



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΝΕΑ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΒΑΣΗ ΤΗΣ  
Ε.Θ.Ε.Λ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΔΡΕΑΣ Μ. ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Γ. ΖΟΥΡΤΣΑΝΟΣ

**Επιβλέπων:** Κωνσταντίνος Καραγιαννόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούλιος 2011





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ  
ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΝΕΑ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΒΑΣΗ ΤΗΣ  
Ε.Θ.Ε.Λ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΔΡΕΑΣ Μ. ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Γ. ΖΟΥΡΤΣΑΝΟΣ

**Επιβλέπων:** Κωνσταντίνος Καραγιαννόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 12<sup>η</sup> Ιουλίου 2011

.....  
Κ. Καραγιαννόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....  
Ν. Θεοδώρου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....  
Π. Τσαραμπάρης  
Λέκτορας Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούλιος 2011

.....  
Ανδρέας Μ. Αντωνόπουλος

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

.....  
Νικόλαος Γ. Ζουρτσάνος

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

Copyright © Ανδρέας Μ. Αντωνόπουλος, 2011

Copyright © Νικόλαος Γ. Ζουρτσάνος, 2011

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 του μαθήματος «Βιομηχανικές – Κτηριακές Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις».

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας ήταν η Ενεργειακή Επιθεώρηση στη Νέα Επισκευαστική Βάση της Εταιρείας Θερμικών Λεωφορείων (Ε.ΘΕ.Λ) και η διατύπωση κατά το δυνατό πρωτοπόρων δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας που βελτιώνουν την ενεργειακή συμπεριφορά της συγκεκριμένης εγκατάστασης. Κύριο αντικείμενο εργασίας της βιομηχανίας είναι η επισκευή και συντήρηση των μηχανικών και ηλεκτρικών συγκροτημάτων των θερμικών λεωφορείων.

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 θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές και ειλικρινείς μας ευχαριστίες στον Καθηγητή της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κ. Κωνσταντίνο Καραγιαννόπουλο για την ευκαιρία που μας έδωσε να ασχοληθούμε με το συγκεκριμένο θέμα, καθώς και για την ενθάρρυνση και τη βοήθεια του. Ακόμα, ευχαριστούμε τη συντριπτική πλειοψηφία του προσωπικού της Νέας Επισκευαστικής Βάσης για την ευγενική αντιμετώπιση που τύχαμε.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι πλέον κοινά αποδεκτό ότι η Ενεργειακή Επιθεώρηση 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 Επιθεώρηση 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 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 ήταν η ενεργειακή επιθεώρηση στη Νέα Επισκευαστική Βάση της Εταιρείας Θερμικών Λεωφορείων (Ε.ΘΕ.Λ) και η διατύπωση κατά το δυνατό πρωτοπόρων δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας που βελτιώνουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου.

Η Νέα Επισκευαστική Βάση βρίσκεται στον Άγιο Ιωάννη Ρέντη και αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης βιομηχανικής μονάδας. Καταλαμβάνει έκταση 7,4 στρεμμάτων και βρίσκεται κεντρικά της επιχειρησιακής μονάδας.

Η συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων, σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας, έγινε με την βοήθεια ειδικού εντύπου – ερωτηματολογίου. Η βιομηχανία καταναλώνει μόνο θερμική και ηλεκτρική ενέργεια. Η θερμική καταναλώνεται μόνο για θέρμανση και παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης και είναι αποκλειστικά τύπου πετρελαίου θέρμανσης (Ντήζελ). Η ηλεκτρική ενέργεια καταναλώνεται κυρίως στη παραγωγική διαδικασία (αυτοματοποιημένες μηχανές, πλυντήρια, αεροσυμπιεστές, πρέσες, τόννους, δοκιμαστήρια, γερανογέφυρες), καθώς επίσης για το φωτισμό των χώρων και τον κλιματισμό των γραφείων. Η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας γίνεται στη παραγωγική διαδικασία καθώς το 49,5% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται σ' αυτό το στάδιο ενώ έπεται η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση - ψύξη. Όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, πρωταγωνιστικό ρόλο παίζει το Συνεργείο Κιβωτίων Ταχυτήτων – Αξόνων – Διαφορικών με τα δυο δοκιμαστήρια ταχυτήτων.

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 ενεργοβόρων τμημάτων της παραγωγής.

Με γνώμονα τις ενεργειακές καταναλώσεις και στόχο την μείωση αυτών, προτάθηκαν δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας. Μελετήθηκαν δράσεις εξοικονόμησης στο φωτισμό, τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, στο σύστημα θέρμανσης – ψύξης, στο κτιριακό κέλυφος και στη παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης. Για κάθε τομέα βρέθηκαν και προτάθηκαν λύσεις που βελτιστοποιούσαν ενεργειακά τα συστήματα.

Τέλος όλες οι προτάσεις αξιολογήθηκαν με οικονομικοτεχνικά κριτήρια με σκοπό να αναδεχθεί το κατά πόσο ρεαλιστικές και εφαρμόσιμες είναι στη πράξη.

**Λέξεις κλειδιά:** Εξοικονόμηση Ενέργειας, Ενεργειακή Επιθεώρηση, Νέα Επισκευαστική Βάση, Ε.ΘΕ.Λ, Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας, Δράσεις Ενεργειακής Βελτίωσης, ΚΕΝΑΚ, Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ), Ενεργειακοί Δείκτες.



## ABSTRACT

Energy Audit 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 Audit 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, 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 the energy audit of the new repair base of Thermal Buses (E.THE.L) and making energy-saving measures that improve the energy performance of building.

New repair base is located in Agios Ioannis Rendi and is part of a larger industrial unit. Occupying an area of 7.4 acres and is located centrally of the business unit.

The collection of required elements, with regard to the consumption of energy, was done with the help of the special questionnaire form. The industry consumes only thermal and electric energy. Thermal is consumed only for heating and producing hot water which is fuelled exclusively with diesel. Electricity is consumed mainly in the production process (automated machines, washing machines, air compressors, presses, lathes, testing machines, cranes), and also for lighting and air conditioning in offices. The higher energy consumption occurs in the production process and 49.5% of total electricity consumed in this stage and following the consumption of energy for heating and cooling. With regard to the consumption of electric energy, leading role play the department Gear – Axle – Differential with two testing machines.

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, peruse 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 have been examined in lighting, electromechanical equipment, the heating and cooling systems, the building envelope and hot water. For each sector solutions that could optimize the energy consumption have been studied.

Finally, all proposals were evaluated with techno-economic criteria to be taken over whether it is realistic and workable in practice.

**Key words:** Energy Saving, Energy Audit, New Repair Base, E.THE.L, Energy Saving Actions, Actions of Energy Improvement, KENAK, Net Present Value (NPV), Energy Indicators.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	5
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ Ι: ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ</b>	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ο</sup> : ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	21
1.1 ΦΑΣΕΙΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	23
1.2 Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΓΓΡΑΜΜΑΤΟΣ .....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ο</sup> : ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ .....	27
2.1. ΓΕΝΙΚΑ .....	29
2.2. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ .....	29
2.3. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΑΝΑΛΗΨΗ ΔΡΑΣΗΣ .....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ο</sup> : Η ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΤΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	35
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	37
3.2 Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ .....	38
3.2.1 Ευρωπαϊκή Στρατηγική και Στόχοι.....	38
3.2.2 Ανασκόπηση Νομοθετικών Δράσεων .....	40
3.2.3 Κυριότερες Νομοθετικές Δράσεις .....	42
3.2.3.1 Οδηγία 2006/32/ΕΚ και σχέδιο δράσης ενεργειακής απόδοσης.....	42
3.2.3.2 Οδηγία 2002/91 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων .....	43
3.3 Το ΕΓΧΩΡΙΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ .....	44
3.3.1 Η Εξοικονόμηση Ενέργειας στο Πλαίσιο της Ελληνικής Ενεργειακής Πολιτικής .....	44
3.3.2 Ανασκόπηση Νομοθετικών Δράσεων .....	45
3.3.3 Ο Νόμος 3661/2008 και οι Αναθεωρήσεις το 2010 .....	47
3.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> : ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ .....	49
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	51
4.2 ΟΦΕΛΗ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ .....	51
4.3 ΤΥΠΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ .....	52

4.4 ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ .....	54
4.5 ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ ΜΙΑΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ...	56
4.6 ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ .....	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> : ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	65
5.1 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ .....	67
5.1.1 Μέθοδος Βαθμομερών .....	67
5.1.2 Υπολογισμός της Εξοικονόμησης Ενέργειας .....	68
5.1.3 Υπολογισμός των Βαθμομερών .....	69
5.1.4 Επιλεγμένες Επεμβάσεις στο Κτιριακό Κέλυφος.....	70
5.1.4.1 Προσθήκη θερμομόνωσης.....	71
5.1.4.2 Βελτιώσεις στα παράθυρα .....	73
5.1.4.3 Ελάττωση της διήθησης του αέρα .....	75
5.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	76
5.2.1 Η Ηλεκτρική Ισχύς και ο Συντελεστής Ισχύος .....	76
5.2.2 Μετατροπές Ηλεκτρικών Κινητήρων .....	78
5.2.2.1 Επαγωγικοί και Σύγχρονοι κινητήρες .....	78
5.2.2.2 Κινητήρες μεταβλητής ταχύτητας .....	80
5.2.2.3 Υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας .....	81
5.2.3 Ο Πεπιεσμένος Αέρας.....	83
5.2.3.1 Αέρας Εισαγωγής .....	84
5.2.3.2 Αεροσυμπιεστές .....	84
5.2.3.3 Η Σχεδίαση Δικτύου.....	85
5.2.3.4 Η Ανάκτηση Θερμότητας στους αεροσυμπιεστές .....	85
5.3 ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	86
5.3.1 Φυσικός Φωτισμός.....	86
5.3.2 Τεχνητός Φωτισμός .....	87
5.3.2.1 Χρήση ενεργειακά αποδοτικών λαμπτήρων.....	88
5.3.2.2 Χρήση κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων υψηλής απόδοσης .....	90
5.3.2.3 Εγκατάσταση κατάλληλων στραγγαλιστικών πηνίων (ballasts) .....	91
5.3.2.4 Συστήματα ελέγχου.....	92
5.3.2.5 Συντήρηση.....	92
5.3.2.6 Σχεδιαστικές παράμετροι και ενεργειακή διαχείριση.....	92
5.3.3 Υπολογισμός Εξοικονόμησης Ενέργειας.....	93

5.4. ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	94
5.4.1 Βελτίωση της Απόδοσης του Λέβητα.....	94
5.4.1.1 Η ρύθμιση του υφιστάμενου λέβητα .....	94
5.4.1.2 Η αντικατάσταση του υφιστάμενου λέβητα με άλλον λέβητα υψηλής απόδοσης .....	95
5.4.1.3 Η χρήση λεβήτων με υπομονάδες.....	95
5.4.2 Υπολογισμός Εξοικονόμησης Ενεργείας.....	98
5.5 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ .....	98
5.5.1 Δράσεις Εξοικονόμησης ενέργειας.....	98
5.5.2 Υπολογισμός Εξοικονόμησης Ενεργείας.....	99
5.6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	100
5.6.1 Εγκατάσταση Ηλιακών Συλλεκτών για την Παραγωγή Ζεστού Νερού	100
5.6.2 Εφαρμογή Ηλιακής Ψύξης με τη Χρήση Αντλιών Θερμότητας .....	101
5.6.3 Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων.....	102
5.6.4 Εγκατάσταση Ανεμογεννήτριας .....	103
5.7 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ .....	104
5.7.1 Υποκατάσταση Πετρελαίου από Φυσικό Αέριο στις Εγκαταστάσεις Κεντρικής Θέρμανσης .....	104
5.7.2 Εγκατάσταση Μονάδας Συμπαράγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας.	105
5.7.3 Εγκατάσταση Συστήματος Αυτοματοποίησης και Κεντρικού Ελέγχου	107
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 <sup>ο</sup> : ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ .....	109
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	111
6.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΈΝΝΟΙΕΣ .....	111
6.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ .....	112
6.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ .....	113
6.4.1 Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value, NPV).....	113
6.4.2 Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Internal Rate of Return, IRR) .....	114
6.4.3 Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής ( Discounted Payback period, DPB) .	114
6.5 ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΈΡΓΩΝ.....	115

## ΕΝΟΤΗΤΑ ΙΙ: ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 <sup>ο</sup> : ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ .....	119
---	-----

### ΕΝΟΤΗΤΑ ΙΙΙ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΝΕΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ Ε.ΘΕ.Λ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 <sup>ο</sup> : ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ .....	125
8.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	127
8.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΝΕΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ .....	129
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 <sup>ο</sup> : ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΝΕΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ .....	137
9.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	139
9.2 ΓΡΑΦΕΙΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ .....	145
9.3. ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ.....	149
9.3.1 Συνεργείο Κιβωτίων Ταχυτήτων – Αξόνων – Διαφορικών.....	149
9.3.2 Συνεργείο Μηχανουργείου .....	153
9.3.3 Συνεργείο Κινητήρων .....	159
9.3.4 Συνεργείο Επισκευής Ψυγείων .....	162
9.3.5 Δοκιμαστήριο Κινητήρων και Αντλιών Μπέκ .....	164
9.3.6 Συνεργείο Συμπιεστών και Κλιματιστικών .....	168
9.3.7 Συνεργείο Ηλεκτροσυγκολλήσεων .....	169
9.4 ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ .....	171
9.4.1 Συνεργείο Ηλεκτρικών Επισκευών.....	172
9.4.2 Συνεργείο Ηλεκτρονικών Επισκευών .....	173
9.4.3 Συνεργείο Επισκευής Ακυρωτικών Μηχανημάτων.....	174
9.5 ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ.....	175
9.5.1 Γραφείο Διαχείρισης Αποθηκών.....	175
9.5.2 Αποθήκη καινούριων Ανταλλακτικών .....	176
9.5.3 Αποθήκη παλιών Ανταλλακτικών .....	177
9.5.4 Πλυντήριο Ανταλλακτικών.....	178
9.6 ΛΟΙΠΟΙ ΧΩΡΟΙ .....	179
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 <sup>ο</sup> : ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	187
10.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	189
10.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ....	189
10.3 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ .....	191
10.4 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ .....	194
10.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ.....	196
10.6 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ.....	197
10.7 ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	200

## ΕΝΟΤΗΤΑ IV: ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Κεφάλαιο 11 <sup>ο</sup> : ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	207
11.1 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 1 <sup>η</sup> : ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΑΡΧΟΝΤΩΝ ΛΑΜΠΗΡΩΝ ΜΕ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΟΥΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ ΤΗΣ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ.....	209
11.2 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 2 <sup>η</sup> : ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΣΤΡΑΓΓΑΛΙΣΤΙΚΩΝ ΠΗΝΙΩΝ ΤΩΝ ΛΑΜΠΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΑ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ.....	213
11.3 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 3 <sup>η</sup> : ΤΟΠΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΣΤΟΥΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ.....	214
11.4 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 4 <sup>η</sup> : ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ... ..	222
11.5 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 5 <sup>η</sup> : ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΥΣ ΔΙΠΛΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ.....	223
11.6 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 6 <sup>η</sup> : ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΛΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕ ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ INVERTER.....	224
11.7 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 7 <sup>η</sup> : ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ.....	225
11.8 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 8 <sup>η</sup> : ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ ΣΤΟΥΣ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ.....	226
11.9 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 9 <sup>η</sup> : ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ VSD (VARIABLE SPEED DRIVE) ΣΤΟΥΣ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ .....	227
11.10 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 10 <sup>η</sup> : ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ .....	228
11.11 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 11 <sup>η</sup> : ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΑΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	229
11.12 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 12 <sup>η</sup> : ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ .....	231
Κεφάλαιο 12 <sup>ο</sup> : ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	235
12.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 1 <sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	237
12.1.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης .....	237
12.1.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης .....	238
12.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 2 <sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	239
12.2.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης .....	239
12.2.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης .....	240
12.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 3 <sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	242
12.3.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης .....	242
12.3.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης .....	243
12.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 4 <sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	245

12.4.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης .....	245
12.4.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης .....	246
12.5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 5 <sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	248
12.5.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης .....	248
12.5.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης .....	249
12.6 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 6 <sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	251
12.6.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης .....	251
12.6.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης .....	252
12.7 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 7 <sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	254
12.7.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης .....	254
12.7.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης .....	254
12.8 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 8 <sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	256
12.8.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης .....	256
12.8.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης .....	256
12.9 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 9 <sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	258
12.9.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης .....	258
12.9.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης .....	258
12.10 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 10 <sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	260
12.10.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης .....	260
12.10.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης .....	261
12.11 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 11 <sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	262
12.11.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης .....	262
12.11.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης .....	263
12.12 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 12 <sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ .....	265
12.12.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης .....	265
12.12.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης .....	266
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 <sup>ο</sup> : ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	269
13.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	271
13.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ....	272
13.3 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ .....	273
13.4 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ .....	274
13.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ .....	275
13.6 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ .....	276



13.7 ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	279
<b>ΕΝΟΤΗΤΑ V: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ</b> .....	281
Κεφάλαιο 14 <sup>ο</sup> : ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	283
14.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	285
14.2 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ.....	287
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	291
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b> .....	293



**ΕΝΟΤΗΤΑ Ι:  
ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ**



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>:  
ΕΙΣΑΓΩΓΗ



## 1.1 ΦΑΣΕΙΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Για να ολοκληρωθεί η συγκεκριμένη Διπλωματική εργασία, η οποία πραγματοποιήθηκε την περίοδο 2010-2011 και για να διεκπεραιωθεί η Ενεργειακή Επιθεώρηση ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία που αποτελείται από έξι φάσεις:



Διάγραμμα 1.1: Φάσεις εκπόνησης διπλωματικής εργασίας

## **ΦΑΣΗ 1: ΕΠΟΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ**

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.

## **ΦΑΣΗ 2: ΣΥΛΛΟΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

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 ενεργοβόρα 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.

## **ΦΑΣΗ 3: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

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 διαχείρισης. Τα ενεργειακά δεδομένα τοποθετούνται σε πίνακες και απεικονίζονται σε διαγράμματα, για καλύτερη εποπτική κατανόηση της κατανομής του ενεργειακού φορτίου.

## **ΦΑΣΗ 4: ΕΝΤΟΠΙΣΜΟΣ ΔΡΑΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ**

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

## **ΦΑΣΗ 5: ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ**

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.

## **ΦΑΣΗ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ**

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



## 1.2 Η ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΣΥΓΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Η εργασία αποτελείται από πέντε ενότητες:

- **Ενότητα I: Εισαγωγή**  
Η ενότητα αυτή αποτελείται από τα έξι πρώτα κεφάλαια της εργασίας. Στόχος είναι η παρουσίαση του θεωρητικού υπόβαθρου που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση της παρούσας διπλωματικής.
- **Ενότητα II: Σκοπός Διπλωματικής Εργασίας**  
Η ενότητα αυτή αποτελείται από το Κεφάλαιο 7 της εργασίας. Στόχος είναι η παρουσίαση του αντικειμενικού σκοπού της παρούσας διπλωματικής εργασίας.
- **Ενότητα III: Παρουσίαση Νέας Επισκευαστικής Βάσης**  
Η ενότητα αυτή αποτελείται από το Κεφάλαιο 8, το Κεφάλαιο 9 και το Κεφάλαιο 10 της εργασίας. Στόχος είναι η παρουσίαση της υπάρχουσας εγκατάστασης και η αποτύπωση των ενεργειακών της χαρακτηριστικών.
- **Ενότητα IV: Διερεύνηση Ενεργειακών Επεμβάσεων**  
Η ενότητα αυτή αποτελείται από το Κεφάλαιο 11, το Κεφάλαιο 12 και το Κεφάλαιο 13 της εργασίας. Στόχος είναι η διατύπωση δράσεων ενεργειακής εξοικονόμησης και η οικονομική αξιολόγηση τους.
- **Ενότητα V: Συμπεράσματα - Προοπτικές**  
Η ενότητα αυτή αποτελείται από το Κεφάλαιο 14 και το Κεφάλαιο 15 της εργασίας. Στόχος είναι η παρουσίαση των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από την παρούσα μελέτη και η διατύπωση μελλοντικών δράσεων.

Πιο αναλυτικά, η δομή της εργασίας έχει ως εξής:

- Αρχικά υπάρχει ο **Πρόλογος** και 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, αναφέρεται 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
- Στο **Κεφάλαιο 3**, γίνεται συνοπτική παρουσίαση του νομικού πλαισίου που αφορά την ορθολογική χρήση ενέργειας στην Ελλάδα και την Ευρώπη
- Στο **Κεφάλαιο 4**, παρουσιάζεται η μεθοδολογία με την οποία εκτελείται η Ενεργειακή Επιθεώρηση
- Στο **Κεφάλαιο 5**, αναφέρονται οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στη βιομηχανία γενικότερα κατόπιν διεξοδικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης
- Στο **Κεφάλαιο 6**, αναφέρονται οι κυριότεροι οικονομικοί δείκτες που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των επενδύσεων

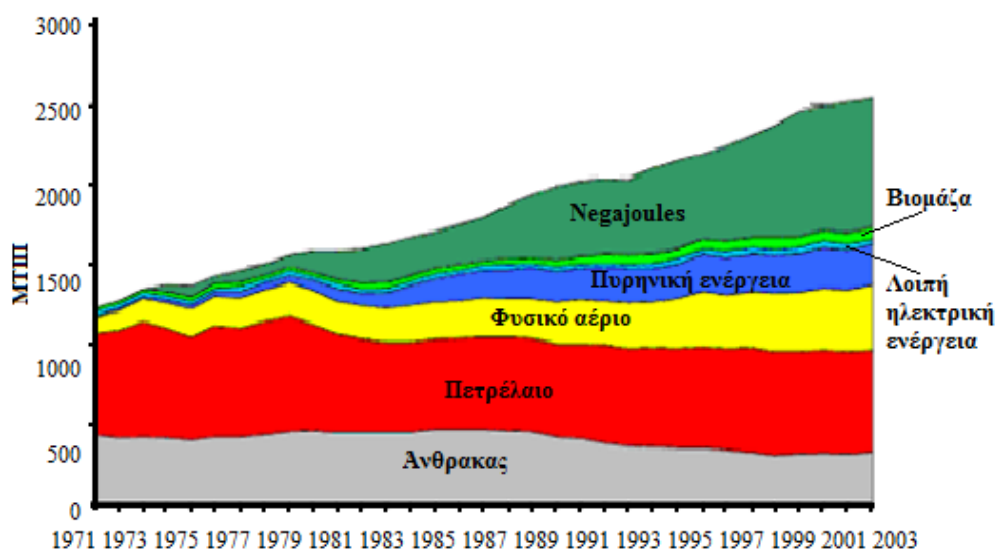
- Στο **Κεφάλαιο 7**, αναφέρονται ο σκοπός και το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας
- Στο **Κεφάλαιο 8**, γίνεται μια γενική περιγραφή της υπάρχουσας βιομηχανικής εγκατάστασης
- Στο **Κεφάλαιο 9**, πραγματοποιείται η αποτύπωση των ηλεκτρικών καταναλώσεων που συλλεχθήκαν στη Νέας Επισκευαστικής Βάσης της Ε.ΘΕ.Λ.
- Στο **Κεφάλαιο 10**, παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά ενεργειακά δεδομένα της εγκατάστασης και γίνεται επεξεργασία αυτών
- Στο **Κεφάλαιο 11**, γίνεται η διαμόρφωση στοχευμένων ενεργειακών επεμβάσεων στην Νέας Επισκευαστική Βάση της Ε.ΘΕ.Λ. με σκοπό την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας της
- Στο **Κεφάλαιο 12**, γίνεται οικονομική αξιολόγηση των προτεινόμενων επεμβάσεων με βάση τα κριτήρια του Κεφαλαίου 6
- Στο **Κεφάλαιο 13**, παρουσιάζονται τα συνολικά αποτελέσματα των ενεργειακών επεμβάσεων τόσο ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνουν όσο και ως προς την οικονομική τους διάσταση
- Στο **Κεφάλαιο 14**, παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των προτεινόμενων επεμβάσεων και αναδεικνύονται περαιτέρω δράσεις εξοικονόμησης που δεν αναλύθηκαν στη συγκεκριμένη εργασία αλλά μπορούν να επιτύχουν μεγαλύτερη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς της Νέας Επισκευαστική Βάση της Ε.ΘΕ.Λ
- Τέλος, υπάρχουν τα **Παραρτήματα**, όπου παρουσιάζεται το ειδικό έντυπο – ερωτηματολόγιο με βάση το οποίο συλλέχτηκαν τα απαραίτητα ενεργειακά δεδομένα της βιομηχανίας και βοήθησε στην κατανόηση και αποτύπωση της ενεργειακής συμπεριφοράς της. Επιπλέον δίνονται τα μονογραμμικά διαγράμματα των πινάκων φωτισμού της εγκατάστασης καθώς και πινάκες με τους απαραίτητους συντελεστές μετατροπής μονάδων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>:  
ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ



## 2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι δύο πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του '70 παρακίνησαν πολλές χώρες να επανεξετάσουν την ενεργειακή τους κατανάλωση, ώστε να εξαρτώνται σε μικρότερο βαθμό από το πετρέλαιο. Ο σχετικός προβληματισμός σε όλα τα κράτη - μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης αμφισβήτησε τον έως τότε αδιάσπαστο σύνδεσμο μεταξύ ανάπτυξης του ΑΕΠ και ενεργειακής ζήτησης, ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του '70. Η εν λόγω αποσύνδεση ΑΕΠ και ενεργειακής ζήτησης παρουσιάζεται στο σχήμα 2.1.



**Σχήμα 2.1:** Ανάπτυξη της πρωτογενούς ζήτησης ενέργειας και των “negajoules” (εξοικονόμηση ενέργειας υπολογιζόμενη με βάση την ένταση ενέργειας το 1971) στην Ε.Ε-15

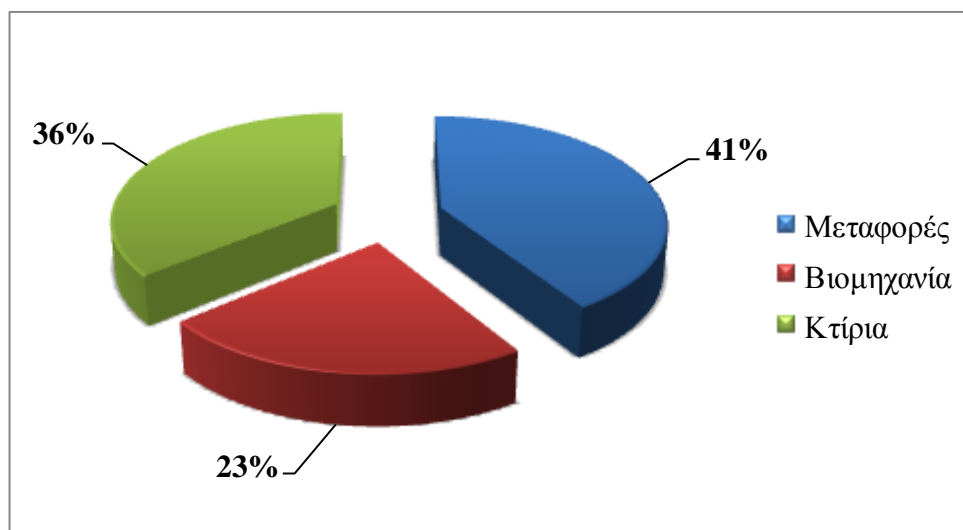
Ωστόσο, μπορεί οι πετρελαϊκές κρίσεις να οδήγησαν στη λήψη μιας σειράς μέτρων για την ενεργειακή απόδοση, η απουσία όμως ενδεδειγμένων δομικών μέτρων σήμαινε ότι δε θα μπορούσε να σταθεροποιηθεί η ζήτηση. Έγινε κατανοητό ότι είναι αδύνατο να αναληφθεί αποτελεσματική δράση για την ουσιαστική μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης χωρίς πρώτα να έχουν εντοπιστεί οι παράγοντες στους οποίους οφείλεται η σπατάλη, ώστε να αντιμετωπιστούν στο μέλλον. Μάλιστα, η επίγνωση αυτού του γεγονότος ενισχύεται από τη σημερινή, διεθνή οικονομική κατάσταση, που χαρακτηρίζεται από την ισχυρή οικονομική ανάπτυξη σε ορισμένες χώρες –Κίνα, Βραζιλία και Ινδία- και τη συνακόλουθη αύξηση της ενεργειακής τους κατανάλωσης. Έτσι, η σχετικά πρόσφατη αύξηση στις τιμές ενέργειας στις παγκόσμιες αγορές, και ιδιαίτερα στις τιμές του πετρελαίου, αναβίωσε το ενδιαφέρον για τη διαχείριση της ζήτησης.

## 2.2. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

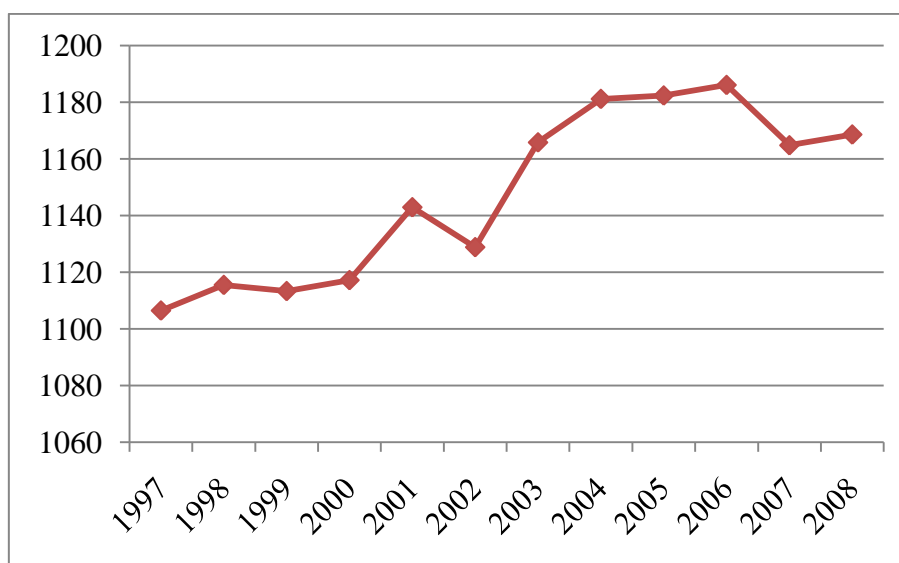
Σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης αναλογεί

στο 40% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρώπη. Ο οικιακός και τριτογενής κτιριακός τομέας αποτελούν πλέον τον μεγαλύτερο τελικό καταναλωτή ενέργειας εκτοπίζοντας τους παραδοσιακούς μεγάλους καταναλωτές, τη βιομηχανία και τις μεταφορές. Επί πλέον η παραγωγή και η χρήση ενέργειας είναι η αιτία για το 94% των εκπομπών CO<sub>2</sub>, με ένα σημαντικό μερίδιο τουλάχιστον 45% να αναλογεί στον κτιριακό τομέα. Είναι γνωστό ότι εκτός από το περιβάλλον, η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας έχει αρνητικές επιπτώσεις και στον παράγοντα της ασφάλειας εφοδιασμού. Εάν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα η ενεργειακή εξάρτηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης προβλέπεται να φτάσει το 70% μέχρι το 2030.

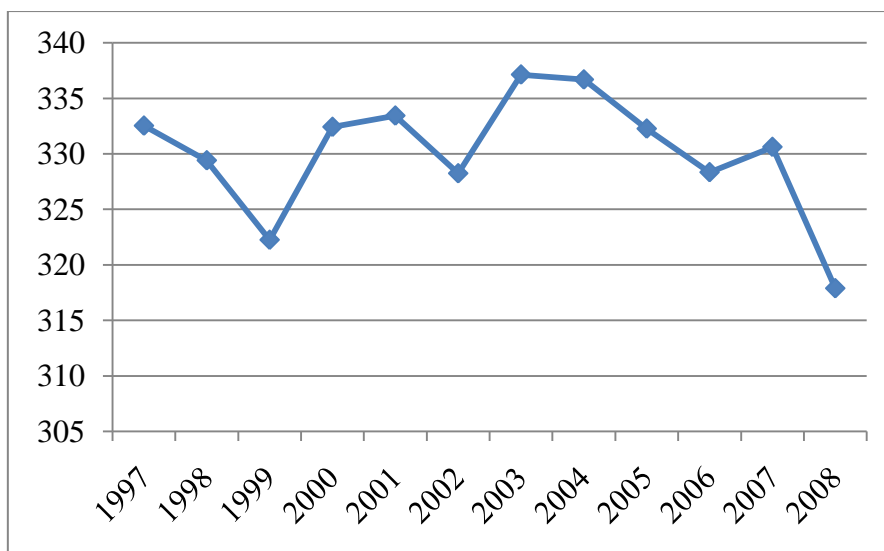
Στα σχήματα που ακολουθούν αποτυπώνεται η συνολική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα των κρατών – μελών της Ε.Ε., η ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας σε ΜΤΠΠ για την Ε.Ε και η ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας του βιομηχανικού τομέα για την Ε.Ε για τα έτη 1997 – 2008.



**Σχήμα 2.2:** Συνολική κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα

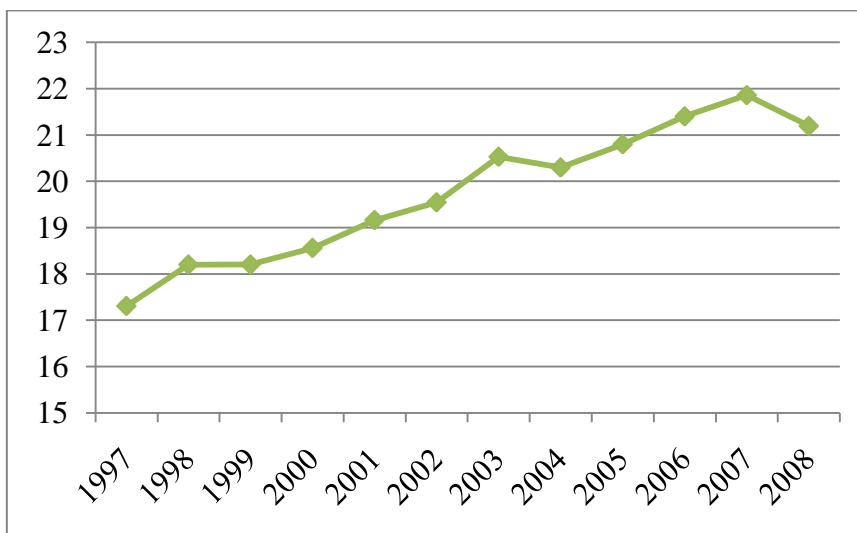


**Σχήμα 2.3:** Ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας σε ΜΤΠΠ στην Ε.Ε-27

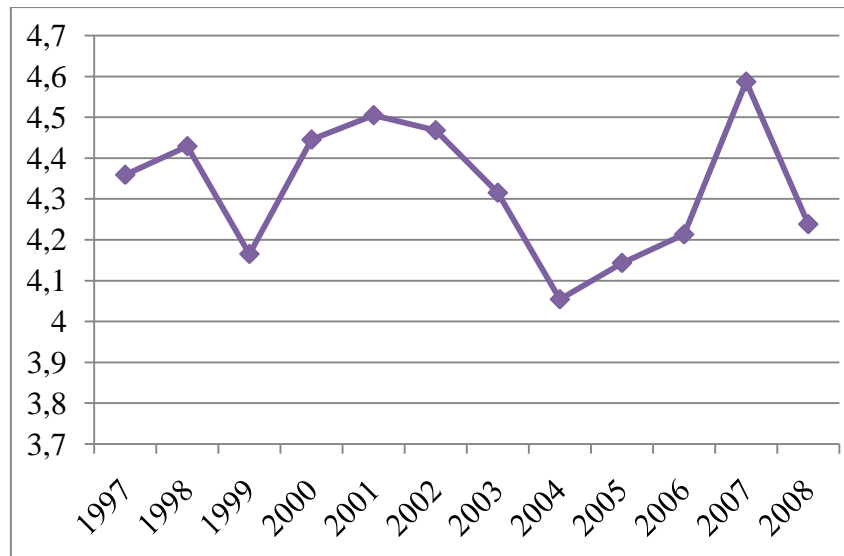


**Σχήμα 2.4:** Ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας σε ΜΤΠΠ στην Ε.Ε-27 μόνο στη βιομηχανία

Τα σχήματα αναφορικά με την συνολική κατανάλωση ενεργείας τόσο σε συνολικό επίπεδο όσο και στο βιομηχανικό τομέα σε σχέση με την Ελλάδα φαίνονται παρακάτω. Παρατηρούμε ότι ο βιομηχανικός τομέας συμβάλλει στην ενεργειακή κατανάλωση της χώρας κατά 20% περίπου. Παράλληλα μετά το 2007 βλέπουμε κατακόρυφη μείωση στη κατανάλωση ενέργειας της ελληνικής βιομηχανίας προφανώς γιατί άρχισε η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης

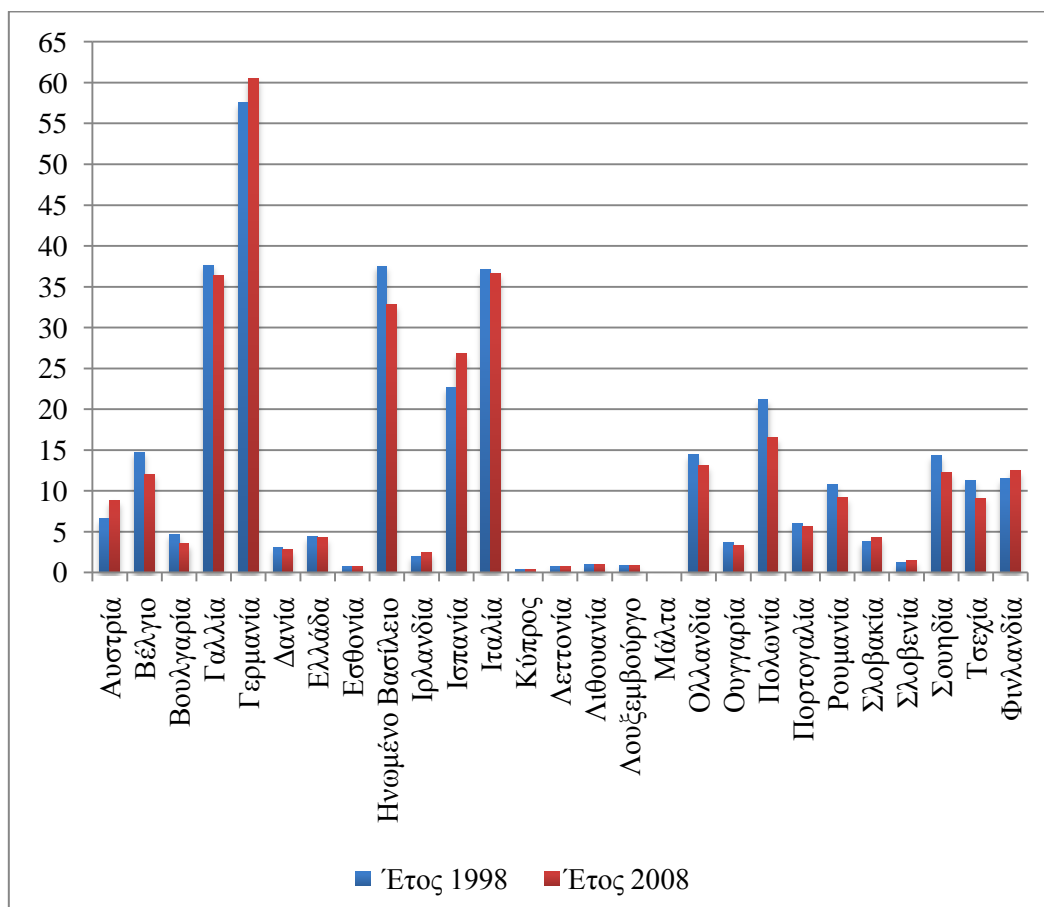


**Σχήμα 2.5:** Ετήσια συνολική κατανάλωση ενεργείας σε ΜΤΠΠ στην Ελλάδα



**Σχήμα 2.6:** Ετήσια συνολική κατανάλωση ενεργείας σε ΜΤΟΕ στην Ελλάδα μόνο στη βιομηχανία

Τέλος στο σχήμα 2.7 αποτυπώνεται η ενεργειακή κατανάλωση στη βιομηχανία των κρατών – μελών της Ε.Ε κατά τη διάρκεια μιας ενδεικτικής δεκαετίας με κύριους σταθμούς την αρχή και το τέλος αυτής.



**Σχήμα 2.7:** Συγκριτική παρουσίαση ενεργειακής κατανάλωσης ενέργειας στη βιομηχανία της Ε.Ε-27



Από τις αρχές του 1970 έως το 2008, η ενεργειακή κατανάλωση στην ΕΕ-27 αυξήθηκε σχεδόν κατά 45% – ή 1% ετησίως – ενώ το ΑΕΠ διπλασιάστηκε, αυξανόμενο κατά μέσο όρο 2,4% ετησίως. Η ένταση της ενέργειας, ο λόγος του ΑΕΠ προς την κατανάλωση ενέργειας, μειώθηκε επομένως κατά το ένα τρίτο. Ωστόσο, από το 2000, η βελτίωση αυτή στην ένταση ενέργειας ήταν λιγότερο σημαντική, φθάνοντας μόλις ποσοστό 1% σε μια διετία..

Ο κοινοτικός αυτός μέσος όρος δεν αντικατοπτρίζει τις σημαντικές διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των κρατών μελών, οι οποίες οφείλονται στις διαφορές στην οικονομική διάρθρωσή τους (π.χ. βιομηχανία μεγαλύτερης ή μικρότερης ενεργειακής έντασης), στην ισοτιμία του εθνικού νομίσματος σε σχέση με το ευρώ.

Η ζήτηση ενέργειας στη βιομηχανία παραμένει σχετικά σταθερή εξαιτίας της μετάβασης σε μια οικονομία βασισμένης περισσότερο σε υπηρεσίες, οι ανάγκες για μεταφορές και θέρμανση στον οικιακό και τριτογενή τομέα είναι αυτές που ευθύνονται για την αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση διαδραματίζει σήμερα ένα πολύ σπουδαίο ρόλο στην παγκόσμια αγορά ενέργειας, καθώς αποτελεί την οικονομική περιφέρεια με τη δεύτερη μεγαλύτερη κατανάλωση, ενώ έρχεται πρώτη στις εισαγωγές ενέργειας. Δυστυχώς, οι ενεργειακοί πόροι που βρίσκονται στο έδαφος της είναι περιορισμένοι και παρά τις αξιοσημείωτες προόδους που έγιναν για άντληση συμβατικών ενεργειακών πόρων, η εξαγωγή τους παραμένει ιδιαίτερα δύσκολη και δαπανηρή. Παρόλα αυτά, η εξωτερική ενεργειακή εξάρτηση της Ευρώπης μειώθηκε από 60% που ήταν το 1973 σε 50% μέχρι το 1999, χάρη σε μια σειρά από πολιτικές (διαχείριση ζήτησης, καλύτερη αξιοποίηση του πετρελαίου της Βόρειας θάλασσας, αναζωογόνηση των πυρηνικών προγραμμάτων, έρευνες στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κ.α.). Ωστόσο, σημερινές μελέτες αποδεικνύουν ότι εφόσον συνεχιστούν οι σημερινές τάσεις στην ενεργειακή κατανάλωση και στην οικονομική ανάπτυξη, το ποσοστό της ενεργειακής εξάρτησης της Ευρώπης από εξωτερικούς πόρους θα ανέλθει στο 70% μέχρι το 2030.

### **2.3. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΓΙΑ ΑΝΑΛΗΨΗ ΔΡΑΣΗΣ**

Τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στους τομείς της ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας. Όσον αφορά τα κτίρια η προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας που γίνεται έχει σαν σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης θερμικής, ηλεκτρικής, ψυκτικής και εν γένει οιασδήποτε άλλης μορφής ενέργειας με άμεσο αποτέλεσμα τη μείωση των λειτουργικών εξόδων. Η εξοικονόμηση αυτή της ενέργειας οδηγεί ταυτόχρονα και στην ελάττωση της εκπομπής ρύπων προς το περιβάλλον γεγονός πολύ σημαντικό στις μέρες μας. Έχει δε υπολογιστεί ότι με την καύση ενός τόνου ισοδύναμου πετρελαίου υγρού καυσίμου εκπέμπονται τουλάχιστον τρεις τόνοι CO<sub>2</sub> στο περιβάλλον με αποτέλεσμα την όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Κατά συνέπεια τα μέτρα και εν γένει η τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας, είναι από τις βασικές επεμβάσεις οι οποίες υποστηρίζουν τη διατήρηση καθαρού περιβάλλοντος συμβάλλοντας στην προστασία της δημόσιας υγείας ενώ συγχρόνως μειώνονται τα λειτουργικά έξοδα του κτιρίου.

Ένα μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας είναι εφικτό για τα κτίρια, καθώς εκτιμάται ότι με απλές και ενεργειακά αποδοτικές τεχνικές μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 22% μέχρι το 2020. Εκτιμάται ότι τα ενεργειακά οφέλη που μπορούν να προκύψουν με τη μεγιστοποίηση της χρήσης διαθέσιμων και ενεργειακά αποδοτικών αλλά και οικονομικά βιώσιμων τεχνολογιών στα ευρωπαϊκά κτίρια αντιστοιχούν με μείωση της παρούσας χρήσης πετρελαίου κατά 10% και μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων κατά 20%.

Γι' αυτό το λόγο τα τελευταία χρόνια, το θέμα της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων έχει τεθεί σε υψηλή προτεραιότητα από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται από μια σειρά σχετικών αποφάσεων και οδηγιών, μεταξύ των οποίων η Οδηγία 2002/91 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και η Οδηγία 2006/32 για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες. Η Οδηγία 2002/91 ορίζει ότι τα κράτη - μέλη οφείλουν να εφαρμόσουν μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων βάσει κάποιων γενικών προδιαγραφών που ορίζει η Ε.Ε. Ενθαρρύνεται επίσης η χρήση δείκτη εκπομπών CO<sub>2</sub> ώστε να γίνεται φανερή η συνεισφορά στη μείωση των εκπομπών από τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που τυχόν εφαρμόζονται.

Βέβαια η εξοικονόμηση ενέργειας δεν προκύπτει μόνο με την εφαρμογή τεχνολογικών επεμβάσεων και κατά συνέπεια σοβαρών επενδύσεων, αλλά και με την αλλαγή νοοτροπίας των χρηστών του κτιρίου. Τρεις είναι λοιπόν οι βασικότεροι παράγοντες που συνηγορούν στην εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας:

- Η ενεργειακή συνείδηση
- Η σωστή οργάνωση και ορθή διαχείριση
- Η αποδοχή των νέων τεχνολογιών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>:  
Η ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΤΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



### 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Ορθολογική Χρήση Ενέργειας (ΟΧΕ) αποτελεί έναν ιδιαίτερα σημαντικό τομέα τόσο της ενεργειακής αλλά και της γενικότερης οικονομικής και περιβαλλοντικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ). Αυτό οφείλεται κυρίως στους παρακάτω λόγους:

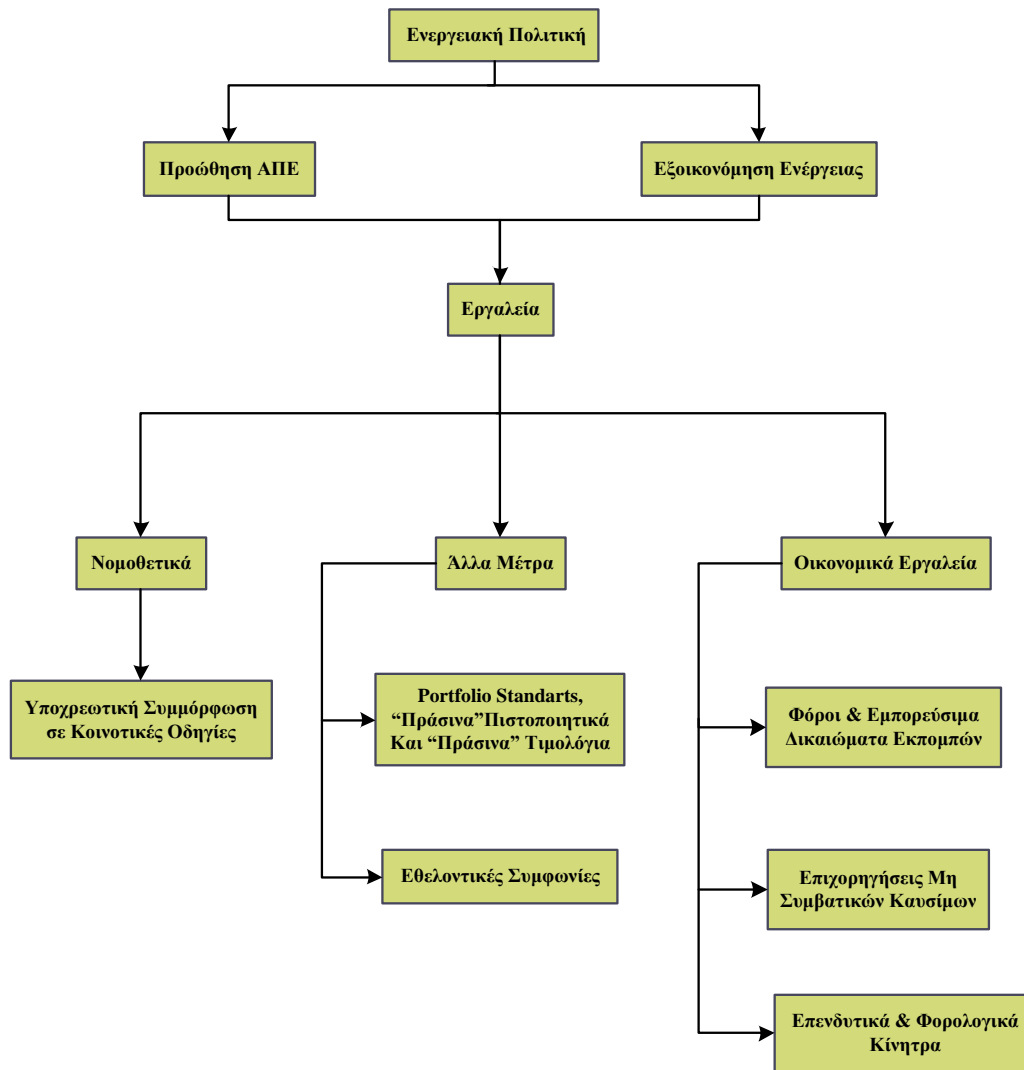
- Στην ανάγκη για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού καθότι εάν δε ληφθεί κανένα μέτρο η ενεργειακή εξάρτηση της ΕΕ από χώρες εκτός των συνόρων της θα φτάσει το 2030 στο 70% της συνολικής ζήτησης
- Σε περιβαλλοντικούς λόγους και κυρίως στις δεσμεύσεις που έχουν αναληφθεί από το Πρωτόκολλο του Κιότο, καθώς ο ενεργειακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 94% των εκπομπών CO<sub>2</sub>, οι οποίες συνεχώς αυξάνονται

Η Ευρωπαϊκή πολιτική στην κατεύθυνση αυτή περιλαμβάνει τα παρακάτω μέτρα που οδηγούν στη μείωση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα επιδιώκεται η ΟΧΕ:

- Στην τελική χρήση της ενέργειας στους τομείς της βιομηχανίας, των μεταφορών και της παροχής υπηρεσιών
- Στα σημεία παραγωγής της ενέργειας όπως είναι οι σταθμοί παραγωγής, τα διυλιστήρια και στα συστήματα διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας

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 παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η πολιτική της Ε.Ε για την προώθηση της εξοικονόμησης ενέργειας.

Η νομοθετική δραστηριότητα της ΕΕ αποσκοπεί στο στρατηγικό σχεδιασμό για την ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας με βάση κατάλληλο πρόγραμμα δράσης. Πιο συγκεκριμένα, η ΟΧΕ χαρακτηρίζει και συγκεκριμενοποιεί τα αποδοτικότερα ενεργειακά προϊόντα, με βάση βεβαίως κάποιες προδιαγραφές, ιδιαίτερα για τα οικιακά ηλεκτρικά είδη, και θέτει απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση διαφόρων προϊόντων που καταναλώνουν ενέργεια. Επίσης, έχει θεσπίσει κανονισμούς που αφορούν στην ενεργειακή απόδοση και πιστοποίηση των κτιρίων, προωθεί τη συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού και ρυθμίζει κατάλληλα τη φορολογία των ενεργειακών προϊόντων και της ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος, έχει δημιουργήσει σημαντικά ενεργειακά προγράμματα όπως είναι το «SAVE» και το «Energy Star».



**Διάγραμμα 3.1:** Προώθηση Εξοικονόμησης Ενέργειας και ΑΠΕ

## 3.2 Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

### 3.2.1 Ευρωπαϊκή Στρατηγική και Στόχοι

Η ευρωπαϊκή επιτροπή πρότεινε τον Ιανουάριο 2007 μια διεξοδική δέσμη μέτρων για τη χάραξη μιας νέας ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής, προκειμένου να αντιμετωπισθούν οι κλιματικές αλλαγές και να ενισχυθεί η ενεργειακή ασφάλεια και η ανταγωνιστικότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε). Η δέσμη προτάσεων θέτει διάφορους φιλόδοξους στόχους σχετικά με τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και τις ΑΠΕ με σκοπό να δημιουργηθεί μια πραγματική εσωτερική αγορά ενέργειας και να ενισχυθεί η αποτελεσματικότητα των σχετικών ρυθμίσεων.

Στη συνάντηση κορυφής των ηγετών της Ε.Ε στις 8 & 9 Μαρτίου του 2007, το ευρωπαϊκό συμβούλιο, λαμβάνοντας υπόψη την πρόταση της ευρωπαϊκής επιτροπής για μια «ενεργειακή πολιτική για την Ευρώπη» ενέκρινε ένα συνολικό ενεργειακό σχέδιο δράσης για την περίοδο 2007-2009. Πρόκειται, στην ουσία, για τη διατύπωση και υιοθέτηση (για πρώτη φορά στην ιστορία της Ε.Ε) μιας κοινής ευρωπαϊκής πολιτικής για την ενέργεια.

Επίκεντρο της νέας ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής είναι ο κύριος στρατηγικός ενεργειακός στόχος ότι η Ε.Ε θα πρέπει να μειώσει τις εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου κατά 20% μέχρι το 2020, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Για την επίτευξη του κεντρικού στρατηγικού στόχου, η ευρωπαϊκή επιτροπή προτείνει παράλληλα, την επίτευξη τριών σχετιζόμενων στόχων, με ορίζοντα το 2020: βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20%, αύξηση του ποσοστού διείσδυσης των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας στο ενεργειακό μείγμα στο επίπεδο του 20% και αύξηση του ποσοστού των βιοκαυσίμων στις μεταφορές στο 10%.

Μεταξύ των δέκα μέτρων του ευρωπαϊκού σχεδίου δράσης για την ενέργεια τα ακόλουθα τέσσερα σημεία αφορούν την ενεργειακή αποδοτικότητα:

- Καλύτερη λειτουργία της εσωτερικής αγοράς ενέργειας
- Διευκόλυνση των κρατών-μελών για ανάπτυξη αλληλεγγύης στην περίπτωση ενεργειακών κρίσεων ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής τροφοδοσία με πετρέλαιο, φυσικό αέριο και ηλεκτρική ενέργεια
- Βελτίωση του κοινοτικού μηχανισμού εμπορίας εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ώστε να μετατραπεί σε πραγματικό καταλύτη για τη μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> και τις επενδύσεις για καθαρή ενέργεια
- Ανάπτυξη προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας σε ευρωπαϊκό, εθνικό και διεθνές επίπεδο, που περιλαμβάνει και τη βελτίωση της κατανόησης των ενεργειακών θεμάτων από τους ευρωπαίους καταναλωτές

Στην κατεύθυνση των περιβαλλοντικών δεσμεύσεων σε ευρωπαϊκό επίπεδο, προωθείται η ηλεκτροπαραγωγή από ανανεώσιμες πηγές με την οδηγία 2001/77/EK για την «προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας», καθώς και η εξοικονόμηση ενέργειας που καλύπτεται από έναν αριθμό οδηγιών της ευρωπαϊκής επιτροπής, όπως είναι η οδηγία 2002/91/EK για την «ενεργειακή απόδοση των κτιρίων», η οδηγία 2002/31/EK για τη σήμανση της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών κλιματιστικών, η οδηγία 2003/66/EK που αφορά στη σήμανση της κατανάλωσης ενέργειας για τα οικιακά ηλεκτρικά ψυγεία και τους καταψύκτες, η οδηγία 2004/8/EK για την προώθηση της «συμπαγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας» η οδηγία 2005/32/EK για την «οικολογική σχεδίαση του εξοπλισμού» και τέλος η πρόσφατη οδηγία 2006/32/EK για τη βελτίωση της «ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες».

Στις 23 Ιανουαρίου 2008, η ευρωπαϊκή επιτροπή, σε συνέχεια του ευρωπαϊκού σχεδίου δράσης για την ενέργεια (2007-2009), παρουσίασε δύο προτάσεις για νέες οδηγίες, για τον περιορισμό εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2013-2020 και για τις ΑΠΕ, όπου υπάρχουν επί μέρους προτάσεις για τις χώρες-μέλη.

Για την εξοικονόμηση ενέργειας, ισχύουν οι στόχοι της οδηγίας 2006/32/EK και το σχέδιο δράσης ενεργειακής αποδοτικότητας που έχει παρουσιάσει η ευρωπαϊκή επιτροπή στο τέλος του 2006, όπου προβλέπονται 9% εξοικονόμηση ενέργειας στην τελική κατανάλωση μέχρι το 2016 και 20% μείωση συνολικής κατανάλωσης ενέργειας μέχρι το 2020.

Για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, θα ισχύσει σε ευρωπαϊκό επίπεδο μείωση κατά 20% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 για όλους τους κλάδους

δραστηριότητας. Η διαχείριση του περιορισμού των εκπομπών γίνεται σε δύο επίπεδα. Στο επίπεδο των εγκαταστάσεων που υπάγονται στο σύστημα εμπορίας εκπομπών και στις εκπομπές εκτός συστήματος εμπορίας. Οι επιτρεπόμενες εκπομπές που ανήκουν στο σύστημα εμπορίας θα ξεκινούν από το μέσο όρο της περιόδου 2008-2011 και θα βαίνουν μειούμενες κατά 1,74% το χρόνο μέχρι το 2020. Παράλληλα, θα πρέπει να μειωθούν και οι εκπομπές εκτός εμπορίας που για την Ελλάδα η μείωση θα είναι κατά 4%. Ο εθνικός στόχος περιορισμού των εκπομπών για το 2020 είναι το άθροισμα των επί μέρους απαιτούμενων περιορισμών εντός και εκτός εμπορίας.

Ειδικότερα, η οδηγία 2006/32/EK για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες, θέτει ενδεικτικό στόχο εξοικονόμησης ενέργειας στα κράτη-μέλη 9% για τα επόμενα εννέα χρόνια και επίσης υποχρεώνει τα κράτη-μέλη να εκπονήσουν σχέδια δράσης ενεργειακής απόδοσης.

Εξοικονομούμενη Ενέργεια (σε ΜΤΠΠ)	2020	2020+
	Αυστηρή εφαρμογή των ληφθέντων μέτρων	Εφαρμογή πρόσθετων μέτρων
<b>Κτίρια: Θέρμανση / Ψύξη</b>	41	70
<b>Ηλεκτρικές εφαρμογές</b>	15	35
<b>Βιομηχανία</b>	16	30
<b>Μεταφορές</b>	45	90
<b>Συμπαγωγή ενέργειας και θερμότητας</b>	40	60
<b>Άλλες χρήσεις ενέργειας</b>	33	75
<b>Σύνολο Εξοικονόμησης</b>	<b>190</b>	<b>360</b>

**Πίνακας 3.1:** Ενέργεια που μπορεί να εξοικονομηθεί ανά τομέα

Ο τομέας της βιομηχανίας έχει ήδη αντιληφθεί τη σημασία της ενεργειακής αποδοτικότητας και κινείται στην κατεύθυνση αυτή. Επιπλέον, λόγω των οικονομικών κινήτρων, πρέπει να αναμένεται ότι η βιομηχανία θα κάνει πρόσθετες σημαντικές βελτιώσεις στις διαδικασίες και τις μηχανές που χρησιμοποιεί (ηλεκτρικές μηχανές, συμπιεστές, κ.λπ.). Η ευρωπαϊκή και εθνική νομοθεσία έχουν αντίκτυπο στην κατανάλωση ενέργειας της βιομηχανίας, και με βάση αυτή τη σύνδεση, ο ίδιος ο τομέας της βιομηχανίας πρέπει να λάβει τα απαραίτητα μέτρα για να μειωθούν οι εκπομπές CO<sub>2</sub>, πράγμα που επιβάλλεται από τους εθνικούς νόμους, όπως προβλέπεται στις οδηγίες της Ε.Ε. Από αυτή την άποψη, λοιπόν, η ενεργειακή αποδοτικότητα είναι ένα απαραίτητο εργαλείο.

### 3.2.2 Ανασκόπηση Νομοθετικών Δράσεων

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται συνοπτικά στο πίνακα 3.2 το σχετικό νομικό καθεστώς που ισχύει στην Ε.Ε και συσχετίζονται με την Ορθολογική Χρήση Ενέργειας.



<b>Οδηγία</b>	<b>Πού αναφέρεται - Τομέας εφαρμογής</b>
<b>89/106/ΕΟΚ</b>	Προϊόντα του τομέα δομικών κατασκευών
<b>92/42/ΕΟΚ</b>	Καθορισμός των απαιτήσεων απόδοσης για τους νέους λέβητες ζεστού νερού
<b>92/75/ΕΟΚ</b>	Ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας και λοιπών πόρων των οικιακών συσκευών
<b>93/76/ΕΟΚ</b>	Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης (SAVE)
<b>95/13/ΕΚ</b>	Ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών ηλεκτρικών στεγνωτηρίων ρούχων
<b>96/57/ΕΚ</b>	Απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση των οικιακών ηλεκτρικών ψυγείων, καταψυκτών και συνδυασμών τους
<b>96/60/ΕΚ</b>	Ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών πλυντηρίων-στεγνωτηρίων ρούχων
<b>97/17/ΕΚ</b>	Ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών πλυντηρίων πιάτων
<b>98/11/ΕΚ</b>	Ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών λαμπτήρων
<b>2000/55/ΕΚ</b>	Απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για τα στραγγαλιστικά πηνία που προορίζονται για τους λαμπτήρες φθορισμού
<b>Απόφαση 2001/469/ΕΚ</b>	Συμφωνία Ε.Ε. – Η.Π.Α. σχετικά με το συντονισμό προγραμμάτων επισήμανσης της ενεργειακής απόδοσης του γραφειακού εξοπλισμού
<b>Κανονισμός (ΕΚ) αριθμός 2422/2001</b>	Θέσπιση κανόνων για το κοινοτικό πρόγραμμα επισήμανσης ενεργειακής απόδοσης γραφειακού εξοπλισμού (πρόγραμμα «Energy Star»)
<b>2002/31/ΕΚ</b>	Ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών κλιματιστικών
<b>2002/40/ΕΚ</b>	Ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών ηλεκτρικών φούρνων
<b>2002/91/ΕΚ</b>	Ενεργειακή απόδοση των κτιρίων
<b>2003/66/ΕΚ</b>	Τροποποίηση της οδηγίας 94/2/ΕΚ σχετικά με την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας για τα οικιακά ηλεκτρικά ψυγεία, τους καταψύκτες και τους συνδυασμούς αυτών
<b>2003/96/ΕΚ</b>	Αναδιάρθρωση του κοινοτικού πλαισίου φορολογίας των ενεργειακών προϊόντων και της ηλεκτρικής ενέργειας
<b>Απόδοση 2003/168/ΕΚ</b>	Ίδρυση του Γραφείου της Ευρωπαϊκής Κοινότητας για το «Energy Star»
<b>2004/8/ΕΚ</b>	Προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας και για την τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ
<b>2005/32/ΕΚ</b>	Οικολογική σχεδίαση του εξοπλισμού
<b>2006/32/ΕΚ</b>	Ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες

**Πίνακας 3.2:** Νομοθετικές Δράσεις

### 3.2.3 Κυριότερες Νομοθετικές Δράσεις

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται το νομικό και τεχνικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Οι κυριότερες ευρωπαϊκές οδηγίες είναι οι 2002/91/EK και 2006/32/EK. Η περίληψη των οδηγιών αυτών παρουσιάζεται στη συνέχεια.

#### 3.2.3.1 Οδηγία 2006/32/EK και σχέδιο δράσης ενεργειακής απόδοσης

Η ανακοίνωση της ευρωπαϊκής επιτροπής, της 19ης Οκτωβρίου 2006, με τίτλο: «σχέδιο δράσης για την ενεργειακή απόδοση: αξιοποίηση του δυναμικού» αποτελεί μια ρεαλιστική στρατηγική ενεργειακής απόδοσης, που υπογραμμίζει τη σημασία των ελάχιστων προτύπων ενεργειακής απόδοσης για ευρύ φάσμα συσκευών και εξοπλισμού (από είδη νοικοκυριού, όπως ψυγεία και κλιματιστικές συσκευές, έως βιομηχανικές αντλίες και ανεμιστήρες), για τα κτίρια, τις μεταφορές και τις ενεργειακές υπηρεσίες. Στο σχέδιο δράσης παρουσιάζονται και αξιολογούνται ποιοτικά και ποσοτικά μέτρα για την περαιτέρω μείωση της ενεργειακής έντασης (επιπλέον του 1,8%) κατά 1,5%.

Μελέτες που έχουν εκπονηθεί, για λογαριασμό της Ε.Ε, δείχνουν ότι είναι δυνατόν να εξοικονομηθεί 20% επιπλέον ενέργεια το 2020. Το ποσοστό αυτό ισοδυναμεί σε 390 ΜΤΙΠ, 100 δις. €, 780 Mtn CO<sub>2</sub> και 780.000 θέσεις εργασίας πλήρους απασχόλησης.

Με το σχέδιο δράσης επιδιώκεται να κινητοποιηθεί το ευρύ κοινό, οι ιθύνοντες χάραξης πολιτικής και οι παράγοντες της αγοράς και να μετασχηματισθεί η εσωτερική αγορά ενέργειας κατά τρόπο, που να προσφέρει στους πολίτες της Ε.Ε, υποδομές (συμπεριλαμβανομένων των κτιρίων), προϊόντα (μεταξύ άλλων συσκευές και αυτοκίνητα), διεργασίες και ενεργειακές υπηρεσίες με τον υψηλότερο, παγκοσμίως, ενεργειακό βαθμό απόδοσης.

Σύμφωνα με το εν λόγω σχέδιο δράσης, η σημαντικότερη εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί στους τομείς της κατοικίας και στα εμπορικά κτίρια, όπου υπάρχει ένα σημαντικό δυναμικό μείωσης που εκτιμάται από 27% έως 30%, καθώς επίσης στη μεταποιητική βιομηχανία, με δυνατότητες εξοικονόμησης περίπου 25%, και στον τομέα των μεταφορών, με δυνατότητες μείωσης που εκτιμώνται στο 26%.

Το σχέδιο δράσης αναμένεται να συμβάλει στην ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας της ευρωπαϊκής βιομηχανίας, στην ανάπτυξη των εξαγωγών νέων, καθαρών τεχνολογιών και στη βελτίωση της επικρατούσας κατάστασης στην απασχόληση. Εξάλλου, με την εξοικονόμηση που θα προκύψει, θα αντισταθμιστεί το κόστος των επενδύσεων στις καινοτόμες τεχνολογίες.

Τα μέτρα που εγκρίθηκαν από την ευρωπαϊκή επιτροπή και περιλαμβάνονται στο σχέδιο δράσης είναι τα αποτελεσματικότερα από άποψη κόστους/οφέλους, δηλαδή το περιβαλλοντικό κόστος του κύκλου ζωής τους είναι το χαμηλότερο και, παράλληλα, δεν υπερβαίνει τις επενδύσεις που προβλέπονται στον τομέα της ενέργειας. Έχει δοθεί προτεραιότητα σε ορισμένα από αυτά τα μέτρα, τα οποία πρέπει να ληφθούν χωρίς καθυστέρηση, ενώ άλλα προβλέπεται να εφαρμοστούν μέχρι την

πρώτη αξιολόγηση του σχεδίου δράσης (σε 6 χρόνια), όπως βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης για τις ενεργοβόρες συσκευές και τον τεχνικό εξοπλισμό.

Είναι, ωστόσο, αναγκαίο να γίνει αντιληπτό ότι η ουσιαστική και βιώσιμη εξοικονόμηση ενέργειας συνεπάγεται τόσο την ανάπτυξη τεχνικών, προϊόντων και υπηρεσιών υψηλής ενεργειακής απόδοσης, όσο και την αλλαγή των προτύπων παραγωγής και κατανάλωσης, αλλά και εν γένει τη μεταβολή της συμπεριφοράς, ώστε να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και να διατηρηθεί, παράλληλα, η ίδια ποιότητα ζωής.

Εκτιμάται ότι με την αλλαγή της καταναλωτικής συμπεριφοράς και τη χρήση τεχνολογιών υψηλής ενεργειακής απόδοσης μπορεί να εξοικονομηθεί το ένα πέμπτο της ενεργειακής κατανάλωσης έως το 2020.

Στο στόχο αυτό θα συμβάλλει τα μέγιστα η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται μέσω των νέων προτύπων ενεργειακής απόδοσης τα οποία έχουν θεσπισθεί για τα νέα και τα ανακαινιζόμενα κτίρια και που έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν κατά 25% τη ζήτηση που προβλέπεται λόγω του αναμενόμενου διπλασιασμού της χρήσης κλιματισμού μέχρι το 2020.

Τέλος, στο σχέδιο δράσης, προτείνεται η επέκταση της εφαρμογής της 2002/91/EK και σε υφιστάμενα κτίρια μικρότερα των 1.000 m<sup>2</sup>. Με την επέκταση αυτήν προβλέπεται ένα επιπλέον σημαντικότατο όφελος 80 ΜΤΠΠ

### *3.2.3.2 Οδηγία 2002/91 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων*

Με την οδηγία 2002/91/EK για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων, η κοινότητα ενίσχυσε περαιτέρω τα μέτρα, που έχουν ήδη θεσπισθεί στα κράτη-μέλη της ΕΕ στο πλαίσιο της προγενέστερης οδηγίας SAVE 93/76/EOK, ώστε να μειωθεί η ενεργειακή κατανάλωση του κτιριακού τομέα, η οποία αντιστοιχεί στο 40% της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης σε ευρωπαϊκό επίπεδο και σε περίπου 50% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων που ενισχύουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και προκαλούν την κλιματική αλλαγή.

Η Ε.Ε έχει θεσπίσει πολλά κοινοτικά προγράμματα χρηματοδότησης για την ανάπτυξη, την επίδειξη και την εφαρμογή της διαχείρισης της ενεργειακής ζήτησης και για τη χρήση των ανανεώσιμων ενεργειών, τόσο σε μεμονωμένα κτίρια όσο και σε πολεοδομικούς ιστούς, όπως επίσης και για άλλες πτυχές της αειφόρου δόμησης.

Με την οδηγία 2002/91 η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων υπολογίζεται πλέον στη βάση μεθοδολογίας, που διαφοροποιείται σε περιφερειακό (εθνικό) επίπεδο και περιέχει, εκτός της θερμομόνωσης και άλλες παραμέτρους, που διαδραματίζουν ολοένα και περισσότερο σημαντικό ρόλο, όπως οι εγκαταστάσεις θέρμανσης / κλιματισμού, φωτισμού ή εφαρμογής ΑΠΕ αλλά και ο σχεδιασμός του κτιρίου. Τα μέτρα είναι υποχρεωτικά για τα νέα κτίρια, με την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης, ωστόσο ιδιαίτερη σημασία αποδίδεται στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των υφιστάμενων κτιρίων, στα οποία υπάρχουν σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας, αρχής γενομένης από τις αποδοτικές ανακαινίσεις υφιστάμενων κτιρίων άνω των 1.000 m<sup>2</sup>.

Για την επίτευξη των στόχων της οδηγίας βασικό στοιχείο είναι η ενεργειακή πιστοποίηση, που θα διενεργείται από ιδιώτες επιθεωρητές και η έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) που θα επιτρέπει στους καταναλωτές να συγκρίνουν και να αξιολογούν την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Η υποχρέωση έκδοσης ΠΕΑ κατά την κατασκευή, την ανακαίνιση, την πώληση και την εκμίσθωση κτιρίων, δεκαετούς ισχύος, θα λειτουργήσει ως το πλέον βασικό κίνητρο για να προωθηθούν επεμβάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, ιδιαίτερα των παλαιότερων κτιρίων, δεδομένου ότι θα συντελεστούν σημαντικές αλλαγές στην αγορά ακινήτων.

Παράλληλα, τα μέτρα στοχεύουν και στη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα, που καλούνται να παίξουν ένα ρόλο «πilotού» για την αποτελεσματική διεύθυνση των μέτρων ενεργειακής απόδοσης.

Η ευρωπαϊκή επιτροπή αναμένει ότι με την εφαρμογή της οδηγίας 2002/91/ΕΚ στα κράτη μέλη και ειδικότερα μέσω της διαδικασίας της ανακαίνισης των υπαρχόντων κτιρίων, θα επιτευχθεί σημαντική βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών των πόλεων και της ποιότητας ζωής των κατοίκων, έως τα μέσα της τρέχουσας εκατονταετίας.

### **3.3 Το ΕΓΧΩΡΙΟ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ**

#### **3.3.1 Η Εξοικονόμηση Ενέργειας στο Πλαίσιο της Ελληνικής Ενεργειακής Πολιτικής**

Ένας σημαντικός στόχος της ελληνικής ενεργειακής πολιτικής, είναι η προώθηση μέτρων και προγραμμάτων εξοικονόμησης ενέργειας και ορθολογικής χρήσης της ενέργειας. Με την υιοθέτηση των ευρωπαϊκών οδηγιών τέθηκε το νομικό πλαίσιο για την έκδοση υπουργικών αποφάσεων για την ενεργειακή σήμανση στην Ελλάδα, καθώς και για την πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων (Ν.3661/08). Εξάλλου, έχει υιοθετηθεί πλήθος μέτρων για τις μεταφορές, με την ολοκλήρωση του Ν.3423/05 για τα βιοκαύσιμα, την ανανέωση των παλαιών ιδιωτικής χρήσεως αυτοκινήτων, και τη βελτίωση των προδιαγραφών των οδικών δικτύων και των μέσων μαζικής μεταφοράς.

Το νομικό πλαίσιο για τον ενεργειακό σχεδιασμό της χώρας, ολοκληρώθηκε με την ψήφιση του Ν. 3438/06 για τη σύσταση Συμβουλίου Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής (ΣΕΕΣ) ως γνωμοδοτικό όργανο για τη χάραξη μακροχρόνιας ενεργειακής πολιτικής.

Στο πρώτο εθνικό σχέδιο δράσης για την ενεργειακή αποδοτικότητα παρουσιάζονται συγκεκριμένα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, τα οποία συντονισμένα σε όλους τους τομείς, θα οδηγήσουν σε εξοικονόμηση ενέργειας τουλάχιστον έως 16,41 TWh το 2016 εκπληρώνοντας το στόχο του 9% και βοηθώντας έτσι την Ελλάδα να μειώσει την εξάρτησή της από τις εισαγωγές ενέργειας. Επιπλέον, η υιοθέτηση του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (KENAK), η στροφή προς τεχνολογίες με καλύτερη ενεργειακή απόδοση ενισχύει την καινοτομία και την ανταγωνιστικότητα συμβάλλοντας στη βελτίωση του

επιχειρηματικού κλίματος, την άμεση και ουσιαστική ανάπτυξη της χώρας και τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

Ο τομέας των μεταφορών εκτιμάται ότι έχει περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας 36% περίπου. Ο τριτογενής και ο οικιακός τομέας με ποσοστό συμμετοχής σε εξοικονόμηση 30% και 29% αντίστοιχα. Το σύνολο των προτεινόμενων μέτρων διαμορφώνει ένα ολοκληρωμένο εθνικό πρόγραμμα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, η εφαρμογή του οποίου θα οδηγήσει στην επίτευξη του ενεργειακού στόχου εξοικονομώντας μεγάλα ποσά ορυκτών καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας και παράλληλα ενισχύεται η περαιτέρω διεύθυνση του φυσικού αερίου και των ΑΠΕ.

### 3.3.2 Ανασκόπηση Νομοθετικών Δράσεων

Η Ελλάδα τον Οκτώβριο του 2010 ολοκλήρωσε την ενσωμάτωση των παραπάνω οδηγιών στη νομοθεσία της. Οι νομικές και τεχνικές διατάξεις που εκδόθηκαν για το σκοπό αυτό, θα αναφέρονται στο παρόν σύγγραμμα ως το «εγχώριο νομοτεχνικό πλαίσιο για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων». Στη συνέχεια παρουσιάζεται το χρονικό της δημοσίευσης των διατάξεων αυτών:

1. Μάιος 2008: Νόμος 3661 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 89/19 Μαΐου 2008)
2. Ιούνιος 2008: Αποφάσεις υπ' αριθ. 6/Β/14826 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα» (ΦΕΚ 1122/17 Ιουνίου 2008)
3. Φεβρουάριος 2010: Άρθρο 6 του Νόμου 3818/2010 «Προστασία των δασών και δασικών εκτάσεων του Ν. Αττικής, σύσταση Ειδικής Γραμματείας Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ 17/Α/16 Φεβρουαρίου 2010)
4. Απρίλιος 2010: Αποφάσεις υπ' αριθ. 6/Β/οικ. 5825 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων» (ΦΕΚ 407/9 Απριλίου 2010)
5. Ιούνιος 2010: Άρθρο 10 του νόμου 3851 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» (ΦΕΚ 85/4 Ιουνίου 2010)
6. Ιούνιος 2010: Νόμος 3855 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 95/2 Ιουνίου 2010)
7. Αύγουστος 2010: Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθμ.72 «Συγκρότηση, διοικητική – οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.)» (ΦΕΚ 132/5 Αυγούστου 2010)
8. Σεπτέμβριος 2010: Αριθ. οικ. 17178, Απόφαση 4 «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» (ΦΕΚ 1387/2 Σεπτεμβρίου 2010)
9. Οκτώβριος 2010: Εγκύκλιος του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με θέμα την «Εφαρμογή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ)»

10. Οκτώβριος 2010: Το ΤΕΕ δημοσιεύει τις Τεχνικές Οδηγίες και την δοκιμαστική έκδοση του λογισμικού για την υποστήριξη και εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ.
11. Οκτώβριος 2010: Προεδρικό διάταγμα υπ' αριθ. 100 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού» (ΦΕΚ 177/6 Οκτωβρίου 2010)
12. Οκτώβριος 2010: Άρθρο 28 του νόμου 3889 (ΦΕΚ 182/14 Οκτωβρίου 2010)
13. Ιανουάριο 2011: Υποχρεωτική εφαρμογή της ενεργειακής επιθεώρησης για ακίνητα άνω των 50 m<sup>2</sup>. που ενοικιάζονται ή πωλούνται.

<b>Οδηγία</b>	<b>Πού αναφέρεται - Τομέας εφαρμογής</b>	<b>Προθεσμία Ενσωμάτωσης</b>
<b>2005/32/ΕΚ</b>	Για θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια και για τροποποίηση της οδηγίας 92/42/ΕΟΚ και των οδηγιών 96/57/ΕΚ και 2000/55/ΕΚ	10/8/2007
<b>2006/32/ΕΚ</b>	Για την ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ	17/5/2008
<b>2006/66/ΕΚ</b>	Σχετικά με τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών και με την κατάργηση της οδηγίας 91/157/ΕΟΚ	26/9/2008
<b>2008/103/ΕΚ</b>	Για την τροποποίηση της οδηγίας 2006/66/ΕΚ σχετικά με τις ηλεκτρικές στήλες και τους συσσωρευτές και τα απόβλητα ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών, όσον αφορά την τοποθέτηση ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών στην αγορά	5/1/2009
<b>2007/60/Ε</b>	Για την αξιολόγηση και τη διαχείριση των κινδύνων πλημμύρας	26/11/2009
<b>2009/28/ΕΚ</b>	Σχετικά με την προώθηση της χρήσης ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και την τροποποίηση και τη συνακόλουθη κατάργηση των οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ	5/12/2009
<b>2008/98/ΕΚ</b>	Για τα απόβλητα και τη κατάργηση ορισμένων οδηγιών	15/12/2010
<b>2009/29/ΕΚ</b>	Για τροποποίηση της οδηγίας 2003/87/ΕΚ με στόχο τη βελτίωση και την επέκταση του συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπής αερίων θερμοκηπίου της Κοινότητας	31/12/2009

**Πινάκας 3.3:** Κοινοτικές Οδηγίες που δεν έχουν ενσωματωθεί στο Εθνικό Δίκαιο

### 3.3.3 Ο Νόμος 3661/2008 και οι Αναθεωρήσεις το 2010

Με το νόμο 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων», η Ελληνική νομοθεσία εναρμονίστηκε με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/91/ΕΚ. Ο νόμος αυτός ενσωματώνει όλες τις διατάξεις της Οδηγίας. Σημειώνεται ότι ο νόμος αυτός τροποποιήθηκε με το άρθρο 10 του νόμου 3851/2010 και το άρθρο 28 του νόμου 3889/2010. Στη συνέχεια της παρουσίασης του νόμου 3661 θα παρουσιαστούν και οι τροποποιήσεις αυτές.

Ο νόμος 3661 διακρίνει πέντε βασικές θεματικές ενότητες, οι οποίες αφορούν στον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης των νέων ή ανακαινιζόμενων κτιρίων καθώς και στη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των υφιστάμενων κτιρίων, στην έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, στις περιοδικές επιθεωρήσεις των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού και στη σύσταση σώματος ειδικευμένων και διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών. Μεταξύ άλλων, ο νόμος προβλέπει:

- Κατάρτιση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων, ο οποίος θα καθορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια, καθώς και για παλιά με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 m<sup>2</sup>, στις περιπτώσεις που υφίστανται ριζική ανακαίνιση και το κόστος της υπερβαίνει το 25% της αξίας του κτιρίου
- Έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 50 m<sup>2</sup>. με ισχύ δέκα ετών
- Υποβολή στην αρμόδια πολεοδομική αρχή μελέτης πριν από την κατασκευή για τη σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών πηγών ενέργειας σε νέα κτίρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 m<sup>2</sup>
- Δημιουργία σώματος επιθεωρητών ενεργειακής απόδοσης, οι οποίοι θα εκδίδουν τα σχετικά πιστοποιητικά
- Διεξαγωγή τακτικών επιθεωρήσεων στους λέβητες και στις εγκαταστάσεις κλιματισμού των κτιρίων, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και να περιορισθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα
- Επιβολή προστίμων στην περίπτωση μη συμμόρφωσης

Έτσι με τη προαναφερθείσα Ευρωπαϊκή οδηγία και το Ν. 3661/2008, για πρώτη φορά γίνεται θεσμική προσπάθεια για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων. Σύμφωνα με το νέο νόμο σε χρονικό διάστημα έξι μηνών θα εγκριθεί κανονισμός που θα καθορίζει τη μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων που θα περιλαμβάνει:

- Την εγκατάσταση θέρμανσης και κλιματισμού
- Το φωτισμό και τον εξαερισμό
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα
- Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και διάφορα άλλα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- Συστήματα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού
- Συστήματα τηλεθέρμανσης και τηλεψύξης

Στις 17 Ιουνίου 2008 πάρθηκε και η απόφαση Αριθμ.Δ6/Β/14826 από την Ελληνική Βουλή «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στο δημόσιο και ευρύτερο δημόσιο τομέα». Η απόφαση αυτή με τη σειρά της προβλέπει:

- Σύνδεση με το δίκτυο φυσικού αερίου
- Μείωση άεργου ισχύος ηλεκτρικών καταναλώσεων
- Προληπτική συντήρηση κλιματιστικών εγκαταστάσεων
- Ρύθμιση θερμοκρασίας χώρων
- Αντικατάσταση λαμπτήρων φωτισμού
- Εγκατάσταση διατάξεων αυτοματισμού
- Ενεργειακή Σήμανση (συσκευές)
- Πρόσθετα μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας όπως είναι:
  - Ψυχρές Βαφές
  - Τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής
  - Νυχτερινός αερισμός
  - Σκίαση του κτιρίου
  - Φύτευση δωμαίων

### **3.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η οδηγία του 2002/91/ΕΚ αποτελεί το αποτέλεσμα μιας οργανωμένης προσπάθειας της Ε.Ε. που έχει αρχίσει από τα τέλη της δεκαετίας του '80 με σκοπό τόσο την προστασία του περιβάλλοντος όσο και τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης. Η δυσκολία όμως έγκειται στο κατά πόσο θα μπορέσει να εναρμονιστεί κάθε κράτος και να εφαρμόσει τις βασικές της απαιτήσεις.

Στη χώρα μας έπρεπε να είχε γίνει μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 πλήρη εναρμόνιση της οδηγίας με το Εθνικό μας δίκαιο αλλά έπειτα από παράταση 36 μηνών που ζήτησε η Ελλάδα, μόλις τον Απρίλιο του 2008 άρχισαν οι πρώτες διεργασίες. Δυστυχώς η Ελλάδα δεν έδωσε τη δέουσα σημασία στη σπουδαιότητα της οδηγίας αυτής και μόνο μετά από πιέσεις της Ε.Ε πάρθηκαν οι απαραίτητες αποφάσεις. Ενδεικτικό είναι ότι χώρες που μπήκαν πρόσφατα στην Ε.Ε., όπως π.χ. η Κύπρος, έχουν ήδη εναρμονιστεί νομοθετικά με την οδηγία.

Η οδηγία του 2002 μαζί με αυτήν του 2006 αποτελούν ένα εφελτήριο για την προστασία του πλανήτη από τις εκπομπές CO<sub>2</sub> και την αλόγιστη σπατάλη ενέργειας ενώ παράλληλα συμβάλλει στην οικονομική ανάπτυξη και κυρίως στην ενεργειακή ασφάλεια των χωρών της Ένωσης.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>:  
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ  
ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ



## 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

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

Ειδικά στην χώρα μας η ανάγκη για ενεργειακή επιθεώρηση στα κτίρια του οικιακού και τριτογενούς τομέα με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ εμφανής. Η Ελλάδα λόγω της γοργής βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου σε συνδυασμό με τις, μέτριας συχνά ποιότητας, κατασκευαστικές πρακτικές στο κέλυφος και τις εγκαταστάσεις των κτιρίων έχει άμεσα ανάγκη ένα ρεαλιστικό εθνικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας. Πράγμα που φανερώνεται και από το γεγονός ότι η χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών καλύπτει ένα ποσοστό 30% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 4% από τα μέσα της δεκαετίας του 70.

## 4.2 ΟΦΕΛΗ ΤΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ο ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων έχει ως στόχο την ποσοτική και ποιοτική βελτίωση χρήσης της ενέργειας για τη βέλτιστη λειτουργία των κτιρίων και την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού και ζεστού νερού χρήσης καθώς και την εξασφάλιση άνετων συνθηκών διαβίωσης. Γενικότερα οι στόχοι της ενεργειακής επιθεώρησης είναι:

- Εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>
- Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης
- Αύξηση χρόνου ζωής εξοπλισμού, συστημάτων
- Βελτίωση εσωτερικής ποιότητας κτιρίων
- Μακροπρόθεσμα οικονομικό όφελος

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

- Οικονομικά οφέλη, τα οποία συμβάλλουν στη μείωση των λειτουργικών εξόδων ή στην αύξηση των κερδών της επιχείρησης. Αυτά πρέπει να αξιολογηθούν με βάση το κόστος της εφαρμογής των μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας.
- Λειτουργικά οφέλη, τα οποία βοηθούν τη διαχείριση μιας βιομηχανικής μονάδας ή ενός κτιρίου να βελτιώσει τα επίπεδα άνεσης, ασφάλειας και αποδοτικότητας των εργαζομένων της (ή των ενοίκων του κτιρίου) ή, διαφορετικά, να βελτιώσει τη γενικότερη λειτουργία της.

- Περιβαλλοντικά οφέλη, που αφορούν κυρίως τη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> και άλλων ρύπων (αέρια θερμοκηπίου), τη μείωση των ενεργειακών αναγκών σε εθνικό επίπεδο και τη διατήρηση των φυσικών πόρων.

