006

Στη συνέχεια ακολουθούν τα διαγράμματα 4.7 και 4.8 στα οποία παρουσιάζεται η κατανομή του κόστους της ενέργειας για τα έτη 2005-2006 αντίστοιχα .



Σχήμα 4.7: Κατανομή κόστους ενέργειας για το 2005



Σχήμα 4.8: Κατανομή κόστους ενέργειας για το 2006

4.2.3.2 Μηνιαία ενεργειακά μεγέθη

Στους πίνακες που ακολουθούν καταγράφονται αναλυτικά οι μηνιαίες καταναλώσεις προπανίου και ρεύματος ανηγμένα σε ΤΙΠ. Όλα αυτά τα δεδομένα προέκυψαν από αντίστοιχα τιμολόγια .

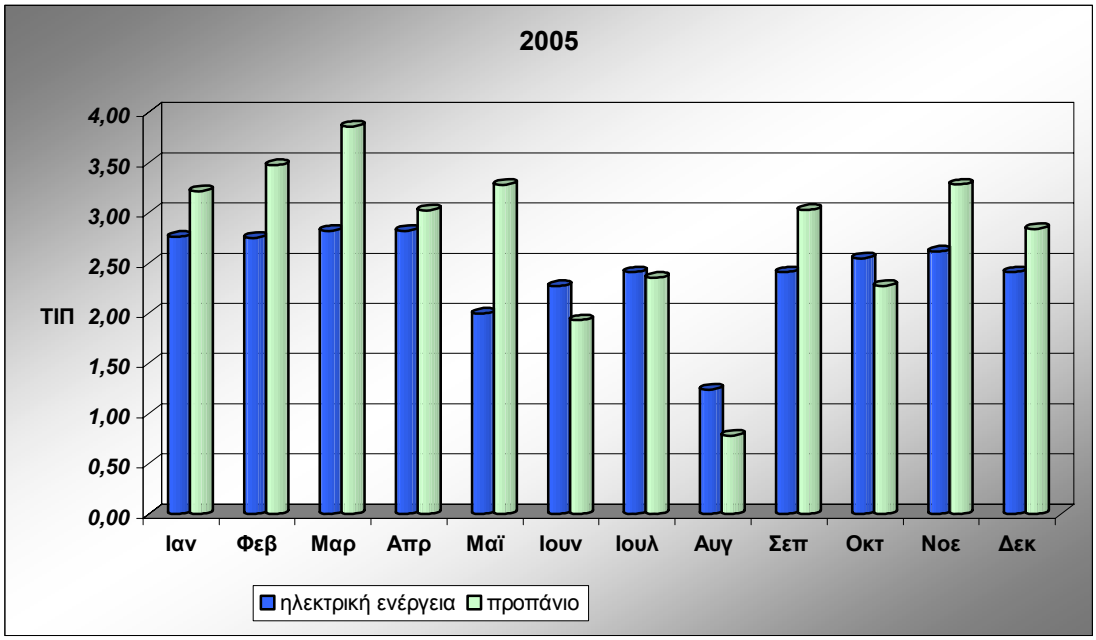
Πίνακας 4.6: Μηνιαίες καταναλώσεις και κόστη ενέργειας για το 2005

2005				
Μήνας	**Ηλεκτρική ενέργεια (ΤΙΠ ή toe)**	**Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (€)**	**Προπάνιο (ΤΙΠ ή toe)**	**Κόστος προπανίου (€)**
Ιανουάριος	2,76	1.862,76	3,22	1.569,16
Φεβρουάριος	2,75	1.856,96	3,47	1.725,60
Μάρτιος	2,82	1.903,38	3,86	2.018,77
Απρίλιος	2,82	1.903,38	3,02	1.579,04
Μάιος	2,00	1.346,30	3,28	1.643,35
Ιούνιος	2,27	1.531,99	1,93	963,16
Ιούλιος	2,41	1.624,84	2,35	1.194,92
Αύγουστος	1,24	835,63	0,78	409,00
Σεπτέμβριος	2,41	1.664,04	3,03	1.674,38
Οκτώβριος	2,55	1.717,69	2,27	1.371,23
Νοέμβριος	2,61	1.825,82	3,28	1.889,83
Δεκέμβριος	2,41	1.681,68	2,84	1.703,24
Σύνολο	**29,04**	**19.754,48**	**33,35**	**17.741,67**

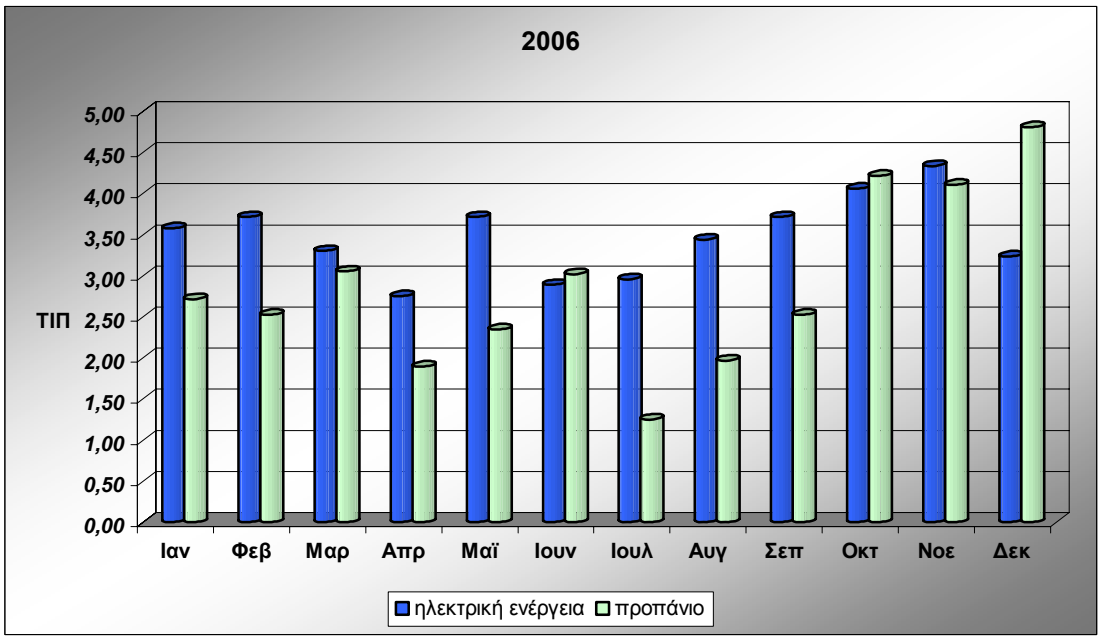
Πίνακας 4.7: Μηνιαίες καταναλώσεις και κόστη ενέργειας για το 2006

2006				
Μήνας	**Ηλεκτρική ενέργεια (ΤΙΠ ή toe)**	**Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (€)**	**Προπάνιο (ΤΙΠ ή toe)**	**Κόστος προπανίου (€)**
Ιανουάριος	3,58	2.498,50	2,71	3.445,65
Φεβρουάριος	3,72	2.594,59	2,52	1.735,93
Μάρτιος	3,30	2.306,30	3,05	1.937,47
Απρίλιος	2,75	1.921,92	1,90	1.150,67
Μάιος	3,72	2.594,59	2,35	1.421,00
Ιούνιος	2,89	2.018,02	3,02	1.899,41
Ιούλιος	2,96	2.066,06	1,25	787,45
Αύγουστος	3,44	2.469,60	1,97	1.234,73
Σεπτέμβριος	3,72	2.711,23	2,53	1.572,00
Οκτώβριος	4,06	2.962,27	4,22	2.504,25
Νοέμβριος	4,33	3.163,10	4,11	2.497,68
Δεκέμβριος	3,23	2.359,78	4,81	1.604,80
Σύνολο	**41,69**	**29.665,97**	**34,43**	**21.791,03**

Οι τιμές των προηγούμενων πινάκων παρουσιάζονται πιο παραστατικά στα επόμενα διαγράμματα.

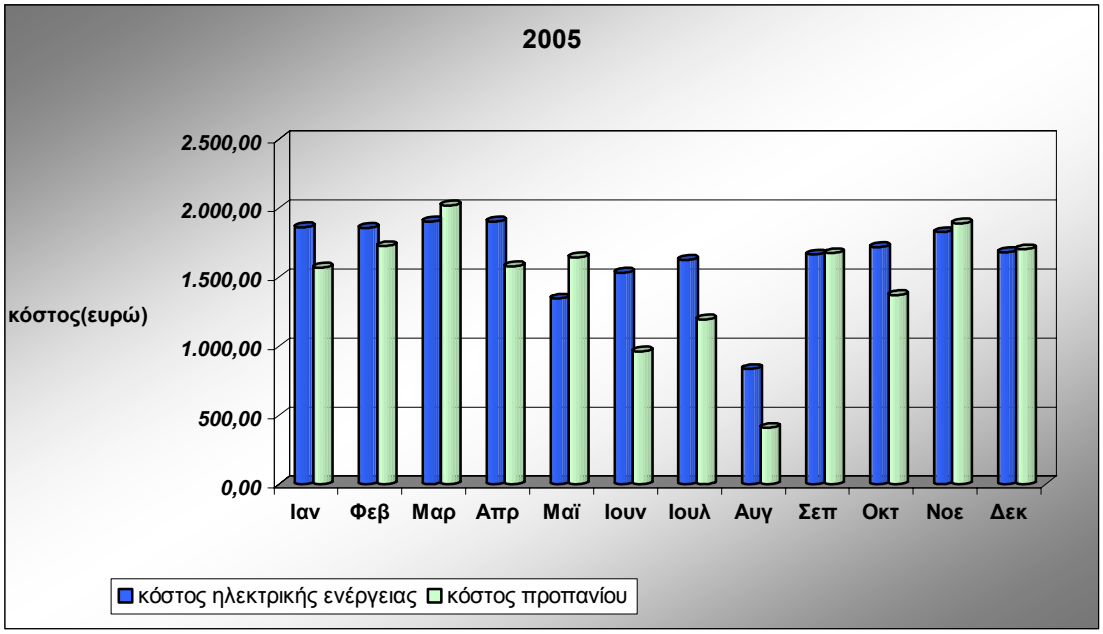


Σχήμα 4.9: Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας σε ΤΙΠ για το 2005

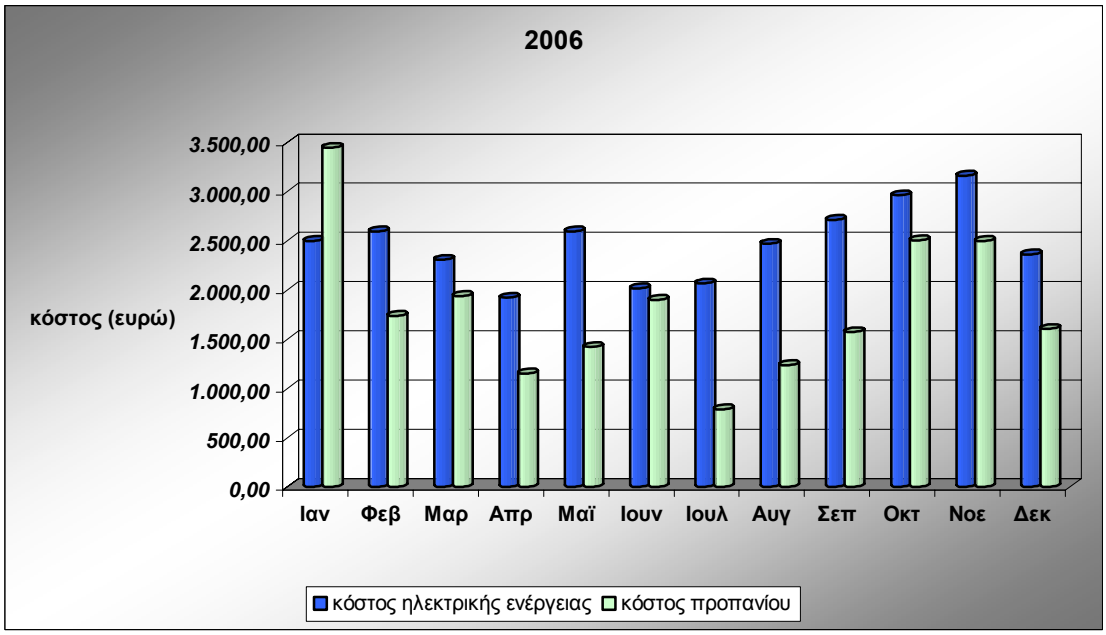


Σχήμα 4.10: Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας σε ΤΙΠ για το 2006

Όπως παρατηρείται από τα παραπάνω διαγράμματα η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και προπανίου είναι μειωμένη κατά τους θερινούς μήνες. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι οι καλοκαιρινοί μήνες συνοδεύονται από μείωση της παραγωγικής διαδικασίας.



Σχήμα 4.11 : Μηνιαίο κόστος ενέργειας για το 2005.

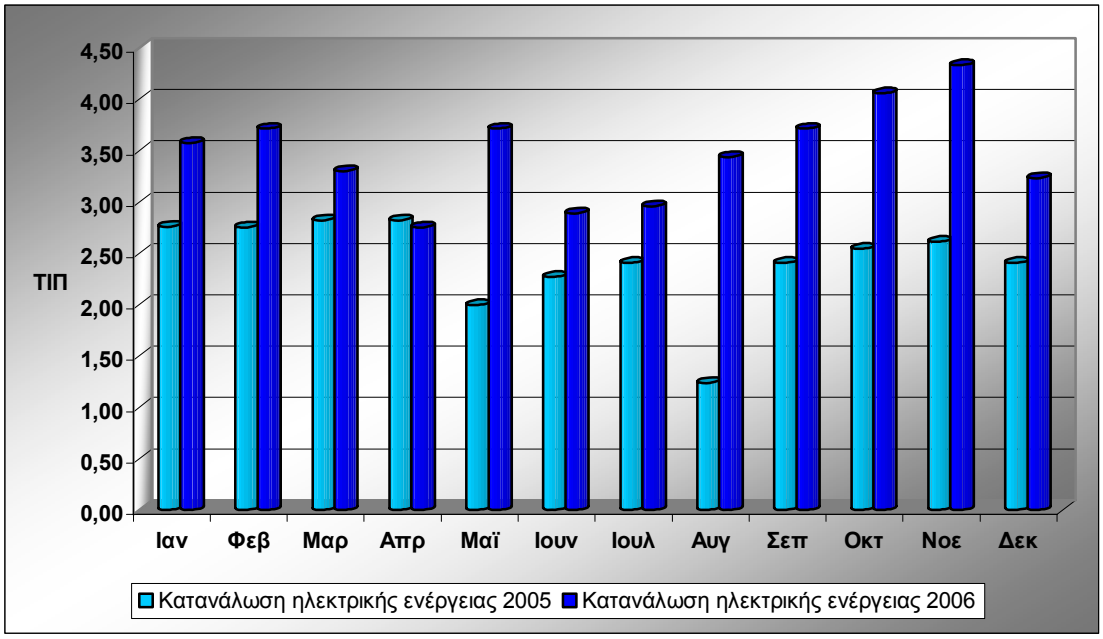


Σχήμα 4.12 : Μηνιαίο κόστος ενέργειας για το 2006.

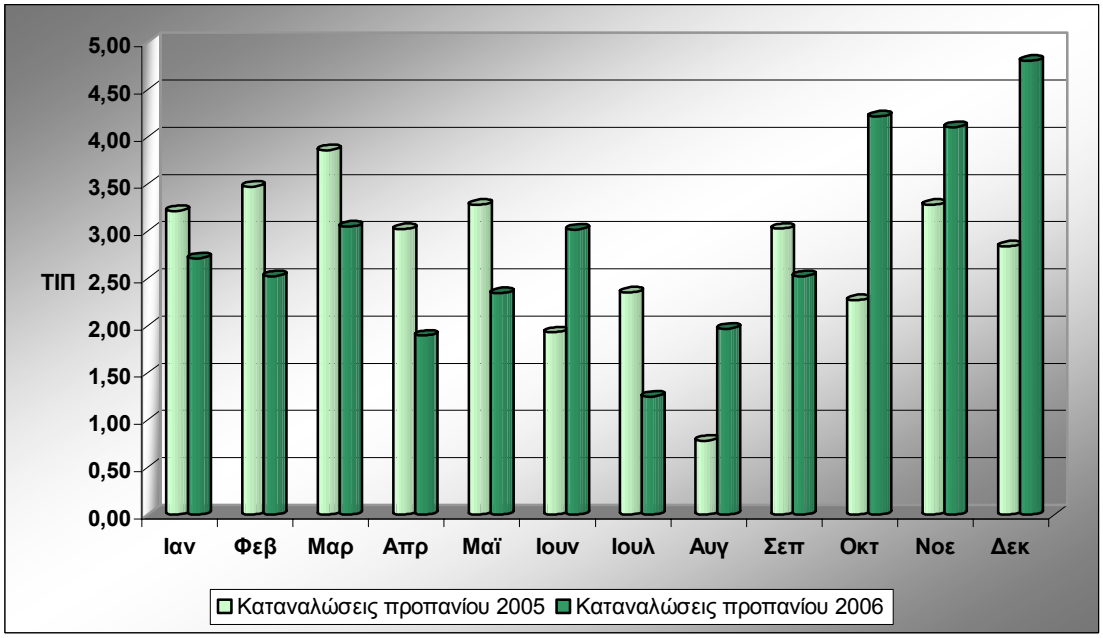
Η αύξηση του κόστους του προπανίου παρόλη τη διατήρηση της κατανάλωσης του σε σταθερά επίπεδα, οφείλεται στη μεγάλη αύξηση της τιμής του. Το αυξημένο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας, οφείλεται κυρίως στην αύξηση της καταναλισκόμενης ποσότητας και εν μέρη στην μικρή αύξηση της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Για να αποδοθεί με μεγαλύτερη σαφήνεια και να υπάρξει ευκολότερη σύγκριση μεταξύ των ενεργειακών καταναλώσεων για τα έτη 2005 – 2006, είναι χρήσιμο να παρασταθούν

τα προς μελέτη μεγέθη σε ένα διάγραμμα. Στα Σχήματα 4.13 και 4.14 που ακολουθούν απεικονίζονται αντίστοιχα για τα έτη 2005 - 2006 οι καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας και προπανίου. Από τα σχήματα αυτά είναι εμφανές το προηγούμενο συμπέρασμα μείωσης της κατανάλωσης προπανίου και αύξησης ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας.



Σχήμα 4.13: Ενεργειακές ηλεκτρικές καταναλώσεις για το 2005-2006.



Σχήμα 4.14: Ενεργειακές καταναλώσεις προπανίου για το 2005-2006.

Από τα σχήματα που προηγούνται (4.13,4.14) παρατηρείται αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας το 2006 έναντι του 2005 και σχεδόν σταθερή κατανάλωση

προπανίου. Κατόπιν συνενόησης με τους υπευθύνους της εταιρείας προέκυψε ότι η διατήρηση της κατανάλωσης προπανίου σε σταθερά επίπεδα, παρόλη την αύξηση της παραγωγής, οφείλεται στη γενική συντήρηση που πραγματοποιήθηκε στις διάφορες λειτουργίες του φούρνου καθώς και στον καλύτερο προγραμματισμό της παραγωγής. Εκτός από τον προγραμματισμό της παραγωγής οι υπεύθυνοι τροποποίησαν και τον τρόπο χρήσης του φούρνου. Επειδή είχε παρατηρηθεί μεγάλη κατανάλωση θερμικής ενέργειας κατά την ώρα εκκίνησης του φούρνου, προτιμήθηκε η λειτουργία του φούρνου να περιοριστεί στις τέσσερις ημέρες από δέκα ώρες κάθε μέρα, αντί του προηγούμενου ωραρίου, το οποίο περιελάμβανε οκτώ ώρες λειτουργίας για πέντε ημέρες. Με τις τροποποιήσεις αυτές η ετήσια συνολική καταναλισκούμενη ποσότητα προπανίου διατηρήθηκε σχεδόν σταθερή (33,35 ΤΙΠ του 2005 έναντι 34,43 ΤΙΠ του 2006), παρόλη τη αύξηση της παραγωγής της βιομηχανίας σε ποσοστό της τάξης του 32%. Αντιθέτως, η αύξηση της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας δεν είχε τρόπο να περιοριστεί, καθότι μεγαλύτερη παραγωγή απαιτούσε οπωσδήποτε μεγαλύτερη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας.

4.3 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

4.3.1 Κατανομή ενέργειας ανά χρήση

Η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση μπορεί να βοηθήσει ως ένα βαθμό στον εντοπισμό των δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας για το κτίριο. Δείχνει με μεγάλη ακρίβεια τί ποσοστό της συνολικής ενέργειας καταναλίσκεται σε κάθε τομέα της παραγωγικής διαδικασίας. Βοηθάει έτσι στον εντοπισμό των ενεργοβόρων τμημάτων της επιχείρησης με απώτερο στόχο την μείωση της σπατάλης σε κάθε τμήμα .

4.3.1.1 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία

Στην παραγωγική διαδικασία καταναλώνεται το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας και γι' αυτό μελετάται χωριστά από την κατανάλωση των γραφείων, η οποία και αναλύεται σε επόμενη παράγραφο.

Η κατανομή της ενέργειας ανά χρήση θα γίνει με την εύλογη προϋπόθεση ότι η ενέργεια που σπαταλάται σε κάθε μηχάνημα είναι ανάλογη της ισχύς του μηχανήματος και του χρόνου λειτουργίας του. Η κύρια παραγωγική διαδικασία συντελείται από τις εξής μηχανές :

- Αυτόματο κοπτικό μηχάνημα (trumpf 1) 25 HP.
- Χειροκίνητο κοπτικό μηχάνημα (trumpf 2) 17 HP.
- Χειροκίνητη μηχανή διαμόρφωσης (trumfband V855)15 HP.
- Αυτόματη μηχανή διαμόρφωσης (Salvagnini) 50 HP.
- Ρομποτικό σύστημα συγκόλλησης (πόντα CNC-Schlatter) 80 KVA.

- 4 χειροκίνητες πρέσσες των 10 HP η κάθε μία.
- 6 χειροκίνητες μηχανές συγκόλλησης (πόντες) των 20 KVA η κάθε μία.
- Γερανογέφυρα μεταφοράς συσκευασμένων ελασμάτων λαμαρίνας 10 HP.

