



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

**Ενεργειακή Επιθεώρηση σε Κτίριο Γραφείων &  
Αξιολόγηση Προτάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας  
με Έμφαση στους Τομείς Φωτισμού και Χρήσης ΑΠΕ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Κ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ

**Επιβλέπων: Ιωάννης Ψαρράς**  
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2006





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

**Ενεργειακή Επιθεώρηση σε Κτίριο Γραφείων &  
Αξιολόγηση Προτάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας  
με Έμφαση στους Τομείς Φωτισμού και Χρήσης ΑΠΕ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Κ. ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ

**Επιβλέπων: Ιωάννης Ψαρράς**  
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την                      Νοεμβρίου 2006

.....  
Ον/μο Μέλος Δ.Ε.Π.  
Ιδιότητα Μέλους Δ.Ε.Π.

.....  
Ιωάννης Ψαρράς  
Αν. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Ον/μο Μέλος Δ.Ε.Π.  
Ιδιότητα Μέλους Δ.Ε.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2006



.....  
Νικόλαος Κ. Τριανταφύλλου

Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΟΥ, 2006.

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 Η/Υ του ΕΜΠ.

Αντικείμενο της εργασίας αποτέλεσε η διεκπεραίωση ενεργειακού ελέγχου στο κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. με στόχο σε πρώτο στάδιο, τη διερεύνηση πλαισίου προτάσεων για την εξοικονόμηση κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου και σε δεύτερο στάδιο την οικονομοτεχνική αξιολόγηση των περισσότερο υποσχόμενων εξ' αυτών. Το τελικό στάδιο της διαδικασίας αξιολόγησης επέτρεψε την διάκριση και ιεράρχηση των αποδοτικότερων προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας του εν λόγω κτιρίου, καθώς και την έκβαση γενικότερων συμπερασμάτων για την ευρύτερη κατηγορία των κτιρίων γραφείου.

Υπεύθυνος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής ήταν ο Αναπληρωτής Καθηγητής κ. Ι. Ψαρράς, στον οποίο οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση αυτής και την δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα.

Θα ήθελα να επίσης ευχαριστήσω θερμά τους επιβλέποντες της διπλωματικής και υποψήφιους διδάκτορες Κ. Πατλιτζιάνο και Χ. Δούκα για την υποστήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχαν κατά την εκπόνηση της εργασίας.

Νικόλαος Κ. Τριανταφύλλου





## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Σήμερα ολοένα και περισσότερο επισημαίνεται η ανάγκη συστηματικής ενεργειακής διαχείρισης στα κτίρια και ειδικότερα του ενεργειακού ελέγχου, σαν ένα μέτρο αποδοτικότερης λειτουργίας των επιχειρήσεων και προστασίας του περιβάλλοντος.

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής, αναλύεται η μεθοδολογία του ενεργειακού ελέγχου σε ένα κτίριο γραφείων, ο οποίος αποτελεί μια μεθοδική διαδικασία ελέγχων, καταγραφών, υπολογισμών και μετρήσεων που αποσκοπεί στη γνώση του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης στο κτίριο, με σκοπό τη δημιουργία ενεργειακής ταυτότητας του κτιρίου καθώς και στην αξιολόγηση και πρόταση προς κάποιο φορέα διαχείρισης, κατάλληλων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας..

Αντικείμενο της εργασίας αποτέλεσε η διεκπεραίωση ενεργειακού ελέγχου στο κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. με στόχο σε πρώτο στάδιο, τη διερεύνηση πλαισίου προτάσεων για την εξοικονόμηση κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου και σε δεύτερο στάδιο την οικονομοτεχνική αξιολόγηση των περισσότερο υποσχόμενων εξ' αυτών.

Αναλυτικότερα, από δεξαμενή προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας επιλέχθηκαν όσες προτάσεις ικανοποιούσαν τα κριτήρια τεχνικής συνάφειας με την υπάρχουσα εγκατάσταση του κτιρίου. Για κάθε μια από αυτές τις προτάσεις διενεργήθηκε οικονομικός έλεγχος καθώς και επιπλέον έλεγχος περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που βασίζεται στη μείωση των εκπομπών ρύπων.

Το τελικό στάδιο της διαδικασίας αξιολόγησης επέτρεψε την διάκριση και ιεράρχηση των αποδοτικότερων προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας του εν λόγω κτιρίου, καθώς και την έκβαση γενικότερων συμπερασμάτων για την ευρύτερη κατηγορία των κτιρίων γραφείου.

Με δεδομένο ότι το εξεταζόμενο κτίριο γραφείων ήδη ενσωμάτωνε σύγχρονη τεχνολογία στις περισσότερες κατηγορίες βασικών φορτίων (φωτισμός, ψύξη-θέρμανση, ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός) και κατά συνέπεια η ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου ήταν αρκετά καλή πριν τον ενεργειακό έλεγχο, οι τελικές προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας για το φωτισμό, τη θέρμανση και ψύξη, τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την ηλιοπροστασία, και οι γενικές προτάσεις, ήταν περιορισμένες.



## *Πίνακας Περιεχομένων*

---

<b>1</b>	<b><i>Εισαγωγή</i></b>	<b>1</b>
1.1	<i>Αντικείμενο και Στόχος Διπλωματικής Εργασίας</i>	3
1.2	<i>Δομή Τεύχους Διπλωματικής Εργασίας</i>	3
1.3	<i>Φάσεις Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας</i>	5
<b>2</b>	<b><i>Ενεργειακός Έλεγχος στο πλαίσιο της Ενεργειακής Διαχείρισης</i></b>	<b>9</b>
2.1	<i>Η ενεργειακή διαχείριση ως παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας</i>	11
2.2	<i>Δραστηριότητες Ενεργειακής Διαχείρισης</i>	13
2.2.1	<i>Ο Ενεργειακός Έλεγχος</i>	13
2.2.2	<i>Ενεργειακή Παρακολούθηση και Θέσπιση ενεργειακών στόχων</i>	13
2.2.3	<i>Εναισθητοποίηση Χρήστη</i>	14
2.3	<i>Ενεργειακός έλεγχος</i>	15
2.3.1	<i>Τα πρόσωπα που εμπλέκονται στη διαδικασία ενός ενεργειακού ελέγχου</i>	15
2.3.2	<i>Συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος</i>	17
2.3.3	<i>Αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος</i>	18
2.3.3.1	<i>Σκοπός</i>	18
2.3.3.2	<i>Πρόγραμμα αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου και καταγραφής</i>	19
2.3.3.3	<i>Μετρήσεις με τη βοήθεια οργάνων στα πλαίσια ενός ενεργειακού ελέγχου</i>	21
2.3.3.4	<i>Ανάλυση αποτελεσμάτων αναλυτικού ελέγχου και καταγραφής</i>	21
2.3.4	<i>Διεξαγωγή Ενεργειακής Επιθεώρησης σε Κτίριο Γραφείων</i>	22
<b>3</b>	<b><i>Ενεργειακός Έλεγχος σε Κτίριο Γραφείων</i></b>	<b>23</b>
3.1	<i>Το κτίριο γραφείων</i>	25
3.2	<i>Ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου</i>	29
3.3	<i>Περιγραφή Φορτίων Κτιρίου</i>	29
3.4	<i>Ηλεκτρική κατανάλωση του κτιρίου</i>	35
3.5	<i>Κόστος Ενέργειας του κτιρίου</i>	43
3.6	<i>Κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση στο κτίριο</i>	45
3.6.1	<i>Κατανάλωση για Φωτισμό</i>	45
3.6.2	<i>Κατανάλωση Ανελκυστήρα</i>	46
3.6.3	<i>Κατανάλωση Αντλιών</i>	46
3.6.4	<i>Κατανάλωση Ηλεκτρικού Θερμοσίφωνου</i>	46

3.6.5	<i>Κατανάλωση Κλιματιστικών Συστημάτων</i>	47
3.6.6	<i>Κατανάλωση Συστήματος Αδιάλειπτης Παροχής Ηλεκτρικής Ισχύος</i>	47
3.6.7	<i>Κατανάλωση Υπολογιστικών Συστημάτων &amp; Μηχανών Γραφείου</i>	47
3.6.8	<i>Κατανάλωση Συσκευών Κουζίνας-Εστιατορίου</i>	47
4	<i>Προσέγγιση Αξιολόγησης Προτάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας</i>	49
4.1	<i>Μεθοδολογία Αξιολόγησης Προτάσεων</i>	51
4.2	<i>Αναλυτική Διαδικασία</i>	52
4.3	<i>Υλοποίηση Επιπέδου Απόφασης I</i>	53
4.4	<i>Υλοποίηση Επιπέδου Απόφασης II</i>	61
4.5	<i>Εφαρμογή σε κτίριο Γραφείων &amp; Επιλογή Τελικών Προτάσεων</i>	63
5	<i>Αξιολόγηση Προτάσεων Φωτισμού</i>	67
5.1	<i>Εισαγωγή</i>	69
5.2	<i>Αντικατάσταση μαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων (ballast) των λαμπτήρων φθορισμού με νέα αποδοτικότερα, ηλεκτρονικού τύπου, στην αποθήκη.</i>	71
5.2.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	71
5.2.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	72
5.2.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	74
5.2.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	75
5.3	<i>Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού στις τουαλέτες.</i>	77
5.3.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	77
5.3.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	79
5.3.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	80
5.3.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	82
5.4	<i>Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού σε κοινόχρηστους χώρους.</i>	83
5.4.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	83
5.4.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	84
5.4.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	86
5.4.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	87
5.5	<i>Αντικατάσταση υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες φθορισμού διαμέτρου 26mm με νέα κατάλληλα για πιο σύγχρονους λαμπτήρες διαμέτρου 16mm, στους χώρους των γραφείων.</i>	88
5.5.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	88

5.5.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	91
5.5.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	92
5.5.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	94
5.6	<i>Μελέτη φωτισμού - επανασχεδιασμός εγκατάστασης φωτισμού της αίθουσας συνεδριάσεων.</i>	95
5.6.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	95
5.6.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	98
5.6.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	100
5.6.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	101
5.7	<i>Εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου της έντασης του τεχνητού φωτισμού (analogue control) στους χώρους των γραφείων.</i>	102
5.7.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	102
5.7.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	103
5.7.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	105
5.7.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	106
6	<i>Αξιολόγηση Προτάσεων ΑΠΕ</i>	107
6.1	<i>Προτάσεις Φωτοβολταϊκών Συστημάτων</i>	109
6.1.1	<i>Εισαγωγή</i>	109
6.1.2	<i>Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου, με χαρακτηριστικό την πλήρη κάλυψη του ελεύθερου εμβαδού της ταράτσας.</i>	111
6.1.2.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	111
6.1.2.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	113
6.1.2.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	114
6.1.2.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	116
6.1.3	<i>Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μέσου κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.</i>	118
6.1.3.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	118
6.1.3.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	120
6.1.3.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	121
6.1.3.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	123
6.1.4	<i>Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μικρού κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.</i>	125
6.1.4.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	125
6.1.4.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	127

6.1.4.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	128
6.1.4.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	130
6.2	<i>Προτάσεις Αιολικών Συστημάτων.</i>	132
6.2.1	<i>Εισαγωγή</i>	132
6.2.2	<i>Εγκατάσταση μικρής ανεμογεννήτριας για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.</i>	133
6.2.2.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	133
6.2.2.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	135
6.2.2.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	137
6.2.2.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	138
7	<i>Αξιολόγηση Προτάσεων Ηλιοπροστασίας</i>	139
7.1	<i>Εισαγωγή</i>	141
7.2	<i>Εγκατάσταση μεμβρανών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.</i>	143
7.2.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	143
7.2.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	144
7.2.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	146
7.2.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	147
7.3	<i>Εγκατάσταση κουρτινών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.</i>	148
7.3.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	148
7.3.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	149
7.3.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	151
7.3.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	152
7.4	<i>Επισκευή συστήματος αυτόματης ρύθμισης κλίσης υπάρχουσας εξωτερικής διάταξης σκίασης για τα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.</i>	153
7.4.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	153
7.4.2	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	154
7.4.3	<i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.</i>	156
7.4.4	<i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i>	157
8	<i>Αξιολόγηση Προτάσεων Λογιστικής Διαχείρισης</i>	159
8.1	<i>Εισαγωγή</i>	161
8.2	<i>Αλλαγή τιμολογίου.</i>	161
8.2.1	<i>Πλαίσιο Πρότασης</i>	161

<b>8.2.2</b>	<b><i>Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης</i></b>	<b>162</b>
<b>8.2.3</b>	<b><i>Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης &amp; Σχόλια</i></b>	<b>165</b>
<b>9</b>	<b><i>Συμπεράσματα και Προοπτικές</i></b>	<b>167</b>
<b>9.1</b>	<b><i>Συμπεράσματα</i></b>	<b>169</b>
<b>9.2</b>	<b><i>Προοπτικές</i></b>	<b>177</b>
	<b><i>Βιβλιογραφία</i></b>	<b>179</b>
	<b><i>Παράρτημα</i></b>	<b>185</b>





---

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## « *Εισαγωγή* »

---



## 1.1 Αντικείμενο και Στόχος Διπλωματικής Εργασίας

Στόχος της παρούσας εργασίας αποτελεί η επισήμανση της ανάγκης συστηματικής ενεργειακής διαχείρισης στα κτίρια και ειδικότερα του ενεργειακού ελέγχου, σαν ένα μέτρο αποδοτικότερης λειτουργίας των επιχειρήσεων και προστασίας του περιβάλλοντος.

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής, αναλύεται η μεθοδολογία του ενεργειακού ελέγχου σε ένα κτίριο γραφείων.

Αντικείμενο της εργασίας αποτέλεσε η διεκπεραίωση ενεργειακού ελέγχου στο κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. με στόχο σε πρώτο στάδιο, τη διερεύνηση πλαισίου προτάσεων για την εξοικονόμηση κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου και σε δεύτερο στάδιο την οικονομοτεχνική αξιολόγηση των περισσότερο υποσχόμενων εξ' αυτών.

Αναλυτικότερα, από δεξαμενή προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας επιλέχθηκαν όσες προτάσεις ικανοποιούσαν τα κριτήρια τεχνικής συνάφειας με την υπάρχουσα εγκατάσταση του κτιρίου. Για κάθε μια από αυτές τις προτάσεις διενεργήθηκε οικονομικός έλεγχος καθώς και επιπλέον έλεγχος περιβαλλοντικών επιπτώσεων, που βασίζεται στη μείωση των εκπομπών ρύπων.

Το τελικό στάδιο της διαδικασίας αξιολόγησης επέτρεψε την διάκριση και ιεράρχηση των αποδοτικότερων προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας του εν λόγω κτιρίου, καθώς και την έκβαση γενικότερων συμπερασμάτων για την ευρύτερη κατηγορία των κτιρίων γραφείου.

## 1.2 Δομή Τεύχους Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει την παρακάτω δομή:

Αρχικά, υπάρχει μια σύντομη περίληψη της διπλωματικής εργασίας, στην οποία παρουσιάζονται συνοπτικά τα κύρια σημεία της. Στην συνέχεια ακολουθεί ο πίνακας περιεχομένων και η ευρεία περίληψη της εργασίας. Τέλος, ακολουθεί η διπλωματική εργασία, που αποτελείται από 9 κεφάλαια. Παρακάτω περιγράφεται συνοπτικά το περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου.

### **Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή**

Πρόκειται για το παρόν κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζεται συνοπτικά το θέμα της εργασίας και οι φάσεις εκπόνησης της.

### **Κεφάλαιο 2: Διαδικασία Ενεργειακού Ελέγχου στο πλαίσιο της Ενεργειακής Διαχείρισης**

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται ο ρόλος της ενεργειακής διαχείρισης στο πλαίσιο εξοικονόμησης ενέργειας των κτιρίων. Αναλύονται οι δραστηριότητες ενεργειακής διαχείρισης με έμφαση τον ενεργειακό έλεγχο. Τόσο η μεθοδολογία όσο και ο τρόπος διενέργειας ενός ενεργειακού ελέγχου αναφέρονται διεξοδικά στο παρόν κεφάλαιο σε δυο επίπεδα: Στο πρώτο ως γενικές κατευθύνσεις για υποψήφια για ενεργειακό έλεγχο κτίρια, και σε δεύτερο και για το ξεταζόμενο κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε.