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

#### 4.3 ΤΥΠΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

Όσον αφορά τους τύπους της ενεργειακής επιθεώρησης αναλόγως της πληρότητας των συλλεγόμενων στοιχείων, οι ενεργειακές επιθεωρήσεις διακρίνονται σε δύο τύπους, τις συνοπτικές και τις εκτενείς:

- Στις συνοπτικές επιθεωρήσεις αποτιμάται η ενεργειακή κατανάλωση και τα σχετικά κόστη με βάση τους ενεργειακούς λογαριασμούς τιμολόγια και μίας σύντομης αυτοψίας του χώρου. Καθορίζονται αρχικά κάποια μέτρα νοικοκυρέματος ή/και μέτρα ελάχιστου κόστους με βραχυπρόθεσμη αποπληρωμή, καθώς επίσης προτείνεται ένας κατάλογος με άλλες δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας, οι οποίες συχνά απαιτούν σημαντικές επενδύσεις κεφαλαίου, στη βάση του κόστους οφέλους.
- Οι εκτενείς-διαγνωστικές επιθεωρήσεις απαιτούν λεπτομερέστερη καταγραφή και ανάλυση των στοιχείων ενεργειακής κατανάλωσης και άλλων συναφών στοιχείων της επιθεωρούμενης μονάδας. Η ενεργειακή κατανάλωση αναλύεται στις επιμέρους τελικές χρήσεις της (π.χ. θέρμανση, ψύξη, διάφορες διεργασίες, φωτισμός, κ.λπ.) και παρουσιάζονται και αναλύονται οι διάφοροι παράγοντες που επηρεάζουν αυτές τις τελικές χρήσεις (π.χ. παραγωγική ικανότητα ή ικανότητα παροχής υπηρεσιών, κλιματικές συνθήκες, χαρακτηριστικά πρώτων υλών, κ.λπ.).

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

Ανάλογα επίσης και με το κόστος επεμβάσεων μπορούμε να διαχωρίσουμε τις επιθεωρήσεις σε τρεις κατηγορίες:

##### Επεμβάσεις νοικοκυρέματος

Είναι μέτρα χωρίς ειδική χρηματοδότηση, που εφαρμόζονται σε τακτική βάση και εντάσσονται στη συνήθη λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου. Δεν απαιτείται αρχικό κόστος ούτε διακοπή της λειτουργίας της επιχείρησης. Συνήθως αφορά σε

μέτρα όπως π.χ. κλείσιμο του κλιματισμού και του φωτισμού όταν οι χώροι δεν χρησιμοποιούνται, διόρθωση της θερμοκρασίας ρύθμισης του κλιματισμού κλπ. Τα μέτρα αυτά συνδέονται άμεσα με την αλλαγή συμπεριφοράς των χρηστών ενός κτιρίου γι' αυτό για να εξασφαλιστεί η επιτυχία αυτών των μέτρων, θα πρέπει να υπάρξει συνεχής ενημέρωση των χρηστών σε ενεργειακά θέματα. Τέτοιες επεμβάσεις ενδεικτικά είναι:

- Περιοδική συντήρηση καυστήρα και έλεγχο βαθμού απόδοσης λέβητα, καθαρισμός επιφανειών θερμικής εναλλαγής λέβητα
- Έλεγχος και επισκευή ρωγμών πλαισίων ανοιγμάτων, ρηγμάτων τοιχοποιίας, χαλασμένων μηχανισμών, φθαμένων στοιχείων θερμομόνωσης και σφραγίσματος αρμών
- Κλείσιμο διόδων θερμικής ροής σε φρεάτια και κλιμακοστάσια
- Ορθολογική λειτουργία υφιστάμενων διατάξεων σκίασης σε σχέση με την εποχή και τον προσανατολισμό του εκτεθειμένου, στην ηλιακή ακτινοβολία, ανοίγματος
- Συστηματική χρήση των ανοιγμάτων, ειδικά κατά τη διάρκεια της νύκτας, για ενίσχυση του φυσικού αερισμού δροσισμού στις θερμές περιόδους του χρόνου

#### Επεμβάσεις χαμηλού κόστους

Είναι μέτρα που χρηματοδοτούνται από τον υπάρχοντα προϋπολογισμό της διαχείρισης του κτιρίου και έχουν χρόνο απόσβεσης έως 24 μήνες. Συνδέονται με επενδύσεις χαμηλού κόστους και με περιορισμένες διακοπές της λειτουργίας του κτιρίου (π.χ. εγκατάσταση χρονοδιακοπών που τερματίζουν αυτόματα την λειτουργία των συστημάτων, αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού T8 με ενεργειακά αποδοτικούς λαμπτήρες φθορισμού T5 κλπ.). Μερικά από αυτά είναι :

- Κατάργηση περιττών ανοιγμάτων με ταυτόχρονη θερμική προστασία των επιφανειών που καλύπτουν
- Αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης
- Αντικατάσταση υαλοπινάκων με νέους διπλούς
- Εφαρμογή έγχρωμων και ανακλαστικών φιλμ ή τοπικών διατάξεων εσωτερικής σκίασης (περσίδες, κουρτίνες) σε ανοίγματα με ανεπιθύμητα υψηλό θερινό ηλιακό κέρδος
- Εφαρμογή μηχανισμών αυτόματης επαναφοράς θυρών
- Αντικατάσταση θυρών, με άλλες νέου σχεδιασμού από υλικά με ειδική προστασία και μικρότερη θερμοπερατότητα
- Προσθήκη θερμομονωτικού στρώματος σε τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας που βρίσκονται πίσω από θερμαντικά σώματα κεντρικής θέρμανσης
- Εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων στα θερμαντικά σώματα με δυνατότητα τοπικής ρύθμισης της θερμοκρασίας

### Επεμβάσεις ανακατασκευής

Είναι μέτρα σημαντικού αρχικού κόστους και έχουν συνήθως μεγάλο χρόνο απόσβεσης καθώς και μεγάλο χρόνο διακοπής της λειτουργία του κτιρίου (π.χ. προσθήκη κινητήρων μεταβλητής ταχύτητας, εγκατάσταση εξοπλισμού διόρθωσης του συντελεστή ισχύος, αντικατάσταση ψυκτών κλπ.). Μερικά από αυτά:

- Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας, οροφής, δαπέδων, πυλωτής
- Θερμομόνωση θερμογεφυρών (υποστυλώματα, δοκοί, τοιχία κλπ.)
- Μείωση του θερμαινόμενου - κλιματιζόμενου όγκου σε χώρους υπερβολικού ύψους (ένταξη ψευδοροφών)
- Εφαρμογή εξωτερικών σταθερών ή κινητών διατάξεων σκίασης (τέντες, παντζούρια, κατακόρυφα ή οριζόντια κινητά ή σταθερά σκίαστρα κλπ.)
- Προσθήκη παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης και φωτισμού (τοίχοι μάζας Trombe, θερμοσιφωνικά πάνελ, ηλιακοί χώροι - θερμοκήπια, ανοίγματα για φυσικό φωτισμό, αγωγοί φυσικού φωτός κλπ.)

#### **4.4 ΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ ΜΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ**

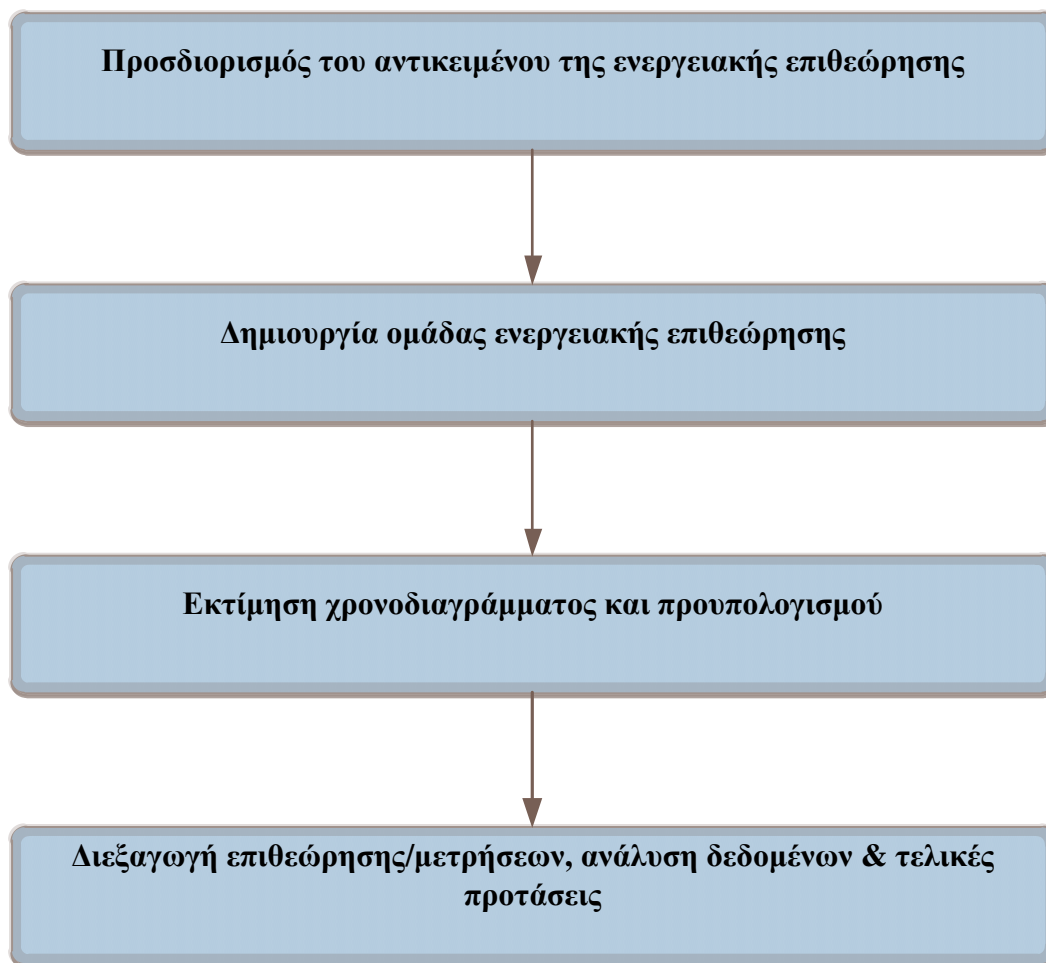
Η ενεργειακή επιθεώρηση θα πρέπει να διενεργείται από κατάλληλα άτομα που έχουν εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις σε θέματα κτιριακών συστημάτων και συγκεκριμένα σε θέματα που αφορούν στις εγκαταστάσεις εξοπλισμού θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού, εγκαταστάσεις φωτισμού και κάθε άλλη κτιριακή εγκατάσταση. Αυτά τα άτομα αναφέρονται ως «ενεργειακοί επιθεωρητές».

Ο αριθμός των ενεργειακών επιθεωρητών και ο χρόνος που απαιτείται για μια επιθεώρηση εξαρτάται από το αντικείμενο και το σκοπό της επιθεώρησης. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, ο ενεργειακός επιθεωρητής χρειάζεται βοήθεια και συνεργασία από το προσωπικό της επιχείρησης που ασχολείται με τις συσκευές τελικής χρήσης, τη συντήρηση, τη λειτουργία τους κτλ.

Προκειμένου να αποκτήσουν καλύτερη γνώση του κτιρίου και των ενεργοβόρων συστημάτων, η ομάδα των επιθεωρητών πρέπει να συλλέξει πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτιρίου και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού και των συστημάτων. Οι αποδόσεις τους πρέπει να προσδιοριστούν με τον έλεγχο των αρχείων συντήρησης και λειτουργίας, με επιτόπια επιθεώρηση και με τη διεξαγωγή μετρήσεων.

Στη συνέχεια η ομάδα των Επιθεωρητών θα προσδιορίσει τα πεδία που μπορούν να βελτιωθούν και θα συντάξει έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης με τα αποτελέσματα της επιθεώρησης, για λόγους τήρησης αρχείου αλλά και για εφαρμογές που θα ακολουθήσουν.

Στο παρακάτω διάγραμμα ροής φαίνονται τα αρχικά στάδια για την διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης.



**Διάγραμμα 4.1:** Διάγραμμα ροής για τη διεξαγωγή μιας ενεργειακής επιθεώρησης

Στάδιο 1: Προσδιορισμός αντικειμένου της ενεργειακής επιθεώρησης

Για τη διεξαγωγή μιας επιθεώρησης πρέπει να προσδιοριστεί κατ' αρχήν το ακριβές αντικείμενο της επιθεώρησης και οι διαθέσιμες πηγές, δηλ. το προσωπικό, ο χρόνος και ο προϋπολογισμός. Μετά τη διερεύνηση του μεγέθους της υποστήριξης από τη διαχείριση του κτιρίου, η ομάδα των επιθεωρητών θα πρέπει να προσδιορίσει το ακριβές αντικείμενο της ενεργειακής επιθεώρησης, όπως, περιοχές που πρέπει να επιθεωρηθούν, βαθμό ανάλυσης της επιθεώρησης, αναμενόμενη εξοικονόμηση, χρήση των αποτελεσμάτων της επιθεώρησης ως βάση για τη βελτίωση της λειτουργίας και της συντήρησης, ανάγκη για συνέχεια σε επίπεδο εκπαίδευσης και προώθησης των αποτελεσμάτων κλπ. Η ενεργειακή επιθεώρηση θα διεξαχθεί μετά τον προσδιορισμό όλων των ανωτέρω.

Στάδιο 2: Δημιουργία ομάδας ενεργειακής επιθεώρησης

Μια ομάδα ενεργειακής επιθεώρησης δημιουργείται με τον καθορισμό των μελών της ομάδας επιθεώρησης και των καθηκόντων τους, τη συμμετοχή του προσωπικού συντήρησης και λειτουργίας προκειμένου να συλλεχθούν πληροφορίες και τη διοργάνωση συναντήσεων για ανταλλαγή πληροφοριών και εξοικείωση μεταξύ των μελών.

### Στάδιο 3: Εκτίμηση χρονοδιαγράμματος και προϋπολογισμού

Με βάση τις διαθέσιμες πηγές, μπορούν να καθοριστούν το χρονοδιάγραμμα των εργασιών και ο προϋπολογισμός. Ο προϋπολογισμός προκύπτει από το κόστος των ωρών επιθεώρησης που απαιτούνται για την συλλογή των απαιτούμενων πληροφοριών έως και τη συμπλήρωση της έκθεσης της επιθεώρησης. Η ομάδα επιθεώρησης πρέπει να ελέγξει εάν έχει αρκετά όργανα ελέγχου.

### Στάδιο 4: Διεξαγωγή επιθεώρησης / μετρήσεων, ανάλυση δεδομένων & τελικές προτάσεις

Μια προτεινόμενη μεθοδολογία μιας ενεργειακής επιθεώρησης περιγράφεται στο επόμενο υποκεφάλαιο.

## **4.5 ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ ΜΙΑΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ**

Στο κεφάλαιο αυτό ακολουθεί η αναλυτική, βήμα προς βήμα καταγραφή της προτεινόμενης μεθοδολογικής προσέγγισης για τη διεξαγωγή μιας ενεργειακής επιθεώρησης. Τα στάδια που λαμβάνουν χώρα και περιγράφονται παρακάτω αναφέρονται γενικά σε μια οποιαδήποτε επιχειρησιακή μονάδα είτε αυτή ανήκει στο βιομηχανικό, είτε στον ευρύτερο εμπορικό ή δημόσιο τομέα. Βέβαια, ο διαχωρισμός των σταδίων έγινε όχι μόνο εξαιτίας της χρονικής ακολουθίας των διαδικασιών που πραγματοποιούνται κατά τη διεξαγωγή μιας ενεργειακής επιθεώρησης, αλλά κατά βάση επιχειρείται η βέλτιστη παρουσίαση της, μέσω της μεθοδολογίας που ακολουθεί, στον κάθε ενδιαφερόμενο και κυρίως στη διοίκηση της επιχειρησιακής μονάδας η οποία καλείται, τελικά, να λάβει τις αποφάσεις.

### **Βήμα 1<sup>ο</sup> - Εισαγωγή**

Το πρώτο στάδιο αποτελεί μια εισαγωγή στην όλη διαδικασία. Πιο αναλυτικά περιλαμβάνονται οι αναλυτικές πληροφορίες για την επιχειρησιακή μονάδα όπου θα πραγματοποιηθεί η ενεργειακή επιθεώρηση και περιγράφονται οι λόγοι για τους οποίους κρίθηκε αναγκαία. Ακόμη, γίνεται μια σύντομη αναφορά στη συγκεκριμένη μεθοδολογική προσέγγιση που θα εφαρμοστεί και που καλύπτει τις ανάγκες της συγκεκριμένης επιχειρησιακής μονάδας.

### **Βήμα 2<sup>ο</sup> - Προετοιμασία**

Στο στάδιο αυτό δίνονται γενικές πληροφορίες για την επιχειρησιακή μονάδα και τα χαρακτηριστικά του βιομηχανικού ή κτιριακού συγκροτήματος όπου θα διεξαχθεί η ενεργειακή επιθεώρηση. Γίνεται μια καταγραφή όλων των τμημάτων της μονάδας, και συλλέγονται πληροφορίες που αφορούν το μέγεθος, τη χρήση και την ηλικία του καθενός τμήματος του κτιρίου. Επίσης εξετάζεται το σκαρίφημα του κτιρίου, καθώς και οι πιθανές προσθήκες ή ανακαινίσεις στο κέλυφος και τις εγκαταστάσεις των κτιρίων. Ακόμη, αναφέρεται το είδος των προϊόντων που παράγονται και των υπηρεσιών που προσφέρει η επιχειρησιακή μονάδα.



Επιπρόσθετα, εδώ είναι δυνατόν να γίνει μια απλή αναφορά στις μορφές ενέργειας που χρησιμοποιεί η επιχειρησιακή μονάδα. Χωρίς να γίνει ποσοτική και ακριβής ανάλυση, καταγράφονται το είδος των μορφών ενέργειας που χρησιμοποιούνται από την εν λόγω επιχειρησιακή μονάδα. Επίσης, συγκεντρώνονται πληροφορίες για την υπάρχουσα κατάσταση ενεργειακής διαχείρισης στη μονάδα, δηλαδή γνωστοποιείται στον επιθεωρητή τι είδους μέτρα βρίσκονται σε ισχύ και τι σχεδιάζεται.

### **Βήμα 3<sup>ο</sup> - Συλλογή Στοιχείων**

Στο τρίτο στάδιο λαμβάνει χώρα η συλλογή των ενεργειακών στοιχείων της επιχειρησιακής μονάδας. Καταγράφονται πλήρως οι καταναλισκόμενες ποσότητες κάθε μορφής ενέργειας και το σημείο κατανάλωσής τους. Έπειτα διαμορφώνεται το ενεργειακό ισοζύγιο, το οποίο αποτυπώνει τις εισροές και εκροές ενέργειας σε ένα ενεργειακό σύστημα κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Τα όρια του συστήματος και η χρονική περίοδος για την οποία καταρτίζεται ένα ισοζύγιο επιλέγονται από τον επιθεωρητή με βάση τους στόχους, το αντικείμενο και τα κριτήρια της επιθεώρησης καθώς και τα διαθέσιμα στοιχεία. Κατά κανόνα οι στόχοι αυτοί περιλαμβάνουν:

- Την εύρεση της κατανάλωσης ή της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας ανά κατηγορία τελικής χρήσης και συσχετίσή της με τους παράγοντες που την επηρεάζουν καθοριστικά
- Την εκτίμηση του βαθμού απόδοσης μίας ενεργειακής μετατροπής και συσχετίσή του με τους καθοριστικούς παράγοντες
- Την εκτίμηση των διάχυτων και των συγκεντρωμένων απωλειών ενέργειας ανά μετατροπή ή τελική χρήση ενέργειας
- Τον έλεγχο και διακρίβωση των επιμέρους μετρητικών δεδομένων και αποτελεσμάτων ανά χρήση και τη συμπλήρωση ή διόρθωση των στοιχείων καταναλώσεων

Στη συνοπτική επιθεώρηση τα ισοζύγια περιορίζονται σε επίπεδο των βασικών λειτουργικών μονάδων ενός συγκροτήματος όπως, οι κύριες βιομηχανικές μονάδες και τα μεγάλα κτίρια. Επίσης καλύπτουν τις βασικές διεργασίες στο συγκρότημα από πλευράς τελικής χρήσης της ενέργειας. Αντίθετα στην εκτενή επιθεώρηση τα ισοζύγια καταρτίζονται σε όλες τις ενεργοβόρες παραγωγικές διεργασίες και κτιριακές εγκαταστάσεις. Η κατανάλωση κάθε μορφής ενέργειας αναλύεται σε επιμέρους καταναλώσεις που αφορούν κύριες και βοηθητικές συσκευές και εγκαταστάσεις, καθώς και επιμέρους κτιριακούς χώρους.

Επιπλέον, στην περίπτωση της αναλυτικής ενεργειακής επιθεώρησης γίνεται πολύ πιο ενδελεχής και λεπτομερειακή συλλογή στοιχείων από πληθώρα διαφορετικών σημείων. Έτσι, καταγράφονται τα δομικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους και των επί μέρους δωματίων, δαπέδων, οροφής και ανοιγμάτων, οι εγκαταστάσεις θέρμανσης, κλιματισμού και αερισμού χώρων, δηλαδή στοιχεία για τους λέβητες, τους καυστήρες, τα κεντρικά συγκροτήματα ψυκτών - αντλιών θερμότητας, την κατάσταση και θερμομόνωση του συστήματος διανομής όπως είναι

τα δίκτυα σωληνώσεων, τη χρήση αυτοματισμών ελέγχου όπως χρονοδιακόπτες και θερμοστάτες, την ύπαρξη κεντρικού εξοπλισμού εξοικονόμησης ενέργειας και τέλος, στοιχεία τοπικών αυτόνομων μονάδων θέρμανσης, κλιματισμού και αερισμού.

Ακόμη, ελέγχεται η εγκατάσταση του θερμού νερού χρήσης μέσω της συνολικής ισχύος, της συνολικής χωρητικότητας του νερού και των διαφόρων θερμοκρασιών του νερού δικτύου, αποθήκευσης και τελικής χρήσης, καθώς επίσης και μέσω της κατάστασης και θερμομόνωσης των μονάδων αποθήκευσης και του συστήματος διανομής. Η εγκατάσταση φωτισμού ελέγχεται από το είδος και την επιφάνεια του φωτιζόμενου χώρου, από τα στοιχεία των εγκαταστημένων λαμπτήρων ανά χώρο, από τα στοιχεία καλύμματος εγκατεστημένων φωτιστικών σωμάτων ανά χώρο, από τα χαρακτηριστικά του συστήματος ελέγχου και γενικά από την ποιότητα και την κατάσταση της εγκατάστασης. Τέλος, ελέγχεται ο εξοπλισμός υπηρεσιών και οι οικιακές συσκευές που ενδεχομένως να υπάρχουν στο χώρο, ως προς το είδος, το πλήθος, τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ, το ωράριο λειτουργίας τους και τη συντήρησή τους.

#### **Βήμα 4<sup>ο</sup> - Επεξεργασία Στοιχείων**

Στο αμέσως επόμενο στάδιο ακολουθεί η επεξεργασία των ενεργειακών στοιχείων που συγκεντρώθηκαν. Αρχικά, ταξινομούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να φαίνεται η διαχρονική πορεία του κόστους ανάλογα με την ποσότητα της καταναλισκόμενης ενέργειας. Το χρονολογικό διάγραμμα κατανάλωσης ενέργειας από μία μονάδα ή συγκρότημα παριστάνει γραφικά την ισχύ μιας μορφής ενέργειας ως συνάρτηση του χρόνου, για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Κατασκευάζονται με βάση τα στοιχεία που καταγράφονται από τους μετρητές παροχής. Παρέχουν άμεση πληροφόρηση και επιτρέπουν πρώτες εκτιμήσεις για τον τρόπο και τους κύριους τομείς χρήσης της ενέργειας σε ωριαία, ημερήσια και εποχιακή βάση. Κατά τη διάρκεια των εκτεταμένων επιθεωρήσεων, θα πρέπει να κατασκευάζονται για όλους τους διαθέσιμους μετρητές. Συνήθως απεικονίζεται η μηνιαία καταναλισκόμενη ενέργεια σε ετήσιο χρονικό ορίζοντα. Ταυτόχρονα, υπολογίζονται τα ποσοστά των διαφόρων μορφών ενέργειας που καταναλώνονται.

Όλες οι καταναλισκόμενες ποσότητες ενέργειας εκφράζονται με βάση τις φυσικές μονάδες μέτρησής τους (π.χ. kg, lt, m<sup>3</sup>, kWh). Επίσης εκφράζονται σε μία ενιαία μονάδα ενέργειας, το ktoe, με βάση κατάλληλους συντελεστές μετατροπής. Για την έκφραση της κατανάλωσης ενέργειας σε μηνιαία βάση, θα πρέπει να γίνεται χρονικός καταμερισμός των ποσοτήτων ενέργειας που αναγράφονται στα τιμολόγια προμήθειας (ΔΕΗ, πετρέλαιο, υγραέριο, κλπ). Ο καταμερισμός μπορεί να γίνεται με απλές μεθόδους ή ακόμη με βάση συναρτήσεις χρονολογικής συσχέτισης της καταναλισκόμενης ενέργειας με άλλες χρονοσειρές. Ο επιθεωρητής επιλέγει τη μέθοδο του χρονικού καταμερισμού μετά από αιτιολόγηση.

Παράλληλα με τα χρονολογικά αυτά διαγράμματα κατανάλωσης ενέργειας, γίνεται εν συντομία και αξιολόγηση - σχολιασμός του κόστους αλλά και γενικότερα των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από αυτά. Δηλαδή, διαπιστώνεται τότε

εμφανίζεται η αιχμή της κατανάλωσης και αιτιολογείται το γεγονός αυτό, ώστε να ληφθούν αργότερα τα απαιτούμενα μέτρα.

Επίσης, σημαντική είναι η κατηγοριοποίηση της καταναλισκόμενης ενέργειας ανά χρήση και ανά χώρο. Υπάρχουν σε αυτή την περίπτωση τόσοι τρόποι με τους οποίους κατατάσσεται η κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση, όσες είναι και οι μορφές ενέργειας τις οποίες χρησιμοποιεί η επιχειρησιακή μονάδα. Παραδείγματος χάρη, αν χρησιμοποιείται μόνο ηλεκτρική ενέργεια και πετρέλαιο θέρμανσης, τότε γίνονται δύο διαφορετικές κατανομές όπου φαίνονται οι ποσότητες κάθε μορφής ενέργειας που καταναλώνεται και για ποιο λόγο.

Στη συνέχεια ακολουθεί η καταγραφή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χώρο όπως είναι για παράδειγμα ανά όροφο ή ανά τμήμα του κτιρίου. Στην περίπτωση ενεργειακού ελέγχου σε μια παραγωγική μονάδα η καταναλισκόμενη ενέργεια εκφράζεται συνήθως ανά γραμμή παραγωγής ενός προϊόντος ή ανά τμήμα της γραμμής αυτής.

### **Βήμα 5<sup>ο</sup> - Ενεργειακοί Δείκτες**

Στο πέμπτο στάδιο γίνεται αναφορά στις ειδικές καταναλώσεις καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας ή αλλιώς στους ενεργειακούς δείκτες κτιρίου. Για παράδειγμα μπορούν να υπολογιστούν: kWh ανά m<sup>2</sup> ή m<sup>3</sup> ωφέλιμου χώρου, kWh ανά μονάδα προϊόντος, παρεχόμενης υπηρεσίας ή εξοπλισμού υποστήριξης της και βέβαια kWh ανά άτομο.

Έπειτα, γίνεται σύγκριση μεταξύ των ενεργειακών δεικτών που υπολογίστηκαν και εκείνων παρόμοιων κτιρίων πρότυπης κατασκευής και ορθολογικής χρήσης ενέργειας, όπως αυτοί έχουν προκύψει από μετρήσεις ή θεωρητικούς υπολογισμούς για κτίρια διαφόρων κατηγοριών. Ακόμη, ακολουθεί συσχέτιση των ενεργειακών καταναλώσεων, ειδικών και μη, με το πλήθος των παραγόμενων προϊόντων ή των παρεχόμενων υπηρεσιών και σε κάποιες περιπτώσεις, ακόμα και με την ποιότητά τους.

### **Βήμα 6<sup>ο</sup> - Δράσεις Ενεργειακής Βελτίωσης**

Το έκτο στάδιο περιλαμβάνει μια σειρά προτάσεων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης της επιχειρησιακής μονάδας. Οι προτάσεις αυτές σκοπό έχουν τη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας και χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Ενέργειες νοικοκυρέματος, οι οποίες εφαρμόζονται σε τακτική βάση και εντάσσονται στη συνήθη λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου. Τις περισσότερες φορές σχετίζονται με την αλλαγή της συμπεριφοράς των χρηστών του κτιρίου.
- Επεμβάσεις χαμηλού κόστους οι οποίες γίνονται εφάπαξ και μπορούν να χρηματοδοτηθούν από τον υπάρχοντα ετήσιο προϋπολογισμό της διαχείρισης του κτιρίου. Το κόστος των επεμβάσεων αυτών αποπληρώνεται συχνά εντός της ίδιας διαχειριστικής χρονιάς και συνήθως σε λιγότερο από δυο χρόνια.
- Επεμβάσεις υψηλού κόστους ή αλλιώς επεμβάσεις ανακατασκευής. Οι δράσεις αυτές αποτελούν εφάπαξ επενδύσεις έντασης κεφαλαίου λόγω του

σημαντικού αρχικού κόστους για την εφαρμογή τους και της μέσης ή μακράς περιόδου αποπληρωμής τους.

Επίσης, τα μέτρα ενεργειακής βελτίωσης διαχωρίζονται και ανεξαρτήτως του κόστους τους, με βάση το χώρο ή το σύστημα στο οποίο θα εφαρμοστούν. Πιο συγκεκριμένα χωρίζονται σε δράσεις:

- Στο κτιριακό κέλυφος
- Στα συστήματα εξαερισμού και κλιματισμού
- Στα συστήματα ψύξης
- Στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό
- Στον φωτισμό
- Στα συστήματα θερμότητας και
- Σε εναλλακτικές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες λόγω της νέας τεχνολογίας τους δεν εντάσσονται σε καμία από τις παραπάνω κατηγορίες

Βέβαια, κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες δράσεων περιλαμβάνει επί μέρους επεμβάσεις νοικοκυρέματος, χαμηλού κόστους και ανακατασκευής.

### **Βήμα 7<sup>ο</sup> - Χρηματοοικονομική Ανάλυση**

Στόχος της χρηματοοικονομικής ανάλυσης των έργων ενεργειακής βελτίωσης είναι η εξέταση της οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης, που φαίνεται από την προαναφερθείσα ανάλυση κατάλληλη, με στόχο τον προσδιορισμό εκείνης που εξασφαλίζει το βέλτιστο όφελος με τον μικρότερο επενδυτικό κίνδυνο. Η διαδικασία αυτή αφορά τα ενεργειακά έργα με μέσο κόστος επένδυσης και πολύ περισσότερο εκείνα με υψηλό κόστος επένδυσης.

Επομένως, στην ενότητα αυτή εξετάζονται τα κριτήρια και οι διαδικασίες για μια συνολική αξιολόγηση και ιεράρχηση των προτεινόμενων επεμβάσεων ή γενικότερα των δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

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

- Ύψος απαιτούμενων κεφαλαίων για την κάλυψη των δαπανών υλοποίησης του μέτρου
- Οικονομική απόδοση της επένδυσης. Αξιολογείται το ετήσιο όφελος ως προς τη δαπάνη υλοποίησης του μέτρου
- Ύψος χρηματοδότησης από τρίτους. Αξιολογείται η δυνατότητα τυχόν χρηματικής υποστήριξης η οποία διατίθεται μέσω αντίστοιχων προγραμμάτων

Ως μέτρο της οικονομικής απόδοσης συνήθως λαμβάνεται η απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ), η οποία αποτελεί τον απλούστερο δείκτη για μια πρώτη ένδειξη οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης. Βοηθά τον υποψήφιο επενδυτή στην εκτίμηση του οικονομικού κινδύνου μιας επένδυσης. Ορίζεται σαν ο λόγος των κερδών προς το επενδυμένο κεφάλαιο που μπορεί να αφορά είτε τα συνολικά, είτε μόνο τα ίδια κεφάλαια.

Στα πιο σύνθετα μέτρα της οικονομικής απόδοσης συμπεριλαμβάνεται αυτό της καθαρής παρούσας αξίας (net present value, NPV) μιας επένδυσης η οποία είναι το συνολικό καθαρό όφελος της επένδυσης, που προκύπτει ως διαφορά μεταξύ του λειτουργικού οφέλους και του συνόλου των δαπανών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της. Επίσης, χρησιμοποιείται και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (Internal Rate of Return, IRR) ο οποίος είναι το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση είναι ίσα με το αρχικό της κόστος, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η NPV του έργου μηδενίζεται. Ένα άλλο κριτήριο αποτελεί ο λόγος οφέλους/κόστους (benefit-cost ratio, BCR) που είναι το πηλίκο του συνολικού οφέλους προς το συνολικό κόστος. Τέλος, η έντοκη περίοδος αποπληρωμής (discounted back period, DPB) που είναι το χρονικό διάστημα το οποίο απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης αλλά και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου είναι ένα ακόμα κριτήριο τα οποίο χρησιμοποιείται.

Στο στάδιο αυτό εξετάζεται επίσης η πιθανότητα χρηματοδοτικής ενίσχυσης από ευρωπαϊκά προγράμματα, καθώς και η χρήση σύγχρονων χρηματοδοτικών μηχανισμών, όπως είναι η χρηματοδότηση από τρίτους που αναφέρθηκε και προηγουμένως, κυρίως μέσω εταιρειών παροχής ενεργειακών υπηρεσιών. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι το στάδιο χρηματοοικονομικής αξιολόγησης των διαφόρων δράσεων είναι και το στάδιο στο οποίο πραγματοποιείται η έρευνα αγοράς για τις υφιστάμενες δυνατότητες σε κάθε δράση.

### **Βήμα 8<sup>ο</sup> - Διαμόρφωση Προτάσεων**

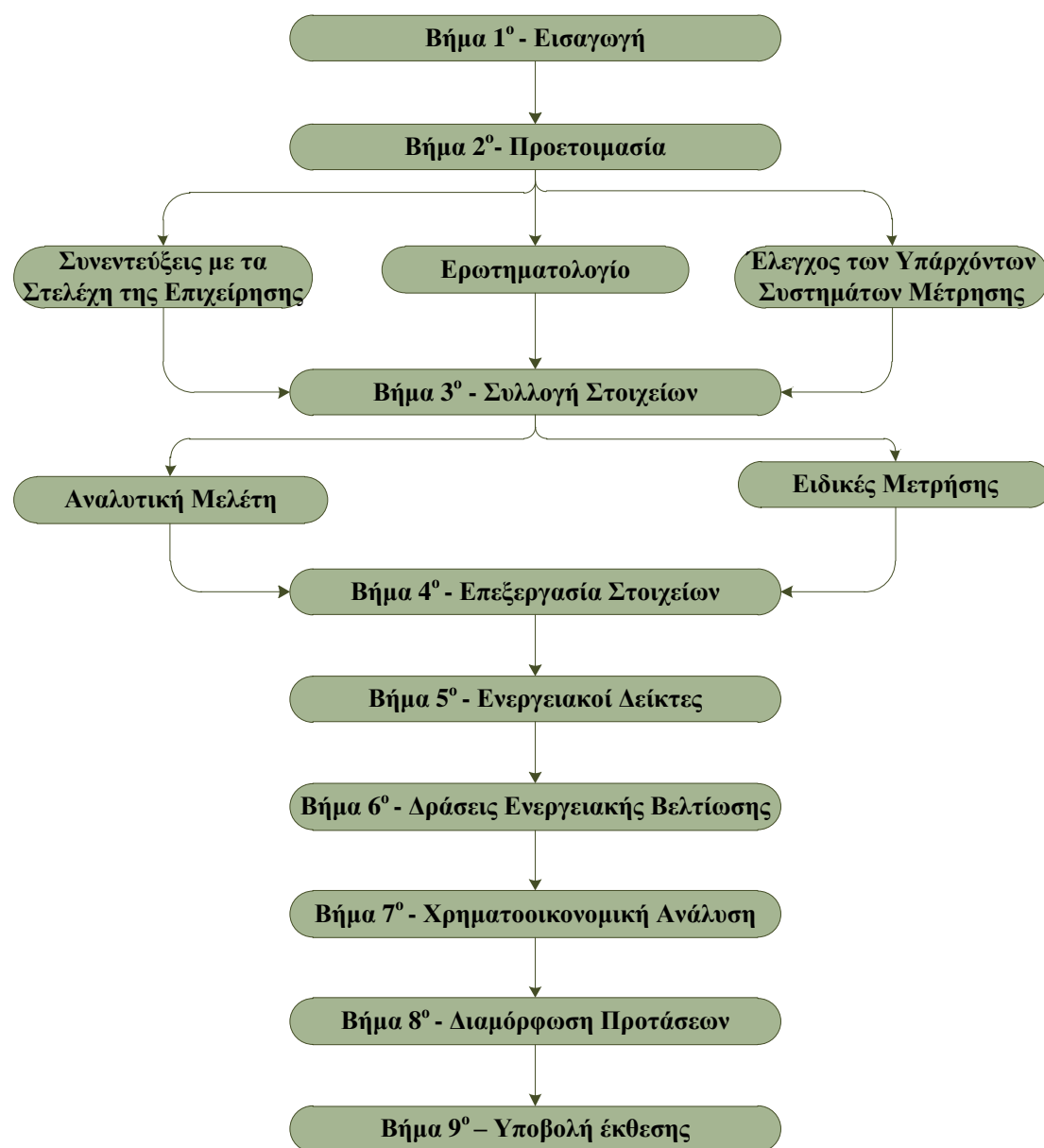
Στο στάδιο αυτό παρουσιάζονται οι τελικές προτάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή προς τη διαχείριση της επιχειρησιακής μονάδας, η οποία είναι αρμόδια να λάβει τις αποφάσεις. Μετά και την οικονομική αξιολόγηση των δράσεων ενεργειακής βελτίωσης επιλέγονται αυτές που συμφέρουν περισσότερο, πάντα κατά την (τεκμηριωμένη) γνώμη του επιθεωρητή ή ελεγκτή. Είναι προφανές ότι αυτό δε συνεπάγεται υποχρεωτικά ότι πρόκειται για τα μέτρα εκείνα που κοστίζουν λιγότερο. Ενδέχεται μια επένδυση να είναι πολύ υψηλού κόστους αλλά τα οφέλη εξοικονόμησης ενέργειας να είναι τέτοια που να την καθιστούν ιδιαίτερα συμφέρουσα.

Τελικά, παρουσιάζονται τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, η ανάλυση του ενεργειακού οφέλους και λοιπών επιπτώσεων ανά μέτρο, η εκτίμηση δαπάνης υλοποίησης και η οικονομική αξιολόγηση των μέτρων εκείνων, τα οποία όπως προτείνεται, συμφέρουν περισσότερο.

### **Βήμα 9<sup>ο</sup> – Υποβολή έκθεσης**

Στο τελευταίο αυτό στάδιο σχολιάζονται τα αποτελέσματα της όλης διαδικασίας και εξηγείται όχι μόνο η χρησιμότητα αλλά και η αναγκαιότητά της. Επίσης εντοπίζονται και διαπιστώνονται οι προοπτικές τις οποίες έχει η επιχειρησιακή μονάδα στον ενεργειακό τομέα και των οποίων η άμεση εφαρμογή είτε συναντά αντικειμενικές δυσκολίες είτε δεν είναι απαραίτητη. Τονίζεται ότι λόγω των

αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών στην παραγωγή και διαχείριση ενέργειας, η επιχειρησιακή μονάδα χρειάζεται να διαθέσει περισσότερους πόρους προς την ενεργειακή διαχείριση.



Διάγραμμα 4.2: Βήματα Ενεργειακής Επιθεώρησης

#### 4.6 ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, βασικός παράγοντας στην ορθή και ολοκληρωμένη ενεργειακή επιθεώρηση είναι οι μετρήσεις για την εκτίμηση ενεργειακών παραμέτρων. Ενεργειακές μετρήσεις ονομάζονται οι διαδικασίες εκείνες, που επιτρέπουν τον προσδιορισμό των παραμέτρων οι οποίες σχετίζονται με τη χρήση της θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας.

Για την εκτίμηση και τη μέτρηση των ζητούμενων παραμέτρων, απαιτούνται ακριβή και πλήρη δεδομένα για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα. Στην πράξη,

διαπιστώνεται ότι σπανίως είναι διαθέσιμα τέτοια στοιχεία. Επίσης, πολλές φορές τα διαθέσιμα μετρητικά όργανα δεν έχουν υποστεί τις προβλεπόμενες διαδικασίες συντήρησης και βαθμονόμησης, με αποτέλεσμα να εμφανίζουν χαμηλό βαθμό αξιοπιστίας. Ο επιθεωρητής διερευνά το καθεστώς λειτουργίας και συντήρησης των εγκατεστημένων οργάνων και προβαίνει σε εκτιμήσεις για το πιθανό μετρητικό τους σφάλμα.

Με βάση τις απαιτήσεις και τα κριτήρια της επιθεώρησης, ο επιθεωρητής καταστρώνει ένα πρόγραμμα μετρήσεων, αξιοποιώντας τόσο τα εγκατεστημένα μετρητικά όργανα όσο και φορητά. Το πρόγραμμα των μετρήσεων καταστρώνεται κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης και, επομένως, είναι κατά κανόνα σύντομης διάρκειας. Για τον λόγο αυτό οι μετρήσεις της επιθεώρησης γίνονται σε στιγμιαία και όχι σε εποχιακή ή ετήσια βάση.

Στην πραγματικότητα οι μετρήσεις που γίνονται κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης αφορούν την ισχύ και όχι την ενέργεια αυτή καθαυτή. Η ισχύς ορίζεται ως η ενέργεια στη μονάδα του χρόνου και αποτελεί ένα στιγμιαίο μέγεθος, η μέτρηση του οποίου διαρκεί από μερικά δευτερόλεπτα έως λίγα λεπτά.

Κατά τη μέτρηση της ισχύος ο επιθεωρητής θα πρέπει να βεβαιώνεται ότι το σύστημα βρίσκεται σε μία κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας, η οποία πιστοποιείται από τη σταθερότητα των ενδείξεων των μετρητών. Συνεπώς, οι μετρήσεις με τα φορητά όργανα κατά τη διάρκεια της αυτοψίας δε δύναται ευθέως να δώσουν πλήρη εικόνα για τη μηνιαία ή ετήσια κατανάλωση ενέργειας μιας και δε μετράται ευθέως ο χρόνος.

Αντίθετα, με τις μετρήσεις αυτές διαπιστώνεται ο βαθμός απόδοσης των ενεργειακών εγκαταστάσεων και παρέχονται στοιχεία για την ανάπτυξη του προτύπου της κατανάλωσης αναφοράς. Επίσης ελέγχεται η ακρίβεια των εγκατεστημένων οργάνων μέτρησης.

Συγκεντρωτικά τα τυπικά όργανα μετρήσεως παρουσιάζονται στο πίνακα 4.1 μαζί με τις παραμέτρους μέτρησης:

<u>Εξοπλισμός</u>	<u>Παράμετροι μέτρησης/ Παρατηρήσεις</u>
<b><u>Ηλεκτρικός</u></b>	
Βολτόμετρο	Τάση
Αμπερόμετρο	Ηλεκτρικό Ρεύμα
Ωμόμετρο	Αντίσταση
Βατόμετρο	Ισχύς (kW)
Πολύμετρο	Τάση, ηλεκτρικό ρεύμα, αντίσταση
Λουξόμετρο	Στάθμη φωτισμού σε lux
Μετρητής συντελεστή ισχύος	Συντελεστής ισχύος/ υπολογισμός φαινόμενης ισχύος (kVA)
Θερμογραφικός σαρωτής / κάμερα	Θερμοκρασία αγωγού σε °C / Εικόνα θερμοκρασίας σε υπερθερμασμένους αγωγούς ( ειδικά στα σημεία σύνδεσης)
Αναλυτής ποιότητας ισχύος	Αρμονικές / άλλες παράμετροι ηλεκτρισμού
<b><u>Θερμοκρασία</u></b>	
Θερμόμετρο	Θερμοκρασία ξηρού βολβού σε °C
Ψυχρόμετρο	Θερμοκρασία ξηρού και υγρού βολβού σε °C
Φορητό ηλεκτρονικό θερμόμετρο	
Τηλεχειριζόμενοι αισθητήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας	
Ψηφιακό θερμόμετρο	
<b><u>Υγρασία</u></b>	
Υγρόμετρο	Υγρασία / θερμοκρασία υγρού βολβού
Ψηφιακό θερμόμετρο	Υγρασία / θερμοκρασία υγρού βολβού
<b><u>Πίεση και Ταχύτητα</u></b>	
Μανόμετρο	Πίεση και ταχύτητα ροής αέρα
Ψηφιακό ανεμόμετρο	Πίεση και ταχύτητα ροής αέρα
Ανεμόμετρο κινητού πλαισίου	
Μετρητής πίεσης	Πίεση υγρών

**Πίνακας 4.1:** Τυπικός εξοπλισμός για μια ενεργειακή καταγραφή



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>:  
ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



## 5.1 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ.

Για να προσδιοριστεί η οικονομική αποτελεσματικότητα οποιασδήποτε παρέμβασης στο κελύφος του κτιρίου, πρέπει να προσδιοριστεί η εξοικονόμηση στη χρήση της ενέργειας σ' αυτό. Στη συνέχεια, παρέχεται μια γενική διαδικασία υπολογισμού που βασίζεται στην μέθοδο των βαθμοημερών, με συμβουλές για τον προσδιορισμό των τιμών των παραμέτρων που απαιτούνται για την εύρεση των ενεργειακών κερδών.

### 5.1.1 Μέθοδος Βαθμοημερών

Η μέθοδος των βαθμοημερών δίνει μια προσέγγιση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτιρίου, που οφείλονται στις απώλειες μεταφοράς θερμότητας μέσω του κελύφους, καθώς και σε οποιοδήποτε ηλιακό και εσωτερικό θερμικό κέρδος. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη χρονικά μη-μεταβαλλόμενη ανάλυση της θερμικής ισορροπίας στα όρια του κτιρίου, στο οποίο συνήθως λαμβάνουν χώρα αρκετές ροές θερμότητας, περιλαμβανομένων της αγωγής, της διήθησης, των ηλιακών και των εσωτερικών κερδών.

Η καθαρή απώλεια (ή κέρδος) θερμότητας σε οποιαδήποτε στιγμή καθορίζεται από το θερμικό ισοζύγιο (πρώτος θερμοδυναμικός νόμος) του κτιρίου. Για παράδειγμα, για τον υπολογισμό του θερμικού φορτίου, το στιγμιαίο θερμικό ισοζύγιο δίνει:

$$q_H = BLC \cdot (T_{in} - T_{out}) - q_g \quad 5.1.1$$

όπου

$q_H$ : Το θερμικό φορτίο

$BLC$ : Ο συντελεστής φορτίου του κτιρίου

$T_{in}$ : Θερμοκρασία εσωτερικού χώρου κτιρίου

$T_{out}$ : Θερμοκρασία εξωτερικού χώρου κτιρίου

$q_g$ : Τα καθαρά θερμικά κέρδη

Η εξίσωση (5.1.1) μπορεί να ανασυνταχθεί ώστε να εισαχθεί η θερμοκρασία ισοζυγίου του κτιρίου ( $T_b$ ):

$$q_H = BLC \cdot \left[ \left( T_{in} - \frac{q_g}{BLC} \right) - T_{out} \right] = BLC \cdot (T_b - T_{out}) \quad 5.1.2$$

Συνεπώς, η θερμοκρασία ισοζυγίου ρυθμίζει την προκαθορισμένη εσωτερική θερμοκρασία ( $T_{in}$ ) με την αύξηση της θερμοκρασίας που προκύπτει λόγω της μείωσης του θερμικού φορτίου του κτιρίου, η οποία προέρχεται από τα εσωτερικά φορτία. Πριν την πετρελαϊκή κρίση, οι απώλειες μεταφοράς και διήθησης ήταν σημαντικές (σχετικά υψηλές τιμές του  $BLC$  σε σχέση με τα εσωτερικά κέρδη). Υπολογίζεται ότι τα καθαρά εσωτερικά φορτία συμβάλλουν κατά 3°C στα περισσότερα κτίρια. Έτσι, η θερμοκρασία ισοζυγίου υποτίθεται ότι είναι 18°C για όλα τα κτίρια.

Ολοκληρώνοντας τα στιγμιαία θερμικά φορτία κατά την περίοδο θέρμανσης (μόνο οι θετικές τιμές του  $q_H$  χρησιμοποιούνται), μπορεί να υπολογιστεί το συνολικό θερμικό φορτίο του κτιρίου. Στην πράξη, η ολοκλήρωση προσεγγίζεται με την

άθροιση των μέσων τιμών για μικρά χρονικά διαστήματα (μία ώρα ή ημέρα). Χρησιμοποιώντας τις ημερήσιες μέσες τιμές, το θερμικό φορτίο υπολογίζεται ως:

$$Q_H = 24 \cdot BLC \cdot \sum_{i=1}^{N_H} (T_b - T_{out,i})^+ \quad 5.1.3$$

Η άθροιση γίνεται μέχρι τον αριθμό  $N_H$ , δηλαδή σε όλη την περίοδο θέρμανσης.

Από την εξίσωση (5.1.3), ορίζονται οι βαθμοημέρες θέρμανσης. (DDH) ως συνάρτηση μόνον της εξωτερικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας ισοζυγίου, ως εξής:

$$DD_H(T_b) = \sum_{i=1}^{N_H} (T_b - T_{out,i})^+ \quad 5.1.4$$

Η συνολική χρήση ενέργειας ( $E_H$ ) για την κάλυψη του θερμικού φορτίου του κτιρίου μπορεί να υπολογιστεί θεωρώντας σταθερή την αποδοτικότητα του εξοπλισμού θέρμανσης κατά την περίοδο θέρμανσης (αρκετοί κατασκευαστές παρέχουν για τους λέβητες ή τους φούρνους τους την ετήσια απόδοση χρήσης καυσίμου) ως:

$$E_H = \frac{Q_H}{\eta_H} = \frac{24 \cdot BLC}{\eta_H} \cdot DD_H(T_b) \quad 5.1.5$$

Η μέθοδος των βαθμοημερών, που εκφράζεται από την εξίσωση (5.1.5), μπορεί να εφαρμοστεί επίσης για τον καθορισμό του ψυκτικού φορτίου με τον καθορισμό των βαθμοημερών της περιόδου δροσίσιμου ( $DD_C$ ), χρησιμοποιώντας μια εξίσωση παρόμοια με την εξίσωση (5.1.4):

$$DD_C(T_b) = \sum_{i=1}^{N_C} (T_{out,i} - T_b)^+ \quad 5.1.6$$

Με τη μέθοδο των βαθμοημερών μπορεί να υπολογισθεί με αρκετή ακρίβεια η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση, ιδιαίτερα στα κτίρια των οποίων οι απώλειες οφείλονται κυρίως στο κελύφος, περιλαμβανομένων της διήθησης και του αερισμού. Δυστυχώς, η μέθοδος αυτή δεν είναι τόσο ακριβής για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων εξαιτίας διάφορων παραγόντων, όπως είναι η επίδραση της θερμικής μάζας του κτιρίου, που επιβραδύνει τη δράση των εσωτερικών κερδών, οι ήπιες εξωτερικές θερμοκρασίες το καλοκαίρι, που έχουν ως αποτέλεσμα μεγάλα σφάλματα στην εκτίμηση των βαθμοημερών ψύξης, και οι υψηλές μεταβολές στη διήθηση και τον αερισμό, όταν οι ένοικοι ανοίγουν τα παράθυρα ή εφαρμόζονται κύκλοι εξοικονομητή.

### 5.1.2 Υπολογισμός της Εξοικονόμησης Ενέργειας

Όταν εφαρμόζεται ένα μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας για τη βελτίωση της απόδοσης του κτιριακού κελύφους (π.χ. προσθήκη θερμικής μόνωσης στην οροφή ή μείωση της επιφάνειας των οπών του κελύφους του κτιρίου), ο BLC του κτιρίου

μειώνεται. Υποθέτοντας ότι δεν υπάρχει αλλαγή στην προκαθορισμένη εσωτερική θερμοκρασία και στα εσωτερικά κέρδη του κτιρίου, λόγω της επέμβασης στο κέλυφος μειώνεται αντίστοιχα η θερμοκρασία ισοζυγίου, όπως προκύπτει από τον ορισμό της (εξίσωση (5.1.2)). Έτσι, η επέμβαση στο κέλυφος μειώνει το θερμικό φορτίο, συνεπώς και την κατανάλωση ενέργειας, αφού και ο BLC και οι  $DD_H(T_b)$  μειώνονται. Η εξοικονόμηση στην κατανάλωση ενέργειας λόγω της επέμβασης υπολογίζεται γενικά ως εξής:

$$\Delta E_{H,R} = E_{H,E} - E_{H,R} = \frac{24 \cdot (BLC_E \cdot DD_H(T_{b,E}) - BLC_R \cdot DD_H(T_{b,R}))}{\eta_H} \quad 5.1.7$$

Η απόδοση του συστήματος θέρμανσης θεωρείται ότι παραμένει η ίδια πριν (δείκτης E) και μετά (δείκτης R) την επέμβαση, εκτός εάν αντικατασταθεί ή τροποποιηθεί το σύστημα θέρμανσης. Σε πολλές εφαρμογές, η μεταβολή στη θερμοκρασία ισοζυγίου που προκαλείται από την επέμβαση είναι αρκετά μικρή. Τότε, οι βαθμομέρες ( $DD_H$ ) μπορούν να θεωρηθούν σταθερές πριν και μετά τη μετατροπή και η εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να υπολογιστεί ευκολότερα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$\Delta E_{H,R} = \frac{24 \cdot (BLC_E - BLC_R) \cdot DD_H(T_{b,E})}{\eta_H} \quad 5.1.8$$

Σημειώνεται ότι, όταν τροποποιείται μόνο ένα στοιχείο του κελύφους του κτιρίου (π.χ. η οροφή), η διαφορά ( $BLC_E - BLC_R$ ) είναι ισοδύναμη με τη διαφορά των τιμών  $U \cdot A$  του στοιχείου πριν και μετά την επέμβαση (δηλ.  $U_E \cdot A - U_R \cdot A$ ). Έτσι, για να εφαρμόσει την εξίσωση (5.1.7) ή (5.1.8) ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να γνωρίζει τις βαθμομέρες θέρμανσης και το υφιστάμενο ολικό θερμικό φορτίο του κτιρίου. Άρα η εξίσωση (5.1.8) τροποποιείται στην εξής:

$$\Delta E_{H,R} = \frac{24 \cdot A \cdot (U_E - U_R) \cdot DD_H(T_{b,E})}{1000 \cdot \eta_H} \quad 5.1.9$$

όπου

$\Delta E_{H,R}$  [kWh / έτος]: Εξοικονόμηση ενέργειας μετά την επέμβαση

$A$  [ $m^2$ ]: επιφάνεια στοιχείου

$U_E$  [ $W / m^2 \cdot ^\circ C$ ]: Συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου πριν την επέμβαση

$U_R$  [ $W / m^2 \cdot ^\circ C$ ]: Συντελεστής θερμοπερατότητας στοιχείου μετά την επέμβαση

$DD_H$  [ $^\circ C \cdot \text{ημέρα} / \text{έτος}$ ]: Βαθμομέρες θέρμανσης περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτίριο

$\eta_H$ : Βαθμός απόδοσης συστήματος θέρμανσης

### 5.1.3 Υπολογισμός των Βαθμοημερών

Στοιχεία για τις βαθμομέρες θέρμανσης μπορούν να βρεθούν από διάφορες πηγές, ιδιαίτερα οι βαθμομέρες για τη θερμοκρασία ισοζυγίου των  $18^\circ C$ . Ο πίνακας 5.1 παρουσιάζει τις τιμές  $DD_H$  ( $18^\circ C$ ) ενός έτους για 10 αντιπροσωπευτικές τοποθεσίες σε διάφορες κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.

<b>Τοποθεσία</b>	<b>DD<sub>H</sub>(18°C) ενός έτους</b>
<b>Αθήνα</b>	1100
<b>Ηράκλειο</b>	782
<b>Θεσσαλονίκη</b>	1725
<b>Ιεράπετρα</b>	674
<b>Ιωάννινα</b>	2065
<b>Καλαμάτα</b>	983
<b>Κέρκυρα</b>	1185
<b>Κομοτηνή</b>	1926
<b>Πάτρα</b>	1124
<b>Μυτιλήνη</b>	1297

**Πίνακας 5.1:** Βαθμοημέρες θέρμανσης επιλεγμένων πόλεων στην Ελλάδα

#### 5.1.4 Επιλεγμένες Επεμβάσεις στο Κτιριακό Κέλυφος

Γενικά, τα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού κελύφους είναι δαπανηρά, αφού απαιτούν επεμβάσεις έντασης εργασίας (π.χ. η προσθήκη θερμικής μόνωσης ή η αντικατάσταση παραθύρων). Έτσι, οι περίοδοι αποπληρωμής των περισσότερων επεμβάσεων στα κτιριακά κελύφη είναι μάλλον μεγάλης διάρκειας, που και πάλι μπορούν να αιτιολογηθούν για λόγους πέραν των ενεργειακών, όπως είναι η βελτίωση της θερμικής άνεσης ή η μείωση της συμπύκνωσης των υδρατμών για την αποφυγή δομικών αστοχιών. Πάντως, υπάρχουν περιπτώσεις όπου οι επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος μπορούν να αιτιολογηθούν με βάση μόνο τη βελτίωση στην ενεργειακή αποδοτικότητα. Στον πίνακα 5.2 φαίνονται οι δράσεις εξοικονόμησης που μπορούμε να εφαρμόσουμε μαζί με το εκτιμώμενο όφελος της εξοικονόμησης ενέργειας. Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται συνοπτικά οι κυριότερες από αυτές.

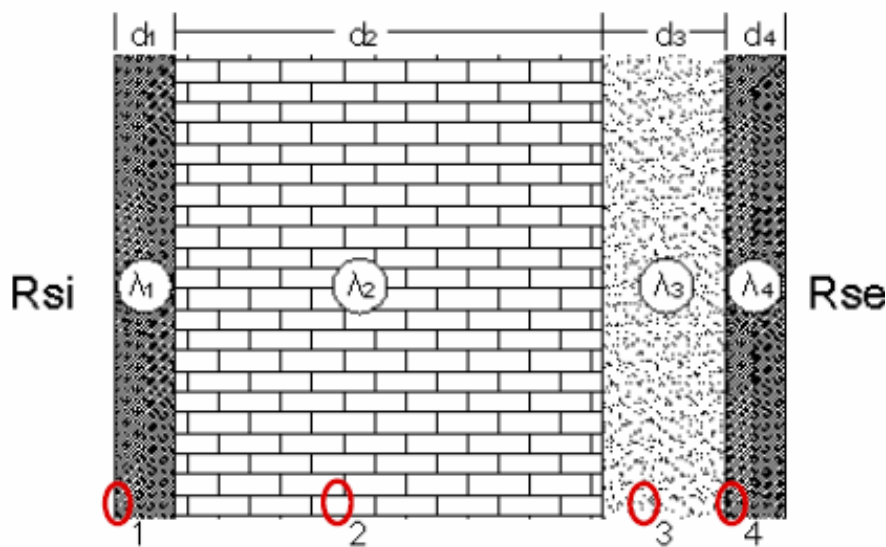
<b>Επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος</b>	<b>Εκτιμώμενο όφελος εξοικονόμησης ενέργειας</b>
<b>Προσθήκη θερμομόνωσης</b>	10% - 40%
<b>Αντικατάσταση παραθύρων</b>	10% - 20%
<b>Φύτευση δωματίων</b>	έως 20%
<b>Ψυχρά υλικά</b>	10% - 20%
<b>Σκίαστρα- Ηλιοπροστασία</b>	20% - 30%
<b>Αερισμός</b>	10% - 15%
<b>Παθητικά ηλιακά συστήματα</b>	10% - 15%
<b>Ελάττωση διήθησης αέρα</b>	έως 40%

**Πίνακας 5.2:** Εκτιμώμενο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας

### 5.1.4.1 Προσθήκη θερμομόνωσης

Όταν ένα στοιχείο του κτιριακού κελύφους δεν είναι μονωμένο ή δεν επαρκεί η μόνωσή του, μπορεί να είναι οικονομικά αποδοτική η προσθήκη μόνωσης με στόχο τη μείωση των απωλειών λόγω μετάδοσης. Αν και ο υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας που προκύπτει από μια τέτοια επέμβαση απαιτεί λεπτομερή προσομοίωση ώστε να ληφθούν υπόψη οι επιδράσεις της θερμικής μάζας του κτιρίου ή/και του συστήματος κλιματισμού, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι εξισώσεις (5.7) ή (5.8) για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης ενέργειας κατά την περίοδο θέρμανσης. Εάν το κτίριο θερμαίνεται και ψύχεται ταυτόχρονα, η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της προσθήκης μόνωσης στο κτιριακό κέλυφος υπολογίζεται αθροίζοντας τα ενεργειακά κέρδη λόγω της μείωσης στη θέρμανση και αυτά λόγω της μείωσης στην ψύξη.

Αναφορικά με τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  [ $W / m^2 \cdot K$ ] βρέθηκε στη βιβλιογραφία μια συγκεκριμένη μεθοδολογία υπολογισμού. Για να εφαρμοστεί η μέθοδος απαιτείται η γνώση των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  [ $W / m \cdot K$ ] των διαφορών δομικών υλικών που αποτελούν την τοιχοποιία καθώς και το πάχος  $d$  [ $m$ ] που καταλαμβάνουν αυτά.



Εικόνα 5.1: Δομικά υλικά που αποτελούν μια τυπική τοιχοποιία

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μιας τοιχοποιίας υπολογίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} \quad 5.1.10$$

Στο παραπάνω τύπο  $R_{si}$  και  $R_{se}$  είναι συντελεστές που αφορούν την διεύθυνση ροής θερμότητας και στην περίπτωση που η διεύθυνση της θερμότητας είναι από το εσωτερικό στο εξωτερικό περιβάλλον οι τιμές τους είναι ίσες με:

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W} \quad \text{και} \quad R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

Στον πίνακα 5.3 παρουσιάζονται διάφορες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διάφορων τυπικών δομικών στοιχείων του κτιρίου. Βλέπουμε ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας π.χ. της μονωμένης τοιχοποιίας είναι πολύ χαμηλότερος από το συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής χωρίς μόνωση. Στο επόμενο πίνακα παρουσιάζονται διάφορες τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ διαφόρων δομικών υλικών.

Το εκτιμώμενο όφελος από την προσθήκη θερμομόνωσης μπορεί να κυμαίνεται από 10% έως 40% εξοικονόμησης ενέργειας για θέρμανση.

Είδος δομικού στοιχείου	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ (W / m·K)
Σκυρόδεμα	2,03
Πλίνθοι	0,56
Γυψοσανίδα	0,58
Σοβάς	0,7
Δρυς	0,21
Χάλυβας	53,15
Αλουμίνιο	203,52
Πλακίδια από φελλό	0,064
Υαλοβάμβακας	0,041
Διογκωμένο πολυστερένιο	0,037

Πίνακας 5.3: Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ διάφορων δομικών στοιχείων

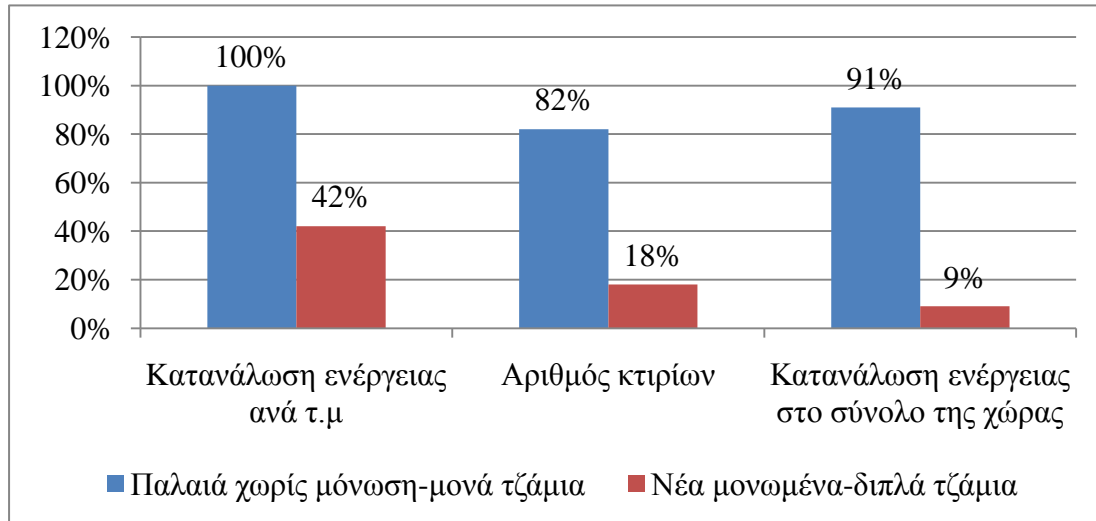
Είδος δομικού στοιχείου	Τιμή συντελεστή θερμοπερατότητας U (W / m <sup>2</sup> ·K)		
	Καλυμμένα	Τυποποιημένα	Εκτεθειμένα
220 mm τοιχοποιία με επίχρισμα πάχους 16 mm	2,2	2,3	2,4
Τοιχοποιία με 13 mm διογκωμένης πολυστερίνης στο διάκενο	0,69	0,7	0,71
Σκυρόδεμα πάχους 150 mm	3,2	3,5	3,9
Σκυρόδεμα πάχους 150 mm με πλάκες από ξυλόμαλλο στην εσωτερική πλευρά και επίχρισμα πάχους 16 mm	1,1	1,1	1,1
Οροφή πλάκα μπετόν 150 mm με ασφαλτόπανο 19 mm	3,1	3,4	3,7
Μονωμένες οροφές	0,88	0,9	0,92

Πίνακας 5.4 : Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας U διάφορων δομικών στοιχείων



#### 5.1.4.2 Βελτιώσεις στα παράθυρα

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 τόσο τη μεταφορά θερμότητας όσο και τα ηλιακά κέρδη. Εξάλλου, τα ενεργειακά αποδοτικά παράθυρα δημιουργούν πιο άνετο περιβάλλον, με ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασιών και καλή ποιότητα φωτισμού.



**Σχήμα 5.1:** Κατανάλωση ενέργειας σε κτίρια με μονά και διπλά τζάμια

Στο σχήμα 5.1, από μελέτη του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), φαίνεται καθαρά η ενεργειακή επιβάρυνση λόγω θερμικών απωλειών/εισροών στην περίπτωση των παλιών μονών μη στεγανών υαλοπινάκων, σε σχέση με νέους διπλούς αεροστεγανούς υαλοπίνακες.

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 (5.1.9) για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης σε θερμική και ψυκτική ενέργεια, προκειμένου να γίνει μία αρχική εκτίμηση της οικονομικής αποδοτικότητας των επεμβάσεων στα παράθυρα.

Στους πίνακες 5.5 και 5.6, παρουσιάζονται διάφορες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διάφορων τυπικών υαλοπινάκων και εκτίμηση της εξοικονόμησης ενέργειας από αντικατάσταση αυτών σε διάφορες περιοχές.

Είδος υαλοπίνακα	Συντελεστής Θερμοπερατότητας $U$ ( $W / m^2 \cdot K$ )	
	Ξύλο, Συνθετικό υλικό	Χάλυβας, άλλα μέταλλα, σκυρόδεμα
Απλός υαλοπίνακας	4,5	5,0
Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 6mm	2,8	3,2
Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm	2,6	3,0
Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας χαμηλής εκπομπής με Ar με διάκενο 12mm	1,3	1,7
Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση $2cm < s < 4cm$	2,2	2,6
Διπλός υαλοπίνακας με απόσταση $4cm < s < 7cm$	2,0	2,4
Διπλά παράθυρα με απόσταση υαλοπινάκων 7cm	2,2	-
Τοίχος από υαλόπλινθους πάχους 80mm	-	3,0
Χωρίς υαλοπίνακα	3,0	5,0

Πίνακας 5.5: Συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  για παράθυρα και θύρες σε συνάρτηση με το υλικό κατασκευής του πλαισίου και το τύπο του υαλοπίνακα

Περιοχή	Είδος υαλοπίνακα	Εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)
Φλώρινα	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 6mm	12216
	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm	14381
	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας χαμηλής εκπομπής με Ar με διάκενο 12mm	16421
Αθήνα	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 6mm	5192
	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm	6016
	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας χαμηλής εκπομπής με Ar με διάκενο 12mm	7473
Χανιά	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 6mm	4191
	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας με διάκενο 12mm	4449
	Δίδυμος μονωτικός υαλοπίνακας χαμηλής εκπομπής με Ar με διάκενο 12mm	5491

Πίνακας 5.6: Εκτίμηση εξοικονόμησης ενέργειας από αντικατάσταση υαλοπινάκων

Το εκτιμώμενο αναμενόμενο όφελος από την αντικατάσταση παλαιών παραθύρων μπορεί να κυμαίνεται από 10% έως 20% εξοικονόμησης ενέργειας για θέρμανση.

#### 5.1.4.3 Ελάττωση της διήθησης του αέρα

Σε αρκετά μικρά κτίρια, τα θερμικά φορτία λόγω της διήθησης του αέρα μπορεί να είναι σημαντικά. Υπολογίζεται ότι σε καλά μονωμένα κτίρια κατοικιών, η διήθηση μπορεί να συνεισφέρει έως και 40% στο συνολικό φορτίο του κτιρίου. Σύμφωνα με τους Tuluca et al. (1997), από μετρήσεις σε οκτώ κτίρια γραφείων στις ΗΠΑ βρέθηκε ότι ο μέσος ρυθμός διαφυγής του αέρα είναι από 0,1 έως 0,5 αλλαγές αέρα ανά ώρα (ACH), που αντιστοιχεί στο 10 έως 25% του μέγιστου θερμικού φορτίου. Όπως περιγράφεται στο οδηγό Ενεργειακής Επιθεώρησης Νο 1., υφίστανται δύο τεχνικές μέτρησης για την εκτίμηση της ποσότητας του αέρα διήθησης, συγκεκριμένα η τεχνική του φουσητήρα και αυτή του αερίου δείκτη.

Ενώ υπάρχουν αρκετές μελέτες για την εκτίμηση της κατανομής των διαφυγών στις κατοικίες, λίγες εργασίες είναι διαθέσιμες για τα εμπορικά και βιομηχανικά κτίρια. Πάντως, κάποια δεδομένα υποδεικνύουν ότι τα επίπεδα στεγανότητας στα κελύφη των εμπορικών κτιρίων είναι παρόμοια με αυτά των συνήθων κατοικιών. Ειδικότερα, βρέθηκε ότι οι χαραμάδες των τοίχων (πλαίσια παραθύρων, έξοδοι καλωδιώσεων, υδραυλικές οπές) αποτελούν τις κύριες πηγές διαφυγής του αέρα, τόσο στα εμπορικά κτίρια όσο και στις κατοικίες. Άλλες διέξοδοι διαφυγής του αέρα που εντοπίζονται σε μεγάλα κτίρια είναι διάμεσο των εσωτερικών χωρισμάτων (π.χ. ανελκυστήρες και φωταγωγοί) και των εξωτερικών θυρών (ειδικά στα εμπορικά καταστήματα).

Για να βελτιωθεί η στεγανότητα ως προς τον αέρα του κτιριακού κελύφους υπάρχουν αρκετές μέθοδοι και τεχνικές, που περιλαμβάνουν:

- Τη στεγανοποίηση: Διάφοροι τύπων στεγανοποιητικών υλικών (ουρεθάνη, λατέξ, πολυβινύλιο, κ.λπ.) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σφράγιση διαφόρων χαραμάδων, π.χ. γύρω από τα πλαίσια των παραθύρων και των θυρών, και κάθε διάβασης μέσω των τοίχων, όπως είναι οι οπές των σωληνώσεων του νερού
- Το φράξιμο των χαραμάδων: Με την εφαρμογή συγκολλητικού ελαστικού αφρού μπορούν να σφραγιστούν τα παράθυρα και οι πόρτες
- Τη διαμόρφωση του τοπίου: Αυτό είναι ένα μάλλον μακροπρόθεσμο έργο που συνίσταται στη φύτευση θάμνων και / ή δένδρων γύρω από το κτίριο για την ελάττωση των επιδράσεων του ανέμου και της διήθησης του αέρα
- Τους ανεμοθραύστες: Αυτοί αποτελούνται από ένα ή περισσότερα αδιαπέραστα από τον αέρα στοιχεία που εγκαθίστανται στο εξωτερικό του κτιρίου ώστε να σχηματιστεί ένα συνεχές στρώμα γύρω από τους τοίχους του κτιρίου. Συνήθως είναι δαπανηρή η εγκατάσταση των συστημάτων αυτών σε υφιστάμενα κτίρια, εκτός εάν αποτελούν τμήμα της συνολικής επέμβασης στο κέλυφος του κτιρίου.

## 5.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Στις επόμενες παραγράφους, παρουσιάζονται μέθοδοι μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορα συστήματα. Επίσης, όποτε απαιτείται, παρέχονται εν συντομία τα βασικά χαρακτηριστικά ενός ηλεκτρικού συστήματος, για να δοθεί έμφαση στα σημαντικότερα σημεία που πρέπει να λαμβάνει υπόψη του ένας ενεργειακός επιθεωρητής όταν επιθεωρεί ένα ηλεκτρικό σύστημα.

### 5.2.1 Η Ηλεκτρική Ισχύς και ο Συντελεστής Ισχύος

Σε ένα κύκλωμα η ισχύς που παρέχεται από την πηγή καταναλίσκεται αφενός μεν στις ωμικές αντιστάσεις για κατανάλωση ενέργειας και αφετέρου στα πηνία και στους πυκνωτές για αποταμίευση ενέργειας. Σε κάθε χρονική στιγμή παρέχεται στο κύκλωμα ισχύς από την πηγή αλλά και επιστρέφει ισχύς από τα πηνία και τους πυκνωτές στην πηγή.

Σε κάθε κατανάλωση έχουμε τα παρακάτω είδη ισχύος

- Την πραγματική ή ενεργό ισχύ  $P$  που μετριέται σε Watt (W)
- Την άεργο ισχύ  $Q$  που μετριέται σε (Var)
- Την φαινόμενη ισχύ  $S$  που μετριέται σε (VA)

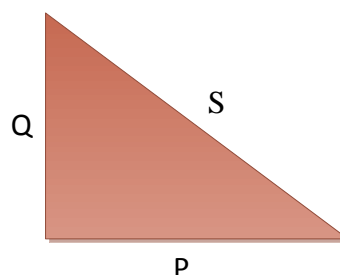
Η πραγματική, η άεργος και η φαινόμενη ισχύς συνδέονται μεταξύ τους με τις σχέσεις:

$$P = S \cdot \cos\varphi \quad 5.2.1(\alpha)$$

$$Q = S \cdot \sin\varphi \quad 5.2.1(\beta)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad 5.2.1(\gamma)$$

$$\Sigma \cdot I = \frac{P}{S} \quad 5.2.1(\delta)$$



Οι τιμές που μπορεί να πάρει ο συντελεστής ισχύος είναι είτε μονάδα για καθαρά ωμικά φορτία είτε μηδέν για καθαρά επαγωγικά ή χωρητικά φορτία.

Στην περίπτωση που έχουμε περισσότερα του ενός φορτία στην γραμμή με διαφορετικά  $\cos\varphi$  τότε θα πρέπει να γνωρίζουμε και τον ισοδύναμο συντελεστή ισχύος, ο οποίος δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$\cos\varphi_{\mu\epsilon\sigma\sigma} = \frac{\sum(I_i \cdot \cos\varphi_i)}{\sum I_i} \quad 5.2.2$$

Ο χαμηλός συντελεστής ισχύος ( $\Sigma \cdot I$ ) προκαλεί τα ακόλουθα αρνητικά αποτελέσματα:

- Αύξηση στις απώλειες γραμμών ( $i^2r$ )
- Μειωμένη ικανότητα παράγωγης (KVA)
- Μειωμένη ικανότητα διανομής ισχύος και δυναμικότητας ισχύος μετασχηματιστών (KVA)
- Μειωμένη ισχύς των συστημάτων (KVA)
- Μειωμένη αποδοτικότητα ( $\alpha$ ) των συστημάτων
- Αυξάνει τη μέγιστη ζήτηση (KVA) και τις σχετικές δαπάνες

- Πιθανές δαπάνες για χαμηλό συντελεστή ισχύος
- Αυξανόμενο κόστος συντήρησης του εξοπλισμού
- Χαμένη ενεργεία και υψηλότεροι ηλεκτρικοί λογαριασμοί
- Χαμένη επένδυση και αρχικό κεφάλαιο

Ο χαμηλός συντελεστής ισχύος απαιτεί ρεύμα μεγαλύτερης έντασης για την κάλυψη των φορτίων. Αυτό σημαίνει ότι οι αγωγοί πρέπει να έχουν μεγαλύτερη διατομή και ο μετασχηματιστής ισχύος να είναι μεγαλύτερος.

Για τους παραπάνω λόγους υπάρχει υψηλότερη μηνιαία χρέωση ισχύος και ενέργειας από την ΔΕΗ. Ο πιο εύκολος τρόπος βελτίωσης του συντελεστή ισχύος είναι η χρήση πυκνωτών που συνδέονται παράλληλα με το δίκτυο. Αυτοί οι πυκνωτές αντισταθμίζουν την άεργο ισχύ και γι' αυτό ονομάζονται πυκνωτές αντιστάθμισης. Η αντιστάθμιση μπορεί να γίνει στην τελική κατανάλωση οπότε ονομάζεται τοπική ή στον πίνακα διανομής και ονομάζεται κεντρική. Οι πυκνωτές διακρίνονται σε στατικούς και σε αυτόματα ρυθμιζόμενους ανάλογα με την κατάσταση του φορτίου και το επιθυμητό ύψος αντιστάθμισης. Οι στατικοί χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις χαμηλής ισχύος (<50kVAr) και για τοπική αντιστάθμιση. Σε εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος με φορτία έντονης διακύμανσης χρησιμοποιούνται οι αυτόματοι πυκνωτές.

Το μέγεθος αυτών των πυκνωτών ( $Q_C$ ) συνήθως μετράται σε KVAr (κοινή μονάδα με την άεργο ισχύ) και μπορεί να οριστεί ως εξής:

$$Q_C = Q_{\text{ΠΡΙΝ}} - Q_{\text{ΜΕΤΑ}} = P_M \quad 5.2.3$$

όπου  $Q_{\text{ΠΡΙΝ}}$ ,  $Q_{\text{ΜΕΤΑ}}$  η άεργος ισχύς πριν και μετά από την αντιστάθμιση.



**Εικόνα 5.2:** Συστοιχίες πυκνωτών για αντιστάθμιση

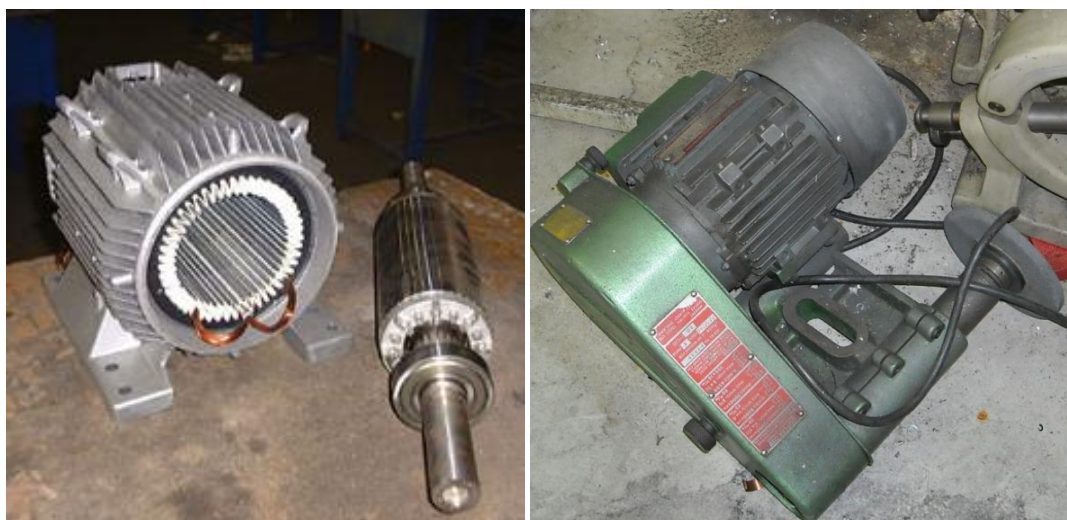
## 5.2.2 Μετατροπές Ηλεκτρικών Κινητήρων

Η εκτέλεση της παραγωγικής διαδικασίας στις βιομηχανίες απαιτεί, σε πολλές περιπτώσεις, κίνηση, η οποία επιτυγχάνεται κυρίως με τη χρήση ηλεκτροκινητήρων. Τέτοιες περιπτώσεις αποτελούν οι ιμάντες μεταφοράς, τα ανυψωτικά μηχανήματα, οι τórνοι, οι πριονοκορδέλες και άλλα.

### 5.2.2.1 Επαγωγικοί και Σύγχρονοι κινητήρες

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι ηλεκτρικών κινητήρων σε χρήση στα κτίρια και τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις: οι επαγωγικοί κινητήρες και οι σύγχρονοι κινητήρες. Οι επαγωγικοί κινητήρες είναι οι συνηθέστεροι και αποτελούν το 90% της υπάρχουσας κινητήριας ισχύος. Και οι δύο αυτοί τύποι έχουν ένα ακίνητο στάτορα και ένα περιστρεφόμενο ρότορα για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική.

Μια βασική διαφορά μεταξύ των δύο τύπων είναι ο τρόπος παραγωγής του μαγνητικού πεδίου του ρότορα. Στον επαγωγικό κινητήρα, το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο του στάτορα επάγει ένα ρεύμα, συνεπώς και ένα μαγνητικό πεδίο, στην περιέλιξη του ρότορα, που συνήθως είναι τύπου κλωβού. Επειδή το μαγνητικό πεδίο επάγεται, ο ρότορας δεν μπορεί να περιστραφεί όπως το πεδίο του στάτη (εάν γινόταν αυτό δεν θα μπορούσε να επάγεται ρεύμα στο ρότορα, διότι τότε το μαγνητικό πεδίο του στάτη παραμένει αμετάβλητο σε σχέση με το ρότορα). Η διαφορά μεταξύ της ταχύτητας του ρότορα και της περιστροφής του μαγνητικού πεδίου του στάτη ονομάζεται ολίσθηση. Στο σύγχρονο κινητήρα, το πεδίο του ρότορα παράγεται με την εφαρμογή συνεχούς ρεύματος στην περιέλιξη του ρότορα. Επομένως, ο ρότορας περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα με το μαγνητικό πεδίο του στάτη και έτσι τα μαγνητικά πεδία του ρότορα και του στάτη είναι σύγχρονα στην ταχύτητά τους.



**Εικόνα 5.3:** Κινητήρες επαγωγής

Λόγω της κατασκευής του, ο επαγωγικός κινητήρας είναι βασικά ένα επαγωγικό φορτίο και έτσι έχει ένα συντελεστή ισχύος με υστέρηση, ενώ ο

σύγχρονος κινητήρας μπορεί να εγκατασταθεί έτσι ώστε να έχει συντελεστή ισχύος με προπορεία (δηλαδή, δρα ως πυκνωτής). Επομένως, γίνεται αντιληπτό ότι ένας σύγχρονος κινητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την απόδοση μηχανικής ενέργειας όσο και για τη βελτίωση του συντελεστή ισχύος μιας συστοιχίας επαγωγικών κινητήρων. Αυτή η επιλογή μπορεί να είναι περισσότερο οικονομικά αποδοτική από την προσθήκη μιας συστοιχίας πυκνωτών.

Μία παράμετρος σημαντική για το χαρακτηρισμό ενός ηλεκτρικού κινητήρα υπό συνθήκες πλήρους φορτίου είναι η απόδοση μετατροπής του κινητήρα ( $\eta_K$ ), δηλαδή ο λόγος της μηχανικής ισχύος προς την πραγματική ηλεκτρική ισχύ που καταναλώνεται από τον κινητήρα:

$$\eta_K = \frac{P_M}{P_H} \quad 5.2.4$$

Λόγω των διάφορων απωλειών (τριβές, απώλειες πυρήνα λόγω εναλλαγής του μαγνητικού πεδίου και απώλειες αντίστασης της περιέλιξης), η απόδοση του κινητήρα συνήθως κυμαίνεται από 75 έως 95%, ανάλογα με το μέγεθός του. Στον παραπάνω ορισμό,  $P_M$  είναι η παραγόμενη μηχανική ισχύς του κινητήρα, εκφραζόμενη σε kW ή ίππους (HP), η οποία αποτελεί τη σημαντικότερη παράμετρο κατά την επιλογή ενός κινητήρα.

Με βάση την απόδοσή τους, οι κινητήρες μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες: συνήθους απόδοσης και υψηλής/εξαιρετικής απόδοσης κινητήρες. Οι ενεργειακά αποδοτικοί κινητήρες είναι 2 έως 10 ποσοστιαίες μονάδες περισσότερο αποδοτικοί από τους συνήθους απόδοσης κινητήρες, ανάλογα με το μέγεθος. Η βελτιωμένη απόδοση των κινητήρων υψηλής/εξαιρετικής απόδοσης οφείλεται στον καλύτερο σχεδιασμό τους με χρήση καλύτερων υλικών για τη μείωση των απωλειών, η οποία πάντως συνοδεύεται από υψηλότερη τιμή (10 έως 30% περίπου μεγαλύτερη από αυτή των συνήθους απόδοσης κινητήρων). Τέλος το μεγάλο τους πλεονέκτημα είναι η μεγάλη απόδοση σε χαμηλή φόρτιση, ακόμα και όταν αυτή φθάνει το 25% του πλήρους φορτίου. Από την εμπειρία προκύπτει ότι η φόρτιση των κινητήρων σε βιομηχανικές εφαρμογές είναι περίπου 60% . για την τιμή αυτή, αλλά και για ακόμα περισσότερο για μικρότερες φορτίσεις η εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση κινητήρων βελτιωμένης απόδοσης είναι σημαντική.

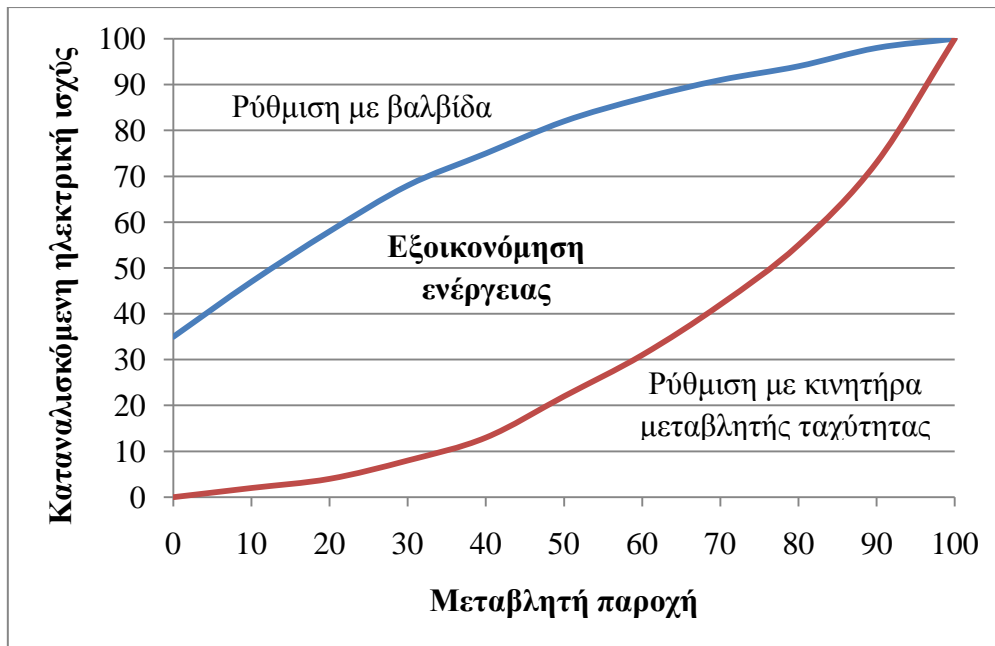
<b>Παραγόμενη μηχανική ισχύς κινητήρα kW (HP)</b>	<b>Μέση ονομαστική απόδοση για συνήθους απόδοσης κινητήρες</b>	<b>Μέση ονομαστική απόδοση για εξαιρετικής απόδοσης κινητήρες</b>
<b>0,75 ( 1,0)</b>	0,730	0,830
<b>1,12 (1,5)</b>	0,750	0,830
<b>1,50 (2,0)</b>	0,770	0,830
<b>2,25 (3,0)</b>	0,800	0,865
<b>3,73 (5,0)</b>	0,820	0,876
<b>5,60 (7,5)</b>	0,840	0,885
<b>7,46 ( 10)</b>	0,850	0,896
<b>11,20 (15)</b>	0,860	0,910
<b>14,92 (20)</b>	0,875	0,916
<b>18,65 (25)</b>	0,880	0,926
<b>22,38 (30)</b>	0,885	0,928
<b>29,84 (40)</b>	0,895	0,930
<b>37,30 (50)</b>	0,900	0,932
<b>44,76 (60)</b>	0,905	0,933
<b>55,95 (75)</b>	0,910	0,935
<b>74,60 (100)</b>	0,915	0,940
<b>93,25 (125)</b>	0,920	0,942
<b>111,9 (150)</b>	0,925	0,946
<b>149,2 (200)</b>	0,930	0,953

**Πίνακας 5.7:** Τυπικές αποδόσεις κινητήρων

#### 5.2.2.2 Κινητήρες μεταβλητής ταχύτητας

Οι αντλίες, οι ανεμιστήρες και οι αεροσυμπιεστές αντιπροσωπεύουν το 50% της ηλεκτρικής κατανάλωσης στη βιομηχανία. Κατά την λειτουργία τους η μηχανική ισχύς αυξάνεται με τον κύβο της παροχής των ρευστών. Οι ασύγχρονοι κινητήρες που χρησιμοποιούνται για την κίνησή τους έχουν σταθερή ταχύτητα. Οι συμβατικές μέθοδοι που συνήθως εφαρμόζονται για να έχουμε μεταβλητή παροχή χρησιμοποιούν βαλβίδες, αεροφράκτες και βάνες. Οι διατάξεις αυτές έχουν χαμηλό κόστος αγοράς και τοποθέτησης αλλά πολύ υψηλό κόστος λειτουργίας γιατί μειώνουν αισθητά το βαθμό απόδοσης του συστήματος. Για το σκοπό αυτό θα πρέπει να χρησιμοποιούνται κινητήρες μεταβλητής ταχύτητας, οι οποίοι εξασφαλίζουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας όπως φαίνεται στο σχήμα 5.2.