Η περίπτωση του φούρνου-βαφείου είναι αρκετά ιδιόμορφη και χρήζει αναλυτικής μελέτης. Η κατανάλωση του προπανίου γίνεται αποκλειστικά και μόνο στο φούρνο. Αυτό σημαίνει πως γνωρίζοντας τις μηνιαίες καταναλώσεις προπανίου (Πίνακες 4.6, 4.7) είναι γνωστή ουσιαστικά η κατανάλωση θερμικής ενέργειας που συντελείται σε αυτόν. Όμως δεν πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός ότι η λειτουργία του φούρνου απαιτεί και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα χρειάζονται για την γραμμή απολίπανσης δύο αντλίες, οι οποίες μεταφέρουν και ρίχνουν το ήδη καυτό νερό με μεγάλη πίεση στις επιφάνειες των εργαλειοθηκών πριν αυτές περάσουν στη διαδικασία της βαφής. Η απολύμανση αυτή συμβάλλει στην καλύτερη προσκόλληση της χρωματικής ουσίας στις μεταλλικές επιφάνειες. Επίσης χρησιμοποιείται ένα κομπρεσέρ πεπιεσμένου αέρα, για την εκτόξευση του χρώματος. Επομένως στην προηγούμενη λίστα πρέπει να προστεθούν :

- Δύο αντλίες συνολικής ισχύος 26,5 HP.
- Ένα κομπρεσέρ ισχύος 20 HP.

Γνωρίζοντας ότι 1 HP = 746 W προκύπτει ο εξής πίνακας :

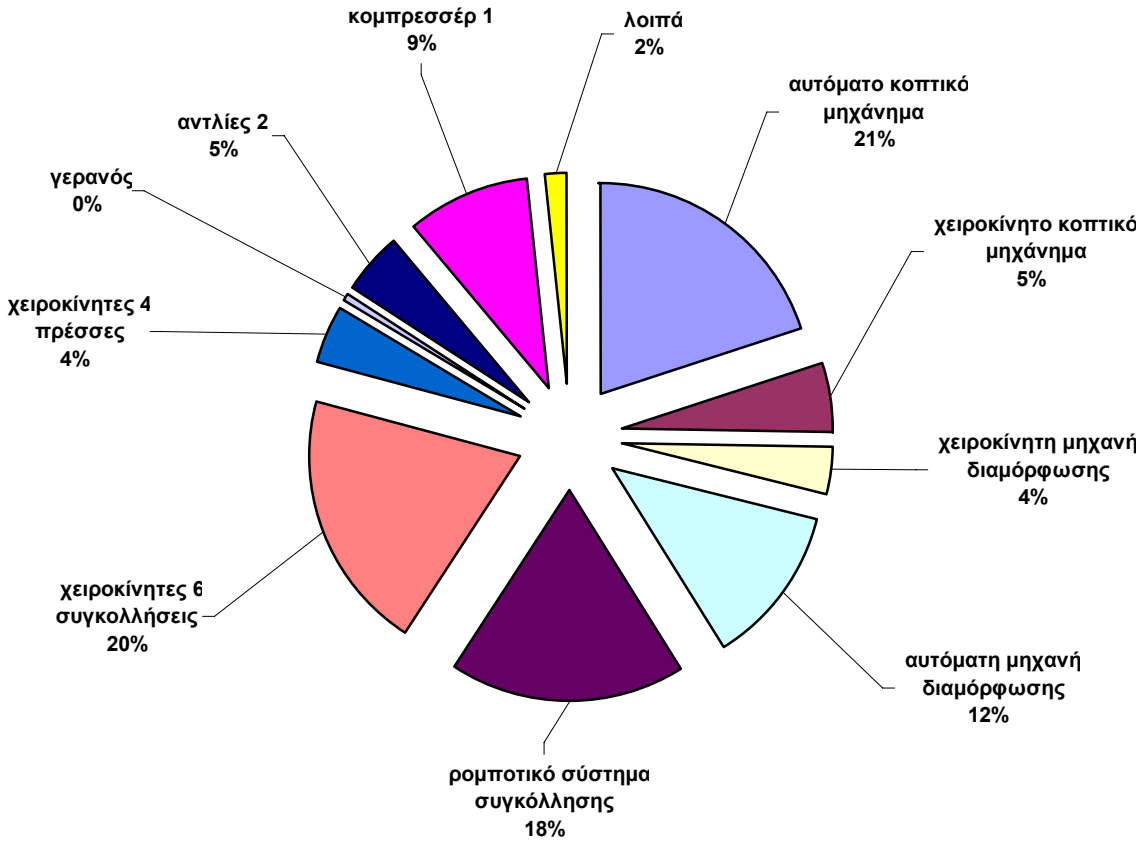
Πίνακας 4.8: Ενέργεια και χρόνος λειτουργίας για κάθε μηχανή της παραγωγικής διαδικασίας.

Μηχανή	Ονομαστική Ισχύς (kW)	Ισχύς λειτουργίας (Kw)	Ώρες λειτουργίας (h)/μέρα	KWh/μήνα	kWh / χρόνο
Αυτόματη κοπτική μηχανή (trumpf 1)	18,7	15,9	24	8.370,12	92.071,32
Χειροκίνητη κοπτική μηχανή (trumpf 2)	12,7	10,8	10	2.155,94	23.715,34
Χειροκίνητη μηχανή διαμόρφωσης (trumfband V855)	11,2	9,5	8	1.521,84	16.740,24
Αυτόματη μηχανή διαμόρφωσης (Salvagnini)	37,3	31,7	8	5.072,80	55.800,80

Ρομποτικό σύστημα συγκόλλησης (πόντα CNC -SCHLATTER)	55,1	46,8	8	7.490,04	82.390,39
4 χειροκίνητες πρέσσες	82,6	70,2	6	8.426,29	92.689,19
6 χειροκίνητες μηχανές συγκόλλησης	27,5	23,4	4	1.872,51	20.597,60
Γερανογέφυρα μεταφοράς	7,5	6,3	1	126,82	1.395,02
2 αντλίες νερού	19,8	16,8	6	2.016,44	22.180,82
1 κομπρεσέρ	58,2	49,5	4	3.956,78	43.524,62
Λοιπά		3,4		680,00	7.480,00
Σύνολο	**334,5**	**284,3**		**41.689,58**	**458.585,33**

Πρέπει να αναφερθεί η παραδοχή ότι κάθε τμήμα του εξοπλισμού δε λειτουργεί στην ονομαστική ισχύ του. Για το λόγο αυτό θεωρείται ότι η ισχύς λειτουργίας ανέρχεται στο 85% της ονομαστικής ισχύος. Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που υπολογίζεται με αυτόν τον τρόπο, ταυτίζεται με την κατανάλωση που αναφέρεται στα τιμολόγια της Δ.Ε.Η. για το 2006. Στη χαμηλότερη κατανάλωση του 2005, θεωρείται ότι τα τμήματα του εξοπλισμού συμμετέχουν με την ίδια αναλογία που υπολογίστηκε για το 2006. Η χαμηλότερη κατανάλωση οφείλεται στο χαμηλότερο ύψος παραγωγής. Σε συμφωνία με τον Πίνακα 4.8, παρουσιάζεται σχηματικά η κατανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία στο Σχήμα 4.15.

Οι λοιπές καταναλώσεις αφορούν κυρίως καταναλώσεις που είναι δύσκολο να υπολογιστούν καθώς και κάποιες απώλειες που είναι φυσικό να υπάρχουν.



Σχήμα 4.15: Κατανομή ηλεκτρικής ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία.

4.3.1.2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό

Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό προκύπτει από την καταμέτρηση των φωτιστικών σωμάτων και της ισχύος τους σε κάθε χώρο του κτιρίου, εσωτερικά και εξωτερικά και από την εκτίμηση των ωρών λειτουργίας τους ετησίως ανάλογα με τη χρήση του χώρου.

Κατανάλωση για φωτισμό υπάρχει τόσο σε χώρους βιομηχανικής παραγωγής όσο και στα γραφεία διεύθυνσης της εταιρείας. Επίσης κατά τη διάρκεια της νύχτας δεν γίνεται χρήση περιμετρικού φωτισμού. Είναι γεγονός ότι στο χώρο παραγωγής υπάρχει μειωμένος φυσικός φωτισμός, με αποτέλεσμα να σπαταλάται ηλεκτρική ενέργεια για τεχνητό φωτισμό και κατά τις πρωινές ώρες.
Ο χώρος της βιομηχανικής παραγωγής χωρίζεται σε κτιριακές ζώνες , οι οποίες στην ουσία λειτουργούν ως ενιαίος χώρος. Ο χωρισμός του κτιρίου σε κτιριακές ζώνες γίνεται προς διευκόλυνση της ενεργειακής επιθεώρησης. Η αρχιτεκτονική δομή του κτιρίου αλλά και ο τρόπος κατανομής των φωτιστικών σωμάτων οδηγούν στο διαχωρισμό του σε τέσσερις κτιριακές ζώνες. Οι δύο πρώτες είναι παλιότερες (ζώνη Α και Β) και εκεί ο φυσικός φωτισμός είναι χειρότερος, αφού δεν έχει γίνει καθαρισμός των γυάλινων επιφανειών. Οι δύο νέες ζώνες (ζώνη Γ και Δ) είναι σαφώς πιο ευήλιες και εκεί τα φώτα κατά τη διάρκεια της μέρας λειτουργούν πιο περιορισμένα. Παρόλα αυτά και στις 4

κτιριακές ζώνες γίνεται σπάταλη χρήση του τεχνητού φωτισμού. Στον επόμενο πίνακα υπολογίζεται αναλυτικά η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω φωτισμού.

Για τον υπολογισμό των kWh/χρόνο θεωρήθηκε ότι η βιομηχανική μονάδα αναλαμβάνει παραγωγική διαδικασία 11 μήνες το χρόνο.

Πίνακας 4.9: Ενέργεια και χρόνος λειτουργίας για τα φωτιστικά σώματα στη βιομηχανία

Τοποθεσία	Πλήθος φωτιστικών σωμάτων	Ισχύς ενός φωτιστικού σώματος (W)	Ώρες λειτουργίας/ημέρα	kWh/μήνα	kWh/χρόνο
Ζώνη Α	10	125	10	275	3.025
Ζώνη Β	8	150	10	264	2.904
	7	125	10	192,5	2.118
Ζώνη Γ	20	125	7	385	4.235
Ζώνη Δ	6	125	7	115,5	1.271
Γραφείο 1	24	18	5	47,52	523
Γραφείο 2	4	40	7	24,64	271
Γραφείο 3	4	40	8	28,16	310
Γραφείο 4	5	40	8	35,2	387
Λογιστήριο	4	40	8	28,16	310
Καμπίνα βαφείου	4	60	10	52,8	581
Λοιπός φωτισμός	15	40	8	105,6	1.162
ΣΥΝΟΛΟ				**1.554,08**	**17.095**

4.3.1.3 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση – ψύξη

Οι θερμικές ανάγκες στα διοικητικά γραφεία καλύπτονται εξ' ολοκλήρου από ηλεκτρική ενέργεια. Χρησιμοποιούνται δηλαδή κλιματιστικές μονάδες το καλοκαίρι οι οποίες ρυθμίζουν την κατάλληλη θερμοκρασία χώρου, ενώ το χειμώνα γίνεται χρήση 4 ηλεκτρικών θερμαντικών σωμάτων 1000W το καθένα.

Έχουν τοποθετηθεί συνολικά 5 κλιματιστικά σώματα στο σύνολο των γραφείων. Στον Πίνακα 4.11 που ακολουθεί φαίνεται η καταναλισκόμενη ενέργεια λόγω χρήσης κλιματιστικών. Για τη μετατροπή των μονάδων από Btu σε kW ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία :

$$1\frac{Btu}{h} = 2,928 \cdot 10^{-4} kW$$

Είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι οι κλιματιστικές μονάδες βρίσκονται σε λειτουργία 3 μήνες το χρόνο.

Πίνακας 4.10: Κατανάλωση ενέργειας λόγω κλιματιστικών σωμάτων για ψύξη το καλοκαίρι

Τοποθεσία	Πλήθος κλιματιστικών σωμάτων	Δυναμικότητα κλιματιστικών (Btu/h)	Ώρες λειτουργίας/ημέρα	kWh/μήνα	kWh/χρόνο
Γραφείο 1	1	12.000	4	309,20	927,59
Γραφείο 2	1	9.000	7	405,82	1.217,46
Γραφείο 3	1	9.000	7	405,82	1.217,46
Γραφείο 4	1	9.000	7	405,82	1.217,46
Λογιστήριο	1	9.000	7	405,82	1.217,46
ΣΥΝΟΛΟ				**1.932,48**	**5.797,44**

Στον επόμενο Πίνακα (4.12) καταγράφεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση κατά τους χειμερινούς μήνες. Οι χειμερινοί μήνες κατά τους οποίους λειτουργούν οι θερμαντικές μονάδες είναι πέντε.

Πίνακας 4.11: Κατανάλωση ενέργειας λόγω θερμαντικών σωμάτων για θέρμανση κατά τους χειμερινούς μήνες

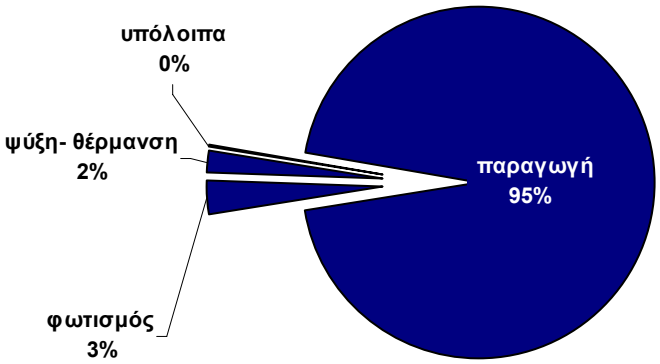
Τοποθεσία	Πλήθος θερμαντικών σωμάτων	Ισχύς θερμαντικών σωμάτων (W)	Ώρες λειτουργίας/ημέρα	kWh/μήνα	kWh/χρόνο
Γραφείο 2	1	1.000	10	220	1.100,00
Γραφείο 3	1	1.000	10	220	1.100,00
Γραφείο 4	1	1.000	10	220	1.100,00
Λογιστήριο	1	1.000	10	220	1.100,00
ΣΥΝΟΛΟ				**880**	**4.400,00**

4.3.1.4 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για λοιπές χρήσεις

Στις λοιπές χρήσεις υπάγονται οι καταναλώσεις λόγω ηλεκτρικών συσκευών χαμηλής κατανάλωσης, όπως είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, φωτοαντιγραφικά μηχανήματα

Η κατανάλωση των συγκεκριμένων χρήσεων δεν ήταν δυνατόν να υπολογιστεί και θεωρείται αμελητέα.

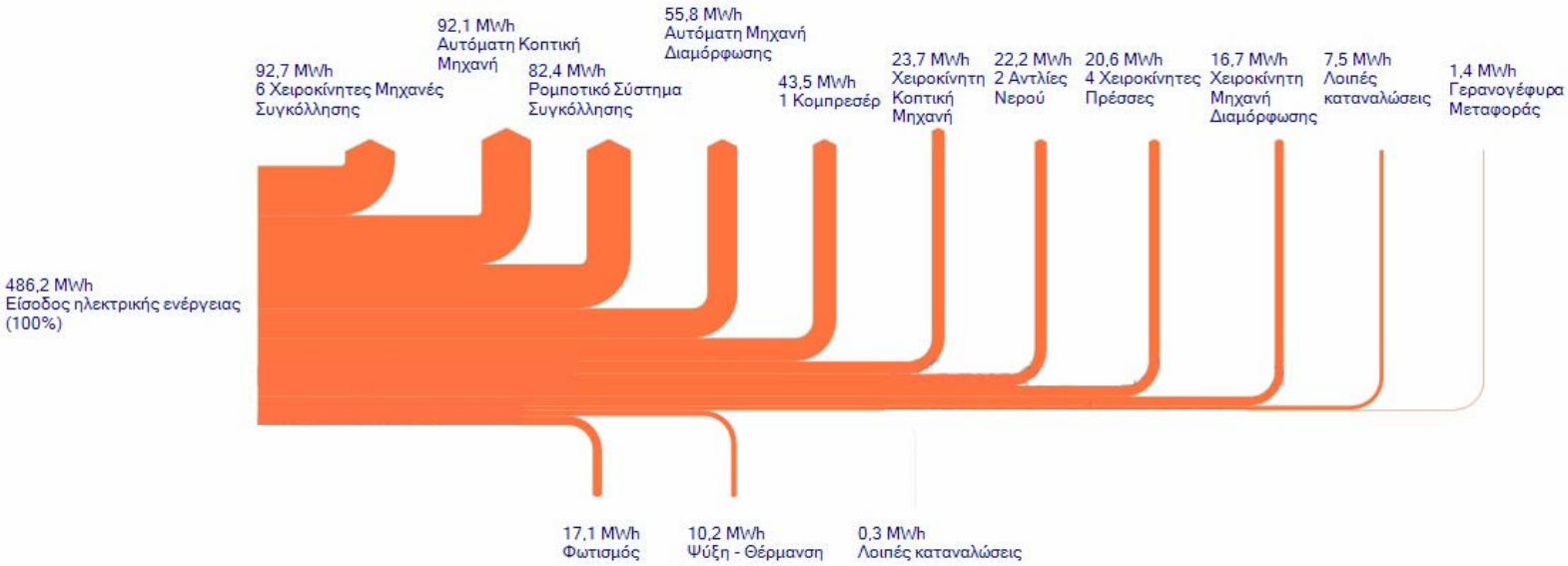
Ακολουθεί κατανομή ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση για ένα ολόκληρο αντιπροσωπευτικό έτος λειτουργίας του εργοστασίου.



Σχήμα 4.16: Κατανομή ετήσιας ηλεκτρικής ενέργειας ανά χρήση στη βιομηχανική μονάδα.

Όπως και ήταν αναμενόμενο η συντριπτική πλειοψηφία της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας οφείλεται στην παραγωγική διαδικασία. Για μία βιομηχανική μονάδα, αυτό είναι απόλυτα κατανοητό.

Ακολουθεί ένα διάγραμμα ροής της ηλεκτρικής ενέργειας, γνωστό με την ονομασία Sankey. Τα διαγράμματα Sankey βοηθάνε στην καλύτερη κατανόηση της κατανομής της ενεργειακής κατανάλωσης.



Σχήμα 4.16: Διάγραμμα Sankey

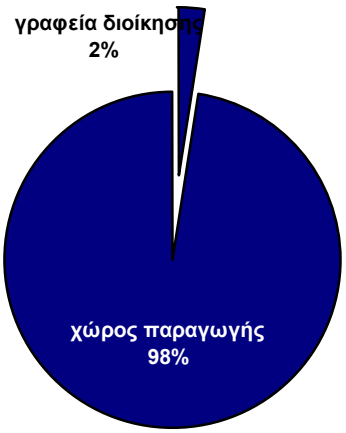
4.3.1.5 Κατανάλωση θερμικής ενέργειας

Η θερμική ενέργεια (προπάνιο) όπως έχει ήδη αναφερθεί χρησιμοποιείται μόνο για τη λειτουργία του φούρνου. Επομένως το 100% καταναλώνεται εκεί.

4.3.2 Κατανομή ηλεκτρικής ενέργειας ανά χώρο

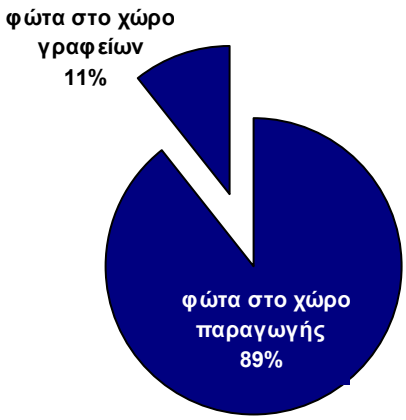
Η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χώρο συμβάλλει στην καλύτερη καταγραφή και εντοπισμό των ενεργειακών πηγών μέσα στο κτίριο, καθώς και στον αποδοτικότερο έλεγχο της ενεργειακής σπατάλης. Δίνει δηλαδή τη δυνατότητα για καλύτερη αξιολόγηση των προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Οι δύο κύριοι χώροι στους οποίους ενδείκνυται να χωριστεί το κτίριο είναι ο χώρος της διοίκησης και ο χώρος της παραγωγής.

Οι καταναλώσεις στο χώρο διοίκησης, αφορούν αποκλειστικά τη θέρμανση και το φωτισμό. Οι καταναλώσεις στο χώρο παραγωγής σχετίζονται εν μέρη με το φωτισμό και κυρίως με τις ενεργειακές ανάγκες των μηχανών. Από προηγούμενη ανάλυση προκύπτει η σύνοψη των ενεργειακών σπαταλών ανά χώρο και έπειτα η απεικόνιση τους σε ένα πιο κατατοπιστικό σχήμα.



Σχήμα 4.17: Κατανομή ειδικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανά χώρο στη βιομηχανική μονάδα.

Στο Σχήμα 4.18 που ακολουθεί φαίνεται ο επιμερισμός της κατανάλωσης ενέργειας για τα φώτα στον χώρο παραγωγής και τα φώτα στον χώρο γραφείων.



Σχήμα 4.18: Κατανομή ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό ανά χώρο στη βιομηχανική μονάδα.

4.3.3 Δείκτες κατανάλωσης ενέργειας

Τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των δεικτών ενεργειακής κατανάλωσης στο υπό μελέτη κτίριο είναι τα στοιχεία που αφορούν τις μέσες καταναλώσεις για τα έτη 2005 και 2006.

Στον Πίνακα 4.12 καταγράφονται τα στοιχεία ενεργειακής κατανάλωσης της βιομηχανικής μονάδας, που αφορούν τα έτη 2005, 2006.