### **Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα Ενεργειακός Έλεγχος σε Κτίριο Γραφείων**

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ενεργειακού ελέγχου που πραγματοποιήθηκε κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. Αναλυτικότερα, αφού προηγηθεί η γενική περιγραφή του κτιρίου, η καταγραφή των ενεργειακών αναγκών του και η καταγραφή των επιμέρους φορτίων του, πραγματοποιείται η ανάλυση της ηλεκτρικής κατανάλωσης του κτιρίου. Ακολουθεί η ανάλυση του κόστους ενέργειας του κτιρίου ενώ τελικά παρουσιάζεται η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση στο κτίριο.

### **Κεφάλαιο 4: Προσέγγιση Αξιολόγησης Προτάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας**

Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί μια μεθοδολογική προσέγγιση άντλησης προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας για το υπό εξέταση κτίριο και εν συνεχεία αξιολόγησης των. Από μια αρχική δεξαμενή προτάσεων, μέσω διαδοχικής υλοποίησης δυο επιπέδων φιλτραρίσματος (απόφασης) είναι δυνατό να καταλήξουμε στις τελικές προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας και μάλιστα όντας αυτές ιεραρχημένες. Στο πρώτο επίπεδο απόφασης με βάση τα δεδομένα του ενεργειακού ελέγχου, εξετάζεται η τεχνική συνάφεια των προτάσεων. Οι προτάσεις που προκρίνονται από αυτό το επίπεδο απόφασης καταγράφονται και υπόκεινται σε περαιτέρω αξιολόγηση στο δεύτερο επίπεδο φιλτραρίσματος όπου ελέγχεται η οικονομική τους απόδοση συνυπολογίζοντας ή μη τα οφέλη από τη μείωση των εκπομπών ρύπων. Οι προκρινόμενες προτάσεις που προέκυψαν για το εξεταζόμενο κτίριο γραφείων έχουν κατηγοριοποιηθεί και η αξιολόγησή τους αναλύεται στα κεφάλαια που ακολουθούν.

### **Κεφάλαιο 5: Αξιολόγηση Προτάσεων Φωτισμού**

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται η αναλυτική αξιολόγηση των προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας που αφορούν στο φωτισμό του εξεταζόμενου κτιρίου γραφείων, και οι οποίες είναι:

- Αντικατάσταση μαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων (ballast) των λαμπτήρων φθορισμού με νέα αποδοτικότερα, ηλεκτρονικού τύπου, στην αποθήκη.
- Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού στις τουαλέτες.
- Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού σε κοινόχρηστους χώρους.
- Αντικατάσταση υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες φθορισμού διαμέτρου 26mm με νέα κατάλληλα για πιο σύγχρονους λαμπτήρες διαμέτρου 16mm, στους χώρους των γραφείων.
- Μελέτη φωτισμού - επανασχεδιασμός εγκατάστασης φωτισμού της αίθουσας συνεδριάσεων.
- Εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου της έντασης του τεχνητού φωτισμού (analogue control) στους χώρους των γραφείων.

### **Κεφάλαιο 6: Αξιολόγηση Προτάσεων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας**

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται η αναλυτική αξιολόγηση των προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας που αφορούν εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο εξεταζόμενο κτίριο γραφείων, και οι οποίες είναι:

- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου, με χαρακτηριστικό την πλήρη κάλυψη του ελεύθερου εμβαδού της ταράτσας.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μέσου κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.

- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μικρού κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.
- Εγκατάσταση μικρής ανεμογεννήτριας για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.

### **Κεφάλαιο 7: Αξιολόγηση Προτάσεων Ηλιοπροστασίας**

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται η αναλυτική αξιολόγηση των προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας που αφορούν στον τομέα της ηλιοπροστασίας του εξεταζόμενου κτιρίου γραφείων, και οι οποίες είναι:

- Εγκατάσταση μεμβρανών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.
- Εγκατάσταση κουρτινών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.

Επισκευή συστήματος αυτόματης ρύθμισης κλίσης υπάρχουσας εξωτερικής διάταξης σκίασης

### **Κεφάλαιο 8: Αξιολόγηση Προτάσεων Λογιστικής Διαχείρισης**

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται η αναλυτική αξιολόγηση προτάσεων λογιστικής διαχείρισης, οι οποίες μπορεί να μην ικανοποιούν τον πρωταρχικό στόχο της μείωσης των ενεργειακών αναγκών του εξεταζόμενου κτιρίου αλλά ενδέχεται να προσφέρουν οικονομικές ελαφρύνσεις ή οφέλη, και οι οποίες είναι:

- Αλλαγή τιμολογίου.

### **Κεφάλαιο 9: Συμπεράσματα και Προοπτικές**

Το τελευταίο κεφάλαιο αφιερώνεται στην συγκεντρωτική παρουσίαση των σημαντικότερων σημείων - συμπερασμάτων που προέκυψαν από την παραπάνω μελέτη, τόσο για το συγκεκριμένο κτίριο γραφείων όσο και γενικότερα σε κτίρια ανάλογης χρήσης.

Τέλος, καταγράφονται οι προοπτικές του ενεργειακού ελέγχου τόσο για το συγκεκριμένο κτίριο γραφείων όσο και γενικότερα σε κτίρια ανάλογης χρήσης.

## **1.3 Φάσεις Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας**

Η εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκε μεταξύ Φεβρουαρίου 2006 και Οκτωβρίου 2006 και η πορεία αυτής ακολούθησε τις εξής φάσεις, που παρουσιάζονται παρακάτω στο σχήμα (σχήμα 1).

Αρχικά αναλύθηκε η μεθοδολογία του ενεργειακού ελέγχου σε ένα κτίριο γραφείων. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η προετοιμασία για τη διενέργεια του ενεργειακού ελέγχου που περιλαμβάνει επαφή με τον τεχνικό σύμβουλο της εταιρίας με στόχο την ενημέρωση για το κτίριο και τα υπάρχοντα συστήματα μέτρησης, και τη σύνταξη του ερωτηματολογίου.

Ακολούθησε, στο πλαίσιο του πρακτικού τμήματος της παρούσας εργασίας, η διενέργεια του ενεργειακού ελέγχου του κτιρίου που χωρίζεται στις ακόλουθες υποενότητες:

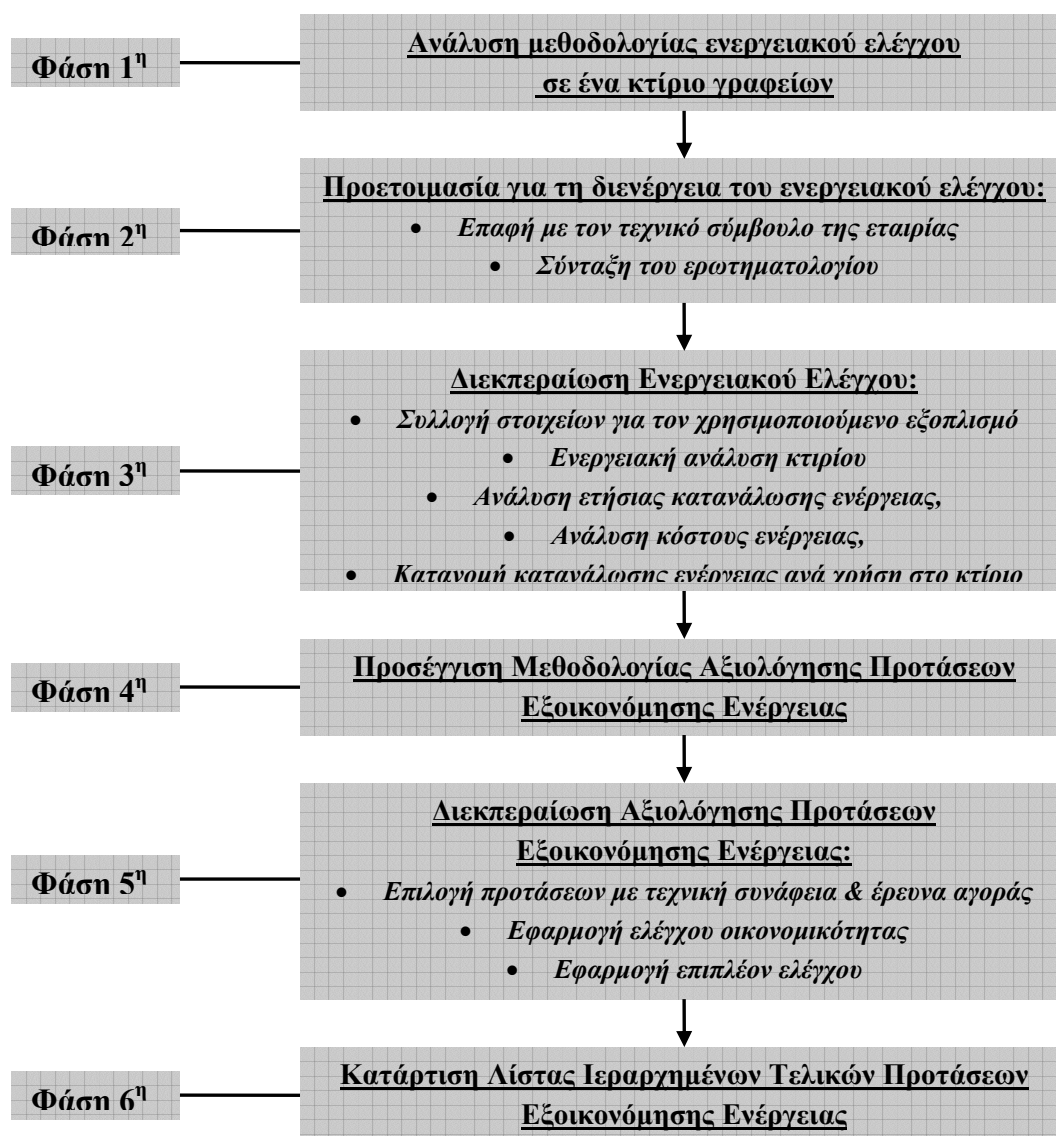
- Συλλογή στοιχείων και πληροφοριών για τον χρησιμοποιούμενο εξοπλισμό
- Ενεργειακή ανάλυση κτιρίου {ανάλυση τεχνικών χαρακτηριστικών φορτίων, ανάλυση εγκατεστημένης ισχύος, ανάλυση καταναλώσεων σε επίπεδο χρόνου (εποχιακό και ημερήσιο προφίλ καταναλώσεων)}
- Ανάλυση ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας,
- Ανάλυση κόστους ενέργειας,
- Κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση στο κτίριο.

Μετά την ολοκλήρωση των παραπάνω αποφασίσθηκε και οριοθετήθηκε η προσέγγιση της αξιολόγησης προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας που θα ακολουθηθεί.

Με βάση τα δεδομένα που προέκυψαν από τον ενεργειακό έλεγχο του κτιρίου γραφείων πραγματοποιήθηκε η επιλογή των προτάσεων που παρουσιάζουν τεχνική συνάφεια και στη συνέχεια, για κάθε πρόταση, η εφαρμογή δυο ειδών ελέγχου που εξετάζουν τους οικονομικούς δείκτες: *KPIA*, *EBA*, *EPA*, *APIA*. Σημειώνεται ότι στο πρώτο είδος ελέγχου δεν συμπεριλαμβάνονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενώ στο δεύτερο είδος ελέγχου συμπεριλαμβάνονται τα οφέλη από τη μείωση εκπομπών ρύπων.

Η διεκπεραίωση της αξιολόγησης των προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σύμφωνα με τα παραπάνω, έχει ως προϊόν την κατάρτιση λίστας ιεραρχημένων τελικών προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου.

Σχ.1 Φάσεις Εκπόνησης Διπλωματικής Εργασίας







---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

*« Ενεργειακός Έλεγχος στο πλαίσιο  
της Ενεργειακής Διαχείρισης »*

---

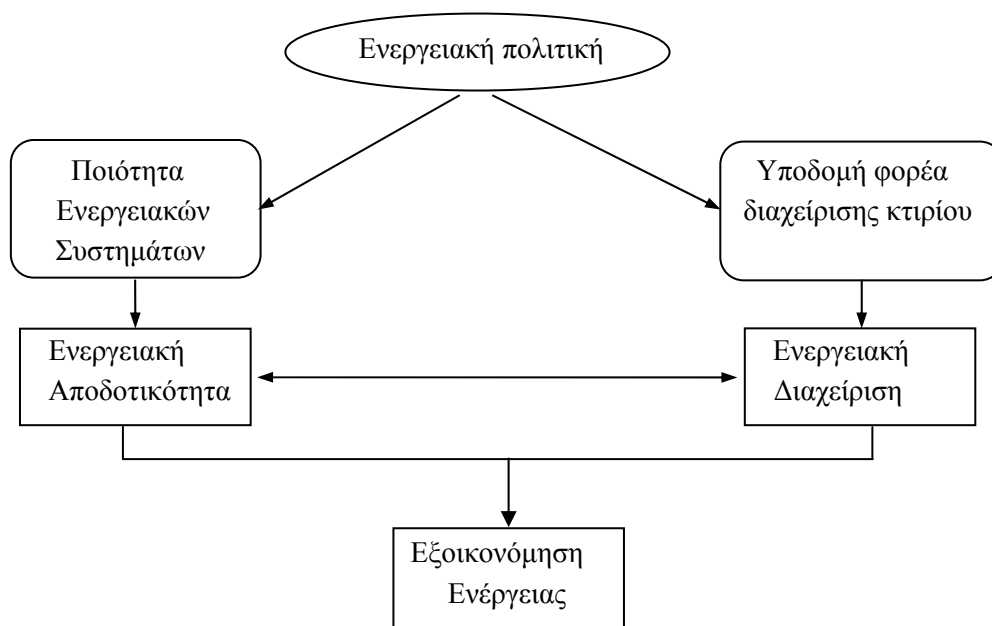


## 2.1 Η ενεργειακή διαχείριση ως παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας

Η Εξοικονόμηση Ενέργειας (Ε.Ε.) εξασφαλίζεται αρχικά μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκαταστημένων ενεργειακών συστημάτων η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασης του καθώς και των τεχνικών μελετών που το προδιαγράφουν. Ο άλλος καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η **Ενεργειακή Διαχείριση** του κτιρίου, μια συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων. Οι δράσεις αυτές αποσκοπούν:

- ◆ Στην οικονομική αποδοτικότητα και αύξηση του κέρδους των διαφόρων φορέων διαχείρισης κτιρίων από την εφαρμογή μέτρων Ε.Ε.
- ◆ Στη διατήρηση ή βελτίωση της ασφάλειας και ποιότητας ζωής και παροχής υπηρεσιών.
- ◆ Στη διατήρηση ή βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος.

Σχ. 2.1: Οι παράγοντες εξοικονόμησης ενέργειας



Ένα δομημένο πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης (Ε.Δ.) περιλαμβάνει:

- ◆ Εκτεταμένους ελέγχους, καταγραφές και μετρήσεις στο κέλυφος και τις ενεργειακές εγκαταστάσεις, που αποσκοπούν στην καταγραφή του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης.
- ◆ Μελέτες τεχνοοικονομικής σκοπιμότητας για την εφαρμογή συγκεκριμένων δυνατοτήτων Ε.Ε., κατά τις οποίες διερευνάται η επιλογή νέων ενεργειακών τεχνολογιών π.χ. συμπαραγωγή με χρήση φυσικού αερίου, κεντρικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου και διαχείριση ενέργειας, νέες τεχνολογίες αξιοποίησης Α.Π.Ε..
- ◆ Δημιουργία ενεργειακών εκθέσεων - αναφορών, σε τακτά χρονικά διαστήματα, προς τη διοίκηση της επιχείρησης.

- ◆ Έλεγχος της εφαρμογής προγραμμάτων συντήρησης των κτιριακών ενεργειακών εγκαταστάσεων.
- ◆ Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των χρηστών του κτιρίου σχετικά με τους στόχους ενός προγράμματος Ε.Ε.
- ◆ Εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού που εμπλέκονται στη λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου.
- ◆ Διαδικασίες εξεύρεσης τρόπων χρηματοδότησης ενεργειακών έργων.
- ◆ Επίβλεψη κατασκευής ενεργειακών εφαρμογών και συνεχής παρακολούθηση της απόδοσης τους μετά την κατασκευή.