**Σχήμα 5.2:** Εξοικονόμηση ενέργειας από τον τρόπο ρύθμισης της παροχής σε φυγοκεντρική αντλία

### 5.2.2.3 Υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι υπολογισμού του ενεργειακού οφέλους από την αντικατάσταση ενός κινητήρα συνήθους απόδοσης με ένα κινητήρα υψηλής απόδοσης, οι οποίες περιγράφονται παρακάτω:

#### Μέθοδος 1: Απλοποιημένη μέθοδος

Η μέθοδος αυτή έχει κατά κόρον χρησιμοποιηθεί και ακόμα χρησιμοποιείται από τους περισσότερους ενεργειακούς μηχανικούς για τον καθορισμό της εξοικονόμησης ενέργειας και κόστους που προκύπτει από την αντικατάσταση ενός κινητήρα. Σ. αυτή τη μέθοδο γίνονται δύο υποθέσεις, ότι ο κινητήρας λειτουργεί υπό πλήρες φορτίο και ότι η μεταβολή στην ταχύτητά του είναι αμελητέα.

Η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ισχύος (σε kW ή HP) που οφείλεται στην αντικατάσταση του κινητήρα υπολογίζεται ως ακολούθως:

$$\Delta P_H = P_M \cdot \left( \frac{1}{\eta_{K,ΠΡΙΝ}} - \frac{1}{\eta_{K,ΜΕΤΑ}} \right) \quad 5.2.5$$

όπου  $P_M$  είναι η μηχανική ισχύς εξόδου του κινητήρα,  $\eta_{K,ΠΡΙΝ}$  είναι ο βαθμός απόδοσης (σε πλήρες φορτίο) του υπάρχοντος κινητήρα και  $\eta_{K,ΜΕΤΑ}$  είναι ο βαθμός απόδοσης του βελτιωμένου κινητήρα (μετά την αντικατάσταση).

Η εξοικονόμηση ενέργειας  $\Delta E$  (σε kWh / έτος) που προκύπτει τελικά μετά την αντικατάσταση του κινητήρα είναι:

$$\Delta E = \Delta P_H \cdot N \cdot LF_M \quad 5.2.6$$

όπου  $N$  ο ετήσιος αριθμός ωρών λειτουργίας του κινητήρα και  $LF_M$  ο συντελεστής φορτίου του υπάρχοντος κινητήρα πριν την αντικατάσταση κατά την διάρκεια του έτους.

### Μέθοδος 2: Μέθοδος ονομαστικής μηχανικής ισχύος

Σε αυτή τη μέθοδο, η μέγιστη ηλεκτρική ζήτηση  $P_{R,E}$  του υπάρχοντος κινητήρα υποτίθεται ότι είναι ανάλογη με τη μέση μηχανική ισχύ εξόδου:

$$P_{R,E} = \frac{P_M}{\eta_{op,E}} \cdot LF_M \cdot PDF_M \quad 5.2.7$$

όπου:

- $\eta_{op,E}$  είναι η απόδοση του κινητήρα για μέση λειτουργία υπό μερικό φορτίο. Για να βρεθεί αυτή πρέπει να χρησιμοποιηθεί η καμπύλη απόδοσης του κινητήρα. Εάν δεν είναι διαθέσιμη η καμπύλη απόδοσης του υφιστάμενου κινητήρα, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια οποιαδήποτε γενική καμπύλη.
- $LF_M$  είναι ο συντελεστής φορτίου του υπάρχοντος κινητήρα, δηλαδή ο λόγος του μέσου φορτίου λειτουργίας του κινητήρα προς την ονομαστική μηχανική ισχύ. Στις περισσότερες εφαρμογές ο κινητήρας είναι υπερδιαστασιολογημένος και λειτουργεί κάτω από το δυναμικό του.
- $PDF_M$  είναι ο συντελεστής μέγιστης ζήτησης, δηλαδή το κλάσμα του συνήθους φορτίου λειτουργίας που δημιουργείται κατά τη μέγιστη ζήτηση του κτιρίου. Για τις περισσότερες εφαρμογές ο  $PDF_M$  μπορεί να θεωρηθεί ίσος με τη μονάδα, εφόσον οι κινητήρες συχνά συμβάλλουν στη μέγιστη ζήτηση του κτιρίου.

Εφόσον το μηχανικό φορτίο δεν μεταβάλλεται μετά την εγκατάσταση ενός ενεργειακά αποδοτικού κινητήρα, είναι δυνατόν να μελετηθεί η χρήση ενός μικρότερου κινητήρα ισχύος  $P_{M,R}$ , εάν ο υφιστάμενος κινητήρας είναι υπερδιαστασιολογημένος με ισχύ  $P_{M,E}$ . Σ. αυτήν την περίπτωση, ένας μικρότερος ενεργειακά αποδοτικός κινητήρας μπορεί να λειτουργεί με υψηλότερο συντελεστή φορτίου από τον υφιστάμενο. Ο νέος συντελεστής φορτίου του ενεργειακά αποδοτικού κινητήρα μπορεί να υπολογιστεί ως:

$$LF_R = LF_E \cdot \frac{P_{M,R}}{P_{M,E}} \quad 5.2.8$$

Επιπλέον, οι ενεργειακά αποδοτικοί κινητήρες συχνά λειτουργούν με μεγαλύτερη ταχύτητα από τους κινητήρες που αντικαθιστούν, λόγω των μικρότερων εσωτερικών απωλειών. Αυτό όμως μπορεί να έχει αρνητικό αποτέλεσμα, επειδή μειώνεται η ενεργός απόδοση του ενεργειακά αποδοτικού κινητήρα κατά ένα συντελεστή που ονομάζεται ποινή ολίσθησης ( $SLIP_P$ ). Εάν  $\omega_{M,E}$  είναι η ταχύτητα περιστροφής του υφιστάμενου κινητήρα και  $\omega_{M,R}$  η ταχύτητα περιστροφής του ενεργειακά αποδοτικού κινητήρα, ο συντελεστής ποινής ολίσθησης ορίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$SLIP_P = \left( \frac{\omega_{M,R}}{\omega_{M,E}} \right)^3 \quad 5.2.9$$

Χρησιμοποιώντας μια εξίσωση παρόμοια με την (5.2.7), η μέγιστη ηλεκτρική ζήτηση του εναλλακτικού κινητήρα (δηλαδή του ενεργειακά αποδοτικού) υπολογίζεται ως εξής:

$$P_{R,R} = \frac{P_{M,R}}{\eta_{op,R}} \cdot LF_{M,R} \cdot PDF_{M,R} \cdot SLIP_P \quad 5.2.10$$

Έτσι η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ισχύος λόγω της αντικατάστασης του κινητήρα είναι:

$$\Delta P_R = P_{R,E} - P_{R,R} \quad 5.2.11$$

Η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίζεται με χρήση της εξίσωσης (5.2.5).

### Μέθοδος 3: Μέθοδος επιτόπιας μέτρησης

Σ αυτή τη μέθοδο, η ηλεκτρική ζήτηση του κινητήρα μετράται επί τόπου. Συνήθως λαμβάνονται μετρήσεις της έντασης ( $I_M$ ), της τάσης ( $V_M$ ) και του συντελεστή ισχύος ( $pf_M$ ) για τον κινητήρα που πρόκειται να αντικατασταθεί. Στους τριφασικούς κινητήρες (συνήθεις στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις και στις περισσότερες εγκαταστάσεις κλιματισμού των εμπορικών κτιρίων), η ηλεκτρική ισχύς που χρησιμοποιείται από τον υφιστάμενο κινητήρα μπορεί είτε να μετρηθεί άμεσα είτε να υπολογιστεί από τις τιμές της έντασης, της τάσης και του συντελεστή ισχύος ως ακολούθως:

$$P_{R,E} = \sqrt{3} \cdot V_M \cdot I_M \cdot pf_M \quad 5.2.12$$

Ο συντελεστής φορτίου του υφιστάμενου κινητήρα υπολογίζεται από το λόγο της μετρούμενης έντασης  $I_M$  προς την ονομαστική ένταση πλήρους φορτίου  $I_{FL}$ , ως:

$$LF_{M,E} = \frac{I_M}{I_{FL}} \quad 5.2.13$$

Έχει αποδειχτεί ότι η εξίσωση (5.2.12) είναι πολύ πιο ακριβής για την εκτίμηση του λόγου του φορτίου του κινητήρα από την προσέγγιση που βασίζεται στο λόγο των ταχυτήτων του κινητήρα (δηλαδή, μετρούμενη ταχύτητα προς την ονομαστική κανονική ταχύτητα). Πρέπει να σημειωθεί ότι, η εξίσωση (5.2.12) συνιστάται για λόγους φορτίου μεγαλύτερους από 50%, διότι σε αυτούς τους λόγους φορτίου ένας συνηθισμένος κινητήρας καταναλώνει ηλεκτρικό ρεύμα που είναι ανάλογο προς το ωφέλιμο φορτίο. Η μεθοδολογία υπολογισμού της ηλεκτρικής ισχύος και της εξοικονόμησης ενέργειας είναι η ίδια με αυτή που περιγράφεται στη μέθοδο ονομαστικής μηχανικής ισχύος, με χρήση των εξισώσεων (5.2.7) έως (5.2.10).

### **5.2.3 Ο Πεπιεσμένος Αέρας**

Κατά την παραγωγική διαδικασία είναι απαραίτητη, σε πολλές περιπτώσεις, η χρήση πεπιεσμένου αέρα. Ο πεπιεσμένος αέρας παράγεται με ηλεκτροκίνητους αεροσυμπιεστές και χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό του παραγωγικού

εξοπλισμού, την κίνηση βαλβίδων ελέγχου και χειριστηρίων καθώς και σε άλλες παρόμοιες εφαρμογές.

#### 5.2.3.1 Αέρας Εισαγωγής

Όσο ψυχρότερος είναι ο αέρας που εισέρχεται στον αεροσυμπιεστή προς συμπίεση, τόσο μικρότερος θα είναι ο όγκος που θα συμπιεστεί και, κατά συνέπεια, το απαιτούμενο από τον αεροσυμπιεστή έργο θα είναι μικρότερο. Κατ' αυτόν τον τρόπο, τα ποσά ενέργειας τα οποία καταναλώνουν οι αεροσυμπιεστές θα είναι μικρότερα.

Επομένως, ένα μέτρο ενεργειακής εξοικονόμησης όσον αφορά στους αεροσυμπιεστές είναι η εγκατάστασή τους σε χώρους όσο το δυνατόν χαμηλότερης θερμοκρασίας, δηλαδή σε χώρους οι οποίοι είναι προστατευμένοι από την ηλιακή ακτινοβολία, καλά αεριζόμενοι, μακριά από πηγές θερμότητας και λοιπά.

Εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται και με την εξαναγκασμένη - όπως, για παράδειγμα, με ανεμιστήρες και αεραγωγούς - προσαγωγή στον χώρο αέρα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Ένα παράδειγμα τέτοιας προσαγωγής είναι, κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών, η προσαγωγή αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον.

#### 5.2.3.2 Αεροσυμπιεστές

Οι κλασικοί αεροσυμπιεστές χαρακτηρίζονται από δύο θέσεις λειτουργίας. Στη θέση έναυσης (ON), ο αεροσυμπιεστής λειτουργεί στη πλήρη ισχύ όταν τα αεροφυλάκια είναι άδεια ή όταν υπάρχει ζήτηση από την παραγωγή. Στη θέση σβέσης (OFF), ο αεροσυμπιεστής βρίσκεται σε μηδενική ισχύ όταν τα αεροφυλάκια είναι γεμάτα ή όταν δεν υπάρχει καθόλου ζήτηση.



**Εικόνα 5.4:** Βιομηχανικός αεροσυμπιεστής

Στους σύγχρονους αεροσυμπιεστές - με την εφαρμογή τεχνολογίας μεταβλητών στροφών (inverter) - η ισχύ λειτουργίας και, κατά συνέπεια, η απορροφημένη ηλεκτρική ισχύς είναι ανάλογη, κάθε φορά, της ζήτησης, με άμεσο

αποτέλεσμα αντίστοιχη μείωση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Οι σύγχρονοι αεροσυμπιεστές διαθέτουν, επιπλέον, ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου τόσο για την παραγωγή του πεπιεσμένου αέρα, όσο και για την επεξεργασία του. Με τη χρήση των συστημάτων αυτών επιτυγχάνεται μείωση της πίεσης λειτουργίας και μείωση των εσωτερικών απωλειών των συμπιεστών. Η εξοικονόμηση ενέργειας σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να φτάσει το 30%. Ενδεχομένως το ποσοστό να μην είναι εντυπωσιακό αλλά, σε μια μακροχρόνια βιομηχανική χρήση, το κέρδος δεν είναι αμελητέο.

#### *5.2.3.3 Η Σχεδίαση Δικτύου*

Η σωστή σχεδίαση ενός δικτύου πεπιεσμένου αέρα μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα σημαντική ενεργειακή εξοικονόμηση, και τούτο γιατί καθώς μπορούν να μειωθούν σημαντικά οι απώλειες πίεσης και, κατά συνέπεια, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον αεροσυμπιεστή προς κάλυψη των απαιτήσεων πίεσης. Ουσιαστική σημασία είναι η καλή κατάσταση στην οποία πρέπει να βρίσκεται το δίκτυο πεπιεσμένου αέρα, με απουσία διαρροών οι οποίες προκαλούν σπατάλη ενέργειας.

#### *5.2.3.4 Η Ανάκτηση Θερμότητας στους αεροσυμπιεστές*

Η ανάκτηση θερμότητας πρόκειται για την διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται η αξιοποίηση ενός μέρους της θερμότητας η οποία αποβάλλεται από κάποια μονάδα παραγωγής θερμότητας. Η ανάκτηση αυτή επιτυγχάνεται μέσω εναλλαγής θερμότητας μεταξύ ρευμάτων ρευστών τα οποία αποβάλλονται – όπως, για παράδειγμα, τα καυσαέρια, τα απόνερα και άλλα – καθώς και ρευστών τα οποία συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία – όπως, για παράδειγμα ο αέρας καύσης, τα νερά διεργασιών και λοιπά.

Κατά την διαδικασία παραγωγής πεπιεσμένου αέρα, οι αεροσυμπιεστές παράγουν επίσης θερμότητα, η οποία αντιστοιχεί σε ένα σημαντικό ποσοστό της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και η οποία πρέπει να απομακρυνθεί από τους χώρους στους οποίους είναι εγκατεστημένοι. Οι επιτρεπόμενες θερμοκρασίες περιβάλλοντος στο χώρο των συμπιεστών κυμαίνονται από 5°C έως 40°C.

Η πολύ χαμηλή θερμοκρασία ενέχει τον κίνδυνο να παγώσουν τα εξαρτήματα του συμπιεστή, ενώ η πολύ υψηλή προκαλεί μείωση της απόδοσης του συμπιεστή και ενδέχεται, επιπλέον, να προκύψει και πρόβλημα υπερφόρτισής του.

Η απαγωγή αυτής της απορριπτόμενης θερμότητας επιτυγχάνεται, στις περισσότερες περιπτώσεις, με τον εξαερισμό του χώρου. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η θερμότητα απορρίπτεται στο περιβάλλον. Αυτή η απορριπτόμενη θερμότητα μπορεί να ανακτηθεί και να χρησιμοποιηθεί - με άμεση εκμετάλλευσή της μέσω ενός δικτύου αεραγωγών για θέρμανση χώρων.

Η εκμετάλλευση αυτής της θερμότητας για την παραγωγή θερμού νερού αποτελεί άλλον έναν τρόπο ανάκτησής της. Για παράδειγμα, στους λιπαινόμενους συμπιεστές με έγχυση ελαίου, το έλαιο απάγει περίπου το 80% - 90% της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία καταναλώνεται. Προς ανάκτηση της θερμικής αυτής ενέργειας, το

έλαιο περνά από πλακοειδή εναλλάκτη θερμότητας, ο οποίος μπορεί να θερμάνει νερό έως και τους 70 – 90 °C.

### 5.3 ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Ο φωτισμός των χώρων παραγωγής μιας βιομηχανικής μονάδας, συνήθως αναδεικνύεται σε σημαντικό καταναλωτή ηλεκτρικής ενέργειας, κυρίως λόγω της σταθερής απορροφούμενης ισχύος που παρουσιάζει αλλά και των πολλών ωρών λειτουργίας κατά την διάρκεια του έτους. Είναι λοιπόν σημαντικό ο φωτισμός να επιτυγχάνεται με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο.

Ανάλογα με την υπάρχουσα κατάσταση και αναβάθμιση των συστημάτων φωτισμού του κτιρίου, μπορεί να επιτευχθεί ενεργειακή εξοικονόμηση της τάξης του 30% στο σύνολο της καταναλισκόμενης ενέργειας και 50% στο σύστημα φωτισμού, βελτιώνοντας τα υφιστάμενα συστήματα φωτισμού. Η αναβάθμιση ή ο ανασχεδιασμός των συστημάτων φωτισμού θα πρέπει να πραγματοποιηθεί μόνο αν το κόστος των επεμβάσεων έχει καλό χρόνο αποπληρωμής σε σχέση με την εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται και η ποιότητα φωτισμού διατηρείται ή βελτιώνεται.

#### 5.3.1 Φυσικός Φωτισμός

Στόχος της αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου, εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας, είναι η επίτευξη οπτικής άνεσης. Έτσι, μέσω κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, θα πρέπει να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς χώρους επαρκής ποσότητα φωτισμού και ομαλή κατανομή. Πρέπει να αποφεύγονται οι έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης φωτισμού, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης».

Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των εξωτερικών ανοιγμάτων, αλλά και από τα χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα / υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα / ανακλαστικότητα). Ως σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο που αποτελείται από:

- Υαλοπίνακα ή άλλο φωτοδιαπερατό στοιχείο
- Πλαίσιο (κούφωμα)
- Διάταξη σκιασμού (είτε δομικό στοιχείο είτε άλλο)

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού διακρίνονται στις εξής τέσσερις μεγάλες κατηγορίες:

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία.
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί

Αντίστοιχα, ο εξοπλισμός, με τη βοήθεια του οποίου αυξάνεται η απόδοση του συστήματος φυσικού φωτισμού και βελτιώνονται οι συνθήκες οπτικής άνεσης, περιλαμβάνει τα εξής.

- Ειδικούς Υαλοπίνακες
- Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά

- Διαφανή μονωτικά υλικά
- Ράφια φωτισμού-ανακλαστήρες, περσίδες
- Εσωτερική διαμόρφωση του χώρου, χρώματα, διάνοιξη εσωτερικών ανοιγμάτων κτλ
- Αισθητήρες σύζευξης φυσικού/τεχνητού φωτισμού

### 5.3.2 Τεχνητός Φωτισμός

Στα σύγχρονα κτίρια παρατηρείται συχνά το φαινόμενο της υπερδιαστασιολόγησης των συστημάτων τεχνητού φωτισμού με σκοπό κυρίως την πρόληψη προβλημάτων που προκύπτουν από ανεπαρκείς μελέτες (ή και παντελή έλλειψη μελέτης). Αυτό το φαινόμενο, σε συνδυασμό με τη χρήση πεπερασμένης ή συμβατικής τεχνολογίας στις εγκαταστάσεις φωτισμού, οδηγεί σε υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία των συστημάτων του τεχνητού φωτισμού, με μη ικανοποιητικά αποτελέσματα ως προς την οπτική ποιότητα του χώρου και την οπτική άνεση.

Στόχος, συνεπώς, της μελέτης αναβάθμισης του τεχνητού φωτισμού είναι η μείωση της υπερκατανάλωσης ενέργειας με ταυτόχρονη βελτίωση των συνθηκών οπτικής άνεσης. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να μελετηθούν:

- Η δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού
- Η χρήση ενεργειακά αποδοτικών λαμπτήρων
- Η χρήση κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων υψηλής απόδοσης
- Η εγκατάσταση κατάλληλων συσκευών ελέγχου (όπως χρονοδιακόπτες ή χρήση ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών διατάξεων με δυνατότητα ρύθμισης της στάθμης φωτισμού)

Ως πρώτο βήμα στο προσδιορισμό των κατάλληλων μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης, θα πρέπει να γίνει μια καταγραφή του εξοπλισμού του φωτισμού και των κύριων λειτουργικών παραμέτρων τους, όπως είναι:

- Οι αυτοματισμοί
- Η διάταξη διακοπών
- Το είδος φωτιστικών (διανομή φωτός, ανακλαστήρες, κτλ.)
- Οι λαμπτήρες (είδος, ποσότητα, χρόνος ζωής, ειδική ενεργειακή χρήση κτλ.)
- Οι συνδετικές διατάξεις και ballasts (κατηγορίες, απώλειες κτλ.)
- Ο μέσος χρόνος λειτουργίας

Τα δεδομένα που συλλέγονται θα πρέπει να δίνουν τη δυνατότητα να υπολογισθεί η συνολική εγκατεστημένη ισχύς για φωτισμό (σε kW) και η ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται για φωτισμό (σε kWh / έτος) στο κτίριο.

Με βάση την εκτιμώμενη ενεργειακή κατανάλωση για φωτισμό, η ενεργειακή αποδοτικότητα των συστημάτων φωτισμού μπορεί να εκτιμηθεί με τη βοήθεια των ακόλουθων δεικτών:

- Εγκατεστημένη ισχύς ανά τετραγωνικό μέτρο ( $W / m^2$ ) σε σχέση με την απαιτούμενη ποσότητα φωτισμού (σε lux)
- Ηλεκτρική κατανάλωση για των φωτισμό ανά τετραγωνικό μέτρο (σε kWh /  $m^2$ )
- Ώρες συνολικής λειτουργίας των φωτιστικών σωμάτων (σε h / έτος)

- Αποδοτικότητα λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων (lm / W).

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ή η ετήσια ηλεκτρική χρήση για φωτισμό, παρέχουν πληροφορίες μόνο από τη σύγκριση της προηγούμενης και της μετέπειτα εγκατάστασης. Η χρήση των τριών παραπάνω δεικτών επιτρέπει την άμεση εκτίμηση του συστήματος φωτισμού.

Σημειώνεται ότι οι δείκτες απόδοσης εξαρτώνται από τη χρήση του κτιρίου. Ο KENAK ορίζει ως ανώτατο όριο της εγκατεστημένης ισχύος τα 15 W / m<sup>2</sup> και ως κατώτατο όριο της αποδοτικότητας των λαμπτήρων και των φωτιστικών τα 55 lm / W.

### 5.3.2.1 Χρήση ενεργειακά αποδοτικών λαμπτήρων

Η συγκεκριμένη δράση αποτελεί το πρώτο και σημαντικότερο βήμα για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε ένα κτίριο. Η επιλογή των φωτιστικών και των λαμπτήρων που θα χρησιμοποιηθούν σε κάθε εσωτερικό χώρο πρέπει να γίνεται συνειδητά, έχοντας ληφθεί υπ' όψιν τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φωτιστικών και των λαμπτήρων που θα χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με τις φωτιστικές ανάγκες του χώρου.

Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως ήταν οι πιο συνήθεις τύποι λαμπτήρων για περισσότερο από 100 χρόνια. Το ηλεκτρικό ρεύμα θερμαίνει το νήμα για να παραχθεί φως. Αυτοί οι λαμπτήρες είναι πλέον μη αποδοτικοί γιατί το 95% του ηλεκτρισμού μετατρέπεται σε θερμότητα και θα πρέπει να αντικαθίστανται.

Οι λαμπτήρες αλογόνου (ειδική κατηγορία των λαμπτήρων πυρακτώσεως) είναι πιο αποδοτικοί (20% με 50% σε σύγκριση με τους συνήθεις λαμπτήρες πυρακτώσεως) αλλά παρόλα αυτά δεν εναρμονίζονται με τους νέους κανονισμούς (KENAK).



**Εικόνα 5.5:** Λαμπτήρες πυρακτώσεως, απλοί και αλογόνου

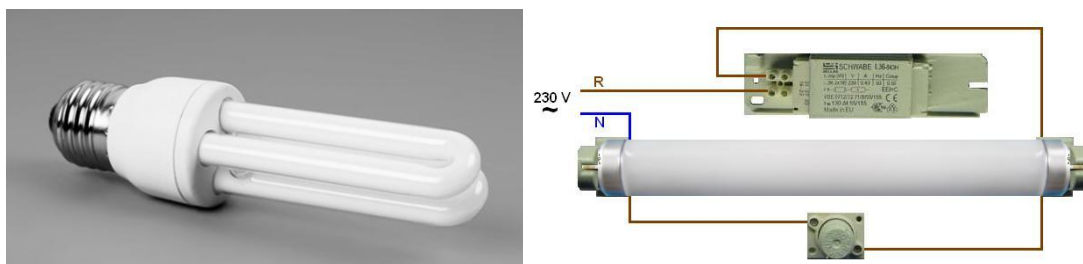
Οι λαμπτήρες φθορισμού αποτελούνται από γυάλινο σωλήνα σφραγισμένο, με λευκή εσωτερική επικάλυψη από φθορίζουσες σκόνες, που ενεργοποιούνται από την υπεριώδη ακτινοβολία που παράγεται από ένα τόξο υδραργύρου και πλήρωση από αδρανές αέριο με μικρή ποσότητα υδραργύρου. Οι πιο κοινοί τύποι είναι ο σωληνοειδής και ο συμπαγής. Όλοι οι λαμπτήρες φθορισμού απαιτούν στραγγαλιστική διάταξη (ballast) για την έναυση και τον έλεγχο της διαδικασίας παραγωγής φωτός. Η αποδοτικότητα των λαμπτήρων φθορισμού υπερβαίνει αυτή των λαμπτήρων πυρακτώσεως κατά 5-8 φορές, αναλόγως του συστήματος φωτισμού.



Απαιτούν υψηλότερη αρχική επένδυση αλλά ο συνολικός χρόνος ζωής είναι 10-15 φορές μεγαλύτερος. Έχουν ελαφρά χαμηλότερη χρωματική απόδοση.

Είναι κατάλληλοι για εμπορικούς χώρους και χώρους γραφείων. Σημειώνεται ότι σε αυτή την κατηγορία λαμπτήρων παρουσιάζεται μεγάλη διαφορά στην αποδοτικότητα (π.χ. ως αποτέλεσμα της διαμέτρου του σωλήνα, οι λαμπτήρες T5 είναι υψηλότερης απόδοσης από τους παλαιούς T8 / T12). Συνεπώς η αντικατάσταση παλαιών λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες φθορισμού νέας τεχνολογίας και μεγαλύτερης απόδοσης, στις περισσότερες περιπτώσεις, είναι οικονομικά αποτελεσματική.

Οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού μπορούν να αντικαταστήσουν τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως. Έχουν μικρές διαστάσεις και προσφέρονται με κάλυκες κοινού λαμπτήρα: βιδωτούς (E27 και E14), και μπαγιονέ (B15d). Προσφέρουν την ίδια ποιότητα φωτισμού με τους κοινούς λαμπτήρες και έχουν την ίδια φωτεινότητα, ενώ καταναλώνουν μέχρι 5 φορές λιγότερη ενέργεια. Γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται σε χώρους όπου τα φώτα μένουν αναμμένα πολλές ώρες. Έχουν 10 φορές μεγαλύτερο μέσο χρόνο ζωής από τους κοινούς λαμπτήρες (10.000 ώρες). Έτσι, ενώ οι λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης κοστίζουν περισσότερο, τελικά συμφέρουν, αφού εκτός της οικονομίας σε κατανάλωση ενέργειας υπάρχει και οικονομικό όφελος από το κόστος των κοινών λαμπτήρων (10 τεμάχια) που θα χρειαζόσασταν για τις 10.000 ώρες.



**Εικόνα 5.6:** Λαμπτήρες φθορισμού

Οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης πρόκειται για λαμπτήρες εκκένωσης υψηλής έντασης. Η κατασκευή τους αποτελείται από υάλινο σωλήνα πληρωμένο με ευγενές αέριο – συνήθως αργό - και μικρή ποσότητα υδραργύρου. Το φως παράγεται από μία ηλεκτρική εκκένωση μέσα σε ατμούς υδραργύρου, οι οποίοι βρίσκονται σε υψηλότερη πίεση από εκείνη στην οποία βρίσκονται στους λαμπτήρες φθορισμού. Μία φθορίζουσα επίστρωση τοποθετημένη στο εσωτερικό του εξωτερικού κελύφους, μετατρέπει την - μεγάλου μήκους κύματος - υπεριώδη 75 ακτινοβολία σε ορατό φως. Κατά την ενεργοποίηση του λαμπτήρα, δημιουργείται αρχικώς ένα τόξο χαμηλής πίεσης και παράγεται αμυδρό φως. Καθώς ο λαμπτήρας θερμαίνεται, αυξάνεται η πίεση των ατμών υδραργύρου, δημιουργείται τόξο υψηλής πίεσης και εκπέμπεται περισσότερο φως. Ο απαιτούμενος χρόνος ώστε να φθάσει ο λαμπτήρας στην πλήρη εκπομπή φωτός είναι γύρω στα 5 min. Όταν σβήσουν οι λαμπτήρες αυτής της κατηγορίας, δεν είναι δυνατόν να ανάψουν ξανά εάν δεν παρέλθει χρονικό διάστημα 4-7 min. Το κόστος τους είναι μεγαλύτερο εκείνου των

λαμπτήρων φθορισμού. Έχουν φωτεινή ένταση 60 lm / W, διάρκεια ζωής 8000 h, μέτρια χρωματική απόδοση και αποδίδουν λευκό φως.

Χρησιμοποιούνται σε βιομηχανίες, φωτοτυπικά εργαστήρια, θερμοκήπια και εξωτερικούς χώρους – όπως, για παράδειγμα, δρόμους, πάρκα, πλατείες και λοιπά.

Οι φωτοдиодοι (Light Emitting Diodes - LED) είναι ηλεκτρονικοί λαμπτήρες, με την τεχνολογία τους να βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη. Χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλό κόστος αλλά και ελάχιστη κατανάλωση ρεύματος. Διαθέτουν φωτεινή απόδοση 20-30 lm/W, διάρκεια ζωής άνω των 50000 h, μέτρια χρωματική απόδοση και δεν παράγουν αρκετά διάχυτο και δυνατό φως. Αποδίδουν κίτρινο φως, εκτός από τα πρώτα λεπτά λειτουργίας τους, οπότε αποδίδουν κόκκινο χαμηλής έντασης.

Η εξοικονόμηση ενέργειας, όσον αφορά στους λαμπτήρες, επικεντρώνεται στην επιλογή του κατάλληλου λαμπτήρα βάσει της ενεργειακής κατανάλωσης αλλά και της εκάστοτε χρήσης.

Βάσει της ενεργειακής τους απόδοσης, οι λαμπτήρες κατατάσσονται σε επτά κατηγορίες: A, B, C, D, E, F και G, με την κατηγορία A να αντιστοιχεί στην ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και την κατηγορία E στην μέγιστη.

Στα επαγγελματικά κτίρια η αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης από λαμπτήρες φθορισμού είναι απαραίτητη. Για παράδειγμα, η αντικατάσταση ενός λαμπτήρα πυράκτωσης 100 W με έναν λαμπτήρα φθορισμού 20 W καταλήγει στο ίδιο φωτεινό αποτέλεσμα με 80% λιγότερη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.

### *5.3.2.2 Χρήση κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων υψηλής απόδοσης*

Ο σχεδιασμός των σύγχρονων φωτιστικών σωμάτων γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε αυτά να είναι αποδοτικότερα σε σχέση με τα παλαιά φωτιστικά. Αν και οι βασικοί λευκοί ανακλαστήρες έχουν ανακλαστικότητα 70%, στους ανακλαστήρες αλουμινίου η ανακλαστικότητα μπορεί να φτάσει έως και 95%. Η αναβάθμιση παλαιών εγκαταστάσεων με σύγχρονο εξοπλισμό συνήθως οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας ενώ παράλληλα βελτιώνεται η ποιότητα του φωτεινού περιβάλλοντος (π.χ. εξάλειψη έντονων ανακλάσεων στις οθόνες των ηλεκτρονικών υπολογιστών).

Πολλά σύγχρονα φωτιστικά διαθέτουν προσεχτικά σχεδιασμένο σύστημα ανακλαστήρων ώστε να κατευθύνουν το φως στο επιθυμητό σημείο. Αυτό επιτρέπει την εγκατάσταση μικρότερου αριθμού φωτιστικών και λαμπτήρων για την παραγωγή του απαιτούμενου φωτισμού. Είναι πιθανόν να μπορούν να βελτιωθούν τα παλαιότερα, λιγότερα αποδοτικά φωτιστικά, με την αντικατάσταση των διάχυτων ή των πρισματικών καλυμμάτων με συστήματα ανακλαστήρων. Εναλλακτικά, μπορούν να ενσωματωθούν ανακλαστήρες στα φωτιστικά, διατηρώντας τα υπάρχοντα στοιχεία ελέγχου του φωτισμού. Σε κάποιες περιπτώσεις αυτό μπορεί να γίνει σε συνδυασμό με τη μείωση του αριθμού των λαμπτήρων, προκειμένου να παραχθεί ο απαιτούμενος φωτισμός, με σημαντική εξοικονόμηση (με τους ανακλαστήρες και τα καλύμματα εκτιμάται ότι μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 20% έως 50%).

### 5.3.2.3 Εγκατάσταση κατάλληλων στραγγαλιστικών πηνίων (ballasts)

Για τους λαμπτήρες πυράκτωσης δεν απαιτούνται συσκευές σύνδεσης, με εξαίρεση την περίπτωση των λαμπτήρων πολύ χαμηλής τάσης αλογόνου, για τους οποίους είναι απαραίτητος ένας μετατροπέας τάσης. Ο μετατροπέας τάσης είναι μια συσκευή η οποία μειώνει την τάση της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος στο απαιτούμενο επίπεδο, ώστε να λειτουργήσει η πηγή φωτισμού.

Αναφορικά με τους λαμπτήρες φθορισμού, η σύνδεση γίνεται μέσω μίας στραγγαλιστικής διάταξης η οποία συνδέεται μεταξύ της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος και ενός λαμπτήρα φθορισμού.

Τα στραγγαλιστικά πηνία με δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινής στάθμης (dimming) είναι απαραίτητα εξαρτήματα για την έναυση ενός ή περισσότερων λαμπτήρων φθορισμού ή άλλου τύπου λαμπτήρων εκκένωσης. Χρησιμεύει κυρίως στον περιορισμό του ρεύματος στην απαιτούμενη τιμή, μετασχηματίζοντας την ηλεκτρική τάση και παρέχοντας τις απαιτούμενες συνθήκες για την έναυση των λαμπτήρων. Καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας των λαμπτήρων τα ballasts καταναλώνουν ενέργεια.

Οι κυριότερες κατηγορίες στραγγαλιστικών διατάξεων είναι:

- Ηλεκτρομαγνητικές στραγγαλιστικές διατάξεις: Πρόκειται για απλά πηνία περιορισμού του ηλεκτρικού ρεύματος, σχετικώς χαμηλού κόστους. Εμφανίζουν σημαντικές απώλειες και χαμηλό συντελεστή ισχύος και, ως εκ τούτου, είναι απαραίτητη η εγκατάσταση πυκνωτή αντιστάθμισης για τη διόρθωσή του. Κατά τη λειτουργία των συμβατικών στραγγαλιστικών πηνίων αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η φωτεινή απόδοση των λαμπτήρων.
- Ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις: Πρόκειται για ηλεκτρονικές διατάξεις οι οποίες λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες. Η υψίσυχη λειτουργία έχει ως αποτέλεσμα την εξάλειψη του στροβοσκοπικού φαινομένου. Οι ενώ οι συνδεδεμένοι σε αυτές λαμπτήρες αποδίδουν σταθερό φώς. Η χρήση τους εξασφαλίζει αυξημένη διάρκεια ζωής και οικονομικότερη λειτουργία των λαμπτήρων, καθώς η φωτεινή απόδοση των λαμπτήρων αυξάνεται κατά τη λειτουργία τους σε υψηλές συχνότητες.

Για τη λειτουργία των υπόλοιπων τύπων λαμπτήρων εκκένωσης απαιτείται επίσης μια στραγγαλιστική διάταξη. Οι ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις παρουσιάζουν - και σε αυτή την περίπτωση - σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των συμβατικών, τα οποία είναι:

- Χαμηλότερη κατανάλωση
- Εξάλειψη του φαινομένου τρεμοπαίγματος του παρεχόμενου φωτός
- Αντιμετώπιση των αυξομειώσεων τάσης
- Μικρότερο μέγεθος

#### 5.3.2.4 Συστήματα ελέγχου

Τα κατάλληλα συστήματα ελέγχου του φωτισμού μπορούν να επιτύχουν αξιοσημείωτη εξοικονόμηση ενέργειας, μειώνοντας την κατανάλωση ισχύος για το φωτισμό στους χώρους των γραφείων από 30% έως 50%.

Τα συστήματα ελέγχου του φωτισμού είναι συσκευές που ρυθμίζουν τη λειτουργία του συστήματος φωτισμού επικοινωνώντας με ένα εξωτερικό σήμα με τα φωτιστικά σώματα. Τα ενεργειακά αποδοτικά συστήματα ελέγχου περιλαμβάνουν:

- Τοπικούς χειροκίνητους διακόπτες σε κατάλληλα διαμορφωμένα κυκλώματα.
- Αισθητήρες ελέγχου παρουσίας
- Χρονοδιακόπτες
- Αισθητήρες φυσικού φωτισμού

Το επιπλέον κόστος της εγκατάστασης ενός συστήματος ελέγχου μπορεί να αποσβεστεί από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται. Η επιλογή ενός συστήματος φωτισμού με υψηλής ποιότητας ηλεκτρονικά ballast θα αυξήσει ακόμα περισσότερο το όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας.

#### 5.3.2.5 Συντήρηση

Με το πέρασμα του χρόνου, τα φωτιστικά και η επιφάνειες των χώρων ρυπαίνονται. Επιπρόσθετα, η απόδοση των λαμπτήρων μειώνεται με το χρόνο. Επομένως η ποσότητα φωτισμού που παρέχεται από μία εγκατάσταση μειώνεται. Η έλλειψη συντήρησης σημαίνει ότι το εγκατεστημένο σύστημα φωτισμού δεν αποδίδει το μέγιστο δυνατό, με αποτέλεσμα να καταναλώνεται άσκοπα ηλεκτρική ενέργεια. Πολλές εγκαταστάσεις συντηρούνται ελάχιστα και ένας απλός καθαρισμός των φωτιστικών και των λαμπτήρων μπορούν συχνά να βελτιώσουν τον φωτισμό των χώρων. Οι απαιτήσεις για συντήρηση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στη φάση του σχεδιασμού της εγκατάστασης. Φωτιστικά όπου είναι εύκολη η πρόσβαση, θα πρέπει να καθαρίζονται τακτικά και να αντικαθίστανται ομαδικά οι λαμπτήρες τους, όταν πλησιάζουν το τέλος της ζωής τους. Κάποια φωτιστικά σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να μειώνονται οι απαιτήσεις για συντήρηση, όπως τα αυτοαεριζόμενα φωτιστικά όπου αντιστέκονται στη συγκέντρωση σκόνης στην επιφάνειά τους.

#### 5.3.2.6 Σχεδιαστικές παράμετροι και ενεργειακή διαχείριση

Η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος φωτισμού καθώς και η μείωση του κόστους λειτουργίας του επιτυγχάνονται με την κατάλληλη διαστασιολόγηση του συστήματος φωτισμού, την επιλογή κατάλληλων φωτεινών πηγών, την εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου φωτισμού και την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού. Ένα σύστημα φωτισμού, όπου τα φωτιστικά κατανέμονται με βάση τις θέσεις εργασίας ή ένα σύστημα φωτισμού με δυνατότητα ρύθμισης της στάθμης φωτισμού, αναλόγως των απαιτήσεων της περιοχής που ορίζει, βελτιώνει την απόδοση ενός συστήματος φωτισμού.

Ο φυσικός φωτισμός έχει μεγάλη επίδραση στην εμφάνιση του χώρου και μπορεί να οδηγήσει με μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας. Οι χρήστες του κτιρίου

συνήθως προτιμούν έναν καλά φωτιζόμενο χώρο από φυσικό φως, εφόσον έχει εξασφαλιστεί η οπτική (προστασία από θάμβωση) και η θερμική άνεση (προστασία από υπερθέρμανση). Για να αξιοποιηθούν πλήρως τα οφέλη του φυσικού φωτός στο εσωτερικό των κτιρίων, είναι απαραίτητο να εξασφαλιστεί ότι ο τεχνητός φωτισμός ρυθμίζεται αναλόγως με τα επίπεδα του φυσικού φωτισμού. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση κατάλληλων αισθητήρων σύζευξης φυσικού/τεχνητού φωτισμού.

Επίσης, η βελτίωση της ποιότητας φωτισμού σε ένα χώρο εργασίας οδηγεί στη βελτίωση της παραγωγικότητας.

### 5.3.3 Υπολογισμός Εξοικονόμησης Ενέργειας

Η εξοικονόμηση ενέργειας  $\Delta E$  [kWh / έτος] που προκύπτει από την επέμβαση σε ένα σύστημα φωτισμού, υπολογίζεται από την σχέση:

$$\Delta E = \frac{N_{\Phi} \cdot N \cdot (\Phi_{\Pi} - \Phi_{M})}{1000} \quad 5.3.1$$

όπου

$N_{\Phi}$ : αριθμός φωτιστικών σωμάτων

$N$  [h / έτος]: ετήσιος αριθμός ωρών λειτουργίας του κάθε φωτιστικού σώματος

$\Phi_{\Pi}$  [W]: ονομαστική φωτεινή ισχύς υφιστάμενων φωτιστικών

$\Phi_{M}$  [W]: ονομαστική φωτεινή ισχύς νέων φωτιστικών

Η ονομαστική φωτεινή ισχύς  $\Phi$  [W] ενός φωτιστικού προκύπτει από το γινόμενο του αριθμού λαμπτήρων  $N_{\Lambda}$  επί την ονομαστική φωτεινή ισχύς  $\Phi_{\Lambda}$  [W] του κάθε λαμπτήρα.

$$\Phi = N_{\Lambda} \cdot \Phi_{\Lambda} \quad 5.3.2$$

Μέτρο	Εξοικονόμηση Ενέργειας %	Απόσβεση σε έτη
Αντικατάσταση λαμπτήρων φθορισμού 38mm με λαμπτήρες φθορισμού 26mm	8	<2
Αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης με συμπαγείς (compact) λαμπτήρες φθορισμού	40-70	1-3
Στραγγαλιστικά πηνία (ballast) υψηλής συχνότητας για λαμπτήρες φθορισμού.	15-20	5-15
Αντικατάσταση των καλυμμάτων των φωτιστικών σωμάτων με ανακλαστήρες	20-50	2-6
Εγκατάσταση αυτομάτων συστημάτων ελέγχου φωτισμού	20-50	2-5

**Πίνακας 5.8:** Παρουσίαση εξοικονόμησης ενέργειας και χρόνου απόσβεσης για τέσσερις δράσεις

## 5.4. ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Το μεγαλύτερο πρόβλημα των εγκαταστάσεων θέρμανσης της βιομηχανικής μονάδας είναι η παντελής έλλειψη συστημάτων αυτοματισμού και ελέγχου της θερμοκρασίας στους διάφορους χώρους της μονάδας. Αυτό σε συνδυασμό με τις διαφορετικές ανάγκες θέρμανσης των χώρων οδηγεί και σε σπατάλη καυσίμου, αλλά και σε έλλειψη θερμικής άνεσης.

### 5.4.1 Βελτίωση της Απόδοσης του Λέβητα

Υπάρχουν αρκετά μέτρα με τα οποία μπορεί να βελτιωθεί η απόδοση του λέβητα μιας υφιστάμενης εγκατάστασης, με εξοικονόμηση στην κατανάλωση καυσίμων από την εγκατάσταση.

#### 5.4.1.1 Η ρύθμιση του υφιστάμενου λέβητα

Η θερμική απόδοση του λέβητα μπορεί να υπολογιστεί με την ανάλυση της σύστασης και της θερμοκρασίας των καυσαερίων. Εάν βρεθεί χαμηλή απόδοση λόγω λανθασμένης περίσσειας του αέρα, ο λέβητας μπορεί να ρυθμιστεί και να βελτιωθεί η απόδοσή του. Για το σκοπό αυτό απαιτείται κατάλληλος εξοπλισμός, π.χ. ένας αναλυτής καυσαερίων και μία συσκευή μέτρησης της θερμοκρασίας. Τρόποι για τη βελτίωση απόδοσης του υφιστάμενου λέβητα είναι:

- Εγκατάσταση ελατηρίων στους φλογοσωλήνες για τη δημιουργία περισσότερης τύρβης, ώστε να αυξηθεί έτσι η μεταφορά θερμότητας μεταξύ των θερμών αερίων της καύσης και του νερού. Η βελτίωση στην απόδοση του λέβητα μπορεί να καθοριστεί με τη μέτρηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων, η οποία θα μειωθεί όταν εγκατασταθούν τα ελατήρια. Πρακτικά, αναμένεται αύξηση κατά 2,5% της απόδοσης του λέβητα για κάθε μείωση της θερμοκρασίας καμινάδας κατά 50°C.
- Μόνωση του περιβλήματος του λέβητα για τη μείωση των απωλειών. Η βελτίωση στην απόδοση του λέβητα εξαρτάται από τη θερμοκρασία της επιφάνειάς του.
- Εγκατάσταση φυσητήρων αιθάλης για την απομάκρυνση των επικαθίσεων στους σωλήνες, που μειώνουν τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ των θερμών αερίων της καύσης και του νερού. Η βελτίωση στην απόδοση του λέβητα εξαρτάται από τη θερμοκρασία των καυσαερίων.
- Χρήση εξοικονομητών για τη μεταφορά ενέργειας από τα καυσαέρια στο νερό τροφοδοσίας. Η θερμοκρασία των καυσαερίων δεν πρέπει να μειωθεί κάτω από ορισμένα όρια για την αποφυγή προβλημάτων διάβρωσης. Πρακτικά, αναμένεται αύξηση κατά 1% της απόδοσης του λέβητα για κάθε αύξηση κατά 5°C της θερμοκρασίας του νερού τροφοδοσίας.
- Χρήση προθερμαντήρων του αέρα για τη μεταφορά ενέργειας από τα καυσαέρια της καμινάδας στον αέρα της καύσης.

Ο εξοπλισμός ανάκτησης θερμότητας από τα καυσαέρια (δηλαδή, οι εξοικονομητές και οι προθερμαντήρες αέρα) είναι συνήθως ο πιο οικονομικά

αποδοτικός βοηθητικός εξοπλισμός που μπορεί να προστεθεί για τη βελτίωση της ολικής θερμικής απόδοσης του συστήματος του λέβητα.

#### *5.4.1.2 Η αντικατάσταση του υφιστάμενου λέβητα με άλλον λέβητα υψηλής απόδοσης*

Οι κατασκευαστές των λεβήτων συνεχώς βελτιώνουν τόσο την απόδοση της καύσης όσο και την ολική απόδοσή τους. Σήμερα, οι εμπορικού μεγέθους μονάδες μπορούν να επιτύχουν απόδοση καύσης μεγαλύτερη από 95%. Για τους συμβατικούς λέβητες, κατά παράδοση θεωρείται ικανοποιητική απόδοση πάνω από 85%. Μία από τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες καύσης που διατίθεται σήμερα στην αγορά είναι οι λέβητες αερίου παλμικής καύσης. Αυτή η τεχνολογία εφαρμόστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 80 σε οικιακούς θερμαντήρες νερού και σήμερα υφίσταται σε αρκετούς λέβητες εμπορικού μεγέθους, για θέρμανση χώρων και νερού χρήσης.

Οι λέβητες παλμικής καύσης λειτουργούν ουσιαστικά όπως οι μηχανές εσωτερικής καύσης. Ο αέρας και το αέριο καύσιμο εισάγονται σε ένα στεγανό θάλαμο καύσης σε κατάλληλες ποσότητες. Στη συνέχεια, το μίγμα αναφλέγεται με σπινθήρα και, όταν καεί πλήρως, απάγεται μέσω ενός σωλήνα εξαγωγής. Σχεδόν όλη η θερμότητα της καύσης χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού του λέβητα, αφού τα καυσαέρια έχουν σχετικά χαμηλή θερμοκρασία, της τάξης των 50°C. Όταν θερμανθεί πλήρως ο θάλαμος καύσης, τα επόμενα μίγματα αέρα / καυσίμου (οι «παλμοί») αναφλέγονται αυτόματα (χωρίς ανάγκη ηλεκτρικού σπινθήρα). Έτσι, δεν απαιτείται ούτε καυστήρας που καταναλώνει καύσιμο, ούτε φλόγα που να διατηρείται συνεχώς αναμμένη.

Η απόδοση των λεβήτων παλμικής καύσης μπορεί να φθάσει το 95 έως 99%. Όταν συνδυαστούν με άλλες υψηλής απόδοσης διατάξεις μεταφοράς της θερμότητας, η ολική θερμική απόδοση του συστήματος θέρμανσης μπορεί να ανέλθει στο 90%. Εξάλλου, οι λέβητες αυτοί μπορούν να φθάσουν στη θερμοκρασία λειτουργίας τους στο μισό χρόνο από αυτόν των συμβατικών, ενώ εκπέμπουν σαφώς λιγότερους ρύπους στην ατμόσφαιρα.

#### *5.4.1.3 Η χρήση λεβήτων με υπομονάδες*

Σχεδόν όλα τα συστήματα θέρμανσης είναι πιο αποδοτικά όταν λειτουργούν σε πλήρη ισχύ. Βελτιώσεις της απόδοσης στα φορτία αιχμής έχουν ως αποτέλεσμα τη μικρότερη κατανάλωση καυσίμου. Πάντως, η μείωση στην κατανάλωση καυσίμου δεν είναι απαραίτητα ανάλογη με τη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης. Εξάλλου, στις εγκαταστάσεις αυτές σπανίως υφίστανται φορτία αιχμής και ο λέβητας συνηθέστερα λειτουργεί υπό συνθήκες μερικού φορτίου. Μερικοί λέβητες μπορεί να λειτουργούν αναγκαστικά με κυκλικό ρυθμό εκκίνησης διακοπής, που είναι όμως μια μη αποδοτική μορφή λειτουργίας, αφού όταν διακόπτεται χάνεται θερμότητα μέσω των καμινάδας προς το περιβάλλον και ψύχεται το νερό στους σωλήνες διανομής.

Αυτές οι απώλειες πρέπει να αναπληρωθούν κατά την επανεκκίνηση του λέβητα. Εάν η δυναμικότητα του λέβητα είναι υψηλότερη από το φορτίο, η κυκλική αυτή λειτουργία μπορεί να είναι συχνή και οι απώλειες σημαντικές, μειώνοντας έτσι

την εποχιακή απόδοση του συστήματος θέρμανσης. Αντί της λειτουργίας του λέβητα με εκκίνηση διακοπή, μπορούν να καθορισθούν έλεγχοι που χρησιμοποιούν βηματικούς (υψηλός / χαμηλός / μηδενικός) ή μεταβλητούς ρυθμούς καύσης (από 100 μέχρι 15%). Ένα άλλο αποτελεσματικό μέτρο για την αποφυγή της κυκλικής λειτουργίας των λεβήτων είναι η εγκατάσταση ενός αριθμού μικρότερων λεβήτων ή λεβήτων με υπομονάδες.

Σε μια εγκατάσταση λέβητα με υπομονάδες, αρχικά εκκινεί ένας λέβητας για την κάλυψη των μικρών θερμικών φορτίων. Κατόπιν, καθώς αυξάνεται το φορτίο, νέοι λέβητες εκκινούν και μπαίνουν σε σειρά ώστε να αυξηθεί σταδιακά το δυναμικό του συστήματος θέρμανσης. Αντίστοιχα, καθώς μειώνεται το φορτίο, οι λέβητες βγαίνουν εκτός ο ένας μετά τον άλλον. Οι λέβητες αυτοί μπορούν να αυξήσουν την ολική εποχιακή απόδοση του συστήματος θέρμανσης κατά 15 έως 30%.

Τέλος μπορούμε να κάνουμε μια αποτίμηση των τεχνικών μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης:

- Βελτιστοποίηση των ρυθμίσεων
- Βελτιώσεις του συστήματος παροχής θερμότητας
- Εκπαίδευση των χρηστών για καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά
- Επιλογή ενεργειακά αποδοτικού εξοπλισμού (καυστήρας, αντλίες, καλοριφέρ, βαλβίδες)
- Μόνωση του δικτύου θέρμανσης, του λέβητα και των βαλβίδων
- Μόνωση των συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως οι λέβητες ξύλου

Φυσικά, η πραγματοποίηση συγκεκριμένων μέτρων και το πόσο αυτά μπορεί να οδηγήσουν σε εξοικονόμηση χρημάτων εξαρτάται από το μέγεθος και την ιδιαίτερη φύση του κάθε κτιρίου. Μόνο μια αποτίμηση του συστήματος και των αναγκών του κτιρίου μπορεί να καθορίσει ποια μέτρα είναι τόσο εφαρμόσιμα όσο και επικερδή. Αυτό μπορεί να γίνει από έναν αρμόδιο ενεργειακό σύμβουλο. Τα συμπεράσματα της αποτίμησης θα ορίσουν τα μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν στα συστήματα θέρμανσης του κτιρίου και θα συμπεριλαμβάνουν μια εκτίμηση της εξοικονόμησης, το κόστος επένδυσης καθώς και τον χρόνο αποπληρωμής.

Οι ακόλουθοι πίνακες δείχνουν τα πιθανά μέτρα ενεργειακής εξοικονόμησης που μπορούν να εφαρμοστούν στο σύστημα θέρμανσης. Σε κάθε πίνακα παρουσιάζονται τόσο τα μέτρα, όσο και η πιθανή εξοικονόμηση:

Περιγραφή των μέτρων	Πιθανή εξοικονόμηση
<b>Κλείσιμο των θερμοστατικών βαλβίδων όταν φεύγουν από το χώρο εργασίας</b>	Πάνω από 5%
<b>Ενίσχυση της επίγνωσης σε μεθόδους που αφορούν τον αερισμό</b>	5-10%

**Πίνακας 5.9:** Πιθανή εξοικονόμηση λόγω εκπαίδευσης των χρηστών



Περιγραφή των μέτρων	Πιθανή εξοικονόμηση
Εφοδιασμός με καλά μονωμένο σύστημα παροχής (ειδικά στους υπόγειους χώρους)	Πάνω από 10%
Μείωση της θερμοκρασίας του λέβητα ζεστού νερού σε 55-60°C	Πάνω από 5%
Βελτίωση του υδραυλικού συστήματος (υδραυλική ρύθμιση)	Πάνω από 20%
Βελτίωση της διαίρεσης του κύκλου θερμότητας, π.χ. βόρια και νότια διαίρεση	Πάνω από 20%

Πίνακας 5.10: Βελτίωση του συστήματος παροχής θερμότητας και πιθανή εξοικονόμηση

Περιγραφή των μέτρων	Πιθανή εξοικονόμηση
Εγκατάσταση βοηθητικού ανεμιστήρα για το λέβητα χαμηλής θερμοκρασίας	Πάνω από 20%
Εγκατάσταση λέβητα συμπύκνωσης για να μειωθούν οι απώλειες του καυστήρα και της παροχής	Πάνω από 32%
Εγκατάσταση σωστά διαστασιολογημένων αντλιών κυκλοφορίας με ηλεκτρονική ρύθμιση ισχύος	Πάνω από 5% και πρόσθετη εξοικονόμηση ηλεκτρισμό
Εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων στα σώματα	Πάνω από 10%

Πίνακας 5.11: Επιλογή κατάλληλου εξοπλισμού και πιθανή εξοικονόμηση

Περιγραφή των μέτρων	Πιθανή εξοικονόμηση
Περιορισμός του σημείου αναφοράς των θερμοστατικών βαλβίδων των καλοριφέρ	Πάνω από 5%
Βελτιστοποίηση της ρύθμισης στους λέβητες (ρύθμιση της εξωτερικής θερμοκρασίας)	Πάνω από 15%
Βελτίωση της ρύθμισης στο δευτερεύον σύστημα παροχής (αντλίες, βαλβίδες ανάμειξης κτλ.)	10-20%
Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας για τη παροχή ζεστού νερού	5-10%
Ενεργοποίηση συστήματος διακοπής της παροχής τη νύχτα και τα Σ / Κ	Πάνω από 15%

Πίνακας 5.12: Μέτρα βελτίωσης της ρύθμισης και πιθανή εξοικονόμηση

## 5.4.2 Υπολογισμός Εξοικονόμησης Ενέργειας

Για τον υπολογισμό της εξοικονόμησης στην κατανάλωση καυσίμων  $\Delta E$  [l / έτος] λόγω της αλλαγής στην απόδοση του λέβητα χρησιμοποιείται η ακόλουθη εξίσωση:

$$\Delta E = \frac{\eta_{\Lambda M} - \eta_{\Lambda \Pi}}{\eta_{\Lambda M}} \cdot m_{K\Pi} \quad 5.4.1$$

όπου

$\eta_{\Lambda \Pi}$  : βαθμός απόδοσης λέβητα πριν την επέμβαση

$\eta_{\Lambda M}$  : βαθμός απόδοσης λέβητα μετά την επέμβαση

$m_{K\Pi}$  : παροχή όγκου καύσιμου (κατανάλωση καύσιμου) πριν την επέμβαση

## 5.5 ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΣΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ

Στη παράγραφο αυτή αναφέρονται διάφορες επεμβάσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν για την εξοικονόμηση ενέργειας στα συστήματα ψύξης.

### 5.5.1 Δράσεις Εξοικονόμησης ενέργειας

#### 1. Αντικατάσταση υφιστάμενου συστήματος με σύστημα υψηλής απόδοσης.

Συστήματα άνω των 15 ετών πρέπει να αντικαθίστανται με ψυκτικά συστήματα δύο συμπιεστών, συμπιεστών μεταβλητής ταχύτητας ή ελικοειδών συμπιεστών. Πολλές φορές τα παλαιά συστήματα είναι υπερδιαστασιολογημένα με αποτέλεσμα τη μειωμένη απόδοση τους και το αυξημένο κόστος λειτουργίας.

#### 2. Βελτιστοποίηση της μόνωσης

Η τοποθέτηση καλύτερων μονωτικών υλικών στους ψυκτικούς θαλάμους και τα δίκτυα σωληνώσεων, σε συνδυασμό με τον περιορισμό των απωλειών από το ανοιγοκλείσιμο των θυρών, εξασφαλίζει εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας από 10% έως 20%.

#### 3. Σχεδιασμός κτιρίου

Όπως στη θέρμανση, το κέλυφος του κτιρίου είναι πολύ σημαντικό και έχει μεγάλη επίδραση στην ενεργειακή κατανάλωση της εγκατάστασης κλιματισμού. Μεγάλη σημασία θα πρέπει να δοθεί στη μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας (με τον περιορισμό των γυάλινων επιφανειών ή βελτιώνοντας την αποδοτικότητα του γυαλιού), την αύξηση της θερμικής μόνωσης (αύξηση της θερμικής αδράνειας) και τη μείωση της διείσδυσης του αέρα (μείωση των θερμικών φορτίων).

#### 4. Εσωτερικά φορτία

Οι απαιτήσεις για κλιματισμό εξαρτώνται από το κλίμα (ήλιος, θερμοκρασία, υγρασία), το βαθμό πληρότητας του κτιρίου, το περίβλημα του κτιρίου, το βαθμό εξαερισμού, τον τεχνικό φωτισμό και τις ηλεκτρικές συσκευές. Τα εσωτερικά φορτία είναι δύσκολο να μετρηθούν γιατί οι περισσότερες ενέργειες με σκοπό τη μείωση της ψυκτικής κατανάλωσης το καλοκαίρι έχουν αντίθετο αποτέλεσμα στη θερμική

κατανάλωση το χειμώνα. Πράγματι, είναι σημαντικό να αυξηθεί ο φωτισμός και η αποδοτικότητα των πληροφοριακών συστημάτων (H/Y) προκειμένου να μειωθούν τα φορτία που μπορεί να είναι χρήσιμα το χειμώνα.

#### 5. Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης κλιματισμού

Ο βαθμός ενεργειακής αποδοτικότητας της λειτουργίας ενός κλιματιστικού συστήματος σε μερικά φορτία, είναι συνήθως χαμηλότερος από τον αντίστοιχο του πλήρους φορτίου. Γι' αυτόν τον λόγο δεν προτείνεται η υπερδιαστασιολόγηση του συστήματος. Οι κύριοι λόγοι υπερδιαστασιολόγησης είναι οι ανάγκες άνεσης (αποδεκτή θερμοκρασία και υγρασία σε μικρούς χρόνους απόκρισης) ακόμα και κατά τη διάρκεια του πλήρους φορτίου και πιθανή μελλοντική αύξηση της δραστηριότητας που θα οδηγήσει σε αύξηση των ψυκτικών απαιτήσεων.

#### 6. Επιλογή του συστήματος παραγωγής ψύξης

Οι κατασκευαστές δίνουν το λόγο ενεργειακής αποδοτικότητας των συστημάτων. Όταν επιλέγεται το σύστημα, επιλέγεται ο εξοπλισμός με το μεγαλύτερο λόγο ενεργειακής αποδοτικότητας. Ωστόσο, όπως ειπώθηκε και παραπάνω, η αποδοτικότητα των μερικών φορτίων είναι συχνά αρκετά διαφορετική από αυτή σε πλήρες φορτίο που δίνεται από τους κατασκευαστές. Αν η αποδοτικότητα σε μερικά φορτία είναι διαθέσιμη πρέπει να επιλεγεί ο εξοπλισμός που ελαχιστοποιεί την ενεργειακή κατανάλωση.

#### 7. Διαστασιολόγηση του δικτύου και επιλογή των περιφερειακών μονάδων

Για κάποιες εγκαταστάσεις, οι περιφερειακές μονάδες (ανεμιστήρες, αντλίες) μπορεί να αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό κομμάτι (περισσότερο από 50%) του λογαριασμού ρεύματος. Είναι επομένως σημαντικό να σχεδιαστούν σωστά τα δίκτυα μεταφοράς αέρα, νερού ή ψυκτικού μέσου προκειμένου να μειωθεί η πτώση πίεσης και η κατανάλωση των περιφερειακών συστημάτων. Τα περιφερειακά συστήματα θα πρέπει να επιλεγούν σε συμφωνία με τα δίκτυα και τις απαιτήσεις του συστήματος. Συστήνεται να επιλεγεί εξοπλισμός με τη μέγιστη αποδοτικότητα στις συνθήκες κανονικής λειτουργίας.

#### 8. Λειτουργία και συντήρηση

Οι μεμονωμένες τεχνικές βελτιώσεις δεν μπορούν από μόνες τους να οδηγήσουν σε υψηλές μακροπρόθεσμες αποδόσεις. Η συντήρηση και λειτουργία είναι απαραίτητη γιατί επιτρέπει την αύξηση ή τη διατήρηση των αποδόσεων, της διαθεσιμότητας, της αξιοπιστίας και κατά επέκταση τη μείωση ή τη διατήρηση των λειτουργικών δαπανών.

### 5.5.2 Υπολογισμός Εξοικονόμησης Ενεργείας

Η εξοικονόμηση ενέργειας  $\Delta E$  [kWh / έτος] που προκύπτει από την επέμβαση σε ένα ψυκτικό σύστημα μπορεί να υπολογιστεί από τον παρακάτω τύπο:

$$\Delta E = \left( \frac{Q_{\psi} \cdot N \cdot \Sigma \Phi}{COP} \right)_{\Pi} - \left( \frac{Q_{\psi} \cdot N \cdot \Sigma \Phi}{COP} \right)_{M} \quad 5.5.1$$

όπου

$Q_{\psi}$ : ονομαστική ψυκτική ισχύς του συστήματος

$N$ : ετήσιος αριθμός ωρών ψύξης υπό πλήρες φορτίο

$\Sigma\Phi$ : συντελεστής φορτίου που εκφράζει την υπερδιαστασιολόγηση του ψυκτικού φορτίου

$COP$ : συντελεστής απόδοσης του συστήματος

Οι συντελεστές  $\Pi$  και  $M$  δηλώνουν τις τιμές των μεγεθών πριν και μετά την επέμβαση στο ψυκτικό σύστημα.

## 5.6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) αναπληρώνονται μέσω των φυσικών κύκλων και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, η γεωθερμία, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες, όπως το ξύλο και ακόμη τα απορρίμματα οικιακής και γεωργικής προέλευσης, είναι πηγές ενέργειας, που η προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ. Εξάλλου, η αξιοποίησή τους για την παραγωγή ενέργειας δεν επιβαρύνει το περιβάλλον. Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ΑΠΕ, οι οποίες μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών μας αναγκών, συνεισφέροντας στη μείωση της εξάρτησης από συμβατικά καύσιμα.

### 5.6.1 Εγκατάσταση Ηλιακών Συλλεκτών για την Παραγωγή Ζεστού Νερού

Το βασικό στοιχείο ενός ηλιακού συλλέκτη είναι η επιφάνεια απορρόφησης. Οι επιφάνειες απορρόφησης είναι συνήθως μαύρες, καθώς οι σκούρες επιφάνειες παρουσιάζουν πολύ υψηλό βαθμό απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας. Καθώς η επιφάνεια θερμαίνεται σε μια θερμοκρασία υψηλότερη από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, εκπέμπει ένα μεγάλο μέρος από τη συσσωρευμένη ηλιακή ενέργεια με μορφή ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος. Ο λόγος της απορροφημένης ενέργειας ως προς την εκπεμπόμενη εξαρτάται από το βαθμό εκπομπής.



Εικόνα 5.7: Ηλιακός συλλέκτης

Προκειμένου να μειωθούν οι απώλειες ενέργειας μέσω της θερμικής εκπομπής, οι περισσότερο αποδοτικές απορροφητικές επιφάνειες φέρουν μια επιλεκτική επικάλυψη. Η επικάλυψη επιτρέπει τη μετατροπή ενός μεγάλου ποσοστού της ηλιακής ακτινοβολίας σε θερμότητα, μειώνοντας ταυτόχρονα την εκπομπή θερμότητας. Η επιλεκτική επικάλυψη παρέχει ποσοστό απορρόφησης της τάξης του 90%.

Στην αγορά διατίθενται διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτών:

- Συλλέκτες χωρίς γυάλινη κάλυψη/ προστασία
- Επίπεδοι συλλέκτες με γυάλινη κάλυψη
- Σωληνωτή απορροφητική επιφάνεια κενού

### 5.6.2 Εφαρμογή Ηλιακής Ψύξης με τη Χρήση Αντλιών Θερμότητας

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για ψύξη χώρων είναι έννοια που παρουσιάζει μια σημασιολογική αντίθεση. Εν τούτοις είναι δυνατό ο ήλιος, ο οποίος προκαλεί την ανάγκη για ψύξη, να προσφέρει και την αναγκαία ενέργεια για την ικανοποίησή της. Σκοπός της ηλιακής ψύξης είναι η διατήρηση της θερμοκρασίας του ψυχωμένου χώρου σε επίπεδο χαμηλότερο της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, δαπανώντας γι' αυτό ηλιακή ενέργεια. Είναι συνεπώς φανερό ότι, το υπό άντληση ψυκτικό φορτίο, που δημιουργείται από την ύπαρξη αυτής της θερμοκρασιακής διαφοράς, παρουσιάζει ένα μέγιστο, χρονικά ταυτιζόμενο με τη μεγιστοποίηση της εντάσεως της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας. Επομένως, η ταύτιση αυτή, καθιστά κατ' αρχήν ευνοϊκή τη χρήση της ηλιακής ενέργειας στην ψύξη.

Προχωρώντας σε περισσότερο λεπτομερή εξέταση των διεργασιών που συνδέονται με την παραγωγή ψύχους, αναφέρεται ότι μια τυπική ψυκτική μονάδα, συνίσταται από έναν εξατμιστήρα ή ψυκτικό στοιχείο, ένα συμπιεστή, ένα συμπυκνωτήρα και μία βαλβίδα εκτονώσεως. Αυτή η ψυκτική μονάδα είναι μια τυπική ψυκτική μονάδα «καταναλώσεως έργου», όπου όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τόσο περισσότερο έργο συμπίεσεως δαπανάται για την άντληση της θερμότητας με βάση ορισμένη θερμοκρασία εξατμίσεως. Αντιπροσωπεύει δε τη λεγόμενη συμβατική μέθοδο ψύξεως με μηχανική συμπίεση ατμών η οποία και χρησιμοποιεί, στην πληθώρα των περιπτώσεων, τον ηλεκτρισμό ως πηγή ενέργειας. Επί του προκειμένου, υπάρχουν δύο προϋποθέσεις, συγκεκριμένα:

- Πρέπει να καταναλωθεί ενέργεια για την ψυκτική διαδικασία και
- Πρέπει να παρουσιάζεται υψηλότερο ψυκτικό φορτίο όταν αυξάνει η θερμοκρασία περιβάλλοντος, δηλαδή όταν η ένταση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας γίνεται μέγιστη.

Προκειμένου να αξιοποιηθεί η ηλιακή ενέργεια για παραγωγή ψύχους, πρέπει να συνδυαστούν κατάλληλα οι δυο παραπάνω προϋποθέσεις. Η χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας για ψύξη επιφέρει την αναβάθμισή της, εφόσον αντικαθιστά ηλεκτρικό έργο, μέσω ενός κατάλληλου «μετατροπέα». Ο μετατροπέας αυτός είναι ο ψύκτης απορροφήσεως ή θερμικής συμπίεσεως, δηλαδή ένα ψυκτικό συγκρότημα που χρησιμοποιεί θερμότητα ως κινητήρια ενέργεια και όχι ηλεκτρισμό. Στη μέθοδο απορροφήσεως, την πλέον εμπορική εφαρμογή της τεχνικής αυτής, ο συμπιεστής

αντικαθίσταται από μία σειρά στοιχείων. Αυτά είναι: ο αναγεννητήρας, η αντλία ανακυκλοφορίας απορροφητικού διαλύματος, ο απορροφητήρας και ο ανακομιστήρας. Το απορροφητικό ρευστό επιλέγεται ανάλογα προς το χρησιμοποιούμενο ψυκτικό και τις συνθήκες λειτουργίας του εξαμιστήρα. Μέχρι τώρα έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως, μόνο δύο ζεύγη, δηλαδή το υδατικό διάλυμα βρωμιούχου λιθίου και το υδατικό διάλυμα αμμωνίας. Τονίζεται ότι στην περίπτωση της μεθόδου απορροφήσεως, η συμπίεση και η υγροποίηση των παραγόμενων ατμών στον εξαμιστήρα γίνεται δια χημικής απορροφήσεως στον απορροφητήρα.

### 5.6.3 Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ώριμη και συνεχώς εξελισσόμενη τεχνολογία, ευρέως διαδεδομένη σε όλη την Ευρώπη. Τα φωτοβολταϊκά διακρίνονται σε 'διασυνδεδεμένα' συστήματα, που συνδέονται στο δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, και σε αυτόνομα συστήματα, όπου χρησιμοποιούνται και συσσωρευτές (μπαταρίες). Τα αυτόνομα συστήματα μπορεί να περιλαμβάνουν και άλλες τεχνολογίες ηλεκτροπαραγωγής, όπως ανεμογεννήτριες ή/και μικρά ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη (υβριδικά συστήματα). Στην Ελλάδα η χρήση των Φ/Β στον οικιακό τομέα είναι περιορισμένη.

Στην περίπτωση που η κατοικία είναι διασυνδεδεμένη στο δίκτυο, η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας πωλείται στη ΔΕΗ με τιμή η οποία καθορίζεται από την εκάστοτε νομοθεσία. Για την κατοικία που δεν είναι διασυνδεδεμένη στο δίκτυο (αυτόνομη κατοικία) είναι απαραίτητη η αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας σε μπαταρίες, που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της νύχτας ή όταν δεν υπάρχει αρκετή ηλιοφάνεια. Οι μπαταρίες που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές αυτές είναι ειδικού τύπου (π.χ. τύπου "Solar") ώστε να αντέχουν στους συνεχείς κύκλους φόρτισης - εκφόρτισής τους. Οι μπαταρίες, ανάλογα με την ποιότητα τους και τον τρόπο χρήσης τους, έχουν διάρκεια ζωής που κυμαίνεται από 3 έως 8 χρόνια.

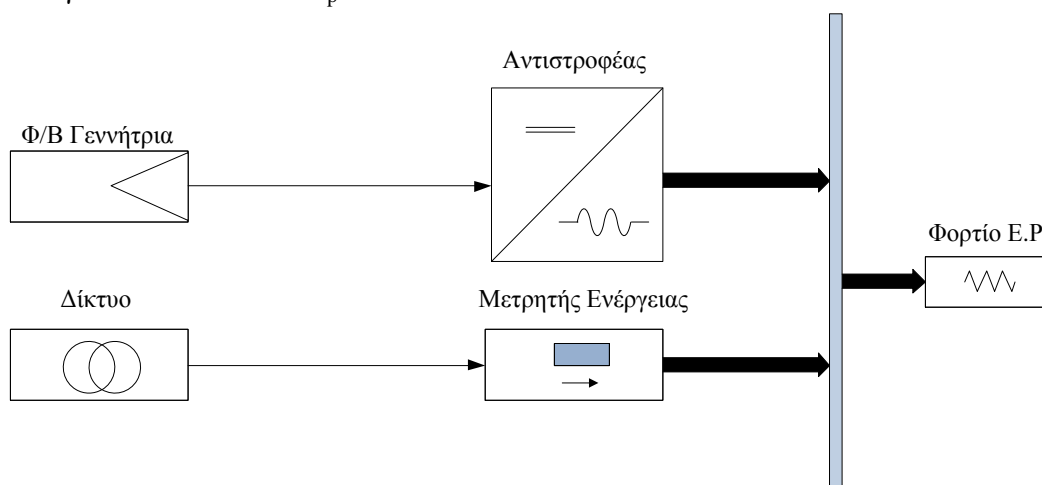
Απαραίτητος και στις δύο περιπτώσεις (διασυνδεδεμένη ή αυτόνομη κατοικία) είναι ο αντιστροφείας ισχύος (inverter) που χρησιμοποιείται για τη μετατροπή του συνεχούς ρεύματος, που παράγουν τα φωτοβολταϊκά, σε εναλλασσόμενο ρεύμα για τις οικιακές συσκευές και το δίκτυο. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ισχύς του inverter πρέπει να είναι περίπου το 80-90% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος των φωτοβολταϊκών ώστε να λειτουργεί κατά το δυνατόν στη μέγιστη ισχύ του και να επιτυγχάνεται έτσι μέγιστη απόδοση. Οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες αποτελούνται από φωτοβολταϊκά πλαίσια τα οποία συνδέονται ηλεκτρικά μεταξύ τους. Τα Φ/Β πλαίσια που χρησιμοποιούνται ευρέως έχουν ισχύ από 50 W<sub>p</sub> έως 200 W<sub>p</sub>. Όσον αφορά το υλικό κατασκευής τους, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, διαχωρίζονται κυρίως σε μονοκρυσταλλικού, πολυκρυσταλλικού ή και άμορφου πυριτίου. Το εύρος της απόδοσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων του εμπορίου είναι 4-15%.

Για τη βέλτιστη λειτουργία των φωτοβολταϊκών πρέπει πρώτα απ' όλα να ληφθούν υπόψη τα εξής:

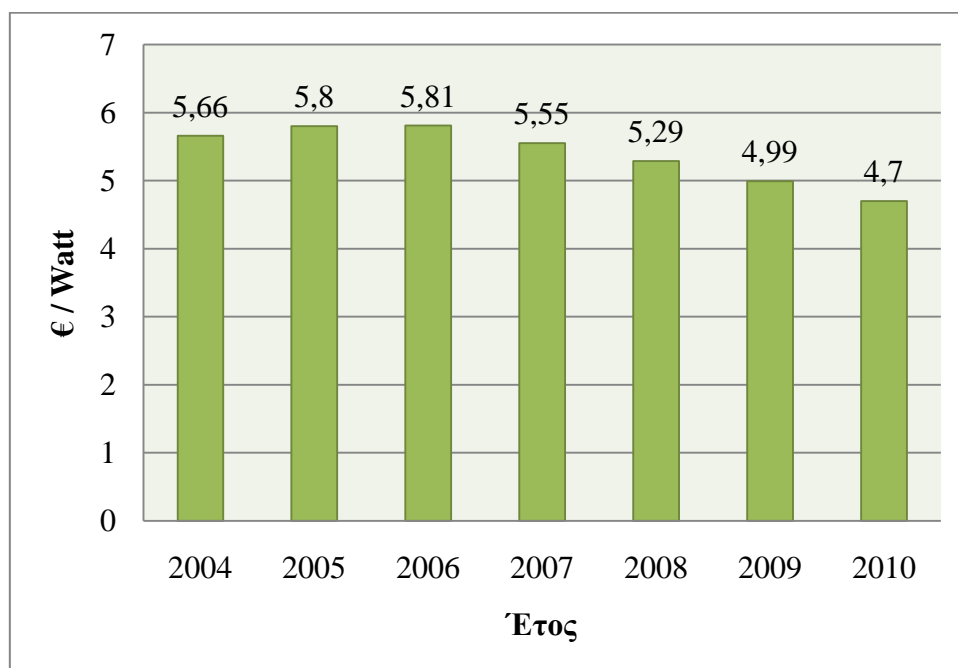
- Νότιος προσανατολισμός της θέσης εγκατάστασης, με μικρές αποκλίσεις
- Κατάλληλη κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο (π.χ. προτεινόμενη κλίση για την Ελλάδα είναι περίπου 30°)

- Μηδενική σκίαση στο χώρο τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών

Μια προσεγγιστική εκτίμηση για τον απαιτούμενο χώρο τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών συστοιχιών που επικρατούν στην αγορά (κρυσταλλικών) είναι ότι σε  $1 \text{ m}^2$  εγκαθίστανται  $140 \text{ W}_p$



**Διάγραμμα 5.1:** Διάγραμμα ροής ενέργειας διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος



**Σχήμα 5.3:** Μέσο κόστος εγκατεστημένου φωτοβολταϊκού συστήματος

#### 5.6.4 Εγκατάσταση Ανεμογεννήτριας

Τα διασυνδεδεμένα αιολικά συστήματα αποτελούν τον ισχυρότερο εκπρόσωπο των ΑΠΕ στον τομέα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών έχει πλέον ωριμάσει σε τέτοιο βαθμό ώστε τόσο η αξιοπιστία των όσο και οι αποδόσεις των έχουν φτάσει σε βέλτιστο επίπεδο, για όλα τα μεγέθη αιολικών μηχανών.

Ωστόσο, ενώ οι ανεμογεννήτριες μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας, η ενσωμάτωση των σε αστικό περιβάλλον κρίνεται

τουλάχιστον δύσκολη. Όμως μικρού μεγέθους ανεμογεννήτριες (μέχρι 5kW, οριζοντίου ή κατακόρυφου άξονα) μπορούν εύκολα να εγκατασταθούν ακόμη και πάνω στο κτιριακό κέλυφος (υπό προϋποθέσεις) εξασφαλίζοντας υψηλά επίπεδα ασφάλειας και χωρίς να δημιουργούν ανεπίλυτα προβλήματα ραδιοηλεκτρονικά, οπτικής και ακουστικής όχλησης.



**Εικόνα 5.8:** Ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος

Σε ότι αφορά το κόστος των διασυνδεδεμένων αιολικών συστημάτων ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος των ανεμογεννητριών, του πάρκου συνολικά, την απόσταση από το δίκτυο και πολλούς άλλους τεχνικούς, γεωγραφικούς και κλιματολογικούς παράγοντες, αλλά αποτελεί σε γενικές γραμμές φθίνον μέγεθος. Ιδιαίτερα όμως το κόστος των μικρών διασυνδεδεμένων αιολικών συστημάτων, εδώ και μια δεκαετία, έχει σταθεροποιηθεί στο επίπεδο των 3,80 € / W (κόστος υλικών).

## **5.7 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ**

Με τον όρο εναλλακτικές χαρακτηρίζονται εκείνες οι Δράσεις Ενεργειακής Βελτίωσης, οι οποίες χρησιμοποιούν σύγχρονες τεχνολογίες και διαδικασίες υψηλής απόδοσης και δεν μπορούν να καταταγούν σε κάποια από τις παραπάνω διαδικασίες. Στη συνέχεια αναφέρονται οι εναλλακτικές δράσεις που μπορούν να εφαρμοστούν στη βιομηχανική μονάδα. Το αν οι παρακάτω δράσεις είναι συμφέρουσες για τη βιομηχανική μονάδα θα προκύψει από τον υπολογισμό των κατάλληλων οικονομικών δεικτών.

### **5.7.1 Υποκατάσταση Πετρελαίου από Φυσικό Αέριο στις Εγκαταστάσεις Κεντρικής Θέρμανσης**

Η υποκατάσταση του πετρελαίου από φυσικό αέριο στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης απαιτεί την αντικατάσταση των καυστήρων των εγκαταστάσεων. Υπάρχει περίπτωση να χρειαστεί και αλλαγή λεβήτων, αλλά αυτό θα προκύψει από μετρήσεις του ελκυσμού των υπαρχόντων λεβήτων επειδή δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία.



Από την χρήση φυσικού αερίου στη θέρμανση θα προκύψουν λειτουργικά οφέλη για το κτίριο λόγω της καθαρότητας της καύσης, της καλύτερης ρύθμιση της εγκατάστασης, της απελευθέρωσης του χώρου από τη δεξαμενή καυσίμου και της άμεσης χρήσης του καυσίμου χωρίς να απαιτεί απόθεμα. Επίσης θα προκύψουν περιβαλλοντικά οφέλη σε αστικό επίπεδο λόγω της μείωσης των ρύπων CO<sub>2</sub> και SO<sub>2</sub> που θα επιφέρει η χρήση του φυσικού αερίου.

Τα οικονομικά οφέλη για την επιχείρηση εξαρτώνται από την τιμή διάθεσης του φυσικού αερίου σε σχέση με την τιμή του πετρελαίου. Επειδή όμως οι τιμές μεταβάλλονται και για τα δυο καύσιμα διεθνώς είναι δύσκολη η εξαγωγή γενικών συμπερασμάτων, καθώς η διαφορά στη τιμή τους δεν είναι κάθε χρονική περίοδο η ίδια.

### 5.7.2 Εγκατάσταση Μονάδας Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού & Θερμότητας

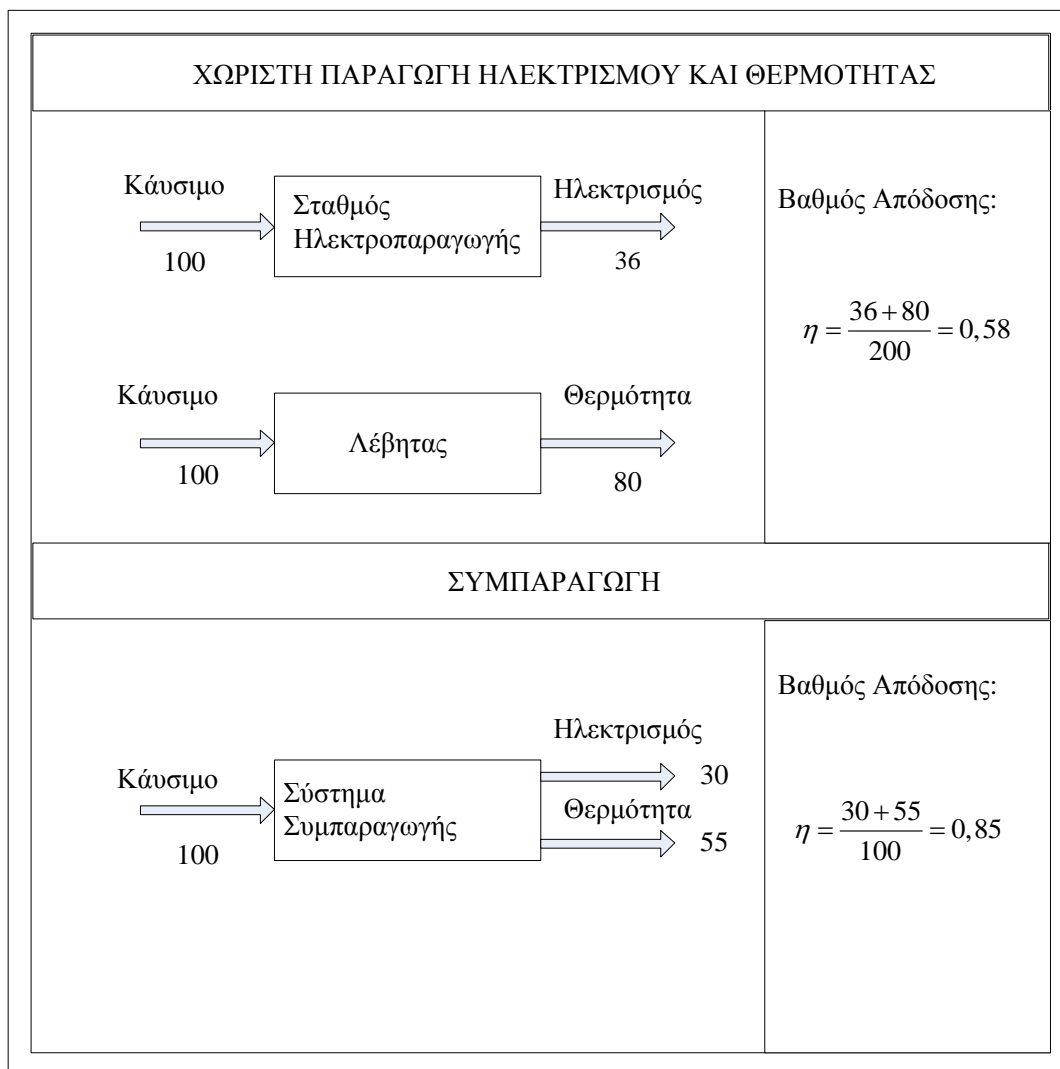
Στην παράγραφο αυτή, θα μελετηθεί η σκοπιμότητα εγκατάστασης μιας μονάδας συμπαγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) μικρής κλίμακας. Μια μονάδα ΣΗΘ μικρής κλίμακας αποτελείται από μια μονάδα εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) που είναι συζευγμένη με μια ηλεκτρογεννήτρια, σε ένα ενιαίο (compact) σύστημα. Η ΜΕΚ λειτουργεί με ένα καύσιμο (π.χ. φυσικό αέριο) και κινεί την ηλεκτρογεννήτρια, η οποία παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Μια μονάδα ΣΗΘ μικρής κλίμακας είναι λοιπόν ένας μικρός θερμοηλεκτρικός σταθμός που μπορεί να εγκατασταθεί μέσα σε ένα κτίριο. Το πλεονέκτημα της ΣΗΘ σε σχέση με ένα συμβατικό θερμοηλεκτρικό σταθμό έγκειται στο ότι παράγει με πολύ αποτελεσματικό τρόπο τη θερμότητα που παράγεται από τη λειτουργία της, και τη διοχετεύει στην έξοδό της με τη μορφή άμεσα αξιοποιήσιμης θερμότητας. Έτσι, μια μονάδα ΣΗΘ, εκτός από ηλεκτρισμό, συν-παράγει και θερμική ενέργεια χωρίς επιπλέον κόστος.