Πίνακας 4.12 : Στοιχεία ενεργειακής κατανάλωσης

Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	35,365 ΤΙΠ
Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας	24.710,225 €
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό	1,47 ΤΙΠ
Κατανάλωση ηλ. Ενέργειας για φωτισμό στο χώρο γραφείων	0,155 ΤΙΠ
Κατανάλωση ηλ. Ενέργειας για φωτισμό στο χώρο παραγωγής	1,216 ΤΙΠ
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη / θέρμανση	0,877 ΤΙΠ
Κατανάλωση προπανίου	33,89 ΤΙΠ
Κόστος προπανίου	19.766,35 €
Συνολική επιφάνεια	4.185 m^2
Επιφάνεια χώρου παραγωγής	4.014,6 m^2
Επιφάνεια θερμαινόμενων χώρων	170,4 m^2
Επιφάνεια κλιματιζόμενων χώρων	170,4 m^2

Η κατανάλωση συνολικής ενέργειας για φωτισμό δεν ισούται με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό στο χώρο γραφείων και για φωτισμό στον χώρο παραγωγής, καθότι υπολείπεται ο λοιπός φωτισμός που αφορά χώρους εξωτερικούς ή χώρους που δεν σχετίζονται άμεσα με την παραγωγή ή τα γραφεία.

Στον Πίνακα 4.13 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης.

Πίνακας 4.13 : Δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης

Δείκτης	ΤΙΠ / m^2
Συνολική κατανάλωση / επιφάνεια	0,01655
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό στον χώρο παραγωγής / επιφάνεια του χώρου παραγωγής	0,0003
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό στον χώρο γραφείων/ επιφάνεια του χώρου γραφείων	0,00091
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη-θέρμανση / κλιματιζόμενη-θερμαινόμενη επιφάνεια	0,00515

Ακολουθεί ο Πίνακας 4.14, στον οποίο αναγράφονται ενδεικτικές τιμές δεικτών ενεργειακής απόδοσης από τη διεθνή βιβλιογραφία.

Πίνακας 4.14 :Πρότυποι δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης κτιριακών εγκαταστάσεων

		Καλός	Ικανοποιητικός		Μέτριος		Αδύναμος		Πολύ Αδύναμος
		< από	από	έως	από	έως	από	έως	>
Συνολικά									
	ΤΙΠ/ m^2	0,0086	0,0086	0,0129	0,0129	0,0172	0,0172	0,0215	0,0215
Επιμέρους Καταναλώσεις									
Φωτισμός	ΤΙΠ/ m^2	0,00129	0,00129	0,001978	0,001978	0,00258	0,00258	0,003268	0,003268
ΗΜ	ΤΙΠ/ m^2	0,00215	0,00215	0,003268	0,003268	0,0043	0,0043	0,005418	0,005418
Ψύξη/ θέρμανση	ΤΙΠ/ m^2	0,00516	0,00516	0,00774	0,00774	0,01032	0,01032	0,0129	0,0129

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν όσον αφορά την ενεργειακή κατάσταση του κτιριακού τμήματος της μονάδας παρουσιάζονται στη συνέχεια:

- Ο συνολικός δείκτης κατανάλωσης της μονάδας είναι 0,01655 ΤΙΠ/ m^2 .
- Ο δείκτης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό στον χώρο παραγωγής ανά επιφάνεια του χώρου παραγωγής λαμβάνει την τιμή 0,0003 ΤΙΠ/ m^2 .Επειδή οι τιμές του Πίνακα 4.14 αφορούν κυρίως κτίρια γραφείων και όχι βιομηχανικά κτίρια, δεν είναι εφικτό να προκύψει ένα ξεκάθαρο συμπέρασμα. Παρόλα αυτά οι τιμές του

Πίνακα 4.14 αποτελούν μία πολύ καλή ένδειξη και επομένως μπορεί να θεωρηθεί ότι ο δείκτης αυτός είναι αρκετά καλός.

- Ο επιμέρους δείκτης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό στον χώρο γραφείων ανά επιφάνεια του χώρου γραφείων, προκύπτει από τον Πίνακα 4.13 ίσος με 0,00091 ΤΙΠ/m^2. Η τιμή αυτή είναι αρκετά κάτω από την τιμή 0,00129 ΤΙΠ/m^2 και επομένως ο δείκτης αυτός θεωρείται εξαιρετικά καλός.
- Ο επιμέρους δείκτης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη-θέρμανση ανά κλιματιζόμενη-θερμαινόμενη επιφάνεια ισούται με 0,00515 ΤΙΠ/m^2 και βρίσκεται κάτω από το όριο του αντίστοιχου δείκτη ενεργειακής απόδοσης που είναι 0,00516 ΤΙΠ/m^2. Επομένως χαρακτηρίζεται καλός.

Επομένως, με βάση και τα παραπάνω, φαίνεται ότι χρήζει δράσεων ενεργειακής εξοικονόμησης κυρίως το κομμάτι της θερμικής ενέργειας.

Για την αξιολόγηση της παραγωγικής διαδικασίας, καθώς δεν ήταν δυνατόν να εντοπιστούν πρότυποι δείκτες από τη βιβλιογραφία, θα πραγματοποιηθεί τεχνοοικονομική μελέτη ανά κομμάτι εξοπλισμού, ώστε να διαπιστωθεί τυχόν δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας.

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

κεφ.5

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μία προσπάθεια να αναλυθούν οι κυριότερες παρεμβάσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας στο εργοστάσιο.

Οι κατάλληλες Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας που προτείνονται βάσει των συμπερασμάτων που προέκυψαν από τη διαδικασία του ενεργειακού ελέγχου, κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες :

- Δράσεις νοικοκυρέματος. Είναι μέτρα χωρίς ειδική χρηματοδότηση ή επένδυση κεφαλαίου. Τα μέτρα αυτά εφαρμόζονται σε τακτική βάση και εντάσσονται στη συνήθη λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου. Συχνά έχουν σχέση με την αλλαγή συμπεριφοράς των χρηστών του κτιρίου.
- Δράσεις χαμηλού κόστους. Είναι εφάπαξ επεμβάσεις που μπορούν να χρηματοδοτηθούν από τον υπάρχοντα ετήσιο προϋπολογισμό της επιχείρησης. Το κόστος των επεμβάσεων αποπληρώνεται συχνά σε σύντομο χρονικό διάστημα (εντός της ίδιας διαχειριστικής χρονιάς και συνήθως σε λιγότερο από δύο χρόνια.
- Δράσεις ανακατασκευής. Είναι εφάπαξ επεμβάσεις έντασης κεφαλαίου λόγω του σημαντικού αρχικού κόστους για την εφαρμογή τους και της μέσης ή μακράς περιόδου αποπληρωμής τους. Οι επεμβάσεις προϋποθέτουν τεχνοοικονομική μελέτη αξιολόγησης.

5.2 ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

Το κτιριακό κέλυφος σε γενικές γραμμές βρίσκεται σε καλή κατάσταση. Επειδή ο κύριος χώρος παραγωγής δεν κλιματίζεται, η θερμομόνωση των τοίχων και της οροφής, τα στεγανωτικά κουφώματα, οι πόρτες με κατώφλι και η κατάσταση των υαλοπινάκων δεν παίζουν καθοριστικό ρόλο. Τα προαναφερθέντα επηρεάζουν αποκλειστικά και μόνο τα γραφεία της διοίκησης, όπου εκεί η σωστή θερμοκρασιακή ρύθμιση των χώρων είναι μεγάλης σημασίας.

Συγκεκριμένα στα γραφεία η μόνωση των χώρων δεν θεωρείται ικανοποιητική. Τα γραφεία διαθέτουν μεγάλο αριθμό απλών υαλοπινάκων, που ως γνωστόν αποτελούν πολύ ανεπαρκή θερμομονωτικά μέσα (έχουν σχετικά μεγάλο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας. Οι υαλοπίνακες αυτοί διαχωρίζουν χώρους με μεγάλες θερμοκρασιακές διαφορές (χώροι εξωτερικοί και χώροι παραγωγής), με αποτέλεσμα να χάνονται μεγάλα ποσά θερμότητας. Στις απώλειες θερμότητας συμβάλλουν επίσης οι μηχανισμοί επαναφοράς ανοιγμάτων, οι οποίοι έχουν φθαρεί και λειτουργούν ελαττωματικά ή και καθόλου.

5.2.1 Δράσεις νοικοκυρέματος

Στις δράσεις νοικοκυρέματος αναφέρονται κάποια μέτρα μηδενικού κόστους, που μπορούν όμως κάλλιστα να μειώσουν την ενεργειακή κατανάλωση και να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση του κτιριακού κελύφους. Πιο συγκεκριμένα :

- Έλεγχος και επισκευή ή αντικατάσταση τυχόν φθαρμένων κουφωμάτων, υαλοπινάκων και μονώσεων στο χώρο των γραφείων.
- Έλεγχος και επισκευή ή αντικατάσταση τυχόν ελαττωματικών μηχανισμών επαναφοράς ανοιγμάτων.
- Ευαισθητοποίηση των εργαζομένων-χρηστών για ορθολογική χρήση των διατάξεων σκίασης σε σχέση με την εποχή και τον προσανατολισμό του, εκτιθέμενου στην ηλιακή ακτινοβολία, ανοίγματος και των μηχανισμών επαναφοράς των ανοιγμάτων. Κατά τη συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση παρατηρήθηκε ότι οι χρήστες ακολουθούν λανθασμένη ενεργειακή συμπεριφορά, με αποτέλεσμα την άσκοπη σπατάλη ενέργειας. Είναι απαραίτητο να γίνει σωστή και επιμελής ενημέρωση του προσωπικού από ειδικευμένους μηχανικούς, σε θέματα ορθολογικής ενεργειακής συμπεριφοράς.
- Χρήση φυσικού αερισμού. Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από το κτίριο κατά τους θερμούς μήνες, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με φυσικά μέσα. Ο νυχτερινός αερισμός είναι πολύ αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός επιβαρύνει θερμικά το κτίριο. Συνεισφέρει και στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειες του κτιρίου με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου την επόμενη μέρα.

5.2.2 Δράσεις ανακατασκευής

Τα παράθυρα στο χώρο των γραφείων είναι απλής κατασκευής, αποτελούνται από μονά τζάμια και έρχονται σε επαφή με χώρους με έντονες θερμοκρασιακές διαφορές. Η ανταλλαγή θερμότητας με μία καλύτερη ποιότητα διπλών υαλοπινάκων μπορεί να μειωθεί αισθητά.

Οι βελτιώσεις στα παράθυρα, όπως είναι η τοποθέτηση υαλοπινάκων υψηλής απόδοσης, ταινιών και επιστρώσεων στα παράθυρα ή τα παράθυρα θυέλλης, μπορεί να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας στα θερμικά και ψυκτικά φορτία του κτιρίου. Οι βελτιώσεις αυτές μπορούν να επηρεάσουν τη μεταφορά θερμότητας και να εξοικονομήσουν κέρδη για τη βιομηχανία. Εξάλλου, τα ενεργειακά αποδοτικά παράθυρα δημιουργούν πιο άνετο περιβάλλον, με ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασιών και καλή ποιότητα φωτισμού. Βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση μπορεί να γίνουν σε όλες τις συνιστώσες από τις οποίες αποτελείται ένα παράθυρο και περιλαμβάνουν:

- τη μόνωση των διακένων μεταξύ των υαλοπινάκων για τη μείωση της μεταφοράς θερμότητας με αγωγή,

- την εγκατάσταση πολλαπλής επίστρωσης ή ταινιών για τη μείωση της μεταφοράς θερμότητας μέσω ακτινοβολίας,
- την εισαγωγή αερίου αργού ή κρυπτού στο διάκενο μεταξύ των υαλοπινάκων, που μπορεί να μειώσει την μεταφορά θερμότητας μέσω συναγωγής,
- την προσθήκη εξωτερικών σκιάστρων, που μπορεί να μειώσει τη μετάδοση της ηλιακής ακτινοβολίας σε κατειλημμένους χώρους.

Για τον ακριβή προσδιορισμό της ετήσιας ενεργειακής απόδοσης των επεμβάσεων στα παράθυρα, γενικά απαιτείται η χρήση δυναμικών ωριαίων μοντέλων, διότι τα παράθυρα επηρεάζουν τα θερμικά φορτία του κτιρίου μέσω αρκετών μηχανισμών. Πάντως, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η απλοποιημένη μέθοδος υπολογισμού που βασίζεται στην εξίσωση $Q_o = k \times Fx \ (t_i - t_a)$ *(Kcal/h),* για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης σε θερμική και ψυκτική ενέργεια, προκειμένου να γίνει μία αρχική εκτίμηση της οικονομικής αποδοτικότητας των επεμβάσεων στα παράθυρα.

Στον τύπο $Q_o = k \times Fx \ (t_i - t_a)$ *(Kcal/h),* είναι :

- k *(kcal/m^2 ^{o}C)* ο *συντελεστής θερμικής διαπερατότητας* του στοιχείου. Στην μελέτη θερμικών απωλειών ο k μπορεί να ληφθεί μεγαλύτερος από αυτόν που έχει υπολογιστεί στην μελέτη θερμομόνωσης με γνώμονα την γήρανση της μόνωσης με την πάροδο του χρόνου. Το ποσοστό αύξησης μπορεί να φτάσει το 50%.
- F *(m^2)* το εμβαδόν του στοιχείου.
- t_i *(^{o}C)* η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου.
- t_a *(^{o}C)* η θερμοκρασία στην εξωτερική πλευρά του στοιχείου
  - ✓ Στην περίπτωση εξωτερικού στοιχείου, η εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος.
  - ✓ Στην περίπτωση εσωτερικού στοιχείου προς μη θερμαινόμενο χώρο, η θερμοκρασία του μη θερμαινόμενου χώρου.
  - ✓ Στην περίπτωση δαπέδου ή στοιχείου που έχει επαφή με το έδαφος, σαν t_a λαμβάνεται η θερμοκρασία του εδάφους που θεωρείται σταθερή καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου θέρμανσης.
  - ✓ Στην περίπτωση εσωτερικού στοιχείου προς θερμαινόμενο χώρο, διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:
    - Όταν ο θερμαινόμενος χώρος ακολουθεί διαφορετικό χρονοπρόγραμμα θέρμανσης, τότε σαν t_a λαμβάνεται η θερμοκρασία μη θερμαινόμενου χώρου.
    - Όταν ο θερμαινόμενος χώρος ακολουθεί ίδιο χρονοπρόγραμμα θέρμανσης, τότε σαν t_a θεωρείται η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου, οπότε οι απώλειες θερμοπερατότητας του στοιχείου μηδενίζονται.

Ως επιθυμητή θερμοκρασία χώρου στα γραφεία λαμβάνονται οι $24^o C$. Κατόπιν μελέτης και καταγραφής των μονών υαλοπινάκων στο χώρο των γραφείων, προέκυψε η συνολική επιφάνεια των $25m^2$. Οι υαλοπίνακες αυτοί είναι πολύ χαμηλής απόδοσης. Έχουν, όπως

έχει ήδη αναφερθεί μονό τζάμι κακής ποιότητας και μεταλλικό πλαίσιο. Ακολουθεί πίνακας με διάφορες τιμές συντελεστών θερμικής διαπερατότητας, ανάλογα το είδος του υαλοπίνακα και το πλαίσιο του.

Πίνακας 5.1: Συντελεστές θερμοπερατότητας ανοιγμάτων

Είδος ανοίγματος	K (kcal/m^2 °C)
Απλό τζάμι με ξύλινο πλαίσιο	**4,5**
Απλό τζάμι με μεταλλικό πλαίσιο	**6,2**
Διπλό τζάμι με ξύλινο πλαίσιο διακένου *6mm*	**2,8**
Διπλό τζάμι με μεταλλικό πλαίσιο διακένου *6mm*	**3,2**
Διπλό τζάμι με ξύλινο πλαίσιο διακένου *12mm*	**2,6**
Διπλό τζάμι με μεταλλικό πλαίσιο διακένου *12mm*	**3,0**

Στην περίπτωση της βιομηχανίας Victoria οι υαλοπίνακες που χρησιμοποιούνται έχουν συντελεστή θερμικής διαπερατότητας (σύμφωνα με τον Πίνακα 5.1) 6.2 (kcal/m^2 ^{o}C).

Με χρήση δεδομένων από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία, για τις μέσες θερμοκρασίες ανά μήνα, υπολογίζονται οι απώλειες σε kWh/μήνα, πριν και μετά την προτεινόμενη επένδυση αντικατάστασης υαλοπινάκων. Το είδος ανοίγματος που επιλέξαμε είναι διπλό τζάμι με ξύλινο πλαίσιο διακένου 6mm. Ο συγκεκριμένος τύπος υαλοπίνακα έχει συντελεστή θερμικής διαπερατότητας 2.8 kcal/m^2 ^{o}C. Στους Πίνακες 5.2 και 5.3 που ακολουθούν καταγράφονται οι παραπάνω τιμές.

Πίνακας 5.2: Θερμικές απώλειες πριν την επένδυση

	Μέσες εξωτερικές θερμοκρασίες (^{o}C)	Επιθυμητή θερμοκρασία χώρου (^{o}C)	Θερμικές απώλειες (Kcal/h)	Ώρες λειτουργίας	Θερμικές απώλειες (kWh/μήνα)
Ιανουάριος	10,3	24	1.998,3	176	382,43
Φεβρουάριος	10,6	24	1.954,5	176	374,05
Μάρτιος	12,3	24	1.706,6	184,8	342,93
Απρίλιος	15,9	24	1.181,5	176	226,11
Μάιος	20,7	24	481,3	193,6	101,33
Ιούνιος	25,2	24	175,0	193,6	36,85
Ιούλιος	28	24	583,4	193,6	122,82
Αύγουστος	27,8	24	554,3	132	79,56
Σεπτέμβριος	24,2	24	29,2	193,6	6,14
Οκτώβριος	19,5	24	656,4	193,6	138,18
Νοέμβριος	15,4	24	1.254,4	193,6	264,07
Δεκέμβριος	12	24	1.750,3	176	334,97
Σύνολο			**12.325,2**	**2.182,4**	**2.409,43**

Πίνακας 5.3: Θερμικές απώλειες μετά την επένδυση

	Μέσες εξωτερικές θερμοκρασίες (^oC)	Επιθυμητή θερμοκρασία χώρου (^oC)	Θερμικές απώλειες (Kcal/h)	Ώρες λειτουργίας	Θερμικές απώλειες (kWh/μήνα)
Ιανουάριος	10,3	24	843,92	176	172,71
Φεβρουάριος	10,6	24	825,44	176	168,93
Μάρτιος	12,3	24	720,72	184,8	154,87
Απρίλιος	15,9	24	498,96	176	102,11
Μάιος	20,7	24	203,28	193,6	45,76
Ιούνιος	25,2	24	73,92	193,6	16,64
Ιούλιος	28	24	246,40	193,6	55,47
Αύγουστος	27,8	24	234,08	132	35,93
Σεπτέμβριος	24,2	24	12,32	193,6	2,77
Οκτώβριος	19,5	24	277,20	193,6	62,40
Νοέμβριος	15,4	24	529,76	193,6	119,26
Δεκέμβριος	12	24	739,20	176	151,28
Σύνολο			**5.205,20**	**2.182,4**	**1.088,13**

Η εξοικονόμηση ενέργειας / μήνα λόγω της επένδυσης φαίνεται στον Πίνακα 5.4.

Πίνακας 5.4: Εξοικονόμηση ενέργειας ανά μήνα

	Θερμικές απώλειες πριν την επένδυση (kWh/μήνα)	Θερμικές απώλειες μετά την επένδυση (kWh/μήνα)	Εξοικονόμηση (kWh/μήνα)
Ιανουάριος	382,43	172,71	209,72
Φεβρουάριος	374,05	168,93	205,13
Μάρτιος	342,93	154,87	188,06
Απρίλιος	226,11	102,11	123,99
Μάιος	101,33	45,76	55,57
Ιούνιος	36,85	16,64	20,21
Ιούλιος	122,82	55,47	67,35
Αύγουστος	79,56	35,93	43,63
Σεπτέμβριος	6,14	2,77	3,37
Οκτώβριος	138,18	62,40	75,77
Νοέμβριος	264,07	119,26	144,81
Δεκέμβριος	334,97	151,28	183,69
Σύνολο	**2.409,43**	**1.088,13**	
Ετήσια εξοικονόμηση			**1.321,30**

Από έρευνα που έγινε στην αγορά εκτιμήθηκε ένα μέσο κόστος εγκατάστασης υαλοπινάκων, το οποίο ανέρχεται στα 88 €/m^2. Επομένως συνολικά μία τέτοιου είδους επένδυση θα στοιχίσει στην εταιρεία 2.200 €. Ο χρόνος ζωής της επένδυσης εκτιμάται τουλάχιστον στα 30 χρόνια. Το ετήσιο συνολικό κέρδος από εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της επένδυσης προκύπτει ίσο με 93 €.

Πίνακας 5.5 : Οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης

Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης			
Οικονομικοί δείκτες της επένδυσης			
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία,			**3,5%**
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή,			**0%**
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου,			**30**
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης,			**0%**
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης, **C**,		**2.200 €**	**2.200 €**
	Έτος	**Ταμειακή Ροή με προσαύξηση 4% στην τιμή ηλ.ενέργειας**	**Ανηγμένη Ταμειακή Ροή**
	0	-2.200	-2.200
	1	82,91	80,10
	2	86,22	80,49
	3	89,67	80,88
	4	93,26	81,27
	5	96,99	81,66
	6	100,87	82,06
	7	104,90	82,45
	8	109,10	82,85
	9	113,46	83,25
	10	118,00	83,65
	11	122,72	84,06
	12	127,63	84,46
	13	132,74	84,87
	14	138,04	85,28
	15	143,57	85,69
	16	149,31	86,11
	17	155,28	86,52
	18	161,49	86,94
	19	167,95	87,36
	20	174,67	87,78
	21	181,66	88,21
	22	188,92	88,63

	23	196,48	89,06
	24	204,34	89,49
	25	212,51	89,92
	26	221,01	90,36
	27	229,85	90,80
	28	239,05	91,23
	29	248,61	91,67
	30	258,55	92,12
Καθαρή παρούσα αξία, NPV			**379,3**
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής, DPB			**25,9**
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου, IRR			**4,57%**

Παρατηρείται ότι λόγω της μικρής εξοικονόμησης ενέργειας και του μικρού κέρδους που προκύπτει από την παραπάνω επένδυση, ο χρόνος αποπληρωμής της είναι πολύ μεγάλος. Μόλις κοντά στα 26 χρόνια αποσβένεται το κεφάλαιο. Παρόλο που η επένδυση έχει αρκετά μεγάλη έντοκη περίοδο αποπληρωμής, ζητείται από την εταιρεία να κρίνει για την αναγκαιότητα της επένδυσης, καθότι το αρχικό κεφάλαιο (2.200 ευρώ), δεν θεωρείται μεγάλο και η μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση δεν είναι αμελητέα.