Είναι προφανές ότι σε επεμβάσεις αντικατάστασης εξοπλισμού ή εισαγωγής νέων και περιβαλλοντικά φιλικών ενεργειακών τεχνολογιών σε ένα ενεργειακό σύστημα, θα πρέπει να εξαντλούνται πρώτα τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της εφαρμογής των μέτρων νοικοκυρέματος (βελτιστοποίηση λειτουργίας και ορθή τακτική συντήρηση εγκαταστάσεων, συμπεριφορά χρήστη). Το παραπάνω αποτελεί και την βασική αρχή της τεχνοοικονομικής ιεράρχησης των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Η παρουσίαση μιας ολοκληρωμένης πρότασης προς τον φορέα διαχείρισης, για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας περιλαμβάνει:

- ◆ Συνοπτική ανάλυση της υφιστάμενης συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης.
- ◆ Καταγραφή των τυχόν μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- ◆ Σύγκριση των ενεργειακών δεικτών του κτιρίου με τους δείκτες άλλων ομοειδούς κατασκευής και χρήσης.
- ◆ Παραδειγματική περιγραφή των επιτευγμάτων από την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.
- ◆ Προμελέτη σκοπιμότητας για την συσχέτιση των στοιχείων αρχικού και λειτουργικού κόστους και οφέλους των σχετικών επενδύσεων.
- ◆ Προκαταρκτική έρευνα αγοράς για τους πιθανούς προμηθευτές του σχετικού εξοπλισμού .

Η δομή της πρότασης για το έργο εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να διευκρινίζει:

- Γιατί προτείνεται το έργο
- Τι επιδιώκει το έργο
- Ποια θα είναι τα τεχνοοικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη από το έργο.

## **2.2 Δραστηριότητες Ενεργειακής Διαχείρισης**

### **2.2.1 Ο Ενεργειακός Έλεγχος**

Ο Ενεργειακός έλεγχος (Energy Audit) είναι μια διαδικασία που αποσκοπεί:

- ◆ Στη γνώση του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης στο κτίριο.
- ◆ Στην ιεράρχηση, αξιολόγηση και πρόταση προς κάποιο φορέα διαχείρισης, κατάλληλων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Το εύρος του ενεργειακού ελέγχου επηρεάζεται από τους παρακάτω παράγοντες:

- ◆ Τους διαθέσιμους οικονομικούς πόρους από τη διοίκηση
- ◆ Το διαθέσιμο χρόνο για ελέγχους, καταγραφές και μετρήσεις στο κτίριο και τις ηλεκτρολογικές & μηχανολογικές εγκαταστάσεις του.
- ◆ Τους απότερους στόχους της διοίκησης της επιχείρησης.

Ο ενεργειακός έλεγχος περιλαμβάνει τα ακόλουθα τρία στάδια:

#### **1. Σχεδιασμός ενεργειακού ελέγχου.**

Στο στάδιο αυτό θα πρέπει να συλλεχθούν πληροφορίες και δεδομένα σχετικά με την υφιστάμενη και παρελθούσα ενεργειακή εικόνα, την κατασκευή και την χρήση του κτιρίου

#### **2. Συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος**

Το στάδιο αυτό συνίσταται στον επί τόπου κυρίως έλεγχο, από τον υπεύθυνο του Ενεργειακού Ελέγχου, του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου και την καταγραφή κατασκευαστικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των δομικών κατασκευών και του εξοπλισμού των εγκαταστάσεων σε ειδικό έντυπο.

#### **3. Αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος**

Συνίσταται στην λεπτομερή συλλογή και ανάλυση δεδομένων επί τόπου αναλυτικών μετρήσεων και στην πλήρη εξέταση τμημάτων των ενεργειακών συστημάτων του κτιρίου, που θα επιτρέψουν την σύνταξη του τελικού ενεργειακού ισοζυγίου ενός συστήματος και την ορθή τεχνοοικονομική αξιολόγηση μιας δυνατότητας εξοικονόμησης ενέργειας.

### **2.2.2 Ενεργειακή Παρακολούθηση και Θέσπιση ενεργειακών στόχων**

Η Ενεργειακή Παρακολούθηση (Monitoring) είναι η διαδικασία της συνεχούς ή τακτικής, χρονικά δομημένης καταμέτρησης της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου ή συγκροτήματος κτιρίων πριν και κυρίως μετά την εφαρμογή μίας ή περισσότερων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας. Συνεπώς, αποτελεί το μέσο εκτίμησης της αποδοτικότητας επεμβάσεων Ε.Ε., συγκρίνοντας την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου μετά την εφαρμογή τους, με εκείνη που είχε αυτό πριν από την εφαρμογή τους.

Η θέσπιση ενεργειακών στόχων (Targeting) αποτελεί επέκταση του Monitoring. Είναι η διαδικασία που αφορά στην επισταμένη εξέταση της παρακολουθούμενης χρήσης ενέργειας ανά περίοδο και στη βελτιστοποίηση αυτής της χρήσης με συγκεκριμένους ενεργειακούς στόχους.

Στοιχεία ενός συστήματος M & T σε ένα κτίριο είναι:

- ◆ Η διαρκής μέτρηση της ενεργειακής κατανάλωσης
- ◆ Η διαρκής μέτρηση - καταγραφή των παραμέτρων που την επηρεάζουν (κλίμα, κατασκευή, προϊόντων υπηρεσιών και εμπορίου, εξοπλισμού υποστήριξης, ατόμων κλπ.)
- ◆ Η συσχέτιση της ενεργειακής κατανάλωσης με τις παραμέτρους που την επηρεάζουν (π.χ. βαθμοήμερες θέρμανσης)
- ◆ Η κατάλληλη αναφορά της ενεργειακής απόδοσης των παρακολουθημένων συστημάτων σε συνάρτηση και με τους ενεργειακούς στόχους που τίθενται.
- ◆ Η ανάληψη διορθωτικών ενεργειών για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των παρακολουθημένων συστημάτων για την προσέγγιση των ενεργειακών στόχων.

### 2.2.3 Ευαισθητοποίηση Χρήστη

Η συμπεριφορά του χρήστη, κατοίκου ή εργαζομένου, ενός κτιρίου είναι ένας κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας οποιουδήποτε προγράμματος ενεργειακής διαχείρισης. Ο χρήστης συχνά καθορίζει το προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης και είναι εκείνος που τελικά θα επιβεβαιώσει με τον καθημερινό τρόπο ζωής και δράσης του τις προβλέψεις των όποιων μελετών για εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο απλός χρήστης αντιλαμβάνεται τα προβλήματα που συσχετίζονται με τη χρήση της ενέργειας μόνο μετά την εμφάνιση δυσλειτουργιών των εγκαταστάσεων και βλαβών τοπικού εξοπλισμού, την αίσθηση αδικαιολόγητου ψύχους, ζέστης και κακού φωτισμού και τη μη λειτουργία συσκευών. Μερικές φορές οι διορθωτικές ενέργειες στις οποίες προβαίνουν οι εργαζόμενοι και κάτοικοι ενός κτιρίου για την βελτίωση της θερμικής και οπτικής τους άνεση, έχουν ενεργειακά αρνητικότερο αποτέλεσμα από πριν. Για παράδειγμα, συχνά σε περιπτώσεις χειμερινής ή θερινής υπερθέρμανσης, ανοίγονται τα παράθυρα παράλληλα με την λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης ή κάποιας κλιματιστικής μονάδας. Επίσης δεν ανοίγονται υπάρχουσες διατάξεις σκίασης (κουρτίνες, στόρια) ώστε να διευκολύνεται η είσοδος φυσικού φωτός σε ηλιόλουστες χειμερινές ημέρες, με αποτέλεσμα την υπερβολική και άσκοπη χρήση του φωτισμού.

Είναι επομένως προφανές ότι η προσπάθεια ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του τελικού χρήστη σε ενεργειακά θέματα θα πρέπει να είναι συνεχής και πολύπλευρη. Πέρα από τις εθνικές συντονισμένες καμπάνιες ενημέρωσης του κοινού, οι τοπικές δραστηριότητες ενεργειακής διαχείρισης σε ένα κτίριο είναι αναγκαίες για την ενημέρωση των ορθολογικών τρόπων χρήσης των εγκαταστημένων συστημάτων και συσκευών.

## 2.3 Ενεργειακός έλεγχος

Ο Ενεργειακός Έλεγχος (Energy Audit) αποτελεί μια από τις σημαντικότερες διαδικασίες ενεργειακής διαχείρισης. Στις παραγράφους που ακολουθούν αναλύονται περαιτέρω τα βήματα, οι εμπλεκόμενοι φορείς, καθώς και οι διαδικασίες και η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε κατά τη διεξαγωγή του ομώνυμου ελέγχου στο κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε.

### 2.3.1 Τα πρόσωπα που εμπλέκονται στη διαδικασία ενός ενεργειακού ελέγχου

Πολλοί άνθρωποι εμπλέκονται στη χρήση και στην εξοικονόμησή της ενέργειας σε ένα κτίριο, και ένα πρόγραμμα ενεργειακού ελέγχου που φιλοδοξεί να στεφθεί από επιτυχία πρέπει να εξασφαλίσει την βοήθεια και την υποστήριξη όλων αυτών των ατόμων. Ο ρόλος καθενός είναι ξεκάθαρος, όμως σε κάποιες φάσεις της διαδικασίας του ενεργειακού ελέγχου, οι δραστηριότητες ορισμένων προσώπων συμβαίνει να συμπίπτουν. Ανάλογα με την ιδιότητα τους και το ρόλο τους τα πρόσωπα που εμπλέκονται στη διαδικασία του ενεργειακού ελέγχου διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες:

#### (i) *Ιδιοκτήτες*

Οι ιδιοκτήτες επιλέγουν το αντικείμενο και ξεκινούν τη διεξαγωγή της διαδικασίας του ενεργειακού ελέγχου. Προσλαμβάνουν και μισθώνουν το προσωπικό και τους μηχανικούς που θα διεξάγουν τον ενεργειακό έλεγχο. Συλλέγουν και ταξινομούν στοιχεία σχετικά με τις λειτουργικές δαπάνες του κτιρίου, τη χρήση της ενέργειας και άλλα συναφή, θέματα τα οποία είναι απαραίτητα κατά την διεξαγωγή του ενεργειακού ελέγχου. Εξασφαλίζουν και ρυθμίζουν την άνετη προσέγγιση του κτιρίου στους μηχανικούς ώστε οι τελευταίοι εύκολα να κάνουν τις απαραίτητες επιθεωρήσεις, ελέγχους, ρυθμίσεις κ.λ.π. Τέλος όποτε χρειαστεί είναι έτοιμοι να διευκολύνουν το έργο αυτών που διεξάγουν τον ενεργειακό έλεγχο.

#### (ii) *Ο ενεργειακός διαχειριστής*

Βασική προϋπόθεση για το σχεδιασμό, την διεξαγωγή και την επιτυχία ενός ενεργειακού ελέγχου σε ένα κτίριο είναι η ύπαρξη ενός εξειδικευμένου στελέχους, δηλαδή ο ενεργειακός διαχειριστής. Ο άνθρωπος αυτός σε συνεργασία με τα θεσμοθετημένα ελεγκτικά όργανα της πολιτείας και ειδικούς εξωτερικούς τεχνοοικονομικούς συμβούλους, συντονίζει το σύνολο των δράσεων του προγράμματος ενεργειακής διαχείρισης και εισηγείται στον ιδιοκτήτη του κτιρίου μέτρα εφαρμογής για την διασφάλιση της ορθολογικής χρήση ενέργειας σε μόνιμη βάση.

Τα βασικά προσόντα του ενεργειακού διαχειριστή πρέπει να είναι:

- ◆ Εξοικείωση με το κτίριο και τα ενεργειακά του συστήματα.
- ◆ Ικανότητα συλλογής, ανάλυσης και αξιολόγησης στοιχείων.
- ◆ Γνώση του ενεργοβόρου εξοπλισμού.
- ◆ Τεχνικές γνώσεις.
- ◆ Ικανότητα επικοινωνίας και συνεννόησης με όλα τα επίπεδα της ιεραρχίας ενός φορέα διοίκησης.
- ◆ Ικανότητα επιλογής εξωτερικών συνεργατών.
- ◆ Συνειδητοποίηση του ρόλου της ενέργειας στο κτίριο.
- ◆ Ικανότητα επίλυσης προβλημάτων ή αναζήτησης απαντήσεων από διαφορετικές πηγές.

Ένας εξειδικευμένος Μηχανικός είναι καταρχήν ικανός να ασκήσει την σύνθετη δραστηριότητα του ενεργειακού ελέγχου, αφού είναι γνώστης της παραγωγής και κατανάλωση ενέργειας, των θερμικών και ηλεκτρικών κτιριακών εγκαταστάσεων καθώς και της ενεργειακής συμπεριφοράς του κελύφους του κτιρίου.

Οι αρμοδιότητες ενός ενεργειακού διαχειριστή συνοψίζονται στις παρακάτω ενέργειες:

- ◆ Διαρκής συλλογή στοιχείων και παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας σε ένα κτίριο.
- ◆ Θέσπιση ενεργειακών στόχων και υπολογισμός ενεργειακών δεικτών για τον τύπο του κάθε εξεταζόμενου κτιρίου.
- ◆ Καταγραφή χαρακτηριστικών και προσδιορισμός σφαλμάτων στη λειτουργία του κελύφους και των ενεργειακών συστημάτων ενός κτιρίου τα οποία επηρεάζουν την ενεργειακή του συμπεριφορά.
- ◆ Επίβλεψη προγραμμάτων συντήρησης ενεργειακών συστημάτων.
- ◆ Παρότρυνση των χρηστών των κτιρίων για εξοικονόμηση ενέργειας.
- ◆ Προσδιορισμός, αξιολόγηση και επίβλεψη εφαρμογής μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια.
- ◆ Προετοιμασία αναφορών προς την διοίκηση και δημοσίευση των εκάστοτε δεσμεύσεων της για την εξοικονόμηση ενέργειας.
- ◆ Επικοινωνία με άλλα άτομα, μέσα στα κτίρια, τα οποία είναι αρμόδια για την λειτουργία διαφόρων τμημάτων των κτιρίων και την διεκπεραίωση των διαφόρων υπηρεσιών που παράγονται μέσα σε αυτά.

### (iii) *Προσωπικό λειτουργίας - Εταιρείες συντήρησης μηχανικών συστημάτων*

Προσλαμβάνονται από τους ιδιοκτήτες για να κάνουν τις απαραίτητες μετρήσεις. Επίσης αναλαμβάνουν τη συντήρηση του εξοπλισμού του κτιρίου. Εκτελούν διαφόρους ελέγχους αποδοτικότητας των συστημάτων, την οποία προσπαθούν να αυξήσουν όσο γίνεται περισσότερο.

### (iv) *Ενοικιαστές και χρήστες*

Οι χρήστες συμβάλλουν στην εφαρμογή των προτάσεων για εξοικονόμηση ενέργειας. Είναι μια πολύ σημαντική κατηγορία ανθρώπων, από τη συμπεριφορά των οποίων εξαρτάται σε μεγάλα ποσοστά το εάν τελικά θα υπάρξει εξοικονόμηση ενέργειας. Για παράδειγμα πρέπει να κλείνουν τις πόρτες, να βάζουν τους θερμοστάτες στη σωστή θερμοκρασία κ.λ.π. Έτσι εάν εφαρμόσουν σωστά τις προτάσεις που θα γίνουν, είναι σίγουρο πως θα υπάρξουν σημαντικά αποτελέσματα στο θέμα της εξοικονόμησης ενέργειας.