**Εικόνα 5.9:** Τυποποιημένη μονάδα ΣΗΘ μικρής κλίμακας

Στην εικόνα φαίνεται ο συνολικός βαθμός απόδοσης σε περίπτωση α) χωριστής παραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας και β) σε περίπτωση συμπαγωγής. Τα περισσότερα κτίρια χρησιμοποιούν ηλεκτρική και θερμική ενέργεια που παράγεται με τον πρώτο τρόπο, δηλαδή χωριστά. Την ηλεκτρική ενέργεια την αγοράζουν από το δίκτυο (στο οποίο το μεγαλύτερο μέρος της

ηλεκτρικής ενέργειας παράγεται από θερμοηλεκτρικούς σταθμούς χαμηλής απόδοσης) ενώ τη θερμότητα την παράγουν τοπικά, με λέβητες. Όπως φαίνεται στην εικόνα, ο τρόπος αυτός είναι πολύ λιγότερο αποδοτικός σε σχέση με τη συμπαραγωγή. Αυτό μεταφράζεται σε μεγαλύτερο χρηματικό και περιβαλλοντικό κόστος.



**Διάγραμμα 5.2 :** Ο συνολικός βαθμός απόδοσης από τη χρήση καυσίμων για παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας σε περίπτωση χωριστής παραγωγής και σε περίπτωση συμπαραγωγής

Η εφαρμογή μονάδων ΣΗΘ σε κτίρια έχει το πλεονέκτημα ότι με την καύση μιας συγκεκριμένης ποσότητας ενός καυσίμου παράγεται 1) ηλεκτρική ενέργεια, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ιδιοκατανάλωση ή να πωληθεί στη ΔΕΗ, και 2) θερμική ενέργεια, που καλύπτει μέρος ή το σύνολο των θερμικών αναγκών του κτιρίου.

Η εγκατάσταση ενός συστήματος ΣΗΘ σε ένα κτίριο δεν είναι πάντα συμφέρουσα. Τα κτίρια που μπορούν να ωφεληθούν περισσότερο από ένα τέτοιο σύστημα είναι αυτά που έχουν συνεχή και παράλληλη ζήτηση ηλεκτρισμού και

θερμότητας. Αυτό συμβαίνει επειδή η θερμότητα που παράγεται κατά τη διάρκεια λειτουργίας μια μονάδας ΣΗΘ δεν μπορεί να αποθηκευτεί και πρέπει να καταναλωθεί άμεσα, διαφορετικά εξάγεται στο περιβάλλον. Αντίθετα, η πλεονάζουσα παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να διοχετευθεί στο δίκτυο και να πουληθεί.

### **5.7.3 Εγκατάσταση Συστήματος Αυτοματοποίησης και Κεντρικού Ελέγχου**

Ένα Σύστημα Αυτοματοποίησης και Κεντρικού Ελέγχου των χρήσεων της βιομηχανικής μονάδας διασφαλίζει συνθήκες άνεσης στους χρήστες, επιθυμητό επίπεδο ποιότητας λειτουργίας, εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση του περιβαλλοντικού κόστους και αποτελείται από τα ακόλουθα:

#### Αισθητήρια, μετρητές ενέργειας:

- Αισθητήρια θερμοκρασίας χώρου αναλογικού σήματος
- Αισθητήρια θερμοκρασίας υγρών εμβαπτιζόμενα (αναλογικά)
- Αισθητήρια θερμοκρασίας – υγρασίας για τοποθέτηση σε αεραγωγούς (αναλογικά)
- Διακόπτες ροής νερού σε σωληνώσεις (ψηφιακού σήματος)
- Αισθητήρια μέτρησης στάθμης δεξαμενών
- Πρεσοστάτες για τοποθέτηση σε αεραγωγούς
- Μετρητής ηλεκτρικών μεγεθών, ο οποίος συνδέεται στους μετασχηματιστές ή στους κεντρικούς πίνακες και δίνει μετρήσεις κατανάλωσης, τάσης, ρεύματος, συχνότητας, cosφ. Έχει δυνατότητα σύνδεσης με το δίκτυο ώστε οι μετρήσεις να μεταφέρονται απευθείας στον κεντρικό υπολογιστή.

#### Επενεργητές

- Τρίοδες βάνες αναλογικές με κινητήρα
- Κινητήρες για διαφράγματα αεραγωγών

#### Δίκτυο κεντρικού συστήματος

Το δίκτυο των ελεγκτών και του μετρητή ενέργειας θα βασίζεται στην τεχνολογία LonWork με πρωτόκολλο επικοινωνίας LonTalk. Αποτελεί ιδιαίτερα διαδεδομένο δίκτυο, παρόμοιο με το Cebus. Η αρχή λειτουργίας του έγκειται σε ένα chip, γνωστό ως "Neuron" chip, το οποίο λειτουργεί ως κόμβος του δικτύου και περιλαμβάνει όλο το υλικό επικοινωνίας. Η τεχνολογία LonWork είναι δίκτυο ανοικτής αρχιτεκτονικής και ελεύθερης τοπολογίας δίνοντας έτσι τη δυνατότητα και για οποιοδήποτε τρόπο σύνδεσης, αλλά και επέκτασης. Η χρήση router επιτρέπει να συνδεθούν δίκτυα LonWork μεταξύ του για την υποστήριξη μεγάλου αριθμού ελεγκτών.

#### Ελεγκτές

Οι ελεγκτές (controllers) ανάλογα με τη χρήση μπορεί να έχουν μόνο ψηφιακές εισόδους η να έχουν ψηφιακές και αναλογικές εισόδους – εξόδους. Ο προγραμματισμός και η πρόσβαση σε κάθε ελεγκτή γίνεται μέσω του δικτύου.

### Ηλεκτρικοί πίνακες

Οι ηλεκτρικοί πίνακες θα περιέχουν μέσα τους ελεγκτές καθώς και μετασχηματιστή 220 V AC / 24 V DC, καθώς και τροφοδοτικά 24 V DC για τους ελεγκτές και τους αναλογικούς αισθητήρες.

### Λογισμικό

Το λογισμικό εποπτείας θα είναι τύπου SCADA. Το λογισμικό αυτό θα επιτρέπει στον χρήστη, σε γραφικό περιβάλλον, την πλήρη παρακολούθηση και έλεγχο του συστήματος, παρακολούθηση, έλεγχο και αποθήκευση συναγεμίων, καθώς και την καταγραφή ιστορικών στοιχείων και καταναλώσεων ενέργειας, όπως και οποιαδήποτε παραμετροποίηση του συστήματος.

Το Σύστημα Αυτοματοποίησης και Κεντρικού Ελέγχου καλύπτει, αν όχι όλο, το μεγαλύτερο μέρος των εγκαταστάσεων θέρμανσης, κλιματισμού, αερισμού, ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και φωτισμού και μπορεί να επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 20 έως 50%.

---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>:  
ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ

---



## 6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με βάση τα αποτελέσματα της ενεργειακής επιθεώρησης οι ιθύνοντες κάθε βιομηχανικής μονάδας προτείνουν κάποιες δράσεις ενεργειακής βελτίωσης. Στη συνέχεια γίνεται οικονομική αξιολόγηση των δράσεων αυτών και αποφασίζεται ποιες δράσεις ενεργειακής βελτίωσης θα υλοποιηθούν. Υλοποιούνται οι δράσεις στις οποίες γίνεται ορθότερη χρήση των χρημάτων των φορέων, εξασφαλίζεται το βέλτιστο όφελος από την εκτέλεση τους και ελαχιστοποιείται ο σχετικός επενδυτικός κίνδυνος.

Σε ένα πρόγραμμα Διαχείρισης Ενέργειας, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη τα έσοδα και τα έξοδα που οφείλονται στην εφαρμογή μίας δράσης ενεργειακής βελτίωσης, για κάθε περίοδο της συνολικής διάρκειας ζωής του έργου. Η διαφορά ανάμεσα στα έσοδα (εισροές) και τα έξοδα (εκροές), για μία δεδομένη περίοδο, ονομάζεται χρηματοροή. Κατά τη διάρκεια ζωής ενός έργου, πρέπει να γίνεται η ακριβής εκτίμηση όλων των χρηματοροών που συνδέονται με αυτό. Οι χρηματοροές είναι θετικές όταν αντιπροσωπεύουν εισροές και αρνητικές για τις εκροές. Πρέπει να σημειωθεί ότι, οι χρηματοροές δεν μπορούν απλά να προστίθενται, διότι η αξία του χρήματος μεταβάλλεται από τη μία περίοδο στην επόμενη. Συνεπώς πρέπει να γίνεται αναγωγή σε μία κοινή περίοδο αναφοράς.

## 6.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΈΝΝΟΙΕΣ

### Τόκος και επιτόκιο (d)

Επιτόκιο είναι ο τόκος ανά μονάδα χρόνου και κεφαλαίου. Συνήθως εκφράζεται επί τοις εκατό ανά έτος. Υπάρχουν δύο όψεις του επιτοκίου: το επιτόκιο δανεισμού, που ο δανειζόμενος καταβάλλει για χρήματα που δανείσθηκε και επομένως αποτελεί δαπάνη, και το επιτόκιο αγοράς (market interest rate) που κερδίζει κάποιος όταν δανείζει ή επενδύει χρήματα. Το επιτόκιο αγοράς μπορεί να είναι επίσης ο επιθυμητός ή αναμενόμενος βαθμός απόδοσης μιας επένδυσης.

### Οικονομικός κύκλος ζωής μιας επένδυσης (N)

Ως οικονομικός κύκλος ζωής μιας επένδυσης θεωρείται η χρονική περίοδος κατά την διάρκεια της οποίας ανακτάται το αρχικό επενδυτικό κεφάλαιο καθώς και η επιθυμητή απόδοση αυτού. Ο οικονομικός κύκλος ζωής πρέπει να είναι ίσος ή μικρότερος της πραγματικής ζωής του βασικού εξοπλισμού της επένδυσης.

### Χρόνος απόσβεσης της επένδυσης (T)

Ως χρόνος απόσβεσης μιας επένδυσης θεωρείται η χρονική περίοδος κατά την διάρκεια της οποίας ανακτάται το αρχικό επενδυτικό κεφάλαιο

### Παρούσα αξία (P)

Εάν σήμερα επενδυθεί ποσό P, το άθροισμα του κεφαλαίου και τόκων (γενικότερα, απόδοσης κεφαλαίου) μετά από N περιόδους θα είναι:

$$F = P \cdot \prod_{t=1}^N (1 + d_t) \quad 6.2.1$$

όπου  $d_t$  είναι το επιτόκιο αγοράς κατά έτος  $t$ . Αντίστροφα, για να αποκτηθεί ποσό  $F$  μετά από  $N$  περιόδους, πρέπει σήμερα να επενδυθεί ποσό:

$$P = \frac{F}{\prod_{t=1}^N (1 + d_t)} \quad 6.2.2$$

Το  $P$  λέγεται παρούσα αξία του μελλοντικού ποσού  $F$ . Εάν το επιτόκιο θεωρηθεί σταθερό, τότε:

$$P = \frac{F}{(1 + d)^N} \quad 6.2.3$$

Το επιτόκιο  $d$  λέγεται και επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία.

### 6.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Τα κριτήρια οικονομικής αξιολόγησης ανήκουν σε δύο κατηγορίες οι οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια.

#### Απλά Κριτήρια

Στα απλά κριτήρια περιλαμβάνεται η Απλή Περίοδος Αποπληρωμής (ΑΠΑ), η οποία ορίζεται σαν ο λόγος των κερδών προς το επενδυμένο κεφάλαιο (συνολικά ή μόνο ίδια κεφάλαια).

#### Σύνθετα Κριτήρια

Τα σύνθετα κριτήρια χρησιμοποιούνται κυρίως σε επενδυτικά έργα με μεγάλους κύκλους ζωής, δηλαδή περισσότερο από πέντε χρόνια, τα οποία απαιτούν υψηλά επενδυτικά κεφάλαια. Για το λόγο αυτό συνυπολογίζεται η διαχρονική μεταβολή της αξίας του χρήματος κατά την τεχνοοικονομική αξιολόγηση, μέσω ενός επιτοκίου αναγωγής για τον υπολογισμό της χρονικής αξίας του χρήματος. Στα σύνθετα κριτήρια περιλαμβάνονται:

- Η Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value ή NPV): κριτήριο αποδοχής είναι το  $NPV > 0$
- Η Ετήσια Ισοδύναμη Αξία (Equivalent Annual Value ή EAV): κριτήριο αποδοχής είναι το  $EAV > 0$
- Η Μέλλουσα Αξία (Future Value ή FV): κριτήριο αποδοχής είναι το  $FV > 0$ .
- Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Internal Rate of Return ή IRR): η τιμή του επιτοκίου για την οποία μηδενίζεται η NPV του έργου
- Η Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (Discount Back Period ή DPB): το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μία εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου

Συνήθως ο υπολογισμός της Καθαρής Παρούσας Αξίας, του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής αρκούν για την οικονομική αξιολόγηση.



## 6.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ

### 6.4.1 Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value, NPV)

Ο υπολογισμός της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV) μιας επένδυσης βασίζεται στην έννοια της παρούσας αξίας του χρήματος. Η καθαρή παρούσα αξία της επένδυσης είναι η παρούσα αξία των διαχρονικών εισροών μείον την παρούσα αξία των διαχρονικών δαπανών και εκφράζεται ως εξής:

$$NPV = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[ \frac{F_t}{(1+d)^t} \right] \quad 6.4.1$$

όπου

d: το επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία πάνω από το γενικό πληθωρισμό (συνήθως χρησιμοποιείται το επιτόκιο δανεισμού κεφαλαίου). Σαν χρονικό σημείο αναφοράς λαμβάνεται ο χρόνος έναρξης εμπορικής λειτουργίας της εγκατάστασης.

F<sub>t</sub>: Καθαρή χρηματική ροή της επένδυσης για τη χρονική περίοδο t (έσοδα μείον λειτουργικές δαπάνες)

N: η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης ή περίοδος μελέτης

K<sub>0</sub>: το συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς

Διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

- NPV > 0: Η επένδυση είναι βιώσιμη κάτω από τις δεδομένες συνθήκες (οικονομικός κύκλος ζωής N και επιθυμητός βαθμός απόδοσης της επένδυσης, d)
- NPV = 0: Η επένδυση είναι βιώσιμη με μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης ίσο με d
- NPV < 0: Η επένδυση είναι αντιοικονομική

Σε αυτό το σημείο πρέπει να διευκρινιστεί πως υπολογίζεται η καθαρή χρηματική ροή F<sub>t</sub>. Ο παρακάτω τύπος υπολογίζει το ζητούμενο.

$$F_t = f_t - \varphi \cdot \left( f_t - \frac{K_0}{T} \right) \quad 6.4.2$$

όπου

f<sub>t</sub>: Τα έσοδα που προκύπτουν από την επένδυση τη χρονική περίοδο t

φ: Ο φορολογικός συντελεστής με τον οποίο φορολογούνται τα έσοδα

K<sub>0</sub>: το συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς

T: Ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης

Συνήθως στο παραπάνω τύπο ο χρόνος απόσβεσης συμπίπτει με την οικονομική διάρκεια ζωής. Με βάση την εξίσωση 6.4.2 η 6.4.1 μπορεί να γραφεί ως εξής:

$$NPV = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[ \frac{f_t - \varphi \cdot \left( f_t - \frac{K_0}{T} \right)}{(1+d)^t} \right] \quad 6.4.3$$

Η 6.4.3 είναι η εξίσωση η οποία χρησιμοποιείται κατά κόρον για την αξιολόγηση των επενδύσεων.

## 6.4.2 Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Internal Rate of Return, IRR)

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (EBA) μιας επένδυσης βασίζεται, όπως και ο δείκτης NPV, στην έννοια της παρούσας αξίας. Ο EBA είναι το επιτόκιο προεξόφλησης πάνω από το γενικό πληθωρισμό, το οποίο εξισώνει την παρούσα αξία των αναμενόμενων εισροών με την παρούσα αξία των δαπανών. Η μέθοδος υπολογισμού του EBA είναι ίδια με αυτή της NPV, με την διαφορά ότι αποφεύγεται η αυθαίρετη επιλογή ή η αβεβαιότητα που υπάρχει στο επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία μιας επένδυσης. Το ζητούμενο λοιπόν είναι να βρεθεί ένα επιτόκιο  $d$  το οποίο να ικανοποιεί την παρακάτω σχέση:

$$NPV = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[ \frac{F_t}{(1+d)^t} \right] = 0 \quad 6.4.4$$

Η εξίσωση επιλύεται είτε με αριθμητικές μεθόδους είτε με γραφική παράσταση. Σύμφωνα με τον οικονομικό δείκτη EBA μια επένδυση θεωρείται συμφέρουσα, όταν ο EBA είναι μεγαλύτερος από κάποιο βαθμό απόδοσης, π.χ. το κόστος ευκαιρίας μιας άλλης επένδυσης ή από τα αποδεκτά επιτόκια δανειοδότησης.

Για τον υπολογισμό του IRR βρέθηκε στη βιβλιογραφία ότι χρησιμοποιείται ένας αλγόριθμος αποτελούμενος από τρία ουσιαστικά βήματα.

- Στο πρώτο βήμα χρησιμοποιείται η υπάρχουσα τιμή επιτοκίου και η αντίστοιχη τιμή της NPV
- Στο δεύτερο βήμα ορίζεται αυθαίρετα μια τιμή επιτοκίου παραπλήσια με την υπάρχουσα και υπολογίζεται η αντίστοιχη NPV
- Σε όλα τα επόμενα βήματα γίνεται υπολογισμός επιτοκίου με βάση τη σχέση:

$$k_v = k_{v-1} - KPA_{v-1} \cdot \frac{k_{v-2} - k_{v-1}}{KPA_{v-2} - KPA_{v-1}} \quad 6.4.5$$

και υπολογίζεται η αντίστοιχη NPV.

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι η τιμή της NPV να προσεγγίσει την τιμή μηδέν.

## 6.4.3 Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής ( Discounted Payback period, DPB)

Η μέθοδος της έντοκης περιόδου αποπληρωμής (EΠΑ), βασίζεται και αυτή στην έννοια της παρούσας αξίας. Η EΠΑ είναι η χρονική διάρκεια  $N$  κατά την οποία γίνεται η επανάκτηση του κεφαλαίου επένδυσης. Βρίσκεται αν λύσουμε την ακόλουθη εξίσωση ως προς  $N$ :

$$NPV = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[ \frac{F_t}{(1+d)^t} \right] = 0 \quad 6.4.6$$

Με βάση την εξίσωση 6.4.2 η 6.4.6 μπορεί να γραφεί ως εξής:

$$NPV = -K_0 + \sum_{t=1}^N \left[ \frac{f_t - \varphi \cdot \left( f_t - \frac{K_0}{T} \right)}{(1+d)^t} \right] = 0 \quad 6.4.7$$

Οι πράξεις που απαιτούνται για τον υπολογισμό αυτό απλουστεύονται με τη χρήση του ακόλουθου τύπου:

$$\sum_{t=1}^N \left[ \frac{1}{(1+d)^t} \right] = \frac{1 - (1+d)^{-N}}{d} \quad 6.4.8$$

Συνεπώς η προς επίλυση εξίσωση γίνεται τώρα:

$$NPV = -K_0 + \left[ f_t - \varphi \cdot \left( f_t - \frac{K_0}{T} \right) \right] \cdot \left[ \frac{1 - (1+d)^{-N}}{d} \right] = 0 \quad 6.4.9$$

## 6.5 ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΈΡΓΩΝ

Οι μηχανισμοί χρηματοδότησης είναι οι ακόλουθοι :

- Αυτοχρηματοδότηση (Self-Financing): χρήση ιδίων κεφαλαίων για τη χρηματοδότηση των δράσεων
- Δανεισμός (Debt Financing): σύναψη δανείων για τη χρηματοδότηση των δράσεων. Το δάνειο παρουσιάζεται στον ισολογισμό της επιχείρησης
- Κρατικές ενισχύσεις – ΕΣΠΑ: κρατική ενίσχυση ιδιωτικών επενδύσεων για εξοικονόμηση ενέργειας, υποκατάσταση συμβατικών καυσίμων, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας και εφαρμογή Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- Σύγχρονοι χρηματοδοτικοί μηχανισμοί ενεργειακών έργων: στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται μηχανισμοί, οι οποίοι διακρίνονται σε δύο επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με το μέγεθος και το κόστος του έργου:
- Χρηματοδότηση Από Τρίτους ( Third Party Financing): εφαρμόζεται κυρίως σε μικρές σχετικά μονάδες όπως ξενοδοχεία και νοσοκομεία από μία εταιρία ή έναν Χρηματοπιστωτικό Οργανισμό ESCO (Energy Savers Company) η οποία αναλαμβάνει τη μελέτη, κατασκευή και λειτουργία του έργου, την εξεύρεση χρηματοδότησης, καθώς και όλα τα ρίσκα μέχρι την μεταφορά του έργου στον χρήστη. Ο χρόνος παράδοσης του έργου στον χρήστη εξαρτάται από τον τύπο της σύμβασης που επιλέχθηκε (Συμμετοχή Στα Εξοικονομούμενα, Εγγυημένης Απόδοσης, First Out). Με τον μηχανισμό αυτό ο χρήστης δεν αναλαμβάνει τεχνικές ευθύνες, δεν επενδύει πόρους, και αυξάνει την ανταγωνιστικότητά της μονάδας. Όμως υπάρχει περίπτωση διαφοράς μεταξύ των οικονομικών προβλέψεων και των αποτελεσμάτων του έργου, καθώς και του χρόνου παράδοσης του έργου στον χρήστη.
- Build-Operate-Transfer: εφαρμόζεται σε μεγάλα έργα, κυρίως δημόσια, όπου το κράτος παραχωρεί την ανάπτυξη ενός έργου σε έναν Οργανισμό, ο οποίος δημιουργείται αποκλειστικά και μόνο για το έργο και μετά διαλύεται. Ο Οργανισμός είναι υπεύθυνος για την κατασκευή, χρηματοδότηση, λειτουργία και συντήρηση του έργου για μία ορισμένη χρονική περίοδο, μετά το πέρας της οποίας το έργο μεταφέρεται στο κράτος. Η απόσβεση της επένδυσης γίνεται από την εκμετάλλευση του έργου από τον Οργανισμό. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η καταβολή κρατικών κεφαλαίων, μετατοπίζονται τα ρίσκα

στον Οργανισμό, εισάγεται ξένο κεφάλαιο στο κράτος και βελτιστοποιείται η απόδοση του έργου, λόγω της υπάρχουσας τεχνογνωσίας και της πρόσβασης του οργανισμού σε ισχυρές αγορές για την αγορά σύγχρονου εξοπλισμού. Όμως πιθανές πολιτικές επιπλοκές, οι νομοθετικές αλλαγές και τα ανεπαρκή έσοδα του Οργανισμού μπορούν να οδηγήσουν στην διακοπή του έργου.

ΕΝΟΤΗΤΑ ΙΙ:  
ΣΚΟΠΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ  
ΕΡΓΑΣΙΑΣ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>:  
ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ  
ΕΡΓΑΣΙΑΣ





Στα πλαίσια της εργασίας αυτής, αναλύεται η μεθοδολογία της Ενεργειακής Επιθεώρησης, 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.

Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας ήταν η ενεργειακή επιθεώρηση στη Νέα Επισκευαστική Βάση της Εταιρείας Θερμικών Λεωφορείων (Ε.ΘΕ.Λ) και η διατύπωση κατά το δυνατό πρωτοπόρων δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας που βελτιώνουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Κύριο αντικείμενο εργασίας της συγκεκριμένης βιομηχανίας είναι η επισκευή και συντήρηση των μηχανικών και ηλεκτρικών συγκροτημάτων των θερμικών λεωφορείων.

Στα επόμενα κεφάλαια γίνεται εξειδίκευση της μεθοδολογίας που έχει αναλυθεί στην Ενότητα Ι: Εισαγωγή, στο κτίριο της Νέας Επισκευαστικής Βάσης της Ε.ΘΕ.Λ. Αρχικά γίνεται μια συνοπτική παρουσίαση του Αμαξοστασίου Πειραιά στο οποίο στεγάζεται η βιομηχανία. Στο στάδιο αυτό αναφέρονται τοπογραφικά χαρακτηριστικά καθώς και γενικά στοιχεία που αφορούν την εταιρεία Ε.ΘΕ.Λ. Ακολούθως γίνεται ειδική αναφορά στο κτίριο της Νέας Επισκευαστικής Βάσης. Στο σημείο αυτό πραγματοποιείται η ηλεκτρική αποτύπωση του κτιρίου εξειδικεύοντας κυρίως στην ηλεκτρική του συμπεριφορά. Δίνονται οι κατόψεις της εγκατάστασης, οι πίνακες που την τροφοδοτούν καθώς και οι ηλεκτρικές της καταναλώσεις. Η αποτύπωση της ενεργειακής συμπεριφοράς της μονάδας έγινε με τη χρήση κατάλληλων ερωτηματολογίων. Γίνεται η διάκριση των χώρων που απαρτίζουν την βάση και η καταγραφή των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων. Στη συνέχεια ακολουθεί μια συγκεντρωτική αποτύπωση των ενεργειακών δεδομένων που συλλέχθηκαν που η περαιτέρω επεξεργασία τους οδήγησε στην κατανομή της ενέργειας ανά χρήση. Η περιγραφή της υπάρχουσας κατάστασης κλείνει με τον υπολογισμό πρότυπων ενεργειακών δεικτών με σκοπό την αξιολόγηση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου.

Μετά την Ενεργειακή Επιθεώρηση και την καταγραφή των αποτελεσμάτων της γίνεται διερεύνηση των ενεργειακών επεμβάσεων που μπορούν να πραγματοποιηθούν στην υπάρχουσα κατάσταση ώστε να βελτιωθεί η ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου. Οι προτάσεις αυτές καθώς και ο υπολογισμός της εξοικονόμησης ενέργειας που επιφέρουν έγινε με βάση τα όσα έχουν αναφερθεί και αναλυθεί στην Ενότητα Ι: Εισαγωγή. Στη συνέχεια αξιολογούνται οι προτεινόμενες επεμβάσεις με βάση οικονομοτεχνικά κριτήρια με στόχο να αποτυπωθεί η οικονομική πλευρά κάθε επέμβασης και να καταδειχθεί το κατά πόσο είναι εφαρμόσιμες στη πράξη. Η διερεύνηση των δράσεων εξοικονόμησης καταλήγει με μια συνολική αξιολόγηση τους και με την αποτύπωση της συνεισφοράς τους στην ενεργειακή αναβάθμιση της υπάρχουσας εγκατάστασης.

Στην τελευταία ενότητα της παρούσας διπλωματικής καταγράφονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή της Ενεργειακής Επιθεώρησης στη Νέα Επισκευαστική Βάση καθώς και οι προοπτικές που υπάρχουν για περαιτέρω ενεργειακή βελτίωση αυτής.



ΕΝΟΤΗΤΑ ΙΙΙ:  
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΝΕΑΣ  
ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ Ε.ΘΕ.Λ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>:  
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑΣ  
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



## 8.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η «Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε.», διακριτικός τίτλος της εταιρείας με την επωνυμία «Ανώνυμη Συγκοινωνιακή Εταιρεία Θερμικών Λεωφορείων», ιδρύθηκε την 1<sup>η</sup> Ιουλίου 1994 (παράγραφος 4, άρθρο 1, Νόμος 2175 / 93). Είναι Νομικό Πρόσωπο Ιδιωτικού Δικαίου (Ν.Π.Ι.Δ.), λειτουργεί με σκοπό την παροχή υπηρεσιών κοινής ωφέλειας και διέπεται από τους κανόνες της ιδιωτικής οικονομίας.



**Εικόνα 8.1:** Κεντρική είσοδος του αμαξοστάσιου Πειραιά

Συντονίζεται και ελέγχεται από τον Οργανισμό Αστικών Συγκοινωνιών Αθήνας (Ο.Α.Σ.Α. Α.Ε.) και λειτουργεί ως Εκτελεστικός Φορέας Συγκοινωνιακού Έργου (Ε.Φ.Σ.Ε.) υπό την εποπτεία του Υπουργείου Μεταφορών, Υποδομών και Δικτύων.

Εδρεύει στο Δήμο Αγ. Ιωάννη Ρέντη, επί της οδού Παρνασσού 6. Η Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε. διαθέτει επτά (7) αμαξοστάσια, χωροταξικά διασκορπισμένα στο λεκανοπέδιο Αττικής. Το συνολικό εμβαδό των αμαξοστασίων ανέρχεται σε 342.000 τ.μ., με δυναμικότητα εξυπηρέτησης 2.500 περίπου τυπικών λεωφορείων. Κατασκευάζει με γοργούς ρυθμούς νέο αμαξοστάσιο στην Ανθούσα και μίσθωσε ένα σύγχρονο αμαξοστάσιο του Ο.Σ.Ε. στο Θριάσιο Πεδίο.

Στρατηγικός στόχος της Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε. είναι η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη συμμετοχή των αστικών συγκοινωνιών στις καθημερινές μετακινήσεις των κατοίκων του λεκανοπεδίου Αττικής.

Ο στόλος οχημάτων της Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε. αποτελείται από 2.148 λεωφορεία μέσης ηλικίας εννέα (9) ετών περίπου. Αναλυτικότερα, διαθέτει 1.734 λεωφορεία diesel και 414 λεωφορεία φυσικού αερίου, πρόκειται για έναν από τους μεγαλύτερους σε αριθμό στόλους λεωφορείων φυσικού αερίου στην Ευρώπη.

Στην Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε. εργάζονται 6.371 άτομα όλων των ειδικοτήτων δηλαδή προσωπικό κίνησης, εργατοτεχνικό προσωπικό, διοικητικό και βοηθητικό προσωπικό. Η συντριπτική πλειοψηφία (5.040 άτομα) εργάζεται στον κρίσιμο τομέα της κίνησης (οδηγοί, σταθμάρχες, επόπτες κλπ) ενώ ένας επίσης σημαντικός αριθμός

(930) αποτελεί το εργατοτεχνικό προσωπικό (845 τεχνίτες και 85 εργάτες), το διοικητικό προσωπικό αριθμεί μόλις 260 άτομα και το βοηθητικό προσωπικό 141.

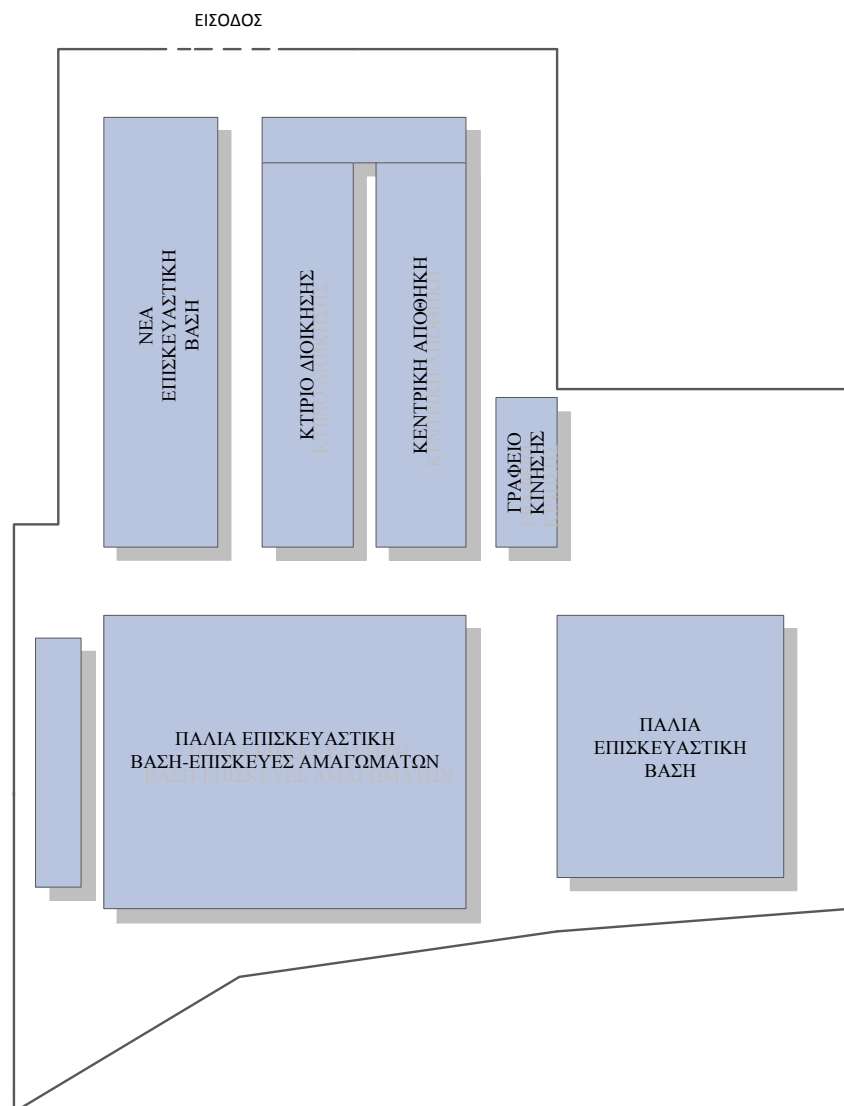


**Εικόνα 8.2:** Αεροφωτογραφία του αμαξοστασίου της Ε.Θ.Ε.Λ Πειραιά

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με το κεντρικό αμαξοστάσιο Πειραιά το οποίο βρίσκεται στο Δήμο Αγ. Ιωάννη Ρέντη, επί της οδού Παρνασσού 6. Το κτίριο στο οποίο στεγάζεται η επιχείρηση καταλαμβάνει έκταση περίπου 74 στρεμμάτων και απασχολεί περίπου 400 άτομα. Η εγκατάσταση αποτελείται από:

- Κτίρια διοίκησης
- Παλιά Επισκευαστική Βάση (Αμαξώματα, βαφείο)
- Νέα Επισκευαστική Βάση
- Κεντρική αποθήκη
- Χώροι στάθμευσης και ανεφοδιασμού λεωφορείων

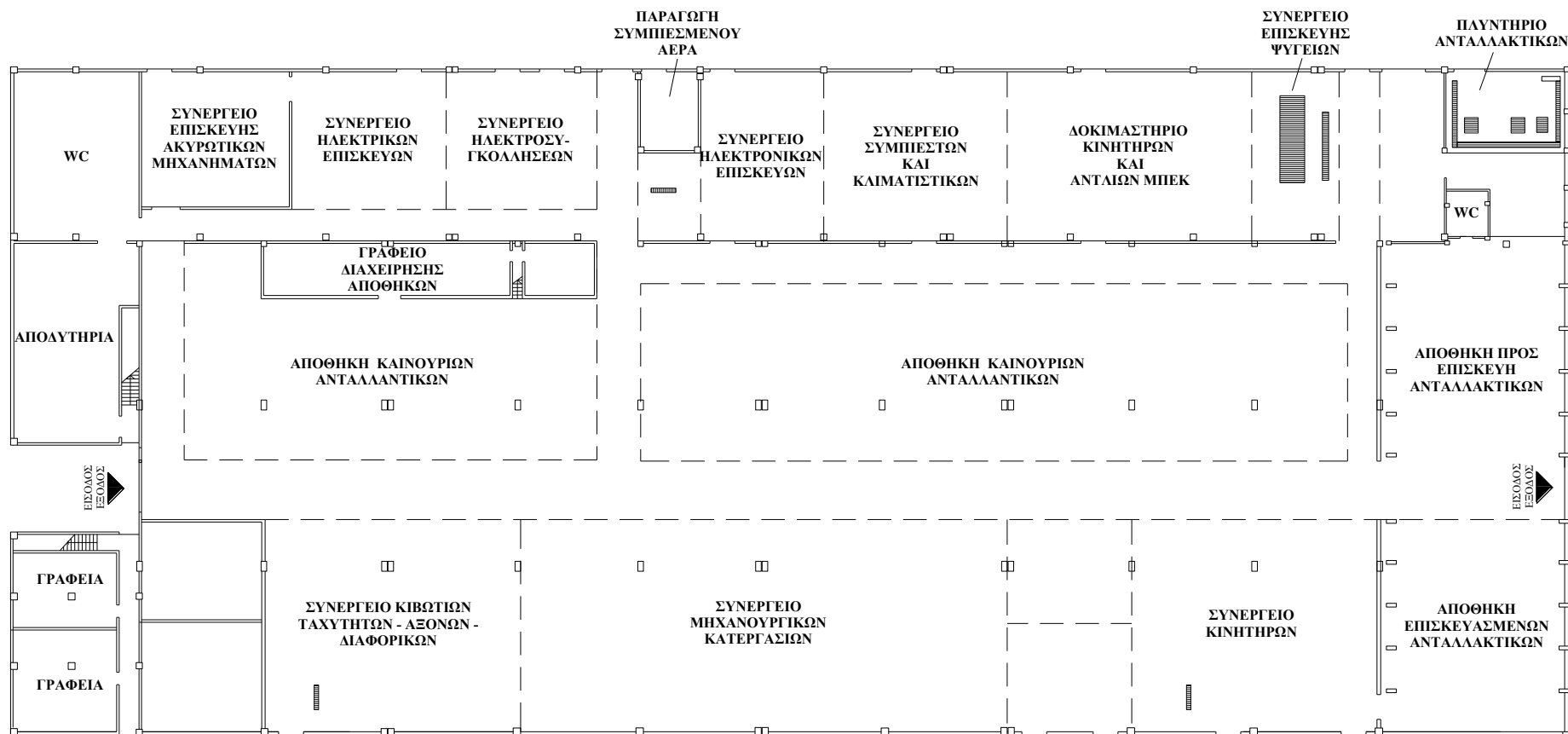




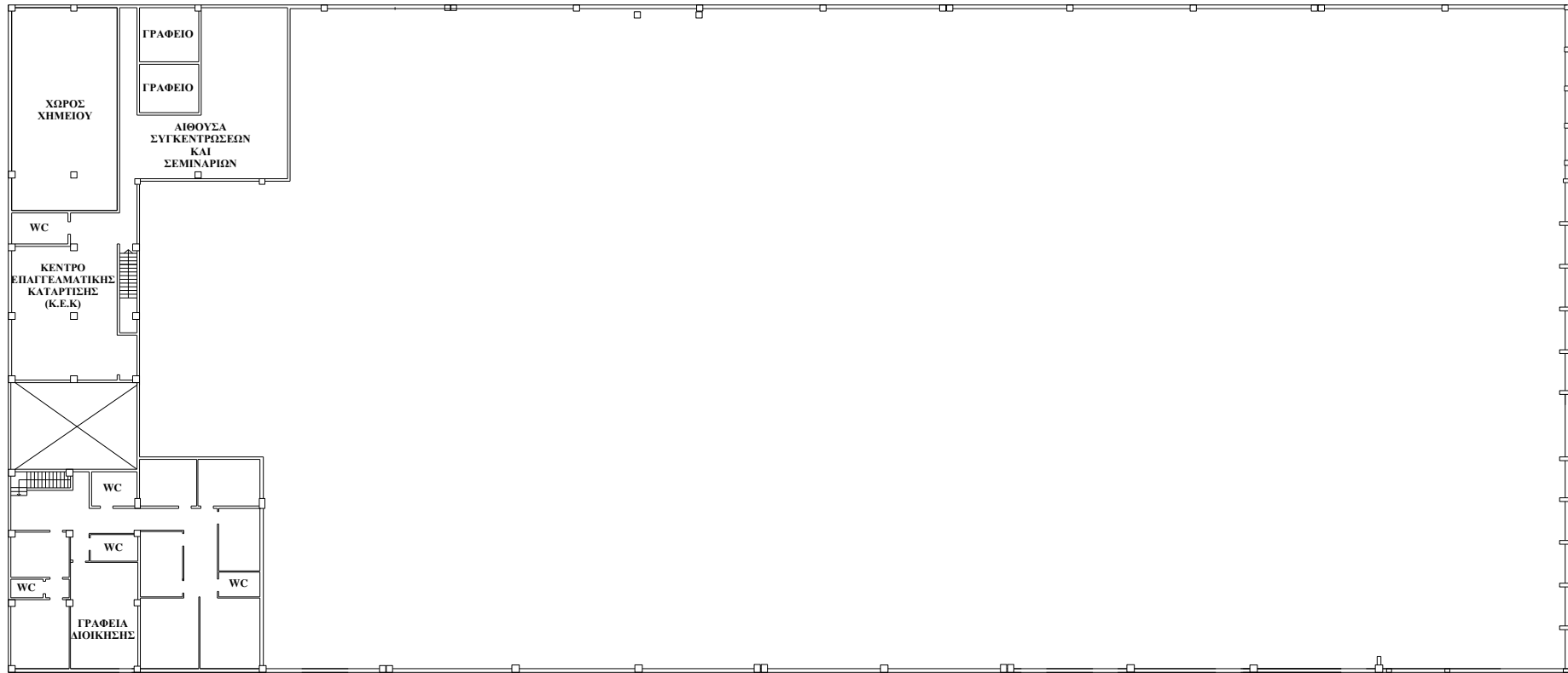
**Διάγραμμα 8.1 :** Χωροταξική τοποθέτηση των κτιρίων του αμαξοστασίου Πειραιά

## 8.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΝΕΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ

Συγκεκριμένα στη εργασία αυτή εξετάζεται η ενεργειακή αναβάθμιση της νέας Επισκευαστικής Βάσης που αποτελεί τμήμα του αμαξοστασίου. Η Επισκευαστική Βάση της Ε.Θ.Ε.Λ. Α.Ε. στον Πειραιά αποτελεί μια σύγχρονη οργανωμένη και λειτουργική μονάδα ανακατασκευής και συντήρησης λεωφορείων, που εξασφαλίζει την άρτια τεχνική υποστήριξη του στόλου των λεωφορείων. Η βιομηχανική μονάδα καταλαμβάνει έκταση 7,4 στρεμμάτων και βρίσκεται κεντρικά της επιχειρησιακής μονάδας. Το ωράριο λειτουργίας είναι Δευτέρα έως Παρασκευή από τις έξι το πρωί έως την μια και μισή το μεσημέρι. Ο κύριος προσανατολισμός του κτιρίου (προσανατολισμός κύριας εισόδου) είναι βορειανατολικός (ΒΑ) και οι ακριβείς γεωγραφικές του συντεταγμένες είναι: γεωγραφικό πλάτος  $37^{\circ} 58' 23''$  Βόρεια και γεωγραφικό μήκος  $23^{\circ} 40' 10''$  Ανατολικά. Το κτίριο αποτελείται από δύο ορόφους και το μέσο ύψος τους είναι περίπου 11 μέτρα. Στο επόμενο σχέδιο φαίνεται η κάτοψη της Νέας Επισκευαστικής Βάσης.



Σχέδιο 8.1: Κάτοψη ισογείου Νέας Επισκευαστικής Βάσης



Σχέδιο:8.2: Κάτοψη πρώτου ορόφου Νέας Επισκευαστικής Βάσης

Στην Νέα Επισκευαστική Βάση πραγματοποιούνται εργασίες ανακατασκευής στα μέσης ηλικίας λεωφορεία ώστε να παρατείνεται ο ωφέλιμος χρόνος ζωής τους. Μεταξύ άλλων στις εργασίες περιλαμβάνονται οι επισκευές μηχανισμών και μηχανικών μερών (κινητήρων, αυτόματων κιβωτίων ταχυτήτων, τιμονιών, αξόνων κ.λπ.). Καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, διενεργούνται έλεγχοι – μετρήσεις και εκδίδονται κάρτες καυσαερίων σε όλα τα λεωφορεία στόλου της Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε. και άλλων οχημάτων diesel. Αξίζει να σημειωθεί ότι η Επισκευαστική Βάση διαθέτει δοκιμαστήρια των δυο μεγαλύτερων εταιρειών που κατασκευάζουν κιβώτια ταχυτήτων, της ZF και της Voith. Το γεγονός αυτό καθιστά την Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε. ένα ελεγκτικό κέντρο για τη ZF και τη Voith και της δίνει τη δυνατότητα ανάληψης μιας σειράς εξωστρεφών δράσεων με την ανάληψη εργασιών και προς τρίτους.

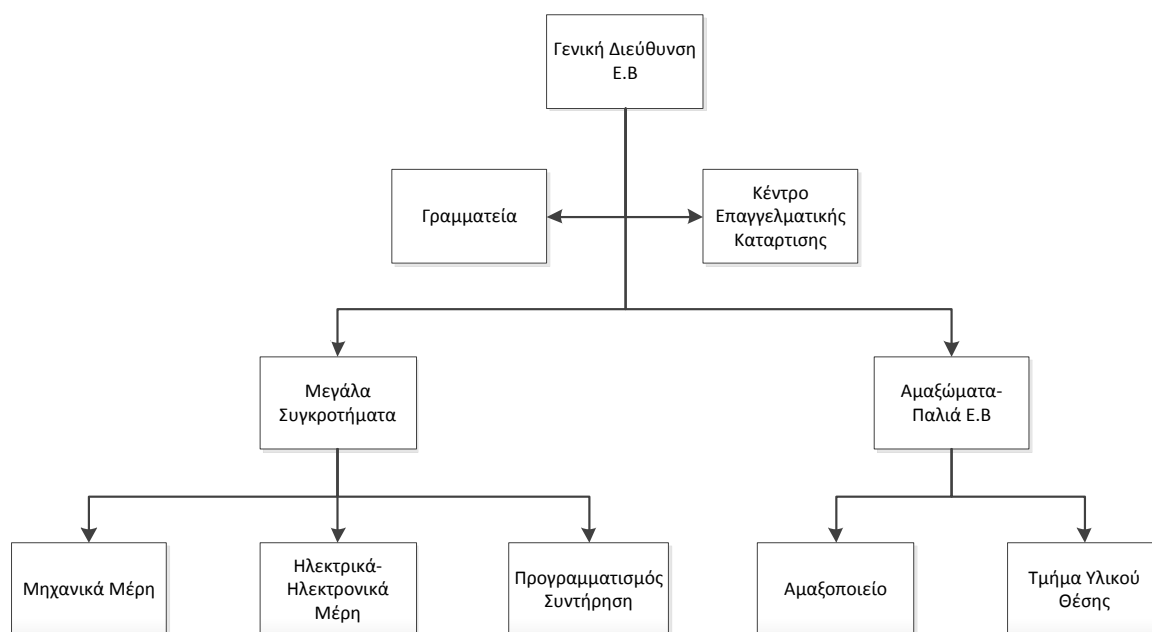


**Εικόνα 8.3:** Είσοδος στην Νέα Επισκευαστική Βάση



**Εικόνα 8.4:** Εσωτερική άποψη της Νέας Επισκευαστικής Βάσης

Η οργανωτική δομή της επισκευαστικής βάσης αποτυπώνεται στο διάγραμμα 8.2. Στο διάγραμμα αυτό γίνεται διάκριση ανάμεσα στην παλιά και νέα επισκευαστική βάση. Η νέα επισκευαστική βάση αναφέρεται στην διεύθυνση μεγάλων συγκροτημάτων. Στο κτίριο της στεγάζεται η γενική διεύθυνση, η γραμματεία και το κέντρο εκπαίδευσης εργαζομένων της Ε.ΘΕ.Λ. Α.Ε.



**Διάγραμμα 8.2:** Οργανόγραμμα Επισκευαστικής Βάσης

Η Γενική Διεύθυνση της Ε.Β συνεπικουρούμενη από την γραμματεία έχει βασικό σκοπό την παρακολούθηση της τήρησης των διατάξεων του γενικού κανονισμού προσωπικού, το προγραμματισμό εργασίας και αδειών του προσωπικού, την καταγραφή της εργασιακής εικόνας του προσωπικού και την πρόβλεψη για τον εφοδιασμό της Ε.Β με όλα τα απαραίτητα υλικά. Το τμήμα της διοικητικής υποστήριξης βρίσκεται στο πρώτο όροφο του κτιρίου ενώ η γραμματεία στεγάζεται στο ισόγειο.

Το κύριο μέρος του ισογείου αποτελείται από τα εξής τμήματα:

1. Τμήμα μηχανικών συγκροτημάτων: Το τμήμα αυτό αναλαμβάνει την επισκευή των μεγάλων και μικρών συγκροτημάτων των λεωφορείων καθώς και την διενέργεια ελέγχων για την πληρότητα και αξιοπιστία της επισκευής. Τα μηχανικά συγκροτήματα διακρίνονται σε επιμέρους τμήματα τα οποία είναι:
  - Συνεργείο Κιβωτίων Ταχυτήτων – Αξόνων – Διαφορικών
  - Συνεργείο Μηχανουργείου
  - Συνεργείο Κινητήρων
  - Συνεργείο Επισκευής Ψυγείων
  - Δοκιμαστήριο Κινητήρων και Αντλιών Μπέκ
  - Συνεργείο Συμπιεστών και Κλιματιστικών
  - Συνεργείο Ηλεκτροσυγκολλήσεων

2. Τμήμα Ηλεκτρικών και Ηλεκτρονικών Επισκευών: Το τμήμα αυτό αναλαμβάνει την επισκευή και συντήρηση όλων των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συστημάτων. Το τμήμα διακρίνεται σε επιμέρους τμήματα τα οποία είναι:
  - Συνεργείο Ηλεκτρικών Επισκευών
  - Συνεργείο Ηλεκτρονικών Επισκευών
  - Συνεργείο Επισκευής Ακυρωτικών Μηχανημάτων
3. Τμήμα Προγραμματισμού και Συντήρησης: Το τμήμα αυτό συνεργάζεται με όλα τα επιμέρους τμήματα για την βελτίωση της οργάνωσης της εργασίας και την πρόβλεψη των ετήσιων αναλώσεων. Το τμήμα διακρίνεται σε επιμέρους τμήματα τα οποία είναι:
  - Γραφείο Διαχείρισης Αποθηκών
  - Αποθήκη καινούριων Ανταλλακτικών
  - Αποθήκη παλιών Ανταλλακτικών
  - Πλυντήριο Ανταλλακτικών

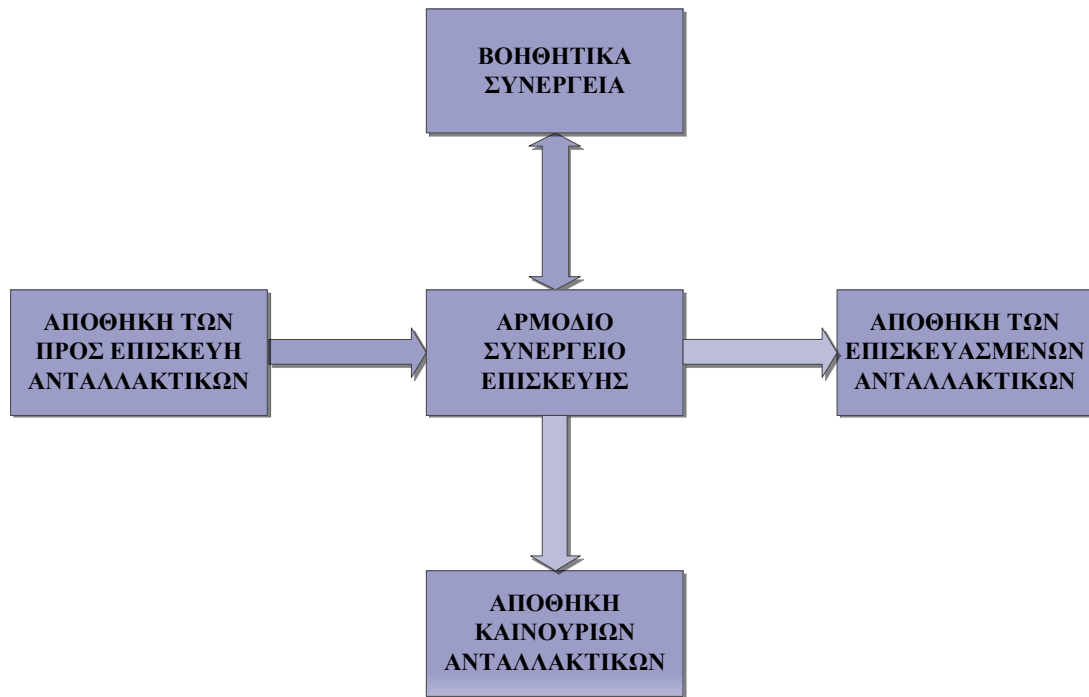
Στον επόμενο πίνακα φαίνονται ορισμένα γενικά στοιχεία για το εμβαδό που καταλαμβάνουν οι παραπάνω χώροι.

<b>ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ</b>	<b>Εμβαδόν σε m<sup>2</sup></b>
<b>Συνολική επιφάνεια των χώρων:</b>	<b>7.328</b>
Επιφάνεια των δωματίων / γραφείων	1.045
Επιφάνεια των κοινόχρηστων χώρων (χώροι υγιεινής, αποδυτήρια, χώροι σίτισης, διάδρομοι, κλιμακοστάσια)	1.085
Επιφάνεια των βοηθητικών χώρων (Υ/Σ ΔΕΗ, μετασχηματιστές, ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, λεβητοστάσια, μηχανοστάσια, αντλιοστάσια, δεξαμενές)	36
Επιφάνεια των αποθηκών (αποθήκες ανταλλακτικών, αποθήκες λοιπών υλικών)	2.032
Επιφάνεια των χώρων παραγωγής (συνεργεία, λιπαντήρια, πλυντήρια, χώροι επιθεώρησης οχημάτων, χώροι ανεφοδιασμού καυσίμων)	3.130

**Πίνακας 8.2:** Γενικά στοιχεία εμβαδού χώρων της Νέας Επισκευαστικής Βάσης

Η Νέα επισκευαστική βάση εξυπηρετεί όλα τα αμαξοστάσια της Ε.Θ.Ε.Λ Α.Ε. Στο χώρο της αποθήκης των παλιών ανταλλακτικών καταφθάνουν μεμονωμένα συγκροτήματα λεωφορείων τα οποία χρίζουν επισκευής και συντήρησης. Η αποθήκη δρομολογεί τη μεταφορά στο αρμόδιο συνεργείο του χώρου. Κάθε συνεργείο είναι υπεύθυνο για την προμήθεια των απαραίτητων ανταλλακτικών είτε αυτά αφορούν καινούρια ανταλλακτικά είτε παλιά τα οποία χρίζουν περαιτέρω κατεργασία από άλλο συναρμόδιο συνεργείο. Το αρμόδιο συνεργείο φροντίζει για την τελική

επισκευή και συναρμολόγηση του αντικειμένου. Το τελικό στάδιο περιλαμβάνει τη μεταφορά του στα επισκευασμένα αντικείμενα της αποθήκης. Ένα τυπικό διάγραμμα της παραπάνω παραγωγικής διαδικασίας που ακολουθεί η επισκευαστική βάση δίνεται ακολούθως.



**Διάγραμμα 8.3:** Παραγωγική διαδικασία βιομηχανικής μονάδας





ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup>:  
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΝΕΑΣ  
ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ



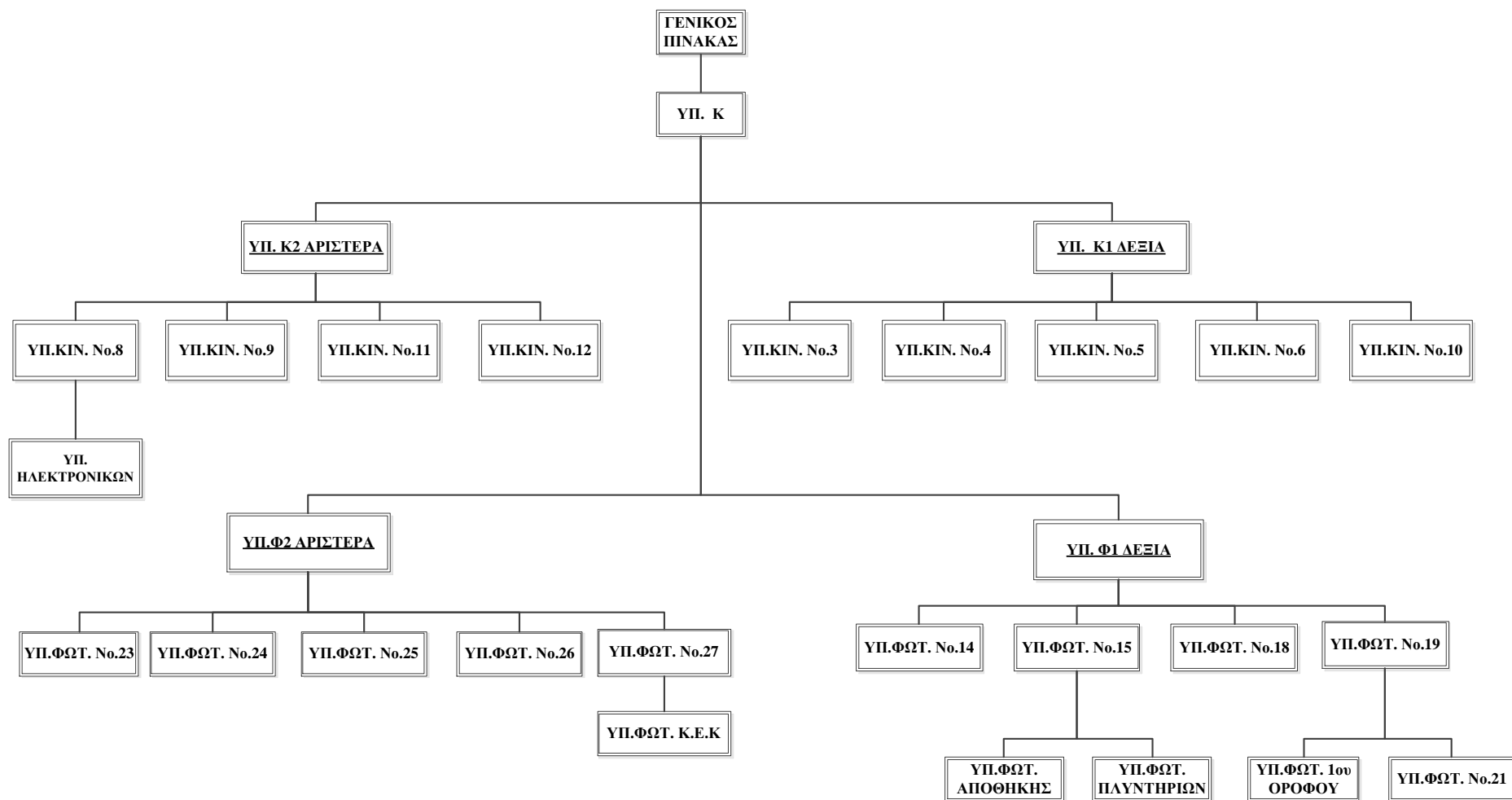
## 9.1 ΓΕΝΙΚΑ

Για την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας ήταν απαραίτητη μια σειρά επισκέψεων στην βιομηχανική μονάδα. Οι επισκέψεις πραγματοποιήθηκαν κατά τις ώρες λειτουργίας της βάσης και είχαν ως στόχο αρχικά την εξοικείωση με τον χώρο και μετέπειτα την συλλογή στοιχείων.

Κατ' αρχάς έγινε μια πρώτη γνωριμία με την διεύθυνση καθώς και το προσωπικό της βιομηχανίας. Στο στάδιο αυτό ζητήθηκε να παράσχουν κάθε δυνατή πληροφορία αναφορικά με την βάση. Στη συνέχεια ακολούθησαν προσωπικές επισκέψεις κατά τμήμα και χώρο με σκοπό την κατανόηση κάθε χώρου ξεχωριστά. Ακολουθώντας με την χρήση διαφόρων ερωτηματολογίων συγκεντρώθηκαν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό. Αυτό περιελάμβανε την καταγραφή των μηχανημάτων και των ενεργειακών τους στοιχείων καθώς και αποτύπωση των ηλεκτρικών πινάκων που τροφοδοτούν το κτίριο. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι η συλλογή των ενεργειακών στοιχείων των μηχανημάτων έγινε με βάση τα ονομαστικά μεγέθη που αναγράφονται στο ταμπελάκι τους. Για την αποτύπωση των ηλεκτρικών πινάκων σημαντική ήταν η βοήθεια του ηλεκτρολόγου της εγκατάστασης παράλληλα με την χρήση των όποιων ηλεκτρικών σχεδίων βρέθηκαν αλλά κατά βάση η διεκπεραίωση της αποτύπωσης έγινε εποπτικά. Τέλος να διευκρινιστεί ότι οι όποιοι υπολογισμοί έγιναν με βάση τα ονομαστικά μεγέθη που συλλέχθηκαν διότι ήταν αδύνατη η αντικειμενική μέτρηση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου (τιμολόγιο ΔΕΗ) καθώς η Νέα Επισκευαστική Βάση δεν αποτελεί μεμονωμένο τμήμα έτσι ώστε να τροφοδοτείται αυτοτελώς από την ΔΕΗ.

Στο παρακάτω σχήμα γίνεται μια σαφής και ολοκληρωμένη αποτύπωση των ηλεκτρικών πινάκων της Νέας Επισκευαστικής Βάσης. Για αρίθμηση των πινάκων ακολούθηθηκε η σύμβαση που υπάρχει στην εγκατάσταση και τηρείται από τον ηλεκτρολόγο – εγκαταστάτη. Επιπλέον στα δύο επόμενα σχήματα γίνεται η αποτύπωση της κάτοψης του ισογείου του κτιρίου κάνοντας την διάκριση μεταξύ πινάκων κίνησης και φωτισμού. Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν γίνεται αναφορά στον πρώτο όροφο διότι υπάρχει μόνο εγκατάσταση φωτισμού όπου θα μελετηθεί αργότερα.

Στις επόμενες παραγράφους γίνεται μια αναλυτική παρουσίαση της ηλεκτρικής εγκατάστασης κατά χώρο και τμήμα. Τα στοιχεία αυτά είναι απαραίτητα να αναφερθούν εδώ διότι αξιοποιούνται σε επόμενο κεφάλαιο που αφορά την ενεργειακή αναβάθμιση του υφιστάμενου κτιρίου.



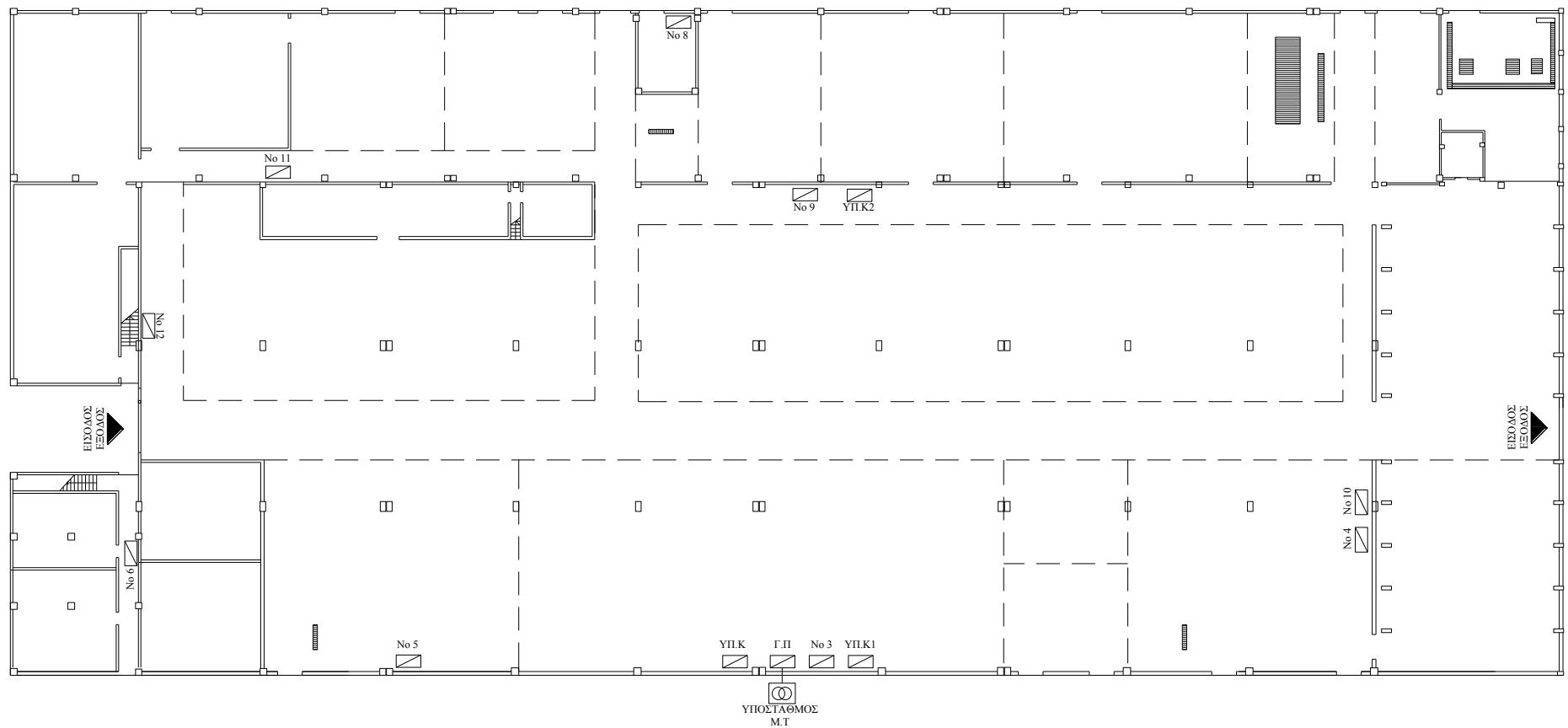
**Διάγραμμα 9.1:** Διαγραμματική απεικόνιση των ηλεκτρικών πινάκων της εγκατάστασης

<b>Πίνακας</b>	<b>Χώρος που βρίσκεται</b>	<b>Χώρους που τροφοδοτεί</b>
<b>Γ.Π</b>	Συνεργείο Μηχανουργείου	Όλη την εγκατάσταση
<b>ΥΠ.Κ</b>	Συνεργείο Μηχανουργείου	Όλη την εγκατάσταση
<b>ΥΠ.Κ1 Δεξιά</b>	Συνεργείο Μηχανουργείου	Δεξιό τμήμα Ε.Β
<b>ΥΠ.Κ2 Αριστερά</b>	Διάδρομοι	Αριστερό τμήμα Ε.Β
<b>ΥΠ.ΚΙΝ.No.3</b>	Συνεργείο Μηχανουργείου	Συνεργείο Μηχανουργείου
<b>ΥΠ.ΚΙΝ.No.4</b>	Συνεργείο Κινητήρων	Συνεργείο Κινητήρων
<b>ΥΠ.ΚΙΝ.No.5</b>	Συνεργείο Κιβωτίων Ταχυτήτων, Αξόνων, Διαφορικών	Συνεργείο Κιβωτίων Ταχυτήτων, Αξόνων, Διαφορικών
<b>ΥΠ.ΚΙΝ.No.6</b>	Γραμματεία	Γραμματεία
<b>ΥΠ.ΚΙΝ.No.8</b>	Αεροσυμπιεστές	Αεροσυμπιεστές
<b>ΥΠ.ΚΙΝ.No.9</b>	Διάδρομοι	Δοκιμαστήριο Κινητήρων και Αντλιών Μπέκ, Συνεργείο Συμπιεστών και Κλιματιστικών
<b>ΥΠ.ΚΙΝ.No.10</b>	Συνεργείο Κινητήρων	Συνεργείο Επισκευής Ψυγείων
<b>ΥΠ.ΚΙΝ.No.11</b>	Διάδρομοι	Συνεργείο Ηλεκτροσυγκολλήσεων, Συνεργείο Ηλεκτρικών Επισκευών
<b>ΥΠ.ΚΙΝ.No.12</b>	Διάδρομοι	Κ.Ε.Κ

**Πίνακας 9.1:** Χώρος εγκατάστασης Πινάκων Κίνησης και χώροι που τροφοδοτούν

<b>Πίνακας</b>	<b>Χώρος που βρίσκεται</b>	<b>Χώρους που τροφοδοτεί</b>
<b>ΥΠ.Φ1 Δεξιά</b>	Συnergieio Μηχανουργείου	Δεξιό τμήμα Ε.Β
<b>ΥΠ.Φ2 Αριστερά</b>	Διάδρομοι	Αριστερό τμήμα Ε.Β
<b>ΥΠ.ΦΩΤ.Νο.14</b>	Συnergieio Μηχανουργείου	Συnergieio Μηχανουργείου
<b>ΥΠ.ΦΩΤ.Νο.15</b>	Συnergieio Κινητήρων	Συnergieio Κινητήρων
<b>ΥΠ.ΦΩΤ. Αποθήκης</b>	Αποθήκη παλιών Ανταλλακτικών	Αποθήκη παλιών Ανταλλακτικών
<b>ΥΠ.ΦΩΤ. Πλυντηρίων</b>	Πλυντήρια	Πλυντήρια
<b>ΥΠ.ΦΩΤ.Νο.18</b>	Συnergieio Κιβωτίων Ταχυτήτων, Αξόνων, Διαφορικών	Συnergieio Κιβωτίων Ταχυτήτων, Αξόνων, Διαφορικών
<b>ΥΠ.ΦΩΤ.Νο.19</b>	Γραμματεία	Γραμματεία
<b>ΓΕΝ.1ου Ορόφου</b>	Γραφεία Διοίκησης	Γραφεία Διοίκησης
<b>ΥΠ.ΦΩΤ.Νο.21</b>	Διάδρομοι	Διάδρομοι
<b>ΥΠ.ΦΩΤ.Νο.23</b>	Συnergieio Συμπιεστών και Κλιματιστικών	Συnergieio Συμπιεστών και Κλιματιστικών
<b>ΥΠ.ΦΩΤ.Νο.24</b>	Δοκιμαστήριο Κινητήρων και Αντλιών Μπέκ	Συnergieio Επισκευής Ψυγείων, Δοκιμαστήριο Κινητήρων και Αντλιών Μπέκ
<b>ΥΠ.ΦΩΤ.Νο.25</b>	Διάδρομοι	Συnergieio Ηλεκτροσυγκολλήσεων, Συnergieio Ηλεκτρικών Επισκευών, Συnergieio Επισκευής Ακυρωτικών Μηχανημάτων
<b>ΥΠ.ΦΩΤ.Νο.26</b>	Διάδρομοι	Γραφείο Διαχείρισης Αποθηκών, Αποθήκη καινούριων Ανταλλακτικών
<b>ΥΠ.ΦΩΤ.Νο.27</b>	Διάδρομοι	Κ.Ε.Κ
<b>ΥΠ.ΦΩΤ.Κ.Ε.Κ</b>	Κ.Ε.Κ	Κ.Ε.Κ

**Πίνακας 9.2:** Χώρος εγκατάστασης Πινάκων Φωτισμού και χώροι που τροφοδοτούν



**Σχέδιο 9.1:** Κάτοψη Νέας Επισκευαστικής Βάσης με τους πίνακες κίνησης





## 9.2 ΓΡΑΦΕΙΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Το κύριο μέρος των γραφείων διοίκησης βρίσκονται στο πρώτο όροφο του κτιρίου. Οι εργαζομένων που απασχολούνται στο συγκεκριμένο τμήμα είναι 14 συνολικά. Τα γραφεία διοίκησης καταλαμβάνουν συνολική επιφάνεια 913 m<sup>2</sup>. Τα γραφεία μπορούν να διακριθούν σε τρία ξεχωριστά τμήματα: στα γραφεία πρώτου ορόφου, στα γραφεία ισόγειου και στο Κέντρο Επαγγελματικής Κατάρτιση (Κ.Ε.Κ).

Ο πρώτος όροφος έχει εμβαδό 317 m<sup>2</sup> και αποτελείται από έναν κεντρικό διάδρομο, εννέα γραφεία και τέσσερα μπάνια. Ο χώρος τροφοδοτείται από τον ΥΠ. ΦΩΤ. 1<sup>ου</sup> Ορόφου το μονογραμμικό σχέδιο του οποίου παρατίθεται στο Παράρτημα Ι. Ο πίνακας αυτός τροφοδοτεί φωτιστικά σώματα και ρευματοδότες και τέσσερις θερμοσίφωνες. Καθένας από τους θερμοσίφωνες έχει συνολική ισχύ 2 kW και χωρητικότητα 25 lt. Ο χώρος κλιματίζεται από σύστημα κεντρικού κλιματισμού το οποίο βρίσκεται στην οροφή του κτιρίου. Στο πίνακα 9.3 φαίνονται τα χαρακτηριστικά των φωτιστικών σωμάτων που χρησιμοποιούνται.

	<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 2</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 3</b>
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>	<b>Οροφής Διατομής Παρ/μου 1,20X30</b>	<b>Επίτοιχο τύπου Χελώνας</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	53	6	5
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	2080	2080	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	4	2	1
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Φθορισμού	Φθορισμού	Πυρακτώσεως
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	72W	72W	60W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου</b>	Μαγνητικό	Μαγνητικό	Μαγνητικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

**Πίνακας 9.3:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων 1<sup>ου</sup> ορόφου

Το ισόγειο των γραφείων έχει εμβαδό 157 m<sup>2</sup> και αποτελείται από έναν κεντρικό διάδρομο και δύο γραφεία τα οποία στεγάζουν την γραμματεία του τμήματος. Ο χώρος τροφοδοτείται από τον ΥΠ. ΦΩΤ. Νο 19 το μονογραμμικό σχέδιο του οποίου παρατίθεται στο Παράρτημα Ι. Ο πίνακας αυτός τροφοδοτεί φωτιστικά σώματα και ρευματοδότες. Επίσης στο κεντρικό διάδρομο του χώρου αυτού βρίσκεται ο ΥΠ.ΚΙΝ Νο 6 ο οποίος τροφοδοτεί 4 κλιματιστικά. Στο πίνακα 9.4 φαίνονται τα χαρακτηριστικά των φωτιστικών σωμάτων που χρησιμοποιούνται.

	<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 2</b>
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>	<b>Οροφής Διατομής Παρ/μου 1,20X30</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	32	3
<b>Ωρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	2080	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	4	2
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Φθορισμού	Φθορισμού
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	72W	72W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνιού</b>	Μαγνητικό	Μαγνητικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

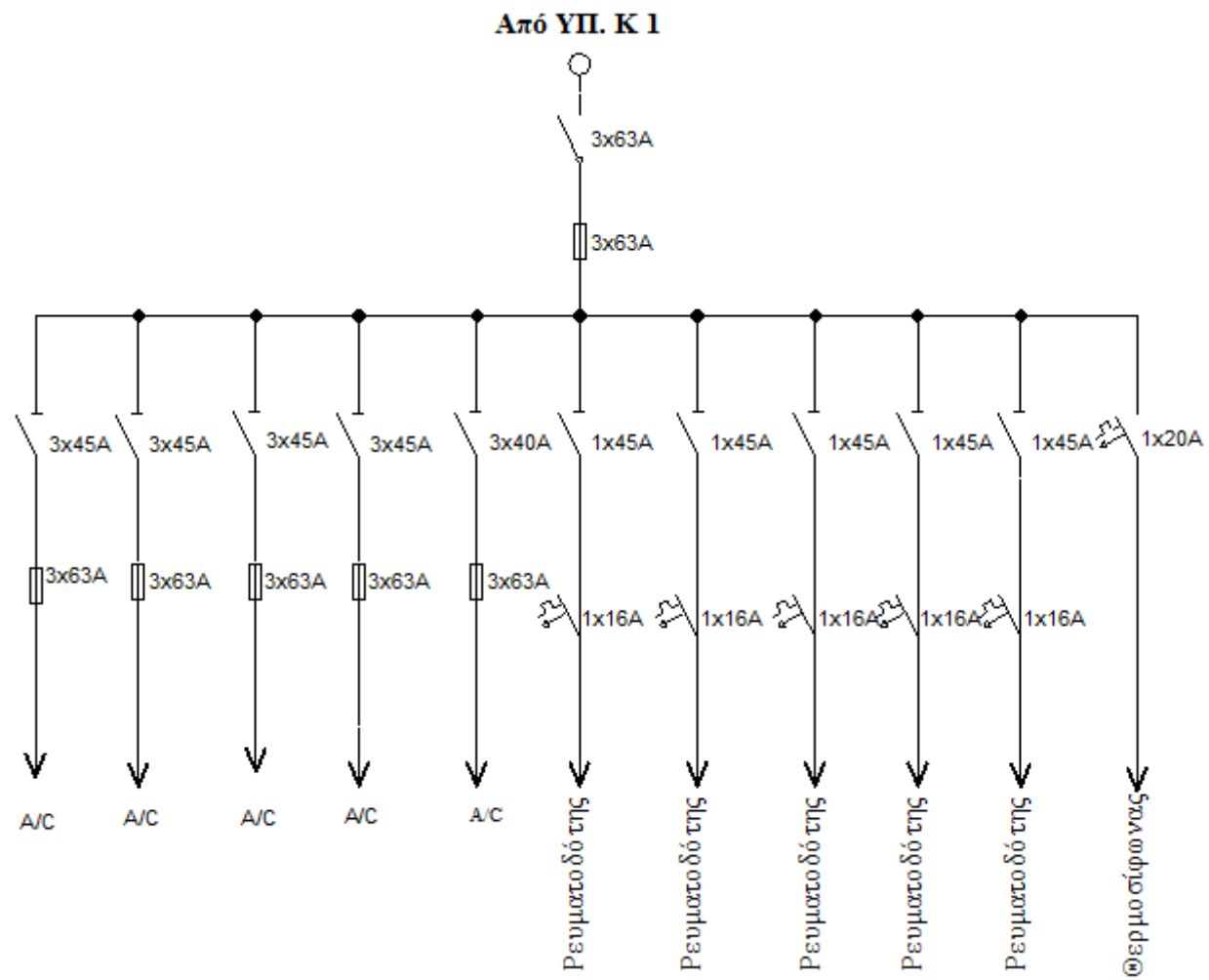
**Πίνακας 9.4:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων ισογείου



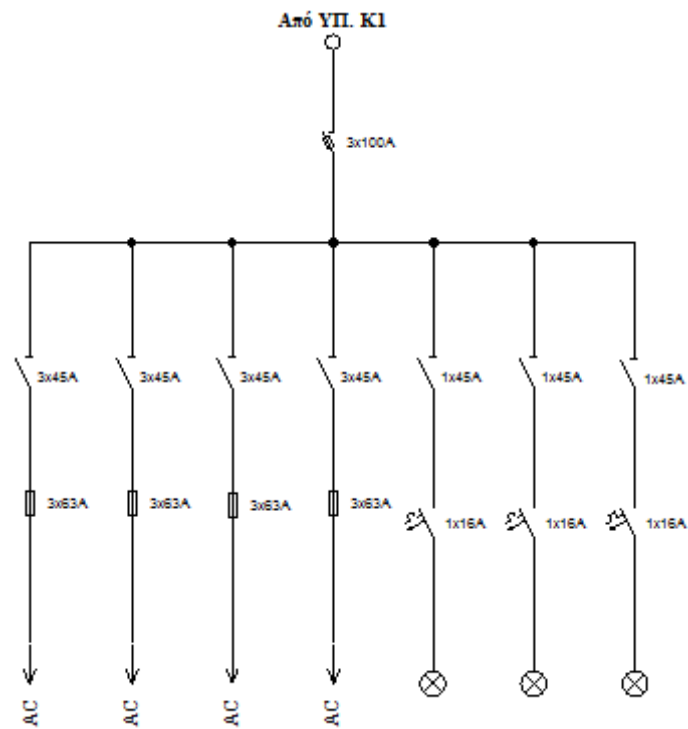
**Εικόνα 9.1:** Εξωτερική και εσωτερική άποψη των γραφείων διοίκησης

Τέλος το Κέντρο Επαγγελματικής Κατάρτισης, το οποίο βρίσκεται στο πρώτο όροφο και καταλαμβάνει συνολικό εμβαδόν 439 m<sup>2</sup>. Ο χώρος αυτός αποτελείται από την αίθουσα ηλεκτρονικών υπολογιστών, την αίθουσα συγκεντρώσεων και σεμιναρίων το χώρο του χημείου, δύο γραφείο και ένα μπάνιο. Ο χώρος τροφοδοτείται από τον ΥΠ. ΦΩΤ. Κ.Ε.Κ. το μονογραμμικό σχέδιο του οποίου παρατίθεται στο Παράρτημα Ι. Ο πίνακας αυτός τροφοδοτεί φωτιστικά σώματα και ρευματοδότες και δύο θερμοσίφωνες. Καθένας από τους θερμοσίφωνες έχει συνολική ισχύ 2 kW και χωρητικότητα 25 lt. Ο κλιματισμός και η θέρμανση των παραπάνω χώρων πραγματοποιείται από 5 κλιματιστικά σώματα τα οποία τροφοδοτούνται από τον ΥΠ. ΚΙΝ.No.12.

Το μονογραμμικό σχέδιο του ΥΠ. ΚΙΝ.No.12 και του ΥΠ.ΚΙΝ No 6 δίνονται στα παρακάτω σχέδια.



Σχέδιο 9.3: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΚΙΝ. No.12



Σχέδιο 9.4: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΚΙΝ. Νο.6

Στο πίνακα 9.5 φαίνονται τα χαρακτηριστικά των φωτιστικών σωμάτων που χρησιμοποιούνται.

	<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 2</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 3</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 4</b>
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>	<b>Επίτοιχο τύπου Χελώνας</b>	<b>Οροφής τύπου σπότ</b>	<b>Οροφής τύπου σπότ</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	65	4	10	3
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	2080	2080	2080	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	4	1	1	1
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Φθορισμού	Πυρακτώσεως	Πυρακτώσεως	Ηλεκτρονικές
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	72W	60W	75W	18W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου</b>	Μαγνητικό	Μαγνητικό	Ηλεκτρονικό	Ηλεκτρονικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα	Αντανακλαστικό	Αντανακλαστικό

**Πίνακας 9.5:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων Κ.Ε.Κ.

### 9.3.ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΩΝ

Το τμήμα μηχανικών συγκροτημάτων αποτελεί το σημαντικότερο κομμάτι της εγκατάστασης καθώς εκεί πραγματοποιείται η επισκευή, επιδιόρθωση και συντήρηση των μηχανικών μερών των λεωφορείων. Στο συγκεκριμένο χώρο εργάζονται 38 άτομα. Παρακάτω γίνεται μια λεπτομερής αποτύπωση της ηλεκτρικής εγκατάστασης των επιμέρους τμημάτων που το αποτελούν.

#### 9.3.1 Συνεργείο Κιβωτίων Ταχυτήτων – Αξόνων – Διαφορικών

Το συγκεκριμένο συνεργείο είναι ένα σύγχρονο τμήμα και ο χώρος που καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης είναι 510 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 13 άτομα και είναι σχετικά αυτόνομο και ανεξάρτητο από τα υπόλοιπα τμήματα του κτιρίου. Αποτελείται από δυο ξεχωριστά συνεργεία: το συνεργείο κιβωτίων ταχυτήτων και το συνεργείο αξόνων και διαφορικών. Ο χώρος τροφοδοτείται από δυο πίνακες: τον ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.5 και τον ΥΠ.ΦΩΤ. 18. Η μεγαλύτερη κατανάλωση οφείλεται στα δυο δοκιμαστήρια κιβωτίων ταχυτήτων των

εταιρειών ZF και Voith. Στο σχέδιο 9.6 δίνεται το μονογραμμικό διάγραμμα του ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.5 ενώ το αντίστοιχο για τον ΥΠ.ΦΩΤ. 18 βρίσκεται στο Παράρτημα Ι.



**Εικόνα 9.2:** Χώρος Κιβωτίων Ταχυτήτων – Αξόνων – Διαφορικών

Στους δυο επόμενους πίνακες παρουσιάζεται ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του τμήματος αναφορικά τόσο με τα μηχανήματα τα οποία στεγάζει ο χώρος όσο και με τα φωτιστικά σώματα που τον καλύπτουν.

Μηχανήματα	$P_{μηχ.}(kW)$	$P_{ηλεκ.}(kW)$	Ωρες Λειτ.	E (kWh)
Δοκιμαστήριο αντλιών- τιμονιών	11,0	12,5	260,0	3250,0
Δοκιμαστήριο κιβωτίων ταχυτήτων VOITH Automatic	75,0	81,7	520,0	42484,0
Δοκιμαστήριο κιβωτίων ταχυτήτων ZF (Chiarlone Alba)	39,0	42,4	520,0	22048,0
Γερανογέφυρα RWM 0,5tn	0,8	1,0	1040,0	1066,0
Γερανογέφυρα DEMAG 0,5tn	0,8	1,0	1040,0	1066,0
Γερανογέφυρα SWF-Σ. Αφεντούλης 1,6tn	2,6	3,1	1300,0	4030,0
Γερανογέφυρα CAMSA	6,0	7,1	1300,0	9230,0
Πλυντήριο MAGIDO L190	39,0	42,8	2080,0	89024,0
Πρέσα 40tn	1,5	2,1	260,0	546,0
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,7	0,8	260,0	202,8
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,7	0,8	260,0	202,8
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,7	0,8	260,0	202,8
<b>Σύνολο</b>	<b>177,9</b>	<b>196,1</b>	<b>9100,0</b>	<b>173352,4</b>

**Πίνακας 9.6:** Μηχανήματα συνεργείου Κιβωτίων Ταχυτήτων – Αξόνων – Διαφορικών

	<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 2</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 3</b>
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Κρεμαστή Καμπάνα</b>	<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>	<b>Οροφής Διατομής Παρ/μου 120X30</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	12	15	2
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	2080	2080	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	1	4	2
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Αλογόνου	Φθορισμού	Φθορισμού
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	400W	72W	72W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηγίου</b>	Μαγνητικό	Μαγνητικό	Μαγνητικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

**Πίνακας 9.7:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων συνεργείου Κιβωτίων Ταχυτήτων – Αξόνων – Διαφορικών





### 9.3.2 Συνεργείο Μηχανουργείου

Το συγκεκριμένο συνεργείο είναι ένα σύγχρονο τμήμα και ο χώρος που καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης είναι 663 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 11 άτομα και είναι η κάρδια της επισκευαστικής βάσης καθώς δραστηριοποιείται στην επεξεργασία σιδηρών αντικειμένων και την τροποποίηση αυτών. Εκτελούνται οι εξής εργασίες: κόψιμο μετάλλων, συγκόλληση μετάλλων και μορφοποίηση μετάλλων. Στο χώρο του μηχανουργείου βρίσκεται ο κύριος όγκος του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Στο χώρο αυτό βρίσκεται ο Γενικός Πίνακας που τροφοδοτεί όλη την βάση καθώς και οι κύριοι υποπίνακες κίνησης και φωτισμού που αφορούν το δεξί κομμάτι της βάσης. Ο χώρος τροφοδοτείται από δυο πίνακες: τον ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.3 και τον ΥΠ.ΦΩΤ. 14. Στο χώρο βρίσκονται ακόμα ο Γενικός Πίνακας, ο ΥΠ.Κ, ο ΥΠ.Κ1 Δεξιά και ο ΥΠ.Φ1 Δεξιά. Η μεγαλύτερη κατανάλωση οφείλεται στους τρεις τόνους που διαθέτει ο χώρος καθώς και στο Boring. Στα σχέδια 9.7 – 9.10 δίνονται τα μονογραμμικά σχέδια του Γενικού Πίνακα, του ΥΠ. Κ. του ΥΠ.Κ1 Δεξιά και ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.3 ενώ τα αντίστοιχα για τον ΥΠ. Φ1 Δεξιά και τον ΥΠ.ΦΩΤ. 14 βρίσκεται στο Παράρτημα Ι.