5.3 ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΣΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ

Όπως προέκυψε από την κατανομή ηλεκτρισμού, η κατανάλωση ενέργειας στο φωτισμό του κτιρίου στο χώρο παραγωγής και στα γραφεία, αποτελεί το 3% της συνολικής κατανάλωσης ρεύματος στο κτίριο. Παρότι το ποσοστό αυτό δείχνει να είναι μικρό σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγική διαδικασία, δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης της κατανάλωσης ρεύματος για φωτισμό, μολονότι και οι δείκτες κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό είναι καλοί.

Ο φυσικός φωτισμός στον χώρο της παραγωγικής διαδικασίας είναι αρκετά περιορισμένος. Αυτό οδηγεί στην ανάγκη χρησιμοποίησης τεχνιτού φωτισμού και κατά τη διάρκεια των ωρών της ημέρας, παρόλη τη μεγάλη ένταση ηλιακού φωτισμού. Κατά τη συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση παρατηρήθηκε επίσης άσκοπη και σπάταλη χρήση του φωτισμού στο χώρο παραγωγής και στα γραφεία της διοίκησης. Υπάρχουν επομένως προτεινόμενα μέτρα για την εξοικονόμηση της ενέργειας, τα οποία και αναλύονται.

5.3.1 Δράσεις νοικοκυρέματος

- Τακτικός καθαρισμός των γυάλινων επιφανειών στους φεγγίτες της οροφής. Με τον καθαρισμό θα υπάρξει η δυνατότητα μεγαλύτερης διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως η ανάγκη χρήσης τεχνιτού φωτισμού θα περιοριστεί. Κατά την συνοπτική επιθεώρηση, παρατηρήθηκε ότι οι επιφάνειες των διάφωτων είχαν αρκετό καιρό να καθαριστούν, γεγονός που συνέβαλλε στην μειωμένη δράση

του φυσικού φωτισμού. Γενικά η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στο κτίριο και στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας αλλά συμβάλλει και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας.

- Κρίνεται αναγκαίο να υπάρξει αλλαγή της στάσης των εργαζομένων στο κτίριο στο θέμα της άσκοπης χρήσης φωτισμού. Η λειτουργία του φωτισμού όταν αυτός δεν είναι αναγκαίος επιβαρύνει άδικα την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου. Κρίνεται επομένως απαραίτητο το κλείσιμο όλων των φωτιστικών σωμάτων στους χώρους όπου δεν χρειάζονται ή όταν σταματά η εργασία.
- Επίσης είναι αρκετά χρήσιμο να γίνεται τακτική συντήρηση και καθαρισμός των λαμπτήρων και των φωτιστικών, ώστε να βελτιστοποιείται η απόδοσή τους.

5.3.2 Δράσεις χαμηλού κόστους

- Μέτρηση της στάθμης φωτισμού σε διάφορους χώρους και αφαίρεση όσων λαμπτήρων θεωρούνται μη αναγκαίοι. Υπάρχουν πίνακες στους οποίους αναγράφεται η ιδανική ένταση φωτεινής ακτινοβολίας ανάλογα με το χώρο και τη χρήση.
- Εισαγωγή σε χώρους που χρησιμοποιούνται περιστασιακά (π.χ τουαλέτες) αισθητήρων παρουσίας, χρονοδιακοπτών και διαβαθμιστήρων (dimmers). Οι ανιχνευτές παρουσίας εξοικονομούν ενέργεια με το αυτόματο σβήσιμο των φώτων σε χώρους που δεν είναι κατειλημένοι. Γενικά, οι ανιχνευτές παρουσίας είναι κατάλληλοι για τις περισσότερες εφαρμογές ελέγχου του φωτισμού και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στις αναβαθμίσεις των συστημάτων φωτισμού. Είναι σημαντικό να επιλέγονται και να εγκαθίστανται σωστά οι ανιχνευτές παρουσίας για να παρέχουν αξιόπιστο φωτισμό κατά τη διάρκεια ενοίκησης. Στην πράξη, οι περισσότερες αστοχίες των ανιχνευτών παρουσίας προέρχονται από εσφαλμένη επιλογή και κακή τοποθέτηση. Ειδικότερα, ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να επιλέγει τη σωστή τεχνολογία ανίχνευσης κίνησης που χρησιμοποιείται στους ανιχνευτές παρουσίας. Δύο τύποι τεχνολογιών ανίχνευσης κίνησης είναι διαθέσιμοι στην αγορά:

α) ***Ανιχνευτές υπερύθρων,*** που καταγράφουν την υπέρυθρη ακτινοβολία από τις διάφορες επιφάνειες του χώρου καθώς και από το ανθρώπινο σώμα. Όταν ο επεξεργαστής που είναι συνδεδεμένος με τους ανιχνευτές υπερύθρων λάβει μια σταθερή μεταβολή στη θερμική κατάσταση του περιβάλλοντος (π.χ. όταν υπάρξει κίνηση στο χώρο), τότε ανάβουν τα φώτα. Τα φώτα παραμένουν αναμένα μέχρις ότου να μην καταγράφονται σημαντικές θερμοκρασιακές μεταβολές. Οι ανιχνευτές υπερύθρων λειτουργούν ικανοποιητικά μόνον εάν υπάρχει άμεση οπτική επαφή με τους ενοίκους και συνιστάται η χρήση τους σε μικρούς κλειστούς χώρους με κανονικό σχήμα και χωρίς διαχωριστικά.

β) ***Ανιχνευτές υπερήχων,*** που λειτουργούν σύμφωνα με την αρχή του σόναρ, όπως τα ραντάρ των υποβρυχίων και των αεροδρομίων, εκπέμποντας έναν υψηλής

συχνότητας (25-40 kHz) ήχο που δεν είναι αντιληπτός από τον άνθρωπο, ο οποίος ανακλάται από τις επιφάνειες του χώρου (έπιπλα, ένοικοι, κ.λπ.) και καταγράφεται από ένα δέκτη. Όταν στο χώρο κινούνται άνθρωποι, η μορφή των ηχητικών κυμάτων μεταβάλλεται. Τα φώτα παραμένουν αναμμένα μέχρις ότου να μην ανιχνεύεται καμία κίνηση σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα (π.χ. 5 λεπτά). Αντίθετα με την υπέρυθρη ακτινοβολία, τα εμπόδια δεν παρενοχλούν τα ηχητικά κύματα. Όμως, οι αισθητήρες αυτοί μπορεί να μη λειτουργούν σωστά σε μεγάλους χώρους, όπου υπάρχει τάση να δημιουργούνται ασθενείς ανακλάσεις. Στον Πίνακα 5.6 (από μια μελέτη του EPRI) παρουσιάζονται τα τυπικώς αναμενόμενα ενεργειακά οφέλη από μετατροπές με χρήση ανιχνευτών παρουσίας. Όπως φαίνεται, σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να προκύψει σε χώρους όπου η ενοίκηση είναι διακοπτόμενη, όπως είναι οι χώροι συνεδριάσεων, αναπαύσεως, αποθήκευσης και τα εργαστήρια.

Πίνακας 5.6: Αναμενόμενα ενεργειακά οφέλη με χρήση ανιχνευτών παρουσίας

Χώρος - Λειτουργία	Εφικτή εξοικονόμηση
Γραφεία (ανοικτοί χώροι)	20-25%
Χώροι ανάπαυσης	30-75%
Χώροι συνεδριάσεων	45-65%
Διάδρομοι	30-40%
Χώροι αποθήκευσης	45-65%
Εργαστήρια	50-75%

- Αντικατάσταση μαγνητικών αντισταθμιστικών διατάξεων (magnetic ballast) με ηλεκτρονικές αντισταθμιστικές διατάξεις στο χώρο των γραφείων. Στα γραφεία οι φωτιστικές διατάξεις που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν μαγνητικά ballast. Οι αντισταθμιστικές αυτές διατάξεις αποτελούν αναπόσπαστα τμήματα των φωτιστικών φθορισμού, διότι παρέχουν το επίπεδο τάσης που απαιτείται για την εκκίνηση του ηλεκτρικού τόξου και τη ρύθμιση της έντασής του. Πριν από την εξέλιξη των ηλεκτρονικών ballasts στις αρχές της δεκαετίας του 80, χρησιμοποιούνταν μόνο μαγνητικά ή «πυρήνα-πηνίου» ballasts για τη λειτουργία των λαμπτήρων φθορισμού. Ενώ η συχνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος διατηρείται στα 50 Hz (ή 60 Hz στις ΗΠΑ) από τα μαγνητικά ballasts, τα ηλεκτρονικά χρησιμοποιούν την τεχνολογία στερεάς κατάστασης για να παράγουν ρεύμα υψηλής συχνότητας (20 - 60 kHz), το οποίο αυξάνει την ενεργειακή απόδοση των φωτιστικών φθορισμού, διότι το φως πάλλεται γρηγορότερα και φαίνεται λαμπρότερο. Όταν χρησιμοποιούνται με λαμπτήρες υψηλής απόδοσης (π.χ. T8), τα ηλεκτρονικά ballasts μπορούν να αποδώσουν 95 lumens/Watt, έναντι των 70 lumens/Watt των συμβατικών μαγνητικών. Πάντως, πρέπει να αναφερθεί ότι οι αποδοτικές μαγνητικές διατάξεις αντιστάθμισης μπορούν να αποδώσουν παρόμοια lumens/watt με τις ηλεκτρονικές. Άλλα πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών αντισταθμιστικών διατάξεων έναντι των αντιστοίχων μαγνητικών περιλαμβάνουν:
  - ✓ Υψηλότερο συντελεστή ισχύος. Ο συντελεστής ισχύος των ηλεκτρονικών ballasts είναι συνήθως μεταξύ 0,90 και 0,98. Εντούτοις, τα συμβατικά μαγνητικά ballasts

έχουν χαμηλό συντελεστή ισχύος (μικρότερο από 0,80), εκτός εάν προστεθεί ένας πυκνωτής.

- ✓ Λιγότερα προβλήματα τρεμοπαίγματος. Αφού τα μαγνητικά ballasts λειτουργούν με ρεύμα 50 Hz εναλλάσσουν το ηλεκτρικό τόξο περίπου 120 φορές ανά δευτερόλεπτο, με αποτέλεσμα το τρεμόπαιγμα να είναι αντιληπτό, ειδικά εάν ο λαμπτήρας είναι παλαιός ή όταν μειώνεται η λειτουργία του κάτω από το 50% της ισχύος του. Πάντως, η εναλλαγή του ηλεκτρικού τόξου στα ηλεκτρονικά ballasts είναι μερικές χιλιάδες φορές το δευτερόλεπτο και το τρεμόπαιγμα αποφεύγεται, ακόμα και όταν οι λαμπτήρες λειτουργούν στο 5% της ισχύος τους.
- ✓ Λιγότερα προβλήματα θορύβου. Τα μαγνητικά ballasts χρησιμοποιούν ηλεκτρικά πηνία και παράγουν ένα βόμβο, ο οποίος μπορεί να αυξηθεί με τη γήρανση. Αυτός ο θόρυβος δεν υπάρχει στα ηλεκτρονικά εξαρτήματα των ηλεκτρονικών αντισταθμιστικών διατάξεων.

Η εξοικονόμηση με χρήση ηλεκτρονικών αντισταθμιστικών διατάξεων αντί μαγνητικών, είναι της τάξης του 40%. Ο χώρος των γραφείων διαθέτει συνολικά 41 λάμπες φθορισμού. Η αντικατάσταση μίας αντισταθμιστικής διάταξης για φωτιστικό σώμα φθορισμού των 18W κοστίζει 34 ευρώ και μπορεί να αναλάβει ταυτόχρονα δύο φωτιστικά σώματα. Αντίστοιχα η τιμή ενός ηλεκτρονικού ballast για φωτιστικό σώμα των 40W και 60W ανέρχεται στα 30 ευρώ για κάθε φωτιστικό σώμα ξεχωριστά. Στο χώρο των γραφείων υπάρχουν συνολικά 24 φωτιστικά σώματα των 18W το καθένα, καθώς επίσης 36 φωτιστικά σώματα των 40W και 60W. Το συνολικό κόστος εγκατάστασης ηλεκτρονικών αντισταθμιστικών διατάξεων ανέρχεται σε 1.488 ευρώ. Η αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε 1.417,6 kWh/έτος. Ακολουθεί η οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης.

Πίνακας 5.7: Οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης

Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης			
Οικονομικοί δείκτες της επένδυσης			
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία,			**3,5%**
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή,			**0%**
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου,			**30**
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης,			**0%**
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης, **C**,		**1.488 €**	**1.488 €**
	Έτος	**Ταμειακή Ροή με προσαύξηση 4% στην τιμή ηλ.ενέργειας**	**Ανηγμένη Ταμειακή Ροή**
	0	-1.488	-1.488
	1	88,97	85,96
	2	92,53	86,38
	3	96,23	86,79

	4	100,08	87,21
	5	104,08	87,63
	6	108,24	88,06
	7	112,57	88,48
	8	117,08	88,91
	9	121,76	89,34
	10	126,63	89,77
	11	131,70	90,20
	12	136,96	90,64
	13	142,44	91,08
	14	148,14	91,52
	15	154,06	91,96
	16	160,23	92,40
	17	166,64	92,85
	18	173,30	93,30
	19	180,23	93,75
	20	187,44	94,20
	21	194,94	94,66
	22	202,74	95,12
	23	210,85	95,57
	24	219,28	96,04
	25	228,05	96,50
	26	237,18	96,97
	27	246,66	97,43
	28	256,53	97,91
	29	266,79	98,38
	30	277,46	98,85
Καθαρή παρούσα αξία, NPV			**1.280**
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής, DPB			**17**
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου, IRR			**8,01%**

Το κόστος της επένδυσης είναι σχετικά μικρό. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης, αλλά και η καθαρή παρούσα αξία αποδεικνύουν πως η επένδυση είναι συμφέρουσα, αλλά όχι προσοδοφόρα. Αν οι ενεργειακές απαιτήσεις για φωτισμό στο χώρο των γραφείων ήταν μεγαλύτερες, το μέγεθος της εξοικονομούμενης ενέργειας, αλλά και τα κέρδη από την επένδυση θα ήτανε πολύ μεγαλύτερα.

5.3.3 Δράσεις ανακατασκευής

Στις δράσεις ανακατασκευής, θα γίνει μελέτη εγκατάστασης μιας πρωτοποριακής τεχνολογίας φυσικού φωτισμού (Solatube). Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρώπη και βρίσκει εφαρμογή και σε βιομηχανίες αλλά και στον οικιακό τομέα. Το

Solatube είναι παγκόσμια καινοτομία που αιχμαλωτίζει το φως της ημέρας και μέσω ενός υπερανακλαστικού σωλήνα μεταφέρει το φυσικό φως στον εσωτερικό χώρο, αντικαθιστώντας ουσιαστικά τον ηλεκτρικό φωτισμό. Οι ανακλάσεις που γίνονται στους σωλήνες αυτούς, είναι της τάξης του 99,7%, εξασφαλίζοντας έτσι τη μέγιστη μεταφορά φωτός στον εσωτερικό χώρο, ενώ με τη χρήση ενός Open Ceiling Diffuser επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοση και διάχυση του φωτός, χωρίς λάμπες.

Υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά είδη τέτοιων σωλήνων. Η διαφοροποίησή τους έγκειται κυρίως στη διάμετρο του σωλήνα και κατά προέκταση στην ένταση του παρεχόμενου φωτισμού. Τα είδη που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι τα εξής :

Πίνακας 5.8 : Κατηγορίες φωτοσωλήνων

Κατηγορία	Μέση φωτεινή ροή (lumen)	Μέγιστη φωτεινή ροή (lumen)	Αντιστοιχία με ηλεκτρική ισχύ (Watt)
21'' Open Ceiling Solatube	13.900	20.800	περίπου 400
21'' Suspended/Hard Ceiling Solatube	13.500	20.500	περίπου 228
14'' Solatube	6.000	9.100	περίπου 114
10'' Solatube	3.000	4.600	περίπου 54

Για βιομηχανική χρήση ενδείκνυται ο υπερανακλαστικός σωλήνας διαμέτρου 21''. Στην περίπτωση του προς μελέτη βιομηχανικού χώρου, ως καταλληλότερος κρίνεται ο φωτοσωλήνας 21'' Open Ceiling Solatube, λόγω της συγκεκριμένης κατασκευής της στέγης του εργοστασίου.

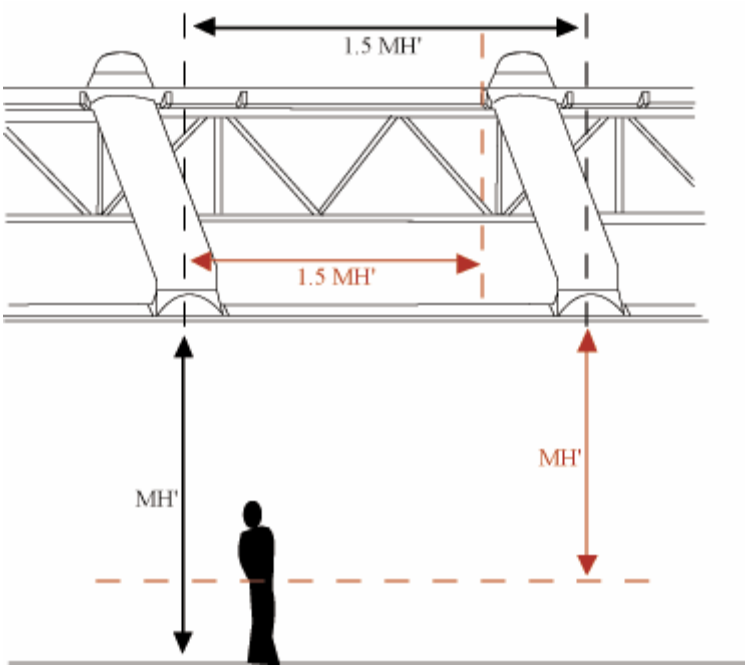
Λόγω της δομής του εργοστασίου, η τοποθέτηση των φωτοσωλήνων ενδείκνυται να γίνει μόνο στο χώρο της βιομηχανικής περιοχής. Η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος για φωτισμό στο χώρο παραγωγής ανέρχεται σε 15.300 kWh περίπου. Η εξοικονόμηση που μπορεί να προσφέρει η εγκατάσταση της τεχνολογίας φωτοσωλήνων είναι για τις φωτεινές ώρες της τάξης του 100%, ενώ για τις νυχτερινές ώρες 80%. Επομένως μειώνονται οι απαιτήσεις σε ανάγκη ηλεκτρικού ρεύματος στις ώρες αιχμής 10:00 με 16:00, όπου και το κοστολόγιο της Δ.Ε.Η. είναι αυξημένο. Λόγω ωραρίου της βιομηχανίας, η χρήση φωτιστικών σωμάτων τις απογευματινές ώρες είναι αρκετά περιορισμένη, αφού οι κύριες ώρες λειτουργίας είναι 8:00 με 16:00. Σε έκτακτες μόνο περιπτώσεις λειτουργεί το εργοστάσιο και μετά τις 16:00 και μέχρι τις πρώτες νυκτερινές ώρες. Επομένως μπορεί να θεωρηθεί ότι με τη χρήση της τεχνολογίας Solatube επιτυγχάνεται μία μέση εξοικονόμηση ενέργειας στα επίπεδα του 90%. Δηλαδή ετησίως η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος για φωτισμό στο χώρο παραγωγής μειώνεται κατά 13.764,6 kWh .

Για την εγκατάσταση των φωτοσωλήνων είναι πολύ σημαντικό να καθοριστούν οι απαραίτητες αποστάσεις μεταξύ τους. Πρωταρχικό ρόλο στον καθορισμό της απόστασης παίζει το ύψος τοποθέτησης του φωτοσωλήνα στο προς μελέτη κτίριο. Στον πίνακα που ακολουθεί καταγράφονται τα όρια των φωτοσωλήνων μεταξύ τους και από τους τοίχους, σύμφωνα με την κατασκευάστρια εταιρεία.

Πίνακας 5.9 : Κριτήρια απόστασης φωτοσωλήνων

Απόσταση	
Από τοίχους	Απόσταση $\geq 0{,}5\times$Ύψος ($1{,}0\times$Ύψος μέγιστο)
Μεταξύ μονάδων	$1{,}0\times$Ύψος <απόστασης<$1{,}3\times$Ύψος (μέγιστη απόσταση $1{,}5\times$Ύψος)

Για καλύτερη κατανόηση των παραπάνω κριτηρίων απόστασης παρατίθεται το σχήμα 5.1. Όπου MH (Mounting Height) το ύψος τοποθέτησης.



Σχήμα 5.1 : Απεικόνιση κριτηρίων απόστασης

Η απόσταση του τέλους του φωτοσωλήνα από το έδαφος στο χώρο της παραγωγής υπολογίζεται γύρω στα 6 m. Επίσης η κατάλληλη στάθμη φωτισμού σε έναν εργοστασιακό χώρο ανέρχεται στα 250-500 Lux. Η υπολογιζόμενη μέση απόδοση των φωτοσωλήνων 21’’ είναι 500 Lux και άρα τα επίπεδα του παρεχόμενου φωτισμού από τη νέα τεχνολογία ικανοποιεί πλήρως τις προδιαγραφές της στάθμης φωτισμού.

Λόγω της έντονης ηλιοφάνειας στην Ελλάδα επιλέγεται ως όριο απόστασης το $1{,}3\times$Ύψος.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο διαχωρισμός σε κτιριακές ζώνες διευκολύνει τη μελέτη φωτισμού και έγινε με κριτήρια αρχιτεκτονικής δομής του κτιρίου και κατανομής φωτιστικών σωμάτων στο χώρο. Στη συνέχεια αναλύεται η μελέτη τοποθέτησης των φωτοσωλήνων για κάθε κτιριακή ζώνη ξεχωριστά.