### 2.3.2 Συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος

Ο ενεργειακός έλεγχος αποσκοπεί στη γνώση του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης στο κτίριο και στην αξιολόγηση των κατάλληλων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Για την συλλογή δεδομένων που σχετίζονται με την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου, χρειάζεται να συμπληρωθεί, στο πρώτο στάδιο του ενεργειακού ελέγχου ενός κτιρίου, ένα έντυπο ερωτηματολόγιο το οποίο αφορά:

- ◆ Γενικές Πληροφορίες για το κτίριο (τύπος κτιρίου, έτος κατασκευής, είδος χρήσης και παρεχομένων υπηρεσιών, ιδιοκτησιακό καθεστώς, υπεύθυνος εκπρόσωπος, πιθανές προσθήκες - ανακαινίσεις στο κέλυφος και τις εγκαταστάσεις του, όγκοι και επιφάνειες χώρων, πλήθος ατόμων, προϊόντων και σχετικού εξοπλισμού υποστήριξης υπηρεσιών, καθεστώς λειτουργίας, σκαρίφημα τυπικού ορόφου).
- ◆ Στοιχεία κατανάλωσης και κόστους ενέργειας των τελευταίων πέντε ετών.
- ◆ Καθεστώς ενεργειακής διαχείρισης και τυχόν υπάρχοντα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.

Επιπλέον πρέπει να συλλεχθούν τα ακόλουθα στοιχεία υποστήριξης:

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

Η συμπλήρωση του εντύπου και η συλλογή των υποστηρικτικών στοιχείων γίνεται από τον σχετικό υπεύθυνο για το κτίριο σε συνεργασία με τον υπεύθυνο για την εκτέλεση του ενεργειακού ελέγχου.

Η επεξεργασία των συλλεχθέντων ενεργειακών στοιχείων γίνεται πριν την έναρξη του επιτόπιου ενεργειακού ελέγχου του κτιρίου, ώστε κατά την επιτόπου αποτύπωση των ειδικών χαρακτηριστικών των εγκαταστημένων κτιριακών ενεργειακών συστημάτων, να υπάρχει ήδη μια πρώτη εικόνα της διαχρονικής και εποχιακής, συμπεριφοράς τους σε σχέση με την χρήση ενέργειας. Έτσι προσδιορίζονται τα ακόλουθα:

- ◆ Διαχρονική πορεία του κόστους και της ποσότητας της καταναλισκόμενης ενέργειας.
- ◆ Αναλυτική μηνιαία διακύμανση της κατανάλωσης ενέργειας του τελευταίου έτους.
- ◆ Μηνιαία ζήτηση ηλεκτρικής ισχύος από την ανάλυση του τιμολογίου της ΔΕΗ.
- ◆ Ειδικές καταναλώσεις καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας - ενεργειακοί δείκτες κτιρίου.

Στην συνέχεια πρέπει να διεξάγονται τα ακόλουθα:

- ◆ Σύγκριση ενεργειακών δεικτών με ενεργειακούς στόχους - δείκτες ομοειδών κτιρίων πρότυπης κατασκευής και / ή ορθολογική χρήση ενέργειας, όπως αυτοί έχουν προκύψει από μετρήσεις ή θεωρητικούς υπολογισμούς για δείγμα ελληνικών κτιρίων διαφόρων κατηγοριών.
- ◆ Συσχέτιση μηνιαίων ενεργειακών καταναλώσεων με αντίστοιχες παραμέτρους κλίματος (π.χ. βαθμοημέρες) ή και καταγεγραμμένο μηνιαίο πλήθος προϊόντων παροχής υπηρεσιών. Η συσχέτιση αυτή θα επιτρέψει καταρχήν τη θεωρητική πρόβλεψη καταναλώσεων με δεδομένα στοιχεία κλίματος και χρήσης του κτιρίου και έπειτα την σύγκριση αυτών των προβλέψεων με μετρημένες μελλοντικά τομείς κατανάλωσης (monitoring & targeting).
- ◆ Κατανομή ενεργειακού κόστους ανά καύσιμο και σύγκριση συνολικού ενεργειακού κόστους με άλλες ετήσιες δαπάνες στο κτίριο.

Με βάση την εποπτική παρατήρηση του μηνιαίου προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου είναι δυνατόν να προσδιορισθούν τα φορτία:

- ◆ Ανεξάρτητα των κλιματολογικών συνθηκών (σταθερά στο χρόνο) όπως π.χ. φορτία ανελκυστήρων, αντλιών σταθερού όγκου, εξοπλισμού γραφείου, μαγειρικής και υγιεινής - ζεστού νερού χρήσης.
- ◆ Εξαρτώμενα από τις κλιματολογικές συνθήκες, όπως π.χ. φορτία θέρμανση και κλιματισμού χώρων.
- ◆ Εξαρτώμενα από χρονικές στιγμές και ιδιαιτερότητες χρήσης κτιρίου, όπου π.χ. φορτία σχετικά με το άνοιγμα των παραθύρων, την απόκριση του συστήματος θέρμανσης και κλιματισμού σε αλλαγές συνθηκών κατοίκησης, τον προγραμματισμό λειτουργίας των ενεργειακών συστημάτων.

Επομένως μπορεί να γίνει μια πρώτη κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση, με βάση τα έως εκείνη την στιγμή δεδομένα, άρα να προσδιορισθεί το αρχικό ενεργειακό ισοζύγιο ηλεκτρισμού και καυσίμων.

Οι πιθανές «άγνωστες περιοχές» (π.χ. ενεργειακή χρήση για νερό, φωτισμό και συσκευές) μπορούν να ποσοτικοποιηθούν αργότερα βελτιώνοντας έτσι την εικόνα των ενεργειακών ισοζυγίων, μετά τις ενεργειακές καταγραφές που θα ακολουθήσουν το στάδιο του επιτόπιου ενεργειακού ελέγχου, που αναλύεται παρακάτω.

### **2.3.3 Αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος**

#### **2.3.3.1 Σκοπός**

Η βασική διαφορά του αναλυτικού με τον συνοπτικό ενεργειακό έλεγχο είναι ότι στον αναλυτικό ενεργειακό έλεγχο χρησιμοποιούνται όργανα μετρήσεων και απαιτείται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ότι στον συνοπτικό ενεργειακό έλεγχο.

Η δραστηριότητα αυτή εντάσσεται στις διαδικασίες του ενεργειακού ελέγχου και έχει πολλές φορές σαν σκοπό την πιστοποίηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τον συνοπτικό ενεργειακό έλεγχο για το κτίριο και την συμπλήρωση των ενεργειακών δεδομένων με τα στοιχεία που ακόμα λείπουν. Ο έλεγχος και η καταγραφή γίνονται μέσω της εποπτείας του κελύφους και του ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου καθώς και μέσω στιγμιαίων ή / και συνεχών μετρήσεων διαφόρων επιμέρους παραμέτρων ενεργειακής κατανάλωσης.

Τα συμπεράσματα από τον ενεργειακό έλεγχο και την καταγραφή βοηθούν καταλυτικά στην τελική παρουσίαση των ενεργειακών ισοζυγίων του κτιρίου και στην ορθή μελέτη και αξιολόγηση των προτάσεων εφαρμογής δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.

### **2.3.3.2 Πρόγραμμα αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου και καταγραφής**

Το πρόγραμμα αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου πρέπει να περιλαμβάνει:

- ◆ Παρουσίαση των αποτελεσμάτων του συνοπτικού ενεργειακού ελέγχου με σκοπό την ενημέρωση του φορέα διαχείρισης του εξεταζόμενου κτιρίου, τον εντοπισμό των σημείων που παρουσιάζουν ελλείψεις από πλευράς στοιχείων και τη συζήτηση και διευκρίνιση του τρόπου και του σκοπού συμπλήρωσης των στοιχείων που λείπουν.
- ◆ Παρουσίαση των δυνατοτήτων του μετρητικού εξοπλισμού υποστήριξης του ενεργειακού ελέγχου σε κάθε ενεργειακό υποσύστημα του κτιρίου (κέλυφος, εγκαταστάσεις θέρμανσης, κλιματισμού, φωτισμού και ηλεκτρικής κίνησης). Ένας τέτοιος εξοπλισμός πρέπει να περιλαμβάνει θερμομέτρο, υγρασιόμετρο, ροόμετρο, μετρητή διαφορικής πίεσης, ανεμόμετρο, λουξόμετρο, αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας, αναλυτή καυσαερίων και πιθανά θερμογραφική κάμερα και μετρητές ηλιακής ακτινοβολίας.

Τα συστήματα και τα σημεία στα οποία εφαρμόζεται ο αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος.

#### **□ Κτιριακό κέλυφος**

- Σχήμα και προσανατολισμός κτιρίου (αποτύπωση οικοπέδου, συλλογή φωτογραφικών κτιρίου, σκαριφήματα).
- Χαρακτηριστικά γειτονικής δόμησης (πλήθος κτιρίων, διάταξη δρόμων, επαφής κτιρίου με γειτονικά κτίσματα, εμπόδια φυσικού αερισμού και φωτισμού, φυσικό περιβάλλον).
- Χαρακτηριστικά δομικών στοιχείων, οροφής, δωματίων δαπέδων, εξωτερικής τοιχοποιίας, ανοιγμάτων (τύπος, επιφάνεια, στρωμάτωση δομικών υλικών, συντελεστής θερμοπερατότητας, ποιότητα, κατάσταση, χρήση ανοιγμάτων, ποιότητα και χρήση διατάξεων σκίασης).
- Χαρακτηριστικά τυχόν ενσωματωμένων στοιχείων βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, καθώς και διατάξεων ηλιοπροστασίας.

□ **Εγκαταστάσεις θέρμανσης - κλιματισμού - αερισμού χώρων**

- Πλήθος, ισχύς, καύσιμο τροφοδοσίας, σύστημα διανομής και χρήση υπαρχόντων συστημάτων κάλυψης θερμικών / ψυκτικών αναγκών χώρων (λέβητες - καυστήρες, ψύκτες - αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες θέρμανσης - ψύξης - αερισμού).
- Στοιχεία κεντρικών συγκροτημάτων λεβήτων - καυστήρων (τύπος, έτος εγκατάστασης, ονομαστική ισχύς μονάδας, παροχή καυσίμου, ρύθμιση θερμοστατών, θερμοκρασίες νερού, καθεστώς λειτουργίας, μετρήσεις παραμέτρων καύσεως, καθεστώς συντήρησης, ποιότητα και κατάσταση επιφανειών λέβητα και μονώσεων, κατάσταση και χρώμα φλόγα καύσης).
- Στοιχεία κεντρικών συγκροτημάτων ψυκτών -αντλιών θερμότητας (τύπος, έτος εγκατάστασης, ονομαστική ισχύς μονάδας, συντελεστής συμπεριφοράς, τρόπος κλιματισμού, παροχή και θερμοκρασίες μέσου, καθεστώς λειτουργίας και συντήρησης, ποιότητα και κατάσταση συγκροτημάτων).
- Ποιότητα, κατάσταση και θερμομόνωση συστήματος διανομής (δίκτυα σωληνώσεων νερού, καυσίμου και αεραγωγών, θερμαντικά σώματα, fan - coils, κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, διαφράγματα, βαλβίδες, αντλίες κλπ.).
- Χρήση αυτοματισμών ελέγχου (χρονοδιακόπτες, θερμοστάτες, πλήρης αντιστάθμισης εξωτερικής θερμοκρασίας, κεντρικό σύστημα ενεργειακής διαχείρισης).
- Ύπαρξη κεντρικού εξοπλισμού εξοικονόμησης ενέργειας (εναλλάκτες ανάκτησης θερμότητας, παγολεκάνες ψύξης κλπ.).
- Στοιχεία τοπικών αυτόνομων μονάδων θέρμανσης - κλιματισμού - αερισμού (τύπος, καύσιμο, ισχύς μονάδας, καθεστώς λειτουργίας και ελέγχου).

□ **Εγκατάσταση θερμού νερού χρήσης**

- Πλήθος, συνολική ισχύς, συνολική χωρητικότητα νερού, θερμοκρασίες νερού δικτύου, αποθήκευσης και τελικής χρήσης (κεντρικοί θερμαντήρες - θερμική εναλλαγή με κύκλωμα λέβητα, ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες, ταχυθερμαντήρες, θερμοσίφωνες φωταερίου).
- Χρήσεις και καθεστώς λειτουργίας συγκροτημάτων.
- Ποιότητα, κατάσταση και θερμομόνωση μονάδων αποθήκευσης και συστήματος διανομής (θερμαντήρες, κυκλοφορητές, σωληνώσεις και βαλβίδες).

□ **Εγκατάσταση φωτισμού**

- Είδος και επιφάνεια φωτιζόμενου χώρου.
- Στοιχεία εγκαταστημένων λαμπτήρων ανά χώρο (τύπος, πλήθος, ισχύς).
- Στοιχεία καλύμματος εγκατεστημένων φωτιστικών σωμάτων ανά χώρο (οπαλίνης, πρισματικό, ανακλαστήρες, κλπ.).
- Χαρακτηρίστηκα συστήματος ελέγχου (διακόπτες, χρονοδιακόπτες, αισθητήρια φωτός ή κατοίκησης).
- Ποιότητα και κατάσταση εγκατάστασης.
- Καθεστώς λειτουργίας ανά χώρο και συντήρησης.

□ **Εξοπλισμός υπηρεσιών και οικιακές συσκευές**

- Είδος, πλήθος, συνολική εγκατεστημένη ισχύς.
- Ωράριο λειτουργίας.
- Συντήρηση.

**2.3.3.3 Μετρήσεις με τη βοήθεια οργάνων στα πλαίσια ενός ενεργειακού αναλυτικού ελέγχου**

Για την υποστήριξη του αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου συνήθως απαιτείται η καταγραφή κάποιων κρίσιμων μεγεθών και παραμέτρων συναρτήσει του χρόνου και για μεγάλες περιόδους, ώστε να είναι δυνατό να διακριθεί η περιοδικότητα και η επίδραση ορισμένων παραγόντων στις χρονοσειρές. Η διενέργεια μακροχρόνιων καταγραφών, τόσο για κάθε ενεργειακό υποσύστημα όσο και συγκεντρωτικά για όλο το κτίριο, αν και γενικώς συνίσταται, δεν είναι πάντα ενδεδειγμένη (καθώς απαιτεί ακριβό εξοπλισμό) παρά μόνο εφόσον η βαρύτητα των στόχων του ενεργειακού ελέγχου το επιβάλλει.

Στα παραπάνω πλαίσια εντάσσονται όλες οι μετρήσεις που σχετίζονται με την ποιότητα της θερμικής και οπτικής άνεσης στους χώρους του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα αέρα, φωτεινότητα) καθώς και ηλεκτρικές μετρήσεις για τον προσδιορισμό του ημερησίου προφίλ της ζήτησης ισχύος, καθώς και σύνθετες μετρήσεις για τη λειτουργία του συστήματος κλιματισμού (ψύξη / θέρμανση / αερισμός). Το πλήθος, η διάρκεια και η ακρίβεια των σχετικών μετρήσεων εξαρτώνται άμεσα από το εύρος και το βάθος των ενεργειών του αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου.

**2.3.3.4 Ανάλυση αποτελεσμάτων αναλυτικού ελέγχου και καταγραφής**

Τα αποτελέσματα που θα έχουν προκύψει από τις παραπάνω ενέργειες πρέπει να αναλυθούν μέσω της επεξεργασίας των μετρήσεων και μέσω υπολογισμών που βασίζονται στα επιτόπια εποπτικά δεδομένα και σε θεωρητικές εκτιμήσεις, ώστε:

- ◆ Να προσδιορισθούν ποσοτικά οι χρήσεις της ενέργειας που υπολείπονται, για την τελική έκφραση της κατανομής της ετήσιας ενεργειακής κατανάλωσης ανά χρήση.
- ◆ Να προσδιορισθούν οι αιτίες που δημιουργούν την σημερινή εικόνα της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου και οι δυνατότητες που συνεπάγονται για εξοικονόμηση ενέργειας σε κάθε εξεταζόμενο σύστημα.
- ◆ Να υπολογιστούν οι ενεργειακές απώλειες από τις χρήσεις στο κτίριο ώστε να εκφραστούν τα τελικά ενεργειακά ισοζύγια ανά σύστημα, μέσω των διαγραμμάτων Sankey ενεργειακών ροών.

Ο αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος καταλήγει σε μια αναφορά όπου συμπεριλαμβάνονται τα αποτελέσματα της καταγραφής και των μετρήσεων και η οποία καταλήγει σε μια σειρά από προτάσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης της επιχείρησης.