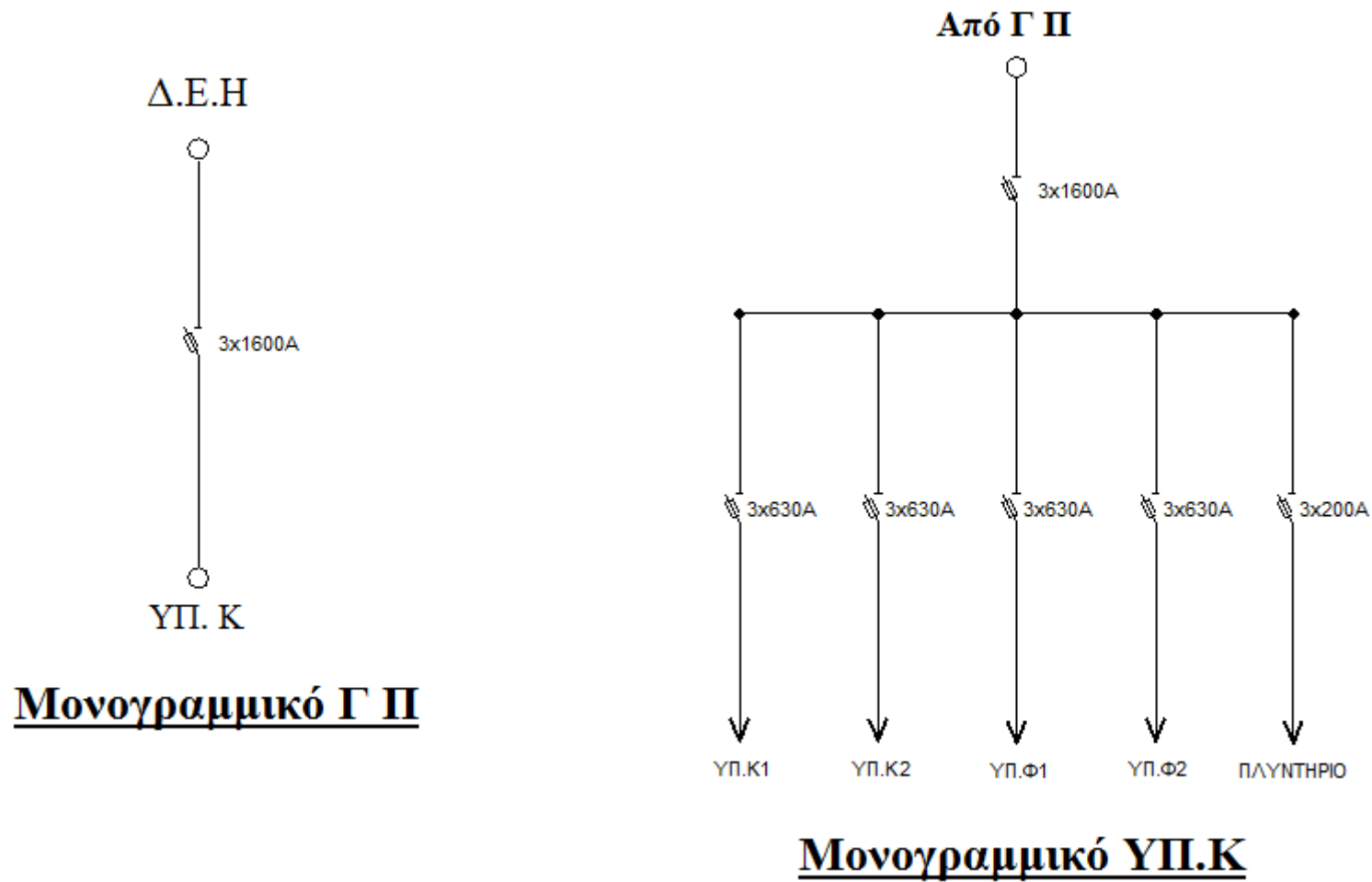


**Εικόνα 9.3:** Χώρος Μηχανουργείου

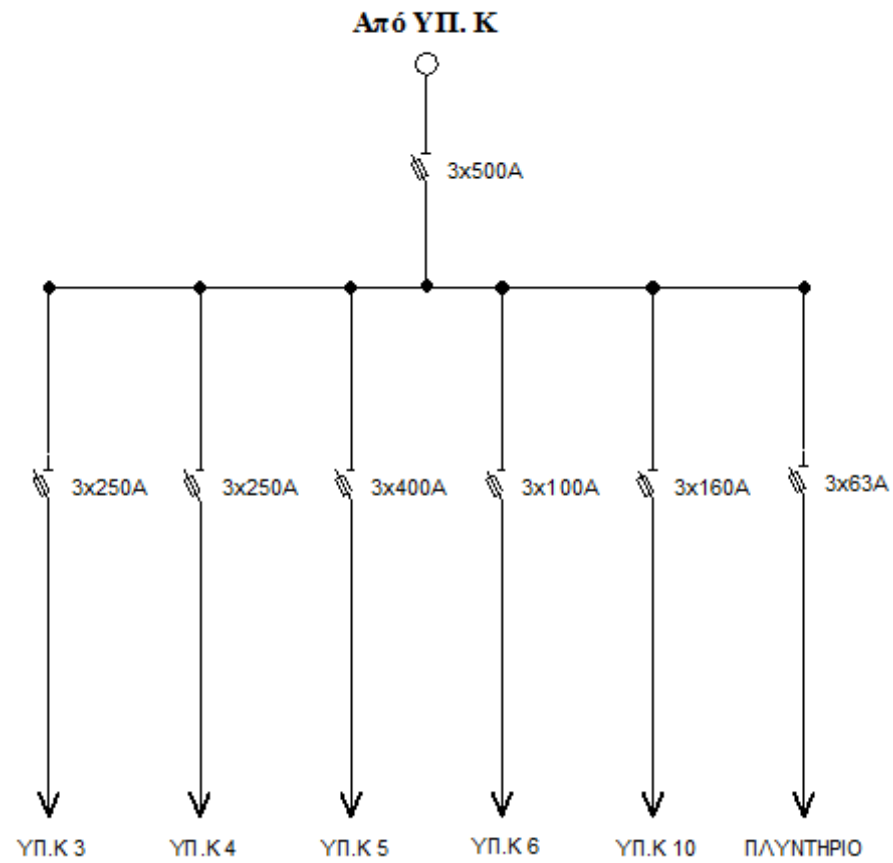


**Εικόνα 9.4:** Χώρος Μηχανουργείου

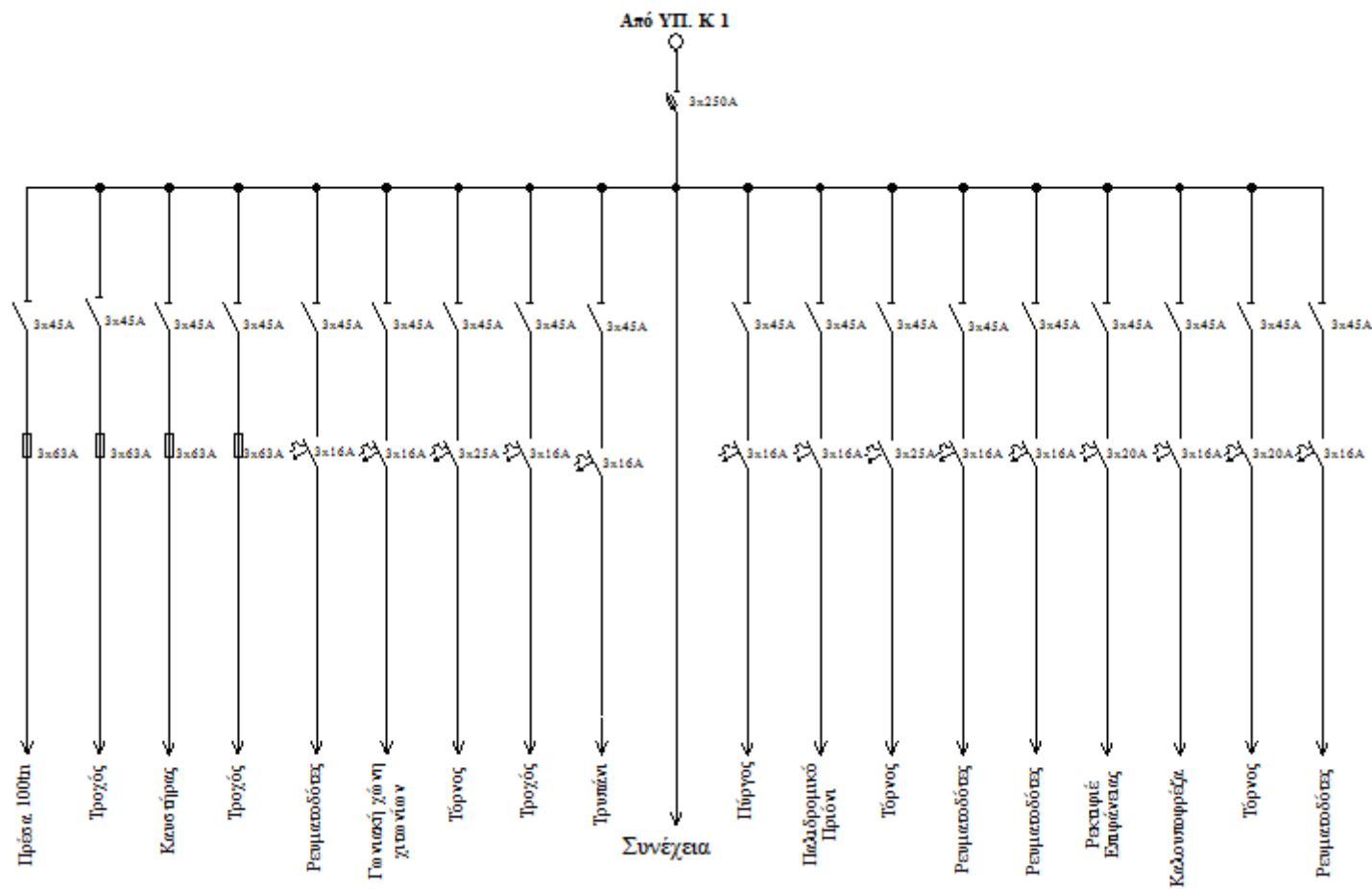
Στους δυο επόμενους πίνακες παρουσιάζεται ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του τμήματος αναφορικά τόσο με τα μηχανήματα τα οποία στεγάζει ο χώρος όσο και με τα φωτιστικά σώματα που τον καλύπτουν.



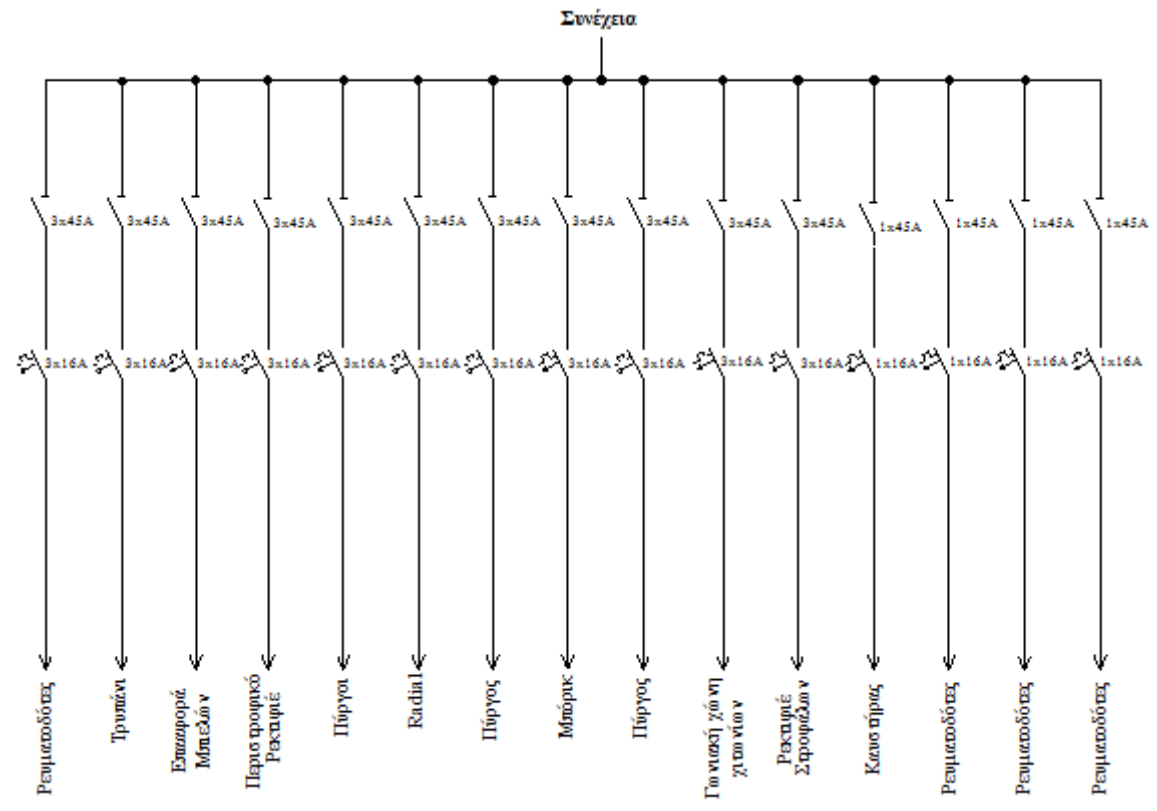
Σχέδιο 9.7: Μονογραμμικό σχέδιο Γενικού Πίνακα και ΥΠ.Κ



Σχέδιο 9.8: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ.Κ1 Δεξιά



Σχέδιο 9.9: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.3(α)



**Σχέδιο 9.10:** Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.3(β)

<b>Μηχανήματα</b>	<b>P<sub>μηχ.</sub>(kW)</b>	<b>P<sub>ηλεκ.</sub>(kW)</b>	<b>Ωρες Λειτ.</b>	<b>E (kWh)</b>
<b>Τόρνος HARRISON M400</b>	7,5	9,5	1300,0	12350,0
<b>Τόρνος HARRISON M400</b>	7,5	9,5	1300,0	12350,0
<b>Τόρνος TOS TRENCIN SN 40B-50B</b>	5,5	7,0	1300,0	9100,0
<b>Πριόνι κορδέλα BOMAR ERGONOMIC 290-250GAC</b>	4,6	5,8	85,8	497,6
<b>Δράπανα κολονάτα</b>	1,8	2,7	260,0	702,0
<b>Δράπανα κολονάτα</b>	1,8	2,7	260,0	702,0
<b>Καλουπόφρεζα LAGUN FTV-1S</b>	2,3	3,0	1300,0	3900,0
<b>Ρεκτιφιέ επιφάνειας ALPHA 17</b>	4,5	6,0	1040,0	6240,0
<b>Γωνιακή χώνη χιτωνίων ZANROSSO LOGO 170</b>	1,1	1,5	260,0	390,0
<b>Ρεκτιφιέ στροφάλων περιστροφικό BERCO RTM 270</b>	4,0	4,9	780,0	3822,0
<b>Επαναφορά – ευθυγράμμιση μπιελών ZANROSSO ELLE 600</b>	1,5	2,1	174,2	357,1
<b>Boring ZANROSSO EKO 160</b>	6,7	7,9	1040,0	8216,0
<b>Πρέσα OMCN 100tn</b>	3,0	3,8	65,0	247,0
<b>RANTIAL MLS V063</b>	3,0	3,9	21,6	84,2
<b>Ρεκτιφιέ περιστροφικό BERCO RSV</b>	3,0	4,1	1040,0	4264,0
<b>Τροχός ELEKTRA BECKUM</b>	0,7	0,8	65,0	50,7
<b>Τροχός ELEKTRA BECKUM</b>	0,7	0,8	65,0	50,7
<b>Τροχός ELEKTRA BECKUM</b>	0,7	0,8	65,0	50,7
<b>Τροχός ELEKTRA BECKUM</b>	0,7	0,8	65,0	50,7
<b>Σύνολο</b>	<b>60,8</b>	<b>77,5</b>	<b>10486,6</b>	<b>63424,7</b>

Πίνακας 9.8: Μηχανήματα συνεργείου Μηχανουργείου

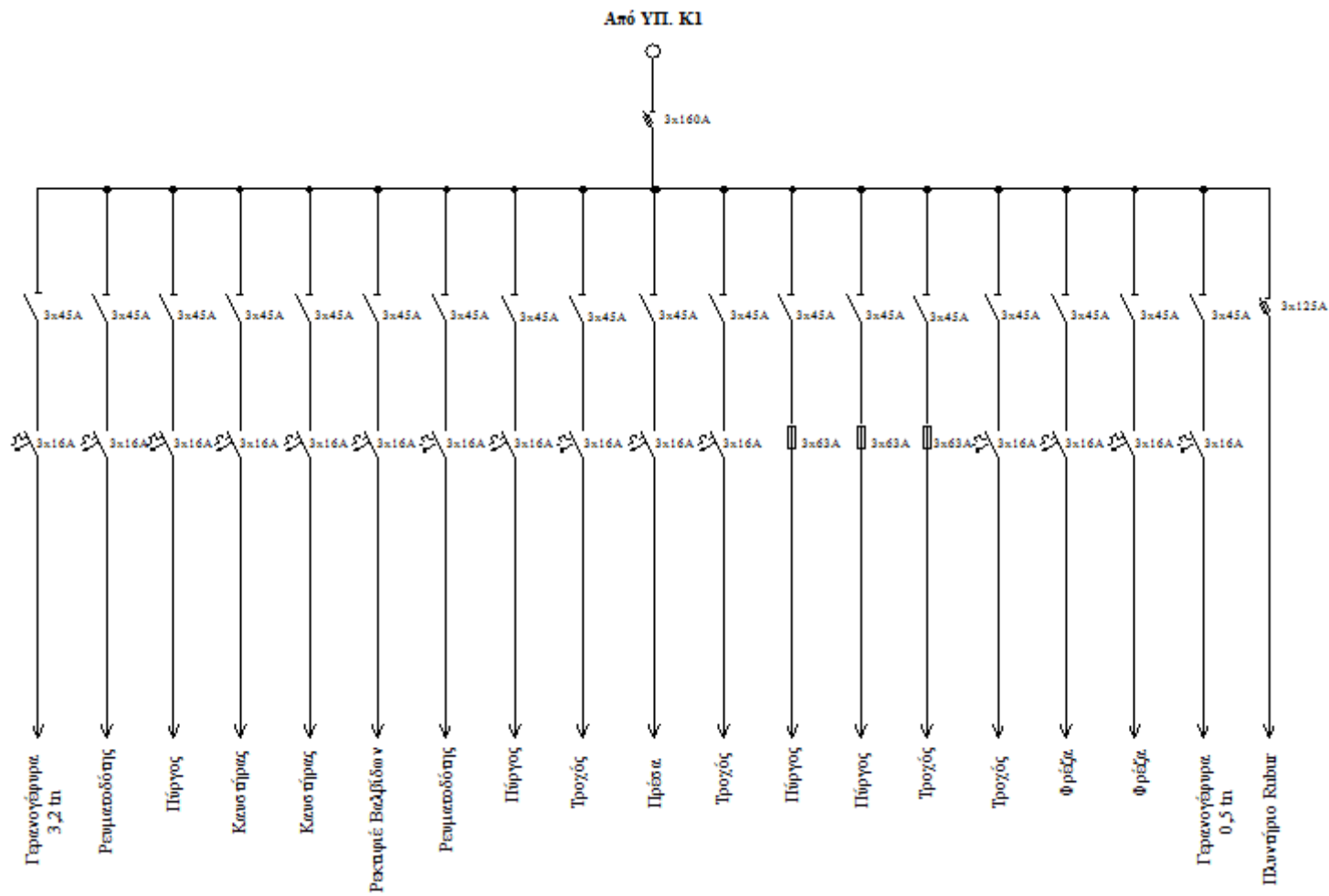
	<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 2</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 3</b>
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Κρεμαστή Καμπάνα</b>	<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>	<b>Αυτόνομη λάμπα μηχανήματος</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	28	1	6
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών/(έτος)</b>	2080	2080	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	1	4	1
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Αλογόνου	Φθορισμού	Φθορισμού
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	400W	72W	60W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνιού</b>	Μαγνητικό	Μαγνητικό	Πυρακτώσεως
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

**Πίνακας 9.10:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων συνεργείου Μηχανουργείου

### 9.3.3 Συνεργείο Κινητήρων

Το συγκεκριμένο συνεργείο είναι ένα σύγχρονο τμήμα και ο χώρος που καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης είναι 510 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 6 άτομα . Εκτελούνται οι εξής εργασίες: αποσυναρμολόγηση κινητήρα, επισκευή συστημάτων τροφοδοσίας του κινητήρα, επισκευή κυλινδροκεφαλών και συναρμολόγηση κινητήρα. Το τμήμα κινητήρων βρίσκεται σε αгаστή συνεργασία με την πλειονότητα των υπολοίπων τμημάτων και κυρίως με το μηχανουργείο. Ο χώρος τροφοδοτείται από δυο πίνακες: τον ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.4 και τον ΥΠ.ΦΩΤ. 15. Στο χώρο βρίσκεται και ο πίνακας που τροφοδοτεί τα πλυντήρια (ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.10). Η μεγαλύτερη κατανάλωση οφείλεται στα δυο πλυντήρια Robur και Simplex που διαθέτει ο χώρος για τον καθαρισμό των κινητήρων πριν και μετά την επισκευή. Στο σχέδιο 9.11 δίνεται το μονογραμμικό διάγραμμα του ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.4 ενώ το αντίστοιχο για τον ΥΠ.ΦΩΤ. 15 βρίσκεται στο Παράρτημα Ι.

Στους δυο επόμενους πίνακες παρουσιάζεται ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του τμήματος αναφορικά τόσο με τα μηχανήματα τα οποία στεγάζει ο χώρος όσο και με τα φωτιστικά σώματα που τον καλύπτουν.



Σχέδιο 9.11: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.4



Μηχανήματα	$P_{μηχ.}(kW)$	$P_{ηλεκ.}(kW)$	Ώρες Λειτ.	E (kWh)
Πλυντήριο ROBUR	28,2	31,7	2080,0	65936,0
Πλυντήριο SIMPLEX BIG	36,8	37,9	2080,0	78832,0
Πρέσα KYAM 50tn	3	3,8	260,0	988,0
Ρεκτιφιέ βαλβίδων ZANROSSO DI 200	0,55	0,8	1820,0	1401,4
Φρέζα κυλινδροκεφαλών SCLEDUM RSV – 150	2,2	2,7	2080,0	5616,0
Φρέζα VV80 AZ SPA	1,5	1,9	2080,0	3952,0
Απαγωγέας καυσαερίων PLYMONENT – MFC1000	2,2	2,8	130,0	364,0
Απαγωγέας καυσαερίων PLYMONENT – MFC1001	2,2	2,8	130,0	364,0
Γερανογέφυρα	0,8	1,0	1820,0	1865,5
Γερανογέφυρα 3.2tn	4,6	5,2	1820,0	9464,0
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,74	0,8	65,0	50,7
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,74	0,8	65,0	50,7
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,74	0,8	65,0	50,7
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,74	0,8	65,0	50,7
<b>Σύνολο</b>	<b>85,0</b>	<b>93,7</b>	<b>14560,0</b>	<b>168985,7</b>

Πίνακας 9.11: Μηχανήματα συνεργείου Κινητήρων



Εικόνα 9.5: Χώρος Συνεργείου Κινητήρων

	<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 2</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 3</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 4</b>
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Κρεμαστή Καμπάνα</b>	<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>	<b>Οροφής Διατομής Παρ/μου 120X30</b>	<b>Αυτόνομη λάμπα μηχανήματος</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	24	1	11	6
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	2080	2080	2080	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	1	4	2	1
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Αλογόνου	Φθορισμού	Φθορισμού	Φθορισμού
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	400W	72W	72W	60W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηγίου</b>	Μαγνητικό	Μαγνητικό	Μαγνητικό	Πυρακτώσεως
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

**Πίνακας 9.12:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων συνεργείου Κινητήρων

### 9.3.4 Συνεργείο Επισκευής Ψυγείων

Το συγκεκριμένο συνεργείο είναι ένα σύγχρονο τμήμα και ο χώρος που καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης είναι 231 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 2 άτομα και είναι σχετικά αυτόνομο και ανεξάρτητο από τα υπόλοιπα τμήματα του κτιρίου καθώς εξειδικεύεται στην επισκευή των ψυγείων των λεωφορειακών συγκροτημάτων. Ο χώρος τροφοδοτείται από δυο πίνακες: τον ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.10 και τον ΥΠ.ΦΩΤ. 24. Στο σχέδιο 9.12 δίνεται το μονογραμμικό διάγραμμα του ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.10 ενώ το αντίστοιχο για τον ΥΠ.ΦΩΤ. 24 βρίσκεται στο Παράρτημα Ι.

Στους δυο επόμενους πίνακες παρουσιάζεται ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του τμήματος αναφορικά τόσο με τα μηχανήματα τα οποία στεγάζει ο χώρος όσο και με τα φωτιστικά σώματα που τον καλύπτουν.



Μηχανήματα	P <sub>μηχ.</sub> (kW)	P <sub>ηλεκ.</sub> (kW)	Ωρες Λειτ.	E (kWh)
<b>Απαγωγέας Καυσαερίων FILCAR SPA MASTER 200</b>	2,2	2,8	130,0	364,0
<b>Γερανογέφυρα DEMAG 0.2tn</b>	0,5	0,7	780,0	546,0
<b>Τροχός ELEKTRA BECKUM</b>	0,7	0,8	21,6	16,8
<b>Σύνολο</b>	<b>3,4</b>	<b>4,3</b>	<b>931,6</b>	<b>926,8</b>

Πίνακας 9.13: Μηχανήματα συνεργείου Επισκευής ψυγείων

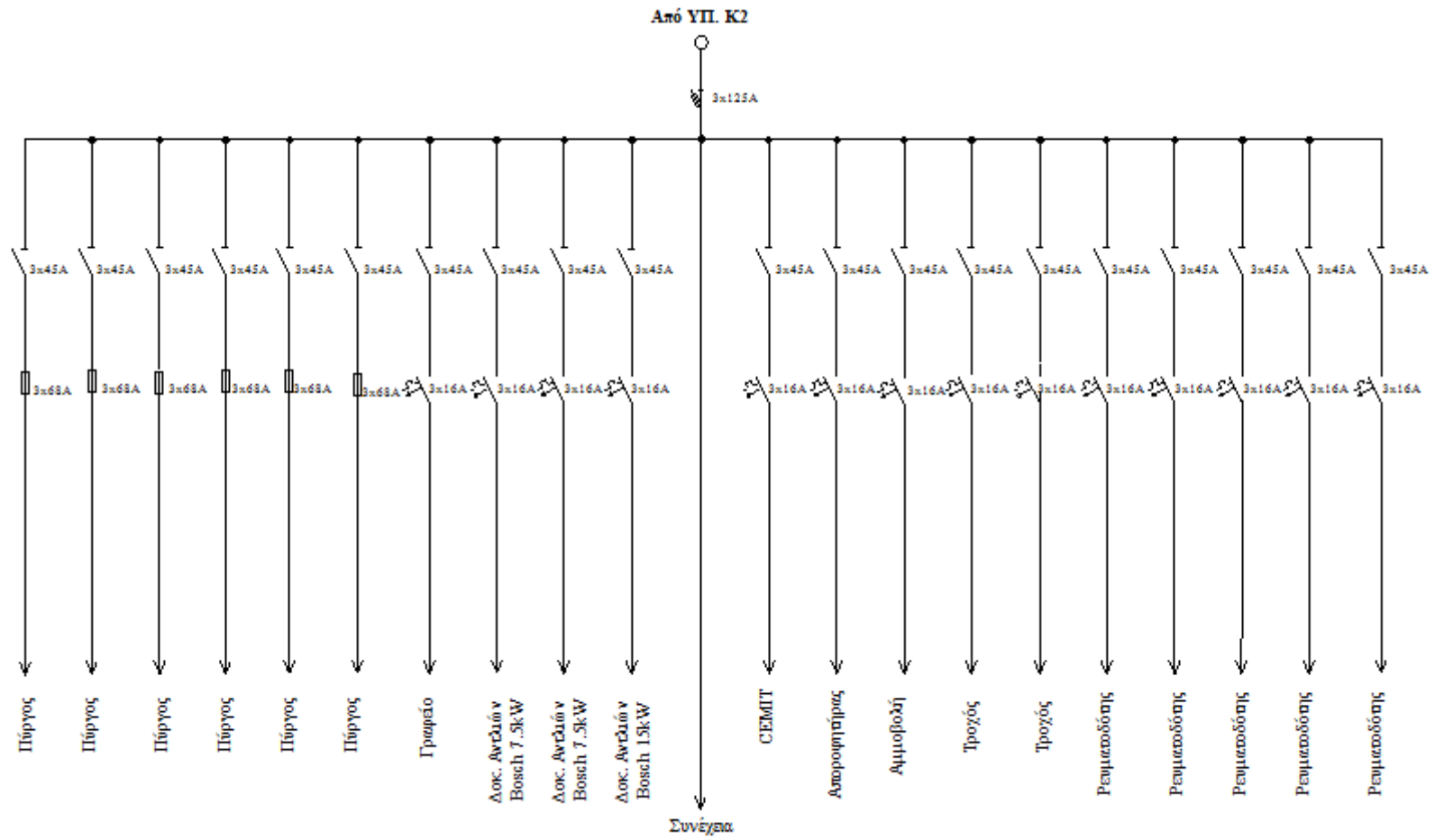
Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος	Φωτιστικό Σώμα 1	Φωτιστικό Σώμα 2
	Κρεμαστή Καμπάνα	Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60
Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο	9	1
Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)	2080	2080
Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό	1	4
Τύπος Λαμπτήρα	Αλογόνου	Φθορισμού
Συνολική Ισχύς Φωτιστικού	400W	72W
Τύπος Στραγγαλιστικού Πηγίου	Μαγνητικό	Μαγνητικό
Τύπος Φωτιστικού Σώματος	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

Πίνακας 9.14: Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων συνεργείου Επισκευής ψυγείων

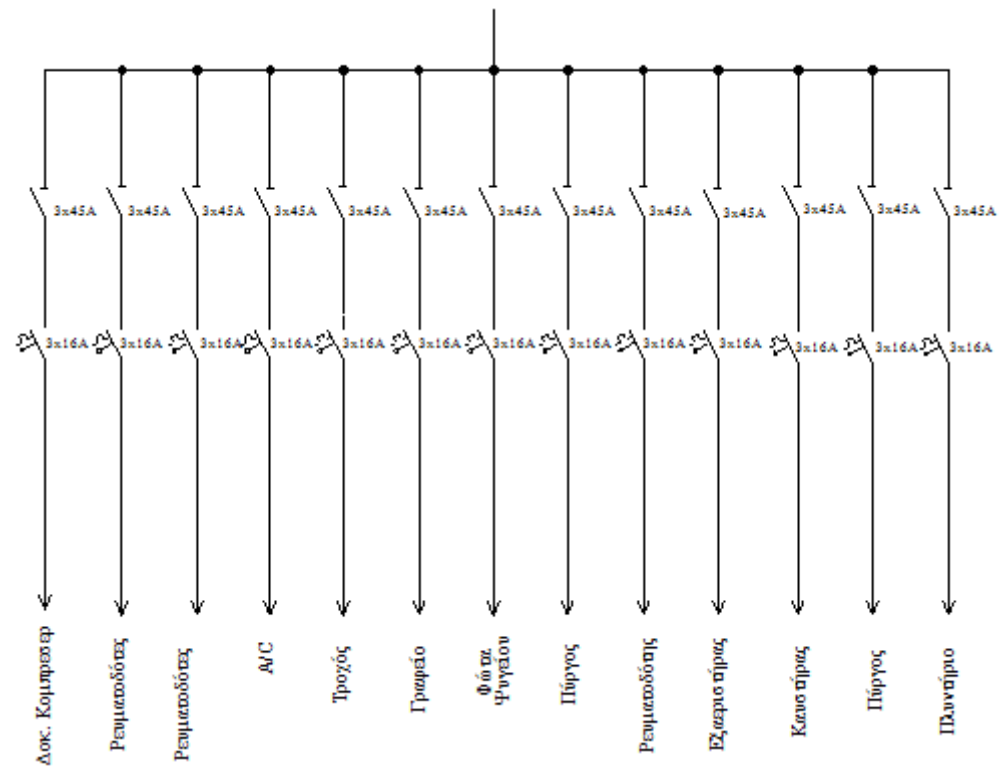
### 9.3.5 Δοκιμαστήριο Κινητήρων και Αντλιών Μπέκ

Το συγκεκριμένο συνεργείο καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης επιφάνεια 266 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 2 άτομα και συνεργάζεται απολυτά με το τμήμα κινητήρων και το μηχανουργείο. Στο χώρο αυτό βρίσκονται τρία σύγχρονα δοκιμαστήρια αντλιών της εταιρείας Bosch στα οποία γίνονται οι τελικές δοκιμές για την άρτια επισκευή των κινητήρων. Σχεδόν το 80-90% της κατεστημένης ισχύος καταναλώνεται στα δοκιμαστήρια αυτά.. Ο χώρος τροφοδοτείται από δυο πίνακες: τον ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.9 και τον ΥΠ.ΦΩΤ. 24. Στα σχέδια 9.13 και 9.14 δίνεται το μονογραμμικό διάγραμμα του ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.10 ενώ το αντίστοιχο για τον ΥΠ.ΦΩΤ. 24 βρίσκεται στο Παράρτημα Ι.

Στους δυο επόμενους πίνακες παρουσιάζεται ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του τμήματος αναφορικά τόσο με τα μηχανήματα τα οποία στεγάζει ο χώρος όσο και με τα φωτιστικά σώματα που τον καλύπτουν.



Σχέδιο 9.13: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.9(α)



Σχέδιο 9.14: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.9(β)

Μηχανήματα	P <sub>μηχ.</sub> (kW)	P <sub>ηλεκ.</sub> (kW)	Ωρες Λειτ.	E (kWh)
Δοκιμαστήριο Αντλιών BOSCH	7,5	9,8	1040,0	10154,7
Δοκιμαστήριο Αντλιών BOSCH EPS 707 16,5 A, 7,5kW	7,5	9,5	1040,0	9856,0
Δοκιμαστήριο Αντλιών BOSCH EPS 815	15,0	18,4	1040,0	19114,7
Δυναμική ζυγοστάθμιση CEMIT	1,0	1,2	780,0	904,2
Μηχάνημα αμμοβολής	0,8	1,0	1820,0	1898,6
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,7	0,8	260,0	202,8
Τροχός FEMI 233	0,8	1,1	260,0	275,3
<b>Σύνολο</b>	<b>33,2</b>	<b>41,7</b>	<b>6240,0</b>	<b>42406,3</b>

Πίνακας 9.15: Μηχανήματα Δοκιμαστηρίου Κινητήρων και Αντλιών Μπέκ

Φωτιστικό Σώμα 1	
Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος	Κρεμαστή Καμπάνα
Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο	12
Ωρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)	2080
Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό	1
Τύπος Λαμπτήρα	Αλογόνου
Συνολική Ισχύς Φωτιστικού	400W
Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνιού	Μαγνητικό
Τύπος Φωτιστικού Σώματος	Με κάλυμμα

Πίνακας 9.16: Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων συνεργείου Κινητήρων και Αντλιών Μπέκ



Εικόνα 9.6: Χώρος συνεργείου Κινητήρων και Αντλιών Μπέκ

### 9.3.6 Συνεργείο Συμπιεστών και Κλιματιστικών

Το συγκεκριμένο συνεργείο καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης επιφάνεια 266 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 2 άτομα και είναι αυτόνομο και ανεξάρτητο από τα υπόλοιπα τμήματα της βάσης. Ο χώρος τροφοδοτείται από δυο πίνακες: τον ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.9 και τον ΥΠ.ΦΩΤ. 23. Τα μονογραμμικό του ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.9 παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο ενώ το αντίστοιχο για τον ΥΠ.ΦΩΤ. 23 βρίσκεται στο Παράρτημα Ι

Στους δυο επόμενους πίνακες παρουσιάζεται ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του τμήματος αναφορικά τόσο με τα μηχανήματα τα οποία στεγάζει ο χώρος όσο και με τα φωτιστικά σώματα που τον καλύπτουν.

Μηχανήματα	P <sub>μηχ.</sub> (kW)	P <sub>ηλεκ.</sub> (kW)	Ωρες Λειτ.	E (kWh)
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,7	0,8	65,0	50,7
Δοκιμαστήριο-μετρητής πίεσης Κομπρεσέρ	4,0	4,6	260,0	1196,0
<b>Σύνολο</b>	<b>4,7</b>	<b>5,4</b>	<b>325,0</b>	<b>1246,7</b>

Πίνακας 9.17: Μηχανήματα Δοκιμαστήριου Συνεργείου Συμπιεστών και Κλιματιστικών

	Φωτιστικό Σώμα 1	Φωτιστικό Σώμα 2	Φωτιστικό Σώμα 3
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Κρεμαστή Καμπάνα</b>	<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>	<b>Οροφής Διατομής Παρ/μου 120X30</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	12	4	1
<b>Ωρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	2080	2080	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	1	4	2
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Αλογόνου	Φθορισμού	Φθορισμού
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	400W	72W	72W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου</b>	Μαγνητικό	Μαγνητικό	Μαγνητικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

Πίνακας 9.18: Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων Συνεργείου Συμπιεστών και Κλιματιστικών





**Εικόνα 9.7:** Χώρος συνεργείου Συμπιεστών και Κλιματιστικών

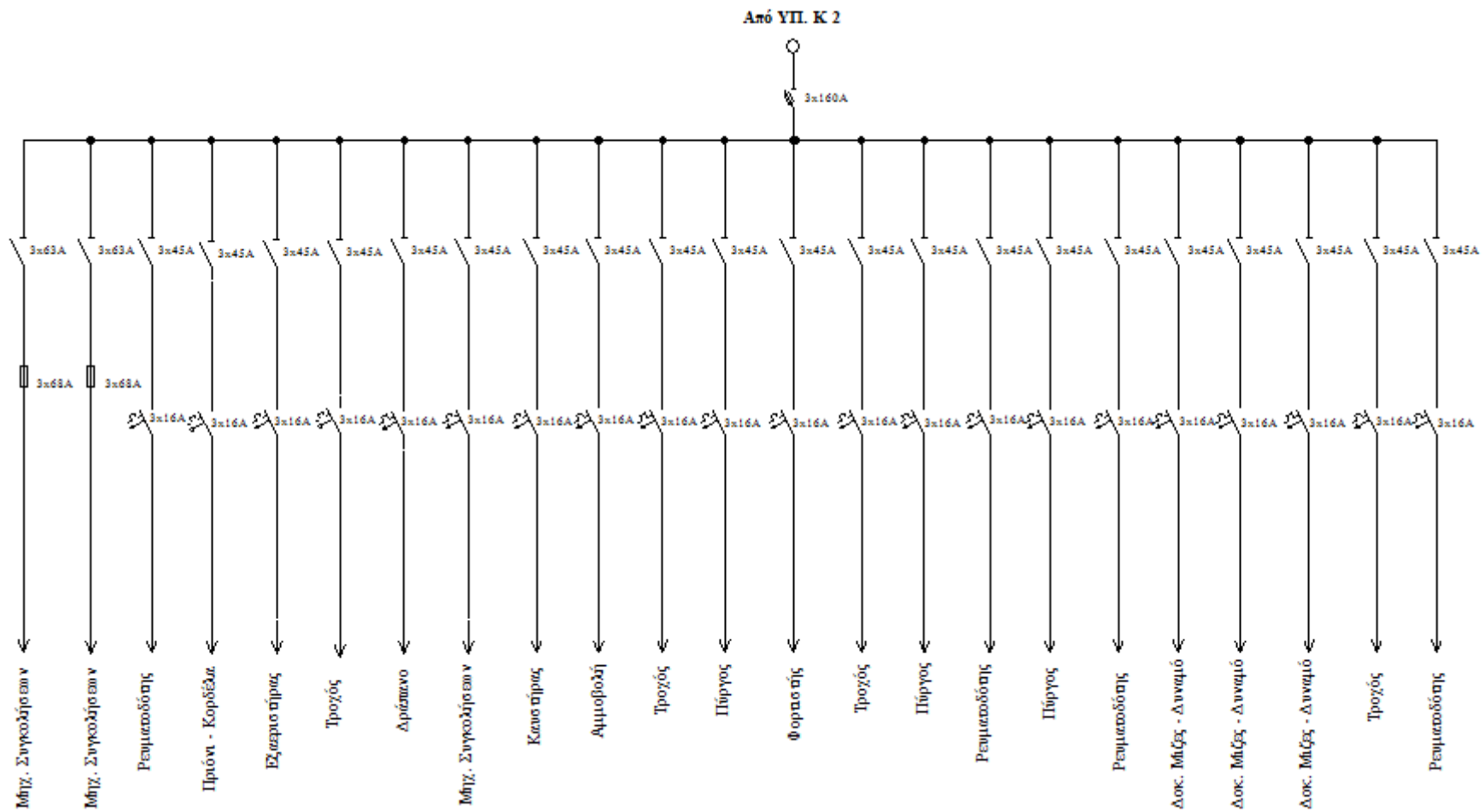
### 9.3.7 Συνεργείο Ηλεκτροσυγκολλήσεων

Το συγκεκριμένο συνεργείο καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης επιφάνεια 130 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 2 άτομα και συνεργάζεται απολυτά με το μηχανουργείο και τους κινητήρες. Στο χώρο αυτό βρίσκονται τρία μηχανήματα ηλεκτροσυγκόλλησης πολύ μεγάλης ισχύος. Σχεδόν το 60-70% της εγκατεστημένης ισχύος καταναλώνεται στα μηχανήματα αυτά.. Ο χώρος τροφοδοτείται από δυο πίνακες: τον ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.11 και τον ΥΠ.ΦΩΤ. 25. Στο σχέδιο 9.15 δίνεται το μονογραμμικό διάγραμμα του ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.11 ενώ το αντίστοιχο για τον ΥΠ.ΦΩΤ. 25 βρίσκεται στο Παράρτημα Ι.



**Εικόνα 9.8:** Χώρος συνεργείου Ηλεκτροσυγκολλήσεων

Στους δυο επόμενους πίνακες παρουσιάζεται ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του τμήματος αναφορικά τόσο με τα μηχανήματα τα οποία στεγάζει ο χώρος όσο και με τα φωτιστικά σώματα που τον καλύπτουν.



Σχέδιο 9.15: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.11

Μηχανήματα	P <sub>μηχ.</sub> (kW)	P <sub>ηλεκ.</sub> (kW)	Ώρες Λειτ.	E (kWh)
Μηχανή ηλεκτροσυγκολλήσεως KEMPI-MASTER TIG 3500W	3,5	5,0	390,0	1943,1
Μηχανή ηλεκτροσυγκολλήσεως STEL TOP 504-C	3,5	5,0	260,0	1295,4
Μηχανή ηλεκτροσυγκολλήσεως Σύρμα CEA EUROFIL 210	3,5	5,0	520,0	2590,8
Απαγωγέας καυσαερίων PLYMONENT-MFC1000	1,1	1,4	130,0	182,2
Πριόνι - κορδέλα για μέταλλα PIVOLS TMJ	2,3	3,4	130,0	448,0
Δράπανο	0,9	1,2	182,0	222,2
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,7	0,8	65,0	50,7
<b>Σύνολο</b>	<b>15,5</b>	<b>21,8</b>	<b>1677,0</b>	<b>6732,4</b>

Πίνακας 9.19: Μηχανήματα Συνεργείο Ηλεκτροσυγκολλήσεων

Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος	Φωτιστικό Σώμα 1	Φωτιστικό Σώμα 2
	Κρεμαστή Καμπάνα	Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60
Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο	9	1
Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)	2080	2080
Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό	1	4
Τύπος Λαμπτήρα	Αλογόνου	Φθορισμού
Συνολική Ισχύς Φωτιστικού	400W	72W
Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου	Μαγνητικό	Μαγνητικό
Τύπος Φωτιστικού Σώματος	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

Πίνακας 9.20: Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων Συνεργείο Ηλεκτροσυγκολλήσεων

#### 9.4 ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΚΕΥΩΝ

Το τμήμα ηλεκτρικών συγκροτημάτων δεν αποτελεί μεγάλο κομμάτι της εγκατάστασης. Στο συγκεκριμένο τομέα πραγματοποιείται η επισκευή, επιδιόρθωση και συντήρηση των ηλεκτρικών μερών των λεωφορείων. Στο συγκεκριμένο χώρο εργάζονται 20 άτομα. Παρακάτω γίνεται μια λεπτομερής αποτύπωση της ηλεκτρικής εγκατάστασης των επιμέρους τμημάτων που το αποτελούν.

#### 9.4.1 Συνεργείο Ηλεκτρικών Επισκευών

Το συγκεκριμένο συνεργείο καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης επιφάνεια 143 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 5 άτομα και συνεργάζεται με τα υπόλοιπα τμήματα και κυρίως με το συνεργείο κινητήρων. Το συνεργείο αυτό ασχολείται με την επισκευή των δυναμό και των μίζων των λεωφορείων. Η κύρια κατανάλωση πραγματοποιείται από το δοκιμαστήριο δυναμό – μίζες (ψηφιακό) ενώ στον ίδιο χώρο υπάρχει και ένα αναλογικό δοκιμαστήριο με τις ίδιες προδιαγραφές με το προηγούμενο το οποίο όμως χρησιμεύει σαν εφεδρεία και γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται σπανία. Ο χώρος τροφοδοτείται από δυο πίνακες: τον ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.11 και τον ΥΠ.ΦΩΤ. 25. Το μονογραμμικό διάγραμμα του ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.11 έχει δοθεί σε προηγούμενη παράγραφο ενώ το αντίστοιχο για τον ΥΠ.ΦΩΤ. 25 βρίσκεται στο Παράρτημα Ι.

Στους δυο επόμενους πίνακες παρουσιάζεται ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του τμήματος αναφορικά τόσο με τα μηχανήματα τα οποία στεγάζει ο χώρος όσο και με τα φωτιστικά σώματα που τον καλύπτουν.

Μηχανήματα	P <sub>μηχ.</sub> (kW)	P <sub>ηλεκ.</sub> (kW)	Ώρες Λειτ.	E (kWh)
Δοκιμαστήριο μίζες - δυναμό (ψηφιακό) BOSCH	7,5	9,7	260,0	2522,0
Τροχός 330W	0,33	0,4	65,0	26,0
Τροχός 200W	0,2	0,3	65,0	19,5
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,24	0,3	65,0	19,5
<b>Σύνολο</b>	<b>8,27</b>	<b>10,7</b>	<b>455,0</b>	<b>2587,0</b>

Πίνακας 9.20: Μηχανήματα Συνεργείο Ηλεκτρικών Επισκευών



Εικόνα 9.9: Χώρος συνεργείου Ηλεκτρικών Επισκευών

Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος	Φωτιστικό Σώμα 1	Φωτιστικό Σώμα 2
	Κρεμαστή Καμπάνα	Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60
Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο	6	1
Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)	2080	2080
Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό	1	4
Τύπος Λαμπτήρα	Αλογόνου	Φθορισμού
Συνολική Ισχύς Φωτιστικού	400W	72W
Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνιού	Μαγνητικό	Μαγνητικό
Τύπος Φωτιστικού Σώματος	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

Πίνακας 9.21: Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων Συνεργείο Ηλεκτρικών Επισκευών

#### 9.4.2 Συνεργείο Ηλεκτρονικών Επισκευών

Το συγκεκριμένο συνεργείο καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης επιφάνεια 203 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 10 άτομα και είναι ανεξάρτητο από τα υπόλοιπα τμήματα.. Το συνεργείο αυτό ασχολείται κατά βάση με την κατασκευή, επισκευή και συντήρηση των ηλεκτρονικών πινακίδων των λεωφορείων. Επιπλέον στις αρμοδιότητες του τμήματος είναι ο έλεγχος και η επισκευή των ταχογράφων των λεωφορείων μέσω μιας ιδιοκατασκευής των εργαζομένων της Ε.ΘΕ.Λ. Στο χώρο δεν υπάρχουν μηχανήματα μεγάλης ισχύος καθώς εργάζεται με υψίσυχνα ρεύματα και η κύρια κατανάλωση προέρχεται από τα κλιματιστικά σώματα που φροντίζουν για την ψύξη και τη θέρμανση του χώρου. Ο χώρος τροφοδοτείται από ένα πίνακα: τον ΥΠ. Ηλεκτρονικών.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα φωτιστικά σώματα που φωτίζουν το χώρο.



Εικόνα 9.10: Χώρος συνεργείου Ηλεκτρονικών Επισκευών

	<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 2</b>
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Κρεμαστή Καμπίνα</b>	<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	9	20
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	2080	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	1	4
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Αλογόνου	Φθορισμού
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	400W	72W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου</b>	Μαγνητικό	Μαγνητικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα	Αντανακλαστικό

**Πίνακας 9.22:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων Συνεργείο Ηλεκτρονικών Επισκευών

#### 9.4.3 Συνεργείο Επισκευής Ακυρωτικών Μηχανημάτων

Το συγκεκριμένο συνεργείο καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης επιφάνεια 140 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 5 άτομα και είναι ανεξάρτητο από τα υπόλοιπα τμήματα.. Το συνεργείο αυτό ασχολείται κατά βάση με την επισκευή και συντήρηση των ακυρωτικών μηχανημάτων των λεωφορείων Στο χώρο δεν υπάρχουν μηχανήματα μεγάλης ισχύος καθώς εργάζεται με υψίσυχνα ρεύματα ενώ η θέρμανση – ψύξη του χώρου γίνεται από το κεντρικό σύστημα κλιματισμού. Ο χώρος τροφοδοτείται από ένα πίνακα: τον ΥΠ. ΦΩΤ.Νο.25. Το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα έχει δοθεί στις προηγούμενες παραγράφους.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα φωτιστικά σώματα που φωτίζουν το χώρο.

	<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	19
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	4
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Φθορισμού
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	72W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου</b>	Μαγνητικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα

**Πίνακας 9.23:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων Συνεργείο Επισκευής Ακυρωτικών Μηχανημάτων



**Εικόνα 9.11:** Χώρος συνεργείου Επισκευής Ακυρωτικών Μηχανημάτων

## **9.5 ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ**

Το τμήμα Προγραμματισμού και Συντήρησης καταλαμβάνει ένα μεγάλο κομμάτι της εγκατάστασης. Αποτελεί στην ουσία κομμάτι της διοίκησης το οποίο έρχεται σε άμεση επαφή με τα τεχνικά τμήματα της βάσης. Για το λόγο αυτό το τμήμα δεν έχει μηχανήματα βαρίου τύπου παρά μόνο εγκατάσταση φωτισμού. Στο συγκεκριμένο χώρο εργάζονται 8 άτομα. Παρακάτω γίνεται μια λεπτομερής αποτύπωση της ηλεκτρικής εγκατάστασης των επιμέρους τμημάτων που το αποτελούν.

### **9.5.1 Γραφείο Διαχείρισης Αποθηκών**

Το συγκεκριμένο τμήμα καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης επιφάνεια 132 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 5 άτομα και φροντίζει για τον εφοδιασμό όλων των τμημάτων με καινούργια ανταλλακτικά.. Ο χώρος τροφοδοτείται από ένα πίνακα: τον ΥΠ. ΦΩΤ.No.26. Το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα δίνεται στο Παράρτημα Ι.



**Εικόνα 9.12:** Χώρος Διαχείρισης Αποθηκών

Στον πίνακα 9.24 παρουσιάζονται τα φωτιστικά σώματα που φωτίζουν το χώρο.

<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>	
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	16
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	4
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Φθορισμού
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	72W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου</b>	Μαγνητικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα

**Πίνακας 9.24:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων Γραφείου Διαχείρισης Αποθηκών

### 9.5.2 Αποθήκη καινούριων Ανταλλακτικών

Το συγκεκριμένο τμήμα καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης επιφάνεια 1432 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 1 άτομα και φροντίζει για την σωστή και έγκαιρη προμήθεια των κατάλληλων ανταλλακτικών. Ο χώρος τροφοδοτείται από ένα πίνακα: τον ΥΠ. ΦΩΤ.No.26. Το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα δίνεται στο Παράρτημα Ι.



**Εικόνα 9.13:** Αποθήκη καινούριων Ανταλλακτικών



Στον πίνακα 9.25 παρουσιάζονται τα φωτιστικά σώματα που φωτίζουν το χώρο.

	<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 2</b>
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Κρεμαστή Καμπάνα</b>	<b>Οροφής Διατομής Παρ/μου 120X30</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	52	5
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	2080	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	1	2
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Αλογόνου	Φθορισμού
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	400W	72W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου</b>	Μαγνητικό	Μαγνητικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

**Πίνακας 9.25:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων Αποθήκη καινούριων Ανταλλακτικών

### 9.5.3 Αποθήκη παλιών Ανταλλακτικών

Το συγκεκριμένο τμήμα καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης επιφάνεια 600 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 1 άτομα. Στο χώρο αυτό καταφθάνουν όλα τα προς επισκευή συγκροτήματα των λεωφορείων. Ευθύνη του τμήματος είναι η δρομολόγηση των συγκροτημάτων αυτών στο κατάλληλο τμήμα επισκευής καθώς και η παραλαβή τους από αυτά. Ο χώρος τροφοδοτείται από ένα πίνακα: τον ΥΠ. ΦΩΤ. Αποθήκης. Το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα δίνεται στο Παράρτημα Ι.



**Εικόνα 9.14:** Αποθήκη παλιών Ανταλλακτικών

Στον πίνακα 9.26 παρουσιάζονται τα φωτιστικά σώματα που φωτίζουν το χώρο.

Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος	Φωτιστικό Σώμα 1	Φωτιστικό Σώμα 2
	Κρεμαστή Καμπάνα	Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60
Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο	31	1
Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)	2080	2080
Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό	1	4
Τύπος Λαμπτήρα	Αλογόνου	Φθορισμού
Συνολική Ισχύς Φωτιστικού	400W	72W
Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου	Μαγνητικό	Μαγνητικό
Τύπος Φωτιστικού Σώματος	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

Πίνακας 9.26: Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων Αποθήκη παλιών Ανταλλακτικών

#### 9.5.4 Πλυντήριο Ανταλλακτικών

Το συγκεκριμένο τμήμα καταλαμβάνει στο κτίριο της επισκευαστικής βάσης επιφάνεια 130 m<sup>2</sup>. Το τμήμα απασχολεί 1 άτομα. Στο χώρο αυτό καταφθάνουν η πλειονότητα των προς επισκευή συγκροτήματα των λεωφορείων για να καθαριστούν πριν την αποστολή τους στο αρμόδιο τμήμα. Ο χώρος τροφοδοτείται από ένα πίνακα: τον ΥΠ. ΦΩΤ. Πλυντηρίων. Το μονογραμμικό διάγραμμα του πίνακα δίνεται στο Παράρτημα Ι.

Στον πίνακα 9.26 παρουσιάζονται τα φωτιστικά σώματα που φωτίζουν το χώρο.

Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος	Φωτιστικό Σώμα 1	Φωτιστικό Σώμα 2
	Κρεμαστή Καμπάνα	Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60
Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο	11	1
Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)	2080	2080
Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό	1	4
Τύπος Λαμπτήρα	Αλογόνου	Φθορισμού
Συνολική Ισχύς Φωτιστικού	400W	72W
Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου	Μαγνητικό	Μαγνητικό
Τύπος Φωτιστικού Σώματος	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

Πίνακας 9.27: Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων Αποθήκη παλιών Ανταλλακτικών



Εικόνα 9.15: Πλυντήριο Ανταλλακτικών

## 9.6 ΛΟΙΠΟΙ ΧΩΡΟΙ

Στη παράγραφο αυτή θα αναφερθούν όλα τα τμήματα της βάσης τα οποία είναι υπαρκτά άλλα δεν μπορούν να ενταθούν σε κάποιο από τα παραπάνω τμήματα. Στα; τμήματα αυτά συμπεριλαμβάνονται:

- Τμήμα παραγωγής συμπιεσμένου αέρα
- Αποδυτήρια - WC
- Διάδρομοι
- Περιβάλλοντας χώρος

Το τμήμα παραγωγής αέρα είναι στην ουσία το μηχανοστάσιο κομπρεσέρ το οποίο αποτελείται από δυο αεροσυμπιεστές και καταλαμβάνει επιφάνεια 30 m<sup>2</sup>. Η λειτουργία των αεροσυμπιεστών γίνεται εναλλάξ κατά τις ημέρες λειτουργίας της επισκευαστικής βάσης με σκοπό να μην επιβαρύνονται διότι η λειτουργία τους είναι συνεχής. Το τμήμα αυτό τροφοδοτεί μέσω υπογείων σωληνώσεων σε ενσωματωμένες μονάδες (πύργοι) όλα τα τμήματα με πεπεισμένο αέρα. Η τροφοδοσία του χώρου γίνεται μέσω του ΥΠ.ΚΙΝ.Νο 8. Δίπλα στο πίνακα αυτό υπάρχει μικρό πινακάκι φωτισμού για τον φωτισμό του χώρου.

Στον πίνακα 9.28 παρουσιάζονται τα φωτιστικά σώματα που φωτίζουν το χώρο των αεροσυμπιεστών.

Μηχανήματα	P <sub>μηχ.</sub> (kW)	P <sub>ηλεκ.</sub> (kW)	Ωρες Λειτ.	E (kWh)
Αεροσυμπιεστής 1	55	67,6	1170,0	79092,0
Αεροσυμπιεστής 2	55	67,6	1170,0	79092,0
Αφυγραντήρας	1,9	2,4	2340,0	5616,0
<b>Σύνολο</b>	<b>111,9</b>	<b>137,6</b>	<b>4680,0</b>	<b>163800,0</b>

Πίνακας 9.28: Μηχανήματα Συνεργείο Τμήματος Παραγωγής συμπιεσμένου αέρα

<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>	
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	4
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών/(έτος)</b>	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	4
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Φθορισμού
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	72W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου</b>	Μαγνητικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα

**Πίνακας 9.29:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων τμήματος παραγωγής συμπιεσμένου αέρα



**Εικόνα 9.16:** Χώρος Αεροσυμπιεστών

Το μονογραμμικό διάγραμμα του ΥΠ.ΚΙΝ.No 8 παρουσιάζεται στο σχέδιο 9.16.

Αναφορικά με τα αποδυτήρια και τα μπάνια, οι εργαζόμενοι χρησιμοποιούν τους χώρους αυτούς σε καθημερινή βάση στην αρχή και τη λήξη της βραδιάς. Σχετικά με τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό μπορεί να γίνει αναφορά μόνο στα φωτιστικά σώματα τα οποία παρουσιάζονται στο σχετικό πίνακα. Εξωτερικά του χώρου των αποδυτηρίων στεγάζεται λέβητας και καυστήρας τα οποία χρησιμοποιούνται για την παράγωγή ζεστού νερού. Η τροφοδοσία αφορά μόνο στα αποδυτήρια και το μπάνιο που είναι παραπλεύρως αυτό και όχι όλη την εγκατάσταση.

Τέλος στο WC που βρίσκεται κοντά στα πλυντήρια υπάρχει θερμοσίφοντας 25 lt και ισχύος 2kW.

	<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>	<b>Φωτιστικό Σώμα 2</b>
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	<b>Κρεμαστή Καμπάνα</b>	<b>Οροφής Διατομής Παρ/μου 120X30</b>
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	6	15
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	2080	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	1	2
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Αλογόνου	Φθορισμού
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	400W	72W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου</b>	Μαγνητικό	Μαγνητικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα

**Πίνακας 9.30:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων αποδυτηρίων - WC



**Εικόνα 9.17:** Αποδυτήρια εργαζομένων

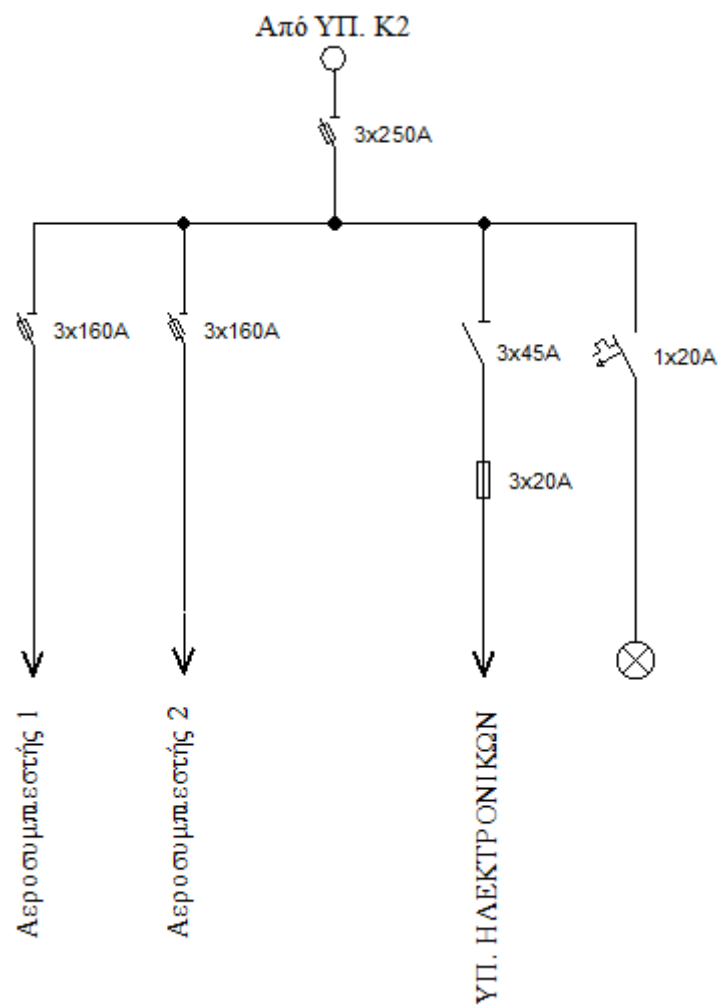
Στο κτίριο υπάρχουν δυο μεγάλοι διάδρομοι οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους και εξυπηρετούν την μεταφορά ανταλλακτικών και εξαρτημάτων ακόμη και με μικρά οχήματα. Τα φωτιστικά σώματα των διαδρομών καθώς και φαίνονται παρακάτω. Τα φωτιστικά τροφοδοτούνται από τον ΥΠ. ΦΩΤ. Νο.21 ενώ στο χώρο βρίσκεται ο κεντρικός υποπίνακας της αριστερής πτέρυγας, ΥΠ.Κ2 Αριστερά και ο ΥΠ.ΦΩΤ.Νο.27 που τροφοδοτεί τον ΥΠ.ΦΩΤ.Κ.Ε.Κ. Το μονογραμμικό σχέδιο του ΥΠ.Κ2 Αριστερά φαίνεται στο σχέδιο 9.16 ενώ το αντίστοιχο του ΥΠ. ΦΩΤ. Νο.21 και του ΥΠ.ΦΩΤ.Νο.27 δίνεται στο Παράρτημα I



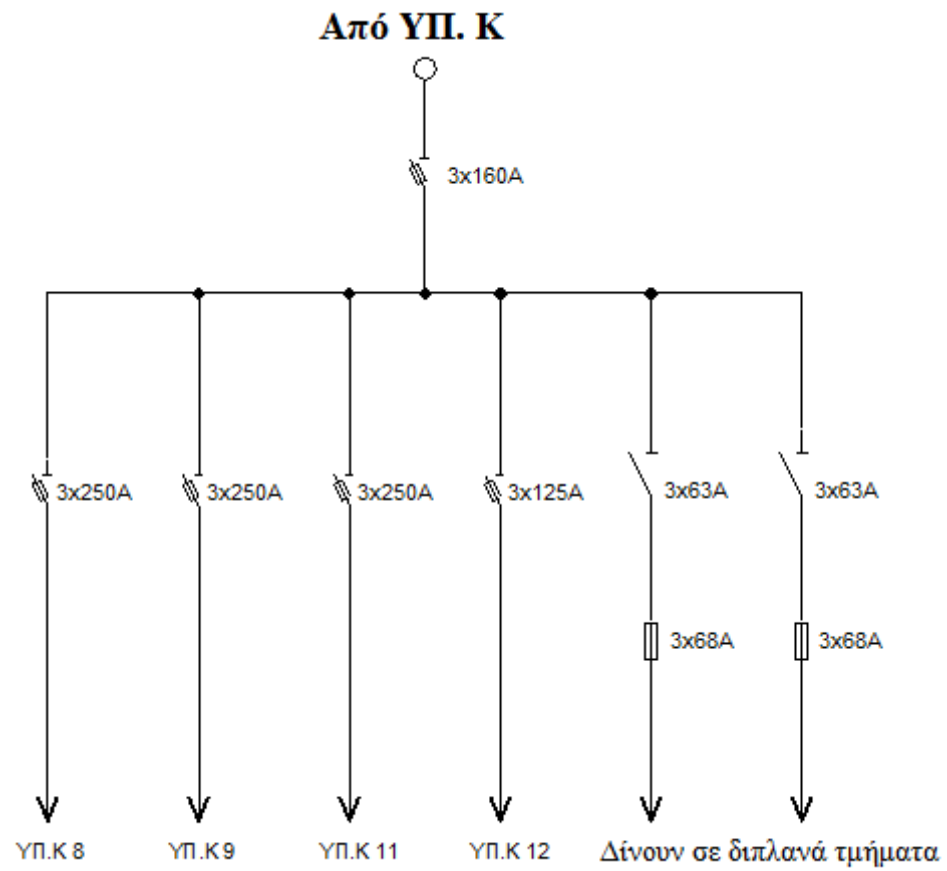
**Εικόνα 9.18:** Κεντρικός διάδρομος Νέας Επισκευαστικής Βάσης

	<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	Κρεμαστή Καμπάνα
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	9
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	2080
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	1
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Αλογόνου
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	400W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου</b>	Μαγνητικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα

**Πίνακας 9.31:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων Διαδρομών



Σχέδιο 9.16: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ.ΚΙΝ. Νο.8



**Σχέδιο 9.17:** Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ.Κ2 Αριστερά



Τέλος αξίζει να αναφερθούμε στον περιβάλλοντα χώρο ο οποίος φωτίζεται από προβολείς . Τα χαρακτηριστικά των φωτιστικών αυτών φαίνονται παρακάτω.

<b>Φωτιστικό Σώμα 1</b>	
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>	Προβολείς
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>	9
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / (έτος)</b>	3285
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	1
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Πυρακτώσεως
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	400W
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου</b>	Μαγνητικό
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα

**Πίνακας 9.32:** Χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων Περιβάλλοντα χώρου



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10<sup>ο</sup>:  
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ  
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



## 10.1 ΓΕΝΙΚΑ

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.

Στις επόμενες παραγράφους θα μελετηθούν ξεχωριστά οι εξής τομείς κατανάλωσης ενέργειας:

- Κατανάλωση ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία
- Κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό
- Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση – ψύξη
- Κατανάλωση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης

Αξίζει να σημειωθεί ότι στο χώρο υπάρχουν καταναλώσεις λόγω ηλεκτρικών συσκευών χαμηλής κατανάλωσης, όπως είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, φωτοαντιγραφικά μηχανήματα και μικρές οικιακές συσκευές. Η κατανάλωση των συγκεκριμένων χρήσεων δεν ήταν δυνατόν να υπολογιστεί και θεωρείται αμελητέα

Τέλος θα γίνει μια κατανομή της ενέργειας ανά χώρο ενώ θα υπολογιστούν και κάποιοι ενδεικτικοί δείκτες για την κατανάλωση της ενέργειας.

## 10.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Στην παραγωγική διαδικασία καταναλώνεται το μεγαλύτερο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας και γι' αυτό μελετάται χωριστά από την κατανάλωση των γραφείων τα οποία συγκαταλέγονται στην κατανάλωση για φωτισμό.

Η κατανομή της ενέργειας ανά χρήση θα γίνει με την εύλογη προϋπόθεση ότι η ενέργεια που καταναλώνεται σε κάθε μηχανήμα είναι ανάλογη της ισχύς του μηχανήματος και του χρόνου λειτουργίας του. Σε προηγούμενο κεφάλαιο έχουν δοθεί αναλυτικά οι πίνακες που αποτυπώνουν την κατανάλωση ισχύος και ενέργειας κάθε μηχανήματος. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά η κατανάλωση ισχύος και ενέργειας σε κάθε χώρο χωριστά ενώ στα δυο επόμενα σχήματα φαίνεται η συμβολή του κάθε τμήματος παράγωγης στην ισχύ αιχμής και την κατανάλωση ηλεκτρικής ενεργείας στην παραγωγική διαδικασία.

Όπως γίνεται αντιληπτό από τα παρακάτω στοιχεία τα πιο ενεργότερα τμήματα είναι το Συνεργείο Κιβώτιων Ταχυτήτων-Αξόνων – Διαφορικών, το Τμήμα Παράγωγης Συμπιεσμένου Αέρα και το Συνεργείο Κινητήρων καθώς και στα τρία μαζί καταναλώνεται το 82% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία. Τα τρία αυτά τμήματα έχουν την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ και όπως γίνεται αντιληπτό είναι αυτά τα οποία συμβάλουν περισσότερο στη παραγωγική διαδικασία μαζί φυσικά με το μηχανουργείο. Όλα τα υπόλοιπα τμήματα έχουν πολύ μικρή συμβολή στην αύξηση της αιχμής και της κατανάλωσης.



Σχήμα 10.1: Κατανομή ηλεκτρικής ισχύος στην παραγωγική διαδικασία



Σχήμα 10.2: Κατανομή ηλεκτρικής ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία

<b>Παραγωγικό Τμήμα</b>	<b>P<sub>ηλεκ.</sub> (kW)</b>	<b>E (kWh)</b>
Συνεργείο Κιβωτίων Ταχυτήτων – Αξόνων – Διαφορικών	196,1	173352,4
Συνεργείο Μηχανουργείου	77,5	63424,7
Συνεργείο Κινητήρων	93,7	168985,7
Συνεργείο Επισκευής Ψυγείων	4,3	926,8
Δοκιμαστήριο Κινητήρων και Αντλιών Μπέκ	41,7	42406,3
Συνεργείο Συμπιεστών και Κλιματιστικών	5,4	1246,7
Συνεργείο Ηλεκτροσυγκολλήσεων	21,8	6732,4
Συνεργείο Ηλεκτρικών Επισκευών	10,7	2587
Τμήμα Παραγωγής Συμπιεσμένου Αέρα	56,9	163800
<b>Σύνολο</b>	<b>508,1 kW</b>	<b>623462 kWh</b>

**Πίνακας 10.1:** Κατανάλωση ηλεκτρικής ισχύος και ενέργειας κατά τμήμα παραγωγής

### 10.3 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ

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.

Στον πίνακα 10.2 γίνεται μια συνολική αποτύπωση των φωτιστικών σωμάτων που υπάρχουν στο χώρο καθώς και των κατασκευαστικών, ηλεκτρικών και φοροτεχνικών τους χαρακτηριστικών. Η κατανομή εδώ δε γίνεται κατά χώρο άλλα κατά φωτιστικό γιατί θεωρείται ότι αποτυπώνει καλύτερα την υπάρχουσα κατάσταση και τις ενδεχόμενες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

	Κρεμαστή Καμπάνα	Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60	Οροφής Διατομής Παραλληλογράμμου 120X30	Επίτοιχο τύπου Χελώνας	Οροφής τύπου σποτ (1)	Οροφής τύπου σποτ (2)	Αυτόνομη λάμπα μηχανήματος	Προβολείς
<b>Αριθμός Φωτιστικών</b>	230	234	43	9	10	3	12	9
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>	1	4	2	1	1	1	1	1
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνιού</b>	Μαγνητικό	Μαγνητικό	Μαγνητικό	Μαγνητικό	Ηλεκτρονικό	Ηλεκτρονικό	Μαγνητικό	Μαγνητικό
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>	Αλογόνου	Φθορισμού	Φθορισμού	Πυρακτώσεως	Αλογόνου	Αλογόνου	Φθορισμού	Αλογόνου
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα	Αντανακλαστικό	Αντανακλαστικό	Με κάλυμμα	Με κάλυμμα
<b>Ενεργειακή Κλάση</b>	A	B	B	E	B	B	B	A
<b>Lumen ανά λαμπτήρα</b>	22000	1050	2500	710	860	1200	4000	48000
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>	400W	72W	72W	60W	16W	18W	58W	400W
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών / έτος</b>	2080	2080	2080	2080	2080	2080	2080	3285
<b>Ενέργεια Φωτιστικού</b>	832kWh	149,76kWh	149,76kWh	124,8kWh	33,3kWh	37,44kWh	124,8kWh	1314kWh
<b>Συνολική Ενέργεια Φωτιστικών</b>	<b>191360kWh</b>	<b>35043,84kWh</b>	<b>6439,68kWh</b>	<b>1123,2kWh</b>	<b>333kWh</b>	<b>112,32kWh</b>	<b>1497,6kWh</b>	<b>11826kWh</b>

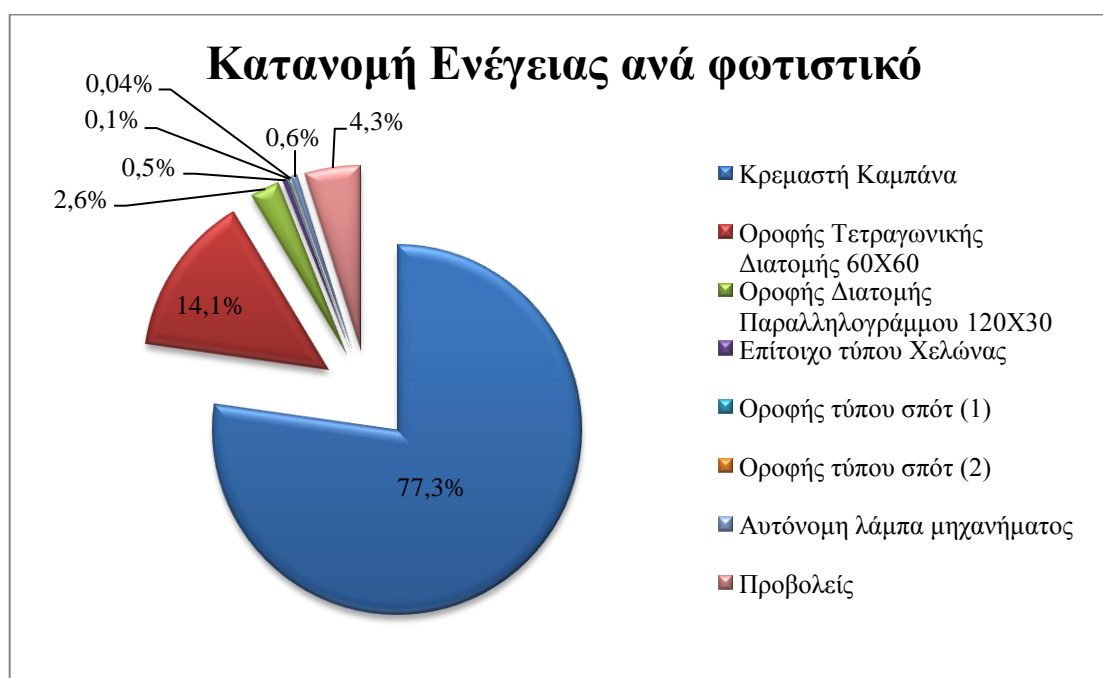
**Πίνακας 10.2:** Συνολική αποτύπωση των φωτιστικών σωμάτων της Νέας Επισκευαστικής Βάσης



Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται η κατανάλωση του κάθε φωτιστικού όπως προκύπτει από την ονομαστική ισχύ των λαμπτήρων του. Σε αυτές τις καταναλώσεις δεν έχει συμπεριληφθεί η κατανάλωση στις μαγνητικές στραγγαλιστικές διατάξεις. Από τη βιβλιογραφία έχει βρεθεί ότι η κατανάλωση στα μαγνητικά ballast ανέρχεται στο 10% της κατανάλωσης κάθε φωτιστικού. Όλα τα παραπάνω παρουσιάζονται στον πίνακα 10.3.

	Πριν τα ballast	Μετά τα ballast
<b>Κρεμαστή Καμπάνα</b>	191360,0	210496
<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>	35043,8	38548
<b>Οροφής Διατομής Παραλληλογράμμου 120X30</b>	6439,7	7084
<b>Επίτοιχο τύπου Χελώνας</b>	1123,2	1236
<b>Οροφής τύπου σπότ (1)</b>	332,8	332,8
<b>Οροφής τύπου σπότ (2)</b>	112,3	112,3
<b>Αυτόνομη λάμπα μηχανήματος</b>	1497,6	1647,4
<b>Προβολείς</b>	11826,0	13008,6
<b>Σύνολο</b>	<b>247735,4 kWh</b>	<b>272464,5 kWh</b>

Πίνακας 10.3: Ηλεκτρική κατανάλωση φωτιστικών με ballast



Σχήμα 10.3: Κατανομή ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό ανά τύπο φωτιστικού

Όπως φαίνεται από το παραπάνω πίνακα η συνολική ενεργεία που δαπανάται για φωτισμό είναι 272464,5 kWh. Το μεγαλύτερο μέρος από αυτό το ποσό καταναλώνεται στα φωτιστικά τύπου καμπάνας τα οποία βρίσκονται στο παραγωγικό χώρο της εγκατάστασης.

#### 10.4 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ

Η θέρμανση και η ψύξη της εγκατάστασης γίνεται με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας και πετρελαίου θέρμανσης. Ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιούν τα 11 κλιματιστικά μηχανήματα 9000 Btu / h το καθένα που λειτουργούν σε ολόκληρη την εγκατάσταση καθώς και το κεντρικό σύστημα θέρμανσης – ψύξης που λειτουργεί στην οροφής του κτιρίου και τροφοδοτεί τα γραφεία διοίκησης. Αξίζει να αναφερθεί ότι ο χώρος παραγωγής δεν δροσίζεται έκτος από ορισμένους κλειστούς χώρους που είναι χώροι συνάθροισης των εργαζομένων κατά τη διάρκεια του διαλείμματος τους. Το κεντρικό σύστημα θέρμανσης – ψύξης είναι συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 125kW. Το πετρέλαιο θέρμανσης χρησιμοποιείται σαν μέσο για την αποκλειστική θέρμανση του χώρου παραγωγής. Η θέρμανση πραγματοποιείται από πέντε αερολέβητες πετρελαίου ισχύος 100000 kcal / h περιμετρικά του κτιρίου και δυο ακόμα μεγαλύτερους σε ισχύ 160000 kcal / h κεντρικά στο χώρο παραγωγής. Οι λέβητες αυτοί λειτουργούν τέσσερις μήνες το χρόνο από περίπου τέσσερις ώρες και δεκαπέντε λεπτά την ημέρα.

	Αποδιδόμενη θερμική ισχύς (kcal / h)	Παροχή καυσίμου (kg / h)
<b>Αερολέβητας τύπου 1</b>	100000	12
<b>Αερολέβητας τύπου 2</b>	160000	19

**Πίνακας 10.4:** Χαρακτηριστικά των δυο τύπων αερολεβήτων

Ο βαθμός απόδοσης  $\eta_A$  των λεβήτων μπορεί να προσδιοριστεί άμεσα από τον παρακάτω τύπο:

$$\eta_A = \frac{Q_A}{Q_{\Pi}}$$

Στο τύπο αυτό  $Q_A$  [σε kW] είναι η θερμική ισχύς που αποδίδει ο λέβητας και  $Q_{\Pi}$  [σε kW] είναι η θερμική ισχύς που προσφέρεται στο λέβητα. Η προσφερόμενη θερμική ισχύς υπολογίζεται ως εξής:

$$Q_{\Pi} = m_k \cdot H_u$$

όπου

$m_k$  [kg / h]: η παροχή μάζας καυσίμου (κατανάλωση καυσίμου)

$H_u$  [kcal / kg]: η κατώτερη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου (για το πετρέλαιο θέρμανσης  $H_u=10250$  kcal / kg)

Με βάση τους παραπάνω τύπου και τον πίνακα 10.4 προκύπτουν οι βαθμοί απόδοσης των δύο τύπων λεβήτων οι οποίοι είναι:

$$\eta_{A1}=81,3 \quad \text{και} \quad \eta_{A2}=82,1$$

Για τη θέρμανση του χώρου το έτος 2010 σύμφωνα με τα στοιχεία της εταιρείας χρησιμοποιήθηκαν 40000 lt πετρελαίου θέρμανσης. Το πετρέλαιο θέρμανσης έχει πυκνότητα 0,83 Kg / lt. Άρα καταναλωθήκαν 33200 Kg πετρελαίου. Επειδή 1 tn πετρελαίου θέρμανσης αντιστοιχεί σε 0,978 TΠΠ καταλαβαίνει κανείς ότι η ενέργεια που καταναλώθηκε σε θέρμανση είναι 32,5 TΠΠ. Επειδή 1TΠΠ = 11627,9 kWh, η κατανάλωση εκφρασμένη σε kWh είναι 377907 kWh.

Τα στοιχεία ενεργειακής κατανάλωσης φαίνονται παρακάτω. Για τη μετατροπή των μονάδων από Btu σε kW ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

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

	Πλήθος	Δυναμικότητα (Btu/h)	Ισχύς (kW)	Ώρες λειτ. / ετος	E(kWh)
<b>Κλιματιστικά</b>	11	9000	2,635	260	7536,1
<b>Κεντρικό Σύστημα</b>	1	-	125	1040	130000
			<b>Σύνολο</b>		<b>137536,1</b>

**Πίνακας 10.5:** Ηλεκτρική κατανάλωση για θέρμανση – ψύξη

Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης σύμφωνα με τα παραπάνω είναι περίπου 81,5%. Αν σε αυτό το ποσοστό συνυπολογιστεί και ο βαθμός απόδοσης του ηλεκτρικού συστήματος που είναι ίσος με τη μονάδα τότε μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι ο συνολικό βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης μεσοσταθμικά προκύπτει περίπου ίσος με 85%.

Στο σχήμα 10.4 γίνεται σαφές ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση στον τομέα τη θέρμανσης και ψύξης οφείλεται στο πετρέλαιο θέρμανσης και τους αερολέβητες.



**Σχήμα 10.4:** Κατανομή ενέργειας για θέρμανση – ψύξη

## 10.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ

Για την παράγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης η βιομηχανία χρησιμοποιεί δυο μορφές ενέργειας: τον ηλεκτρισμό και το πετρέλαιο θέρμανσης. Ο ηλεκτρισμός χρησιμοποιείται από τους εννέα θερμοσίφωνες που βρίσκονται στα μπάνια και στους χώρους παραγωγής. Το πετρέλαιο θέρμανσης χρησιμοποιείται από έναν λέβητα που βρίσκεται στα αποδυτήρια και τροφοδοτεί τα αποδυτήρια με θερμό νερό. Ο λέβητας αυτό είναι λέβητας νερού με ισχύ 35000 kcal / h και η παροχή καυσίμου είναι 4,5 Kg / h. Λειτουργεί όλο το χρόνο περίπου μια ώρα και είκοσι λεπτά την ημέρα. Με βάση την διαδικασία που ακολουθήθηκε παραπάνω προκύπτει ότι ο βαθμός απόδοσης του συγκεκριμένου λέβητα είναι περίπου 81%.

Σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχτηκαν από την εταιρεία ο λέβητας αυτός τροφοδοτήθηκε το 2010 με 1800 lt πετρελαίου θέρμανσης. Ακλουθώντας τη διαδικασία και της προηγούμενης παραγράφου συμπεραίνουμε ότι η συνολική κατανάλωση πετρελαίου για ζεστό νερό είναι 1,46 TΠΠ ή 16989,9 kWh.

Τα στοιχεία ενεργειακής κατανάλωσης για τους θερμοσίφωνες φαίνονται στον πίνακα 10.6.

	Πλήθος	Ισχύς (kW)	Ώρες λειτ. / έτος	E (kWh)
Θερμοσίφωνας (μικρός)	8	2	260	4160
Θερμοσίφωνας (μεγάλος)	1	4	260	1040
			<b>Σύνολο</b>	<b>5200</b>

Πίνακας 10.6: Ηλεκτρική κατανάλωση για παραγωγή Ζεστού Νερού

Στο σχήμα 10.5 γίνεται σαφές ότι η μεγαλύτερη κατανάλωση στον τομέα ζεστού νερού χρήσης οφείλεται στο πετρέλαιο θέρμανσης.



Σχήμα 10.5: Κατανομή ενέργειας για Ζεστό Νερό Χρήσης

## 10.6 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ

Από τις προηγούμενες παραγράφους μπορεί να αποτυπώσει κανείς τα συγκεντρωτικά στοιχεία για την ενεργειακή κατανάλωση της Νέας Επισκευαστικής Βάσης. Στο πίνακα 10.7 φαίνεται ο καταμερισμός της ενέργειας ανά χρήση.

Κατανάλωση ενέργειας (kWh)	
Παραγωγική Διαδικασία	623462
Φωτισμός	272464,5
Θέρμανση - Ψύξη	515443,1
Ζεστό Νερό Χρήσης	22189,9
Συνολικά	1433559,5

Πίνακας 10.7: Κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση



Σχήμα 10.6: Κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση

Όπως ήταν λοιπόν αναμενόμενο η παραγωγική διαδικασία, δηλαδή ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός που έχει η βιομηχανική μονάδα, έχει τη μεγαλύτερο μερίδιο προσφοράς στην ενεργειακή κατανάλωση της εγκατάστασης.

Δυστυχώς όμως οι επεμβάσεις στην παραγωγική διαδικασία με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας είναι περιορισμένες. Για την αξιολόγηση της παραγωγικής διαδικασίας θα πρέπει να πραγματοποιηθεί τεχνοοικονομική μελέτη ανά κομμάτι εξοπλισμού, ώστε να διαπιστωθεί τυχόν δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας γεγονός που δεν αποτελεί ζητούμενο της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

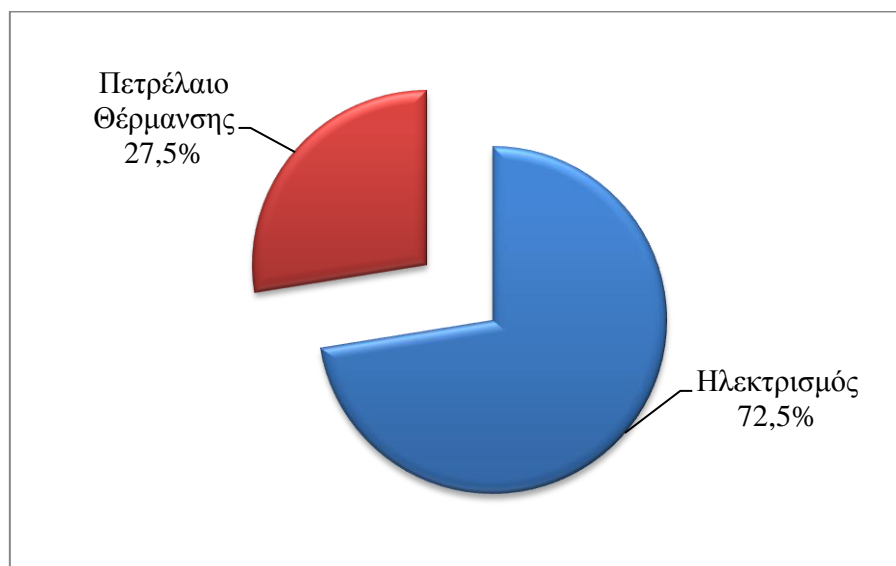
Μεγάλες δυνατότητες παρεμβάσεις υπάρχουν στη θέρμανση και τη ψύξη καθώς εκεί συνήθως υπάρχει σπατάλη ενέργειας. Σημαντικές είναι και οι δυνατότητες

παρέμβασης στο φωτισμό όπως και στο ζεστό νερό χρήσης. Όλα τα παραπάνω αποτελούν θέμα διερεύνησης και ανάλυσης στο επόμενο κεφάλαιο.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα προσέγγιση στο θέμα της κατανάλωσης ενέργειας είναι η διάκριση ανά μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία. Οι κύριες μορφές χρήσης είναι ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο θέρμανσης. Στον πίνακα 10.8 παρουσιάζεται η συμβολή των δυο αυτών μορφών στην κατανάλωση της βιομηχανικής μονάδας.

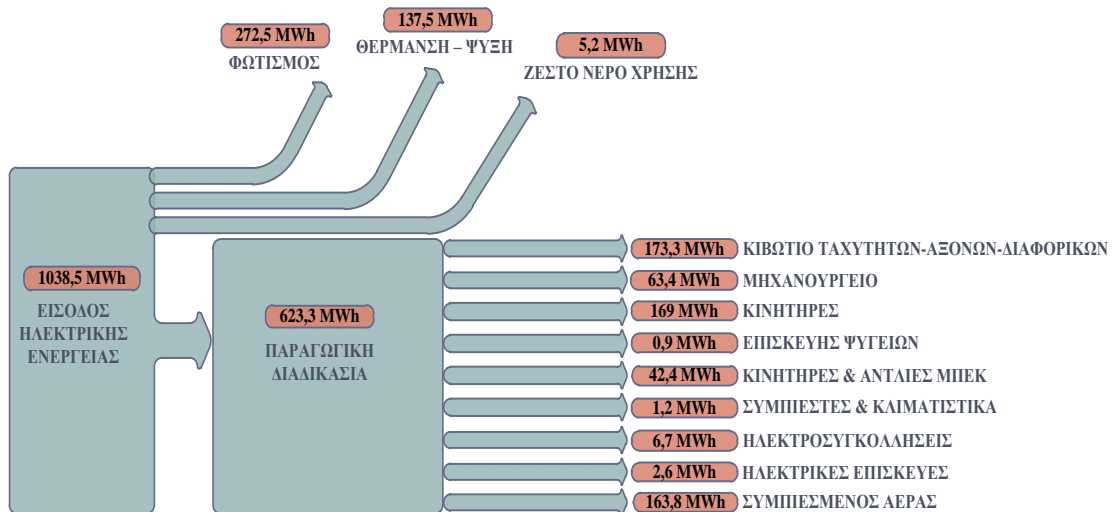
	Ενέργεια (kWh)	Ενέργεια (TJH)
<b>1. ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ</b>	<b>1038662,6</b>	<b>89,33</b>
1.1. Παραγωγική Διαδικασία	623462	53,62
1.2. Φωτισμός	272464,5	23,43
1.3. Θέρμανση - Ψύξη	137536,1	11,83
1.4. Ζεστό Νερό Χρήσης	5200	0,45
<b>2. ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ</b>	<b>394896,9</b>	<b>33,96</b>
2.1. Θέρμανση - Ψύξη	377907	32,50
2.1. Ζεστό Νερό Χρήσης	16989,9	1,46
<b>3. ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1433559,5</b>	<b>123,29</b>

**Πίνακας 10.8:** Κατανομή ενέργειας ανά καύσιμο χρήσης

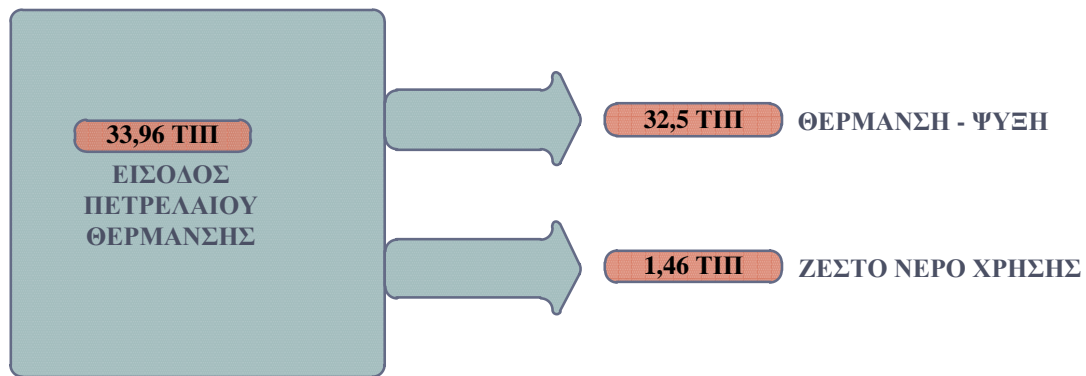


**Σχήμα 10.7:** Κατανομή ενέργειας ανά καύσιμο χρήσης

Ακολουθεί ένα διάγραμμα ροής της ηλεκτρικής ενέργειας και άλλο ένα διάγραμμα ροής της θερμικής ενέργειας γνωστά με την ονομασία Sankey. Τα διαγράμματα Sankey βοηθάνε στην καλύτερη κατανόηση της κατανομής της ενεργειακής κατανάλωσης.