Κτιριακή ζώνη Α

Το μήκος της ζώνης Α στο χώρο παραγωγής είναι 73 m, ενώ το πλάτος της 15,3 m. Από τους τοίχους η απόσταση προκύπτει 4,5 m (λαμβανόμενο όριο $0,75\times 6$ m), ενώ η απόσταση μεταξύ των φωτοσωλήνων 8 m ($1,3\times 6$ m). Συνολικά στην κτιριακή ζώνη Α θα τοποθετηθούν 9 φωτοσωλήνες.

Κτιριακές ζώνες Β και Γ

Η ζώνη Β έχει μήκος 66m και πλάτος 15,3 m. Στην κτιριακή ζώνη Β θα τοποθετηθούν συνολικά 8 φωτοσωλήνες. Από τους τοίχους θα τηρηθεί απόσταση ίση με 5 m (λαμβανόμενο όριο $0,75\times 6$ m), ενώ η απόσταση μεταξύ των φωτοσωλήνων θα είναι και πάλι 8 m ($1,3\times 6$ m). Αντίστοιχα ισχύει και στην κτιριακή ζώνη Γ, όπου οι διαστάσεις είναι ίδιες.

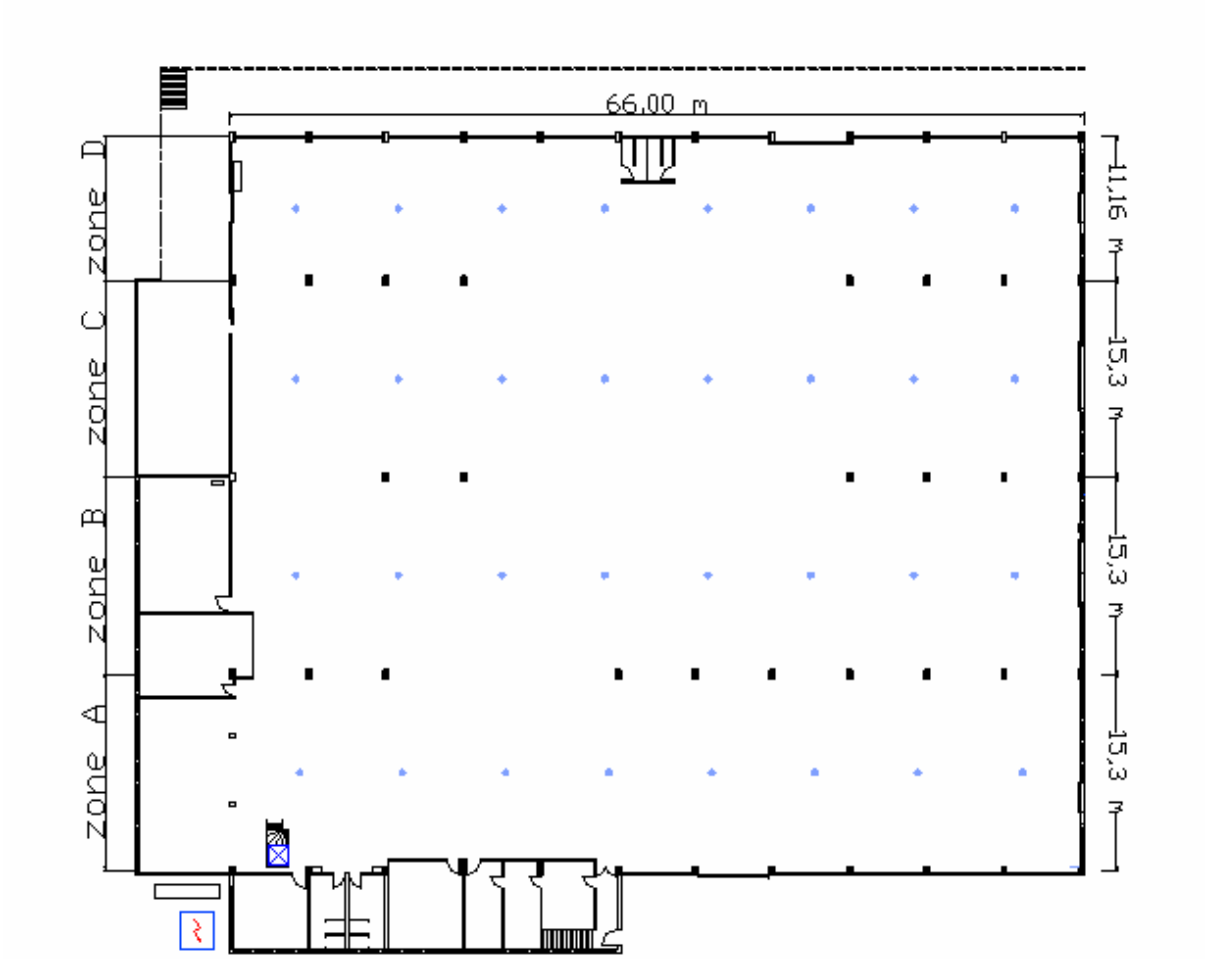
Κτιριακή ζώνη Δ

Η διαφορά της κτιριακής ζώνης Δ από τις Β και Γ έγκειται στο μικρότερο πλάτος. Το πλάτος της ανέρχεται στα 11 m, ενώ το μήκος της παραμένει στα 66 m. Με αντίστοιχους υπολογισμούς προκύπτει ότι θα τοποθετηθούν πάλι 8 φωτοσωλήνες με αποστάσεις 5 m από τους τοίχους και 8 m αναμεταξύ τους.

Τελικά θα τοποθετηθούν συνολικά 33 φωτοσωλήνες. Το κόστος του φωτοσωλήνα 21’’ ανέρχεται στα 600 €, ενώ το κόστος εγκατάστασης είναι 50 €. Συνολικά το κόστος επένδυσης για τον εξοπλισμό φυσικού φωτισμού είναι : $33\times(600+50)=21.450$ €.

Η αξιολόγηση της επένδυσης θα γίνει με επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία 3,5% και χρόνο ζωής της επένδυσης γύρω στα 30 χρόνια. Πρέπει να ληφθεί επίσης υπόψιν η συντηρητική σχετικά παραδοχή ότι το κόστος του ηλεκτρικού ρεύματος αυξάνει κατά 4% κάθε χρόνο.

Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζεται η μελέτη τοποθέτησης της τεχνολογίας φυσικού φωτισμού Solatube στο χώρο παραγωγής.



Σχήμα 5.2 : Κάτοψη τοποθέτησης φωτοσωλήνων στο χώρο παραγωγής

Η οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης φαίνεται στον Πίνακα 5.10.

Πίνακας 5.10: Οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης

Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης			
Οικονομικοί δείκτες της επένδυσης			
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία,			**3,5%**
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή,			**0%**
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου,			**30**
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης,			**0%**
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης, **C**,		**21.450 €**	**21.450 €**
	Έτος	**Ταμειακή Ροή με προσαύξηση 4% στην τιμή ηλ.ενέργειας**	**Ανηγμένη Ταμειακή Ροή**

	0	-21.450	-21.450
	1	863,87	834,65
	2	898,42	838,69
	3	934,36	842,74
	4	971,73	846,81
	5	1.010,60	850,90
	6	1.051,03	855,01
	7	1.093,07	859,14
	8	1.136,79	863,29
	9	1.182,26	867,46
	10	1.229,55	871,65
	11	1.278,73	875,86
	12	1.329,88	880,09
	13	1.383,08	884,35
	14	1.438,40	888,62
	15	1.495,94	892,91
	16	1.555,77	897,22
	17	1.618,01	901,56
	18	1.682,73	905,91
	19	1.750,03	910,29
	20	1.820,04	914,69
	21	1.892,84	919,11
	22	1.968,55	923,55
	23	2.047,29	928,01
	24	2.129,18	932,49
	25	2.214,35	937,00
	26	2.302,93	941,52
	27	2.395,04	946,07
	28	2.490,84	950,64
	29	2.590,48	955,23
	30	2.694,10	959,85
Καθαρή παρούσα αξία, NPV			**5.425,3**
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής, DPB			**24,3**
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου, IRR			**5,03%**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης κυμαίνεται περίπου στα 24 χρόνια. Η χρονική αυτή περίοδος θεωρείται σχετικά μεγάλη. Αν και η εξοικονόμηση που προσφέρει η τεχνολογία Solatube είναι της τάξης του 90%, στην υπό μελέτη βιομηχανία λόγω της μικρής απαίτησης σε ηλεκτρική ενέργεια για φωτισμό, η απόσβεση του εξοπλισμού θα πραγματοποιηθεί στο μακρινό μέλλον. Παρόλα αυτά και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης, αλλά και η καθαρή παρούσα αξία είναι μεγέθη που υποδηλώνουν ότι η επένδυση είναι συμφέρουσα.

5.4 ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΦΟΥΡΝΟ

Ο φούρνος καταναλώνει ετησίως γύρω στους 34 ΤΙΠ, το οποίο αποτελεί περίπου το 50% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της βιομηχανικής μονάδας. Η λειτουργία του φούρνου αποσκοπεί στην ξήρανση της βαφής των εργαλειοθηκών.

Επειδή ο φούρνος αποτελεί ένα από τα πιο ενεργοβόρα τμήματα της παραγωγής είναι απαραίτητο να δοθεί μεγάλη προσοχή σε τυχόν βελτιώσεις, που θα εξοικονομούσαν ενέργεια.

5.4.1 Δράσεις νοικοκυρέματος

Στα πλαίσια της ορθολογικής διαχείρισης θα πρέπει να δοθεί έμφαση στα παρακάτω σημεία:

- Ρυθμίσεις λειτουργίας στον καυστήρα
- Διατήρηση των επιφανειών των εναλλακτών θερμότητας καθαρών
- Έλεγχος της πίεσης του φούρνου περιοδικά
- Συστηματικός προγραμματισμός της παραγωγής
- Μείωση απωλειών καυσαερίων

5.4.2 Δράσεις χαμηλού κόστους

Στα πλαίσια αυτών των επεμβάσεων, είναι απαραίτητη η περιοδική ή ακόμη και συνεχής παρακολούθηση βασικών παραμέτρων λειτουργίας της μονάδας, όπως μετρήσεις θερμοκρασίας, ανάλυση καυσαερίων, μέτρηση περίσσειας αέρα κ.λ.π. Περιοδικά μία εκτίμηση της απόδοσης της καύσης, με την μέθοδο του έμμεσου προσδιορισμού, όπου αναλύονται τα καυσαέρια και προσδιορίζεται η περιεκτικότητα σε CO_2, θα συμπλήρωνε την παραπάνω εικόνα.

Αναλυτικότερα κάποιες δράσεις χαμηλού κόστους είναι οι εξής :

- Τοποθέτηση θυρών και καλυμμάτων στις εισόδους και εξόδους του φούρνου. Ο φούρνος στη συγκεκριμένη βιομηχανία δεν χρησιμοποιεί ούτε θύρες, ούτε καλύμματα. Τα προϊόντα προς έψηση εισέρχονται και εξέρχονται από αυτόν, ανηφορικά και κατηφορικά αντίστοιχα. Η λειτουργία του βασίζεται στο ότι οι θερμές αέριες μάζες έχουν ανοδικές τάσεις και επομένως στην είσοδο και έξοδο του φούρνου δημιουργείται κάτι σαν θερμική κουρτίνα. Η φυσική αυτή ιδιότητα παγιδεύει τη ζέστη μέσα στο φούρνο και περιορίζει σε μεγάλο βαθμό την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Παρόλα αυτά, μία μελετημένη εγκατάσταση θυρών ή καλυμμάτων θα περιόριζε ακόμα περισσότερο τις θερμικές απώλειες και θα εξοικονομούσε ενέργεια, αυξάνοντας παράλληλα σε σημαντικό βαθμό την απόδοση του φούρνου.

- Εγκατάσταση οργάνων παρακολούθησης της καύσης.
- Ανάκτηση θερμότητας από την πιθανή εγκατάσταση ψύξης.
  - ✓ Χρήση απορριπτόμενης θερμότητας καυσαερίων για προθέρμανση του αέρα καύσης.
  - ✓ Χρήση θερμότητας καυσαερίων για προθέρμανση νερού τροφοδοσίας του λέβητα.
  - ✓ Χρήση θερμότητας καυσαερίων για προθέρμανση προϊόντων που προορίζονται για ξήρανση, έψηση κλπ.
  - ✓ Χρήση καυσαερίων για παραγωγή θερμότητας ή θερμού νερού.
  - ✓ Χρήση καυσαερίων για θέρμανση αέρα που προορίζεται για θέρμανση χώρων.
- Επανατοποθέτηση της εισόδου του αέρα καύσης.
- Έλεγχος της περίσσειας αέρα μέσω ανάλυσης καυσαερίων.
- Επισκευή ή τοποθέτηση μόνωσης.
- Συντήρηση και έλεγχος μόνωσης τοιχωμάτων.

Ο φούρνος που έχει εγκατασταθεί στη βιομηχανία είναι αρκετά πρωτοποριακός και έχει κατασκευαστεί με πολύ προσοχή ώστε να αποφεύγονται οι άσκοπες σπατάλες ενέργειας. Η μόνωση του είναι από πετροβάμβακα και έχει πάχος 15 εκατοστά. Το πάχος αυτό είναι αρκετό για να προσφέρει μία πολύ καλή μόνωση και ικανό να ελαχιστοποιήσει τις θερμικές απώλειες κατά τη διάρκεια της έψησης. Ενώ η εσωτερική θερμοκρασία του φούρνου κυμαίνεται από 250-280 ^oC, στα τοιχώματά του η θερμοκρασία είναι μόλις 30 με 40 ^oC, γεγονός που αποδεικνύει τη σπουδαία μονωτική ικανότητα του φούρνου. Κατά την συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση παρατηρήθηκε πιο αυξημένη θερμοκρασία στην εξωτερική επιφάνεια της οροφής του φούρνου, σε σύγκριση με την θερμοκρασία των πλαϊνών τοιχωμάτων. Κατόπιν επικοινωνίας με το προσωπικό προέκυψε ότι στην οροφή του φούρνου έχει τοποθετηθεί λιγότερη μόνωση από ότι στις πλαϊνές επιφάνειες. Το πάχος της μόνωσης της οροφής είναι μόλις 8 εκατοστά. Η μειωμένη μόνωση στην οροφή είναι καθοριστικής σημασίας και οδηγεί σε σημαντικές θερμικές απώλειες, σημαντικότερες από τις άλλες επιφάνειες του φούρνου. Επιβάλλεται επομένως ενίσχυση της μόνωσης της οροφής του φούρνου τουλάχιστον κατά 10 εκατοστά.

Καλής ποιότητας πετροβάμβακας πάχους 4 εκατοστών κοστίζει περίπου 6.5 ευρώ/m^2. Οι διαστάσεις του φούρνου είναι 19m μήκος και 5,3m πλάτος. Επομένως η συνολική επιφάνεια που πρέπει να καλυφθεί θα είναι 100,7 m^2. Επειδή έχει θεωρηθεί ότι συνολικά η ενίσχυση της μόνωσης πρέπει να φτάσει τα 10cm πάχος, θα χρειαστεί να τοποθετηθεί διπλή στρώση πετροβάμβακα των 4 εκατοστών. Συνολικά δηλαδή θα επαρκούν 201,4 m^2 πετροβάμβακα, με συνολικό κόστος 1.310 ευρώ. Η εξοικονόμηση θα είναι της τάξης του 5%, δηλαδή συνολικά θα εξοικονομούνται ετησίως περίπου 1,7 ΤΙΠ ή αντίστοιχα 1.413,35 kg προπανίου. Θεωρούμε ότι η διάρκεια της επένδυσης ανέρχεται στα 20 χρόνια. Στο Πίνακα 5.11 που ακολουθεί γίνεται η οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης.

Πίνακας 5.11: Οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης

Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης			
Οικονομικοί δείκτες της επένδυσης			
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία,			**3,5%**
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή,			**0%**
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου,			**20**
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης,			**0%**
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης, **C**,		**1.210€**	**1.210€**
	Έτος	**Ταμειακή Ροή με προσαύξηση 5% στην τιμή προπανίου**	**Ανηγμένη Ταμειακή Ροή**
	0	-1.210	-1.210
	1	1.080,61	1.044,06
	2	1.134,64	1.059,20
	3	1.191,37	1.074,55
	4	1.250,94	1.090,12
	5	1.313,48	1.105,92
	6	1.379,16	1.121,95
	7	1.448,12	1.138,21
	8	1.520,52	1.154,70
	9	1.596,55	1.171,44
	10	1.676,38	1.188,41
	11	1.760,19	1.205,64
	12	1.848,20	1.223,11
	13	1.940,61	1.240,84
	14	2.037,65	1.258,82
	15	2.139,53	1.277,06
	16	2.246,50	1.295,57
	17	2.358,83	1.314,35
	18	2.476,77	1.333,40
	19	2.600,61	1.352,72
	20	2.730,64	1.372,33
Καθαρή παρούσα αξία, NPV			**22.712,4€**
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής, DPB			**1,6**
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου, IRR			**87%**

Από τις τιμές του προηγούμενου Πίνακα, η επένδυση κρίνεται ιδιαίτερα συμφέρουσα. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι πολύ υψηλός και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι 1,6 χρόνια, διάστημα πολύ μικρό. Τα οφέλη αυτής της επένδυσης υπερκαλύπτουν το κόστος της.

5.5 ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΓΡΑΜΜΗ ΑΠΟΡΡΥΠΑΝΣΗΣ

Η γραμμή απορρύπανσης περιλαμβάνει δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο καυτό σαπουνόνερο καθαρίζει τις μεταλλικές επιφάνειες των εργαλειοθηκών, ενώ στη συνέχεια επίσης καυτό νερό ξεπλένει τις επιφάνειες από τις επικαθίσεις σαπουνιού του προηγούμενου σταδίου. Η θερμοκρασία νερού για τις συγκεκριμένες λειτουργίες της γραμμής απορρύπανσης πρέπει να κυμαίνεται περίπου στους 40 – 45 ^{o}C. Για να υπάρχει ομαλή λειτουργία στην απορρύπανση είναι επιθυμητό η θερμοκρασία χώρου μέσα στα μπάνια να παραμένει σταθερή και συγκεκριμένα να κυμαίνεται γύρω στους 40 ^{o}C. Η θερμοκρασιακή αυτή σταθερότητα συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών του όγκου του νερού απορρύπανσης, έτσι ώστε η εκ νέου θέρμανση του νερού να είναι λιγότερο ενεργειοβόρα.

5.5.1 Δράσεις νοικοκυρέματος

Ως δράση νοικοκυρέματος προτείνεται:

- Καθαρισμός Εναλλακτών θερμότητας. Κατά τη συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση παρατηρήθηκε ότι οι επιφάνειες των εναλλακτών είχαν πολύ καιρό να καθαριστούν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μειωμένη απόδοση των εναλλακτών και συνεπώς άσκοπη ενεργειακή σπατάλη. Συνίσταται ο πιο τακτικός έλεγχος και καθαρισμός των επιφανειών των εναλλακτών.

5.5.2 Δράσεις χαμηλού κόστους

Κατόπιν θερμοκρασιακών μετρήσεων προέκυψε ότι η θερμοκρασία χώρου στην πρώτη γραμμή απορρύπανσης λάμβανε τιμές γύρω στους 37 ^{o}C, ενώ στη δεύτερη γραμμή απορρύπανσης γύρω στους 41°C. Οι τιμές των θερμοκρασιών αφενός δεν βρίσκονται στα επιθυμητά επίπεδα και αφετέρου παρουσιάζουν μεταξύ τους μία αισθητή και υπολογίσιμη θερμοκρασιακή διαφορά. Το πρόβλημα για την ύπαρξη του φαινομένου αυτού εντοπίζεται στους εναλλάκτες και στη μόνωση των επιφανειών του μπάνιου.

Στο παραπάνω πλαίσιο προτείνονται οι ακόλουθες δράσεις χαμηλού κόστους:

- Επέμβαση στους Εναλλάκτες θερμότητας. Οι επιφάνειες των εναλλακτών είναι αμόνωτες, γεγονός που συμβάλλει στην μειωμένη απόδοση του συστήματος εναλλαγής θερμότητας. Είναι επομένως πολύ σημαντικό οι εξωτερικές επιφάνειες τους να επικαλυφθούν με στρώματα μόνωσης ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή απόδοση στην εναλλαγή θερμότητας.
- Επέμβαση στη Μόνωση. Στις πάνω επιφάνειες της γραμμής απολύμανσης δεν έχει τοποθετηθεί καθόλου μόνωση. Αυτό οδηγεί σε μεγάλες θερμικές απώλειες και σε άσκοπη κατανάλωση ενέργειας. Μία πολύ συμφέρουσα και αποδοτική επέμβαση θα

ήταν η τοποθέτηση μονωτικής επικάλυψης σε όλο το μήκος της άνω επιφάνειας των μπάνιων. Η επένδυση αυτή θα εξοικονομούσε μεγάλα ποσά ενέργειας.

- Τοποθέτηση αυτοματισμού ελέγχου στη γραμμή απορρύπανσης. Σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρήθηκε το φαινόμενο κακού προγραμματισμού της παραγωγής. Αυτό είχε ως συνέπεια την άσκοπη λειτουργία της γραμμής απορρύπανσης, σε περιπτώσεις όπου η αλυσίδα μεταφοράς ήταν άδεια. Με την τοποθέτηση ενός αυτοματισμού ελέγχου είναι εφικτό να ελέγχεται η αλυσίδα σε ένα τυπικό μήκος των 6 μέτρων και να διακόπτεται η λειτουργία της μονάδας σε περιπτώσεις όπου στο τυπικό αυτό μήκος δεν ανιχνεύονται αντικείμενα προς απορρύπανση. Η εξοικονόμηση στην περίπτωση αυτή μπορεί να φτάσει και στο 20%.
- Τοποθέτηση καλυμμάτων στις εισόδους και εξόδους των μπάνιων. Η είσοδος και η έξοδος στο χώρο του μπάνιου είναι ακάλυπτες. Με πολύ μικρή οικονομική επιβάρυνση μπορούν να τοποθετηθούν καλύμματα στις θύρες, τα οποία θα ενισχύσουν τη θερμοκρασιακή μόνωση του χώρου.