Οι παραπάνω προτάσεις χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- ◆ Δραστηριότητες νοικοκυρέματος
- ◆ Δραστηριότητες χαμηλού κόστους
- ◆ Δραστηριότητες ανακατασκευής.

Στις δυο τελευταίες κατηγορίες απαραίτητη είναι η εξέταση της βιωσιμότητάς τους, με βάση τα κριτήρια οικονομικής αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων.

### 2.3.4 Διεξαγωγή ενεργειακού ελέγχου σε κτίριο γραφείων

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας ο συγγραφέας διεξήγαγε ενεργειακή επιθεώρηση, σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, στο κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. με πρωτεύοντα στόχο την εξακρίβωση της ποιότητας της ενεργειακής της διαχείρισης του κτιρίου και δευτερεύοντα στόχο τη συμβολή στη βελτιστοποίηση της.

Ο έλεγχος που πραγματοποιήθηκε ήταν ένα υβρίδιο συνοπτικού και αναλυτικού ενεργειακού ελέγχου, καθώς περιέλαβε εκτός από συλλογή στοιχείων και παρακολούθησης της κατανάλωσης ενέργειας στο κτίριο και αξιολόγηση βάσεων δεδομένων από αξιόπιστες μετρήσεις διαφόρων μεγεθών που σχετίζονται με την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, καθώς και αξιολόγηση και επίβλεψη της εφαρμογής μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Αναλυτικότερα, διεξήχθη συλλογή πληροφοριών από τις ακόλουθες πηγές, όπως τις διέθεσε η εταιρία:

- Λογαριασμοί και τιμολόγια αγοράς ενέργειας (ηλεκτρικού, καυσίμων) για την περίοδο ελέγχου και τα δυο προηγούμενα έτη).
- Σχέδια και μελέτες για το κτίριο και τις ηλεκτρολογικές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις.
- Σχέδια και μελέτες φωτισμού των χώρων του κτιρίου.
- Κατασκευαστικά και λειτουργικά τεχνικά χαρακτηριστικά του βασικού εξοπλισμού.
- Κλιματικά δεδομένα περιόδων ενεργειακής κατανάλωσης για την περιοχή.
- Αρχεία δεδομένων με καταγραφές από εγκατεστημένα μετρητικά συστήματα της ενεργειακής κατανάλωσης στο κτίριο.

αλλά και από επιτόπιους ελέγχους κατά τη διάρκεια των οποίων συμπληρώθηκε το ερωτηματολόγιο που παρουσιάζεται στο *Παράρτημα Ι*.

Σημειώνεται ότι κατά τη διενέργεια αυτών των ελέγχων όπου διαπιστώθηκε διαφοροποίηση μεταξύ δοθέντων σχεδίων και πραγματικών εγκαταστάσεων, αυτές καταγράφηκαν και λήφθηκαν υπόψη, ώστε τα αποτελέσματα της ενεργειακής επιθεώρησης να προκύψουν με βάση την ισχύουσα πραγματικότητα.

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### *« Αποτελέσματα Ενεργειακού Ελέγχου σε Κτίριο Γραφείων »*

---

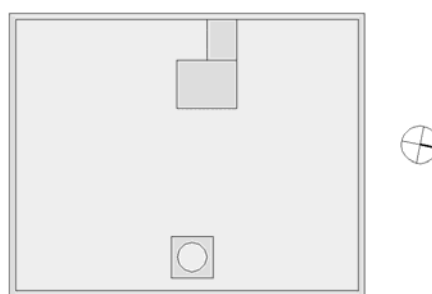




### 3.1 Το κτίριο γραφείων.

Μία εφαρμογή των όσων αναφέρθηκαν για τον ενεργειακό έλεγχο υλοποιήθηκε σε ένα κτίριο γραφείων, συγκεκριμένα στο κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. στα Γλυκά Νερά. Εν' προκειμένω πραγματοποιήθηκε συλλογή στοιχείων σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας στο κτίριο και συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος. Τα στοιχεία συγκεντρώθηκαν με την βοήθεια ειδικού εντύπου - ερωτηματολογίου που επισυνάπτεται στο *Παράρτημα Ι*. Συγκεντρώθηκαν επίσης τα μηχανολογικά και ηλεκτρολογικά σχέδια του κτιρίου καθώς και όλα τα τεχνικά εγχειρίδια και πιστοποιητικά που αφορούν τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και τις ενεργειακές συσκευές στο κτίριο. Η επεξεργασία των στοιχείων έγινε με τη συνδρομή των γνώσεων των τεχνικών συμβούλων της επιχείρησης.

Τα γραφεία της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. βρίσκονται επί της οδού Κανάρη 5 (στο οικοδομικό τετράγωνο που περικλείεται από τις οδούς: Κανάρη, Σμύρνης, Όθωνα και Παραμυθιάς). Ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι σχεδόν βόρειος με αζιμούθιο  $165^\circ$ , όπως φαίνεται και από την προσανατολισμένη κάτοψη του στην εικόνα 3.1. Η κατασκευή του κτιρίου ολοκληρώθηκε το Νοέμβριο του 1995, οπότε και άρχισε η λειτουργία του. Από τότε δεν έχει γίνει καμία αλλαγή χρήσης ή ιδιοκτησίας του κτιρίου ούτε σημαντικές μετατροπές ή προσθήκες στο κέλυφος του κτιρίου.



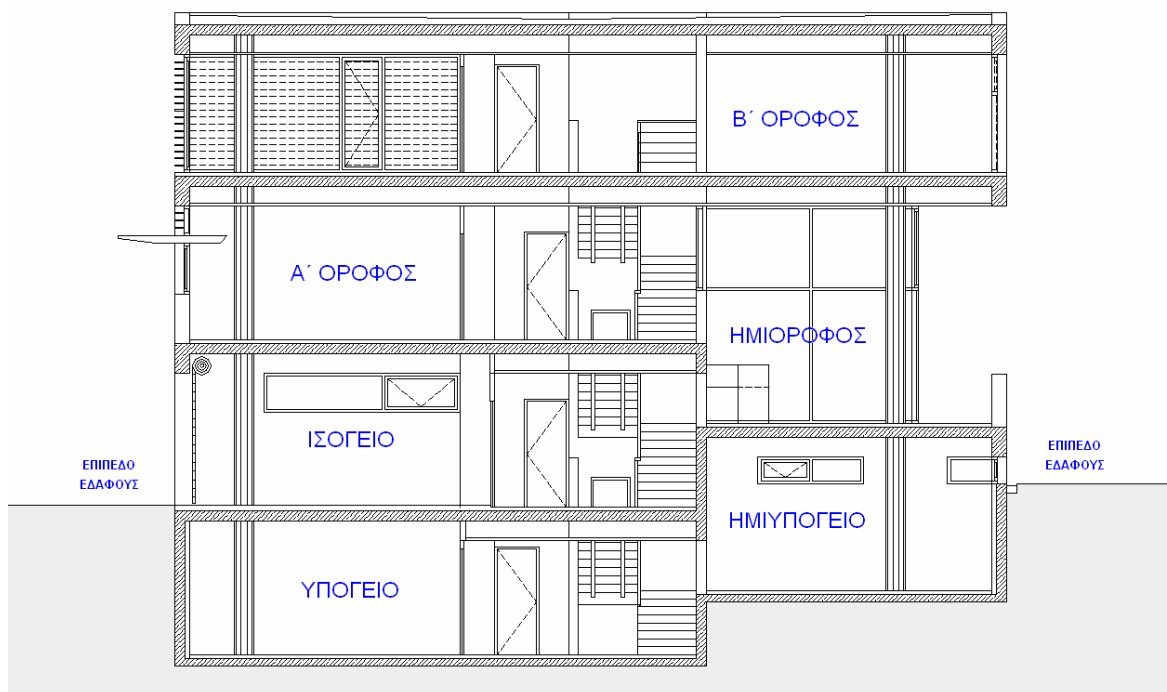
**Εικ.3.1 Προσανατολισμένη κάτοψη του κτιρίου**



**Εικ.3.2 Ανατολική Όψη του κτιρίου**

Πρόκειται για ένα σύγχρονο κτιριακό συγκρότημα γραφείων τριών ορόφων με αποθηκευτικό χώρο (σε τμήμα του υπογείου). Αναλυτικότερα το κτίριο έχει συνολική στεγασμένη επιφάνεια  $485 \text{ m}^2$  πλήρως κλιματιζόμενη και θερμαινόμενη πλην του χώρου της αποθήκης. Η συνολική στεγασμένη επιφάνεια κατανέμεται σε έξι επίπεδα (ημιορόφους-ορόφους) που συνδέονται μεταξύ τους μέσω

του ανεγκυστήρα και του κεντρικού εσωτερικού κλιμακοστασίου, όπως φαίνεται και στην εικόνα 3.3. Καθένα από τα επίπεδα στεγάζει διαφορετικό τμήμα της εταιρίας.



**Εικ.3.3 Τομή του κτιρίου (επίπεδο τομής παράλληλο της ανατολικής όψης)**

Παρά το γεγονός ότι το κτίριο κατασκευάστηκε σχετικά πρόσφατα και με τους ισχύοντες πολεοδομικούς κανονισμούς, η γενική κατασκευή του παρουσιάζεται πολύ ελαφριά, μόνο από οπλισμένο σκυρόδεμα, με υποτυπώδες επίπεδο μόνωσης. Το γεγονός αυτό σε συνάρτηση με την ύπαρξη μεγάλων υαλοστασίων καθώς και την ύπαρξη γραφείων νοτιοδυτικά και βορειοανατολικά συμβάλλει στη δημιουργία ενός κλίματος “θερμοκηπίου” και στις αυξημένες ανάγκες για κλιματισμό.

Όπως προαναφέρθηκε το κτίριο γραφείων διαθέτει ένα κεντρικό εσωτερικό κλιμακοστάσιο, το οποίο δεν είναι απομονωμένο σε ξεχωριστό κέλυφος αλλά επικοινωνεί με τους υπόλοιπους χώρους του κτιρίου επιτρέποντας έτσι την ελεύθερη κυκλοφορία των αέριων μαζών φορέων μεγάλων ποσών θερμότητας και ψύξεως. Οι χώροι γραφείων διαθέτουν θύρες οι οποίες όντας συνήθως ανοικτές δεν παρέχουν ουσιαστική θερμομόνωση του χώρου. Κατά συνέπεια μπορεί να θεωρηθεί ότι το κτίριο είναι ενιαίο θερμικά καθότι η θέρμανση και ο κλιματισμός του εφαρμόζονται στο σύνολο του και χωρίς την ουσιαστική δυνατότητα απομόνωσης των χώρων (εκτός της αίθουσας εξυπηρετητών η οποία διαθέτει ανεξάρτητο κλιματιστικό και η πρόσβαση είναι ελεγχόμενη).

Όσον αφορά στο κέλυφος του κτιρίου, αυτό είναι κατασκευασμένο από σκυρόδεμα και τούβλα με παρεμβαλλόμενη μόνωση από πετροβάμβακα. Ο χρωματισμός των εξωτερικών τοίχων είναι ανοικτός γεγονός που περιορίζει τη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου κατά τους μήνες υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας. Οι εξωτερικοί τοίχοι του κτιρίου υπολογίζεται ότι έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας (U-value)  $0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Η οροφή του κτιρίου είναι επιστρωμένη με κροκάλα,

με πάχος επίστρωσης 30-35 cm που προσδίδει στην πλάκα σκυροδέματος μονωτικές ιδιότητες και συνολικό συντελεστή θερμοπερατότητας (U-value)  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Τα υαλοστάσια του κτιρίου αποτελούνται από διπλά τζάμια με κενό 12 mm με αλουμινένιο πλαίσιο. Ο συγκεκριμένος τύπος παραθύρου έχει συντελεστή θερμοπερατότητας (U-value)  $3,49 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Τα περισσότερα παράθυρα διαθέτουν εξωτερικά σκίαστρα τα οποία είναι είτε σταθερά ή μηχανικά ρυθμιζόμενα, σε συνδυασμό με εσωτερικά σκίαστρα τύπου περσίδων ανάλογα με τη θέση των γραφείων.



**Εικ.3.4 Άποψη χώρου γραφείων του κτιρίου.**

Στο συνολικό χώρο του κτιρίου απασχολούνται (κατά τις ημέρες και ώρες εργασίας) περίπου 60 εργαζόμενοι. Όλοι εκτελούν συνηθισμένα καθήκοντα γραφείων και έτσι συνεισφέρουν στο χώρο  $72 \text{ W}$  αισθητής θερμότητας και  $60 \text{ W}$  λανθάνουσας θερμότητας ανά άτομο.

Τα τμήματα της εταιρίας λειτουργούν όλο το χρόνο με ετερόχρονο διάλειμμα δυο εβδομάδων, πέντε ημέρες την εβδομάδα (πλην Σαββάτου και Κυριακής). Το τυπικό ωράριο λειτουργίας της εταιρίας διαρκεί από τις 09:00 το πρωί έως τις 17:00 το απόγευμα, αλλά τμήμα του προσωπικού συνήθως βρίσκεται στους χώρους εργασίας από τις 08:00 έως τις 19:00 διατηρώντας ενεργοποιημένο σημαντικό ποσοστό των ενεργοβόρων καταναλώσεων του κτιρίου.



**Εικ.3.5 Άποψη αίθουσας υποδοχής του κτιρίου.**

### 3.2 Ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου

Οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου στον πρωτογενή και δευτερογενή τομέα καλύπτονται εξολοκλήρου από ηλεκτρική ενέργεια, δίχως τη συμμετοχή οποιασδήποτε άλλης μορφής ενέργειας ή καύσιμης ύλης.

Η ηλεκτρική ενέργεια προμηθεύεται από τη ΔΕΗ ΑΕ μέσω του ηλεκτρικού δικτύου χαμηλής τάσης (400V), υπό τριφασική παροχή.

Σε επίπεδο τριτογενή τομέα η ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για φωτισμό, κλιματισμό χώρων (ψύξη, θέρμανση και εξαερισμό), κίνηση ανελκυστήρα και αντλιών και τροφοδοσία ηλεκτρονικών υπολογιστικών και τηλεπικοινωνιακών συστημάτων, καθώς και άλλων συσκευών.

### 3.3 Περιγραφή Φορτίων Κτιρίου

Το σύνολο των ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου παρουσιάζεται ακολούθως:

- Φωτισμός (Εσωτερικός και Εξωτερικός, μαζί με παρελκόμενο εξοπλισμό)
- Ανελκυστήρας (Υδραυλικός)
- Αντλίες πηγαδιού
- Ηλεκτρικό Θερμοσίφωνο
- Σύστημα Κλιματισμού (Ψύξης, Θέρμανσης, Εξαερισμού (HVAC))
- Ανεξάρτητη Κλιματιστική Μονάδα για το Computer Room
- Κεντρικό Σύστημα Αδιάλειπτης Παροχής Ηλεκτρικής Ισχύος (UPS)
- Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές - Σταθμοί Εργασίας & Τερματικά
- Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές - Εξυπηρετητές
- Μηχανές Γραφείου (Εκτυπωτές, fax, Φωτοαντιγραφικό)
- Τηλεφωνικά κέντρα
- Σύστημα Συναγερμού Κτιρίου (μαγνητικές παγίδες και αισθητήρια παρουσίας)
- Ψυγείο, Βραστήρας, Καφετιέρα

Πλην των αντλιών του πηγαδιού, το σύνολο του ηλεκτρικού εξοπλισμού βρίσκεται ή τίθεται (περιοδικά/περιστασιακά) σε λειτουργία κατά τις εργάσιμες ώρες.

Κατά τις μη εργάσιμες ώρες τα παραμένοντα ηλεκτρικά φορτία συνίστανται στην Ανεξάρτητη Κλιματιστική Μονάδα για το Computer Room, στο Κεντρικό Σύστημα Αδιάλειπτης Παροχής Ενέργειας (UPS), στους Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές - Εξυπηρετητές, στο Σύστημα Συναγερμού του κτιρίου και στα τηλεφωνικά κέντρα, ενώ και οι Αντλίες του πηγαδιού τίθενται σε λειτουργία.