Διάγραμμα 10.1: Διάγραμμα Sankey για την ηλεκτρική ενέργεια

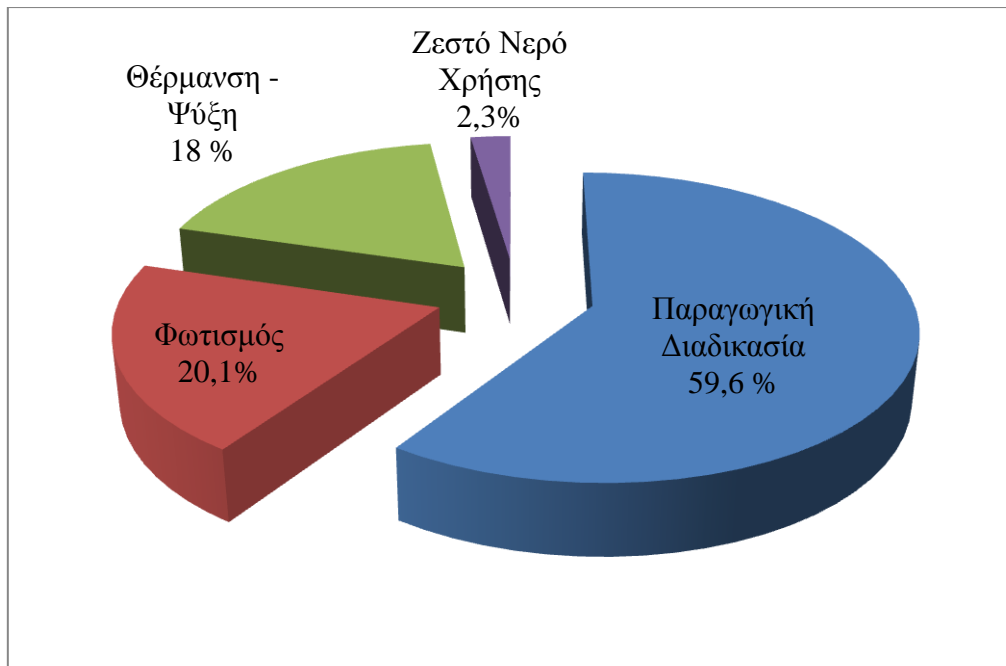


Διάγραμμα 10.2: Διάγραμμα Sankey για την θερμική ενέργεια

Τέλος καλό θα ήταν να υπολογιστεί και να αποτυπωθεί η ηλεκτρική ισχύς ανά χρήση. Στον πίνακα 10.9 γίνεται ο συνολικός υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος της Νέας Επισκευαστικής Βάσης. Να διευκρινιστεί ότι οι παρακάτω ισχύς προκύπτουν αθροιστικά από τα στοιχεία που έχουν δοθεί στις προηγούμενες παραγράφους και αφορούν μόνο τον ηλεκτρισμό.

Κατανάλωση ισχύος (kW)	
Παραγωγική Διαδικασία	508,1
Φωτισμός	170,6
Θέρμανση - Ψύξη	153,99
Ζεστό Νερό Χρήσης	20
<b>Συνολικά</b>	<b>852,69</b>

Πίνακας 10.9: Εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύς της Νέας Επισκευαστικής Βάσης



**Σχήμα 10.8:** Κατανομή ισχύος ανά χρήση

### 10.7 ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στη παράγραφο αυτό γίνεται μια αξιολόγηση της ενεργειακής κατανάλωσης της βιομηχανικής μονάδας. Η αξιολόγηση αυτή γίνεται με βάση κάποιους προτύπους δείκτες έτσι όπως έχουν βρεθεί στη διεθνή βιβλιογραφία. Οι δείκτες αυτοί είναι προσεγγιστικοί και αφορούν μόνο την ηλεκτρική ενέργεια χωρίς να αξιολογείται άλλη μορφή ενέργειας. Επιπλέον οι πρότυποι δείκτες που χρησιμοποιούνται αναφέρονται γενικά σε κτίρια γραφείων και όχι εξειδικευμένα σε βιομηχανικά κτίρια. Παρόλα αυτά αποτελούν μία πολύ καλή ένδειξη.

Στον πίνακα 10.10 αναγράφονται ενδεικτικές τιμές δεικτών ενεργειακής απόδοσης από τη διεθνή βιβλιογραφία.



		Καλός	Ικανοποιητικός		Μέτριος		Αδύναμος		Πολύ Αδύναμος
		< από	από	έως	από	έως	από	έως	>
<b>Συνολικά</b>									
	<i>TIP / m<sup>2</sup></i>	0,0086	0,0086	0,0129	0,0129	0,0172	0,0172	0,0215	0,0215
<b>Επιμέρους Καταναλώσεις</b>									
Φωτισμός	<i>TIP / m<sup>2</sup></i>	0,00129	0,00129	0,001978	0,001978	0,00258	0,00258	0,003268	0,003268
ΗΜ	<i>TIP / m<sup>2</sup></i>	0,00215	0,00215	0,003268	0,003268	0,0043	0,0043	0,005418	0,005418
Ψύξη - Θέρμανση	<i>TIP / m<sup>2</sup></i>	0,00516	0,00516	0,00774	0,00774	0,01032	0,01032	0,0129	0,0129

**Πίνακας 10.10:** Πρότυποι δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης κτιριακών εγκαταστάσεων

Στον πίνακα 10.11 καταγράφονται τα στοιχεία ενεργειακής κατανάλωσης της βιομηχανικής μονάδας έτσι όπως έχουν υπολογιστεί. Για να γίνει η αξιολόγηση όλες οι καταναλώσεις εκφράζονται σε TΠΠ. Αξίζει να σημειωθεί ότι στους θερμαινόμενους και κλιματιζόμενους χώρους περιλαμβάνονται τα γραφεία διοίκησης, το γραφείο διαχείρισης αποθηκών καθώς και ορισμένοι μικρότεροι κλειστοί χώροι σε κάθε τμήμα παραγωγής. Οι χώροι αυτοί είναι μικρά δωμάτια τα οποία υπολογιστήκαν προσεγγιστικά ότι καταλαμβάνουν επιφάνεια 100m<sup>2</sup>.

<b>Συνολική Κατανάλωση ενέργειας</b>	<b>123,29 TΠΠ</b>
<b>Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό</b>	<b>53,62 TΠΠ</b>
<b>Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό</b>	<b>23,43 TΠΠ</b>
<b>Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη - θέρμανση</b>	<b>11,83 TΠΠ</b>
<b>Κατανάλωση Πετρελαίου θέρμανσης</b>	<b>33,96 TΠΠ</b>
<b>Συνολική επιφάνεια</b>	<b>7400m<sup>2</sup></b>
<b>Επιφάνεια χώρου παραγωγής</b>	<b>3036m<sup>2</sup></b>
<b>Επιφάνεια θερμαινόμενων χώρων</b>	<b>1145m<sup>2</sup></b>
<b>Επιφάνεια κλιματιζόμενων χώρων</b>	<b>1145m<sup>2</sup></b>

**Πίνακας 10.11:** Στοιχεία ενεργειακής κατανάλωσης

Στον πίνακα 10.12 παρουσιάζονται οι δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης για την Νέα Επισκευαστική Βάση.

<b>Δείκτης</b>	<b>TΠΠ / m<sup>2</sup></b>
Συνολική κατανάλωση / επιφάνεια	0,01666
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό στον χώρο / επιφάνεια	0,00316
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ΗΜ εξοπλισμό / επιφάνεια χώρου παραγωγής	0,01766
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη-θέρμανση / κλιματιζόμενη-θερμαινόμενη επιφάνεια	0,01033

**Πίνακας 10.12:** Δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης της Νέας Επισκευαστικής Βάσης

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

- Ο συνολικός δείκτης κατανάλωσης της μονάδας είναι 0,01666 ΤΠΠ / m<sup>2</sup> και κρίνεται με βάση τη βιβλιογραφία μέτριος
- Ο δείκτης κατανάλωσης της μονάδας για φωτισμό είναι 0,00316 ΤΠΠ / m<sup>2</sup> και κρίνεται με βάση τη βιβλιογραφία αδύναμος. Επειδή οι τιμές του πίνακα 10.10 αφορούν κυρίως κτίρια γραφείων και όχι βιομηχανικά κτίρια, δεν είναι εφικτό να προκύψει ένα ξεκάθαρο συμπέρασμα.
- Ο δείκτης κατανάλωσης της μονάδας στη παραγωγική διαδικασία είναι 0,01766 ΤΠΠ / m<sup>2</sup> και κρίνεται με βάση τη βιβλιογραφία πολύ αδύναμος. Επειδή οι τιμές του πίνακα 10.10 αφορούν κυρίως κτίρια γραφείων και όχι βιομηχανικά κτίρια, δεν είναι εφικτό να προκύψει ένα ξεκάθαρο συμπέρασμα και ειδικά εδώ θα πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή καθώς ο εξοπλισμός είναι παλιός άλλα θέλει ιδιαίτερη αξιολόγηση
- Ο δείκτης κατανάλωσης της μονάδας για θέρμανση – ψύξη είναι 0,01033 ΤΠΠ / m<sup>2</sup> και κρίνεται με βάση τη βιβλιογραφία μέτριος.

Συνολικά τα παραπάνω συμπεράσματα αποτυπώνονται στον πίνακα 10.13.

<b>Συνολική Κατανάλωση</b>	<b>Μέτρια</b>
<b>Κατανάλωση για Φωτισμό</b>	<b>Αδύναμη</b>
<b>Κατανάλωση για ΗΜ</b>	<b>Πολύ Αδύναμη</b>
<b>Κατανάλωση για Ψύξη - Θέρμανση</b>	<b>Μέτρια</b>

**Πίνακας 10.13:** Αξιολόγηση ενεργειακής κατανάλωσης της Νέας Επισκευαστικής Βάσης

Επομένως, με βάση και τα παραπάνω, φαίνεται ότι χρήζει δράσεων ενεργειακής εξοικονόμησης κυρίως το κομμάτι της παραγωγής και ο φωτισμός.



ΕΝΟΤΗΤΑ IV:  
ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ  
ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11<sup>ο</sup>:  
ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ  
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ





## 11.1 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 1<sup>η</sup>: ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΥΠΑΡΧΟΝΤΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΜΕ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΟΥΣ ΣΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ ΤΗΣ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ

Στο ισόγειο της Νέας Επισκευαστικής Βάσης όπως έχει ήδη αναλυθεί σε προηγούμενη παράγραφο υπάρχουν διάφοροι τύποι φωτιστικών σωμάτων εκ των οποίων τα 230 φωτιστικά τύπου κρεμαστής καμπάνας με λαμπτήρα υψηλής πίεσης υδραργύρου 400W, τα 9 φωτιστικά επιτοίχιου τύπου χελώνας με λαμπτήρες πυρακτώσεως 60W, τα 234 φωτιστικά τύπου τετραγωνικής διατομής 60X60 με λαμπτήρες φθορισμού 18W έκαστος και τα τετραγωνικής διατομής 120X30 με λαμπτήρες φθορισμού 36W χρήζουν περισσότερης διερεύνησης.

Η λαμπτήρες πυρακτώσεως θα πρέπει να αντικατασταθούν με άλλους πιο αποδοτικούς. Η συνολική κατανάλωση τους είναι 1123,2 kWh κατά την διάρκεια του έτους και αντιστοιχεί σε 0,5% της συνολικής κατανάλωσης για φωτισμό. Προτείνεται η αντικατάστασή τους με κλασσικούς λαμπτήρες φθορισμού εξοικονόμησης ενέργειας των 12W. Με αυτού του τύπου λαμπτήρες παράγεται το ίδιο φωτεινό αποτέλεσμα με αποδοτικότερο τρόπο καθώς η κατανάλωση μειώνεται στις 224,64 kWh. Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με αυτόν τον τρόπο είναι 898,56 kWh.



**Εικόνα 11.1:** Λαμπτήρας φθορισμού εξοικονόμησης ενέργειας Master Ambiance 12W/827 E27 230-240V 1CH της PHILIPS

Οι λαμπτήρες υδραργύρου έχουν την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας καθώς καταναλώνουν συνολικά 191360 kWh. Με μια προσεκτική ανασκόπηση στην αγορά βρέθηκε ότι οι λαμπτήρες υδραργύρου μπορούν να αντικατασταθούν πλήρως από λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου. Το σημαντικό σε αυτή την περίπτωση είναι ότι οι συγκεκριμένοι λαμπτήρες έχουν περισσότερα lm / W αφού επιτυγχάνουν το ίδιο φωτεινό αποτέλεσμα με αποδοτικότερο τρόπο. Συγκεκριμένα προτείνεται η αντικατάσταση των λαμπτήρων υδραργύρου με λαμπτήρες υψηλής πίεσης νατρίου 250W. Σε αυτή την περίπτωση η κατανάλωση μειώνεται αισθητά στο επίπεδο των 119600 kWh. Άρα η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει είναι 71760 kWh κατά την διάρκεια του χρόνου. Το αποτέλεσμα αυτό είναι πολύ σημαντικό καθώς η συγκεκριμένη επέμβαση αποδίδει ένα σημαντικό ενεργειακό όφελος χωρίς μάλιστα να χρειαστεί να αλλαχθούν τα φωτιστικά σώματα ή η θέση τους ή ακόμα και ο αριθμός τους.



**Εικόνα 11.2:** Λαμπτήρας υψηλής πίεσης νατρίου SON Comfort 250W/621 E40 1S της PHILIPS

Οι λαμπτήρες φθορισμού που υπάρχουν στα φωτιστικά τύπου τετραγωνικής διατομής 60X60 καταναλώνουν συνολικά 35043,84 kWh και αντιστοιχούν στο 14% της συνολικής κατανάλωσης για φωτισμό. Κάθε φωτιστικό αποτελείται από 4 λαμπτήρες ενεργειακής κλάσης B. Άρα προτείνεται η αντικατάσταση των υπαρχόντων λαμπτήρων με άλλους ενεργειακής κλάσης A ισχύος 16 W ο καθένας με παρόμοια φωτοτεχνικά χαρακτηριστικά.. Σε αυτή την περίπτωση η κατανάλωση μειώνεται αισθητά στο επίπεδο των 31150,08 kWh. Άρα η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει είναι 3893,76 kWh κατά την διάρκεια του χρόνου.

Οι λαμπτήρες φθορισμού που υπάρχουν στα φωτιστικά τύπου τετραγωνικής διατομής 120X30 καταναλώνουν συνολικά 6439,68 kWh και αντιστοιχούν στο 2% της συνολικής κατανάλωσης για φωτισμό. Κάθε φωτιστικό αποτελείται από 2 λαμπτήρες ενεργειακής κλάσης B. Άρα προτείνεται η αντικατάσταση των υπαρχόντων λαμπτήρων με άλλους ενεργειακής κλάσης A ισχύος 32 W ο καθένας με παρόμοια φωτοτεχνικά χαρακτηριστικά.. Σε αυτή την περίπτωση η κατανάλωση μειώνεται αισθητά στο επίπεδο των 5724,16 kWh. Άρα η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει είναι 715,52 kWh κατά την διάρκεια του χρόνου.



**Εικόνα 11.3:** Λαμπτήρας φθορισμού της οικογένειας Master TL-D ECO της PHILIPS

Οι λαμπτήρες φθορισμού που υπάρχουν στα μηχανήματα καταναλώνουν συνολικά 1497,6 kWh και αντιστοιχούν στο 0,6% της συνολικής κατανάλωσης για φωτισμό. Οι λαμπτήρες αυτού του τύπου είναι ενεργειακής κλάσης B. Άρα προτείνεται η αντικατάσταση των υπαρχόντων λαμπτήρων με άλλους ενεργειακής κλάσης A ισχύος 51 W ο καθένας με παρόμοια φωτοτεχνικά χαρακτηριστικά.. Σε αυτή την περίπτωση η κατανάλωση μειώνεται αισθητά στο επίπεδο των 1272,96

kWh. Άρα η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει είναι 224,64 kWh κατά την διάρκεια του χρόνου.

Για τους υπόλοιπους λαμπτήρες η ποσότητα ενέργειας που μπορεί να εξοικονομηθεί δεν κρίνεται ικανοποιητική. Για το λόγο αυτό δεν γίνεται περαιτέρω διερεύνηση στο σημείο αυτό.

Στον πίνακα 11.1 φαίνεται συνολικά η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται από την αντικατάσταση των λαμπτήρων με αποδοτικότερους.

Φωτιστικό Σώμα	Πριν την επέμβαση	Μετά την επέμβαση	Εξοικονόμηση Ενέργειας
<b>Κρεμαστή καμπάνα</b>	191360 kWh	119600 kWh	71760 kWh
<b>Επιτοίχιου τύπου Χελώνας</b>	1123,2 kWh	224,64 kWh	898,56 kWh
<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>	35043,84 kWh	31150,08 kWh	3893,76 kWh
<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 120X30</b>	6439,68 kWh	5724,16 kWh	715,52 kWh
<b>Αυτόνομη λάμπα μηχανήματος</b>	1497,6 kWh	1272,96 kWh	224,64 kWh
		<b>Σύνολο</b>	<b>77492,48 kWh</b>

**Πίνακας 11.1:** Εξοικονόμηση ενέργειας από αντικατάσταση λαμπτήρων χωρίς να ληφθούν υπόψιν οι καταναλώσεις στα ballast

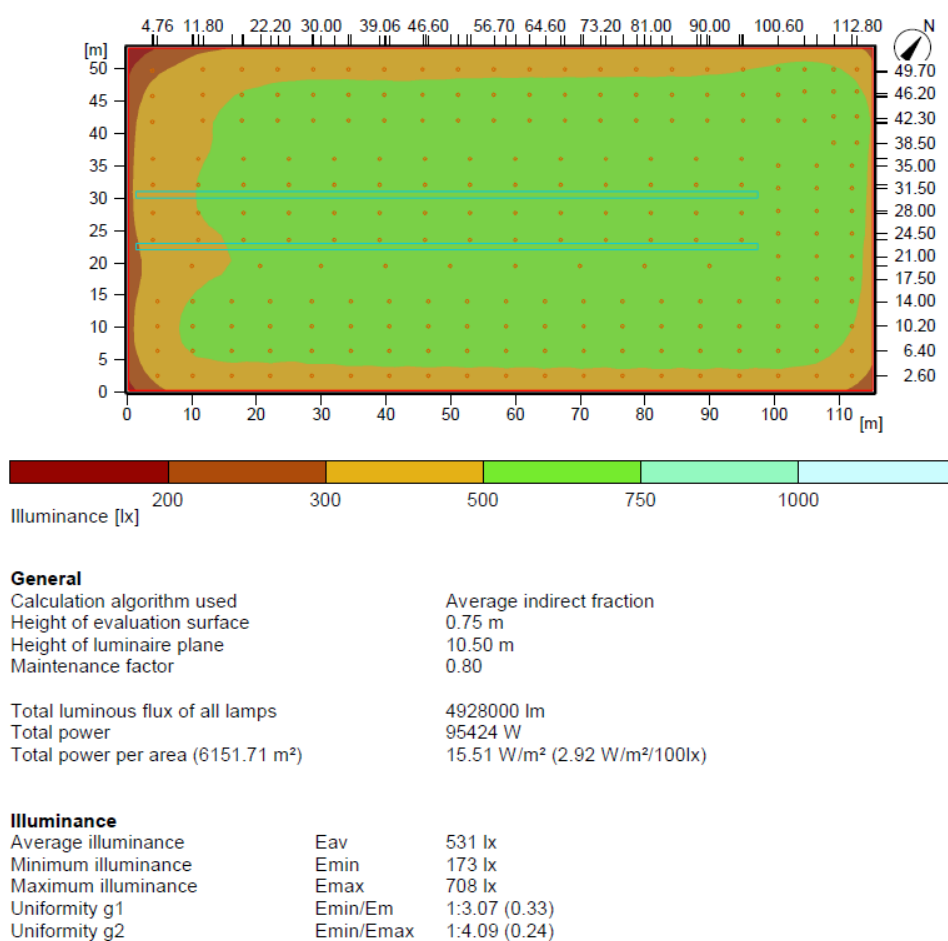
Φωτιστικό Σώμα	Πριν την επέμβαση	Μετά την επέμβαση	Εξοικονόμηση Ενέργειας
<b>Κρεμαστή καμπάνα</b>	210496 kWh	13156 kWh	78936 kWh
<b>Επιτοίχιου τύπου Χελώνας</b>	1235,52 kWh	247,10 kWh	988,42 kWh
<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 60X60</b>	38548,22 kWh	34265,09 kWh	4283,14 kWh
<b>Οροφής Τετραγωνικής Διατομής 120X30</b>	7083,65 kWh	6296,58 kWh	787,07 kWh
<b>Αυτόνομη λάμπα μηχανήματος</b>	1647,36 kWh	1400,26 kWh	247,104 kWh
		<b>Σύνολο</b>	<b>85241,73 kWh</b>

**Πίνακας 11.2:** Εξοικονόμηση ενέργειας από αντικατάσταση λαμπτήρων λαμβάνοντας υπόψιν τις καταναλώσεις στα ballast

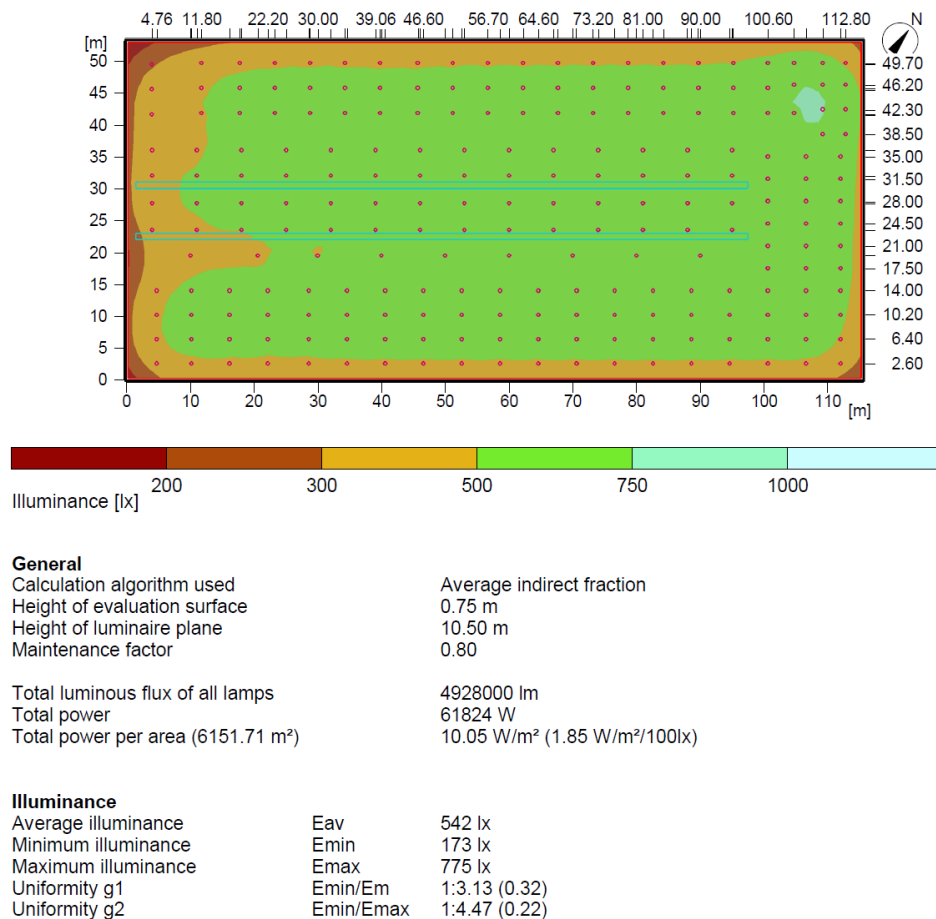
Όπως προκύπτει από τα παραπάνω η συνολική εξοικονομούμενη ποσότητα ενέργειας από την αντικατάσταση και μόνο λαμπτήρων είναι 85241,73 kWh. Η ποσότητα αυτή είναι πολύ σημαντική καθώς αντιστοιχεί σε 31,3% της αρχικής κατανάλωσης για φωτισμό.

Στο χώρο του ισογείου όπου υπάρχουν μόνο φωτιστικά σώματα τύπου κρεμαστής καμπάνας πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί και προσομοιώσεις στο πρόγραμμα φωτισμού RELUX το οποίο αποτελεί αξιόπιστο πρόγραμμα υπολογισμού φωτομετρικών μεγεθών. Η σκοπιμότητα αυτής κίνησης έγκειται στο γεγονός ότι στους συγκεκριμένους λαμπτήρες οφείλεται το 77% της κατανάλωσης για φωτισμό. Πραγματοποιήθηκαν δυο διαφορετικές μελέτες για την εγκατάσταση πριν και μετά την επέμβαση των λαμπτήρων έτσι ώστε να διαπιστωθεί ότι με την αντικατάσταση των λαμπτήρων η στάθμη φωτισμού παραμένει στα ίδια επιθυμητά επίπεδα. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα επιθυμητά επίπεδα φωτισμού για χώρους όπου επιτελούνται μηχανουργικές εργασίες είναι περίπου 500-750 lux.

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο η ενεργειακή αποδοτικότητα των συστημάτων φωτισμού μπορεί να εκτιμηθεί με βάση το δείκτη της εγκατεστημένη ισχύ ανά τετραγωνικό μέτρο (power per area). Μπορεί να παρατηρηθεί από τα αποτελέσματα στο RELUX ότι ο δείκτης αυτός πριν την επέμβαση είναι 15,51W/m<sup>2</sup> ενώ μετά την επέμβαση είναι 10,05W/m<sup>2</sup>.



**Εικόνα 11.4:** Αποτελέσματα του προγράμματος RELUX για φωτισμό πριν την αντικατάσταση λαμπτήρων



**Εικόνα 11.5:** Αποτελέσματα του προγράμματος RELUX για φωτισμό μετά την αντικατάσταση λαμπτήρων

## 11.2 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 2<sup>η</sup>: ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΣΤΡΑΓΓΑΛΙΣΤΙΚΩΝ ΠΗΝΙΩΝ ΤΩΝ ΛΑΜΠΗΤΗΡΩΝ ΜΕ ΝΕΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΑ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ

Η αντικατάσταση των συμβατικών στραγγαλιστικών πηνίων με νέα ηλεκτρονικού τύπου, προσδίδει σημαντικές βελτιώσεις στην εγκατάσταση φωτισμού υπό ονομαστική φωτεινή ροή. Σύμφωνα με το ΚΑΠΕ η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται ανέρχεται στο 25%. 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. Οι ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις έχουν επιπλέον τη δυνατότητα αυτόματης διακοπής της ροής ηλεκτρισμού διαμέσου νεκρού λαμπτήρα, ώστε να μην υπάρχει άσκοπη χρέωση ηλεκτρισμού. Η φωτεινή ροή των συνδεδεμένων σε αυτές λαμπτήρων παραμένει σταθερή και ανεξάρτητη από τις διακυμάνσεις της τάσης χωρίς να παρατηρείται το φαινόμενο “flicker”. Επίσης οι ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις έχουν κατά 50% μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε σχέση με τα συμβατικά στραγγαλιστικά πηνία.

Η κατανάλωση του λαμπτήρα είναι χαμηλότερη όταν αυτός λειτουργεί με ηλεκτρονικό ballast π.χ. ο λαμπτήρας ονομαστικής ισχύος 36 W καταναλώνει 32 W ενώ με συμβατικό ballast η κατανάλωσή του θα ήταν ίση με την ονομαστική (36 W). Επιπροσθέτως, οι απώλειες του ηλεκτρονικού ballast είναι μικρότερες του

συμβατικού π.χ. σε ένα τυπικό φωτιστικό 2X36 W απαιτείται 1 ηλεκτρονικό ballast με απώλειες 8 W ενώ στη συμβατική λειτουργία απαιτούνται 2 μαγνητικά ballast με απώλειες 16,2 W, άρα το φωτιστικό με ηλεκτρονική λειτουργία θα καταναλώνει 72 W ενώ με τη συμβατική 88,2 W.

Σε όλη την επισκευαστική βάση μαγνητικές στραγγαλιστικές διατάξεις διαθέτουν οι έξι από τους οχτώ τύποι φωτιστικών σωμάτων. Και οι έξι τύποι αυτών των φωτιστικών βρέθηκε ότι μπορούν να υποστηριχθούν από ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις.

Οι έξι διαφορετικοί τύποι φωτιστικών έχουν συνολική κατανάλωση 272464,47 kWh πράγμα που σημαίνει πως με την επέμβαση που προτείνεται προκύπτει εξοικονόμηση 25% της αρχικής κατανάλωσης δηλαδή εξοικονομούνται 68116,12 kWh.



**Εικόνα 11.6:** Ηλεκτρονικό ballast HF-Performer III για λαμπτήρες TL-D της PHILIPS

### 11.3 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 3<sup>η</sup>: ΤΟΠΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗ ΣΤΟΥΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Η εγκατάσταση πυκνωτών σε απομακρυσμένους πίνακες με χαμηλό συντελεστή ισχύος έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση των θερμικών απωλειών που εμφανίζουν τα καλώδια καθώς η ένταση του ρεύματος που τα διαρρέει, μετά την αντιστάθμιση, είναι μικρότερη. Σε μεγάλες βιομηχανικές μονάδες ο έλεγχος και η διόρθωση του συντελεστή ισχύος (cosφ) πραγματοποιείται από αυτοματοποιημένα συστήματα που ονομάζονται ρυθμιστές άεργου ισχύος. Τα συστήματα αυτά μπορούν να επιτύχουν αντιστάθμιση είτε τοπικά, σε κάθε πίνακα της εγκατάστασης, είτε κεντρικά στο γενικό πίνακα της βιομηχανίας. Ο ρυθμιστής παίρνει σαν εισόδους τάση και ένταση και από της διαφορά φάσης τους υπολογίζει το cosφ της εγκατάστασης. Τα συστήματα αυτά είναι εφοδιασμένα με κλιμακούμενες βαθμίδες πυκνωτών έτσι ώστε να επιτυγχάνεται το κατάλληλο μέγεθος αντιστάθμισης κάθε φορά. Στη κεντρική κονσόλα του ρυθμιστή δίνετε η εντολή του επιθυμητού συντελεστή ισχύος. Συγκρίνοντας την τιμή που έχει ρυθμιστεί που υπολογίζει δίνει εντολές για ζεύξη ή απόζευξη βαθμίδων πυκνωτών.

Συνολικά ένα σύστημα ρύθμισης άεργου ισχύος προσφέρει τα εξής:

- Έχει την δυνατότητα αυτόματης και χειροκίνητης λειτουργίας
- Απενεργοποίηση, απουσία τάσης
- Οι χρόνοι αντίδρασης και απόζευξης ρυθμίζονται από 1 sec-20 min
- Αποθήκευση μέγιστων τιμών παραμέτρων
- Παρακολούθηση των μεμονωμένων τιμών ισχύος πυκνωτών
- Ένδειξη σφάλματος
- Δυνατότητα ρύθμισης έως και 12 βαθμίδων

Στα πλαίσια της εξοικονόμησης ενέργειας που πρέπει να πραγματοποιηθεί στη Νέα Επισκευαστική Βάση της Ε.Θ.Ε.Λ προτείνεται η τοποθέτηση συστημάτων ρύθμισης άεργου ισχύος τοπικά σε επιλεγμένους πίνακες κίνησης της εγκατάστασης. Η επέμβαση αυτή αφορά πίνακες που έχουν μεγάλη εγκατεστημένη ισχύ και υπάρχει μεγάλη ανισοκατανομή στα διάφορα μηχανήματα που τροφοδοτεί καθένας από αυτούς. Δεν προτείνεται η κεντρική αντιστάθμιση διότι στους πίνακες φωτισμού της εγκατάστασης και στους υπόλοιπους πίνακες κίνησης δεν υπάρχουν σταθερά φορτία.

Τοπική αντιστάθμιση προτείνεται να εφαρμοστεί στους υποπίνακες κίνησης Νο. 3, Νο 4, Νο. 5, Νο. 8, Νο. 9, Νο. 11. Τα συστήματα ρύθμισης άεργου ισχύος επιλέγονται έτσι ώστε ο επιθυμητός συντελεστής ισχύος να είναι ίσος με την μονάδα. Παρακάτω υπολογίζεται σε κάθε πίνακα το  $\cos\varphi_{\text{μέσο}}$  καθώς και η ποσότητα άεργου ισχύος η οποία πρέπει να αντισταθμιστεί. Για την πληρότητα υπενθυμίζονται οι τύποι που έχουν δοθεί στο Κεφάλαιο 5 και θα χρησιμοποιηθούν στα επόμενα.

$$\cos\varphi_{\text{μέσο}} = \frac{\sum(I_i \cdot \cos\varphi_i)}{\sum I_i} \quad 10.3.1$$

$$S_i = \frac{P_i}{\cos\varphi_i} \quad 10.3.2$$

$$Q = S \cdot \sin\varphi_{\text{μέσο}} \quad 10.3.3$$

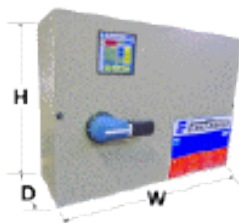
<b>ΥΠ. ΚΙΝ. Νο. 3</b>				
<b>Μηχανήματα</b>	<b>cosφ</b>	<b>I(A)</b>	<b>P(kW)<sub>κατ</sub></b>	<b>S(KVA)</b>
<b>Τόρνος HARRISON M400</b>	0,83	16,6	9,5	11,45
<b>Τόρνος HARRISON M401</b>	0,83	16,6	9,5	11,45
<b>Τόρνος TOS TRENCIN SN 40B-50B</b>	0,83	12,2	7,0	8,43
<b>Πριόνι κορδέλα BOMAR ERGONOMIC 290-250GAC</b>	0,84	10	5,8	6,90
<b>Δράπανο</b>	0,8	5	2,7	3,38
<b>Δράπανο</b>	0,8	5	2,7	3,38
<b>Καλουπόφρεζα LAGUN FTV-1S</b>	0,8	5,4	3,0	3,75
<b>Γωνιακή χώνη χιτωνίων ZANROSSO LOGO 170</b>	0,8	2,8	1,5	1,88
<b>Ρεκτιφιέ επιφάνειας ALPHA 17</b>	0,86	10	6,0	6,98
<b>Ρεκτιφιέ στροφάλων περιστροφικό BERCO RTM 270</b>	0,82	8,6	4,9	5,98
<b>Επαναφορά – ευθυγράμμιση μπιελών ZANROSSO ELLE 600</b>	0,9	3,4	2,1	2,28
<b>Boring ZANROSSO EKO 160</b>	0,88	13	7,9	8,98
<b>Πρέσα OMCN 100tn</b>	0,79	6,9	3,8	4,81
<b>PANTIAL MAS V063</b>	0,84	6,7	3,9	4,64
<b>Ρεκτιφιέ περιστροφικό BERCO RSV</b>	0,84	7	4,1	4,88
<b>Τροχός Elektra Beckum</b>	0,92	1,2	0,8	0,85
<b>Τροχός Elektra Beckum</b>	0,92	1,2	0,8	0,85
<b>Τροχός Elektra Beckum</b>	0,92	1,2	0,8	0,85
<b>Τροχός Elektra Beckum</b>	0,92	1,2	0,8	0,85
<b>Σύνολο</b>		<b>134,0</b>	<b>77,5</b>	<b>92,54</b>

**Πίνακας 11.3:** Φορτία που τροφοδοτεί ο ΥΠ.ΚΙΝ.Νο. 3

Από το πίνακα 11.3 και με τη χρήση των τύπων (10.1.1) - (10.1.3) υπολογίζεται ότι:

- $\cos\varphi_{\text{μέσο}} = 0,84$
- $S_{\text{ολ.}} = 92,54 \text{ KVA}$
- $Q_{\text{μέσο}} = 50,63 \text{ kVar}$

Άρα προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος αυτόματης ρύθμισης άεργου ισχύος συνολικής ισχύος 52,5 kVar και ισχύ βαθμίδων 7,5-15-15-15.



**Εικόνα 11.7:** Αυτόματης ρύθμισης άεργου ισχύος ITALFARAD σειρά S τύπου PFS / R των 52,5 kVar

Μετά την τοπική αντιστάθμιση η φαινόμενη ισχύς που απορροφάται από το πίνακα είναι 77,5 KVA και άρα προκύπτει εξοικονόμηση ισχύος:

$$\Delta E = 92,54 - 77,5 = 15,04 \text{ KVA}$$

#### ΥΠ. ΚΙΝ. No. 4

Μηχανήματα	cosφ	I(A)	P(kW) <sub>κατ</sub>	S(KVA)
Πλυντήριο ROBUR	0,89	51,4	31,7	35,62
Πλυντήριο SIMPLEX BIG	0,95	57,6	37,9	39,89
Πρέσα KYAM 50tn	0,81	6,82	3,8	4,69
Ρεκτιφιέ βαλβίδων ZANROSSO DI 200	0,85	1,3	0,8	0,91
Φρέζα κυλινδροκεφαλών SCLEDUM RSV – 150	0,81	4,8	2,7	3,33
Φρέζα VV80 AZ SPA	0,79	3,5	1,9	2,41
Απαγωγέας καυσαερίων PLYMONENT – MFC1000	0,81	5	2,8	3,46
Απαγωγέας καυσαερίων PLYMONENT – MFC1001	0,81	5	2,8	3,46
Γερανογέφυρα	0,85	1,7	1,0	1,21
Γερανογέφυρα 3.2tn	0,85	8,8	5,2	6,12
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,92	1,2	0,8	0,85
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,92	1,2	0,8	0,85
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,92	1,2	0,8	0,85
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,92	1,2	0,8	0,85
<b>Σύνολο</b>		<b>150,7</b>	<b>93,7</b>	<b>104,48</b>

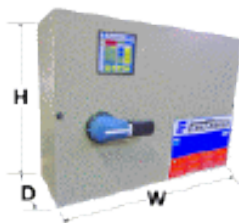
**Πίνακας 11.4:** Φορτία που τροφοδοτεί ο ΥΠ.ΚΙΝ.No. 4



Από το πίνακα 11.4 και με τη χρήση των τύπων (10.1.1) - (10.1.3) υπολογίζεται ότι:

- $\cos\varphi_{\text{μέσο}} = 0,90$
- $S_{\text{ολ.}} = 104,48 \text{ KVA}$
- $Q_{\text{μέσο}} = 46,19 \text{ kVar}$

Άρα προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος αυτόματης ρύθμισης άεργου ισχύος συνολικής ισχύος 52,5 kVar και ισχύ βαθμίδων 7,5-15-15-15.



**Εικόνα 11.8:** Αυτόματης ρύθμισης άεργου ισχύος ITALFARAD σειρά S τύπου PFS / R των 52,5 kVar

Μετά την τοπική αντιστάθμιση η φαινόμενη ισχύς που απορροφάται από το πίνακα είναι 93,7 KVA και άρα προκύπτει εξοικονόμηση ισχύος:

$$\Delta E = 104,48 - 93,7 = 10,78 \text{ KVA}$$

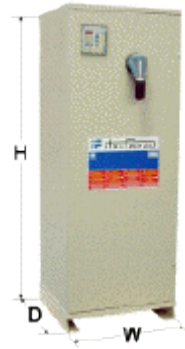
<b>ΥΠ. ΚΙΝ. No.5</b>				
<b>Μηχανήματα</b>	<b>cosφ</b>	<b>I(A)</b>	<b>P(kW)<sub>κατ</sub></b>	<b>S(KVA)</b>
Δοκιμαστήριο αντλιών- τιμονιών	0,84	21,5	12,5	14,88
Δοκιμαστήριο κιβωτίων ταχυτήτων VOITH Automatic	0,83	142	81,7	98,43
Δοκιμαστήριο κιβωτίων ταχυτήτων ZF (Chiarlone Alba)	0,84	73	42,4	50,48
Γερανογέφυρα RWM 0,5tn	0,85	1,70	1,0	1,21
Γερανογέφυρα DEMAG 0,5tn	0,85	1,70	1,0	1,21
Γερανογέφυρα SWF-Σ. Αφεντούλης 1,6tn	0,85	5,2	3,1	3,65
Γερανογέφυρα CAMSA	0,85	12	7,1	8,35
Πλυντήριο MAGIDO L190	0,95	65	42,8	45,05
Πρέσα 40tn	0,83	3,7	2,1	2,53
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,92	1,2	0,8	0,85
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,92	1,2	0,8	0,85
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,92	1,2	0,8	0,85
<b>Σύνολο</b>		<b>329,4</b>	<b>196,1</b>	<b>228,33</b>

**Πίνακας 11.5:** Φορτία που τροφοδοτεί ο ΥΠ.ΚΙΝ.No. 5

Από το πίνακα 11.5 και με τη χρήση των τύπων (10.1.1) - (10.1.3) υπολογίζεται ότι:

- $\cos\varphi_{\text{μέσο}} = 0,86$
- $S_{\text{ολ.}} = 228,33 \text{ KVA}$
- $Q_{\text{μέσο}} = 116,98 \text{ kVar}$

Άρα προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος αυτόματης ρύθμισης άεργου ισχύος συνολικής ισχύος 127,5 kVar και ισχύ βαθμίδων 7,5-15-22,5-30-52,5.



**Εικόνα 11.9:** Αυτόματης ρύθμισης άεργου ισχύος ITALFARAD σειρά M τύπου PFM / R των 127,5 kVar

Μετά την τοπική αντιστάθμιση η φαινόμενη ισχύς που απορροφάται από το πίνακα είναι 196,1 KVA και άρα προκύπτει εξοικονόμηση ισχύος:

$$\Delta E = 228,33 - 196,1 = 32,23 \text{ KVA}$$

**ΥΠ. ΚΙΝ. No.8**

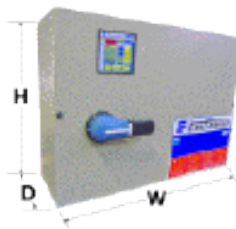
Μηχανήματα	cosφ	I(A)	P(kW) <sub>κατ</sub>	S(KVA)
Αεροσυμπιεστής	0,85	115	67,6	79,58
Αεροσυμπιεστής	0,85	115	67,6	79,58
Αφυγραντήρας	0,9	4	2,5	2,77
<b>Σύνολο</b>		<b>119</b>	<b>70,1</b>	<b>82,35</b>

**Πίνακας 11.6:** Φορτία που τροφοδοτεί ο ΥΠ.ΚΙΝ.No. 8

Από το πίνακα 11.6 και με τη χρήση των τύπων (10.1.1) - (10.1.3) υπολογίζεται ότι:

- $\cos\phi_{\text{μέσο}} = 0,86$
- $S_{\text{ολ.}} = 82,35 \text{ KVA}$
- $Q_{\text{μέσο}} = 43,16 \text{ kVar}$

Άρα προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος αυτόματης ρύθμισης άεργου ισχύος συνολικής ισχύος 45 kVar και ισχύ βαθμίδων 7,5-7,5-15-15.



**Εικόνα 11.10:** Αυτόματης ρύθμισης άεργου ισχύος ITALFARAD σειρά S τύπου PFS / R των 45 kVar

Μετά την τοπική αντιστάθμιση η φαινόμενη ισχύς που απορροφάται από το πίνακα είναι 70,1 KVA και άρα προκύπτει εξοικονόμηση ισχύος:

$$\Delta E = 82,32 - 70,1 = 12,25 \text{ KVA}$$

**ΥΠ. ΚΙΝ. Νο.9**

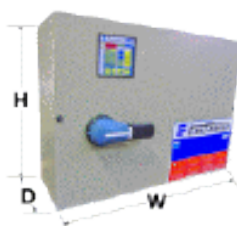
<b>Μηχανήματα</b>	<b>cosφ</b>	<b>I(A)</b>	<b>P(kW)<sub>κατ</sub></b>	<b>S(KVA)</b>
<b>Δοκιμαστήριο Αντλιών BOSCH (παλαιού τύπου)</b>	0,83	17	9,8	11,76
<b>Δοκιμαστήριο Αντλιών BOSCH EPS 707 16,5 A, 7,5kW</b>	0,83	16,5	9,5	11,42
<b>Δοκιμαστήριο Αντλιών BOSCH EPS 815 (+μετρητικά μηχανήματα)</b>	0,83	32	18,4	22,14
<b>Δυναμική ζυγοστάθμιση CEMIT</b>	0,84	6	1,2	1,38
<b>Μηχάνημα αμμοβολής + Αποροφητήρας</b>	0,92	4,93	1,0	1,13
<b>Τροχός ELEKTRA BECKUM</b>	0,92	1,2	0,8	0,85
<b>Τροχός FEMI 233</b>	0,9	1,7	1,1	1,18
<b>Τροχός ELEKTRA BECKUM</b>	0,92	1,2	0,8	0,85
<b>Δοκιμαστήριο-μετρητής πίεσης Κομπρεσέρ</b>	0,88	7,5	4,6	5,19
<b>Σύνολο</b>		<b>88,0</b>	<b>47,1</b>	<b>55,9</b>

**Πίνακας 11.7:** Φορτία που τροφοδοτεί ο ΥΠ.ΚΙΝ.Νο. 9

Από το πίνακα 11.7 και με τη χρήση των τύπων (10.1.1) - (10.1.3) υπολογίζεται ότι:

- $\cos\phi_{\text{μέσο}} = 0,84$
- $S_{\text{ολ.}} = 55,9 \text{ KVA}$
- $Q_{\text{μέσο}} = 30 \text{ kVar}$

Άρα προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος αυτόματης ρύθμισης άεργου ισχύος συνολικής ισχύος 30 kVar και ισχύ βαθμίδων 7,5-7,5-15.



**Εικόνα 11.12:** Αυτόματης ρύθμισης άεργου ισχύος ITALFARAD σειρά S τύπου PFS/R των 30 kVar

Μετά την τοπική αντιστάθμιση η φαινόμενη ισχύς που απορροφάται από το πίνακα είναι 47,1 KVA και άρα προκύπτει εξοικονόμηση ισχύος:

$$\Delta E = 55,9 - 47,1 = 8,8 \text{ KVA}$$

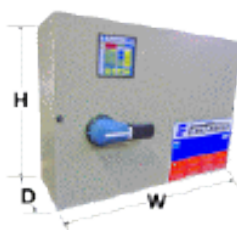
ΥΠ. ΚΙΝ. Νο.11				
Μηχανήματα	cosφ	I(A)	P(kW) <sub>κατ</sub>	S(KVA)
Μηχανή ηλεκτροσυγκολλήσεως KEMPI-MASTER TIG 3500W	0,8	9	5,0	6,23
Μηχανή ηλεκτροσυγκολλήσεως STEL TOP 504-C	0,8	9	5,0	6,23
Μηχανή ηλεκτροσυγκολλήσεως Σύρμα CEA EUROFIL 210	0,8	9	5,0	6,23
Απαγωγέας καυσαερίων PLYMONENT-MFC1000	0,81	2,5	1,4	1,73
Πριόνι - κορδέλα για μέταλλα PIVOLS TMJ	0,83	6	3,4	4,10
Δράπανο	0,84	2,1	1,2	1,43
Τροχός ELEKTRA BECKUM	0,92	1,2	0,8	0,85
Δοκιμαστήριο μίζες - δυναμό (ψηφιακό) BOSCH	0,83	17	9,8	11,76
Τροχός 330W	0,9	0,7	0,4	0,44
Τροχός 200W	0,9	0,5	0,3	0,33
Τροχός ELEKTRA BECKUM 240W	0,9	0,5	0,3	0,35
<b>Σύνολο</b>		<b>57,5</b>	<b>32,5</b>	<b>39,7</b>

**Πίνακας 11.8:** Φορτία που τροφοδοτεί ο ΥΠ.ΚΙΝ.Νο. 11

Από το πίνακα 11.8 και με τη χρήση των τύπων (10.1.1) - (10.1.3) υπολογίζεται ότι:

- $\cos\varphi_{\text{μέσο}} = 0,82$
- $S_{\text{ολ.}} = 39,7 \text{ KVA}$
- $Q_{\text{μέσο}} = 22,74 \text{ kVar}$

Άρα προτείνεται η εγκατάσταση συστήματος αυτόματης ρύθμισης άεργου ισχύος συνολικής ισχύος 26 kVar και ισχύ βαθμίδων 3,75-7,5-15.



**Εικόνα 11.13:** Αυτόματης ρύθμισης άεργου ισχύος ITALFARAD σειρά S τύπου PFS/R των 26 kVar

Μετά την τοπική αντιστάθμιση η φαινόμενη ισχύς που απορροφάται από το πίνακα είναι 32,5 KVA και άρα προκύπτει εξοικονόμηση ισχύος:

$$\Delta E = 39,7 - 32,5 = 7,2 \text{ KVA}$$

Συνολικά λοιπόν η εξοικονόμηση ισχύος που προκύπτει φαίνεται στο πίνακα 11.9.

Πίνακας	Εξοικονόμηση (KVA)
ΥΠ.ΚΙΝ.No.3	15,04
ΥΠ.ΚΙΝ.No.4	10,78
ΥΠ.ΚΙΝ.No.5	32,23
ΥΠ.ΚΙΝ.No.8	12,25
ΥΠ.ΚΙΝ.No.9	8,8
ΥΠ.ΚΙΝ.No.11	7,2
<b>Σύνολο</b>	<b>86,3</b>

**Πίνακας 11.9:** Συνολική εξοικονόμηση ισχύος από τοπική αντιστάθμιση στους πίνακες κίνησης

Η εγκατεστημένη ισχύς και η αντίστοιχη κατανάλωση που γίνεται από τους έξι παραπάνω πίνακες φαίνονται στο πίνακα 11.10.

Πίνακας	Ισχύς (kW)	Ενέργεια(kWh)
ΥΠ.ΚΙΝ.No.3	77,5	63424,7
ΥΠ.ΚΙΝ.No.4	93,7	168985,7
ΥΠ.ΚΙΝ.No.5	196,1	173352,4
ΥΠ.ΚΙΝ.No.8	137,6	163800
ΥΠ.ΚΙΝ.No.9	47,1	43653
ΥΠ.ΚΙΝ.No.11	32,5	9319,4
<b>Σύνολο</b>	<b>584,5</b>	<b>622535,2</b>

**Πίνακας 11.10:** Εγκατεστημένη ισχύς και κατανάλωση ενέργειας στους πίνακες της επέμβασης

Με την παραδοχή ότι στους πίνακες κίνησης γίνεται πλήρης αντιστάθμιση άεργου ισχύος μπορεί να ισχυριστεί κανείς ότι τα 86,3 KVA ισοδυναμούν με 86,3 kW. Επομένως με την τοπική αντιστάθμιση επιτυγχάνεται μείωση της απαιτούμενης εγκατεστημένης ισχύος από 584,5 kW σε 498,2 kW, δηλαδή μείωση της τάξεως του 14,8%.

Με βάση την παραπάνω παραδοχή μπορεί να υπολογιστεί και η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας. Πριν την αντιστάθμιση η ενέργεια που καταναλώνεται στους πίνακες είναι 622535,2 kWh. Με εξοικονόμηση 14,8% επιτυγχάνεται μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας κατά 91512,67 kWh.

#### 11.4 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 4<sup>η</sup>: ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ

Σε αυτή την παράγραφο θα μελετηθεί η βελτίωση της θερμομόνωσης της εξωτερικής τοιχοποιίας της εγκατάστασης. Η βελτίωση αφορά μόνο την εξωτερική τοιχοποιία καθώς στη στέγη σύμφωνα με τους αρμόδιους έχει τοποθετηθεί θερμομόνωση. Η τοιχοποιία καταλαμβάνει ωφέλιμη επιφάνεια 3255,77m<sup>2</sup> στο κέλυφος. Σαν ωφέλιμη επιφάνεια θεωρήθηκε η επιφάνεια που αποτελείται μόνο από τοιχοποιία δηλαδή από την συνολική πλευρική επιφάνεια αφαιρέθηκε το σύνολο των ανοιγμάτων (παράθυρα, πόρτες).

Η μεθοδολογία που ακολουθείτε για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας U έχει αναφερθεί στο Κεφάλαιο 5. Τα δομικά υλικά που αποτελούν τη εξωτερική τοιχοποιία της Νέας Επισκευαστικής Βάσης παρουσιάζονται στον πίνακα 11.11.

Στρώσεις υλικών	d (m)	λ (W/m·K)	d/λ (m <sup>2</sup> ·K/W)
Εσωτερικός σοβάς	0,02	0,70	0,03
Τοίχος	0,25	0,56	0,45
Εξωτερικός σοβάς	0,03	0,70	0,04
<b>Σύνολο</b>			<b>0,52</b>

**Πίνακας 11.11:** Χαρακτηριστικά των υλικών που αποτελούν την τοιχοποιία της εγκατάστασης

Συνεπώς έχουμε:

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} = \frac{1}{0,13 + 0,52 + 0,04} \Rightarrow$$

$$U_E = 1,45 \text{ W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$$

Στα πλαίσια της πρότασης για βελτίωση της θερμομόνωσης του κτιριακού κελύφους αναφορικά με της εξωτερική τοιχοποιία προτείνεται η προσθήκη λεύκων ασθηνημένων πλακών διογκωμένου πολυστυρενίου EPS 80 με  $\lambda = 0,037 \text{ W} / \text{m} \cdot \text{K}$  οι οποίες παράγονται με τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές. Οι πλάκες αυτές έχουν ειδικές αυλακώσεις και από τις δύο πλευρές και παράγονται σε διαστάσεις 1,00 x 0,60 m. Το πάχος της θερμομόνωσης είναι στα 0,05 m. Στον πίνακα 11.12 παρουσιάζονται τα νέα δομικά υλικά.

Στρώσεις υλικών	d (m)	λ (W/m·K)	d / λ (m <sup>2</sup> ·K/W)
Εσωτερικός σοβάς	0,02	0,70	0,03
Τοίχος	0,25	0,56	0,45
Εξωτερικός σοβάς	0,03	0,70	0,04
Διογκωμένο πολυστυρένιο	0,05	0,037	1,35
<b>Σύνολο</b>			<b>1,87</b>

**Πίνακας 11.12:** Χαρακτηριστικά των υλικών που αποτελούν την τοιχοποιία της εγκατάστασης με προσθήκη θερμομόνωσης



**Εικόνα 11.14:** Πλάκες θερμομονωτικού υλικού διογκωμένου πολυστυρενίου

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία με παραπάνω προκύπτει ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας.

$$U_R = 0,49 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

Συνεπώς η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει με την προσθήκη θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία της εγκατάστασης μπορεί να υπολογιστεί με βάση την σχέση (5.1.8) του Κεφαλαίου 5. Στο τύπο αυτό ο βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης αντικαταστάθηκε με 0,85 όπως έχει υπολογιστεί στο προηγούμενο κεφάλαιο. Το  $DD_H$  αντιπροσωπεύει τις βαθμοημέρες θέρμανσης της περιοχής στην οποία βρίσκεται η εγκατάσταση. Η τιμή σύμφωνα με τον πίνακα 5.1 για την Αθήνα είναι  $1100 \text{ }^\circ\text{C} \text{ } \eta\mu\epsilon\rho\alpha / \acute{\epsilon}\tau\omicron\varsigma$ .

$$\Delta E_{H,R} = \frac{24 \cdot A \cdot (U_E - U_R) \cdot DD_H(T_{b,E})}{1000 \cdot \eta_H} = \frac{24 \cdot 3255,77 \cdot (1,45 - 0,49) \cdot 1100}{1000 \cdot 0,85}$$

$$\Delta E_{H,R} = 97075,6 \text{ kWh / } \acute{\epsilon}\tau\omicron\varsigma$$

### 11.5 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 5<sup>η</sup>: ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΜΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΥΣ ΔΙΠΛΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

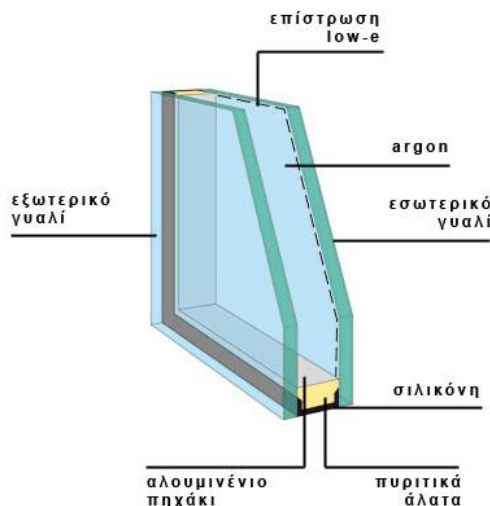
Στο σημείο αυτό θα μελετηθεί η αντικατάσταση των υαλοπινάκων που υπάρχουν στην Νέα Επισκευαστική Βάση. Η υπάρχουσα κατάσταση περιλαμβάνει απλούς - μονούς υαλοπίνακες οι οποίοι μεγιστοποιούν τις απώλειες θερμότητας. Οι υαλοπίνακες περιβάλλονται από μεταλλικά πλαίσια και υπάρχουν τόσο στην εξωτερική τοιχοποιία όσο και στην οροφή της εγκατάστασης. Η συνολική επιφάνεια που καταλαμβάνουν οι υαλοπίνακες είναι  $1009,5 \text{ m}^2$ .

Με βάση τον πίνακα 5.5 ο συντελεστής θερμοπερατότητας των απλών υαλοπινάκων με μεταλλικό πλαίσιο είναι:

$$U_E = 5 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

Προτείνεται η αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς ενεργειακούς υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (low-e). Ένας υαλοπίνακας χαμηλής ενεργειακής εκπομπής αποτελείται από δύο υαλοπετάσματα. Το εσωτερικό υαλοπέτασμα είναι ένας συμβατικός μονός υαλοπίνακας (clear float) ενώ στην εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού υαλοπίνακα έχει επιστρωθεί κατά την

παραγωγή του υαλοπίνακα μια επίστρωση χαμηλής εκπεψιμότητας η οποία εμφανίζει υψηλή ανακλαστικότητα στο υπέρυθρο τμήμα της ακτινοβολίας. Συνεπώς η μετάδοση της υπέρυθρης ακτινοβολίας διαμέσου του υαλοπίνακα περιορίζεται σημαντικά οδηγώντας σε χαμηλότερες θερμικές απώλειες από το εσωτερικό προς το εξωτερικό κατά την χειμερινή περίοδο καθώς και τον περιορισμό των ηλιακών κερδών το καλοκαίρι.



**Εικόνα 11.15:** Δομή ενός ενεργειακού υαλοπίνακα χαμηλής εκπομπής (low-e) με διάκενο αερίου Αργού

Με βάση τον πίνακα 5.5 ο συντελεστής θερμοπερατότητας του ενεργειακού υαλοπίνακα χαμηλής εκπομπής με Ar και διάκενο 12mm είναι:

$$U_R = 1,7 \text{ W / m}^2 \cdot \text{K}$$

Συνεπώς η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει με την αντικατάσταση των υαλοπινάκων της εγκατάστασης μπορεί να υπολογιστεί με βάση την σχέση (5.1.8) του Κεφαλαίου 5. Στο τύπο αυτό ο βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης αντικαταστάθηκε με 0,85 όπως έχει υπολογιστεί στο προηγούμενο κεφάλαιο. Το  $DD_H$  αντιπροσωπεύει τις βαθμοημέρες θέρμανσης της περιοχής στην οποία βρίσκεται η εγκατάσταση. Η τιμή σύμφωνα με τον πίνακα 5.1 για την Αθήνα είναι 1100 °C ήμερα / έτος.

$$\Delta E_{H,R} = \frac{24 \cdot A \cdot (U_E - U_R) \cdot DD_H (T_{b,E})}{1000 \cdot \eta_H} = \frac{24 \cdot 1009,5 \cdot (5 - 1,7) \cdot 1100}{1000 \cdot 0,85}$$

$$\Delta E_{H,R} = 103467,8 \text{ kWh / έτος}$$

## 11.6 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 6<sup>η</sup>: ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΑΛΙΩΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕ ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ INVERTER

Σε όλο το χώρο λειτουργούν 11 κλιματιστικές μονάδες 9000 Btu / h η καθεμία και λειτουργούν 260 ώρες / έτος. Η συνολική κατανάλωση τους έχει βρεθεί στο Κεφάλαιο 10 ίση με 7536 kWh. Τα κλιματιστικά αυτά είναι πολύ χαμηλής απόδοσης με συντελεστή απόδοσης  $COP = 3$  ενεργειακής κλάσης E. Οι μονάδες αυτές δεν έχουν ενσωματωμένη λειτουργία inverter με αποτέλεσμα να καταναλώνουν ενέργεια



καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας τους παρόλο που ο χώρος μπορεί να έχει φτάσει στο επιθυμητό επίπεδο θερμοκρασίας.

Στα πλαίσια της εξοικονόμησης ενέργειας για ψύξη – θέρμανση προτείνεται η αντικατάσταση των υπαρχόντων κλιματιστικών με καινούρια αυξημένης απόδοσης και τεχνολογίας inverter.

Με μια σύντομη έρευνα αγοράς βρέθηκε ότι υπάρχουν κλιματιστικές μονάδες 8500 Btu / h (ή 2,4905 kW) με COP = 4,36 ενεργειακής κλάσης A και τεχνολογίας inverter τα οποία δύναται να αντικαταστήσουν τα ήδη υπάρχοντα με ισοδύναμο αποτέλεσμα. Εξαιτίας της τεχνολογίας inverter τα συγκεκριμένα κλιματιστικά μπορούν να λειτουργήσουν πολύ λιγότερες ώρες καθώς σταματούν να λειτουργούν όταν φτάνουν στην ρυθμιζόμενη θερμοκρασία. Στη προκείμενη περίπτωση θεωρείται ότι λειτουργούν 70% λιγότερες ώρες και αρά λειτουργούν συνολικά κατά έτος 78 ώρες.



**Εικόνα 11.16:** Εσωτερική και εξωτερική μονάδα κλιματιστικού DAIKIN 8500 Btu / h σειράς FTXG25JV1BW / RXG25J2V1B

Χρησιμοποιώντας τον τύπο (5.5.1) του Κεφαλαίου 5 προκύπτει η ζητούμενη εξοικονόμηση ενέργειας.

$$\Delta E = 11 \cdot \left[ \left( \frac{Q_{\psi} \cdot N \cdot \Sigma \Phi}{COP} \right)_{\Pi} - \left( \frac{Q_{\psi} \cdot N \cdot \Sigma \Phi}{COP} \right)_{M} \right] \Rightarrow$$

$$\Delta E = 11 \cdot \left[ \left( \frac{2,635 \cdot 260 \cdot 1}{3} \right)_{\Pi} - \left( \frac{2,4905 \cdot 78 \cdot 1}{4,36} \right)_{M} \right] \Rightarrow$$

$$\Delta E = 2021,9 \text{ kWh} / \text{έτος}$$

### 11.7 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 7<sup>η</sup>: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ

Η καταγραφή θα γίνεται με αναλυτές ηλεκτρικής ενέργειας οι οποίοι μπορούν να καταγράφουν εκτός της ενέργειας και άλλες παραμέτρους όπως την τάση, το ρεύμα, το cosφ, την άεργο ισχύ κλπ. Σε ορισμένα σημεία προτείνεται η εγκατάσταση μετρητών οι οποίοι θα μπορούν να υπολογίζουν και την αρμονική παραμόρφωση (Total Harmonic Distortion) διότι αποτελεί ένα από τα σημεία ελέγχου των επιχειρήσεων ηλεκτρισμού.

Με την χρήση ενός τέτοιου συστήματος η βιομηχανία θα είναι σε θέση να επιμερίσει με ακρίβεια την ηλεκτρική ενέργεια στα διάφορα παραγωγικά τμήματα ή

μηχανήματα, και έτσι να εντοπίσει σημεία με χαμηλή απόδοση, να κάνει ακριβή κοστολόγηση, να παρακολουθεί τον χρόνο λειτουργίας, να υπολογίζει την ειδική κατανάλωση, να εντοπίζει τον συνδυασμό φορτίων τα οποία δημιουργούν το μέγιστο της καταγραμμένης από την ΔΕΗ ισχύος, και να ελέγχει τον λογαριασμό της ΔΕΗ. Επίσης, με τη διατήρηση ιστορικών στοιχείων (μέσω καταγραφών), μπορεί να ελέγχει την κατάσταση του παραγωγικού εξοπλισμού της και να θέτει στόχους για το μέλλον. Ένα τέτοιο σύστημα καταγραφής ηλεκτρικής ενέργειας θα δώσει την δυνατότητα στην βιομηχανία να αποκτήσει σαφή αναλυτική εικόνα για την καμπύλη του ηλεκτρικού φορτίου της πράγμα που θα την βοηθήσει σημαντικά στο μετά την απελευθέρωση ηλεκτρικής ενέργειας καθεστώς όπου η χρέωση θα γίνεται ανά ώρα και όχι ανά μήνα.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα παρακολούθησης και στοιχειοθέτησης, σαν το παραπάνω, δεν μπορεί από μόνο του να προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας, όμως σε πρώτο βαθμό μπορεί να μειώσει τις καταναλώσεις κατά 15% και σε συνδυασμό με περαιτέρω "πράσινες" δράσεις είναι ικανό να μειώσει την απαιτούμενη ενέργεια λειτουργίας του κτιρίου κατά 30%.

Στα πλαίσια της εξοικονόμησης ενέργειας για την Νέα Επισκευαστική Βάση προτείνεται η τοποθέτηση συστήματος αναλυτικής καταγραφής της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι 1038662,6 kWh. Συνεπώς με το προτεινόμενο τρόπο επιτυγχάνεται εξοικονόμηση τουλάχιστον 15%, δηλαδή 155799,39 kWh.

#### **11.8 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 8<sup>η</sup>: ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ ΣΤΟΥΣ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ**

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση προέκυψε ότι η κατανάλωση των δύο αεροσυμπιεστών αποτελεί το 26,3% της συνολικής ηλεκτρικής κατανάλωσης για την παραγωγική διαδικασία. Το ποσοστό αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό και χρήζει περαιτέρω διερεύνηση.

Οι δύο αεροσυμπιεστές που βρίσκονται στο αεροστάσιο της εγκατάστασης αναρροφούν ενέργεια από το εσωτερικό του αεροστασίου. Λαμβάνοντας υπ' όψιν ότι στον ίδιο χώρο απορρίπτεται η θερμότητα ψύξης των αεροσυμπιεστών (εναλλάκτη λαδιού – αέρα) καθώς επίσης και ότι ο χώρος δεν διαθέτει καλό σύστημα αερισμού, γίνεται αντιληπτό ότι ο εισερχόμενος αέρας στους αεροσυμπιεστές έχει θερμοκρασία αρκετά μεγαλύτερη από αυτήν του περιβάλλοντος. Κατά συνέπεια, η κατανάλωση ενέργειας των αεροσυμπιεστών είναι αυξημένη.

Στόχος της επέμβασης είναι η μείωση της θερμοκρασίας εισόδου του αέρα στους αεροσυμπιεστές κατά 12 K με απ' ευθείας εισαγωγή αέρα από το περιβάλλον. Αυτό θα επιτευχθεί με δίκτυο αεραγωγών από γαλβανισμένη λαμαρίνα το οποίο θα προσαρμοσθεί στο σημείο αναρρόφησης. Αποτέλεσμα της επέμβασης αυτής θα είναι η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας τουλάχιστον κατά 3%.

Από τα στοιχεία του Κεφαλαίου 10 η κατανάλωση ενέργειας για παραγωγή πεπιεσμένου αέρα είναι 163800 kWh. Συνεπώς με την διαμόρφωση του δικτύου εισαγωγής αέρα επιτυγχάνεται εξοικονόμηση 4914 kWh.

## 11.9 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 9<sup>η</sup>: ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ VSD (VARIABLE SPEED DRIVE) ΣΤΟΥΣ ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ

Στο 92% των εγκαταστάσεων, οι απαιτήσεις σε αέρα παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις. Επιπλέον στο 70% των εγκαταστάσεων, ο κύκλος φόρτωσης των αεροσυμπιεστών βρίσκεται μεταξύ 40 έως 80%. Ακόμα κάθε 1 bar ή 14.5 psi μείωση της πίεσης λειτουργίας στην έξοδο του αεροσυμπιεστή, μειώνει την κατανάλωση ενέργειας περίπου κατά 7%. Η χαμηλότερη πίεση λειτουργίας θα επηρεάσει και την ποσότητα της διαρροής καθώς για κάθε 1 bar ή 14.5 psi μείωση της πίεσης λειτουργίας μειώνονται οι απώλειες του δικτύου πεπιεσμένου αέρα κατά 13%. Κάθε kW πεπιεσμένου αέρα είναι περίπου 7 – 8 φορές πίο ακριβό από 1 kW ηλεκτρικής ενέργειας. Ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι τα περισσότερα συστήματα πεπιεσμένου αέρα δεν κλείνουν στις μη παραγωγικές ώρες σπαταλώντας έτσι μεγάλες ποσότητες πεπιεσμένου αέρα λόγω των αναπόφευκτων διαρροών του δικτύου. Σαν συνέπεια όλων των παραπάνω, υπάρχει μεγάλη δυναμική για εξοικονόμηση ενέργειας στους αεροσυμπιεστές.

Οι αεροσυμπιεστές που χρησιμοποιεί η εγκατάσταση είναι της εταιρίας Atlas Copco μοντέλο GA 55. Η συγκεκριμένη εταιρία για τις ανάγκες του συγκεκριμένου μοντέλου έχει προωθήσει στην αγορά το VSD Control System το οποίο είναι ένα σύστημα μεταβλητής ταχύτητας περιστροφής. Το σύστημα ελέγχου ρυθμίζει την παραγωγή του πεπιεσμένου αέρα σε ευθεία σχέση και ανάλογα με την κατανάλωση του αέρα που απαιτεί η σχετική παραγωγική διαδικασία. Αυτό επιτυγχάνεται με την αύξηση ή την μείωση της ταχύτητας περιστροφής του ηλεκτρικού κινητήρα. Το σύστημα αυτό παρέχει πολύ σταθερή πίεση εξόδου ( $\Delta p = 0.1$  bar) ενώ παρέχει ομαλή εκκίνηση και διακοπή της λειτουργίας. Σύμφωνα με μετρήσει που έχουν πραγματοποιηθεί από την ίδια την Atlas Copco το ποσοστό της εξοικονομούμενης ενέργειας ανέρχεται στο 34,3%.



Εικόνα 11.17: Πρότυπη λειτουργία του συστήματος VSD της Atlas Copco

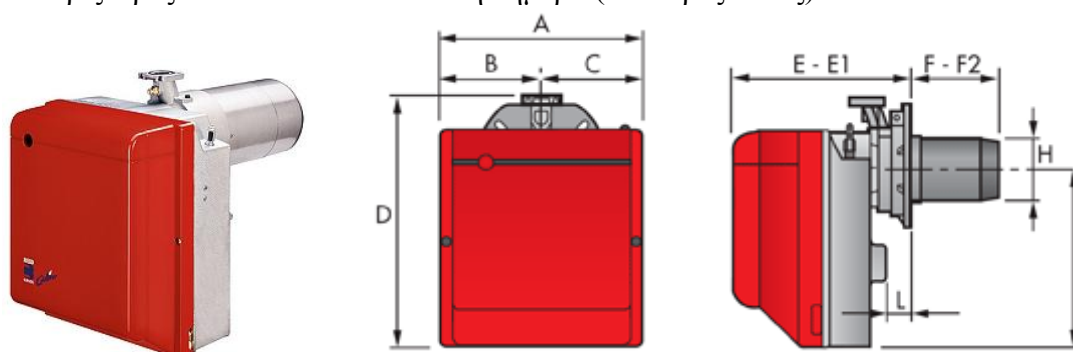
Στα πλαίσια της εξοικονόμησης ενέργειας για την συγκεκριμένη εγκατάσταση προτείνεται η τοποθέτηση συστήματος τεχνολογίας VSD για την ρύθμιση της παραγωγής πεπιεσμένου αέρα. Η συνολική κατανάλωση από τους αεροσυμπιεστές είναι 163800 kWh. Συνεπώς με την εγκατάσταση του συστήματος αυτού επιτυγχάνεται εξοικονόμηση 56183,4 kWh.

### 11.10 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 10<sup>η</sup>: ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Η υποκατάσταση του πετρελαίου από φυσικό αέριο στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης απαιτεί την αντικατάσταση των καυστήρων των εγκαταστάσεων. Από την χρήση φυσικού αερίου στη θέρμανση θα προκύψουν λειτουργικά οφέλη για το κτίριο λόγω της καθαρότητας της καύσης, της καλύτερης ρύθμιση της εγκατάστασης, της απελευθέρωσης του χώρου από τη δεξαμενή καυσίμου και της άμεσης χρήσης του καυσίμου χωρίς να απαιτεί απόθεμα. Επίσης θα προκύψουν περιβαλλοντικά οφέλη σε αστικό επίπεδο λόγω της μείωσης των ρύπων CO<sub>2</sub> και SO<sub>2</sub> που θα επιφέρει η χρήση του φυσικού αερίου.

Στα πλαίσια των δράσεων εξοικονόμησης προτείνεται η αντικατάσταση των υφιστάμενων καυστήρων πετρελαίου με καυστήρες φυσικού αερίου. Αποφεύγεται η αντικατάσταση των λεβήτων καθώς θεωρούνται σύγχρονοι και σχετικά αποδοτικοί. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η αντικατάσταση των καυστήρων θα πρέπει να συνοδευτεί από την κατασκευή κατάλληλου δικτύου για τροφοδοσία φυσικού αερίου καθώς και πρόσθετου εξοπλισμού όπως είναι βάνες και μετρητές.

Για την αντικατάσταση θα χρησιμοποιηθούν RIELLO με βαθμό απόδοσης περίπου 90% οι οποίοι θα λειτουργήσουν τέσσερις μήνες το χρόνο από περίπου τέσσερις ώρες και δεκαπέντε λεπτά την ημέρα (340 ώρες / έτος).



**Εικόνα 11.18:** Καυστήρας φυσικού αερίου RIELLO σειράς GULLIVER RS

Επειδή οι λέβητες δεν αντικαθίστανται η αποδιδόμενη ισχύς τους θα παραμείνει σταθερή τότε θα πρέπει να ικανοποιείται η εξής σχέση:

$$Q_{\Pi, \Phi, A} = \frac{Q_A}{\eta_{\Phi, A}} \quad 11.10.1$$

Η παροχή του καυσίμου υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$V_k = \frac{Q_{\Pi, \Phi, A}}{H_u} \quad 11.10.2$$

όπου

$V_k$  [ $m^3 / h$ ]: η παροχή όγκου καυσίμου (κατανάλωση καυσίμου)

$H_u$  [ $kcal / m^3$ ]: η κατώτερη θερμογόνο δύναμη του καυσίμου (για το φυσικό αέριο

$H_u=8285 kcal / m^3$ )

	Πλήθος	Προσφερόμενη ισχύς (kcal / h)	Παροχή καυσίμου ( $m^3 / h$ )	Παροχή καυσίμου ( $m^3 / \acute{\epsilon}$ τος)
<b>Αερολέβητας τύπου 1</b>	5	111111,1	13,4	22780
<b>Αερολέβητας τύπου 2</b>	2	177778	21,45	14586
			<b>Σύνολο</b>	<b>37366</b>

**Πίνακας 11.13:** Συνολική κατανάλωση φυσικού αερίου μετά την αντικατάσταση καυστήρων πετρελαίου

Με βάση τον πίνακα 11.13 προκύπτει ότι η συνολική κατανάλωση φυσικού μετά την επέμβαση είναι 37366  $m^3 / \acute{\epsilon}$ τος. Επειδή 1  $m^3$  αντιστοιχεί σε 0,0008 ΤΠΠ η συνολική κατανάλωση είναι 29,9 ΤΠΠ /  $\acute{\epsilon}$ τος. Με βάση το Κεφάλαιο 9 η κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης αντιστοιχεί σε 32,5 ΤΠΠ. Συνεπώς η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από αυτή την επέμβαση είναι 2,6 ΤΠΠ /  $\acute{\epsilon}$ τος.

### 11.11 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 11<sup>η</sup>: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΑΠΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΙΠΛΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

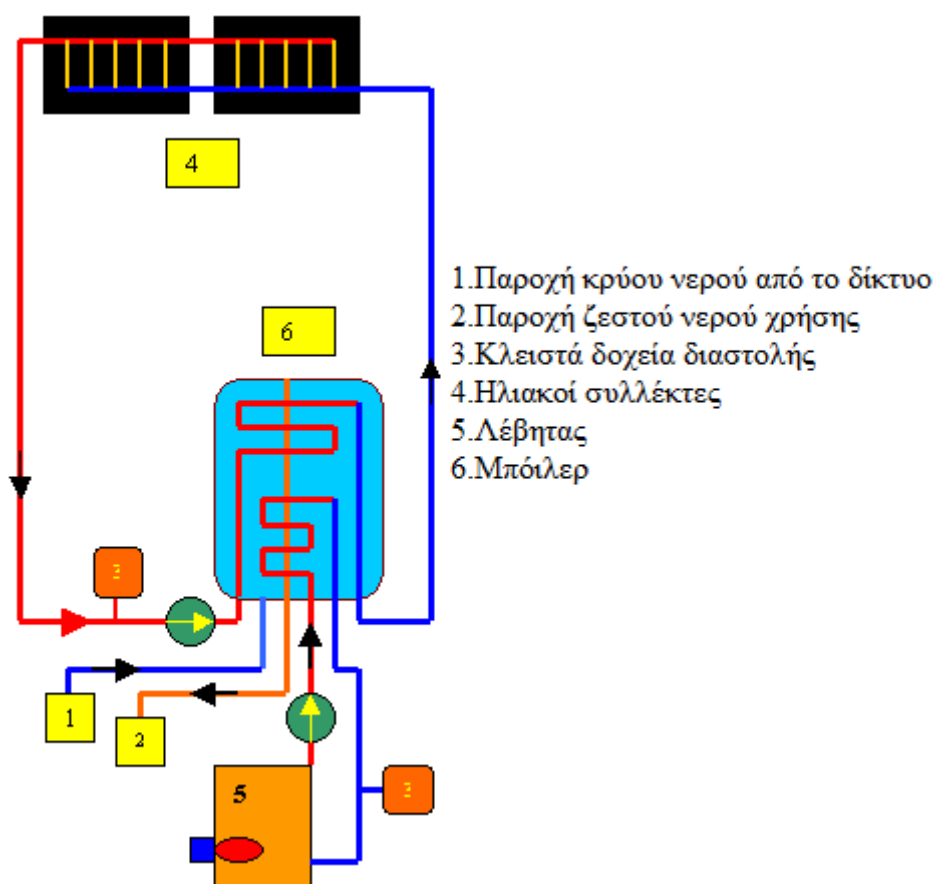
Θα εξεταστεί η περίπτωση, σύνδεσης και λειτουργίας ενός μπόιλερ τριπλής ενέργειας, με τους ηλιακούς συλλέκτες τοποθετημένους στην σκεπή του κτιρίου. Όπως φαίνεται και στην εικόνα 11.19, το κλειστό κύκλωμα των συλλεκτών είναι συνδεδεμένο με την σερπαντίνα του μπόιλερ, με μια διάταξη σωληνώσεων και οργάνων λειτουργίας και ρύθμισης. Το ίδιο περίπου συμβαίνει και με τον λέβητα.

Αν η θερμοκρασία των συλλεκτών είναι μεγαλύτερη από αυτήν του μπόιλερ, τότε αρχίζει να λειτουργεί ο κυκλοφορητής του κυκλώματος συλλεκτών μπόιλερ. Όταν η θερμοκρασία των συλλεκτών είναι μικρότερη από αυτήν του μπόιλερ, τότε ο κυκλοφορητής δεν λειτουργεί αλλά μπορεί να λειτουργήσει ο κυκλοφορητής του κυκλώματος λέβητας, μπόιλερ αν αυτό απαιτείται.

Στο κύκλωμα συλλεκτών πρέπει να συνδεθεί εκτός του δοχείου διαστολής και αυτόματος πλήρωσης, βαλβίδα ασφαλείας πίεσης, εξαεριστικό δικτύου, βάνα αποχέτευσης, βαλβίδα αντεπιστροφής, δοχείο διαστολής νερού χρήσης.

Στα πλαίσια των δράσεων εξοικονόμησης προτείνεται η τοποθέτηση ενός συστήματος τριπλής ενέργειας για την τροφοδοσία της Νέας Επισκευαστικής Βάσης με Ζεστό Νερό Χρήσης. Η τροφοδοσία θα αφορά την παροχή Ζεστού Νερού Χρήσης των αποδυτηρίων και το σύνολο των ηλεκτρικών θερμοσιφώνων που βρέθηκαν στην

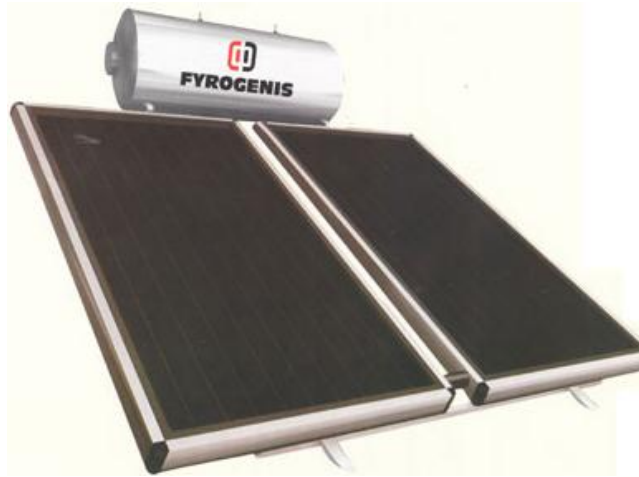
βάση. Για την τοποθέτηση του συγκεκριμένου συστήματος απαιτείται η εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα στο οροφή του κτιρίου. Επίσης για μεγαλύτερη εξοικονόμηση προτείνεται η αντικατάσταση του υπάρχοντα καυστήρα πετρελαίου με καυστήρα φυσικού αερίου. Για την ολοκλήρωση της εγκατάστασης απαιτείτε η αντικατάσταση του υπάρχοντος δικτύου σωληνώσεων με ένα δίκτυο βέλτιστης μόνωσης και ευρύτερο για να εξυπηρετεί τις ανάγκες σε θερμό νερό και στα πιο απομακρυσμένα σημεία της εγκατάστασης.



**Εικόνα 11.19:** Απεικόνιση συστήματος τριπλής ενέργειας για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης

Στη υπάρχουσα κατάσταση η παράγωγή θερμού νερού γίνεται θερμικά, με τη κατανάλωση 1,46 TΠΠ πετρελαίου θέρμανσης στο λέβητα και ηλεκτρικά με την κατανάλωση 5200 kWh ή 0,45 TΠΠ από τους θερμοσίφωνες. Άρα η συνολική κατανάλωση είναι 1,91 TΠΠ.

Στην προτεινόμενη κατάσταση ο καυστήρας βελτιώνει την απόδοση του συστήματος (90%) και με την ίδια αποδιδόμενη θερμική ισχύς η προσφερόμενη θερμική ισχύς διαμορφώνεται στις 38889 kcal / h. Λαμβάνοντας υπόψιν την κατώτερη θερμογόνο δύναμη του φυσικού αερίου η ανάγκη σε παροχή φυσικού αερίου είναι 4,69 m<sup>3</sup> / h. Να σημειωθεί ότι η διαδικασία υπολογισμού είναι ίδια με την μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην προηγούμενη πρόταση.



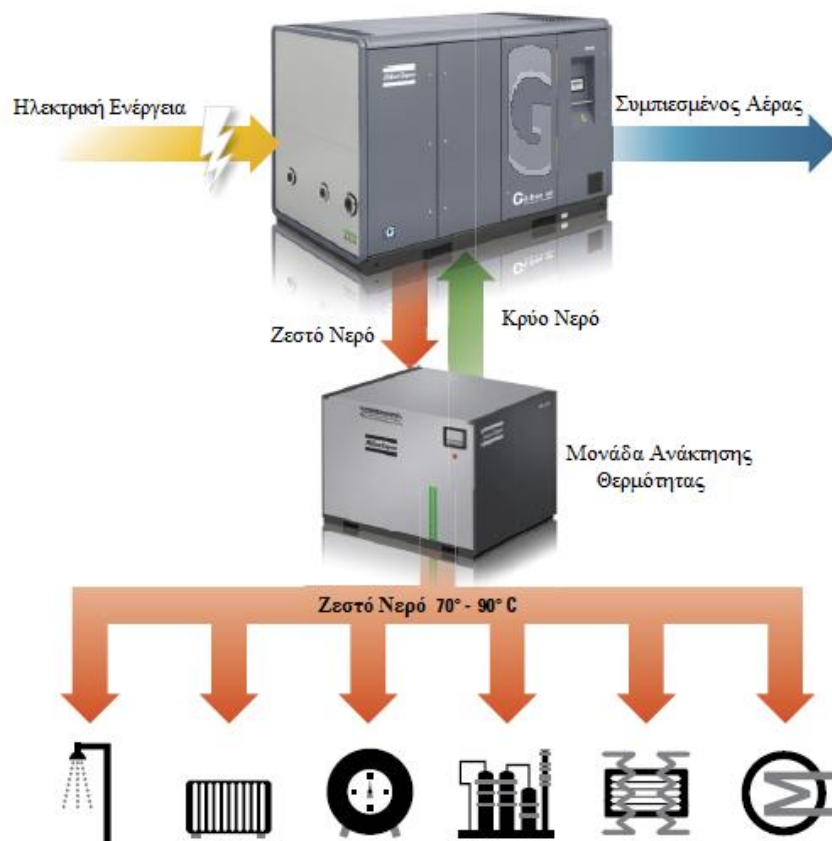
**Εικόνα 11.20:** Ηλιακός θερμοσίφωνας Φυρογένης τύπου FYR G / 300 lt

Στην νέα κατάσταση ο λέβητας θα λειτουργεί 8 μήνες. Επειδή θα αντικατασταθεί και το μπόιλερ με άλλο μεγαλύτερης χωρητικότητας θεωρείται ότι οι ώρες λειτουργίες σε αυτό το διάστημα θα αυξηθούν από μια ώρα και είκοσι λεπτά σε δύο ώρες. Άρα συνολικά στη νέα κατάσταση ο λέβητας θα λειτουργεί 320 h / έτος. Τους υπόλοιπους 4 μήνες θεωρείται ότι υπάρχει αρκετή ηλιοφάνεια η οποία καλύπτει τις ανάγκες σε Ζεστό Νερό Χρήσης. Επομένως επιτυγχάνεται πλήρης εξοικονόμηση ενέργειας από τους ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες ενώ με την υποκατάσταση σε φυσικό αέριο η συνολική κατανάλωση είναι 1,2 ΤΠΠ. Συνεπώς η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας είναι 0,71 ΤΠΠ / έτος.

#### **11.12 ΕΠΕΜΒΑΣΗ 12<sup>η</sup>: ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

Όπως έχει αναφερθεί στο Κεφάλαιο 5 το 80% - 90% της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται σε έναν αεροσυμπιεστή μετατρέπεται σε θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας η οποία σε πολλές περιπτώσεις απορρίπτεται στο περιβάλλον. Υπάρχει όμως η δυνατότητα ανάκτησης της θερμότητας αυτής. Η ανάκτηση αυτή γίνεται με εναλλάκτες θερμότητας λαδιού – νερού όπου η ψύξη του λαδιού του αεροσυμπιεστή γίνεται από νερό, το οποίο στην συνέχεια μπορεί να αποδώσει την θερμική του ενέργεια σε δίκτυο προθερμαντήρων ή να χρησιμοποιηθεί προς χρήση (αποδυτήρια). Οι εναλλάκτες αυτοί συνήθως προσφέρονται από τις κατασκευάστριες εταιρείες των αεροσυμπιεστών και είναι τυποποιημένα συστήματα, τα οποία προσαρμόζονται πάνω σε αυτόν με ελάχιστες μετατροπές και πολύ μικρό κόστος. Τα συστήματα αυτά διαθέτουν την ιδιότητα να είναι και αερόψυκτα, σε καταστάσεις όπου δεν χρησιμοποιείται η ανακτώμενη θερμότητα.