5.5.3 Δράσεις ανακατασκευής

Μία ιδιαίτερα σημαντική εξοικονόμηση καυσίμου και ενέργειας, είναι εφικτό να συντελεστεί με την τοποθέτηση θερμικών ηλιακών συστημάτων. Τα θερμικά ηλιακά συστήματα αποθηκεύουν θερμική ενέργεια από τον ήλιο, η οποία στη συνέχεια χρησιμεύει για την θέρμανση του νερού.

Δεν υπάρχει ένας ενιαίος ή τυποποιημένος τρόπος διαστασιολόγησης μίας ηλιακής μονάδας, είτε για βιομηχανικούς, είτε για άλλους σκοπούς. Ωστόσο υπάρχουν κάποιες κατευθυντήριες γραμμές που βασίζονται στην υπάρχουσα εμπειρία και στην κοινή λογική. Σε περίπτωση σχετικά σταθερού προφίλ φορτίου είναι λογικό ο βαθμός κάλυψης (solar fraction) να μην υπερβαίνει το 60 με 70%. Αυτό το μέγιστο όριο συνήθως μειώνεται σε περιπτώσεις εφαρμογής σε βιομηχανικές διαδικασίες, περίπου στο 50%. Αιτίες αυτής της μείωσης μπορεί να είναι η απαίτηση υψηλών θερμοκρασιών και η αβεβαιότητα ως προς το φορτίο μακροπρόθεσμα. Από την άλλη πλευρά ένας πολύ χαμηλός βαθμός κάλυψης (π.χ λιγότερο από 10%) οδηγεί σε αμελητέα εξοικονόμηση ενέργειας και σε χαμηλό οικονομικό ενδιαφέρον από πλευράς του τελικού χρήστη.

Τα κριτήρια για την επιλογή του βαθμού κάλυψης ανάμεσα στα περιθώρια που υπάρχουν (10 – 50%) είναι τα ακόλουθα :

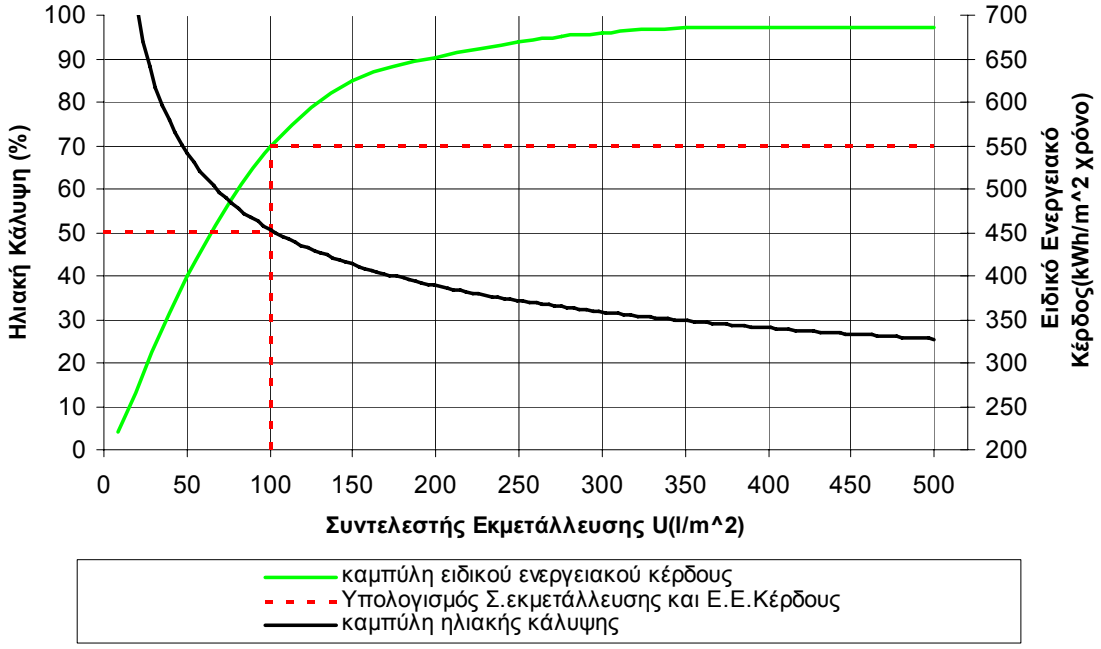
- Περιορισμοί χώρου για την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών. Ο διαθέσιμος χώρος για την εγκατάσταση των συλλεκτών πρέπει να υπολογιστεί (αφαιρώντας σκιασμένα τμήματα και εμπόδια) και να διαιρεθεί δια ενός συντελεστή 2,5 περίπου, προκειμένου να λάβει κανείς τη μέγιστη επιφάνεια των συλλεκτών που μπορούν να εγκατασταθούν (έτσι εξασφαλίζεται η αναγκαία απόσταση μεταξύ τους ώστε να μην σκιάζονται).
- Οικονομικοί λόγοι. Ανώτατο όριο για την επένδυση ή καθορισμός της βέλτιστης επενδυτικής λύσης. Για τη δεύτερη περίπτωση πρέπει να ληφθεί υπόψη το ακόλουθο:

αυξάνοντας την συλλεκτική επιφάνεια καταλήγουμε σε ελαφρώς χαμηλότερα ειδικά ηλιακά οφέλη (ανά m^2), αλλά από την άλλη, η ειδική τιμή (ανά m^2) των ηλιακών συστημάτων μειώνεται όταν αυτά γίνονται μεγαλύτερα. Άρα μπορεί να βρεθεί το ένα βέλτιστο μέγεθος του Θ.Η.Σ.

- Περιβαλλοντικοί λόγοι. Ο τελικός χρήστης μπορεί να έχει στις προτεραιότητές του τη δημιουργία μίας «φιλικής προς το περιβάλλον» βιομηχανίας και έτσι να επιλέξει τον υψηλότερο δυνατό βαθμό κάλυψης. Μία τέτοια επιλογή μπορεί, μεταξύ άλλων, να επιφέρει μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη.

Για να γίνει η μελέτη εγκατάστασης θερμικού ηλιακού συστήματος και ο υπολογισμός της επιφάνειας των συλλεκτών είναι απαραίτητη η χρήση ενός νομογραφήματος. Κάθε νομογράφημα για να σχεδιαστεί και να είναι αξιόπιστο πρέπει να βασίζεται σε κάποια συγκεκριμένα δεδομένα. Η διαφοροποίηση των δεδομένων αυτών διαφοροποιεί κάθε φορά και το αντίστοιχο νομογράφημα. Τα δεδομένα που επηρεάζουν τα νομογραφήματα είναι οι καιρικές συνθήκες, ο τύπος των συλλεκτών, το προφίλ του φορτίου και τέλος οι απαιτούμενες θερμοκρασίες.

Για καιρικές συνθήκες όμοιες με αυτές της Αθήνας, για επίπεδους συλλέκτες και για φάσμα θερμοκρασιών από 30 μέχρι $80^{o}C$, βρέθηκε από πηγές το εξής νομογράφημα:



Σχήμα 5.3: Νομογράφημα για επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες

Ο συντελεστής εκμετάλλευσης ορίζεται ως ο λόγος της μέσης ημερήσιας απαιτούμενης ροής (σε λίτρα) δια την επιφάνεια των συλλεκτών (m^2). Παρότι δεν αντιστοιχεί σε κανένα γνωστό φυσικό μέγεθος, αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για να παραχθεί ένα νομογράφημα, το οποίο θα είναι ανεξάρτητο από το μέγεθος της ηλιακής εγκατάστασης. Η αύξηση της τιμής του U σημαίνει υψηλότερο θερμικό φορτίο ανά m^2 συλλέκτη (και άρα μικρότερο βαθμό κάλυψης) και αντίστροφα.

Η ημερήσια ζήτηση σε θερμό νερό αντιστοιχεί σε3.500 lt και στους $41^{o}C$. Το προφίλ ζήτησης είναι αρκετά σταθερό από τις 7:00 μέχρι τις 16:00 και από Δευτέρα έως Παρασκευή. Η ελάχιστη διαθέσιμη θερμοκρασία για το Θερμικό Ηλιακό Σύστημα είναι $15^{o}C$. Για την συγκεκριμένη βιομηχανική μονάδα επιλέγεται βαθμός ηλιακής κάλυψης ίσος με 50%. Επιπλέον ο όγκος αποθήκευσης ανά m^2 συλλεκτικής επιφάνειας θεωρείται ίσος με 50 l/m^2. Γενικά η αύξηση της χωρητικότητας της δεξαμενής αποθήκευσης βελτιώνει ελαφρά την ετήσια απόδοση της εγκατάστασης. Λαμβάνοντας υπόψιν και το κόστος, μπορεί να υπολογιστεί η βέλτιστη τιμή χωρητικότητας στην περιοχή 50 l/m^2-200 l/m^2.

Από το νομογράφημα που έχει δοθεί και για ηλιακή κάλυψη 50%, προκύπτει ο συντελεστής εκμετάλλευσης ίσος με 100 l/m^2 (από την τομή της ευθείας για ηλιακή κάλυψη 50% με την καμπύλη ηλιακής κάλυψης). Με γνωστό το συντελεστή εκμετάλλευσης U(l/m^2) και την ημερήσια ζήτηση σε ζεστό νερό(lt), εκτιμάται η απαιτούμενη συλλεκτική επιφάνεια, η οποία τελικά προκύπτει ίση με 35 m^2. Εφόσον έχει καθοριστεί η επιφάνεια του πεδίου συλλεκτών, μπορεί κανείς εύκολα να υπολογίσει τον όγκο της δεξαμενής αποθήκευσης πολλαπλασιάζοντας επί 50 l/m^2. Δηλαδή ο συνολικός όγκος αποθήκευσης προκύπτει ίσος με 1.750 λίτρα.

Το ετήσιο ειδικό ενεργειακό κέρδος, με βάση τον γραφικό υπολογισμό είναι 550 kWh/ m^2 χρόνο. Συνεπώς η συνολική παραγωγή του Θερμικού Ηλιακού Συστήματος επιφάνειας 35 m^2 είναι 19,25 MWh/έτος.

Πίνακας 5.12: Οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης

Οικονομική αξιολόγηση επένδυσης			
Οικονομικοί δείκτες της επένδυσης			
Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία,			**3,5%**
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή,			**0%**
Χρονική διάρκεια λογιστικής περιόδου,			**25**
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης,			**0%**
Συνολικός προϋπολογισμός επένδυσης, **C**,		**7.434€**	**7.434€**
	Έτος	**Ταμειακή Ροή με προσαύξηση 5% στην τιμή προπανίου**	**Ανηγμένη Ταμειακή Ροή**
	0	-7.434	-7.434
	1	880,87	851,09
	2	924,92	863,42
	3	971,16	875,93
	4	1.019,72	888,63
	5	1.070,71	901,51
	6	1.124,24	914,57

	7	1.180,46	927,83
	8	1.239,48	941,27
	9	1.301,45	954,92
	10	1.366,52	968,75
	11	1.434,85	982,79
	12	1.506,59	997,04
	13	1.581,92	1.011,49
	14	1.661,02	1.026,15
	15	1.744,07	1.041,02
	16	1.831,27	1.056,11
	17	1.922,84	1.071,41
	18	2.018,98	1.086,94
	19	2.119,93	1.102,69
	20	2.225,92	1.118,67
	21	2.337,22	1.134,89
	22	2.454,08	1.151,33
	23	2.576,79	1.168,02
	24	2.705,63	1.184,95
	25	2.840,91	1.202,12
Καθαρή παρούσα αξία, NPV			**17.990 €**
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής, DPB			**8,3**
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης κεφαλαίου, IRR			**15,8%**

Η επένδυση στα θερμικά ηλιακά συστήματα κρίνεται πολύ συμφέρουσα. Αυτό αποδεικνύεται από τον μεγάλο εσωτερικό βαθμό απόδοσης, την καθαρή παρούσα αξία, καθώς και από την σχετικά μικρή έντοκη περίοδο αποπληρωμής.

5.6 ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ

Η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό στον χώρο των γραφείων ανέρχεται περίπου στις 5.800 kWh. Υπάρχουν συνολικά πέντε κλιματιστικά σώματα, τα οποία έχουν αρκετό καιρό να συντηρηθούν και να ελεγχθούν για τυχόν απώλειες.

5.6.1 Δράσεις νοικοκυρέματος

Ο σημαντικότερος παράγοντας για την εξοικονόμηση ενέργειας στα συστήματα κλιματισμού είναι ο ίδιος ο άνθρωπος. Οι κλιματιστικές μονάδες λειτουργούν περίπου 5 μήνες το χρόνο. Οι θερμοκρασίες που μπορούν να παρατηρηθούν στο διάστημα αυτό

πολλές φορές ξεπερνάνε και τους $38^{o}C$. Για να επικρατεί θερμοκρασιακή άνεση στο χώρο απαιτείται μία θερμοκρασία γύρω στους $24^{o}C$.
Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση παρατηρήθηκε το φαινόμενο κακού προγραμματισμού του διακόπτη θερμοκρασίας των κλιματιστικών από το προσωπικό. Για την επιδιωκόμενη θερμοκρασία των $24^{o}C$, οι εργαζόμενοι ρύθμιζαν τον θερμοστάτη στους 20-22°C, γεγονός που οδηγούσε στην ακατάπαυστη λειτουργία των ψυκτών, δαπανώντας έτσι μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Η ρύθμιση του θερμοστάτη στις θερμοκρασίες αυτές δεν επέφερε πάντα το επιθυμητό αποτέλεσμα, καθώς τις περισσότερες φορές η θερμοκρασία δύσκολα έφτανε τα επίπεδα των 20-22°C, λόγω της αυξημένης εξωτερικής θερμοκρασίας.

Μία δράση που θα βελτίωνε την κατάσταση αυτή και θα επέτρεπε στους ψύκτες να δουλεύουν στο 60 με 70 % του φορτίου τους, θα ήταν η ρύθμιση του θερμοστάτη σε μία ελαφρώς υψηλότερη θερμοκρασία, δηλαδή στους $25^{o}C$. Με τη ρύθμιση αυτή επιτυγχάνεται η σωστή θερμοκρασιακή άνεση των χώρων και εξοικονομείται ποσοστό ενέργειας.
Συνεπώς ο προγραμματισμός της θερμοκρασίας κλιματισμού πρέπει να γίνεται όσο το δυνατόν πιο οργανωμένα. Οι χρήστες θα πρέπει να ενημερωθούν για τη σωστή ρύθμιση των κλιματιστικών σωμάτων για να μη δαπανάται άσκοπα ενέργεια. Η καλύτερη θερμοκρασιακή ρύθμιση είναι οι $24^{o}C$.

Ακολουθούν κάποια μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στον κλιματισμό τα οποία παράλληλα συμβάλλουν στον καλύτερο έλεγχο των περιβαλλοντικών συνθηκών κλιματιζόμενων χώρων.

- Διατήρηση των κατάλληλων ρυθμίσεων όλων των θερμοστατών και υγροστατών χώρου.
- Προσαρμογή ρυθμίσεων ελεγκτών θερμοκρασίας για εξοικονόμηση ενέργειας κατά τη διάρκεια περιόδων μη κατοίκησης κύριων χώρων και σε ακατοίκητους χώρους.
- Παύση κυκλοφορητών όταν δεν απαιτείται η λειτουργία τους.
- Καθαρισμός και αντικατάσταση φίλτρων.
- Τακτική βαθμονόμηση των συστημάτων ελέγχου.
- Συντήρηση κινητήριων μερών (συγχρονισμός φορτίου κινητήρα με την μετάδοση, προσαρμογή και αντικατάσταση ιμάντων κίνησης).
- Έλεγχος της ορθής λειτουργίας των αντλιών, των fan coils και των συμπιεστών.
- Τακτικός καθαρισμός των fan coil προκειμένου να αυξηθεί η απόδοση.
- Μείωση της παραγόμενης στο κτίριο θερμότητας, για να μειωθεί το ψυκτικό φορτίο:
  - ✓ Σβήσιμο ή μείωση του επιπέδου φωτισμού μπορεί να αποφέρει μείωση 25 με 60% στο απαιτούμενο ψυκτικό φορτίο.
  - ✓ Περιορισμός στη χρήση του ηλεκτρικού και μηχανολογικού εξοπλισμού.

- Στοιχεία ηλιοπροστασίας για τη μείωση του φορτίου που προκαλείται από την ηλιακή ακτινοβολία.
- Αποφυγή της κατάστασης γειτνίασης χώρων από τους οποίους ο ένας θερμαίνεται, ενώ ο άλλος ψύχετα.ι.
- Εκμετάλλευση της θερμότητας που παράγεται στους συμπυκνωτές των μονάδων ψύξης.
- Ελεύθερη ψύξη στις μονάδες που βρίσκονται στους χώρους των επισκεπτών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

κεφ. 6

6.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία είχε ως σκοπό τη μελέτη της ενεργειακής λειτουργίας μίας βιομηχανίας επεξεργασίας λαμαρινών σιδήρου, για την παραγωγή εργαλειοθηκών. Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιήθηκε ενεργειακή επιθεώρηση στη βιομηχανία με στόχο τη μεγιστοποίηση του καθαρού κέρδους, καθώς και την ελαχιστοποίηση της άσκοπης ενεργειακής σπατάλης.Η μελέτη αυτή ανέδειξε προβλήματα και δυσλειτουργίες σε διάφορους τομείς της βιομηχανικής παραγωγής το οποία έχουν ως συνέπεια ενεργειακές απώλειες, άλλοτε σε μεγαλύτερο και άλλοτε σε μικρότερο βαθμό.

Έχοντας συγκεντρώσει όλα τα διαθέσιμα στοιχεία παραγωγής και καταναλισκόμενης ενέργειας από τη διεύθυνση της βιομηχανικής μονάδας, καθίσταται εφικτή μία προσεγγιστική κατανομή της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά γραμμή παραγωγής. Οι κύριες μορφές ενέργειας που καταναλίσκονται στη βιομηχανία είναι η ηλεκτρική ενέργεια και το προπάνιο. Η μείωση της συμβολής του προπανίου που παρατηρήθηκε στην παραγωγική διαδικασία το 2006, οφείλεται στη σημαντική μείωση της κατανάλωσης των φούρνων, λόγω του ορθότερου ωραρίου λειτουργίας που υιοθετήθηκε καθώς και λόγω της συντήρησης των λειτουργικών μερών του φούρνου.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι παρεμβάσεις βελτιστοποίησης της ενεργειακής συμπεριφοράς της βιομηχανικής μονάδας, οι οποίες εντοπίστηκαν από την ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιήθηκε για την περίοδο 2005-2006.

Κτίριο Γραφείων:

- **Κτιριακό κέλυφος:** Στο κτιριακό κέλυφος δεν διαπιστώθηκαν ιδιαίτερα προβλήματα. Η θερμομόνωση της οροφής βρίσκεται σε σχετικά καλή κατάσταση και δεν κρίνεται σκόπιμη η αλλαγή της. Επίσης αν αναλογιστεί κανείς ότι ο κύριος χώρος της παραγωγής δεν κλιματίζεται, η οποιαδήποτε αντικατάσταση της μόνωσης δεν θα επέφερε φανερά αποτελέσματα στην ενεργειακή κατανάλωση. Η μόνη διαφορά θα ήταν η καλύτερη σταθεροποίηση της θερμοκρασίας στον εσωτερικό χώρο, ανεξάρτητα των εξωτερικών θερμοκρασιακών διακυμάνσεων.

Σε γενικές γραμμές προτείνονται δραστηριότητες νοικοκυρέματος και συγκεκριμένα:

- ✓ Τακτικός έλεγχος και επισκευή ή αντικατάσταση τυχόν φθαρμένων κουφωμάτων, υαλοπινάκων και μονώσεων, καθώς και τυχόν ελαττωματικών μηχανισμών επαναφοράς των ανοιγμάτων.
- ✓ Ευαισθητοποίηση των χρηστών για την ορθολογική λειτουργία των υφιστάμενων διατάξεων σκίασης και των μηχανισμών επαναφοράς των ανοιγμάτων.
- ✓ Συστηματική χρήση των ανοιγμάτων για την ενίσχυση του φυσικού αερισμού-δροσισμού.

Παρόλα αυτά όμως στον χώρο των γραφείων εντοπίστηκε μια δράση χαμηλού κόστους σχετικά με την αντικατάσταση των υαλοπινάκων. Η συγκεκριμένη δράση θα επέφερε μία μικρή μείωση στην ενεργειακή κατανάλωση τόσο για θέρμανση όσο και για ψύξη. Η εξοικονόμηση αυτή είναι της τάξης των 1.320 kWh/ έτος. Αν και ο χρόνος αποπληρωμής για την επένδυση αυτή ανέρχεται στα 24 χρόνια, η επένδυση θεωρείται οριακά συμφέρουσα σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα και αξίζει να ληφθεί υπόψιν από τους υπεύθυνους της παραγωγής, καθότι το κόστος της είναι σχετικά μικρό και δεν επιβαρύνει σημαντικά την εταιρεία.

- **Κλιματισμός:** στον χώρο των γραφείων, ως μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που αφορούν τον κλιματισμό, προτείνονται τα εξής:
  - ✓ Οργανωμένος προγραμματισμός της θερμοκρασίας κλιματισμού και σωστή ρύθμιση των κλιματιστικών σωμάτων γύρω στους 24°C .
  - ✓ Παύση κυκλοφορητών όταν δεν απαιτείται η λειτουργία τους.
  - ✓ Καθαρισμός και αντικατάσταση φίλτρων.
  - ✓ Συντήρηση κινητήριων μερών των κλιματιστικών.
  - ✓ Συχνός έλεγχος της ορθής λειτουργίας των αντλιών, fan coils, και των συμπιεστών.