Στους περισσότερους χώρους του κτιρίου τα υπάρχοντα **φωτιστικά σώματα** είναι χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, με λαμπτήρες φθορισμού ενεργειακής κλάσης Α και ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία (ballast). Στους υπόλοιπους χώρους τα υπάρχοντα φωτιστικά σώματα είναι μικρότερης ενεργειακής απόδοσης, είτε με λαμπτήρες πυρακτώσεως (όπως στα WC) ή με λαμπτήρες φθορισμού με μαγνητικό στραγγαλιστικό πηνίο (όπως στην αποθήκη) ή με λαμπτήρες εκκένωσης (όπως στις αίθουσες υποδοχής και συνεδριάσεων). Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς εσωτερικού και εξωτερικού φωτισμού, σύμφωνα με την ενεργειακή καταγραφή που διεξήχθη είναι

**11,5 kW** (9,5 και 2 kW αντίστοιχα). Οι απαιτήσεις σε φωτισμό διαρκούν τουλάχιστον όσο και το ωράριο εργασίας ανεξαρτήτως επιπέδου ηλιοφάνειας και άρα και εποχής του έτους. Το σύνολο των φωτιστικών σωμάτων των γραφείων είναι πλήρως ελεγχόμενο μέσω dimmer, τα οποία με τη σειρά τους ελέγχονται από ψηφιακό κύκλωμα ελέγχου της Siemens. Αξίζει να σημειωθεί το γεγονός ότι κατ'απαίτηση του προσωπικού δεν χρησιμοποιείται ο αυτόματος έλεγχος του φωτισμού, καθώς υπήρξαν παράπονα συχνής και έντονης διακύμανσης της έντασης φωτισμού.

Οι δυο *αντλίες του πηγαδιού* ονομαστικής ισχύος **2 kW** έκαστη χρησιμοποιούνται για την άντληση υδάτων που αναβλύζουν από παλιό πηγάδι εντός του οικοπέδου. Η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των ρυθμίζεται από τη στάθμη των υδάτων, μέσω φλοτεροδιακόπτη. Η λειτουργία των αντλιών είναι περιορισμένη την καλοκαιρινή περίοδο και αυξημένη τις υπόλοιπες εποχές (περίπου 2 ώρες ημερησίως) με μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση που εκτιμάται σε 2.800 kWh.

Για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης κατά την ευρύτερη χειμερινή περίοδο χρησιμοποιείται *ηλεκτρικό θερμοσίφωνο* χωρητικότητας 100lt και ονομαστικής ισχύος **4 kW**. Δεδομένου ότι το θερμοσίφωνο διαθέτει ενσωματωμένο θερμοστάτη και τίθεται σε λειτουργία χειροκίνητα για περίπου 2 ώρες ημερησίως, καθώς και ότι η κατανάλωση ζεστού νερού είναι περιορισμένη, ο μέσος πραγματικός χρόνος λειτουργίας του είναι μισή ώρα ανά ημέρα.

Το *σύστημα του ανελκυστήρα* λειτουργεί με τη βοήθεια αντλίας λαδιού η οποία επιτυγχάνει παροχή λαδιού 250 lt/min, ενώ το δοχείο του λαδιού έχει όγκο 488 lt. Η αντλία τροφοδοτείται με τριφασική παροχή 400V/50Hz και η ονομαστική ισχύς του κινητήρα είναι **18,4 kW**. Έχοντας υπόψη ότι το ρεύμα εκκίνησης μπορεί να λάβει τιμές έως και 125% του ονομαστικού (διάταξη αστέρα), υπολογίζεται ότι η στιγμιαία απαίτηση ισχύος από το σύστημα δύναται να φτάσει και τα 23 kW. Με δεδομένο ότι η μέση ημερήσια χρησιμοποίηση του ανελκυστήρα από το προσωπικό, ανηγμένη σε πλήρεις διαδρομές από το υπόγειο μέχρι τον δεύτερο όροφο και αντίστροφα, είναι περίπου 18 πλήρεις διαδρομές, με διάρκεια ανόδου 23 sec και καθόδου 31 sec, προκύπτει ότι η μέση ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος είναι 2,0 kWh. Αξίζει να σημειωθεί ότι για τον υπολογισμό της ενέργειας θεωρήθηκε κατανάλωση ισχύος κατά την άνοδο ίση με την ονομαστική και κατά την κάθοδο ίση με 0,2 kW (καθώς το σύστημα του ανελκυστήρα είναι υδραυλικό), και αυτοκατανάλωση ίση με το 1/30 της κατανάλωσης μιας πλήρους διαδρομής.

Το *κεντρικό σύστημα κλιματισμού* είναι αυτόνομο σύστημα HVAC (Θέρμανσης/Κλιματισμού/Ψύξεως) της Hitachi βασισμένο στο πρωτόκολλο επικοινωνίας CS-Net bus. Το σύστημα αποτελείται από αντλία θερμότητας και συμπιεστές ελεγχόμενους από αντιστροφείς (inverter) που επιτρέπουν τη ρύθμιση της ισχύος εξόδου από 26% έως 100% της ονομαστικής, καθώς επίσης και από αερόψυκτες εξωτερικές μονάδες τεσσάρων τύπων διαφορετικών χωρητικότητων. Το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιείται είναι R407c (φιλικό προς το περιβάλλον). Το σύστημα είναι τύπου VRV (Variable Refrigerant Volume), δηλαδή βασίζεται στη ρύθμιση της παροχής του ψυκτικού μέσου στις εσωτερικές μονάδες διανομής ώστε να επιτυγχάνεται το επιθυμητό θερμικό ή ψυκτικό αποτέλεσμα στο χώρο. Αυτό επιτυγχάνεται με χρήση ηλεκτροβανών οι οποίες είναι συνδεδεμένες με θερμοστάτες που είναι τοποθετημένοι στις επιστροφές των αγωγών του συστήματος HVAC. Η προσαγωγή του αέρα από το περιβάλλον γίνεται μέσω δικτύου σωληνώσεων του οποίου η συνολική παροχή είναι 4500 m<sup>3</sup>/h. Ο αέρας του χώρου επιστρέφει στο περιβάλλον είτε μέσω των απωλειών είτε μέσω των καναλιών απόρριψης που υπάρχουν σε κάθε χώρο. Τόσο τα κανάλια

προσαγωγής φρέσκου αέρα όσο και τα κανάλια απόρριψης συναντώνται σε έναν εναλλάκτη αέρα-αέρα για ευνόητους λόγους ενεργειακής εξοικονόμησης. Αναλυτικότερα το κατακόρυφο διάγραμμα του εσωτερικού συστήματος HVAC παρουσιάζεται στο *Παράρτημα III*. Οι εσωτερικές μονάδες αποτελούνται από συστήματα τύπου κασέτας και οροφής, έχουν ψυκτική ικανότητα από 4,4 έως 14,5 kW ανάλογα με το μέγεθος τους, και για τη λειτουργία τους διαθέτουν ανεμιστήρα και εναλλάκτη θερμότητας από τον οποίο διέρχεται το ψυκτικό μέσο. Η θερμαντική τους ικανότητα κυμαίνεται από 4,9 έως 16,3 kW ενώ η παροχή αέρα κυμαίνεται από 6 έως 35 m<sup>3</sup>/min κλιμακούμενη και ανάλογα με τη λειτουργία της μονάδας (ψύξη/θέρμανση). Οι ανεμιστήρες των εσωτερικών μονάδων δύναται να λειτουργήσουν σε δυο ταχύτητες, ανάλογα με τις απαιτήσεις. Οι διάφορες εσωτερικές μονάδες του κτιρίου διαφέρουν σε ισχύ ενώ οι περισσότερες είναι τύπου τετράοδης και δίοδης κασέτας. Τα χαρακτηριστικά των μονάδων παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1. Η συνολική εγκατεστημένη ψυκτική ισχύς του συστήματος κυμαίνεται στα 30 kW. Κατά τη λειτουργία της κάθε εξωτερική μονάδα του συστήματος απορροφά κατά μέγιστο για ψύξη **11,1 kW** ενώ κατά τη λειτουργία θέρμανσης **10,1 kW**. Ο ανεμιστήρας του συστήματος είναι της τάξης των **0,8 kW**.

**Πιν.3.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά των εξωτερικών μονάδων του συστήματος.**

Ηλεκτρικές Απαιτήσεις Εξωτερικών Μονάδων Συστήματος HVAC	
Λειτουργία Ψύξης	Ένταση: 17,9 / 16,4 A Ισχύς: 11,1 kW
Λειτουργία Θέρμανσης	Ένταση: 16,6 / 15,2 A Ισχύς: 10,1 kW
Μονοφασικός κινητήρας Εξωτερικού ανεμιστήρα	Ένταση: 3,31 / 3,61 A Ισχύς: 0,71 / 0,86 kW Μέγιστη ένταση ρεύματος: 35 A

**Πιν. 3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά των εσωτερικών μονάδων του συστήματος.**

Ηλεκτρικές Απαιτήσεις Εσωτερικών Μονάδων Συστήματος HVAC					
Μονάδα	RPI-1.5 FSGE	RPI-2.0 FSGE	RPI-2.5 FSGE	RPI-3.0 FSGE	RPI-5.0 FSGE
Ονομαστική Ισχύς (kW)	1,5	2,0	2,5	3,0	5,0
Ψυκτική Ισχύς (kW)	4,4	5,8	7,3	8,7	14,5
Θερμική Ισχύς (kW)	4,9	6,5	8,1	9,6	16,3
Ροή Αέρα (m <sup>3</sup> /min)	10 / 7	17 / 14	19 / 16	22	35
Εσωτερικός Ανεμιστήρας	Ένταση: 0,6 / 0,7 A	Ένταση: 1,1 / 1,0 A	Ένταση: 1,1 / 1,0 A	Ένταση: 1,3 / 1,2 A	Ένταση: 1,4 / 1,3 A
	Ισχύς: 0,09/0,10 kW	Ισχύς: 0,23/0,23 kW	Ισχύς: 0,23/0,23 kW	Ισχύς: 0,25/0,25 kW	Ισχύς: 0,30/0,30 kW

Λόγω της προαναφερθείσας ικανότητας των κινητήρων των ανεμιστήρων, που διαθέτουν οι εσωτερικές μονάδες, να λειτουργούν σε δυο ταχύτητες, παρουσιάζονται οι δυο διαφορετικές τιμές στη ροή του παρεχόμενου αέρα καθώς και στην ισχύ και το καταναλισκόμενο ρεύμα του κινητήρα των ανεμιστήρων.

**Πιν. 3.3 Κατανομή των κλιματιστικών μονάδων ανά όροφο.**

Επίπεδο	Αριθμός x Μονάδα (Αίθουσα)
Υπόγειο	1 x RPI-1.5FSGE (Κ)
Ημι-υπόγειο	1 x RPI-5.0FSGE (Γ)
Ισόγειο	1 x RPI-5.0FSGE (Γ) 1 x RPI-2.0FSGE (Ε)
Ημι-όροφος	1 x RPI-2.5FSGE (Υ) 1 x RPI-5.0FSGE (Υ)
Α΄ Όροφος	1 x RPI-5.0FSGE (Γ1) 1 x RPI-1.5FSGE (Γ2)
Β΄ Όροφος	1 x RPI-5.0FSGE (Γ1) 1 x RPI-2.5FSGE (Γ1) 1 x RPI-5.0FSGE (Γ2) 1 x RPI-3.0FSGE (Γ2) 1 x RPI-1.5FSGE (Σ)

Η *ανεξάρτητη κλιματιστική μονάδα* της εταιρίας Hitachi που είναι τοποθετημένη στην αίθουσα εξυπηρετητών αποτελεί αυτόνομο σύστημα κλιματισμού και ψύξεως, ηλεκτρικής ισχύος **1,5 kW** και ψυκτικής ικανότητας 12.000 BTU. Η συσκευή αυτή λειτουργεί συνεχώς (24 ώρες το εικοσιτετράωρο) διατηρώντας τη θερμοκρασία στην αίθουσα εξυπηρετητών στους 25°C.

Οι απαιτήσεις του κτιρίου για αδιάλειπτη τροφοδοσία ηλεκτρικής ισχύος ορισμένων φορτίων καλύπτονται από το κεντρικό τριφασικό *σύστημα αδιάλειπτης παροχής ηλεκτρικής ισχύος* (ΣΑΠΗΙ) διπλής μετατροπής Galaxy PW 60 της Merlin Gerin. Η ονομαστική ισχύς του συστήματος είναι 60 kVA που αντιστοιχούν σε 48 kW για συντελεστή ισχύος 0,8. Το ΣΑΠΗΙ διαθέτει υποσύστημα ολικής διαχείρισης αρμονικών χάρις το οποίο ο Συντελεστής Αρμονικής Παραμόρφωσης (τόσο της τάσης όσο και της έντασης) διατηρείται μικρότερος του 4%, ενώ παράλληλα βελτιώνει το συντελεστή ισχύος πριν και μετά ( $\Sigma I > 0,95$ ). Το πλήρες σύστημα περιλαμβάνει συσσωρευτές μολύβδου-οξέος κλειστού τύπου που εξασφαλίζουν την υποστήριξη των φορτίων για μισή ώρα. Η απόδοση του συστήματος διατηρείται σταθερά σε υψηλά επίπεδα (90-93%) για μεγάλο εύρος φόρτισης, από 25% έως 100% της ονομαστικής τιμής. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή, οι απώλειες υπό πλήρες φορτίο και με παράλληλη φόρτιση των συσσωρευτών προσδιορίζονται σε **4,7 kW**. Το ΣΑΠΗΙ διαθέτει δυνατότητα λειτουργίας χαμηλής κατανάλωσης



((ECO mode) εκτός της λειτουργίας συνεχούς διπλής μετατροπής) κατά την οποία επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας κατά 2% επί της ονομαστικής.

Ως κτίριο γραφείων σημαντικό ποσοστό του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού του κατέχουν οι **ηλεκτρονικοί υπολογιστές** (H/Y) είτε ως σταθμοί εργασίας και τερματικά ή ως εξυπηρετητές. Συνολικά υπάρχουν στο κτίριο 80 H/Y που χρησιμοποιούνται καθημερινά (πλην ΣΚ), και από τους οποίους οι 62 λειτουργούν ως σταθμοί εργασίας με μέση καταναλισκόμενη ισχύ 140 W, οι 10 λειτουργούν ως εξυπηρετητές με μέση καταναλισκόμενη ισχύ 100 W (είτε δεν διαθέτουν οθόνες ή οι οθόνες των σπάνια τίθενται σε λειτουργία) και οι υπόλοιποι είναι Rack Servers συνολικής μέσης καταναλισκόμενης ισχύος 1 kW. Σημειώνεται ότι οι προαναφερθείσες τιμές των μέσων καταναλισκόμενων ισχύων έχουν προκύψει από επιτόπιες δειγματοληπτικές μετρήσεις με κατάλληλο όργανο και δεν συνδέονται με την ονομαστική ισχύ των τροφοδοτικών των εν λόγω H/Y που είναι περίπου τριπλάσια. Επίσης, η διάρκεια λειτουργίας των H/Y-σταθμών εργασίας ταυτίζεται με το ωράριο εργασίας ενώ των H/Y-εξυπηρετητών είναι συνεχής (24 ώρες το 24ωρο).