Η εγκατάσταση των προαναφερόμενων συστημάτων μπορεί να γίνει στους δύο αεροσυμπιεστές GA 55 της εγκατάστασης, Το σύστημα θα αποτελείται από την μονάδα ανάκτησης θερμότητας προσαρμοσμένη πάνω στον αεροσυμπιεστή, τις σωληνώσεις μεταφοράς του νερού σε επιθυμητή θέση όπου θα τοποθετηθεί αξονικό αερόθερμο, την αναγκαία αντλία - κυκλοφορητή, τον αυτοματισμό λειτουργίας, τα στηρίγματα του δικτύου.



**Εικόνα 11.21:** Σύστημα ανάκτησης θερμότητας από Αεροσυμπιεστές GA 55

Στα πλαίσια των δράσεων εξοικονόμησης προτείνεται η τοποθέτηση μονάδα ανάκτησης θερμότητας στο χώρο των αεροσυμπιεστών της εγκατάστασης με σκοπό την χρησιμοποίηση της απορριπτόμενης θερμότητας για θέρμανση χώρων και παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης. Οι προς θέρμανση χώροι αφορούν τα γραφεία διοίκησης τα οποία θερμαίνονται από το κεντρικό σύστημα και το αριστερό τμήμα της βάσης το οποίο θερμαίνεται από δυο αερολέβητες τύπου 1. Ο συντελεστής ανάκτησης της απορριπτόμενης θερμότητας με συντηρητικούς υπολογισμούς είναι 0,85. Άρα από τις 163800 kWh που καταναλώνουν οι αεροσυμπιεστές υπάρχει δυνατότητα εξοικονόμησης 139230 kWh ή 11,97 ΤΠΠ.

Αναφορικά με το Ζεστό Νερό Χρήσης προτείνεται η κατάργηση των ηλεκτρικών θερμοσιφώνων που λειτουργούν σε όλη την εγκατάσταση καθώς και του λέβητα 35000 kcal / h που βρίσκεται στα αποδυτήρια. Με αυτό τον τρόπο εξοικονομούνται 1,91 ΤΠΠ.

Σχετικά με την θέρμανση του αριστερού τμήματος προτείνεται η κατάργηση των δύο αερολεβήτων. Οι δυο αυτοί λέβητες λειτουργούν τέσσερις μήνες το χρόνο από περίπου τέσσερις ώρες και δεκαπέντε λεπτά την ημέρα με παροχή καυσίμου 12 kg / h. Άρα η συνολική κατανάλωση κατά έτος είναι 7,98 ΤΠΠ.

Επιπλέον για την θέρμανση των γραφείων διοίκησης λειτουργεί κεντρικό σύστημα στην οροφή του κτιρίου. Το σύστημα αυτό λειτουργεί 346 h κατά τους χειμερινούς μήνες με ισχύ 125 kW. Άρα η συνολική κατανάλωση του ανέρχεται σε



43250 kWh ή 3,72 TΠΠ. Προτείνεται η μη χρησιμοποίηση του κατά την διάρκεια του χειμώνα. Επομένως υπάρχει πλήρης εξοικονόμηση δηλαδή εξοικονομούνται 3,72 TΠΠ.

<b>Επεμβάσεις</b>	<b>Εξοικονομούμενη Ενέργεια (TΠΠ / έτος)</b>
<b>Κατάργηση θερμοσιφώνων</b>	0,45
<b>Κατάργηση λέβητα για ZNX</b>	1,46
<b>Κατάργηση λεβήτων τύπου 1</b>	7,98
<b>Μη χρήση κεντρικού συστήματος θέρμανσης - ψύξης</b>	3,72

**Πίνακας 11.14:** Επεμβάσεις εξοικονόμησης για την αξιοποίηση της απορριπτόμενης θερμότητας από τους αεροσυμπιεστές



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12<sup>ο</sup>:  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ  
ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



Στη παρών κεφάλαιο υπολογίζονται οι δείκτες NPV, IRR και DPB για τις ενεργειακές επενδύσεις που αναπτύχθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

## 12.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 1<sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

### 12.1.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης

Το πλαίσιο της πρότασης περιλαμβάνει την αντικατάσταση των λαμπτήρων πέντε φωτιστικών από άλλες υψηλότερης απόδοσης. Η εταιρεία που επιλέχτηκε είναι η Phillips. Οι τιμές των λαμπτήρων που προτείνονται φαίνονται στο πίνακα 12.1.

	€ / Τεμάχιο	Τεμάχια	Κόστος (€)
<b>Master Ambiance 12W</b>	7,99	9	71,91
<b>SON Comfort 250W</b>	40,21	230	9248,3
<b>Master TL-D ECO 32W</b>	4,54	86	390,44
<b>Master TL-D ECO 16W</b>	4,14	936	3875,04
<b>Master TL-D ECO 51W</b>	5,75	12	69
		<b>Σύνολο</b>	<b>13654,69</b>

**Πίνακας 12.1:** Κόστος αγοράς αποδοτικότερων λαμπτήρων

Αν στο παραπάνω κόστος συμπεριληφθεί και ένα κόστος αγοράς αποθέματος 10% για κάθε περίπτωση καθώς και το εργατικό κόστος της αντικατάστασης τότε το συνολικό κόστος της επέμβασης αυξάνεται.

Τύπος	Κόστος (€)
Λαμπτήρες	13654,69
Απόθεμα Λαμπτήρων 10%	1365,47
Εργατικά	100
<b>Σύνολο</b>	<b>15120,16</b>

**Πίνακας 12.2:** Συνολικό κόστος 1<sup>ης</sup> Επέμβασης

Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 11 η εξοικονόμηση που προκύπτει από την επέμβαση αυτή ανέρχεται στις 85241,73 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψιν την τιμή της ενέργειας όπως προκύπτει από την παρουσίαση των νέων τιμολογίων της Δ.Ε.Η. (12.1.2011) και η οποία είναι στα 0,10129 € / kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις.

Ενέργεια (kWh)	€ / kWh	Σύνολο (€)
85241,73	0,10129	<b>8634,13</b>

**Πίνακας 12.3:** Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας

### 12.1.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης

Τα βασικά στοιχεία της επένδυσης φαίνονται στο πίνακα. 12.4.

Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ή ελάχιστη απόδοση κεφαλαίων $d$	0,06
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή $\phi$	0,25
Διάρκεια οικονομικής ζωής $N$	10
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης $\epsilon$	0
Ετήσιες καθαρές ταμιακές ροές $F_t$	8634,134832 €
Συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς $K_0$	15120,16 €

Πίνακας 12.4: Στοιχεία επένδυσης για την 1<sup>ης</sup> Επέμβαση

Η οικονομική ζωή της επέμβασης λαμβάνεται ίση με 10 χρόνια καθώς σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των λαμπτήρων η διάρκεια ζωής τους ανέρχεται σε 24000 ώρες περίπου.

Το συνολικό καθαρό όφελος από την 1<sup>η</sup> Επέμβαση υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 6.4.2 και φαίνεται παρακάτω.

Έτος	Ετήσιο Καθαρό Όφελος (€)
1	6465,67
2	6099,68
3	5754,42
4	5428,70
5	5121,41
6	4831,52
7	4558,04
8	4300,04
9	4056,64
10	3827,02
<b>Σύνολο</b>	<b>50443,13</b>

Πίνακας 12.5: Υπολογισμός συνολικού καθαρού οφέλους για την 1<sup>η</sup> Επέμβαση

Από την εξίσωση 6.4.1 προκύπτει ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία της 1<sup>ης</sup> επένδυσης είναι ίση με:

$$NPV = -15120,70 + 50443,13 = 35322,97 \text{ €}$$

Ο υπολογισμός του IRR γίνεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού του Κεφαλαίου 6.

	<b>IRR</b>	<b>NPV</b>
Βήμα 1 <sup>ο</sup>	0,0600000	35322,97
Βήμα 2 <sup>ο</sup>	0,0800000	30868,09
Βήμα 3 <sup>ο</sup>	0,2185809	11892,11
Βήμα 4 <sup>ο</sup>	0,3054286	5757,87
Βήμα 5 <sup>ο</sup>	0,3869478	1919,34
Βήμα 6 <sup>ο</sup>	0,4277091	448,45
Βήμα 7 <sup>ο</sup>	0,4401364	45,60
Βήμα 8 <sup>ο</sup>	0,4415432	1,21
Βήμα 9 <sup>ο</sup>	0,4415817	0

**Πίνακας 12.6:** Υπολογισμός IRR για την 1<sup>η</sup> Επέμβαση

Από τον πίνακα 12.6 είναι εμφανές ότι  $IRR = 44,16\%$

Αναφορικά με την έντοκη περίοδο αποπληρωμής, λύνοντας την εξίσωση 6.4.9 ως προς N προκύπτει ότι  $DPB = 2,44$  χρόνια.

Συνολικά λοιπόν οι Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης της 1<sup>ης</sup> Επένδυσης φαίνονται παρακάτω.

<b>NPV</b>	<b>35322,97 €</b>
<b>IRR</b>	<b>44,16%</b>
<b>DPB</b>	<b>2,44 χρόνια</b>

**Πίνακας 12.7:** Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης 1<sup>ης</sup> Επέμβασης

Από τις τιμές του πίνακα 12.7, η επένδυση κρίνεται ιδιαίτερα συμφέρουσα και προσοδοφόρα. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι πολύ υψηλός και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι 2,44 χρόνια, διάστημα πολύ μικρό. Τα οφέλη αυτής της επένδυσης υπερκαλύπτουν το κόστος της.

## **12.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 2<sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ**

### **12.2.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης**

Το πλαίσιο της πρότασης περιλαμβάνει την αντικατάσταση των ballast έξι φωτιστικών με ηλεκτρονικά. Η εταιρεία που επιλέχτηκε είναι η Phillips. Οι τιμές των ηλεκτρονικών ballast που προτείνονται φαίνονται στο πίνακα 12.8. Να διευκρινιστεί ότι κάθε ένα από τα ballast μπορεί να συνδεθεί μόνο με ένα λαμπτήρα..

	€/ Τεμάχιο	Τεμάχια	Κόστος (€)
<b>Master Ambiance 12W</b>	8,12	9	73,08
<b>BSN 250 L406-ITS 220/230V 50Hz BC2-160</b>	36,38	230	8367,4
<b>HF-P 132 TL-D ΕΠ 220-240V 50/60Hz</b>	22,83	86	1963,38
<b>HF-P 118 TL-D ΕΠ 220-240V 50/60Hz</b>	22,83	936	21368,88
<b>HF-P 158 TL-D ΕΠ 220-240V 50/60Hz</b>	22,83	12	273,96
<b>BSN 400 L406-ITS 220/230V 50Hz BC3-166</b>	48,72	9	438,48
		<b>Σύνολο</b>	<b>32485,18</b>

**Πίνακας 12.8:** Κόστος αγοράς ηλεκτρονικών ballast

Αν στο παραπάνω κόστος συμπεριληφθεί και ένα κόστος εργατικών για την τοποθέτηση των ballast ίσο με 2 € / ballast τότε το συνολικό κόστος της επέμβασης αυξάνεται.

Τύπος	Κόστος (€)
ballast	32485,18
Εργατικά	1282
<b>Σύνολο</b>	<b>33767,18</b>

**Πίνακας 12.9:** Συνολικό κόστος 2<sup>ης</sup> Επέμβασης

Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 11 η εξοικονόμηση που προκύπτει από την επέμβαση αυτή ανέρχεται στις 68116,12 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψιν την τιμή της ενέργειας όπως προκύπτει από την παρουσίαση των νέων τιμολογίων της Δ.Ε.Η. (12.1.2011) και η οποία είναι στα 0,10129 € / kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις.

Ενέργεια (kWh)	€/ kWh	Σύνολο (€)
68116,12	0,10129	<b>6899,48</b>

**Πίνακας 12.10:** Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας

### 12.2.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης

Τα βασικά στοιχεία της επένδυσης φαίνονται στο πίνακα 12.11.

<b>Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ή ελάχιστη απόδοση κεφαλαίων d</b>	0,06
<b>Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή φ</b>	0,25
<b>Διάρκεια οικονομικής ζωής N</b>	20
<b>Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης ε</b>	0
<b>Ετήσιες καθαρές ταμιακές ροές F<sub>t</sub></b>	6899,48 €
<b>Συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς K<sub>0</sub></b>	33767,18 €

**Πίνακας 12.11:** Στοιχεία επένδυσης για την 2<sup>ης</sup> Επέμβασης



Η οικονομική ζωή της επένδυσης λαμβάνεται ίση με 20 χρόνια καθώς σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ballast η διάρκεια ζωής τους ανέρχεται σε 50000 ώρες περίπου.

Το συνολικό καθαρό όφελος από την 2<sup>η</sup> Επέμβαση υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 6.4.2 και φαίνεται παρακάτω.

Έτος	Ετήσιο Καθαρό Όφελος (€)
1	5279,91
2	4981,04
3	4699,10
4	4433,11
5	4182,18
6	3945,45
7	3722,12
8	3511,44
9	3312,68
10	3125,17
11	2948,27
12	2781,39
13	2623,95
14	2475,43
15	2335,31
16	2203,12
17	2078,42
18	1960,77
19	1849,78
20	1745,08
<b>Σύνολο</b>	<b>64193,71</b>

**Πίνακας 12.12:** Υπολογισμός συνολικού καθαρού οφέλους για την 2η Επέμβαση

Από την εξίσωση 6.4.1 προκύπτει ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία της 2<sup>ης</sup> επένδυσης είναι ίση με:

$$NPV = -33767,18 + 64193,71 = 30426,53 \text{ €}$$

Ο υπολογισμός του IRR γίνεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού του Κεφαλαίου 6.

	IRR	NPV
Βήμα 1 <sup>ο</sup>	0,0600000	30426,53
Βήμα 2 <sup>ο</sup>	0,0800000	21182,04
Βήμα 3 <sup>ο</sup>	0,1258263	6555,83
Βήμα 4 <sup>ο</sup>	0,1463669	1981,35
Βήμα 5 <sup>ο</sup>	0,1552636	269,06
Βήμα 6 <sup>ο</sup>	0,1566615	12,94
Βήμα 7 <sup>ο</sup>	0,1567322	0

**Πίνακας 12.13:** Υπολογισμός IRR για την 2<sup>η</sup> Επέμβαση

Από τον πίνακα 12.13 είναι εμφανές ότι  $IRR = 15,67\%$

Αναφορικά με την έντοκη περίοδο αποπληρωμής, λύνοντας την εξίσωση 6.4.9 ως προς  $N$  προκύπτει ότι  $DPB = 7,71$  χρόνια.

Συνολικά λοιπόν οι Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης της 2<sup>ης</sup> Επένδυσης φαίνονται παρακάτω.

<b>NPV</b>	<b>10531,63 €</b>
<b>IRR</b>	<b>15,67%</b>
<b>DPB</b>	<b>7,71 χρόνια</b>

**Πίνακας 12.14:** Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης 2<sup>ης</sup> Επέμβασης

Από τις τιμές του προηγούμενου πίνακα, η επένδυση κρίνεται ιδιαίτερα συμφέρουσα. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι περίπου τριπλάσιος από το επιτόκιο αναγωγής και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι 7,71 χρόνια διάστημα όχι ιδιαίτερα μεγάλο συγκριτικά με την διάρκεια ζωής της επέμβασης. Τα οφέλη αυτής της επένδυσης υπερκαλύπτουν το κόστος της.

### 12.3 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 3<sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

#### 12.3.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης

Το πλαίσιο της πρότασης περιλαμβάνει την τοποθέτηση συστημάτων ρύθμισης άεργου ισχύος στους πινάκες κίνησης της εγκατάστασης. Η εταιρεία που επιλέχθηκε είναι η Italfarad. Οι τιμές των συστημάτων που προτείνονται φαίνονται στο πίνακα 12.15.

<b>Τύπος</b>	<b>Κόστος (€)</b>
<b>ITALFARAD σειρά S τύπου PFS/R των 52,5 kVar</b>	3500
<b>ITALFARAD σειρά S τύπου PFS/R των 52,5 kVar</b>	3500
<b>ITALFARAD σειρά M τύπου PFM/R των 127,5 kVar</b>	10000
<b>ITALFARAD σειρά S τύπου PFS/R των 45 kVar</b>	3000
<b>ITALFARAD σειρά S τύπου PFS/R των 30 kVar</b>	2900
<b>ITALFARAD σειρά S τύπου PFS/R των 26 kVar</b>	2800
<b>Σύνολο</b>	<b>25700</b>

**Πίνακας 12.15:** Κόστος αγοράς συστημάτων ρύθμισης άεργου ισχύος

Αν στο παραπάνω κόστος συμπεριληφθεί και το εργατικό κόστος της τοποθέτησης και σύνδεσης των συστημάτων τότε το συνολικό κόστος της επέμβασης αυξάνεται.

<b>Τύπος</b>	<b>Κόστος (€)</b>
<b>Μονάδες</b>	25700
<b>Εργατικά</b>	2500
<b>Σύνολο</b>	<b>28200</b>

**Πίνακας 12.16:** Συνολικό κόστος 3<sup>ης</sup> Επέμβασης

Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 11 η εξοικονόμηση που προκύπτει από την επέμβαση αυτή ανέρχεται στις 622535,2 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψιν την τιμή της ενέργειας όπως προκύπτει από την παρουσίαση των νέων τιμολογίων της Δ.Ε.Η. (12.1.2011) και η οποία είναι στα 0,10129 € / kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις.

Ενέργεια (kWh)	€ / kWh	Σύνολο (€)
622535,2	0,10129	<b>10520,61</b>

**Πίνακας 12.17:** Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας

### 12.3.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης

Τα βασικά στοιχεία της επένδυσης φαίνονται στο πίνακα 12.18.

Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ή ελάχιστη απόδοση κεφαλαίων $d$	0,06
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή $\varphi$	0,25
Διάρκεια οικονομικής ζωής $N$	30
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης $\varepsilon$	0
Ετήσιες καθαρές ταμιακές ροές $F_t$	10520,61348
Συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς $K_0$	28200

**Πίνακας 12.18:** Στοιχεία επένδυσης για την 3<sup>η</sup> Επέμβασης

Το συνολικό καθαρό όφελος από την 3<sup>η</sup> Επέμβαση υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 6.4.2 και φαίνεται παρακάτω.

Έτος	Ετήσιο Καθαρό Όφελος (€)
1	7665,53
2	7231,63
3	6822,29
4	6436,13
5	6071,82
6	5728,13
7	5403,90
8	5098,01
9	4809,45
10	4537,21
11	4280,39
12	4038,10
13	3809,53
14	3593,90
15	3390,47
16	3198,56
17	3017,51
18	2846,70
19	2685,57
20	2533,56
21	2390,15
22	2254,86
23	2127,22
24	2006,81
25	1893,22
26	1786,06
27	1684,96
28	1589,58
29	1499,61
30	1414,72
<b>Σύνολο</b>	<b>111845,59</b>

**Πίνακας 12.19:** Υπολογισμός συνολικού καθαρού οφέλους για την 3<sup>η</sup> Επέμβαση

Από την εξίσωση 6.4.1 προκύπτει ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία της 3<sup>ης</sup> επένδυσης είναι ίση με:

$$NPV = -28200 + 111845,59 = 83645,59\text{€}$$

Ο υπολογισμός του IRR γίνεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού του Κεφαλαίου 6.

	<b>IRR</b>	<b>NPV</b>
Βήμα 1 <sup>ο</sup>	0,0600000	83645,59
Βήμα 2 <sup>ο</sup>	0,0800000	63274,67
Βήμα 3 <sup>ο</sup>	0,1421226	27910,99
Βήμα 4 <sup>ο</sup>	0,1911531	14084,01
Βήμα 5 <sup>ο</sup>	0,2410952	5438,13
Βήμα 6 <sup>ο</sup>	0,2725079	1595,73
Βήμα 7 <sup>ο</sup>	0,2855534	239,94
Βήμα 8 <sup>ο</sup>	0,2878622	12,63
Βήμα 9 <sup>ο</sup>	0,2879905	0,11
Βήμα 10 <sup>ο</sup>	0,2879916	0

**Πίνακας 12.20:** Υπολογισμός IRR για την 3<sup>η</sup> Επέμβαση

Από τον πίνακα 12.20 είναι εμφανές ότι  $IRR = 28,8\%$

Αναφορικά με την έντοκη περίοδο αποπληρωμής, λύνοντας την εξίσωση 6.4.9 ως προς N προκύπτει ότι  $DPB = 4,01$  χρόνια.

Συνολικά λοιπόν οι Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης της 1<sup>ης</sup> Επένδυσης φαίνονται παρακάτω.

<b>NPV</b>	<b>83645,59 €</b>
<b>IRR</b>	<b>28,8</b>
<b>DPB</b>	<b>4,01 χρόνια</b>

**Πίνακας 12.21:** Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης 3<sup>ης</sup> Επέμβασης

Από τις τιμές του προηγούμενου πίνακα, η επένδυση κρίνεται ιδιαίτερα συμφέρουσα και προσοδοφόρα. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι πολύ υψηλός και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι 4,01 χρόνια, διάστημα πολύ μικρό. Τα οφέλη αυτής της επένδυσης υπερκαλύπτουν το κόστος της.

## 12.4 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 4<sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

### 12.4.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης

Το πλαίσιο της πρότασης περιλαμβάνει βελτίωση της θερμομόνωσης της εξωτερικής τοιχοποιίας της εγκατάστασης. Το υλικό που επιλέχτηκε είναι πλάκες θερμομονωτικού υλικού διογκωμένου πολυστυρενίου. Οι τιμές των για την αγορά του υλικού και την τοποθέτηση του φαίνονται στο πίνακα 12.22.

	<b>€/ m<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>Κόστος (€)</b>
<b>Πλάκες θερμομονωτικού υλικού διογκωμένου πολυστυρενίου</b>	7,1	3255,77	23115,967
<b>Εργατικά</b>	10	3255,77	32557,7
<b>Άλλα υλικά</b>	5	3255,77	16278,85
	<b>Σύνολο</b>		<b>71952,52</b>

**Πίνακας 12.22:** Συνολικό κόστος 4<sup>ης</sup> Επέμβασης

Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 11 η εξοικονόμηση που προκύπτει από την επέμβαση αυτή ανέρχεται στις 97075,6 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψιν την τιμή της ενέργειας όπως προκύπτει από την παρουσίαση των νέων τιμολογίων της Δ.Ε.Η. (12.1.2011) και η οποία είναι στα 0,10129 € / kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις.

Ενέργεια (kWh)	€ / kWh	Σύνολο (€)
97075,6	0,10129	<b>9832,79</b>

**Πίνακας 12.23:** Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας

#### 12.4.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης

Τα βασικά στοιχεία της επένδυσης φαίνονται στο πίνακα 12.24.

<b>Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ή ελάχιστη απόδοση κεφαλαίων d</b>	0,06
<b>Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή φ</b>	0,25
<b>Διάρκεια οικονομικής ζωής N</b>	30
<b>Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης ε</b>	0
<b>Ετήσιες καθαρές ταμιακές ροές F<sub>t</sub></b>	9832,79
<b>Συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς K<sub>0</sub></b>	71952,52

**Πίνακας 12.24:** Στοιχεία επένδυσης για την 4<sup>η</sup> Επέμβαση

Το συνολικό καθαρό όφελος από την 4<sup>η</sup> Επέμβαση υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 6.4.2 και φαίνεται παρακάτω.

Έτος	Ετήσιο Καθαρό Όφελος (€)
1	7522,83
2	7097,01
3	6695,29
4	6316,31
5	5958,78
6	5621,49
7	5303,30
8	5003,11
9	4719,91
10	4452,75
11	4200,71
12	3962,93
13	3738,61
14	3526,99
15	3327,35
16	3139,01
17	2961,33
18	2793,71
19	2635,58
20	2486,39
21	2345,65
22	2212,88
23	2087,62
24	1969,46
25	1857,98
26	1752,81
27	1653,59
28	1559,99
29	1471,69
30	1388,39
<b>Σύνολο</b>	<b>109763,45</b>

**Πίνακας 12.25:** Υπολογισμός συνολικού καθαρού οφέλους για την 4<sup>η</sup> Επέμβαση

Από την εξίσωση 6.4.1 προκύπτει ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία της 4<sup>ης</sup> επένδυσης είναι ίση με:

$$NPV = -71952,52 + 109763,45 = 37810,93 \text{ €}$$

Ο υπολογισμός του IRR γίνεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού του Κεφαλαίου 6.

	<b>IRR</b>	<b>NPV</b>
Βήμα 1 <sup>ο</sup>	0,0600000	37810,93
Βήμα 2 <sup>ο</sup>	0,0800000	17819,24
Βήμα 3 <sup>ο</sup>	0,0978267	4604,03
Βήμα 4 <sup>ο</sup>	0,1040373	759,60
Βήμα 5 <sup>ο</sup>	0,1052644	-356,56
Βήμα 6 <sup>ο</sup>	0,1048724	268,15
Βήμα 7 <sup>ο</sup>	0,1050406	169,82
Βήμα 8 <sup>ο</sup>	0,1053313	0,55
Βήμα 9 <sup>ο</sup>	0,1053322	0

**Πίνακας 12.26:** Υπολογισμός IRR για την 4<sup>η</sup> Επέμβαση

Από τον πίνακα 12.26 είναι εμφανές ότι  $IRR = 10,53\%$

Αναφορικά με την έντοκη περίοδο αποπληρωμής, λύνοντας την εξίσωση 6.4.9 ως προς N προκύπτει ότι  $DPB = 13,38$  χρόνια.

Συνολικά λοιπόν οι Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης της 4<sup>ης</sup> Επένδυσης φαίνονται παρακάτω.

<b>NPV</b>	<b>37810,93 €</b>
<b>IRR</b>	<b>10,53%</b>
<b>DPB</b>	<b>13,38 χρόνια</b>

**Πίνακας 12.27:** Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης 4<sup>ης</sup> Επέμβασης

Από τις τιμές του προηγούμενου πίνακα, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι περίπου 10,53% και κρίνεται ικανοποιητικός σε σχέση με το επιτόκιο αναγωγής. Αντίθετα η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι 13,38 χρόνια διάστημα ιδιαίτερα μεγάλο όχι όμως συγκριτικά με την διάρκεια ζωής της επέμβασης. Αυτό οφείλεται κυρίως στο μεγάλο κόστος της επέμβασης. Παρόλο που η επένδυση έχει αρκετά μεγάλη έντοκη περίοδο αποπληρωμής, ζητείται από την εταιρεία να κρίνει για την αναγκαιότητα της επένδυσης, καθότι η μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση δεν είναι αμελητέα.

## 12.5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 5<sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

### 12.5.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης

Το πλαίσιο της πρότασης περιλαμβάνει την αντικατάσταση των υαλοπινάκων που υπάρχουν στην Νέα Επισκευαστική Βάση με διπλούς ενεργειακούς υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (low-e). Οι τιμές των για την αγορά του υλικού και την τοποθέτηση του φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.



	€/ m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	Κόστος
<b>Υαλοπίνακας χαμηλής εκπομπής (low-e) με διάκενο αερίου Αργού</b>	60	1009,5	60570
<b>Εργατικά</b>	7	1009,5	7066,5
		<b>Σύνολο</b>	<b>67636,5</b>

**Πίνακας 12.28:** Συνολικό κόστος 5<sup>ης</sup> Επέμβασης

Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 11 η εξοικονόμηση που προκύπτει από την επέμβαση αυτή ανέρχεται στις 103467,8 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψιν την τιμή της ενέργειας όπως προκύπτει από την παρουσίαση των νέων τιμολογίων της Δ.Ε.Η. (12.1.2011) και η οποία είναι στα 0,10129 €/ kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις.

Ενέργεια (kWh)	€/ kWh	Σύνολο (€)
103467,8	0,10129	<b>10480,25346</b>

**Πίνακας 12.29:** Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας

### 12.5.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης

Τα βασικά στοιχεία της επένδυσης φαίνονται στο πίνακα 12.30.

<b>Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ή ελάχιστη απόδοση κεφαλαίων d</b>	0,06
<b>Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή φ</b>	0,25
<b>Διάρκεια οικονομικής ζωής N</b>	30
<b>Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης ε</b>	0
<b>Ετήσιες καθαρές ταμιακές ροές F<sub>t</sub></b>	10480,25346
<b>Συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς K<sub>0</sub></b>	67636,5

**Πίνακας 12.30:** Στοιχεία επένδυσης για την 5<sup>ης</sup> Επέμβασης

Το συνολικό καθαρό όφελος από την 5<sup>η</sup> Επέμβαση υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 6.4.2 και φαίνεται παρακάτω.

Έτος	Ετήσιο Καθαρό Όφελος (€)
1	7947,01
2	7497,18
3	7072,81
4	6672,46
5	6294,77
6	5938,47
7	5602,33
8	5285,21
9	4986,05
10	4703,82
11	4437,57
12	4186,38
13	3949,42
14	3725,87
15	3514,97
16	3316,01
17	3128,31
18	2951,24
19	2784,18
20	2626,59
21	2477,91
22	2337,66
23	2205,33
24	2080,50
25	1962,74
26	1851,64
27	1746,83
28	1647,95
29	1554,67
30	1466,67
<b>Σύνολο</b>	<b>115952,56</b>

**Πίνακας 12.31:** Υπολογισμός συνολικού καθαρού οφέλους για την 5<sup>η</sup> Επέμβαση

Από την εξίσωση 6.4.1 προκύπτει ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία της 5<sup>ης</sup> επένδυσης είναι ίση με:

$$NPV = -67636,5 + 115952,56 = 48316,06 \text{ €}$$

Ο υπολογισμός του IRR γίνεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού του Κεφαλαίου 6.

	<b>IRR</b>	<b>NPV</b>
Βήμα 1 <sup>ο</sup>	0,0600000	48316,06
Βήμα 2 <sup>ο</sup>	0,0800000	27197,13
Βήμα 3 <sup>ο</sup>	0,1057561	8113,59
Βήμα 4 <sup>ο</sup>	0,1167067	1911,25
Βήμα 5 <sup>ο</sup>	0,1200811	-102,33
Βήμα 6 <sup>ο</sup>	0,1199096	264,44
Βήμα 7 <sup>ο</sup>	0,1200333	202,27
Βήμα 8 <sup>ο</sup>	0,1204355	0,70
Βήμα 9 <sup>ο</sup>	0,1204369	0

**Πίνακας 12.32:** Υπολογισμός IRR για την 5<sup>η</sup> Επέμβαση

Από τον πίνακα 12.32 είναι εμφανές ότι  $IRR = 12,04\%$

Αναφορικά με την έντοκη περίοδο αποπληρωμής, λύνοντας την εξίσωση 6.4.9 ως προς N προκύπτει ότι  $DPB = 11,28$  χρόνια.

Συνολικά λοιπόν οι Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης της 5<sup>ης</sup> Επένδυσης φαίνονται παρακάτω.

<b>NPV</b>	<b>115952,56 €</b>
<b>IRR</b>	<b>12,04%</b>
<b>DPB</b>	<b>11,28 χρόνια</b>

**Πίνακας 12.33:** Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης 5<sup>ης</sup> Επέμβασης

Από τις τιμές του προηγούμενου πίνακα, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι περίπου 12,04% και κρίνεται ικανοποιητικός σε σχέση με το επιτόκιο αναγωγής αφού είναι διπλάσιος. Αντίθετα η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι 11,28 χρόνια διάστημα ιδιαίτερα μεγάλο όχι όμως συγκριτικά με την διάρκεια ζωής της επέμβασης. Αυτό οφείλεται κυρίως στο μεγάλο κόστος της επέμβασης. Παρόλο που η επένδυση έχει αρκετά μεγάλη έντοκη περίοδο αποπληρωμής, ζητείται από την εταιρεία να κρίνει για την αναγκαιότητα της επένδυσης, καθότι η μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση δεν είναι αμελητέα.

## **12.6 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 6<sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ**

### **12.6.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης**

Το πλαίσιο της πρότασης περιλαμβάνει την αντικατάσταση των υπάρχοντων κλιματιστικών με καινούρια αυξημένης απόδοσης και τεχνολογίας inverter.. Οι τιμές για την αγορά των κλιματιστικών μονάδων και την τοποθέτησή τους φαίνονται στο πίνακα 12.34.

	Πλήθος	€ / κλιματιστικό	Κόστος (€)
<b>Κλιματιστικά</b>	11	350	3850
<b>Εργατικά</b>	11	40	440
		<b>Σύνολο</b>	<b>4290</b>

**Πίνακας 12.34:** Συνολικό κόστος 6<sup>ης</sup> Επέμβασης

Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 11 η εξοικονόμηση που προκύπτει από την επέμβαση αυτή ανέρχεται στις 2021,9 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψιν την τιμή της ενέργειας όπως προκύπτει από την παρουσίαση των νέων τιμολογίων της Δ.Ε.Η. (12.1.2011) και η οποία είναι στα 0,10129 € / kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις.

Ενέργεια (kWh)	€ / kWh	Σύνολο (€)
2021,9	0,10129	<b>204,798251</b>

**Πίνακας 12.35:** Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας

### 12.6.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης

Τα βασικά στοιχεία της επένδυσης φαίνονται στο πίνακα 12.36.

<b>Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ή ελάχιστη απόδοση κεφαλαίων d</b>	0,06
<b>Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή φ</b>	0,25
<b>Διάρκεια οικονομικής ζωής N</b>	10
<b>Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης ε</b>	0
<b>Ετήσιες καθαρές ταμιακές ροές F<sub>t</sub></b>	204,798251 €
<b>Συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς K<sub>0</sub></b>	4290 €

**Πίνακας 12.36:** Στοιχεία επένδυσης για την 6<sup>ης</sup> Επέμβασης

Το συνολικό καθαρό όφελος από την 6<sup>η</sup> Επέμβαση υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 6.4.2 και φαίνεται παρακάτω.

Έτος	Ετήσιο Καθαρό Όφελος (€)
1	246,08
2	232,15
3	219,01
4	206,62
5	194,92
6	183,89
7	173,48
8	163,66
9	154,40
10	145,66
<b>Σύνολο</b>	<b>1919,87</b>

**Πίνακας 12.37:** Υπολογισμός συνολικού καθαρού οφέλους για την 6<sup>η</sup> Επέμβαση

Από την εξίσωση 6.4.1 προκύπτει ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία της 6<sup>ης</sup> επένδυσης είναι ίση με:

$$NPV = -4290 + 1919,87 = -2370,13 \text{ €}$$

Ο υπολογισμός του IRR γίνεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού του Κεφαλαίου 6.

	<b>IRR</b>	<b>NPV</b>
Βήμα 1 <sup>ο</sup>	0,0600000	-2370,13
Βήμα 2 <sup>ο</sup>	0,0800000	-2539,68
Βήμα 3 <sup>ο</sup>	-0,2195738	8695,94
Βήμα 4 <sup>ο</sup>	0,0122848	-1849,43
Βήμα 5 <sup>ο</sup>	-0,0283783	-1223,54
Βήμα 6 <sup>ο</sup>	-0,1078688	863,71
Βήμα 7 <sup>ο</sup>	-0,0749754	-184,45
Βήμα 8 <sup>ο</sup>	-0,0807638	-22,55
Βήμα 9 <sup>ο</sup>	-0,0815698	0,69
Βήμα 10 <sup>ο</sup>	-0,0815458	0

**Πίνακας 12.38:** Υπολογισμός IRR για την 6<sup>η</sup> Επέμβαση

Από τον πίνακα 12.38 είναι εμφανές ότι  $IRR = -8,15\%$

Αναφορικά με την έντοκη περίοδο αποπληρωμής, λύνοντας την εξίσωση 6.4.9 ως προς N προκύπτει ότι  $DPB = 74,24$  χρόνια.

Συνολικά λοιπόν οι Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης της 6<sup>ης</sup> Επένδυσης φαίνονται παρακάτω.

<b>NPV</b>	<b>-2370,13 €</b>
<b>IRR</b>	<b>-8,15%</b>
<b>DPB</b>	<b>74,24 χρόνια</b>

**Πίνακας 12.39:** Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης 6<sup>ης</sup> Επέμβασης

Από τις τιμές του προηγούμενου πίνακα, η επένδυση κρίνεται μη συμφέρουσα. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι περίπου αρνητικός το ίδιο και η καθαρή παρούσα αξία. Επιπλέον η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι 74,24 χρόνια διάστημα απαγορευτικό για την επένδυση. Αυτό οφείλεται κυρίως στο μεγάλο κόστος της επέμβασης. Τα ενεργειακά οφέλη αυτής της επέμβασης είναι αμελητέα σε σχέση με το αρχικό κόστος καθώς και τα οικονομικά δεδομένα που προκύπτουν για αυτήν. Για το λόγο αυτό η παρέμβαση απορρίπτεται.

## 12.7 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 7<sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

### 12.7.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης

Το πλαίσιο της πρότασης περιλαμβάνει την τοποθέτηση συστήματος αναλυτικής καταγραφής της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της εγκατάστασης. Οι τιμές των για την αγορά του υλικού και την τοποθέτηση του φαίνονται στο πίνακα 12.40.

	€/m <sup>2</sup>	Επιφάνεια m <sup>2</sup>	Κόστος (€)
<b>BEMS</b>	9,5	7400	70300
<b>Εργατικά</b>	5	7400	37000
		<b>Σύνολο</b>	<b>107300</b>

**Πίνακας 12.40:** Συνολικό κόστος 7<sup>ης</sup> Επέμβασης

Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 11 η εξοικονόμηση που προκύπτει από την επέμβαση αυτή ανέρχεται στις 155799,39 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψιν την τιμή της ενέργειας όπως προκύπτει από την παρουσίαση των νέων τιμολογίων της Δ.Ε.Η. (12.1.2011) και η οποία είναι στα 0,10129 €/kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις.

Ενέργεια (kWh)	€/kWh	Σύνολο (€)
155799,39	0,10129	<b>15780,92</b>

**Πίνακας 12.41:** Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας

### 12.7.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης

Τα βασικά στοιχεία της επένδυσης φαίνονται στο πίνακα 12.42.

<b>Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ή ελάχιστη απόδοση κεφαλαίων d</b>	0,06
<b>Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή φ</b>	0,25
<b>Διάρκεια οικονομικής ζωής N</b>	30
<b>Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης ε</b>	0
<b>Ετήσιες καθαρές ταμιακές ροές F<sub>t</sub></b>	15780,92 €
<b>Συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς K<sub>0</sub></b>	107300 €

**Πίνακας 12.42:** Στοιχεία επένδυσης για την 7<sup>ης</sup> Επέμβασης

Το συνολικό καθαρό όφελος από την 7<sup>η</sup> Επέμβαση υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 6.4.2 και φαίνεται παρακάτω.

Έτος	Ετήσιο Καθαρό Όφελος
1	12431,08
2	11727,43
3	11063,61
4	10437,37
5	9846,58
6	9289,22
7	8763,42
8	8267,38
9	7799,41
10	7357,93
11	6941,45
12	6548,54
13	6177,86
14	5828,17
15	5498,28
16	5187,05
17	4893,45
18	4616,46
19	4355,15
20	4108,63
<b>Σύνολο</b>	<b>151138,46</b>

**Πίνακας 12.43:** Υπολογισμός συνολικού καθαρού οφέλους για την 7<sup>η</sup> Επέμβαση

Από την εξίσωση 6.4.1 προκύπτει ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία της 7<sup>ης</sup> επένδυσης είναι ίση με:

$$NPV = -107300 + 151138,46 = 43838,46 \text{ €}$$

Ο υπολογισμός του IRR γίνεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού του Κεφαλαίου 6.

	IRR	NPV
Βήμα 1 <sup>ο</sup>	0,0600000	43838,46
Βήμα 2 <sup>ο</sup>	0,0800000	22073,14
Βήμα 3 <sup>ο</sup>	0,1002828	4666,48
Βήμα 4 <sup>ο</sup>	0,1057204	638,26
Βήμα 5 <sup>ο</sup>	0,1065820	21,80
Βήμα 6 <sup>ο</sup>	0,1066124	0,11
Βήμα 7 <sup>ο</sup>	0,1066126	0

**Πίνακας 12.44:** Υπολογισμός IRR για την 7<sup>η</sup> Επέμβαση

Από τον πίνακα 12.44 είναι εμφανές ότι  $IRR = 10,66\%$

Αναφορικά με την έντοκη περίοδο αποπληρωμής, λύνοντας την εξίσωση 6.4.9 ως προς N προκύπτει ότι  $DPB = 11,51$  χρόνια.

Συνολικά λοιπόν οι Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης της 7<sup>ης</sup> Επένδυσης φαίνονται παρακάτω.

<b>NPV</b>	<b>43838,46 €</b>
<b>IRR</b>	<b>10,66%</b>
<b>DPB</b>	<b>11,51 χρόνια</b>

**Πίνακας 12.45:** Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης 7<sup>ης</sup> Επέμβασης

Από τις τιμές του προηγούμενου πίνακα, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα και βιώσιμη. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι περίπου 10,66% και κρίνεται ικανοποιητικός σε σχέση με το επιτόκιο αναγωγής. Αντίθετα η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι 11,51 χρόνια διάστημα ιδιαίτερα μεγάλο όχι όμως συγκριτικά με την διάρκεια ζωής της επέμβασης. Αυτό οφείλεται κυρίως στο μεγάλο κόστος της επέμβασης. Παρόλο που η επένδυση έχει αρκετά μεγάλη έντοκη περίοδο αποπληρωμής, ζητείται από την εταιρεία να κρίνει για την αναγκαιότητα της επένδυσης, καθότι η μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση δεν είναι αμελητέα.

## 12.8 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 8<sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

### 12.8.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης

Το πλαίσιο της πρότασης περιλαμβάνει την τοποθέτηση συστήματος αεραγωγών με στόχο τη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα εισαγωγής στους αεροσυμπιεστές. Οι τιμές των για την αγορά του υλικού και την τοποθέτηση του φαίνονται στο πίνακα 12.46.

	Κόστος (€)
<b>Αεραγωγοί</b>	1800
<b>Εργατικά</b>	200
<b>Σύνολο</b>	<b>2000</b>

**Πίνακας 12.46:** Συνολικό κόστος 8<sup>ης</sup> Επέμβασης

Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 11 η εξοικονόμηση που προκύπτει από την επέμβαση αυτή ανέρχεται στις 4914 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψη την τιμή της ενέργειας όπως προκύπτει από την παρουσίαση των νέων τιμολογίων της Δ.Ε.Η. (12.1.2011) και η οποία είναι στα 0,10129 € / kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις.

Ενέργεια (kWh)	€/kWh	Σύνολο (€)
4914	0,10129	<b>497,74</b>

**Πίνακας 12.47:** Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας

### 12.8.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης

Τα βασικά στοιχεία της επένδυσης φαίνονται στο πίνακα 12.48.



Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ή ελάχιστη απόδοση κεφαλαίων $d$	0,06
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή $\phi$	0,25
Διάρκεια οικονομικής ζωής $N$	10
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης $\epsilon$	0
Ετήσιες καθαρές ταμιακές ροές $F_t$	497,74 €
Συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς $K_0$	2000 €

**Πίνακας 12.48:** Στοιχεία επένδυσης για την 8<sup>ης</sup> Επέμβαση

Το συνολικό καθαρό όφελος από την 8<sup>η</sup> Επέμβαση υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 6.4.2 και φαίνεται παρακάτω.

Έτος	Ετήσιο Καθαρό Όφελος
1	399,34
2	376,74
3	355,41
4	335,30
5	316,32
6	298,41
7	281,52
8	265,59
9	250,55
10	236,37
<b>Σύνολο</b>	<b>3115,56</b>

**Πίνακας 12.49:** Υπολογισμός συνολικού καθαρού οφέλους για την 8<sup>η</sup> Επέμβαση

Από την εξίσωση 6.4.1 προκύπτει ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία της 8<sup>ης</sup> επένδυσης είναι ίση με:

$$NPV = -2000 + 3115,56 = 1115,56 \text{ €}$$

Ο υπολογισμός του IRR γίνεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού του Κεφαλαίου 6.

	IRR	NPV
Βήμα 1 <sup>ο</sup>	0,0600000	1115,56
Βήμα 2 <sup>ο</sup>	0,0800000	840,41
Βήμα 3 <sup>ο</sup>	0,1410871	198,67
Βήμα 4 <sup>ο</sup>	0,1599984	45,94
Βήμα 5 <sup>ο</sup>	0,1656865	3,35
Βήμα 6 <sup>ο</sup>	0,1661336	0,06
Βήμα 7 <sup>ο</sup>	0,1661420	0

**Πίνακας 12.50:** Υπολογισμός IRR για την 8<sup>η</sup> Επέμβαση

Από τον παραπάνω πίνακα είναι εμφανές ότι  $IRR = 16,61\%$

Αναφορικά με την έντοκη περίοδο αποπληρωμής, λύνοντας την εξίσωση 6.4.9 ως προς  $N$  προκύπτει ότι  $DPB = 5,72$  χρόνια.

Συνολικά λοιπόν οι Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης της 8<sup>ης</sup> Επένδυσης φαίνονται παρακάτω.

<b>NPV</b>	<b>1115,56 €</b>
<b>IRR</b>	<b>16,61%</b>
<b>DPB</b>	<b>5,72 χρόνια</b>

**Πίνακας 12.51:** Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης 8<sup>ης</sup> Επέμβασης

Από τις τιμές του προηγούμενου πίνακα, η επένδυση κρίνεται ιδιαίτερα συμφέρουσα και βιώσιμη. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι περίπου 16,61% και κρίνεται πολύ ικανοποιητικός σε σχέση με το επιτόκιο αναγωγής. Επιπλέον η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι μόλις 5,72 χρόνια διάστημα πολύ μικρό. Τα οφέλη αυτής της επένδυσης υπερκαλύπτουν το κόστος της.

## 12.9 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 9<sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

### 12.9.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης

Το πλαίσιο της πρότασης περιλαμβάνει την τοποθέτηση συστήματος τεχνολογίας VSD για την ρύθμιση της παραγωγής πεπιεσμένου αέρα. Το κόστος για την αγορά του VSD και την τοποθέτηση του φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

	<b>Κόστος (€ )</b>
<b>Σύστημα VSD</b>	28000
<b>Εργατικά</b>	2000
<b>Σύνολο</b>	<b>30000</b>

**Πίνακας 12.52:** Συνολικό κόστος 9<sup>ης</sup> Επέμβασης

Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 11 η εξοικονόμηση που προκύπτει από την επέμβαση αυτή ανέρχεται στις 56183,4 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψιν την τιμή της ενέργειας όπως προκύπτει από την παρουσίαση των νέων τιμολογίων της Δ.Ε.Η. (12.1.2011) και η οποία είναι στα 0,10129 € / kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις.

<b>Ενέργεια (kWh)</b>	<b>€ / kWh</b>	<b>Σύνολο (€)</b>
56183,4	0,10129	<b>5690,816586</b>

**Πίνακας 12.53:** Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας

### 12.9.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης

Τα βασικά στοιχεία της επένδυσης φαίνονται στο πίνακα 12.54.

Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ή ελάχιστη απόδοση κεφαλαίων $d$	0,06
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή $\phi$	0,25
Διάρκεια οικονομικής ζωής $N$	10
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης $\epsilon$	0
Ετήσιες καθαρές ταμιακές ροές $F_t$	5690,82 €
Συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς $K_0$	30000€

Πίνακας 12.54: Στοιχεία επένδυσης για την 9<sup>ης</sup> Επέμβαση

Το συνολικό καθαρό όφελος από την 9<sup>η</sup> Επέμβαση υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 6.4.2 και φαίνεται παρακάτω.

Έτος	Ετήσιο Καθαρό Όφελος
1	4734,07
2	4466,10
3	4213,31
4	3974,82
5	3749,83
6	3537,57
7	3337,33
8	3148,43
9	2970,21
10	2802,09
<b>Σύνολο</b>	<b>36933,76</b>

Πίνακας 12.55: Υπολογισμός συνολικού καθαρού οφέλους για την 9<sup>η</sup> Επέμβαση

Από την εξίσωση 6.4.1 προκύπτει ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία της 9<sup>ης</sup> επένδυσης είναι ίση με:

$$NPV = -30000 + 36933,76 = 6933,76 \text{ €}$$

Ο υπολογισμός του IRR γίνεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού του Κεφαλαίου 6.

	IRR	NPV
Βήμα 1 <sup>ο</sup>	0,0600000	6933,76
Βήμα 2 <sup>ο</sup>	0,0800000	3671,96
Βήμα 3 <sup>ο</sup>	0,1025149	503,82
Βήμα 4 <sup>ο</sup>	0,1060954	43,02
Βήμα 5 <sup>ο</sup>	0,1064296	0,56
Βήμα 6 <sup>ο</sup>	0,1064340	0

Πίνακας 12.56: Υπολογισμός IRR για την 9<sup>η</sup> Επέμβαση

Από τον πίνακα 12.56 είναι εμφανές ότι  $IRR = 10,64\%$

Αναφορικά με την έντοκη περίοδο αποπληρωμής, λύνοντας την εξίσωση 6.4.9 ως προς  $N$  προκύπτει ότι  $DPB = 7,62$  χρόνια.

Συνολικά λοιπόν οι Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης της 9<sup>ης</sup> Επένδυσης φαίνονται παρακάτω.

<b>NPV</b>	<b>6933,76 €</b>
<b>IRR</b>	<b>10,64%</b>
<b>DPB</b>	<b>7,62 χρόνια</b>

**Πίνακας 12.57:** Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης 9<sup>ης</sup> Επέμβασης

Από τις τιμές του προηγούμενου πίνακα, η επένδυση κρίνεται ιδιαίτερα συμφέρουσα και βιώσιμη. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι περίπου 10,64% και κρίνεται πολύ ικανοποιητικός σε σχέση με το επιτόκιο αναγωγής. Επιπλέον η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι 10,64 χρόνια διάστημα σχετικά ικανοποιητικό. Τα οφέλη αυτής της επένδυσης υπερκαλύπτουν το κόστος της.

## 12.10 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 10<sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

### 12.10.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης

Το πλαίσιο της πρότασης περιλαμβάνει την αντικατάσταση των υφιστάμενων καυστήρων πετρελαίου με καυστήρες φυσικού αερίου. Το κόστος για την αγορά των καυστήρων και την τοποθέτησή τους φαίνονται στο πίνακα 12.58.

	€/ καυστήρας	Πλήθος	Κόστος (€)
<b>RIELLO BS3/MRIELLO BS3/M</b>	1988,91	2	3977,82
<b>RIELLO Gulliver RS5</b>	1421,88	5	7109,4
<b>Δίκτυο</b>	-	-	7500
<b>Εργατικά</b>	-	-	2500
		<b>Σύνολο</b>	<b>21087,22</b>

**Πίνακας 12.58:** Συνολικό κόστος 10<sup>ης</sup> Επέμβασης

Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 10 η κατανάλωση σε πετρέλαιο θέρμανση της Βάσης είναι 40000 lt. Το κόστος αγορά του πετρελαίου θέρμανσης σύμφωνα με το Υπουργείο Ανάπτυξης είναι 0,8 €/ lt. Επιπλέον από το Κεφάλαιο 11 η κατανάλωση φυσικού αερίου ανέρχεται στα 29,5 TΠΠ. Με βάση το Παράρτημα 2, τα 29,5 TΠΠ αντιστοιχούν σε 347674,4 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψη την τιμή της ενέργειας από την κατανάλωση φυσικού αερίου όπως προκύπτει από τα τιμολόγια της ΔΕΠΑ και η οποία είναι στα 0,07 €/ kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις. Τα ετήσια έσοδα από την επέμβαση φαίνονται στον πίνακα 12.59.

Καύσιμο	Τιμή (€ / lt ή € / kWh)	Ποσότητα (lt ή kWh)	Κόστος (€)
Πετρέλαιο Θέρμανσης	0,8 € / lt	40000 lt	32000
Φυσικό Αέριο	0,07 € / kWh	347674,4 kWh	24337,208
<b>Έσοδα</b>			<b>7662,79</b>

Πίνακας 12.59: Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας

### 12.10.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης

Τα βασικά στοιχεία της επένδυσης φαίνονται στο παρακάτω πίνακα.

Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ή ελάχιστη απόδοση κεφαλαίων $d$	0,06
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή $\phi$	0,25
Διάρκεια οικονομικής ζωής $N$	20
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης $\epsilon$	0
Ετήσιες καθαρές ταμιακές ροές $F_t$	7662,79 €
Συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς $K_0$	21087,22 €

Πίνακας 12.60: Στοιχεία επένδυσης για την 10<sup>ης</sup> Επέμβασης

Το συνολικό καθαρό όφελος από την 10<sup>η</sup> Επέμβαση υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 6.4.2 και φαίνεται παρακάτω.

Έτος	Ετήσιο Καθαρό Όφελος (€)
1	5670,46
2	5349,49
3	5046,69
4	4761,02
5	4491,53
6	4237,29
7	3997,45
8	3771,18
9	3557,71
10	3356,33
11	3166,35
12	2987,13
13	2818,04
14	2658,53
15	2508,05
16	2366,08
17	2232,15
18	2105,81
19	1986,61
20	1874,16
<b>Σύνολο</b>	<b>68942,06</b>

Πίνακας 12.61: Υπολογισμός συνολικού καθαρού οφέλους για την 10<sup>η</sup> Επέμβαση

Από την εξίσωση 6.4.1 προκύπτει ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία της 10<sup>ης</sup> επένδυσης είναι ίση με:

$$NPV = -21087,22 + 68942,06 = 47854,84 \text{ €}$$

Ο υπολογισμός του IRR γίνεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού του Κεφαλαίου 6.

	IRR	NPV
Βήμα 1 <sup>ο</sup>	0,0600000	47854,84
Βήμα 2 <sup>ο</sup>	0,0800000	37926,55
Βήμα 3 <sup>ο</sup>	0,1564010	15242,58
Βήμα 4 <sup>ο</sup>	0,2077389	7182,95
Βήμα 5 <sup>ο</sup>	0,2534926	2365,71
Βήμα 6 <sup>ο</sup>	0,2759620	527,15
Βήμα 7 <sup>ο</sup>	0,2824044	49,66
Βήμα 8 <sup>ο</sup>	0,2830744	1,16
Βήμα 9 <sup>ο</sup>	0,2830903	0

**Πίνακας 12.62:** Υπολογισμός IRR για την 10<sup>η</sup> Επέμβαση

Από τον παραπάνω πίνακα είναι εμφανές ότι IRR = 28,31%

Αναφορικά με την έντοκη περίοδο αποπληρωμής, λύνοντας την εξίσωση 6.4.10 ως προς N προκύπτει ότι DPB = 4,06 χρόνια.

Συνολικά λοιπόν οι Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης της 10<sup>ης</sup> Επένδυσης φαίνονται παρακάτω.

NPV	47854,84 €
IRR	28,31%
DPB	4,06 χρόνια

**Πίνακας 12.63:** Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης 10<sup>ης</sup> Επέμβασης

Από τις τιμές του προηγούμενου Πίνακα, η επένδυση κρίνεται ιδιαίτερα συμφέρουσα και βιώσιμη. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι πολύ μεγάλος 28,31% ενδεικτικό του πόσο συμφέρουσα είναι η επένδυση. Επιπλέον η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι μόλις 4,06 χρόνια διάστημα πολύ μικρό. Τα οφέλη αυτής της επένδυσης υπερκαλύπτουν το κόστος της.

## 12.11 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 11<sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

### 12.11.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης

Το πλαίσιο της πρότασης περιλαμβάνει την τοποθέτηση ενός συστήματος τριπλής ενέργειας για την τροφοδοσία της Νέας Επισκευαστικής Βάσης με Ζεστό Νερό Χρήσης. Το κόστος για την επέμβαση αυτή φαίνεται στο παρακάτω πίνακα.

	Κόστος (€)
<b>RIELLO GULLIVER BS 1D</b>	1177,11
<b>Ηλιακός Θερμοσίφωνας FYR G / 300 lt</b>	1129
<b>Μπόιλερ Wikora WBO DUO 302, 300 lt</b>	1233,1
<b>Δίκτυο</b>	2000
<b>Εργατικά</b>	1500
<b>Σύνολο</b>	<b>7039,21</b>

**Πίνακας 12.64:** Συνολικό κόστος 11<sup>ης</sup> Επέμβασης

Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 10 η κατανάλωση σε πετρέλαιο θέρμανση της Βάσης για την παράγωγη Ζεστού Νερού Χρήσης είναι 1800 lt. Το κόστος αγορά του πετρελαίου θέρμανσης σύμφωνα με το Υπουργείο Ανάπτυξης είναι 0,8 € / lt. Ακόμα η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τους θερμοσίφωνες είναι 5200 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψιν την τιμή της ενέργειας όπως προκύπτει από την παρουσίαση των νέων τιμολογίων της Δ.Ε.Η. (12.1.2011) και η οποία είναι στα 0,10129 € / kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις. Επιπλέον από το Κεφάλαιο 11 η κατανάλωση φυσικού αερίου ανέρχεται στα 1,2 TΠΠ. Με βάση το Παράρτημα 2, τα 1,2 TΠΠ αντιστοιχούν σε 13953,48 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψιν την τιμή της ενέργειας από την κατανάλωση φυσικού αερίου όπως προκύπτει από τα τιμολόγια της ΔΕΠΑ και η οποία είναι στα 0,07 € / kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις. Τα ετήσια έσοδα από την επέμβαση φαίνονται στον επόμενο πίνακα.

Καύσιμο	Τιμή (€ / lt ή € / kWh)	Ποσότητα (lt ή kWh)	Κόστος (€)
<b>Πετρέλαιο Θέρμανσης</b>	0,8 € / lt	1800 lt	1440
<b>Ηλεκτρική Ενέργεια</b>	0,10129 € / kWh	5200 kWh	526,708
<b>Φυσικό Αέριο</b>	0,07 € / kWh	13953,48 kWh	976,74
		<b>Έσοδα</b>	<b>989,97</b>

**Πίνακας 12.65:** Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας

### 12.11.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης

Τα βασικά στοιχεία της επένδυσης φαίνονται στο πίνακα 12.66.

<b>Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ή ελάχιστη απόδοση κεφαλαίων d</b>	0,06
<b>Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή φ</b>	0,25
<b>Διάρκεια οικονομικής ζωής N</b>	20
<b>Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης ε</b>	0
<b>Ετήσιες καθαρές ταμιακές ροές F<sub>t</sub></b>	989,97 €
<b>Συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς K<sub>0</sub></b>	7039,21 €

**Πίνακας 12.66:** Στοιχεία επένδυσης για την 11<sup>ης</sup> Επέμβασης

Το συνολικό καθαρό όφελος από την 11<sup>η</sup> Επέμβαση υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 6.4.2 και φαίνεται παρακάτω.

Έτος	Ετήσιο Καθαρό Όφελος (€)
1	783,46
2	739,11
3	697,28
4	657,81
5	620,57
6	585,45
7	552,31
8	521,04
9	491,55
11	463,73
11	437,48
12	412,72
13	389,35
14	367,32
15	346,52
16	326,91
17	308,41
18	290,95
19	274,48
20	258,94
<b>Σύνολο</b>	<b>9525,38</b>

**Πίνακας 12.67:** Υπολογισμός συνολικού καθαρού οφέλους για την 11<sup>η</sup> Επέμβαση

Από την εξίσωση 6.4.1 προκύπτει ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία της 11<sup>ης</sup> επένδυσης είναι ίση με:

$$NPV = -7039,21 + 9525,38 = 2486,17 \text{ €}$$

Ο υπολογισμός του IRR γίνεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού του Κεφαλαίου 6.

	IRR	NPV
Βήμα 1 <sup>ο</sup>	0,0600000	2486,17
Βήμα 2 <sup>ο</sup>	0,0800000	1114,43
Βήμα 3 <sup>ο</sup>	0,0962484	215,91
Βήμα 4 <sup>ο</sup>	0,1001527	23,65
Βήμα 5 <sup>ο</sup>	0,1006331	0,57
Βήμα 6 <sup>ο</sup>	0,1006450	0

**Πίνακας 12.68:** Υπολογισμός IRR για την 11<sup>η</sup> Επέμβαση

Από τον πίνακα 12.68 είναι εμφανές ότι  $IRR = 10,06\%$



Αναφορικά με την έντοκη περίοδο αποπληρωμής, λύνοντας την εξίσωση 6.4.11 ως προς Ν προκύπτει ότι  $DPB = 12,19$  χρόνια.

Συνολικά λοιπόν οι Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης της 11<sup>ης</sup> Επένδυσης φαίνονται παρακάτω.

<b>NPV</b>	<b>9525,38 €</b>
<b>IRR</b>	<b>10,06%</b>
<b>DPB</b>	<b>12,19 χρόνια</b>

**Πίνακας 12.69:** Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης 11<sup>ης</sup> Επέμβασης

Από τις τιμές του προηγούμενου πίνακα, η επένδυση κρίνεται συμφέρουσα. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι 10,06% και κρίνεται ικανοποιητικός. Επιπλέον η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι 12,19 χρόνια διάστημα μεγάλο γενικά αλλά όχι τόσο ώστε να μη συμφέρει η επένδυση. 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 (7039,21 €), δεν θεωρείται μεγάλο και η μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση δεν είναι αμελητέα.

## 12.12 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ 12<sup>ης</sup> ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

### 12.12.1 Οικονομικά Στοιχεία Πρότασης

Το πλαίσιο της πρότασης περιλαμβάνει την τοποθέτηση μονάδας ανάκτησης θερμότητας στο χώρο των αεροσυμπιεστών της εγκατάστασης με σκοπό την χρησιμοποίηση της απορριπτόμενης θερμότητας για θέρμανση χώρων και παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης. Το κόστος για την επέμβαση αυτή φαίνεται στο πίνακα 12.70.

	<b>Κόστος (€)</b>
<b>Μονάδα ανάκτησης θερμότητας αεροσυμπιεστή</b>	13500
<b>Δίκτυο</b>	4000
<b>Αυτοματισμοί</b>	1000
<b>Διευθετήσεις χώρων</b>	1000
<b>Εργατικά</b>	2500
<b>Σύνολο</b>	<b>22000</b>

**Πίνακας 12.70:** Συνολικό κόστος 12<sup>ης</sup> Επέμβασης

Σύμφωνα με το Κεφάλαιο 11 η εξοικονόμηση που προκύπτει από την επέμβαση αυτή ανέρχεται στις 131040 kWh. Για τον υπολογισμό των ετήσιων εσόδων λαμβάνουμε υπόψιν την τιμή της ενέργειας όπως προκύπτει από την παρουσίαση των νέων τιμολογίων της Δ.Ε.Η. (12.1.2011) και η οποία είναι στα 0,10129 € / kWh και ενσωματώνει όλες τις χρεώσεις.

Ενέργεια (kWh)	€ / kWh	Σύνολο (€)
131040	0,10129	<b>13273,0416</b>

**Πίνακας 12.71:** Ετήσια έσοδα από εξοικονόμηση ενέργειας

### 12.12.2 Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης

Τα βασικά στοιχεία της επένδυσης φαίνονται στο πίνακα 12.72.

Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία ή ελάχιστη απόδοση κεφαλαίων d	0,06
Οριακό φορολογικό κλιμάκιο επενδυτή φ	0,25
Διάρκεια οικονομικής ζωής N	20
Επιχορήγηση αρχικού κόστους επένδυσης ε	0
Ετήσιες καθαρές ταμιακές ροές F <sub>t</sub>	13273,0416€
Συνολικό κόστος επένδυσης ανηγμένο στο χρόνο αναφοράς K <sub>0</sub>	22000€

**Πίνακας 12.72:** Στοιχεία επένδυσης για την 12<sup>ης</sup> Επέμβασης

Το συνολικό καθαρό όφελος από την 12<sup>ης</sup> Επέμβαση υπολογίζεται σύμφωνα με την εξίσωση 6.4.2 και φαίνεται παρακάτω.

Έτος	Ετήσιο Καθαρό Όφελος (€)
1	9650,74
2	9104,47
3	8589,12
4	8102,94
5	7644,29
6	7211,59
7	6803,39
8	6418,29
9	6054,99
12	5712,26
12	5388,92
12	5083,89
13	4796,12
14	4524,64
15	4268,53
16	4026,92
17	3798,98
18	3583,94
19	3381,08
20	3189,69
<b>Σύνολο</b>	<b>117334,78</b>

**Πίνακας 12.73:** Υπολογισμός συνολικού καθαρού οφέλους για την 12<sup>ης</sup> Επέμβαση

Από την εξίσωση 6.4.1 προκύπτει ότι η Καθαρή Παρούσα Αξία της 12<sup>ης</sup> επένδυσης είναι ίση με:

$$NPV = -22000 + 117334,78 = 95334,78 \text{ €}$$

Ο υπολογισμός του IRR γίνεται σύμφωνα με τον αλγόριθμο υπολογισμού του Κεφαλαίου 6.

	<b>IRR</b>	<b>NPV</b>
Βήμα 1 <sup>ο</sup>	0,0600000	95334,78
Βήμα 2 <sup>ο</sup>	0,0800000	78437,50
Βήμα 3 <sup>ο</sup>	0,1728404	34746,00
Βήμα 4 <sup>ο</sup>	0,2466724	18966,82
Βήμα 5 <sup>ο</sup>	0,3354195	8404,72
Βήμα 6 <sup>ο</sup>	0,4060396	3166,42
Βήμα 7 <sup>ο</sup>	0,4487276	783,56
Βήμα 8 <sup>ο</sup>	0,4627648	94,80
Βήμα 9 <sup>ο</sup>	0,4646968	3,22
Βήμα 10 <sup>ο</sup>	0,4647648	0

**Πίνακας 12.74:** Υπολογισμός IRR για την 12<sup>η</sup> Επέμβαση

Από τον πίνακα 12.74 είναι εμφανές ότι  $IRR = 46,47\%$

Αναφορικά με την έντοκη περίοδο αποπληρωμής, λύνοντας την εξίσωση 6.4.12 ως προς N προκύπτει ότι  $DPB = 2,37$  χρόνια.

Συνολικά λοιπόν οι Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης της 12<sup>ης</sup> Επένδυσης φαίνονται παρακάτω.

<b>NPV</b>	<b>95334,78 €</b>
<b>IRR</b>	<b>46,47%</b>
<b>DPB</b>	<b>2,37 χρόνια</b>

**Πίνακας 12.75:** Δείκτες Οικονομικής Αξιολόγησης 12<sup>ης</sup> Επέμβασης

Από τις τιμές του προηγούμενου πίνακα, η επένδυση κρίνεται πολύ συμφέρουσα. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι πάρα πολύ υψηλός 46,47% ενδεικτικό του πόσο συμφέρουσα είναι η επένδυση. Επιπλέον η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι μόλις 2,37 χρόνια διάστημα μικρό για τη διάρκεια ζωής της επέμβασης. Τα οφέλη αυτής της επένδυσης υπερκαλύπτουν το κόστος της.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13<sup>ο</sup>:  
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ  
ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ



### 13.1 ΓΕΝΙΚΑ

Μετά την διενέργεια Ενεργειακής Επιθεώρησης στη Νέα Επισκευαστική Βάση της Ε.ΘΕ.Λ και την διερεύνηση επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας που πραγματοποιήθηκε στο Κεφάλαιο 11 προκύπτουν απτά αποτελέσματα για την μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας στην εγκατάσταση. Στόχος του παρόντος κεφαλαίου είναι η συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων αυτών. Η δομή που ακολουθείται είναι παρόμοια με το Κεφάλαιο 10 και επομένως θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στους εξής τέσσερις τομείς:

- Κατανάλωση ενέργειας στην παραγωγική διαδικασία
- Κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό
- Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση – ψύξη
- Κατανάλωση ενέργειας για ζεστό νερό χρήσης

Στον πίνακα 13.1 παρουσιάζεται η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται από την εφαρμογή κάθε προτεινόμενης δράσης.

Επεμβάσεις	Εξοικονόμηση Ενέργειας (kWh)	Εξοικονόμηση Ενέργειας (TIP)
<b>Επέμβαση 1<sup>η</sup>: Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων με αποδοτικότερους στο ισόγειο της Επισκευαστικής Βάσης</b>	85241,73	7,33
<b>Επέμβαση 2<sup>η</sup>: Αντικατάσταση μαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων (ballast) των λαμπτήρων με νέα αποδοτικότερα, ηλεκτρονικού τύπου</b>	68116,12	5,86
<b>Επέμβαση 3<sup>η</sup>: Τοπική αντιστάθμιση στους πίνακες κίνησης</b>	91512,67	7,87
<b>Επέμβαση 4<sup>η</sup>: Βελτίωση της θερμομόνωσης του κτιριακού κελύφους</b>	97075,6	8,35
<b>Επέμβαση 5<sup>η</sup>: Αντικατάσταση μονών υαλοπινάκων με ενεργειακά αποδοτικούς διπλούς υαλοπίνακες</b>	103467,8	8,90
<b>Επέμβαση 6<sup>η</sup>: Αντικατάσταση παλιών κλιματιστικών με καινούργια τεχνολογίας inverter</b>	2021,9	0,17
<b>Επέμβαση 7<sup>η</sup>: Εγκατάσταση συστήματος αναλυτικής καταγραφής της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στα διάφορα παραγωγικά τμήματα</b>	155799,39	13,40
<b>Επέμβαση 8<sup>η</sup>: Ρύθμιση της θερμοκρασίας εισαγωγής αέρα στους αεροσυμπιεστές</b>	4914	0,42
<b>Επέμβαση 9<sup>η</sup>: Τοποθέτηση συστήματος τεχνολογίας VSD (Variable Speed Drive) στους αεροσυμπιεστές</b>	56183,4	4,83
<b>Επέμβαση 10<sup>η</sup>: Υποκατάσταση Πετρελαίου Θέρμανσης με Φυσικό Αέριο</b>	30230,85	2,60
<b>Επέμβαση 11<sup>η</sup>: Παράγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης από Σύστημα Τριπλής Ενέργειας</b>	8255,35	0,71
<b>Επέμβαση 12<sup>η</sup>: Ανάκτηση Θερμότητας</b>	139178,1825	11,97

Πίνακας 13.1: Εξοικονόμηση ενέργειας από κάθε επέμβαση ξεχωριστά

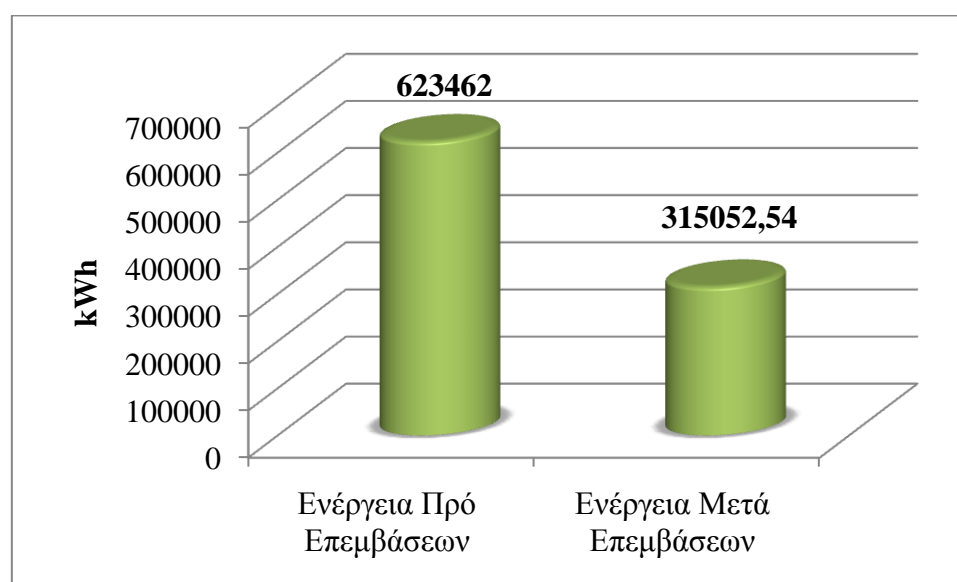
Στις επόμενες παραγράφους πραγματοποιείται μια συγκριτική ανάλυση μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας που υπάρχει στην υπάρχουσα εγκατάσταση και της κατανάλωσης μετά την εφαρμογή των προτεινόμενων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας. Να σημειωθεί ότι στη παρακάτω ανάλυση λαμβάνονται υπόψιν και οι 12 δράσεις που έχουν προταθεί στο Κεφάλαιο 11 παρόλο που μερικές από αυτές έχουν χαρακτηριστεί ως ασύμφορες.

### 13.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Από τον πίνακα 13.1 οι επεμβάσεις που αφορούν την παραγωγική διαδικασία είναι η 3<sup>η</sup> επέμβαση που αναφέρεται στην τοπική αντιστάθμιση στους πίνακες κίνησης, η 7<sup>η</sup> επέμβαση που αναφέρεται στην εγκατάσταση συστήματος αναλυτικής καταγραφής της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στα διάφορα παραγωγικά τμήματα, η 8<sup>η</sup> επέμβαση που αναφέρεται στην ρύθμιση της θερμοκρασίας εισαγωγής αέρα στους αεροσυμπιεστές και η 9<sup>η</sup> επέμβαση που αναφέρεται στην τοποθέτηση συστήματος τεχνολογίας VSD (Variable Speed Drive) στους αεροσυμπιεστές. Με την εφαρμογή των τεσσάρων αυτών δράσεων επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας 308409,46 kWh.

	Ενέργεια Προ Επεμβάσεων (kWh)	Ενέργεια Μετά Επεμβάσεων (kWh)	Εξοικονόμηση Ενέργειας (kWh)	Ποσοστό Εξοικονόμησης (%)
<b>Παραγωγική Διαδικασία</b>	623462,00	315052,54	308409,46	49,47

**Πίνακας 13.2:** Αποτελέσματα εξοικονόμησης ενέργειας στη παραγωγική διαδικασία



**Σχήμα 13.1:** Κατανάλωση ενέργειας στη παραγωγική διαδικασία πριν και μετά την εφαρμογή δράσεων εξοικονόμησης



Από οικονομικής σκοπιάς οι παραπάνω επεμβάσεις κρίνονται σε γενικές γραμμές εφαρμόσιμες και βιώσιμες. Η οικονομική αξιολόγηση της κάθε επέμβασης ξεχωριστά αποτυπώνεται στο πίνακα 13.3.

Επεμβάσεις	NPV (€)	IRR (%)	DPB (χρόνια)	Αξιολόγηση
3 <sup>η</sup> Επέμβαση	83645,6	28,8	4,01	<i>Συμφέρουσα</i>
7 <sup>η</sup> Επέμβαση	43838,5	10,66	11,51	<i>Καλή</i>
8 <sup>η</sup> Επέμβαση	1115,56	16,61	5,72	<i>Καλή</i>
9 <sup>η</sup> Επέμβαση	6933,76	10,64	7,62	<i>Ικανοποιητική</i>

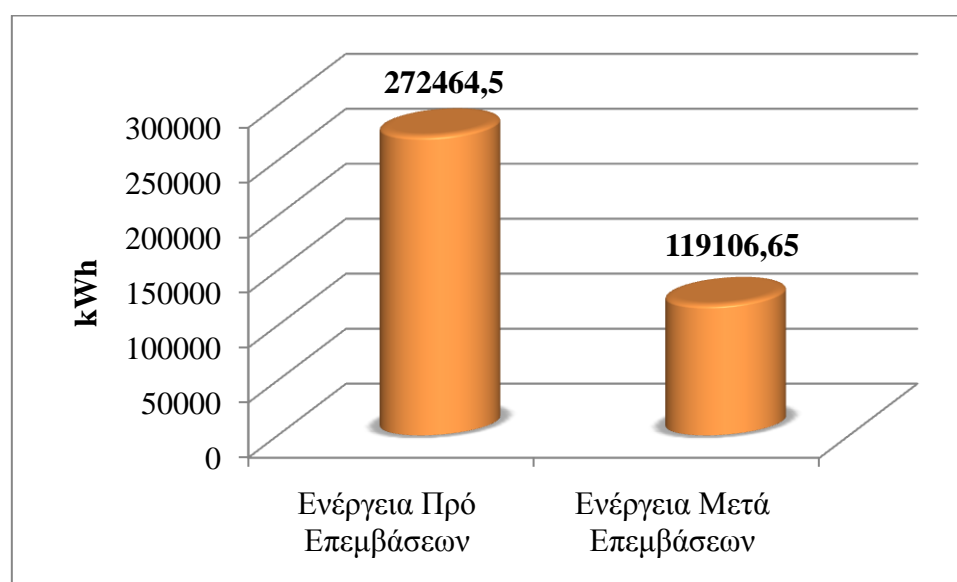
Πίνακας 13.3: Οικονομική αξιολόγηση των επεμβάσεων της παραγωγικής διαδικασίας

### 13.3 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ

Από τον πίνακα 13.1 οι επεμβάσεις που αφορούν την φωτισμό είναι η 1<sup>η</sup> επέμβαση που αναφέρεται στην αντικατάσταση υπάρχοντων λαμπτήρων με αποδοτικότερους στο ισόγειο της Επισκευαστικής Βάσης και η 2<sup>η</sup> επέμβαση που αναφέρεται στην αντικατάσταση μαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων (ballast) των λαμπτήρων με νέα αποδοτικότερα, ηλεκτρονικού τύπου. Με την εφαρμογή των δύο αυτών δράσεων επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας 153357,85 kWh.

	Ενέργεια Προ Επεμβάσεων (kWh)	Ενέργεια Μετά Επεμβάσεων (kWh)	Εξοικονόμηση Ενέργειας (kWh)	Ποσοστό Εξοικονόμησης (%)
Φωτισμός	272464,5	119106,65	153357,85	56,29

Πίνακας 13.4: Αποτελέσματα εξοικονόμησης ενέργειας στο φωτισμό



Σχήμα 13.2: Κατανάλωση ενέργειας στο φωτισμό πριν και μετά την εφαρμογή δράσεων εξοικονόμησης

Από οικονομικής σκοπιάς οι παραπάνω επεμβάσεις κρίνονται σε γενικές γραμμές εφαρμόσιμες και βιώσιμες. Η οικονομική αξιολόγηση της κάθε επέμβασης ξεχωριστά αποτυπώνεται στο πίνακα 13.5.

Επεμβάσεις	NPV (€)	IRR (%)	DPB (χρόνια)	Αξιολόγηση
1 <sup>η</sup> Επέμβαση	35322,97	44,16	2,44	<i>Προσοδοφόρα</i>
2 <sup>η</sup> Επέμβαση	10531,63	15,67	7,71	<i>Καλή</i>

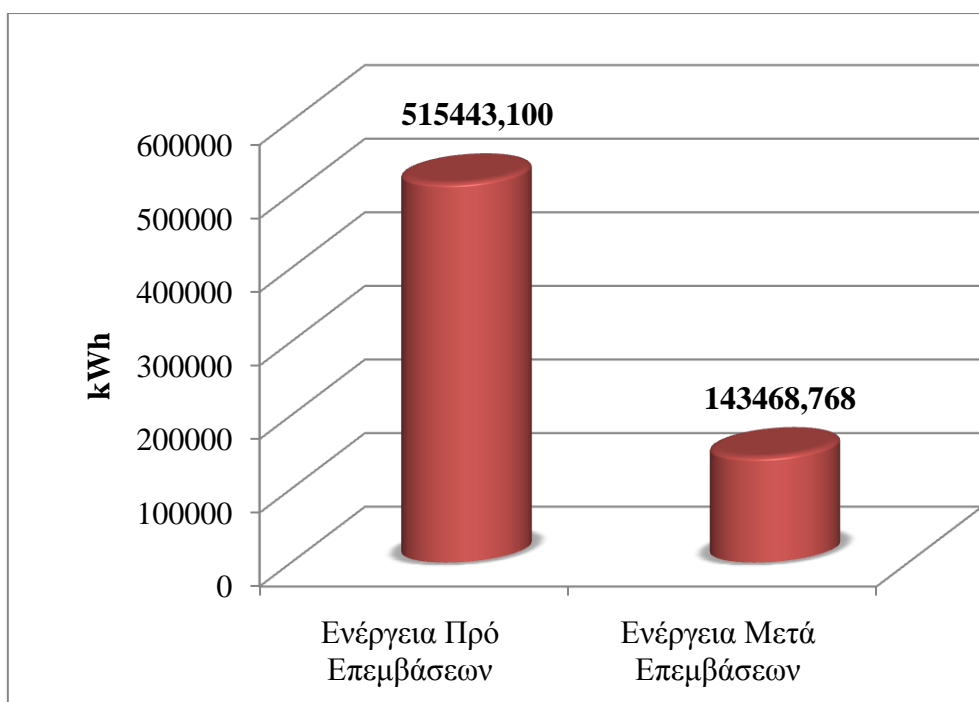
**Πίνακας 13.5:** Οικονομική αξιολόγηση των επεμβάσεων του φωτισμού

#### 13.4 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ

Από τον πίνακα 13.1 οι επεμβάσεις που αφορούν την θέρμανση - ψύξη είναι η 4<sup>η</sup> επέμβαση που αναφέρεται στην βελτίωση της θερμομόνωσης του κτιριακού κελύφους, η 5<sup>η</sup> επέμβαση που αναφέρεται στην αντικατάσταση μονών υαλοπινάκων με ενεργειακά αποδοτικούς διπλούς υαλοπίνακες, η 6<sup>η</sup> επέμβαση που αναφέρεται στην αντικατάσταση παλιών κλιματιστικών με καινούργια τεχνολογίας inverter, η 10<sup>η</sup> επέμβαση που αναφέρεται στην υποκατάσταση πετρελαίου θέρμανσης με φυσικό αέριο και η 12<sup>η</sup> επέμβαση που αναφέρεται στην ανάκτηση θερμότητας. Με την εφαρμογή των τεσσάρων αυτών δράσεων επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας 371974,33 kWh.

	Ενέργεια Προ Επεμβάσεων (kWh)	Ενέργεια Μετά Επεμβάσεων (kWh)	Εξοικονόμηση Ενέργειας (kWh)	Ποσοστό Εξοικονόμησης (%)
<b>Θέρμανση – Ψύξη</b>	515443,10	143468,77	371974,33	72,17

**Πίνακας 13.6:** Αποτελέσματα εξοικονόμησης ενέργειας στη θέρμανση - ψύξη



**Σχήμα 13.3:** Κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση - ψύξη πριν και μετά την εφαρμογή δράσεων εξοικονόμησης

Από οικονομικής σκοπιάς οι παραπάνω επεμβάσεις κρίνονται σε γενικές γραμμές εφαρμόσιμες και βιώσιμες. Εξαίρεση αποτελεί η αντικατάσταση των κλιματιστικών η οποία είναι οικονομικά μη αποδοτική όπως έχει ήδη αναφερθεί στο Κεφάλαιο 12. Η οικονομική αξιολόγηση της κάθε επέμβασης ξεχωριστά αποτυπώνεται στο πίνακα 13.7.

Επεμβάσεις	NPV (€)	IRR (%)	DPB (χρόνια)	Αξιολόγηση
4 <sup>η</sup> Επέμβαση	37810,93	10,53	13,38	Ικανοποιητική
5 <sup>η</sup> Επέμβαση	115952,56	12,04	11,28	Συμφέρουσα
6 <sup>η</sup> Επέμβαση	-2370,13	-8,15	74,24	Ασύμφορη
10 <sup>η</sup> Επέμβαση	43838,46	10,66	11,51	Καλή
12 <sup>η</sup> Επέμβαση	1115,56	16,61	5,72	Καλή

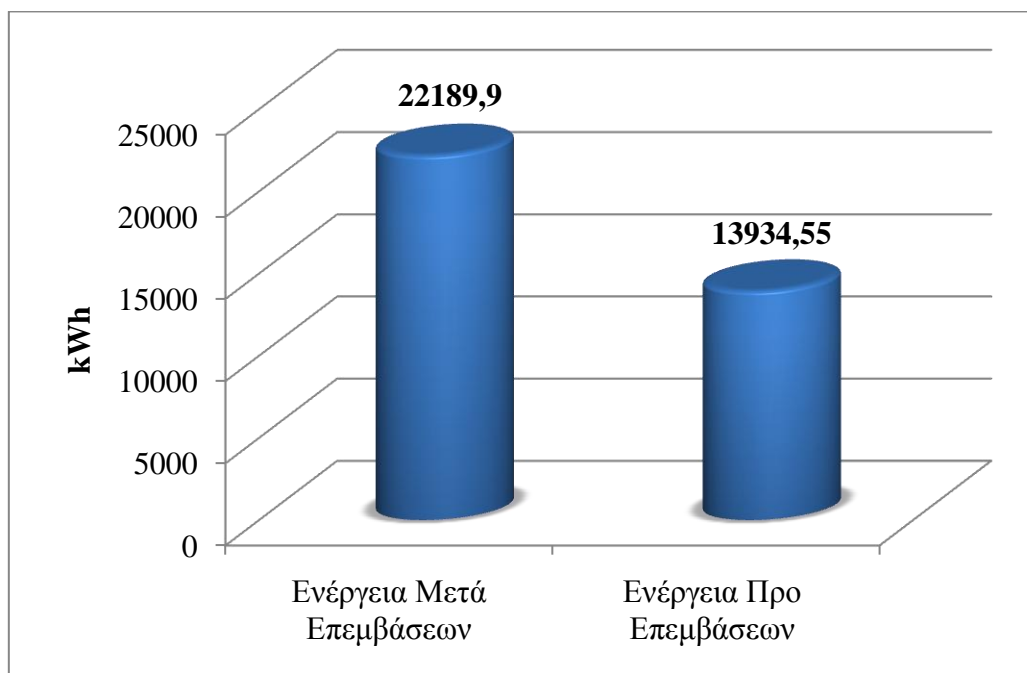
**Πίνακας 13.7:** Οικονομική αξιολόγηση των επεμβάσεων για θέρμανση - ψύξη

### 13.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΓΙΑ ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ ΧΡΗΣΗΣ

Από τον πίνακα 13.1 η επέμβαση που αφορά το Ζεστό Νερό Χρήσης είναι η 11<sup>η</sup> επέμβαση που αναφέρεται στην Παράγωγη Ζεστού Νερού Χρήσης από Σύστημα Τριπλής Ενέργειας. Με την εφαρμογή των δύο αυτών δράσεων επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας 8255,35 kWh.

	Ενέργεια Προ Επεμβάσεων (kWh)	Ενέργεια Μετά Επεμβάσεων (kWh)	Εξοικονόμηση Ενέργειας (kWh)	Ποσοστό Εξοικονόμησης (%)
<b>Ζεστό Νερό Χρήσης</b>	22189,90	13934,55	8255,35	37,20

**Πίνακας 13.8:** Αποτελέσματα εξοικονόμησης ενέργειας για Ζεστό Νερό Χρήσης



**Σχήμα 13.4:** Κατανάλωση ενέργειας για Ζεστό Νερό Χρήσης πριν και μετά την εφαρμογή δράσεων εξοικονόμησης

Από οικονομικής σκοπιάς οι παραπάνω επέμβαση κρίνεται σε γενικές γραμμές εφαρμόσιμη και βιώσιμη. Η οικονομική αξιολόγηση της αποτυπώνεται στο πίνακα 13.9.

Επεμβάσεις	NPV (€)	IRR (%)	DPB (χρόνια)	Αξιολόγηση
<b>11<sup>η</sup> Επέμβαση</b>	9525,38	10,06	12,19	<i>Ικανοποιητική</i>

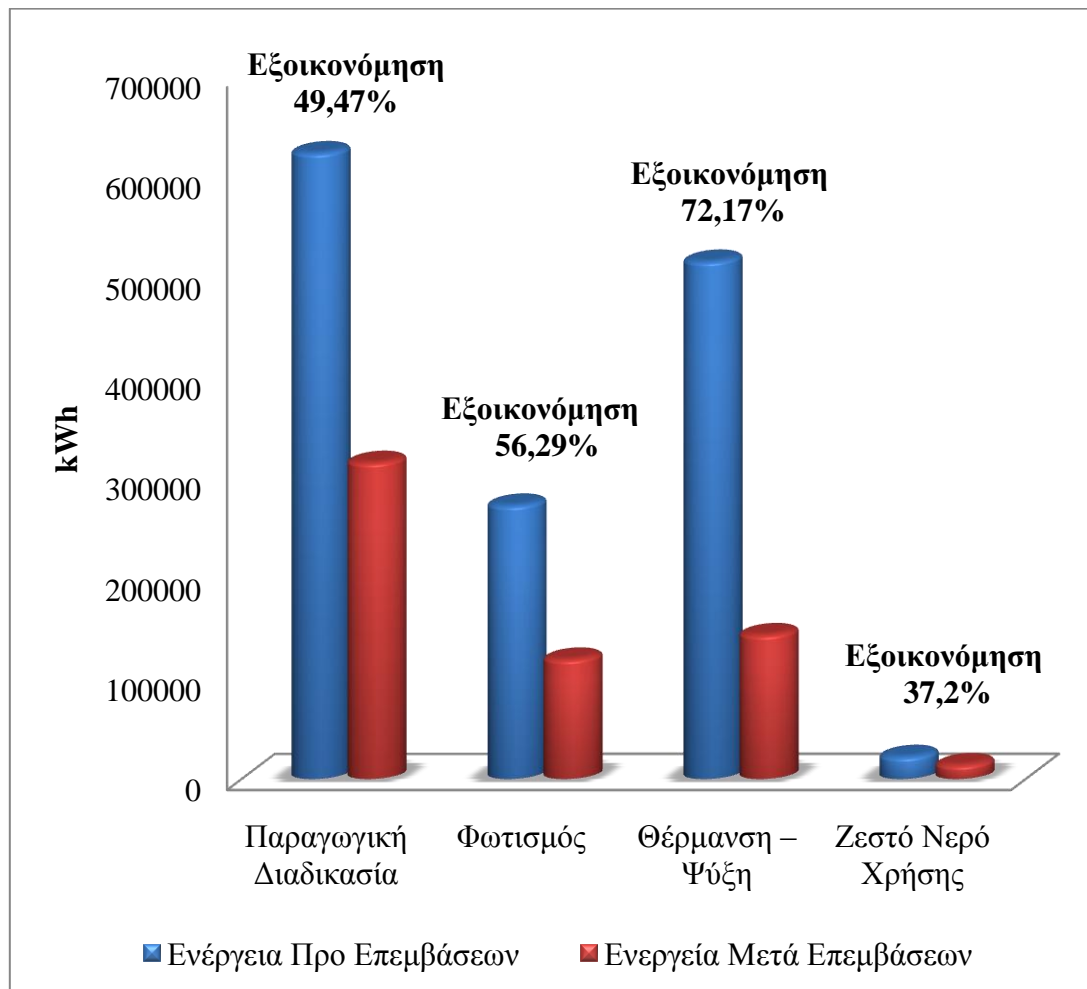
**Πίνακας 13.9:** Οικονομική αξιολόγηση των επεμβάσεων για Ζεστό Νερό Χρήσης

### 13.6 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΝΕΑΣ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗΣ ΒΑΣΗΣ

Από τις προηγούμενες παραγράφους προκύπτει ο παρακάτω συγκεντρωτικός πίνακας και το αντίστοιχο σχήμα.