- **Φωτισμός:** Στις εγκαταστάσεις φωτισμού, αν και αποτελούν μόλις το 3% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, υπάρχουν δυνατότητες βελτιστοποίησης της ενεργειακής κατανάλωσης. Πιο συγκεκριμένα προτείνονται:

Στο κτίριο γραφείων

- ✓ Κλείσιμο των διακοπτών λειτουργίας φωτισμού σε μέρη και ώρες που δεν είναι απαραίτητος.
- ✓ Διατήρηση χαμηλού επιπέδου φωτισμού όταν η εγκατάσταση χρησιμοποιείται για λόγους ασφαλείας (νύχτα) και ελαχιστοποίηση του εξωτερικού φωτισμού.
- ✓ Συχνότερη συντήρηση και καθαρισμός τόσο των λαμπτήρων όσο και των φωτιστικών σωμάτων.
- ✓ Μέτρηση στάθμης φωτισμού των χώρων και αφαίρεση όσων λαμπτήρων θεωρούνται μη αναγκαίοι για την επίτευξη της απαιτούμενης στάθμης φωτισμού.
- ✓ Έλεγχος φωτισμού με τοπικούς διακόπτες, χρονοδιακόπτες, διαβαθμιστήρες (*dimmers*) και αισθητήρες παρουσίας.
- ✓ Αντικατάσταση απλών λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες με ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία και μεγάλο βαθμό απόδοσης. Το κόστος αντικατάστασης είναι 1.488 €, η αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας 1.417,6kWh/έτος και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής 17 έτη.

Στον χώρο παραγωγής

Στο πλαίσιο δράσεων ανακατασκευής ελέγχθηκε η εγκατάσταση φωτοσωλήνων (Solatube), η οποία λόγω του εξαιρετικά υψηλού κόστους και των χαμηλών αναγκών

της επιχείρησης σε φωτισμό, κρίθηκε ως οριακά συμφέρουσα σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα. Παρόλα αυτά δεν συνίσταται η υλοποίησής της, εκτός και αν μεταβληθούν οι ανάγκες της επιχείρησης στο μέλλον ή αυξηθεί σημαντικά η τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Παραγωγική διαδικασία:

- **Φούρνος:** Στις εγκαταστάσεις φούρνου υπάρχουν αρκετές δράσεις ενεργειακής βελτίωσης. Πιο συγκεκριμένα:
  - ✓ Ρυθμίσεις λειτουργίας στον καυστήρα.
  - ✓ Διατήρηση των επιφανειών των εναλλακτών θερμότητας καθαρών.
  - ✓ Περιοδικός έλεγχος της πίεσης του φούρνου.
  - ✓ Συστηματικός προγραμματισμός της παραγωγής.
  - ✓ Μείωση απωλειών καυσαερίων .
  - ✓ Τοποθέτηση θυρών και καλυμμάτων στις εισόδους και εξόδους του φούρνου.
  - ✓ Εγκατάσταση οργάνων παρακολούθησης της καύσης.
  - ✓ Ανάκτηση θερμότητας από πιθανή εγκατάσταση ψύξης.
  - ✓ Ανάλυση καυσαερίων για έλεγχο περίσσειας αέρα.
  - ✓ Επισκευή ή τοποθέτηση μόνωσης. Τοποθέτηση μόνωσης θα ήταν χρήσιμη στην οροφή του φούρνου, καθότι εκεί το πάχος της υστερεί σε σχέση με τα πλαϊνά τοιχώματα. Το κόστος μια τέτοιας επένδυσης ανερχεται στα 1.310 €, έχει έντοκη περίοδο αποπληρωμής 1,6 χρόνια και εσωτερικό βαθμό απόδοσης 87%. Γενικότερα η επένδυση αυτή κρίνεται πολύ συμφέρουσα.
- **Γραμμή απολύμανσης.** Προτείνονται τα εξής μέτρα παρέμβασης:
  - ✓ Καθαρισμός των επιφανειών των εναλλακτών θερμότητας καθώς και τοποθέτηση σε αυτούς εξωτερικής μόνωσης.
  - ✓ Τοποθέτηση μόνωσης στην οροφή της γραμμής απολύμανσης.
  - ✓ Εισαγωγή αυτοματισμού ελέγχου. Με τη χρήση αυτοματισμού θα αποφεύγεται η άσκοπη χρήση της γραμμής απολύμανσης.
  - ✓ Τοποθέτηση καλυμμάτων στην είσοδο και έξοδο της γραμμής απολύμανσης για περιορισμό των θερμικών απωλειών από τον κυρίως χώρο της απολύμανσης.
  - ✓ Τοποθέτηση θερμικών ηλιακών συστημάτων τα οποία θα αποθηκεύουν τη θερμική ενέργεια προερχόμενη από τον ήλιο με σκοπό την θέρμανση του νερού που θα χρησιμοποιηθεί στην απολύμανση. Το κόστος της επένδυσης ανέρχεται στα 7.434 €, έχει χρόνο αποπληρωμής 8,3 χρόνια και εσωτερικό βαθμό απόδοσης 15,8 %. Είναι επομένως αρκετά συμφέρουσα η επένδυση.

Ακολουθεί πίνακας στον οποίο καταγράφονται συνοπτικά όλες οι δράσεις ενεργειακής βελτίωσης, οι οποίες προσφέρουν κάποια ουσιαστική μείωση στις ενεργειακές σπατάλες.

Πίνακας 6.1: Δράσεις ενεργειακής βελτίωσης

	Δράσεις ενεργειακής βελτίωσης	Αρχικό κόστος (€)	Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (έτη)	Ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας
1	***Δράσεις νοικοκυρέματος***			
	Στο κτιριακό κέλυφος			
1.1	Έλεγχος και επισκευή τυχόν φθαρμένων κουφωμάτων και μονώσεων στο χώρο γραφείων			0,05%
1.2	Ορθολογική χρήση των διατάξεων σκίασης			
1.3	Χρήση φυσικού αερισμού			1,00%
	Στο φωτισμό			
1.4	Τακτικός καθαρισμός γυάλινων επιφανειών στους φεγγίτες			0,5%
1.5	Μείωση άσκοπης χρήσης φωτιστικών σωμάτων			1,00%
1.6	Συντήρηση και καθαρισμός λαμπτήρων και φωτιστικών			0,03%
	Στο φούρνο			
1.7	Διατήρηση των επιφανειών των εναλλακτών θερμότητας καθαρών			0,9%
1.8	Συστηματικός προγραμματισμός της παραγωγής			
	Στη γραμμή απολύμανσης			
1.9	Καθαρισμός εναλλακτών θερμότητας			1,5%
	Στον κλιματισμό			
1.10	Σωστή ρύθμιση του θερμοστάτη			
2	***Δράσεις χαμηλού κόστους***			
	Στο φωτισμό			
2.1	Αφαίρεση μη αναγκαίων λαμπτήρων			
2.2	Τοποθέτηση χρονοδιακοπτών			
2.3	Αντικατάσταση μαγνητικών αντισταθμιστικών διατάξεων με ηλεκτρονικές αντισταθμιστικές διατάξεις	1.488	17	40% (1.417,6 kWh/έτος)
	Στο φούρνο			
2.4	Τοποθέτηση καλυμμάτων στις εισόδους και εξόδους του φούρνου			
2.5	Ανάκτηση θερμότητας καυσαερίων			
2.6	Τοποθέτηση μόνωσης στην οροφή του φούρνου	1.310	1,6	5% (1,7 ΤΙΠ/έτος)
	Στη γραμμή απολύμανσης			
2.7	Μόνωση επιφανειών στους εναλλάκτες θερμότητας			
2.8	Τοποθέτηση αυτοματισμού ελέγχου			
2.9	Τοποθέτηση καλυμμάτων στις εισόδους και εξόδους των μπάνιων			
3	***Δράσεις ανακατασκευής***			
	Στο κτιριακό κέλυφος			
3.1	Αντικατάσταση υαλοπινάκων υψηλής θερμικής διαπερατότητας	2.200	25,9	13.213 kWh/έτος
	Στο φωτισμό			
3.2	Εγκατάσταση φωτοσωλήνων (Solatube)	21.450	24,3	90%(13.764,6 kWh/έτος)

	Στη γραμμή απολύμανσης			
3.3	Τοποθέτηση θερμικού ηλιακού συστήματος	7.434	8,3	19.250 kWh/έτος

6.2 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ πιο εμφανής σε κτιριακά συγκροτήματα επιχειρήσεων που έχουν ιδιαίτερα υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις λόγω του όγκου τους, της λειτουργίας ή της χρήσης τους. Πιο συγκεκριμένα οι βιομηχανικές μονάδες στις οποίες γίνεται εκτεταμένη χρήση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών, έχει προκύψει ότι καλύπτουν ένα ποσοστό της τάξης του 30% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα. Επιπλέον η λειτουργία των κτιριακών ενεργειακών συστημάτων προκαλεί το 40% περίπου των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Η προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια και στον ηλεκρομηχανολογικό εξοπλισμό με σκοπό την μείωση της κατανάλωσης της θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, έχει ως αποτέλεσμα όχι μόνο την προστασία του περιβάλλοντος μέσω της ελάττωσης των ρυπογόνων εκπομπών, αλλά και την ελαχιστοποίηση των λειτουργικών εξόδων των επιχειρήσεων που στεγάζονται στα κτίρια αυτά. Μια τέτοια προσπάθεια προϋποθέτει τόσο την εφαρμογή νέων τεχνολογιών όσο και την ύπαρξη ενεργειακής συνείδησης στη καθημερινή ανθρώπινη συμπεριφορά και του τρόπου ζωής γενικότερα.

Η ενεργειακή διαχείριση είναι μια συνεχής διαδικασία που αποσκοπεί στη βέλτιστη ενεργειακή λειτουργία των εγκαταστάσεων μιας επιχειρησιακής μονάδας. Στο πλαίσιο της ενεργειακής διαχείρισης, υπάρχει η ανάγκη συνεχούς ελέγχου, ώστε να εξασφαλίζεται κάθε στιγμή η βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά. Μια επιχειρησιακή μονάδα οφείλει να παρακολουθεί συνεχώς τις εξελίξεις στον τομέα της ενέργειας και ειδικότερα σε θέματα που αφορούν την αποδοτική χρήση του εξοπλισμού της. Οφείλει επίσης να είναι ενημερωμένη για τις αλλαγές στο θεσμικό πλαίσιο σχετικά με την ενεργειακή διαχείριση.

Κάθε επιχείρηση, σύμφωνα με τις ανάγκες και τα χαρακτηρίστικα της, μπορεί να επιλέξει αρχικά, τις προτάσεις που θα συμπεριλάβει στο σύστημα ενεργειακής διαχείρισης, ενώ κατά την διάρκεια της διαδικασίας συνεχούς βελτίωσης μπορεί να υιοθετηθούν περισσότερες προτάσεις. Το κίνητρο για την έγκριση - υιοθέτηση των μέτρων και των πρακτικών της ενεργειακής διαχείρισης είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και η υψηλή απόδοση. Η χαμηλή ενεργειακή απόδοση καταδεικνύει τις αδυναμίες και τις ελλείψεις στην ενεργειακή διαχείριση.

Οι επιθεωρήσεις εστιάζουν στην απόκτηση απαραίτητων δεδομένων κατανάλωσης ενέργειας, στην δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας, στον προσδιορισμό της παρούσας επίδοσης και στην διεξαγωγή αξιόπιστης συγκριτικής αξιολόγησης. Σύμφωνα με έρευνες που πραγματοποιήθηκαν υπό την αιγίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν μεγάλες δυνατότητες ενεργειακής βελτίωσης, που μπορούν να

πραγματοποιηθούν με την άρση των τεχνικών εμποδίων στη βιομηχανία, με τη βοήθεια πρωτοκόλλων μίνιμουμ απόδοσης ή ισοδυνάμων συμφωνιών, στις οποίες οι βιομηχανίες ακολουθούν κατευθυντήριες γραμμές για παραγωγικές μεθόδους αποτελεσματικές ως προς το κόστος και την ενέργεια. Σε πολλές βιομηχανικές μονάδες των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) εφαρμόζονται με επιτυχία ολοκληρωμένα προγράμματα Ενεργειακής Διαχείρισης, με, αλλά και χωρίς χρηματοδοτικά κίνητρα. Τα προγράμματα αυτά αποδείχθηκε ότι έχουν θετικά και μετρήσιμα αποτελέσματα επί των εκπομπών CO_2, επί της απασχόλησης και των ωφελειών που προσφέρουν στις ελεγχόμενες βιομηχανικές μονάδες.

Για την διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων είναι απαραίτητη η παρουσία ενός υπευθύνου. Αρμοδιότητα του υπεύθυνου ενέργειας είναι να διαχειρίζεται τις τρέχουσες ενεργειακές απαιτήσεις της εταιρίας αλλά και την μελλοντική ενεργειακή κατάσταση, σε ένα περιβάλλον όπου οι διακυμάνσεις στην προμήθεια και στην τιμή μπορεί να ασκήσουν σημαντική επίδραση στο ενεργειακό κόστος. Ο υπεύθυνος ενέργειας θα πρέπει να είναι υπεύθυνος σχεδιασμού, εφαρμογής και αλλαγών. Θα πρέπει κατά διαστήματα να αναθεωρεί τα αποτελέσματα του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης ώστε να εξασφαλίσει την διαρκή καταλληλότητα, επάρκεια και αποτελεσματικότητά του, και να εκτιμά την απόδοσή του μέσω της συγκριτικής αξιολόγησης

Οι προοπτικές της εφαρμογής της Ενεργειακής Διαχείρισης στο βιομηχανικό τομέα εμφανίζονται εξαιρετικά ευοίωνες, αφού οδηγούν στη χρησιμοποίηση κινητήρων, συμπιεστών, αντλιών, ανεμιστήρων και άλλων ειδών εξοπλισμού με καλύτερες ενεργειακές επιδόσεις, αλλά και σε αποτελεσματικότερες μεθόδους εργασίας. Τέλος, η εφαρμογή της Ενεργειακής Διαχείρισης στις βιομηχανικές μονάδες οδηγεί σε βελτίωση της ασφάλειας και της ποιότητας των παρεχομένων υπηρεσιών και προϊόντων, καθώς και στη βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος, αφού έχει ως αποτέλεσμα την ορθή και αποδοτικότερη χρήση της παραγόμενης ενέργειας

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1ο

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ – ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Π1.1 Συλλογή Ενεργειακών Δεδομένων

Π1.1.1 Γενικές πληροφορίες

Τίτλος Έργου	:	Ενεργειακή Καταγραφή
Τύπος Κτηρίου / Υπηρεσιών	:	
Έτος κατασκευής	:	1970
Διεύθυνση	:	Κορωπί Βάρης 1 χμλ.
Ιδιοκτήτης κτηρίου	:	
Ο ιδιοκτήτης είναι	:	Ιδιώτης (x) Εταιρεία ( ) Δημόσιο ( ) Άλλο ( )
Χρήστης κτηρίου	:	.
Ο χρήστης είναι	:	Ιδιώτης ( ) Εταιρεία (x) Δημόσιο ( ) Άλλο ( )

Έχει γίνει καμία αλλαγή ιδιοκτησίας / χρήσης του κτηρίου από την εποχή κατασκευής του:

ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)

⇒ ΚΥΡΙΕΣ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΕΙΣ / ΠΡΟΣΘΗΚΕΣ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ:

i) Κτιριακό κέλυφος

Εποχή	:	1996
% ανακαίνισης	:	
Επέμβαση(εις)	:	Επέκταση χώρου παραγωγής
Κόστος	:	

ii) Εγκαταστάσεις θέρμανσης / κλιματισμού χώρων

Εποχή	:	
% ανακαίνισης	:	
Επέμβαση(εις)	:	Τοποθέτηση κλιματιστικών σωμάτων
Κόστος	:	

iii) Εγκατάσταση θερμού νερού χρήσης

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

iv) Εγκατάσταση φωτισμού

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

iv) Άλλο

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

⇒ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΕΡΥΓΩΝ : 4
ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΡΟΦΩΝ (με ισόγειο) : 2
ΑΡΙΘΜΟΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ : 0

- **Διαστάσεις κτηρίου**

Συνολικός όγκος κτηρίου (m^3) : 23.076
Όγκος θερμαινόμενων χώρων (m^3) : 480
Όγκος κλιματιζόμενων χώρων (m^3) : 480
Όγκος ειδικών χώρων (m^3) :

Συνολική επιφάνεια δαπέδου (m^2) : 3.946
Επιφάνεια θερμαινόμενων χώρων (m^2) : 160
Επιφάνεια κλιματιζόμενων χώρων (m^2) : 160
Επιφάνεια ειδικών χώρων (m^2) :
:

ΑΡΙΘΜΟΣ ΑΤΟΜΩΝ ΠΟΥ ΔΙΑΒΙΟΥΝ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΟ ΤΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ 2 ΕΤΗ (εργαζόμενοι)

Έτος ή περίοδος	2005	2006
Άτομα	45	47

♦ ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΤΗΡΙΟΥ ΤΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ 2 ΕΤΗ

Έτος ή περίοδος	2005	2006
Ώρες / Ημέρα		
Από - Έως	7:00 – 15:00	
Ημέρες / Εβδομάδα		
Από - Έως	Δευτέρα - Παρασκευή	
Εβδομάδες / Μήνα		
Από - Έως		

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Ισόγειο	
Συνολική επιφάνεια ορόφου (m2)	3.946
Θερμαινόμενη επιφάνεια ορόφου (m2)	80
Κλιματιζόμενη επιφάνεια ορόφου (m2)	80
Όγκος ορόφου (m3)	240
Αριθμός ενοίκων ορόφου (άτομα)	45-47
Δραστηριότητα ορόφου	Γραφεία- παραγωγή

Π1.1.2 Κατανάλωση και κόστος ενέργειας

ΕΤΗΣΙΟ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ 2ΕΤΗ (€/έτος)

Έτος ή περίοδος	Καύσιμο		Σύνολο
	Ηλεκτρισμός (Ενέργεια + Ισχύς)	**Προπάνιο**	
2005	19.754,48	17.729,14	37.483,63
2006	27.306,19	20.752,53	48.058,73

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΑ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ 2 ΕΤΗ (kWh ή lit ή kg/έτος)

Έτος ή Περίοδος	Καύσιμο	
	Ηλεκτρισμός (kWh) (κανονικό + νυκτερινό)	**Προπάνιο**
2005	305.600,00	27,725
2006	447.200,00	24,627

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 2005

Μήνας	Καύσιμο	
	Ηλεκτρισμός (kWh) (κανονικό + νυκτερινό)	**Προπάνιο (kg)**
Ιανουάριος	(32.100,00+0)	2.675
Φεβρουάριος	(32.000,00+0)	2.889
Μάρτιος	(32.800,00+0)	3.210
Απρίλιος	(32.800,00+0)	2.514
Μάιος	(23.200,00+0)	2.728
Ιούνιος	(26.400,00+0)	1.605
Ιούλιος	(28.000,00+0)	2.605
Αύγουστος	(14.400,00+0)	
Σεπτέμβριος	(28.000,00+0)	2.519
Οκτώβριος	(29.600,00+0)	1.889
Νοέμβριος	(30.400,00+0)	2.729
Δεκέμβριος	(28.000,00+0)	2.362

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 2006

Μήνας	Καύσιμο	
	Ηλεκτρισμός (kWh) (κανονικό + νυκτερινό)	**Προπάνιο (kg)**
Ιανουάριος	(41.600,00+0)	2.257
Φεβρουάριος	(43.200,00+0)	2.099
Μάρτιος	(38.400,00+0)	2.538
Απρίλιος	(32.000,00+0)	3.413
Μάιος	(43.200,00+0)	2.624
Ιούνιος	(33.600,00+0)	1.677
Ιούλιος	(34.400,00+0)	2.502
Αύγουστος	(40.000,00+0)	
Σεπτέμβριος	(43.200,00+0)	3.579
Οκτώβριος	(47.200,00+0)	2.364
Νοέμβριος	(50.400,00+0)	1.574
Δεκέμβριος	(41.600,00+0)	2.257

ΜΗΝΙΑΙΑ ΖΗΤΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 2005

Μήνας	Καταμετρημένη Μέγιστη Ζήτηση Περιόδου (ΚΜΖ σε kW)	Καταμετρημένη Μέγιστη Ζήτηση Αιχμής (kW)	Συντελεστής Χρησιμοποίησης Δικτύου (Σ.ΧΡΣ.) *	Συντελεστής Ισχύος (cosφ)	Χρεωστέα Μέγιστη Ζήτηση (ΧΜΖ σε kW) **
Ιανουάριος	176	176			149,6
Φεβρουάριος	160	160	29,7%	0,964	131,7
Μάρτιος	178	178	23.2	0,953	174,7
Απρίλιος	166	166	28,3	0,953	143,2
Μάιος	156	156	21,3	0,964	133
Ιούνιος	158	158	24,8	0,904	133,3
Ιούλιος	168	163	21,7	0,937	162,6
Αύγουστος	153	150	11,5	0,994	148,2
Σεπτέμβριος	160	159	28	0,928	127,1
Οκτώβριος	164	155	25	0,909	153,3
Νοέμβριος	165	165	27,4	0,922	142
Δεκέμβριος	162	158	27,7	0,928	128,6

ΜΗΝΙΑΙΑ ΖΗΤΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΕΤΟΥΣ 2006

Μήνας	Καταμετρημένη Μέγιστη Ζήτηση Περιόδου (ΚΜΖ σε kW)	Καταμετρημένη Μέγιστη Ζήτηση Αιχμής (kW)	Συντελεστής Χρησιμοποίησης Δικτύου (Σ.ΧΡΣ.) *	Συντελεστής Ισχύος (cosφ)	Χρεωστέα Μέγιστη Ζήτηση (ΧΜΖ σε kW) **
Ιανουάριος	173	173	27	0,917	196,5
Φεβρουάριος	181	181	32	0,920	172,8
Μάρτιος	179	179	30,8	0,923	159,4
Απρίλιος	181	181	33,4	0,903	124,9
Μάιος	171	171	29,2	0,926	188,4
Ιούνιος	169	169	25,8	0,919	166,7
Ιούλιος	165	165	29,9	0,937	144,7
Αύγουστος	167	166	31,1	0,935	161,9
Σεπτέμβριος	167	167	38,4	0,926	143,1
Οκτώβριος	172	168	39,4	0,921	153,5
Νοέμβριος	175	175	42,8	0,914	151,9
Δεκέμβριος	171	171	28,6	0,940	169,9

* (Σ.ΧΡΣ.)=(kWh μήνα)/(ΚΜΖ*720 ώρες/μήνα)
** (ΧΜΖ)=(ΚΜΖ)*(Σ.ΠΡΣ.), όπου (Σ.ΠΡΣ.)=0,80/cosφ (για $\cos\varphi \leq 0{,}80$)
=1,00 (για $0{,}80 \leq \cos\varphi \leq 0.85$)
=0,85/cosφ (για $\cos\varphi \geq 0{,}85$)

Συμφωνημένη Ισχύς (από σύμβαση με Δ.Ε.Η.)= Α: 400, Β: 450, Γ:300 (kVA)

Έχει γίνει αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος τα τελευταία χρόνια;
ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)
Αν ΝΑΙ, πόσο; (kVA)

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

Π1.1.3 Ενεργειακή Διαχείριση

Καταγράφεται η κατανάλωση θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας στο κτήριο;
Ηλεκτρική: ΝΑΙ (x) ΟΧΙ ( )
Θερμική: ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)

Αν ναι κάθε πότε καταγράφεται;
Εβδομαδιαία ( ) Μηνιαία (x) Ετήσια ( )

Υπάρχει κάποιο πρόγραμμα *ενεργειακής διαχείρισης* για το κτήριο;
ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)
Παρατηρήσεις:

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

ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)

Αν ΝΑΙ τι ειδικότητα και είδος απασχόλησης στο κτήριο, έχει αυτός ο υπεύθυνος;
Ειδικότητα:

Έχει γίνει ποτέ το ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου;
ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)
Παρατηρήσεις:

Έχουν ποτέ οργανωθεί στο κτήριο δραστηριότητες ευαισθητοποίησης των ατόμων (εργαζόμενοι, επισκέπτες και πελάτες) που διαβιούν σε αυτό, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας;
ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)

Αν ΝΑΙ ποιες είναι αυτές;

Έχει γίνει κατά το παρελθόν κάποια ειδική τεχνοοικονομική μελέτη στο κτήριο;
ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)

Αν ΝΑΙ ποιο ήταν το αντικείμενο της;

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

Μέτρο Εξοικονόμησης Ενέργειας	Ημερομηνία Εφαρμογής
1.	
2.	