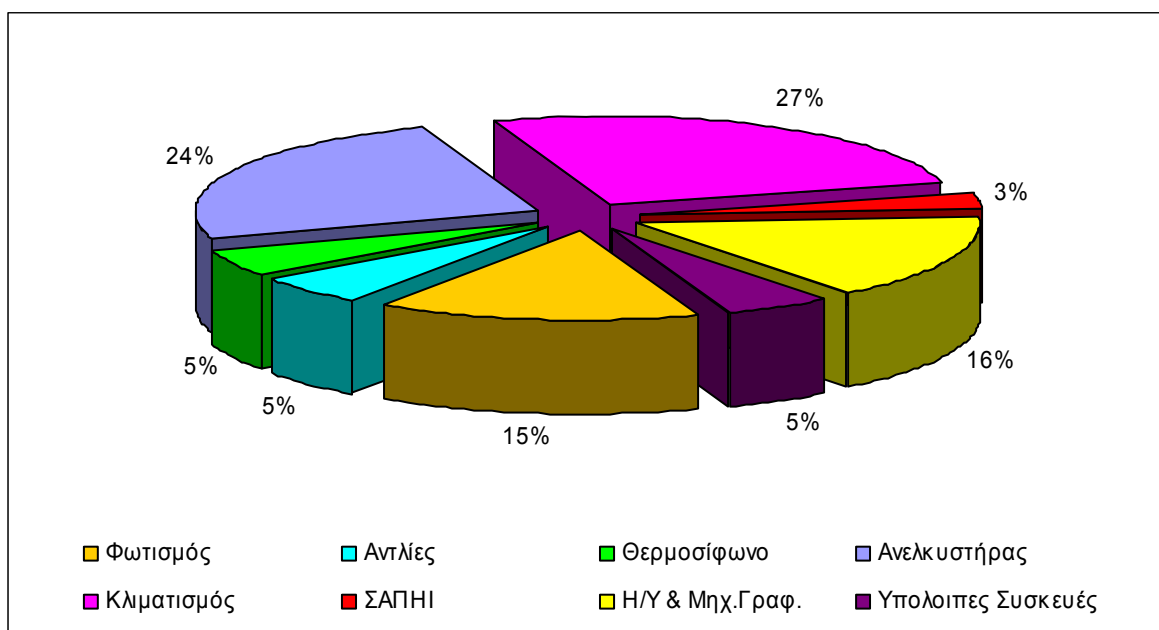
Σε αντίθεση με τη συνηθέστερη εικόνα κτιρίων γραφείων η αναλογία **μηχανών γραφείου** ανά εργαζόμενο είναι πολύ μικρή (μόλις 1 στους 9) χωρίς να θεωρείται διόλου δυσλειτουργική για την εταιρεία, γεγονός που εξηγείται από την πολύ καλή δικτυακή οργάνωση της εταιρείας σε συνδυασμό με την προτίμηση του προσωπικού στην διαχείριση, διακίνηση και αρχειοθέτηση δεδομένων σε ηλεκτρονική μορφή. Οι συνολικά 7 μηχανές γραφείου: ένα φωτοτυπικό, τέσσερις εκτυπωτές, δύο fax, δεν θεωρούνται σημαντικά φορτία ούτε από πλευράς ισχύος ούτε και από πλευράς ενέργειας, καθώς χρησιμοποιούνται με σύνεση και για όσο χρονικό διάστημα δεν εκτελούν εργασία λειτουργούν σε κατάσταση εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα **τηλεφωνικά κέντρα** και το **σύστημα συναγερμού** με όλα του τα αισθητήρια έχουν σχεδόν αμελητέα συνολική ονομαστική ισχύ και σε ότι αφορά στην κατανάλωσή τους, έχουν συμπεριληφθεί στην προαναφερθείσα τιμή της συνολικής μέσης καταναλισκόμενης ισχύος των Rack Servers.

Στα ηλεκτρικά φορτία που βρίσκονται στο χώρο της κουζίνας-εστιατορίου συμπεριλαμβάνονται: ένα **ψυγείο**, ένας **βραστήρας** και μια **καφετιέρα**. Παρόλο που η συνολική εγκατεστημένη ισχύς αυτών των συσκευών είναι **3,7 kW**, η μέση ημερήσια ενεργειακή επιβάρυνση που επιφέρουν υπολογίστηκε σε 1,4 kWh και 3,0 kWh για την καλοκαιρινή και χειμερινή περίοδο αντίστοιχα.

Με βάση τα παραπάνω και τις τιμές των υλικών του γενικού ηλεκτρολογικού πίνακα η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στο κτίριο είναι περίπου **75 kW**. Η επιμέρους ανάλυση της εγκατεστημένης ισχύος στα βασικά φορτία του κτιρίου παρουσιάζεται στο ακόλουθο διάγραμμα, από όπου προκύπτει ότι τα πλέον ισχυρά (και πιθανότατα ενεργοβόρα) φορτία του κτιρίου είναι ο κλιματισμός, ο ανελκυστήρας, οι H/Y με τις μηχανές γραφείου και ο φωτισμός.

Σχ.3.1 Ανάλυση της εγκατεστημένης ισχύος στο κτίριο.



### 3.4 Ηλεκτρική κατανάλωση του κτιρίου

Η ηλεκτρική κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου, όπως προκύπτει από τα μηνιαία τιμολόγια της Δ.Ε.Η., των δυο τελευταίων χρόνων (από τον Ιανουάριο του 2004 έως τον Δεκέμβριο του 2005), παρουσιάζεται στον πίνακα 3.4. Στον ίδιο πίνακα αναγράφονται και οι τιμές μέγιστης καταναλισκόμενης ισχύος ανά τιμολογούμενη περίοδο.

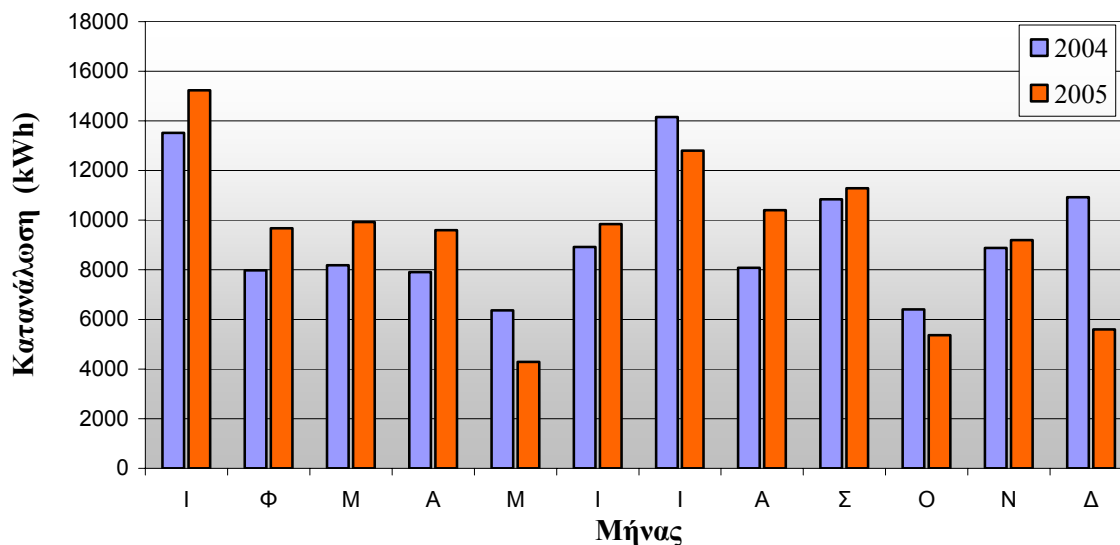
Έτος	Μήνας	Ηλεκτρική Ενέργεια		Μεγ. Ισχύς
		kWh	ΚΤΠΠ	kW
<b>2004</b>	Ιανουάριος	13518	1163	67.9
	Φεβρουάριος	7979	686	54.2
	Μάρτιος	8177	703	47.7
	Απρίλιος	7913	681	47.7
	Μάιος	6360	547	61.9
	Ιούνιος	8920	767	65.7
	Ιούλιος	14160	1218	66.0
	Αύγουστος	8080	695	54.1
	Σεπτέμβριος	10840	932	51.2
	Οκτώβριος	6400	550	46.4
	Νοέμβριος	8880	764	45.5
	Δεκέμβριος	10920	939	61.6
<b>Σύνολο</b>		<b>112146</b>	<b>9645</b>	
<b>2005</b>	Ιανουάριος	15240	1311	64.0
	Φεβρουάριος	9680	832	48.5
	Μάρτιος	9920	853	42.7
	Απρίλιος	9600	826	42.7
	Μάιος	4280	368	41.6
	Ιούνιος	9840	846	52.0
	Ιούλιος	12800	1101	64.0
	Αύγουστος	10400	894	58.0
	Σεπτέμβριος	11280	970	50.3
	Οκτώβριος	5360	461	36.0
	Νοέμβριος	9200	791	45.5
	Δεκέμβριος	5600	482	51.3
<b>Σύνολο</b>		<b>113200</b>	<b>9735</b>	

Πιν. 3.4 Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας στο κτίριο.

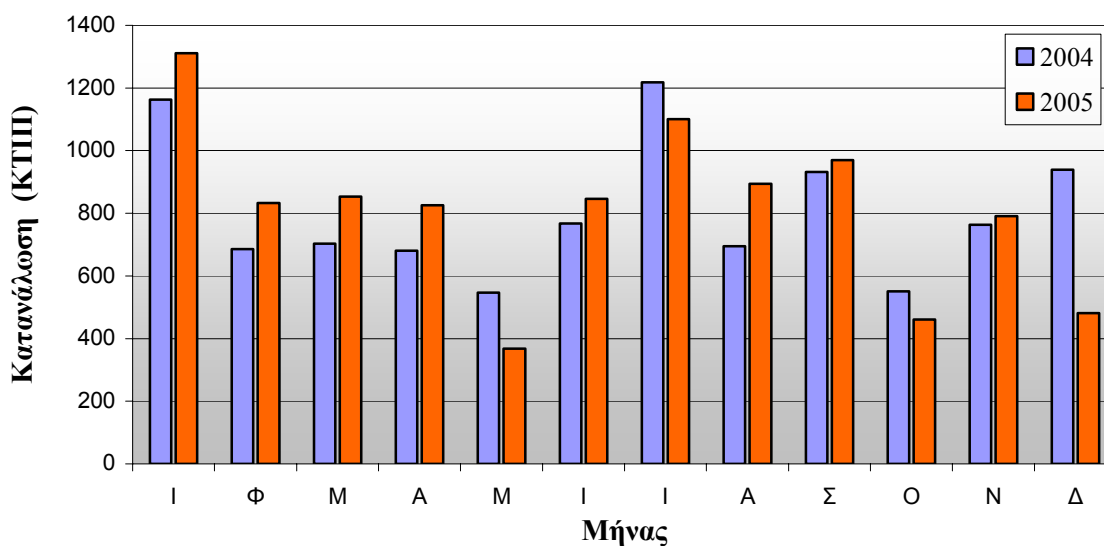
Σημειώνεται ότι για τη μετατροπή των μονάδων ηλεκτρικής ενέργειας σε ισοδύναμη ποσότητα καυσίμου χρησιμοποιήθηκε η αντιστοιχία: 1 kWh = 0,086 ΚΤΠΠ (όπου ΤΠΠ: Τόνος Ισοδύναμου Πετρελαίου).

Οι ετήσιες χρονολογικές καμπύλες φορτίου του κτιρίου για κάθε έτος δεδομένων, τόσο σε kWh όσο και σε ΚΤΠΠ ανά μήνα, παραθέτονται στα ακόλουθα σχήματα

**Σχ. 3.2 Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας (kWh).**



**Σχ. 3.3 Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας (ΚΤΠΠ).**



Από τα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται ότι κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου είναι αυξημένη το καλοκαίρι, και το χειμώνα., λόγω της χρησιμοποίησης των κλιματιστικών για ψύξη / θέρμανση των χώρων, επιπρόσθετα των υπολοίπων φορτίων. Μάλιστα είναι αξιοσημείωτο ότι το έτος 2004 παρατηρείται η υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας στο μήνα Ιούλιο ενώ το έτος 2005 στο μήνα Ιανουάριο. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι οι κλιματολογικές-περιβαλλοντικές συνθήκες επηρεάζουν σημαντικά το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου. Προφανώς ο χειμώνας του 2004 ήταν πιο ήπιος της αντίστοιχης περιόδου του 2005 και ο Ιούλιος του 2004 πιο θερμός από τον αντίστοιχο του 2005.

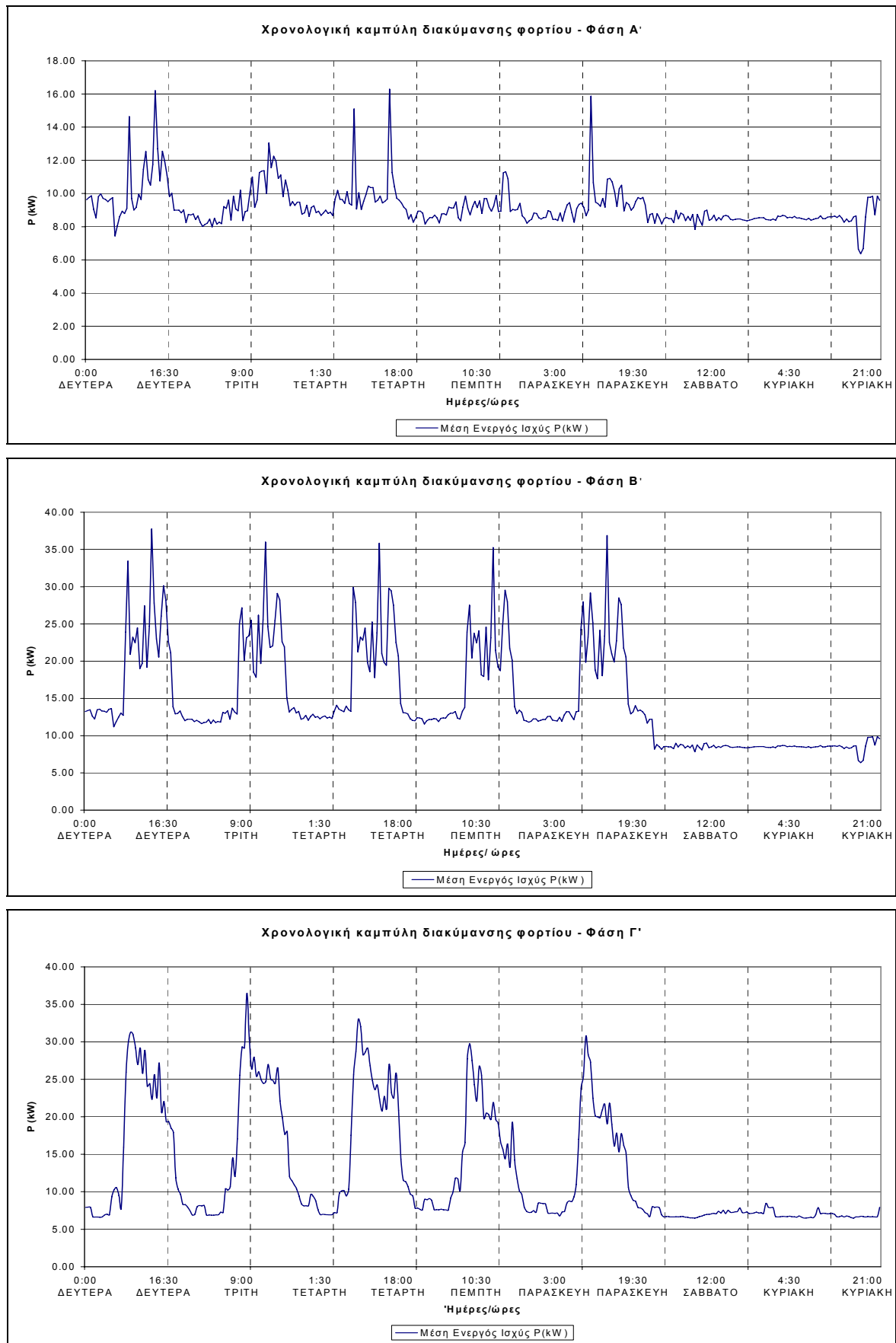
Η ετήσιες μεταβολές του προφίλ του κτιρίου είναι περισσότερο ποσοτικές (αν και μικρού εύρους) και λιγότερο ποιοτικές, καθώς οι εποχιακές διακυμάνσεις είναι πλήρως περιοδικές. Οι περιοδικές διακυμάνσεις στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου έγκειται κυρίως στη διαφορετική κατάσταση και διάρκεια λειτουργίας του κλιματιστικού συστήματος καθώς και στις διαφορετικές ανάγκες σε τεχνητό φωτισμό.

Σε αυτή τη βάση πραγματοποιήθηκαν ενεργειακές μετρήσεις στο κτίριο σε διαφορετικές χρονικές φάσεις που να αντιστοιχούν σε ευρύτερες εποχιακές περιόδους ώστε να καλύπτεται το σύνολο ενός τυπικού έτους. Στον ακόλουθο πίνακα διευκρινίζονται οι αντιστοιχίες φάσεων, εποχών και του τρόπου λειτουργίας φορτίων που παρουσιάζουν εποχιακή περιοδικότητα, καθώς επίσης και του ποσοστού (επί του συνόλου) εργάσιμων - μη εργάσιμων ημερών.