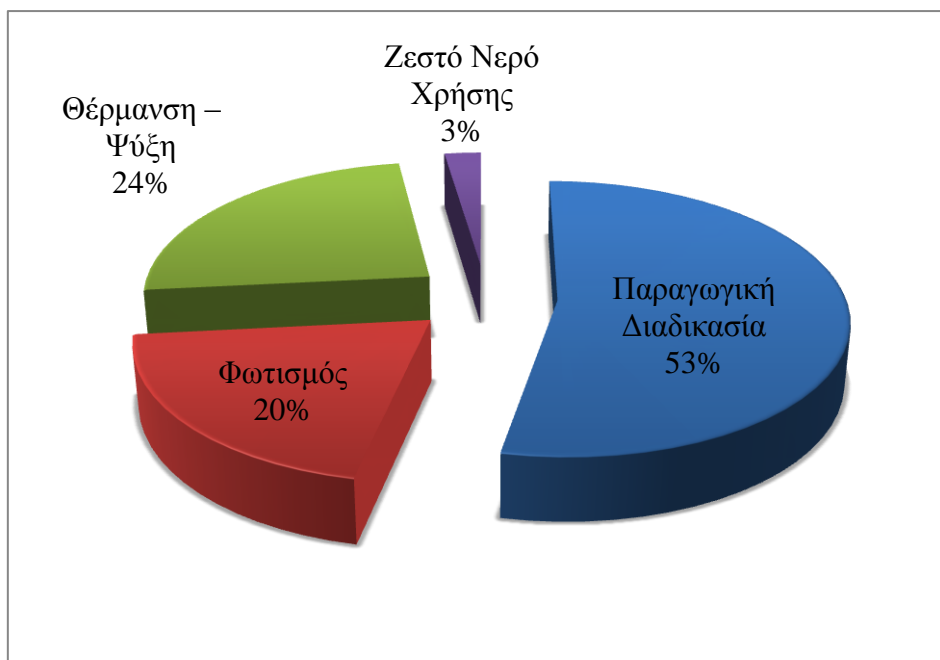
	Παραγωγική Διαδικασία	Φωτισμό	Θέρμανση – Ψύξη	Ζεστό Νερό Χρήσης
<b>Ενέργεια Προ Επεμβάσεων (kWh)</b>	623462	272464,5	515443,1	22189,9
<b>Ενεργεία Μετά Επεμβάσεων (kWh)</b>	315052,54	119106,65	143468,77	13934,55
<b>Εξοικονόμηση Ενέργειας (kWh)</b>	308409,46	153357,85	371974,33	8255,35
<b>Ποσοστό Εξοικονόμησης Ανά Χρήση (%)</b>	49,47	56,29	72,17	37,2

**Πίνακας 13.10:** Αποτελέσματα εξοικονόμησης ενέργειας ανά χρήση



**Σχήμα 13.5:** Διαγραμματική απεικόνιση των αποτελεσμάτων της Ενεργειακής Επιθεώρησης

Ο νέος καταμερισμός της καταναλισκόμενης ενέργειας μετά τις επεμβάσεις φαίνεται στο σχήμα 13.6. Γίνεται αντιληπτό ότι το ποσοστό των μη παραγωγικών διαδικασιών μεμονωμένα και συνολικά μειώνεται ενώ η κατανάλωση ενέργειας στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό αυξάνεται ποσοστιαία.

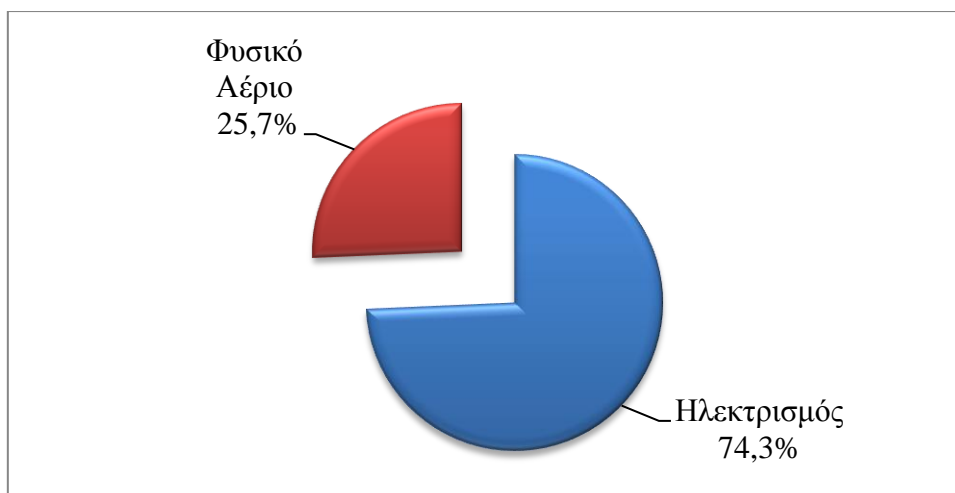


**Σχήμα 13.6:** Κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση μετά τις επεμβάσεις

Μια άλλη ενδιαφέρουσα προσέγγιση στο θέμα της κατανάλωσης ενέργειας είναι η διάκριση ανά μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία. Οι κύριες μορφές χρήσης στη νέα κατάσταση είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο. Στον πίνακα 13.10 παρουσιάζεται η συμβολή των δυο αυτών μορφών στην κατανάλωση της βιομηχανικής μονάδας.

	Ενέργεια (kWh)	Ενέργεια (TWh)
<b>1. ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ</b>	<b>439673,39</b>	<b>37,81</b>
1.1. Παραγωγική Διαδικασία	315052,54	27,09
1.2. Φωτισμός	119106,65	10,24
1.3. Θέρμανση - Ψύξη	5514,20	0,47
<b>2. ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ</b>	<b>151889,97</b>	<b>13,06</b>
2.1. Θέρμανση - Ψύξη	137955,42	11,86
2.1. Ζεστό Νερό Χρήσης	13934,55	1,20
<b>3. ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>591563,36</b>	<b>50,87</b>

**Πίνακας 13.10:** Κατανομή ενέργειας ανά καύσιμο χρήσης μετά τις επεμβάσεις



**Σχήμα 13.6:** Κατανομή ενέργειας ανά καύσιμο χρήσης μετά τις επεμβάσεις

### 13.7 ΔΕΙΚΤΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στη παράγραφο αυτό γίνεται μια αξιολόγηση της ενεργειακής κατανάλωσης της βιομηχανικής μονάδας μετά τις επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας. Η αξιολόγηση αυτή γίνεται με βάση κάποιους προτύπους δείκτες που έχουν αναφερθεί στο Κεφάλαιο 10.

Στον πίνακα 13.11 καταγράφονται τα στοιχεία ενεργειακής κατανάλωσης της βιομηχανικής μονάδας έτσι όπως έχουν υπολογιστεί παραπάνω. Για να γίνει η αξιολόγηση όλες οι καταναλώσεις εκφράζονται σε TΠΠ.

<b>Συνολική Κατανάλωση ενέργειας</b>	<b>50,87 TΠΠ</b>
<b>Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό</b>	<b>27,09 TΠΠ</b>
<b>Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό</b>	<b>10,24 TΠΠ</b>
<b>Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη - θέρμανση</b>	<b>0,47 TΠΠ</b>
<b>Κατανάλωση Φυσικού Αερίου</b>	<b>13,06 TΠΠ</b>
<b>Συνολική επιφάνεια</b>	<b>7400m<sup>2</sup></b>
<b>Επιφάνεια χώρου παραγωγής</b>	<b>3036m<sup>2</sup></b>
<b>Επιφάνεια θερμαινόμενων χώρων</b>	<b>1145m<sup>2</sup></b>
<b>Επιφάνεια κλιματιζόμενων χώρων</b>	<b>1145m<sup>2</sup></b>

**Πίνακας 13.11:** Νέα στοιχεία ενεργειακής κατανάλωσης

Στον πίνακα 13.12 παρουσιάζονται οι νέοι δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης για την Νέα Επισκευαστική Βάση.

Δείκτης	ΤΠΠ / m <sup>2</sup>
Συνολική κατανάλωση / επιφάνεια	0,00687
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό στον χώρο / επιφάνεια	0,00138
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ΗΜ εξοπλισμό / επιφάνεια χώρου παραγωγής	0,0089
Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη-θέρμανση / κλιματιζόμενη-θερμαινόμενη επιφάνεια	0,00041

**Πίνακας 13.12:** Νέοι δείκτες ενεργειακής κατανάλωσης της Νέας Επισκευαστικής Βάσης

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν όσον αφορά την ενεργειακή κατάσταση του κτιριακού τμήματος της μονάδας με την υιοθέτηση των προτεινόμενων δράσεων παρουσιάζονται στη συνέχεια.

- Ο συνολικός δείκτης κατανάλωσης της μονάδας είναι 0,00687 ΤΠΠ / m<sup>2</sup> και κρίνεται με βάση το πίνακα 10.10 καλός. Σ' αυτή τη περίπτωση έχουμε βελτίωση του δείκτη κατά δυο βαθμίδες
- Ο δείκτης κατανάλωσης της μονάδας για φωτισμό είναι 0,00138 ΤΠΠ / m<sup>2</sup> και κρίνεται με βάση το πίνακα 10.10 ικανοποιητικός. Και σε αυτό το τομέα επιτυγχάνεται σημαντική βελτίωση του δείκτη κατά δυο βαθμίδες
- Ο δείκτης κατανάλωσης της μονάδας στη παραγωγική διαδικασία είναι 0,0089 ΤΠΠ / m<sup>2</sup> και κρίνεται με βάση το πίνακα 10.10 πολύ αδύναμος. Επειδή οι τιμές του πίνακα 10.10 αφορούν κυρίως κτίρια γραφείων και όχι βιομηχανικά κτίρια, δεν είναι εφικτό να προκύψει ένα ξεκάθαρο συμπέρασμα. Πάντως βλέπουμε μια τεράστια βελτίωση στην κατανάλωση ενέργειας αλλά αυτό δεν είναι αρκετό για να ανέβει το επίπεδο.
- Ο δείκτης κατανάλωσης της μονάδας για θέρμανση – ψύξη είναι 0,00041 ΤΠΠ / m<sup>2</sup> και κρίνεται με βάση τη βιβλιογραφία καλός. Και εδώ η βελτίωση του δείκτη είναι σημαντική.

Συνολικά τα παραπάνω συμπεράσματα αποτυπώνονται στον πίνακα 13.13.

<b>Συνολική Κατανάλωση</b>	<b>Καλός</b>
<b>Κατανάλωση για Φωτισμό</b>	<b>Ικανοποιητικός</b>
<b>Κατανάλωση για ΗΜ</b>	<b>Πολύ Αδύναμη</b>
<b>Κατανάλωση για Ψύξη - Θέρμανση</b>	<b>Κάλος</b>

**Πίνακας 13.13:** Αξιολόγηση ενεργειακής κατανάλωσης της Νέας Επισκευαστικής Βάση μετά τις επεμβάσεις



---

ΕΝΟΤΗΤΑ V:  
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

---



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14<sup>ο</sup>:  
ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ  
ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ



## 14.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία είχε ως σκοπό τη μελέτη της ενεργειακής λειτουργίας μίας βιομηχανικής μονάδας που σαν στόχο έχει την επισκευή και συντήρηση λεωφορειακών συγκροτημάτων. Η μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα εργασία ανέδειξε την ανάγκη προσαρμογής μίας επιχείρησης, η οποία θέλει να επιβιώσει και να αναπτυχθεί μέσα σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον, στις σύγχρονες εξελίξεις, που αφορούν στην κατανάλωση ενέργειας, καθώς και την ανάγκη να συμπεριληφθεί η Ενεργειακή Επιθεώρηση στη συνολική της Διοίκηση. Η Ενεργειακή Επιθεώρηση είναι αυτή που επεμβαίνει στην παραγωγική διαδικασία, αλλά και γενικά στη συνολική λειτουργία της επιχείρησης με σκοπό την βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς της και την αποκόμιση σημαντικού οφέλους, καθώς μειώνει το συνολικό κόστος λειτουργίας της επιχείρησης.

Η Ορθολογική Χρήση Ενέργειας αποτελεί πρωταρχικό μέσο για την προστασία του περιβάλλοντος, αλλά και για τον περιορισμό της εκροής συναλλάγματος από την εθνική οικονομία προς εξασφάλιση της απαιτούμενης ποσότητας ρυπογόνων ορυκτών καυσίμων και κυρίως του πετρελαίου. Η ανάγκη για ορθότερη Διαχείριση Ενέργειας είναι πολύ εμφανής στην ελληνική βιομηχανία, όπου η χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών καλύπτει ένα ποσοστό 30% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας στη χώρα, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 4% από τα μέσα της δεκαετίας του 1970. Οι προβλέψεις δείχνουν ότι μέχρι το 2030 θα υπάρξει μία μικρή μείωση του ποσοστού αυτού, οπότε και η κατανάλωση ενέργειας από τις βιομηχανικές μονάδες θα αποτελεί το 26% της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας.

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιήθηκε Ενεργειακή Επιθεώρηση στη βιομηχανία με στόχο την ελαχιστοποίηση της άσκοπης ενεργειακής σπατάλης. Η μελέτη αυτή ανέδειξε προβλήματα και δυσλειτουργίες σε διάφορους τομείς της βιομηχανικής παραγωγής τα 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 βιομηχανική μονάδα, καθίσταται εφικτή μία προσεγγιστική κατανομή της τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση. Οι κύριες μορφές ενέργειας που καταναλίσκονται στη βιομηχανία είναι η ηλεκτρική ενέργεια και το πετρέλαιο θέρμανσης.

Στο πίνακα 14.1 παρουσιάζονται οι παρεμβάσεις βελτιστοποίησης της ενεργειακής συμπεριφοράς της βιομηχανικής μονάδας, οι οποίες εντοπίστηκαν από την ενεργειακή επιθεώρηση που πραγματοποιήθηκε για την περίοδο 2010-2011. Στο πίνακα αποτυπώνεται η εξοικονόμηση ενέργειας σε kWh καθώς και το ποσοστό εξοικονόμησης επί της συνολικής κατανάλωσης. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της οικονομοτεχνικής μελέτης και με βάση αυτή γίνεται μια εκτίμηση της οικονομικής απόδοσης που μπορεί να έχουν. Παρακάτω γίνεται ένας συνολικός σχολιασμός των αποτελεσμάτων που φαίνονται στο πίνακα 14.1.

Επεμβάσεις	Εξοικονόμηση Ενέργειας (kWh)	Ποσοστό (%)	NPV (€)	IRR (%)	DPB (χρόνια)	Εκτίμηση
Επέμβαση 1 <sup>η</sup> : Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων με αποδοτικότερους στο ισόγειο της Επισκευαστικής Βάσης	85241,73	5,95	35322,97	44,16	2,44	«Προσοδοφόρα»
Επέμβαση 2 <sup>η</sup> : Αντικατάσταση μαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων (ballast) των λαμπτήρων με νέα αποδοτικότερα, ηλεκτρονικού τύπου	68116,12	4,75	10531,63	15,67	7,71	«Καλή»
Επέμβαση 3 <sup>η</sup> : Τοπική αντιστάθμιση στους πίνακες κίνησης	91512,67	6,38	83645,59	28,8	4,01	«Συμφέρουσα»
Επέμβαση 4 <sup>η</sup> : Βελτίωση της θερμομόνωσης του κτιριακού κελύφους	97075,6	6,77	37810,93	10,53	13,38	«Ικανοποιητική»
Επέμβαση 5 <sup>η</sup> : Αντικατάσταση μονών υαλοπινάκων με ενεργειακά αποδοτικούς διπλούς υαλοπίνακες	103467,8	7,22	115952,56	12,04	11,28	«Συμφέρουσα»
Επέμβαση 6 <sup>η</sup> : Αντικατάσταση παλιών κλιματιστικών με καινούργια τεχνολογίας inverter	2021,9	0,14	-2370,13	-8,15	74,24	«Ασύμφορη»
Επέμβαση 7 <sup>η</sup> : Εγκατάσταση συστήματος αναλυτικής καταγραφής της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στα διάφορα παραγωγικά τμήματα	155799,39	10,87	43838,46	10,66	11,51	«Καλή»
Επέμβαση 8 <sup>η</sup> : Ρύθμιση της θερμοκρασίας εισαγωγής αέρα στους αεροσυμπιεστές	4914	0,34	1115,56	16,61	5,72	«Καλή»
Επέμβαση 9 <sup>η</sup> : Τοποθέτηση συστήματος τεχνολογίας VSD (Variable Speed Drive) στους αεροσυμπιεστές	56183,4	3,92	6933,76	10,64	7,62	«Ικανοποιητική»
Επέμβαση 10 <sup>η</sup> : Υποκατάσταση Πετρελαίου Θέρμανσης με Φυσικό Αέριο	30230,85	2,11	47854,84	28,31	4,06	«Συμφέρουσα»
Επέμβαση 11 <sup>η</sup> : Παράγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης από Σύστημα Τριπλής Ενέργειας	8255,35	0,58	9525,38	10,06	12,19	«Ικανοποιητική»
Επέμβαση 12 <sup>η</sup> : Ανάκτηση Θερμότητας	139178,1825	9,71	95334,78	46,47	2,37	«Προσοδοφόρα»
<b>Σύνολο</b>	<b>841996,99</b>	<b>58,73</b>				

Πίνακας 14.1: Συνοπτική παρουσίαση δράσεων ενεργειακής βελτίωσης μαζί με την οικονομοτεχνική αξιολόγηση

- Οι πιο «προσοδοφόρες» δράσεις είναι η πρώτη και η δωδέκατη καθώς αποδίδουν τα περισσότερα έσοδα κατά την διάρκεια της οικονομικής τους ζωής ενώ η περίοδος αποπληρωμής τους είναι βέλτιστη με αποτέλεσμα η κάθε επέμβαση να υπερκαλύπτει το κόστος και το ρίσκο της. Για το λόγο αυτό **προτείνονται** ανεπιφύλακτα.
- Σαν «**συμφέρουσες**» επεμβάσεις εκτιμώνται η τρίτη, η πέμπτη και η δέκατη παρόλο που τα έσοδα που αποφέρουν είναι μεγάλα. Το κόστος και το ρίσκο των επεμβάσεων αυτών είναι σχετικά υψηλά ενώ η οικονομική τους απόδοση και περίοδος αποπληρωμής είναι σε πολύ καλά επίπεδα. Και αυτές οι επεμβάσεις **προτείνονται**.
- Πιο κάτω στην κλίμακα αξιολόγησης βρίσκονται η δεύτερη, η έβδομη και όγδοη επέμβαση και κρίνονται ως «**καλές**». Ο λόγος είναι ότι έχουν αρκετά μεγάλο κόστος επένδυσης συγκριτικά με τα έσοδα που αποφέρουν ενώ έχουν αρκετά καλή διάρκεια αποπληρωμής. Με βάση όμως την εξοικονόμηση ενέργειας που επιφέρουν **προτείνεται** η εφαρμογή τους.
- Η τέταρτη, η ένατη και η ενδέκατη επέμβαση αξιολογούνται ως «**ικανοποιητικές**». Αυτό οφείλεται κυρίως στο υψηλό αρχικό κόστος της επένδυσης. Η περίοδος αποπληρωμής είναι αισθητά μεγαλύτερη, ενώ και η συμβολή στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας επιδέχεται περεταίρω ανάλυση. Ζητείται από την εταιρεία να κρίνει για την αναγκαιότητα των επενδύσεων, καθώς η μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση δεν είναι αμελητέα.
- Στην τελευταία θέση της κλίμακας αξιολόγησης βρίσκεται η έκτη παρέμβαση η οποία είναι «**ασύμφορη**». Οι λόγοι είναι εμφανείς στο πίνακα αφού αποδίδει αρνητικά έσοδα, ενώ τα 74,24 χρόνια αποπληρωμής είναι απαγορευτικά. Για το λόγο αυτό η συγκεκριμένη επέμβαση **δεν προτείνεται**.

Επειδή οι τρεις βασικοί δείκτες έχουν υπολογιστεί με βάση διαφορετική περίοδο μελέτης για την κάθε επένδυση δε μπορούν να συγκριθούν άμεσα μεταξύ τους άρα δεν μπορεί να προταθεί μια συνολική υιοθέτηση των προτεινόμενων δράσεων διότι δεν είναι δυνατή η οικονομική αξιολόγηση αυτής.

Τονίζεται πάντως ότι οι παραπάνω παρεμβάσεις αξιολογήθηκαν χωρίς να ληφθούν υπόψιν κάποιοι παράγοντες που θα καθιστούσαν τις επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας στη Νέα Επισκευαστική Βάση πιο αποδοτικές και, πιθανώς, συμφέρουσες. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- Πιθανές επιδοτήσεις για έργα εξοικονόμησης ενέργειας.
- Η αναμενόμενη αύξηση του κόστους της ενέργειας στο άμεσο μέλλον.
- Η φορολόγηση της εκπομπής ρύπων, που σχεδιάζεται να εφαρμοστεί τα επόμενα χρόνια.

## 14.2 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

Η προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια και στον ηλεκτρομηχανολογικό 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.

Από την παρούσα εργασία φάνηκε ότι πρέπει να γίνεται συνεχής έλεγχος ώστε να εξασφαλίζεται κάθε στιγμή η καλύτερη δυνατή ενεργειακή συμπεριφορά. Η βιομηχανία πρέπει να παρακολουθεί συνεχώς τις εξελίξεις στα συστήματα αυτομάτου ελέγχου, στα νέα υλικά και τρόπους μόνωσης του κτιριακού κελύφους αλλά και του εξοπλισμού, στις εξελίξεις στο κλιματισμό, στα συστήματα ψύξης και στις νέες τεχνολογίες συντήρησης.

Στο πλαίσιο αυτό διαφαίνεται η προοπτική ύπαρξης μόνιμου προσωπικού που θα ασχολείται με την ενεργειακή διαχείριση. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αυτόματο σύστημα, με τις εξελίξεις τις τεχνολογίας, που θα διαχειρίζεται καλύτερα την ενέργεια, παρόλο που στη συγκεκριμένη επιχείρηση η ύπαρξη μόνιμου τεχνικού συμβούλου είναι απολύτως απαραίτητη και απαλλάσσει τη διεύθυνση του πολυκαταστήματος από άσκοπες σπατάλες, κακοτεχνίες και πειραματισμούς.

Η διεξαγωγή ενός αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου, θα έδινε πιο έγκαιρα και ακριβή αποτελέσματα. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσαν να εντοπιστούν σημεία που χάνεται άσκοπα η ενέργεια τα οποία σήμερα δεν είναι ορατά. Ωστόσο από τα στοιχεία που είναι διαθέσιμα, μπορεί με σχετική βεβαιότητα να ειπωθεί, ότι ο αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος δε θα έδινε σημαντικές επιπλέον δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας.

Η κύρια προοπτική αναδεικνύεται μέσα από τους εναλλακτικούς τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας που είναι τα σημεία εκείνα, που θα πρέπει να επικεντρωθεί το ενδιαφέρον της εταιρείας - επιχείρησης στο άμεσο μέλλον.

Η τυπική εφαρμογή μιας σωστής μελέτης φωτισμού χώρων γραφείων και η καλή συντήρηση της εγκατάστασης φωτισμού αποτελούν τις πλέον επιβεβλημένες πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας στο κτίριο γραφείων. Επιπρόσθετα ενδείκνυται η συνεργασία φωτιστικών σωμάτων υψηλής απόδοσης που επιδέχονται ρύθμιση της έντασης φωτισμού με τα ομώνυμα συστήματα ελέγχου, καθώς τα αναμενόμενα οφέλη για το κτίριο είναι πολύ σημαντικά.

Η ευρεία χρήση εξοπλισμού με μειωμένες ενεργειακές απαιτήσεις και ελάχιστη κατανάλωση παρασιτικής ενέργειας αποτελεί καίριο στόχο για ένα κτίριο γραφείων, όπου οι ηλεκτρικές / ηλεκτρονικές μηχανές γραφείου κατέχουν πολύ μεγάλο τμήμα της ενεργειακής ζήτησης. Σε αυτό το πλαίσιο σχεδιασμού κινούνται



και οι κατασκευάστριες εταιρίες ομώνυμου εξοπλισμού βελτιώνοντας συνεχώς τους δείκτες κατανάλωσης.

Σαν συνέπεια της μείωσης του κόστους λόγω εξέλιξης της τεχνολογίας και παράλληλης αύξησης της ανταγωνιστικότητας σε συνδυασμό με τα νέα κίνητρα που θέσπισε η πολιτεία για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οφείλει να επανεξεταστεί η ενσωμάτωσή ομώνυμων συστημάτων στα κτίρια. Ιδιαίτερα οι προοπτικές εγκατάστασης φωτοβολταϊκών γεννητριών στο αστικό περιβάλλον έχουν αναβαθμιστεί σημαντικά.

Στο παραπάνω πνεύμα, ο τομέας της ηλιοπροστασίας των κτιρίων επανέρχεται στο προσκήνιο καθώς η τεχνολογία πλέον επιτρέπει την εγκατάσταση ενεργητικών (αυτόματων) συστημάτων σκίασης με σημαντικά μικρότερο κόστος από ότι στο παρελθόν.

Επίσης, μεγάλο τμήμα του κτιριακού τομέα μπορεί να στραφεί και στην συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού, με την επιπλέον δυνατότητα χρησιμοποίησης και του φυσικού αερίου. Στον τομέα αυτό η τεχνολογία εξελίσσεται ραγδαία και επιπλέον η συμπαραγωγή εντάσσεται σε προγράμματα επιδότησης.

Ωστόσο σήμερα από τα κυριότερα εμπόδια στην εφαρμογή των παραπάνω καινοτομικών ενεργειακών τεχνολογιών για έργα ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας, είναι η στενότητα επενδυτικών κεφαλαίων από χρηματοδοτικούς φορείς αλλά και, αρκετές φορές, η περιορισμένη γνώση γύρω από τη λειτουργία σύγχρονων μηχανισμών χρηματοδότησης. Η Χρηματοδότηση Από Τρίτους (ΧΑΤ), μέθοδος διεθνώς γνωστή ως Third Party Financing (TPF), ως ένας από τους κυριότερους χρηματοδοτικούς μηχανισμούς, συμβάλει δραστικά στην προώθηση τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας, λόγω των πλεονεκτημάτων που τη χαρακτηρίζουν εξασφαλίζοντας την εφαρμογή καινοτομικών ενεργειακών τεχνολογιών με την μετατόπιση του τεχνολογικού, χρηματοδοτικού και λειτουργικού ρίσκου σε τρίτο.

Η συμβολή της πολιτείας ώστε να υπάρξει μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων κρίνεται επιβεβλημένη. Η αντικατάσταση του κανονισμού θερμομόνωσης από τον Κανονισμό για την ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) επιβάλλει την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης για τη διαπίστωση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης και τη βαθμονόμηση του κτιρίου.

Σημαντικές αποφάσεις ενεργειακής πολιτικής και επιλογές στο τομέα της παραγωγής, διανομής και χρήσης της ενέργειας, μπορεί να έχουν καθοριστικό ρόλο για τη προστασία του περιβάλλοντος, την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και τη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των εταιριών.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- «Σημειώσεις: Διαχείριση Ενέργειας και Περιβαλλοντική Πολιτική», Ιωάννης Ψαρράς, Καθηγητής ΕΜΠ και Κωνσταντίνος Πατλιτζιάνας, Επ. Συνεργάτης ΕΜΠ, Αθήνα 2005
- «Ενεργειακή Οικονομία», Π. Κάπρος, Ε.Μ.Π., 1998
- Οδηγός ενεργειακής επιθεώρησης, Μεθοδολογία και Τεχνικές, ΚΑΠΕ, 2000.
- Οδηγός ενεργειακού ελέγχου και καταγραφής στη βιομηχανία, Καμάρας Γ., ΚΑΠΕ, 1996.
- Οδηγός ενεργειακής επιθεώρησης, Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, 2000.
- Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας μέσω θερμομόνωσης, ΚΑΠΕ, 1999.
- Θερμικά ηλιακά συστήματα (ΘΗΣ) σε βιομηχανικές εφαρμογές, ΚΑΠΕ, 2002
- «Εξοικονόμηση Ενέργειας στις Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις Κτιρίων», Καβατζά Σ., Αθήνα, Μάρτιος 2000
- «Εφαρμογές κτιριακών – βιομηχανικών εγκαταστάσεων», Μπούρκας Π., Εκδόσεις «Συμεών», Αθήνα 1993
- «Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων και βιομηχανιών», Σταμάτης Δ. Πέρδιος ΤΣΕΛΚΑ4Δ Εκδοτική, Αθήνα, 2010
- «Οικονομική αξιολόγηση επεμβάσεων για εξοικονόμηση ενέργειας», Σταμάτης Δ. Πέρδιος ΤΣΕΛΚΑ4Δ Εκδοτική, Αθήνα, 2005
- «Τεχνικές Διαχείρισης Ενέργειας», Διπλωματική εργασία, Αλκηστis Α. Κριμπένη, Αθήνα 2009
- «Σύγχρονες Μεθοδολογίες Ενεργειακής Διαχείρισης. Εφαρμογή σε Βιομηχανία Επεξεργασίας Ελασμάτων Σιδήρου», Διπλωματική εργασία, Γεώργιος Ν. Παπαϊωάννου, Αθήνα 2007
- «Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων σύμφωνα με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ», Διπλωματική εργασία, Γρηγόρης Μαυρίδης, Χρήστος Μιχαηλίδης, Θεσσαλονίκη 2008

### Ηλεκτρονικές πηγές

- <http://www.cres.gr>
- <http://www.cres.gr/kape/publications/download.htm>
- <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
- [www.tee.gr/](http://www.tee.gr/)
- [www.philips\\_lighting.gr](http://www.philips_lighting.gr)
- [www.depa.gr](http://www.depa.gr)
- <http://www.tmltd.gr>
- <http://library.tee.gr>
- [www.fyrogenis-energy.gr](http://www.fyrogenis-energy.gr)
- [www.italfarad.com](http://www.italfarad.com)
- [www.daikin.com](http://www.daikin.com)
- [www.riello-burners.com](http://www.riello-burners.com)
- <http://www.rizakos.gr>
- [www.knauf.gr](http://www.knauf.gr)
- [www.atlascopco.com](http://www.atlascopco.com)



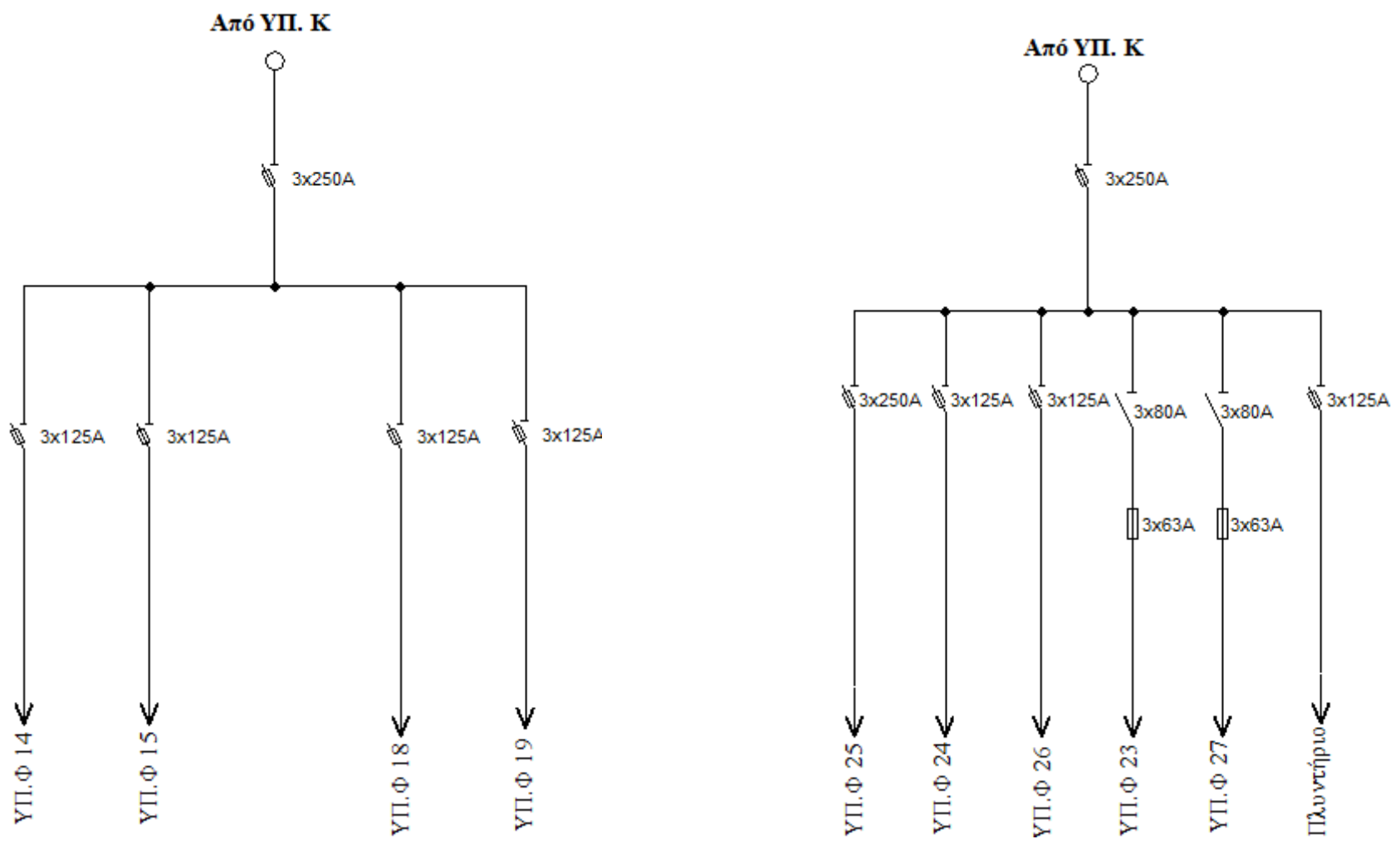
## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ



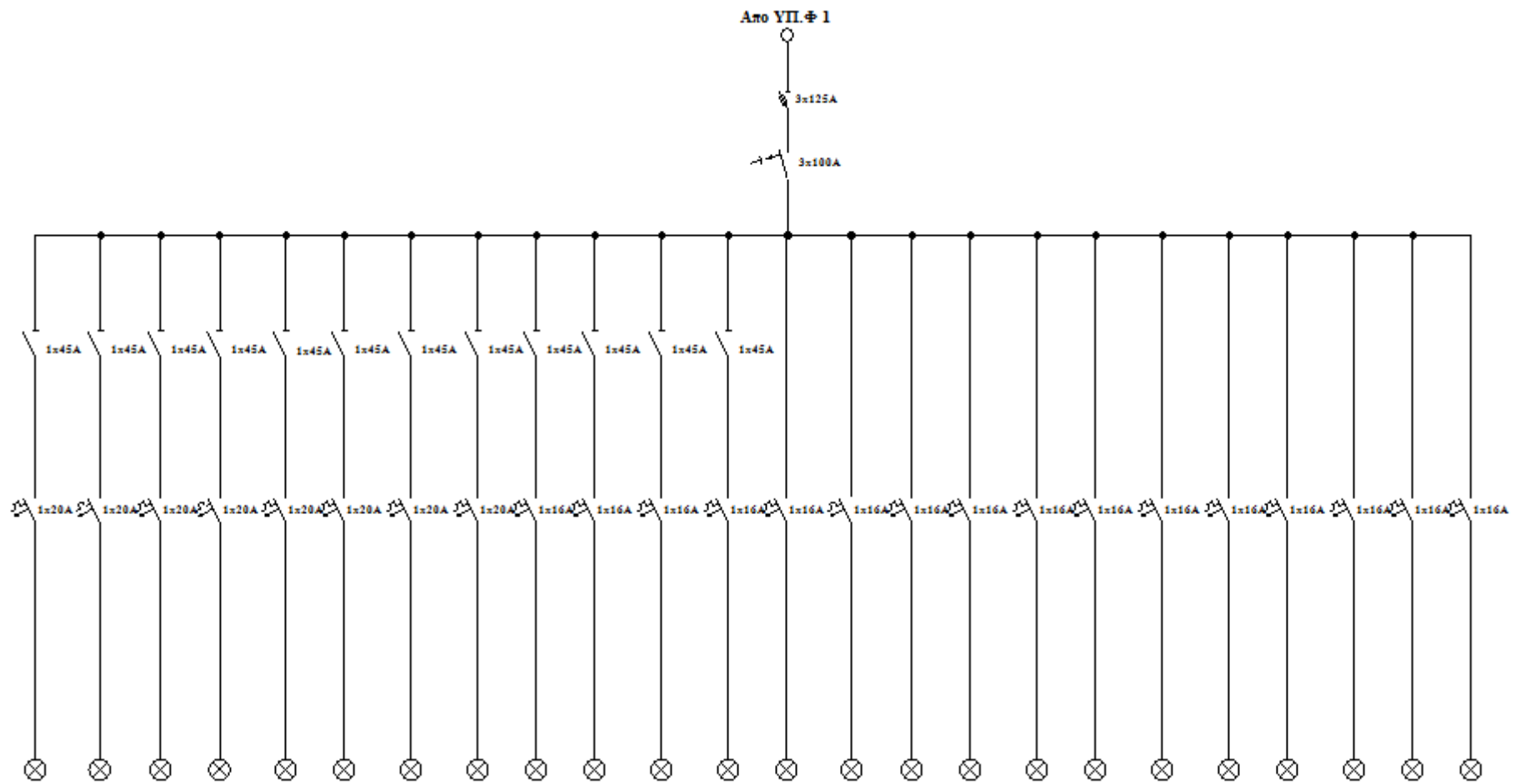
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι:  
ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΑ ΣΧΕΔΙΑ ΠΙΝΑΚΩΝ  
ΦΩΤΙΣΜΟΥ



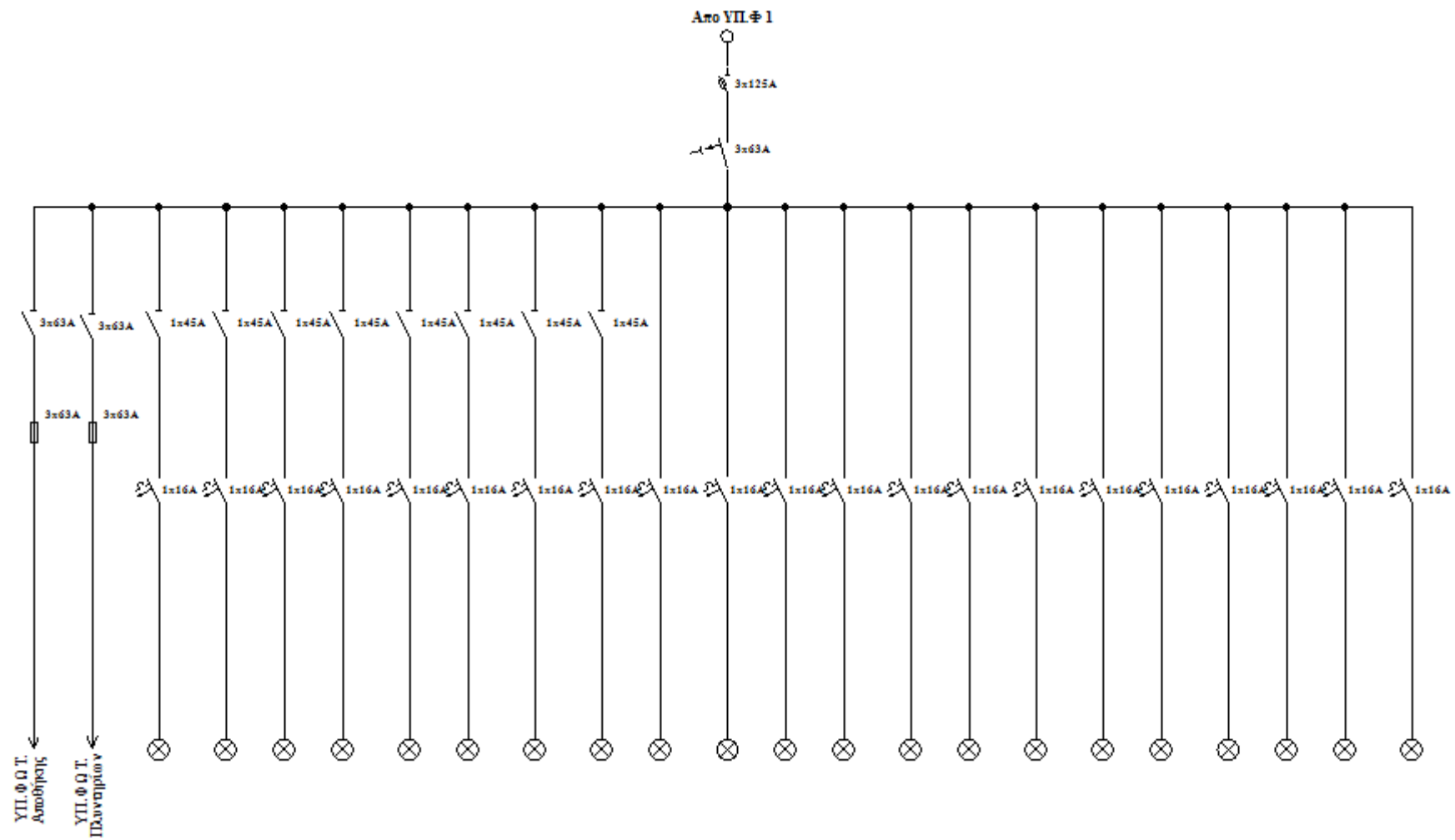




Σχέδιο I.1: Μονογραμμικά σχέδια ΥΠ. Φ1 Δεξιά και ΥΠ. Φ2 Αριστερά

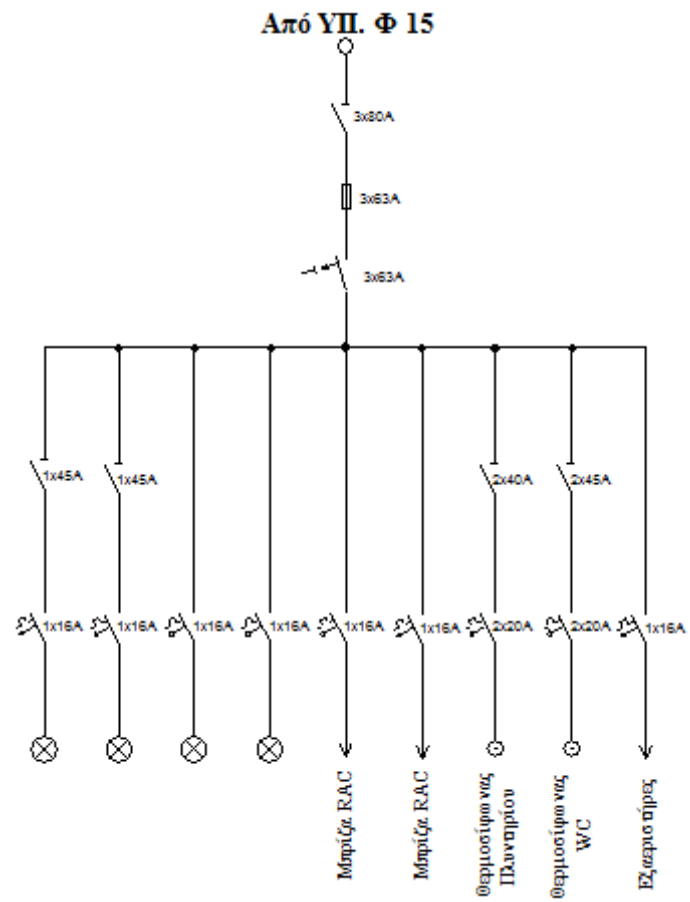


Σχέδιο I.2: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. Νο.14



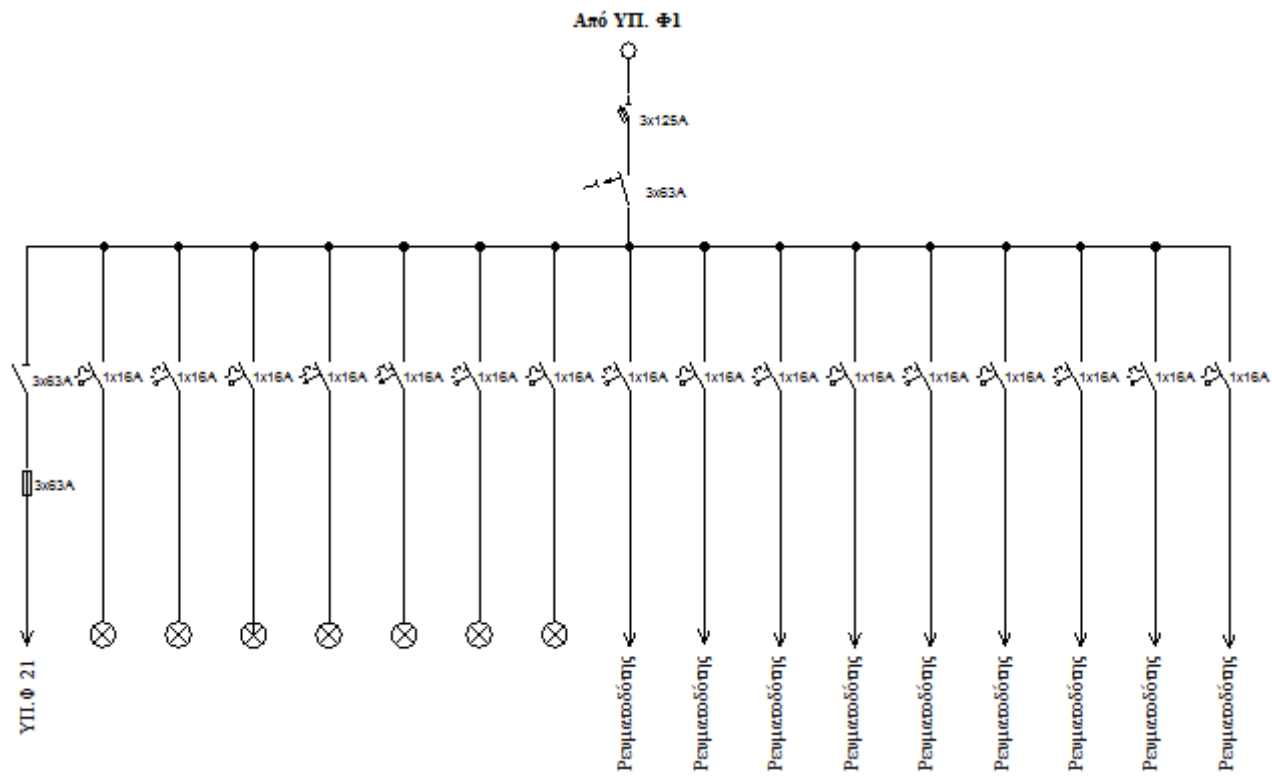
Σχέδιο I.3: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. Νο.15



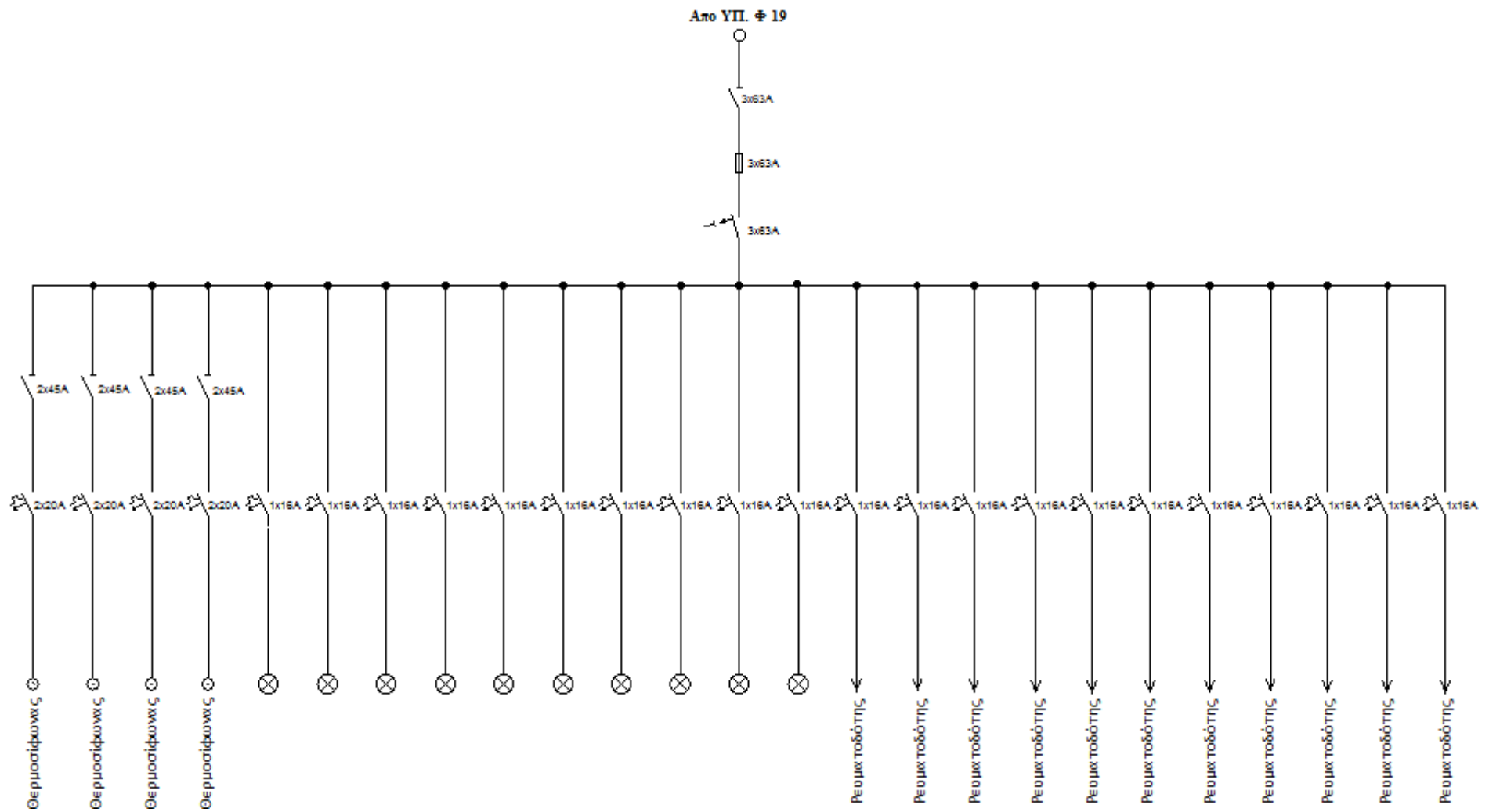


**Σχέδιο I.5:** Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. Πλυντηρίων



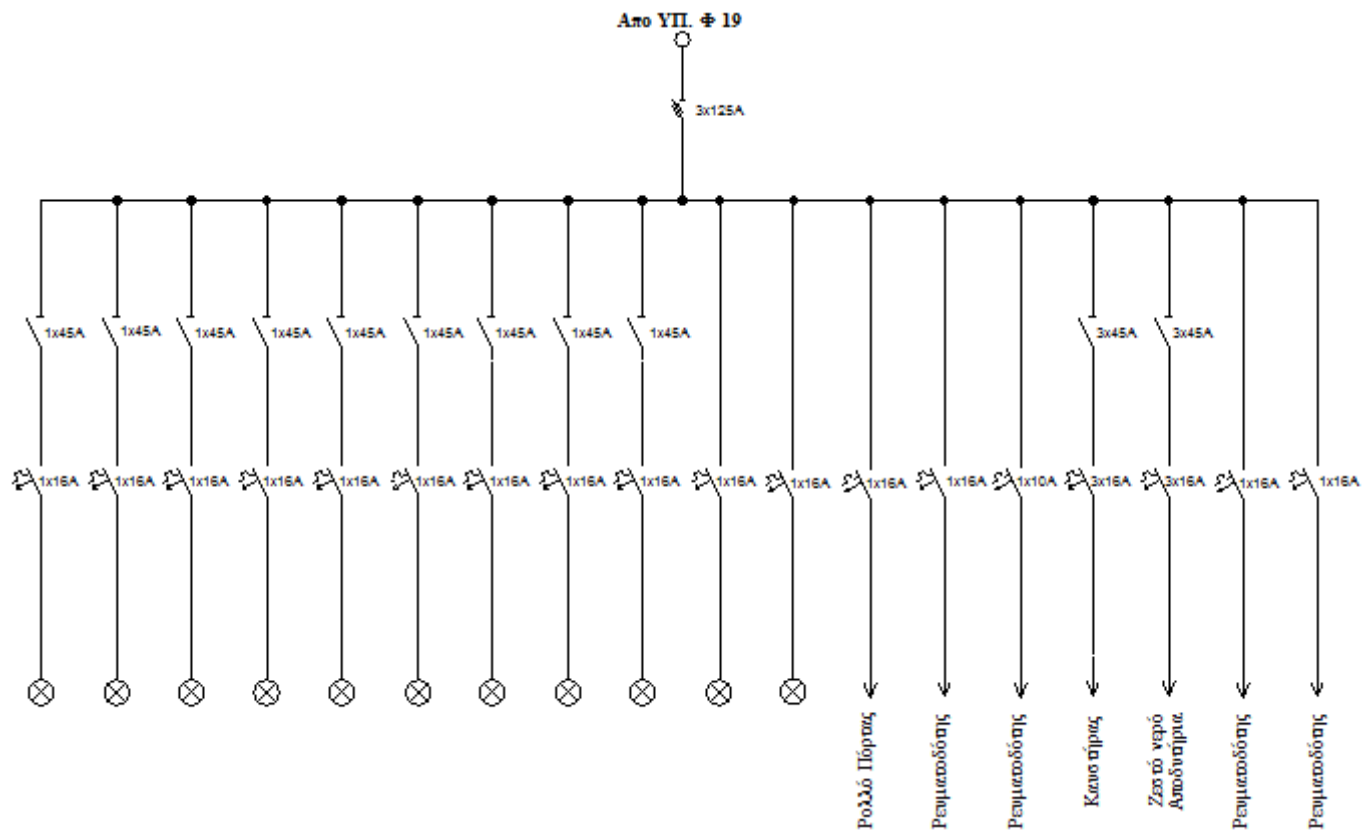


Σχέδιο I.7: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. Νο.19

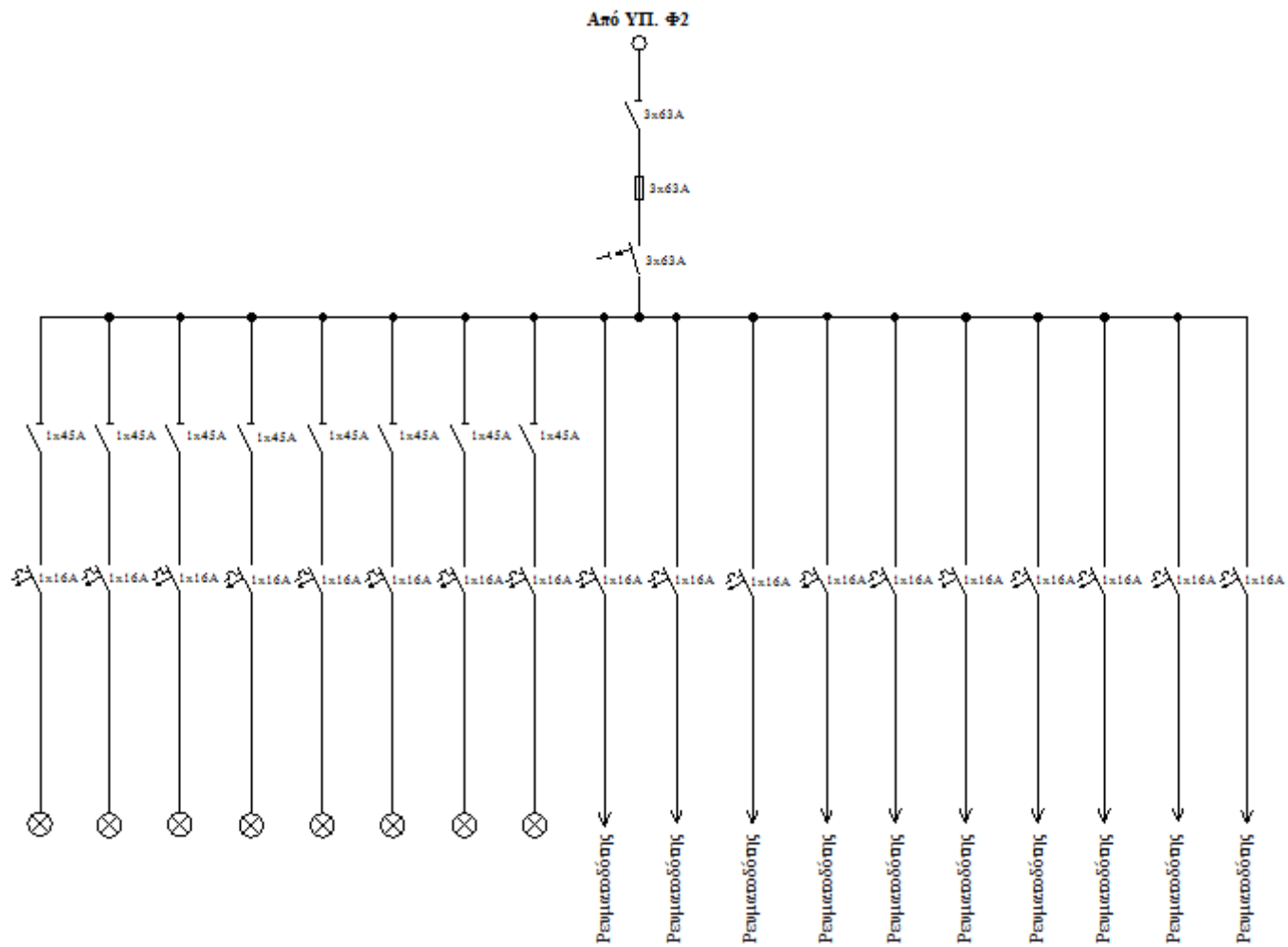


Σχέδιο 1.8: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. Φ 1<sup>ου</sup> Ορόφου

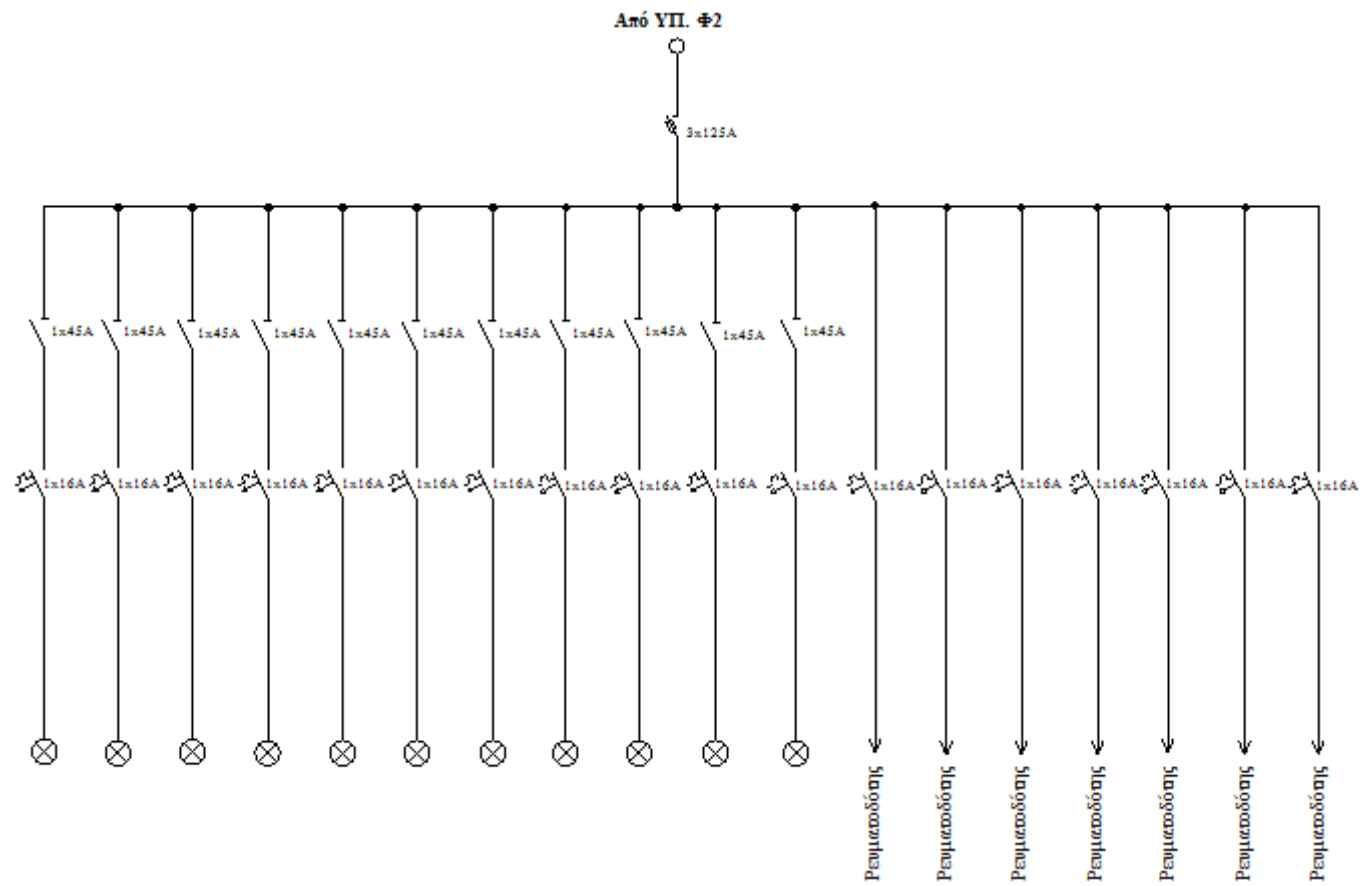




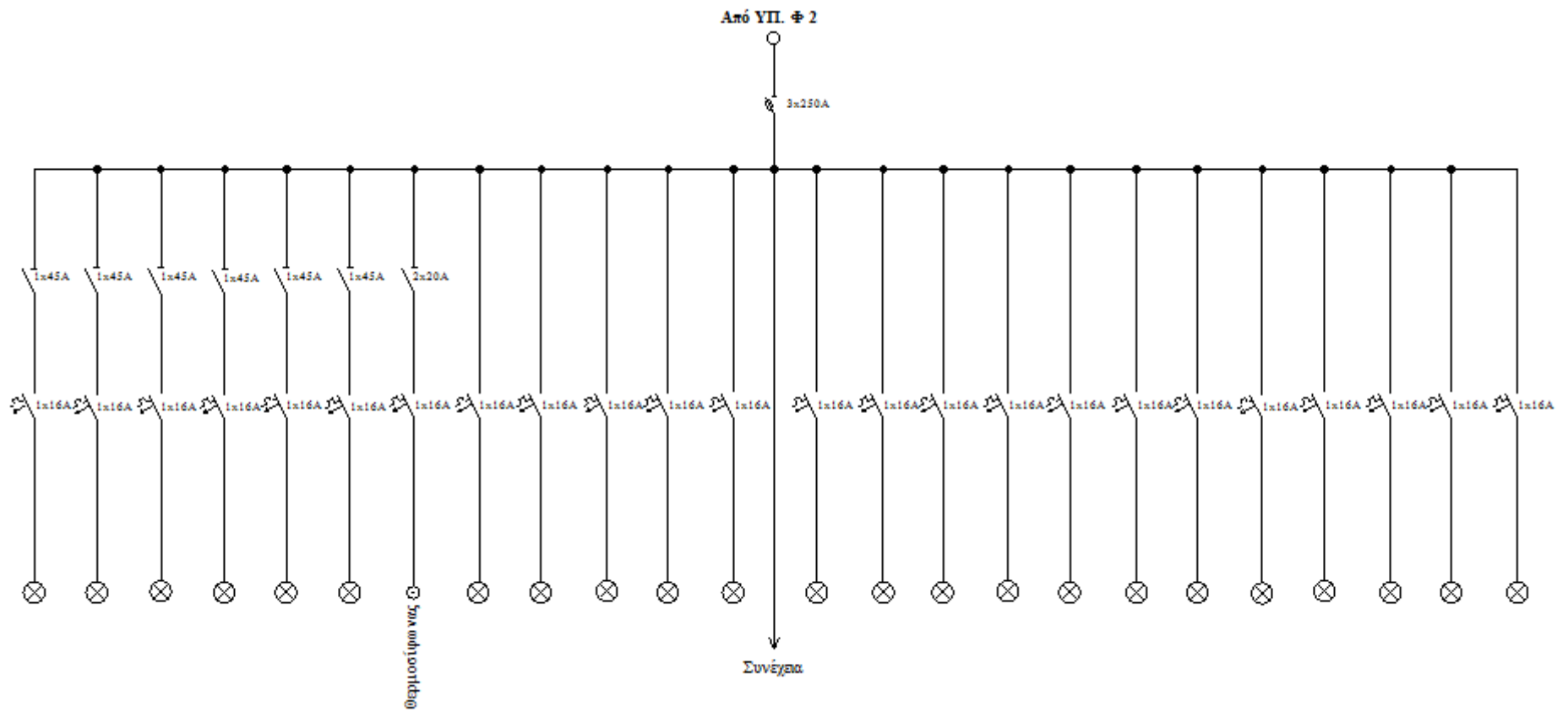
Σχέδιο I.9: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. No.21



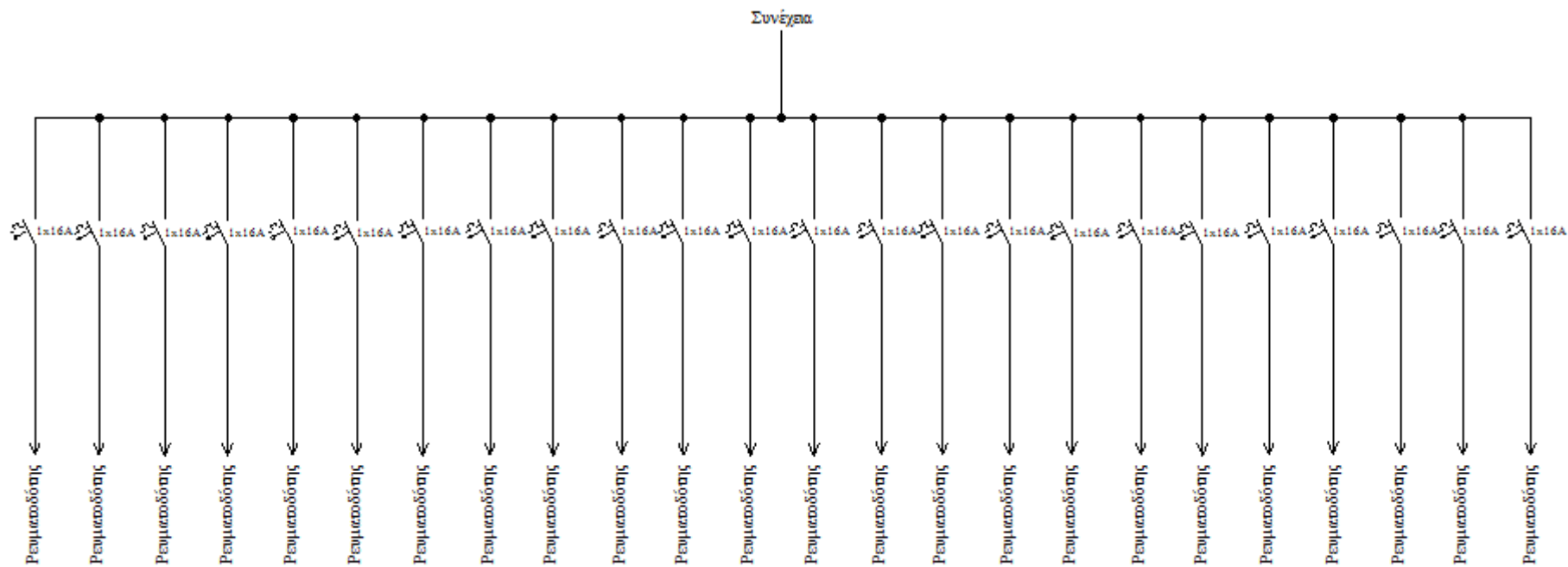
Σχέδιο I.10: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. Νο.23



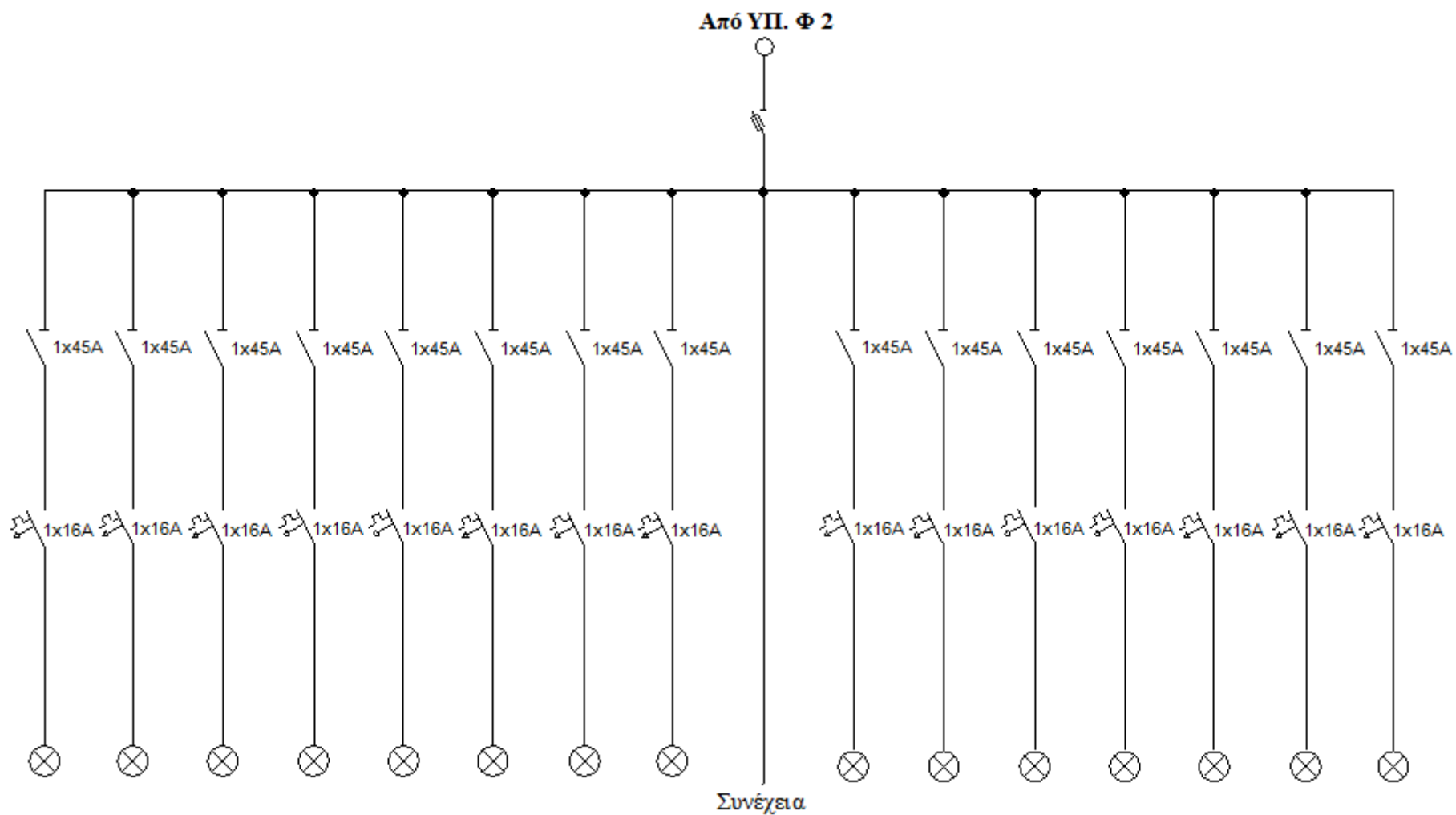
Σχέδιο I.11: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. Νο.24



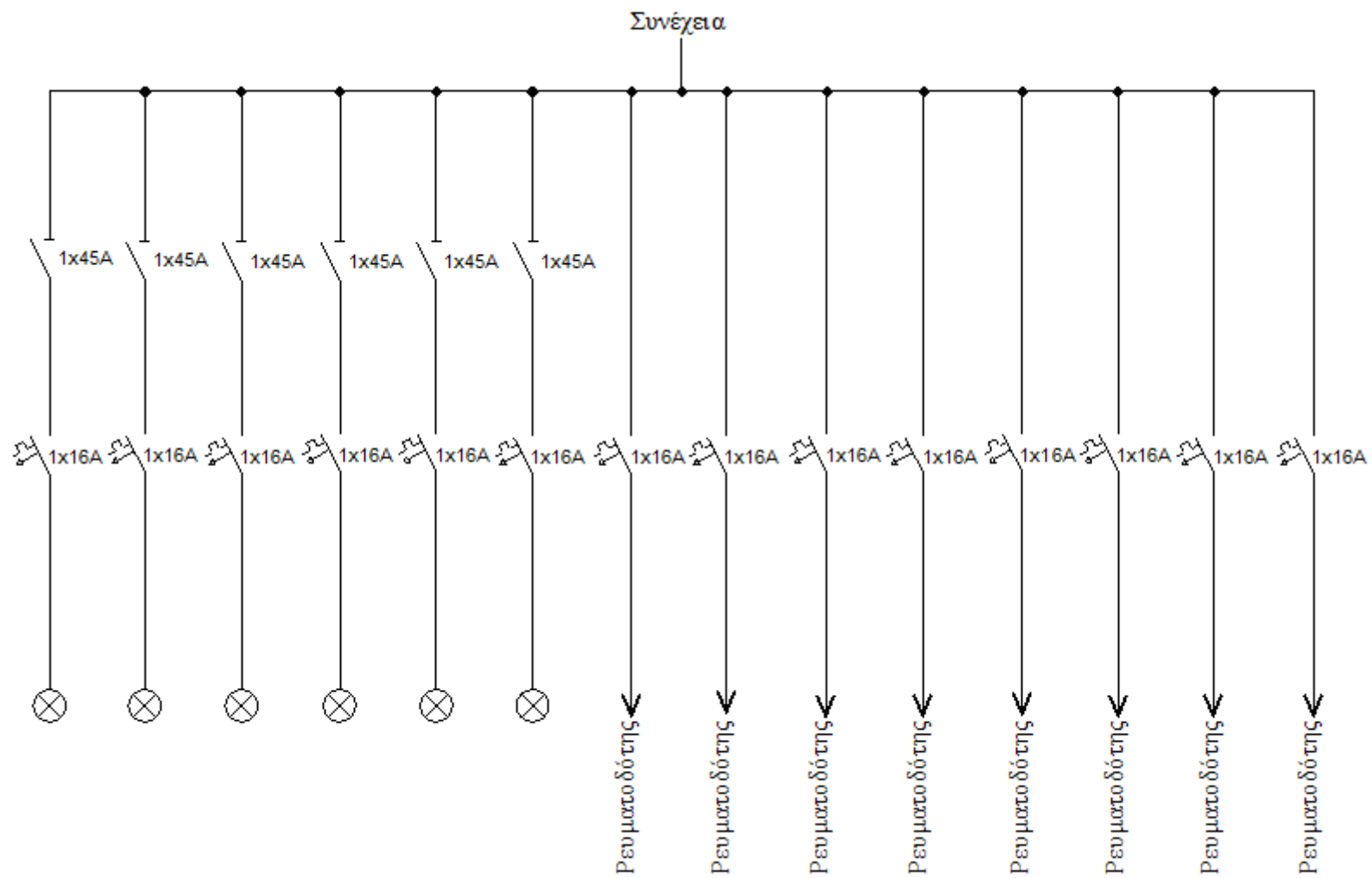
Σχέδιο I.12: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. Νο.25 (α)



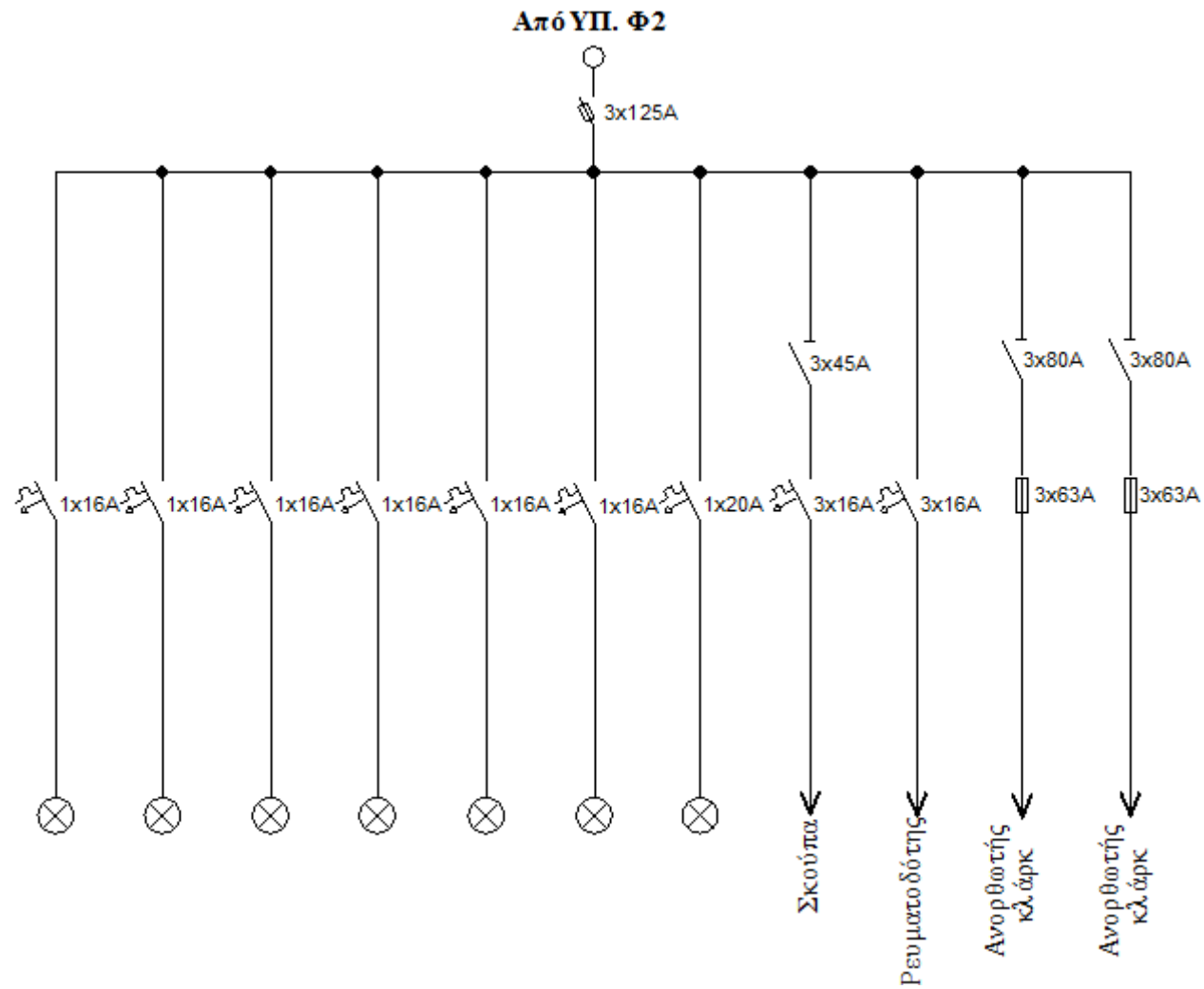
Σχέδιο I.13: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. Νο.25 (β)



Σχέδιο I.14: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. Νο.26 (α)



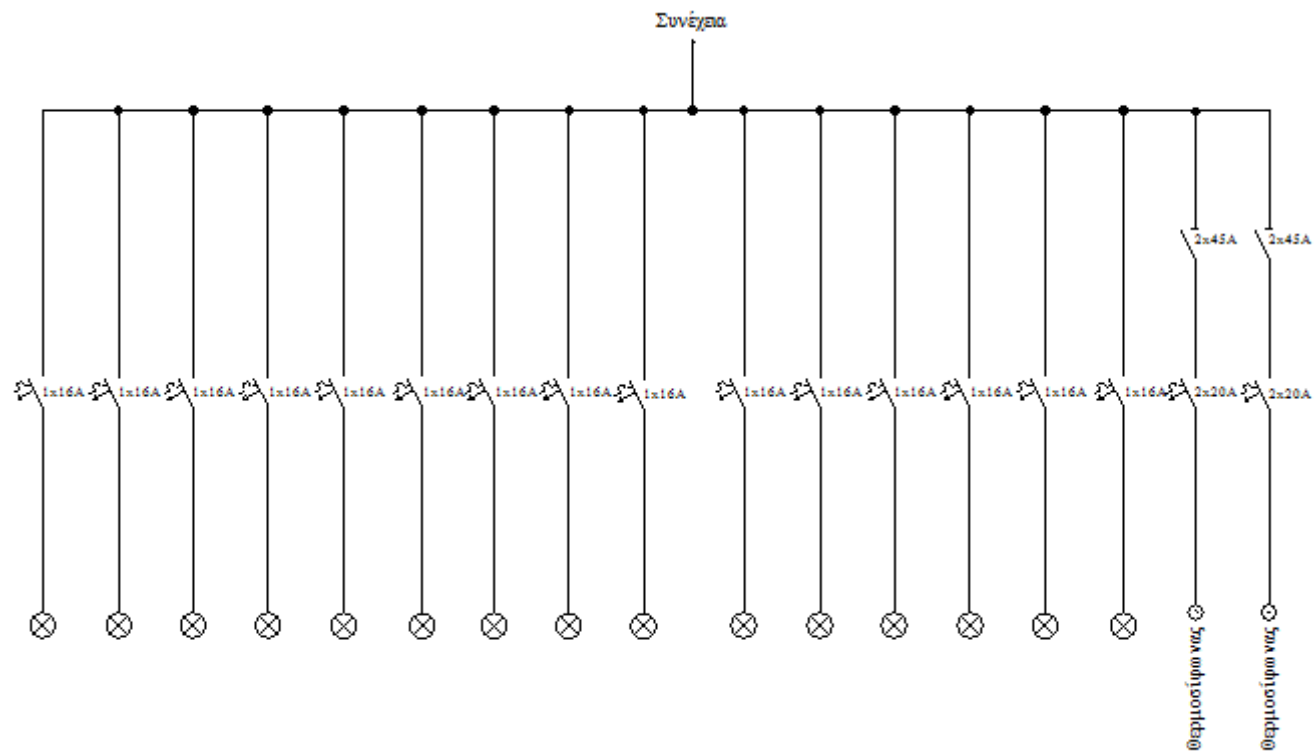
Σχέδιο I.15: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. Νο.26 (β)



**Σχέδιο I.16:** Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. Νο.27







Σχέδιο I.18: Μονογραμμικό σχέδιο ΥΠ. ΦΩΤ. Κ.Ε.Κ (β)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ:  
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ  
ΜΟΝΑΔΩΝ



<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>					
	<b>Kj</b>	<b>BTU</b>	<b>kcal</b>	<b>kWh</b>	<b>TΠΠ</b>
<b>Kj</b>	1	0,9478	0,2388	0,000278	$2,38 \cdot 10^{-8}$
<b>BTU</b>	1,0551	1	0,252	0,000293	$2,52 \cdot 10^{-8}$
<b>kcal</b>	4,187	3,9683	1	0,001163	$1 \cdot 10^{-7}$
<b>kWh</b>	3600	3411	859,84	1	0,000086
<b>TΠΠ</b>	$4,187 \cdot 10^7$	$3,968 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^7$	11630	1

<b>ΙΣΧΥΣ</b>				
	<b>kW</b>	<b>BTU / h</b>	<b>kcal / h</b>	<b>HP</b>
<b>kW</b>	1	3,412	860	1,314
<b>BTU / h</b>	0,000293	1	0,252	0,000393
<b>kcal / h</b>	0,001163	3,9683	1	0,00156
<b>HP</b>	0,7457	2,544	641,19	1

#### **ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ**

<b>Πετρέλαιο diesel</b>	10250 kcal / h
<b>Μίγμα Αερίων (LPG)</b>	10950 kcal / h
<b>Προπάνιο</b>	11050 kcal / h
<b>Φυσικό Αέριο</b>	9000 kcal / Nm <sup>3</sup>

#### **ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΥΓΡΩΝ ΚΑΙ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ**

<b>Πετρέλαιο diesel</b>	10250 kg / h
<b>Μίγμα Αερίων (LPG)</b>	10950 kg/ h
<b>Προπάνιο</b>	11050 kg / h
<b>Φυσικό Αέριο</b>	9000 kg / Nm <sup>3</sup>

#### **ΜΕΣΟΙ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ**

<b>1 tn Πετρελαίου Θέρμανσης</b>	0.978 TΠΠ
<b>1 tn Βενζίνης</b>	1,051 TΠΠ
<b>1000 m<sup>3</sup> Φυσικό Αέριο</b>	0,8 TΠΠ
<b>1 m<sup>3</sup> Φυσικό Αέριο</b>	10 – 11 kWh



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ:  
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΣΥΛΛΟΓΗΣ  
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ





## 1. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Α. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	
<b>1. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ</b>	<b>Εμβαδόν σε m<sup>2</sup></b>
Συνολική επιφάνεια των χώρων:	
Επιφάνεια των δωματίων/γραφείων	
Επιφάνεια των κοινόχρηστων χώρων (χώροι υγιεινής, αποδυτήρια, χώροι σίτισης, διάδρομοι, κλιμακοστάσια)	
Επιφάνεια των βοηθητικών χώρων (Υ/Σ ΔΕΗ, μετασχηματιστές, ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, λεβητοστάσια, μηχανοστάσια, αντλιοστάσια, δεξαμενές)	
Επιφάνεια των αποθηκών (αποθήκες ανταλλακτικών, αποθήκες λοιπών υλικών)	
Επιφάνεια των χώρων παραγωγής (συνεργεία, λιπαντήρια, πλυντήρια, χώροι επιθεώρησης οχημάτων, χώροι ανεφοδιασμού καυσίμων)	
Επιφάνεια χώρων που αναβαθμίστηκε το σύστημα φωτισμού	
Ημερομηνία αναβάθμισης	
Αριθμός Ορόφων	
Μέσο ύψος ορόφων	

## 2. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

ΧΩΡΟΣ	ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ	
<b>ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΧΩΡΟΥ (M2)</b>		
<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΧΩΡΟΥ</b>	<b>Εσωτερικός</b>	<b>Εξωτερικός</b>
<b>Φωτιστικό Σώμα</b>		
<b>Περιγραφή Φωτιστικού Σώματος</b>		
<b>Αριθμός Φωτιστικών στο χώρο</b>		
<b>Ώρες λειτουργίας Φωτιστικών/(έτος)</b>		
<b>Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό</b>		
<b>Τύπος Λαμπτήρα</b>		
<b>Συνολική Ισχύς Φωτιστικού</b>		
<b>Τύπος Στραγγαλιστικού Πηνίου</b>		
<b>Τύπος Φωτιστικού Σώματος</b>		





**4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΨΥΞΗΣ**

**ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ  
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ  
ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

Αερολέβητας	Αποδιδόμενη θερμική ισχύς (kcal / h)	Παροχή καυσίμου (kg / h)
-------------	--------------------------------------	--------------------------



	Πλήθος	Δυναμικότητα (Btu/h)	Ισχύς (kW)	Ώρες λειτ./ετος	E(kWh)
<b>Κλιματιστικά</b>					
<b>Κεντρικό Σύστημα</b>					
					<b>Σύνολο</b>

Θερμοσίφοντας	Πλήθος	Ισχύς (kW)	Ώρες λειτ. / έτος	E (kWh)
				<b>Σύνολο</b>