Παρατηρήσεις:

Σε ποια θέματα για την διοίκηση/διαχείριση του κτηρίου χρειάζεται περισσότερη πληροφόρηση η διεύθυνση, ώστε να δώσει σε αυτά προτεραιότητα για μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας;

Τιμολόγια Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας	( )
Θερμομόνωση Κτηριακού Κελύφους	(x)
Κτηριακά Συστήματα Αξιοποίησης Α.Π.Ε.	( )
Εγκατάσταση Κεντρικής Θέρμανσης	( )
Εγκατάσταση Κλιματισμού/Αερισμού	( )
Εγκατάσταση Θερμού Νερού Χρήσης	(x)
Εγκατάσταση Φωτισμού	( )
Διαδικασίες Ενεργειακής Διαχείρισης	(x)
Διαδικασίες Ευαισθητοποίησης Χρήστη	(x)
Ειδικά Προβλήματα Συγκεκριμένου Κτηρίου	( )

1.
2.
3.

Παρατηρήσεις:

Π1.2 Καταγραφή Στοιχείων Ενεργειακών Συστημάτων

Π1.2.1 Κτηριακό κέλυφος

Πυκνότητα γειτονικής δόμησης

Περιβάλλον συνεχούς δόμησης, χωρίς ελεύθερο χώρο εκτός από δρόμους	( )
Σχετικά πυκνή δόμηση με λίγους ελεύθερους χώρους μεταξύ κτηρίων	( )
Λίγα γειτονικά κτήρια, αλλά με ελεύθερο χώρο τουλάχιστον τον μισό περιβάλλοντα	( )
Το κτήριο είναι «πανταχόθεν ελεύθερο» με ελάχιστα ή καθόλου γειτονικά κτίσματα	(x)

Το κτήριο βρίσκεται σε άμεση επαφή με άλλα κτήρια με:

Μια πλευρά			προσανατολισμού	( )
Δύο πλευρές	/		προσανατολισμού	( )
Τρεις πλευρές	/	/	προσανατολισμού	( )
Δεν βρίσκεται σε άμεση επαφή με κανένα κτίριο				( )

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

ΝΑΙ (x) ΟΧΙ ( )

Υπάρχουν, στο οικόπεδο ή στο περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου, εμπόδια που μειώνουν την δυνατότητα εισόδου του ηλιακού φωτός για φυσικό φωτισμό;

ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)

Τα γειτονικά κτήρια (που πιθανώς υπάρχουν) είναι γενικά:

Υψηλότερα ( ) Χαμηλότερα ( ) Ισοϋψή (x)

Τα περιβάλλοντα αντικείμενα (δένδρα, κτήρια κλπ) σκιάζουν κατά την διάρκεια της ημέρας:

Ολόκληρο το κτήριο συμπεριλαμβανομένης της οροφής	( )
Περισσότερο από το μισό του κτηρίου	( )
Περίπου το ένα τέταρτο του κτηρίου	( )
Δεν σκιάζουν το κτήριο	(x)

Παρατηρήσεις:

Τύπος οροφής:

Επίπεδη ( ) Κεκλιμένη (x)

Επιφάνεια οροφής:

$A_R = (m^2)$

Περιγραφή στρωμάτων υλικού οροφής (από μέσα προς τα έξω: είδος, πάχος, συντελεστής αγωγιμότητας, χρώμα εξωτερικής επιφάνειας)
Α και Β αίθουσες: αλουμίνιο 1mm πάχος, χωρίς μόνωση και διάφωτα από υαλούφασμα 1,5mm
Γ και Δ αίθουσες: μόνωση πολυουραιθάνης 5mm και βαμμένη λαμαρίνα πάνω και κάτω πάχους 7/10mm.
Συντελεστής θερμοπερατότητας οροφής:
$U_R = (W/m^2K)$

Θέση μόνωσης οροφής:

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

♦ **Ποιότητα / κατάσταση μόνωσης οροφής:**
Καλή (x) Μέτρια ( ) Κακή ( )

Προβλήματα στην οροφή λόγω υγρασίας / καιρικών συνθηκών:

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

Παρατηρήσεις:

Τύποι εξωτερικών δαπέδων:

Πάνω από το έδαφος	( )
Πάνω από pilotis	( )
Πάνω από μη θερμαινόμενο χώρο	( )

Επιφάνειες εξωτερικών δαπέδων

Πάνω από το έδαφος	A_{F1}=	(m^2)
Πάνω από pilotis	A_{F2}=	(m^2)
Πάνω από μη θερμαινόμενο χώρο	A_{F3}=	(m^2)

Έχει το κτήριο υπόγειο;
ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)

Αν ΝΑΙ ποια είναι η λειτουργία τους; Μηχανήματα

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

Περιγραφή στρωμάτων υλικού δαπέδου (από μέσα προς τα έξω: είδος, πάχος, συντελεστής αγωγιμότητας)
Μπετό και μετά δεύτερο στρώμα σκληρό μπετό.
Συντελεστές θερμοπερατότητας δαπέδων:
U_{F1} = (W/m^{2}K)
U_{F2} = (W/m^{2}K)
U_{F3} = (W/m^{2}K)

Θέση μόνωσης δαπέδων:

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

Ποιότητα / κατάσταση μόνωση δαπέδων
Καλή ( ) Μέτρια ( ) Κακή (x)

Προβλήματα στα δάπεδα λόγω υγρασίας / καιρικών συνθηκών;

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

Τύπος εξωτερικής τοιχοποιίας
Τούβλο (x) Πέτρα ( ) Μπετόν ( )

Επιφάνεια τοιχοποιίας
A_w = (m^2)

Περιγραφή στρωμάτων υλικού τοιχοποιίας (από μέσα προς τα έξω: είδος, πάχος, συντελεστής αγωγιμότητας)
Μονή σειρά από τούβλα χωρίς μόνωση
Συντελεστής θερμοπερατότητας τοιχοποιίας
U_w = (W/m^2K)

Θέση μόνωσης τοιχοποιίας

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

Ποιότητα / κατάσταση μόνωσης τοιχοποιίας
Καλή ( ) Μέτρια ( ) Κακή (x)

Προβλήματα στην τοιχοποιία λόγω υγρασίας / καιρικών συνθηκών

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

Ποιο είναι το χρώμα της εξωτερικής τοιχοποιίας; *το χρώμα του τούβλου.*
Παρατηρήσεις:

Εξωτερικά ανοίγματα (παράθυρα και πόρτες)

Προσανατολισμός	Επιφάνεια (m^2)	Τύπος Πλαισίων (*)	Υλικό Πλαισίων (**)	Τύπος Υαλοστασίων (+)	Αριθμός Υαλοπινάκων / Άνοιγμα (++)	Θερμοπερατότητα U_G (W/ m^2K)
δύση	7,56	Π3	Υ1	Τ3	18	6,2
ανατολή	25	Π1	Υ1	Τ1	21	5,8

(*) Τύπος Πλαισίων		**(**) Υλικό Πλαισίων**	
Οριζόντια Συρόμενα	(Π1)	Αλουμίνιο	(Υ1)
Ανοιγόμενα	(Π2)	Πλαστικό	(Υ2)
Ερμητικά	(Π3)	Ξύλο	(Υ3)
(+) Τύπος υαλοστασίων		**(++) Αριθμός Υαλοπινάκων/Άνοιγμα**	
Απλός Διαφανής	(Τ1)	Ένας	(1)
Ημιδιαφανής	(Τ2)	Δύο	(2)
Ανακλαστικός	(Τ3)	Τρεις	(3)
Απορροφητικός	(Τ4)		
Επιλεκτικός	(Τ5)		
Πολυανθρακικό φύλλο	(Τ6)		

Αεροστεγανότητα ανοιγμάτων

Καλή ( ) Μέτρια (x) Κακή ( )

Τύπος αεροστεγάνωσης

Μονωτικά φιλμ χαραμάδων ( )
Μονωτικός αφρός χαραμάδων ( )
Δεν υπάρχει (x)

Ποιότητα / κατάσταση ανοιγμάτων

Καλή ( ) Μέτρια (x) Κακή ( )

Χρήση ανοιγμάτων

Εποχή	Ανοικτά (%)	Κλειστά (%)	Ώρες χρήσης
Χειμώνας	10	90	
Ενδιάμεσα			
Καλοκαίρι	100		

Παρατηρήσεις:

Ποιότητα / κατάσταση διατάξεων σκίασης

Καλή ( ) Μέτρια (x) Κακή ( )

Παρατηρήσεις:

Π1.2.2 Εγκαταστάσεις θέρμανσης – κλιματισμού – αερισμού χώρων

Συστήματα κάλυψης θερμικών / ψυκτικών αναγκών χώρων

Είδος	Πλήθος Μονάδων		Συνολική Θερμική / Ψυκτική Ισχύς (kW)	Καύσιμο	Σύστημα Διανομής Θέρμανσης / Ψύξης (*)
	Βασικές	Εφεδρικές			
Λέβητες - καυστήρες κεντρικής θέρμανσης	2			Πετρέλαιο θέρμανσης	x
Τοπικοί λέβητες - καυστήρες				Πετρέλαιο θέρμανσης	
Τοπικές κλιματιστικές μονάδες ψύξης θέρμανσης	5			Ηλεκτρισμός	ΣΔ3

(*) Σύστημα Διανομής Θέρμανσης/Ψύξης	
Δισωλήνιο με θερμαντικά σώματα νερού	(ΣΔ1)
Μονοσωλήνιο με θερμαντικά σώματα νερού	(ΣΔ2)
Τοπικές κλιματιστικές μονάδες ανεμιστήρα - Στοιχείου (Fan coils)	(ΣΔ3)
Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες & Αεραγωγοί – στόμια	(ΣΔ4)
Άλλο	(ΣΔ5)

Παρατηρήσεις:

Χρησιμοποιείται κάποιο από τα παραπάνω συστήματα και για άλλες χρήσεις;

ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)

Αν ΝΑΙ, αναφέρεται το σύστημα και την χρήση αυτή:

Στοιχεία κεντρικών συγκροτημάτων λεβήτων - καυστήρων

Α/Α Συγκροτήματος		
Τύπος / Μοντέλο	Λέβητας	
	Καυστήρας	
Έτος Εγκατάστασης	Λέβητας	
	Καυστήρας	
Ονομαστική Ισχύς	(kW)	
Παροχή Καυσίμου	(kg/h)	
Ρύθμιση Θερμοστάτη	Ασφαλείας (°C)	
	Κυκλοφορητή (°C)	
Θερμοκρασίες Νερού	Προσαγωγής (°C)	40-50
	Επιστροφής (°C)	25-30
Καθεστώς Λειτουργίας	Ώρες/Ημέρα	5 ημέρες
	Από-Έως	
	Ημέρες/Εβδομάδα	
	Από-Έως	
	Εβδομάδες-Μήνες/Ετος	
	Από-Έως	
Συντήρηση	Φορές / έτος	1/3

Ποιότητα / κατάσταση λέβητα(ων) - καυστήρα(ων)

Καλή (x) Μέτρια ( ) Κακή ( )

Είδος φλόγας καύσης

Κοντή τυρβώδης ( ) Μακριά στρωτή με καπνό (x)

Χρώμα φλόγας καύσης

Καφεκίτρινη ( ) Ελαφρά κυανή (x)

Υπάρχει κυκλική εναλλαγή των λειτουργούντων συγκροτημάτων

ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)

Αν ΝΑΙ ποιο το χρονικό διάστημα κυκλικής εναλλαγής;

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

ΝΑΙ (x) ΟΧΙ ( )

Ποιότητα / κατάσταση μόνωσης λέβητα(ων):

Καλή (x) Μέτρια ( ) Κακή ( )

Παρατηρήσεις:

Ποιότητα / κατάσταση συγκροτημάτων κλιματισμού (ψήκτρες / συμπυκνωτές / πύργοι ψύξεως)
Καλή ( ) Μέτρια (x) Κακή ( )

Υπάρχουν διαρροές ψυκτικού υγρού / νερού
ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)

Ποιότητα / κατάσταση θερμαντικών σωμάτων (επιφάνεια, διακόπτες)
Καλή ( ) Μέτρια ( ) Κακή ( )

Ποιότητα / κατάσταση Fan coils (στοιχείο, ανεμιστήρας, αυτοματισμοί)
Καλή ( ) Μέτρια ( ) Κακή ( )

Ποιότητα / κατάσταση δικτύου σωληνώσεων νερού (κυκλοφορητές, βαλβίδες κλπ)
Καλή ( ) Μέτρια ( ) Κακή ( )

Ποιότητα / κατάσταση δικτύου αεραγωγών (ανεμιστήρες, ΚΚΜ, φίλτρα, διαφράγματα, στοιχεία, υγραντήρες, στόμια κλπ)
Καλή ( ) Μέτρια ( ) Κακή ( )

Ποιότητα / κατάσταση δικτύου καυσίμου / καυσαερίων (δεξαμενές, καπνοδόχοι, αντλίες, βαλβίδες, διαφράγματα κλπ)
Καλή ( ) Μέτρια ( ) Κακή ( )
Παρατηρήσεις:

Προβλήματα στεγανότητας / διαρροών στα δίκτυα διανομής των εγκαταστάσεων
Διαρροές νερού / αέρα ( )
Διαρροές καυσίμου ( )
Διαρροές καυσαερίων ( )
Διαρροές ψυκτικού υγρού ( )
Παρατηρήσεις:

Είναι το δίκτυο των σωληνώσεων διανομής του θερμού / ψυχρού νερού θερμομονωμένο;
ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ ( )

Ποιότητα / κατάσταση μόνωσης

Καλή ( ) Μέτρια ( ) Κακή ( )

Είδος μόνωσης σωληνώσεων

Πάχος μόνωσης σωληνώσεων

Είναι το δίκτυο αεραγωγών διανομής του θερμού / ψυχρού νερού θερμομονωμένο;
ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ ( )

Ποιότητα / κατάσταση μόνωσης αεραγωγών
Καλή ( ) Μέτρια ( ) Κακή ( )

Είδος μόνωσης αεραγωγών

Πάχος μόνωσης αεραγωγών

Παρατηρήσεις:

Υπάρχει χρήση χρονοδιακοπτών αυτόματης έναυσης / παύσης των κεντρικών εγκαταστάσεων θέρμανσης / κλιματισμού;
ΝΑΙ ( ) ΟΧΙ (x)

Αυτοματισμοί Ελέγχου:

Θερμοστάτες χώρων	(x)
Χρονοθερμοστάτες χώρων	( )
Εξωτερικός θερμοστάτης	( )
Τοπικό σύστημα ελέγχου με αντιστάθμιση	( )
Εξωτερικής θερμοκρασίας με τρίοδη βαλβίδα ανάμιξης	( )
Τοπικοί θερμοστατικοί διακόπτες σωμάτων	( )
Κεντρικό σύστημα ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας (BEMS)	( )
Άλλο	( )

Συνήθης θερμοκρασία ρύθμισης (°C) στους χώρους

Περίοδος θέρμανσης	28
Περίοδος κλιματισμού	20

Η θερμοκρασία ρυθμίζεται από

Τους κατοίκους των χώρων	(x)
Κάποιο αρμόδιο υπεύθυνο κεντρικά	( )

Παρατηρήσεις:

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

Στοιχεία λειτουργίας τοπικών αυτόνομων μονάδων ψύξης/ θέρμανσης / αερισμού;

Παρατηρήσεις:

Στοιχεία εξαερισμού:

Παρατηρήσεις:

Εγκαταστάσεις φωτισμού

Είδος Χώρου	Επιφάνεια Χώρου	Λαμπτήρες			Φωτιστικά Σώματα (**)	Σύστημα Ελέγχου (+)	Λειτουργία		
		Τύπος (*)	Ισχύς (W)	Πλήθος			Ώρες / Ημέρα	Ημέρες / Ενδομάδα	Μήνες / Έτος
Χώρος Παραγωγής	3.766	Ι		70	Ο	ΚΔ	8	5	10
γραφεία	160	Φ	40	41	Α	ΚΔ	8	5	10

(*) Τύπος Λαμπτήρα		(**) Κάλυμμα Φωτιστικού	
Πυρακτώσεως	(Π)	Οπαλίνη	(Ο)
Φθορισμού	(Φ)	Πρισματικό	(Π)
Αλογονιδίων Μετάλλου	(ΜΗ)	Σύστημα Ανακλαστήρων	(Α)
Αλογόνων Αερίων (Ιωδίνης) 12V	(Ι)	Γυμνό Φωτιστικό	(ΓΦ)
Άλλο	(ΑΛ)	Άλλο	(ΑΛ)
(+) Σύστημα Ελέγχου			
Κεντρικός Απομακρυσμένος Διακόπτης	(ΚΔ)		
Επιτοίχιος Τοπικός Διακόπτης	(ΤΔ)		
Χρονοδιακόπτης	(ΧΔ)		
Αισθητήριο Φυσικού Φωτός	(ΑΦ)		
Αισθητήριο Κατοίκησης Χώρου	(ΑΧ)		

Ποιότητα / Κατάσταση φωτισμού
Καλή ( ) Μέτρια (x) Κακή ( )

Καθεστώς συντήρησης

Παρατηρήσεις:

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Οδηγός ενεργειακής επιθεώρησης, Μεθοδολογία και Τεχνικές, ΚΑΠΕ, 2000.
2. Οδηγός ενεργειακού ελέγχου και καταγραφής στη βιομηχανία, Καμάρας Γ., ΚΑΠΕ, 1996.
3. Οδηγός καύσης λεβήτων και κλιβάνων – φούρνων, ΚΑΠΕ, 1996
4. Οδηγός ενεργειακής επιθεώρησης, Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, 2000.
5. Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας μέσω θερμομόνωσης, ΚΑΠΕ, 1999.
6. Κάπρος, *Ενεργειακή Οικονομία* , Ε.Μ.Π.,1998.
7. "Ενεργειακός Έλεγχος και Δυνατότητες Εξοικονόμησης Ενέργειας στα Κτήρια: Εφαρμογή σε Πολυκατάστημα", Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Κωνσταντίνος Δ. Πατλιτζιάνας, ΕΜΠ, Αθήνα 2000
8. Εφαρμογές ηλιακών συστημάτων στη βιομηχανία γαλακτοκομικών προϊόντων, ΚΑΠΕ, 2000.
9. Θερμικά ηλιακά συστήματα (ΘΗΣ) σε βιομηχανικές εφαρμογές, ΚΑΠΕ, 2002.
10. Energy Intensity Indicators for Canadian Industry 1990 to 2004, www.cieedac.sfu.ca.
11. "Ενεργειακή Επιθεώρηση σε Κλωστοϋφαντουργία" , Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Αμανατίδης Άνθιμος, 2007
12. Estimate of energy consumption and CO_2 emission associated with the production, use and final disposal of PVC, XLPE, and PE cables, Polytechnical University of Catalonia, 2005.
13. PVC – Manufacture, www.chm.bris.ac.uk
14. Australian Paper Industry Council, Production Statistics 2002- 2003.
15. A Review of Energy Consumption and Related Data, Canadian Paper Manufacturing Industries 1999 – 2001, Canadian Industry Energy End – use Data and Analysis Centre, 2003, www.cieedac.sfu.ca.
16. Cement and Lime Bref Revision Cambureau Contribution Specific Energy Consumption, The European Cement Association, 2006.
17. Evaluating Clean Development Mechanism Projects in the Cement Industry Using a Process-Step Benchmarking Approach, Berkley National Laboratory, 2000.
18. Energy Efficiency Improvement Opportunities for Cement Making, Berkley National Laboratory, 2004.
19. A Review of Energy Consumption and Related Data Canadian Cement Manufacturing Industry 1990 to 2001, Canadian Industry Energy End – use Data and Analysis Centre, 2003.
20. Energy Consumption Benchmark Guide: Cement Clinker Production, Natural Resources Canada – Office of Energy Efficiency, 2001.

21. Ramırez C.A, Patel M, Blok K.From fluid milk to milk powder: Energy use and energy efficiency in the European dairy industry, Energy 2006; 31: 1984–2004.
22. Energy Performance Indicator Report: Fluid Milk Plants, Natural Resources Canada – Office of Energy Efficiency, 2001.
23. International Aluminium Institute, www.world-aluminium.org
24. SOLATUBE - The Miracle Skylight, www.solatube.gr, www.solatube.com.