Φάση	Διάρκεια μετρήσεων	Ισοδύναμα χρονικά διαστήματα	Τρόπος λειτουργίας HVAC	Ανάγκη τεχνητού φωτισμού	Αριθμός ημερών	Εργάσιμες ημέρες	Μη εργάσιμες ημέρες
A	11/05/04-25/05/04	22/03-15/05 & 01/10-20/11	Μόνο εξαερισμός	Μέση	106	71 (19%)	35 (10%)
B	19/07/04-22/07/04	16/05-30/09	Κλιματισμός (ψύξη) & εξαερισμός	Χαμηλή	137	97 (27%)	40 (11%)
Γ	14/02/05-03/04/05	21/11-21/03	Κλιματισμός (θέρμανση) & εξαερισμός	Υψηλή	122	80 (22%)	42 (12%)

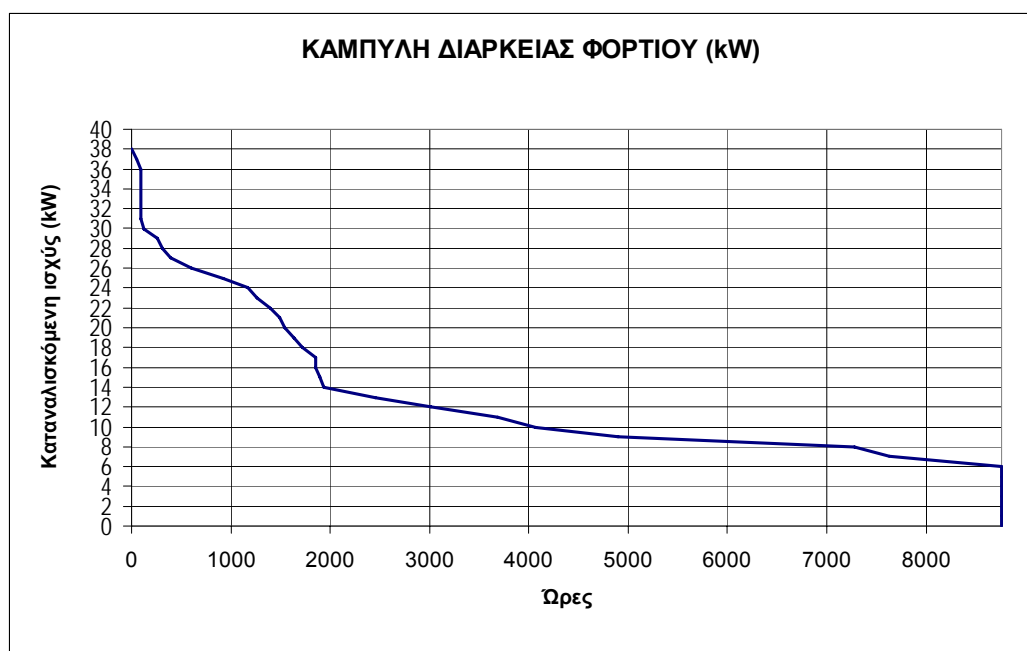
**Πιν. 3.5 Ανάλυση δεδομένων φάσεων μετρήσεων.**

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από προσωπικό της εταιρίας συμβούλων ΛΔΚ με τη χρήση φορητού καταγραφικού ενέργειας ELCONTROL Microvnr 3 που συνδέθηκε στον κεντρικό ηλεκτρολογικό πίνακα του κτιρίου. Τα καταγεγραμμένα ενεργειακά δεδομένα απεικονίζονται στα ακόλουθα διαγράμματα για κάθε φάση μετρήσεων αντίστοιχα.



Σχ. 3.4 Χρονολογικές καμπύλες φορτίου Φάσεων Α', Β', Γ'.

Μέσω της παράθεσης των μετρήσεων ενεργού ισχύος, όπως αυτές καταγράφηκαν κατά τις τρεις φάσεις μετρήσεων, προκύπτει η ετήσια καμπύλη διάρκειας φορτίου, η οποία και παρουσιάζεται στο σχήμα 3.5.



Σχ. 3.5 Καμπύλη Διάρκειας Φορτίου

Σύμφωνα με την παραπάνω καμπύλη θα πρέπει να τονισθεί ότι:

- Το φορτίο βάσης του κτιρίου ανέρχεται σε 6 kW
- Η ζώνη ενδιάμεσου φορτίου κυμαίνεται μεταξύ 6 και 26 kW
- Η ζώνη υψηλού φορτίου κυμαίνεται μεταξύ 26 και 30 kW
- Η ζώνη εξαιρετικά υψηλού φορτίου κυμαίνεται μεταξύ 30 και 38 kW

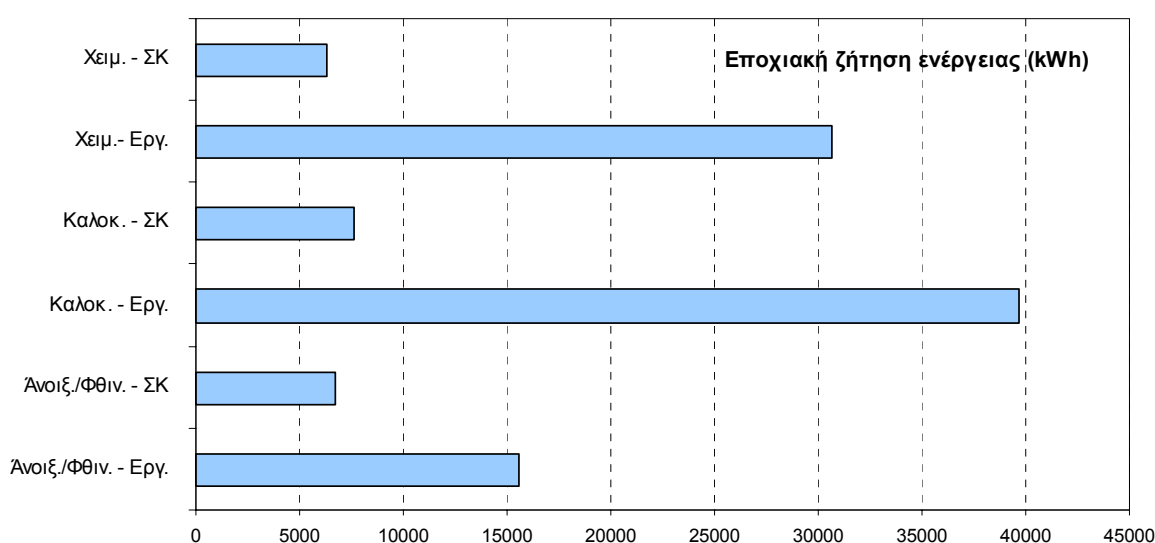
Πρακτικά συμπεραίνεται ότι από πλευράς ηλεκτρικής κατανάλωσης το κτίριο βρίσκεται σε ζώνη υψηλού φορτίου κατά τη διάρκεια 603 ωρών που ανταποκρίνονται στο 7% των ωρών ενός έτους.

Από την ολοκλήρωση της ετήσιας καμπύλης διάρκειας φορτίου ως προς τις ώρες ενός έτους προκύπτει ότι η θεωρητικά αναμενόμενη συνολική ετήσια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου ανέρχεται σε 106.539 kWh, πολύ κοντά στην πραγματική ηλεκτρική ζήτηση: 112.146 kWh για το 2004 και 113.200 kWh για το 2005. Η μικρή αυτή απόκλιση δικαιολογείται από το γεγονός ότι οι πραγματικές τιμές κατανάλωσης ισχύος είναι ελάχιστα μεγαλύτερες από αυτές που παρατίθενται λόγω του στατιστικού σφάλματος (υπολογισμοί με τη χρήση μέσων όρων και αναγωγή τιμών από ημίωρα σε ώρες). Η σε γενικές γραμμές συμφωνία μεταξύ πραγματικών και θεωρητικά αναμενόμενων ενεργειακών απαιτήσεων επαληθεύει την αντιπροσωπευτικότητα των θεωρούμενων διακριτών φάσεων μέσα στο έτος.

Ο στοχαστικός χαρακτήρας της συχνότητας και του χρόνου χρήσης του υδραυλικού ανελκυστήρα, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι το σύστημα του ανελκυστήρα αποτελεί σημαντικό ποσοστό του συνολικού φορτίου του κτιρίου, έχει ως αποτέλεσμα την παρατήρηση των αιχμών φορτίου σε

χρονικά ανόμοιες στιγμές και χωρίς σταθερό μοτίβο. Η θέση σε λειτουργία του εν λόγω συστήματος ταυτόχρονα με τη λειτουργία του κλιματιστικού συστήματος και άλλων μικρότερων φορτίων μπορεί να δημιουργήσει εντονότερες αιχμές ζήτησης ισχύος, ο περιορισμός των οποίων είναι αδύνατο να επιτευχθεί καθώς δεν μπορεί να ελεγχθεί η λειτουργία του από οποιαδήποτε σύστημα διαχείρισης ενέργειας του κτιρίου.

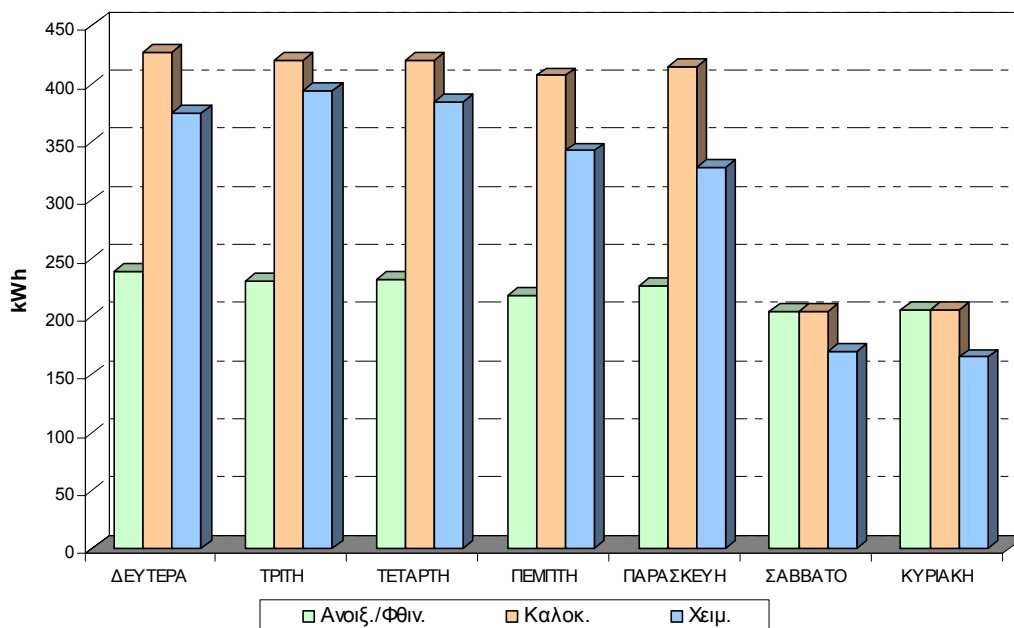
Σε ετήσια βάση η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά τις εργάσιμες ημέρες εμφανίζεται αισθητά διαφοροποιημένη ανάλογα με την εποχή του χρόνου. Πιο συγκεκριμένα, είναι εμφανές ότι οι συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις είναι αυξημένες όταν το σύστημα HVAC πρόκειται να βρεθεί σε λειτουργία ψύξης. Αντίθετα και όπως ήταν αναμενόμενο η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας τα Σαββατοκύριακα παρουσιάζεται σχετικά σταθερή και ανεξάρτητη από την μεταβολή των εποχών. Τα παραπάνω παρουσιάζονται στο ακόλουθο διάγραμμα.



Σχ. 3.6 Ανάλυση της ετήσιας ζήτησης ανά εποχή και είδος ημέρας.

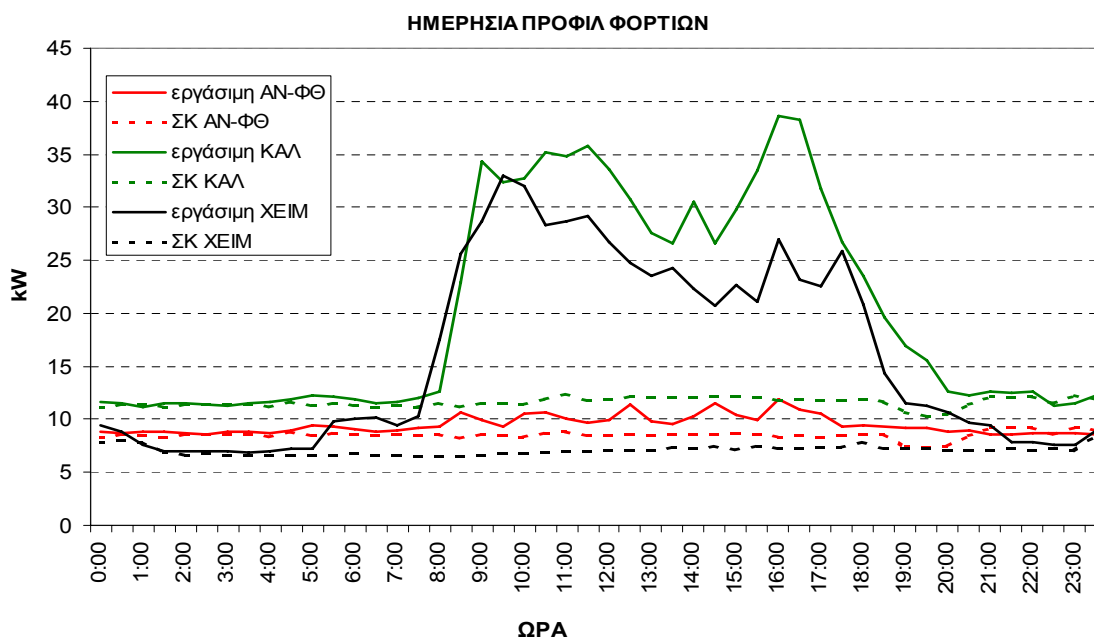
Με βάση τα συλλεχθέντα στοιχεία και κατόπιν αναγωγής, οι ημερήσιες ενεργειακές καταναλώσεις που καταγράφηκαν για κάθε μια από τις ημέρες της εβδομάδας υπολογίστηκαν και παρουσιάζονται στο σχήμα 3.7.





Σχ. 3.7 Μέση ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά εποχή.

Σε ότι αφορά στον κλιματισμό παρατηρείται ότι τα φορτία είναι κατά τις εργάσιμες ημέρες και σε συνθήκες μη καύσωνα μεταξύ 10-12 kW κατά μέσο όρο, ωστόσο παρατηρούνται μεγάλες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια της ημέρας ειδικά στις περιπτώσεις όπου παρατηρούνται ακραίες καιρικές συνθήκες (καύσωνας-παγετός). Ως αποτέλεσμα το μέγιστο φορτίο που απορροφά το κτίριο παρουσιάζει αντίστοιχα σημαντικές διακυμάνσεις μέσα στο 24-ωρο κατά τις εργάσιμες ημέρες σε σύγκριση τόσο με την εποχή όσο και με τα Σαββατοκύριακα της ίδιας περιόδου, όπως φαίνεται και από το σχήμα 3.8, το οποίο παρουσιάζει μέσους όρους φορτίου για ένα 24-ωρο σε εργάσιμη ημέρα και Σαββατοκύριακο.



Σχ. 3.8 Μέσοι όροι καταγεγραμμένης διακύμανσης φορτίου

Μερικά συγκεντρωτικά συμπεράσματα αναφορικά με την συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, από τις πραγματοποιηθείσες μετρήσεις φορτίων είναι:

- Σε περίοδο που δεν χρησιμοποιείται το σύστημα κλιματισμού η μέση ημερήσια κατανάλωση για τις εργάσιμες ημέρες είναι κυμαίνεται στις 230 kWh και για τις μη-εργάσιμες ημέρες στις 200 kWh.
- Κατά τη θερινή περίοδο, η μέση ημερήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται στις 410 kWh κατά τις εργάσιμες ημέρες ενώ τις μη-εργάσιμες ημέρες κυμαίνεται περίπου στις 200 kWh.
- Κατά την χειμερινή περίοδο η μέση ημερήσια κατανάλωση για τις εργάσιμες ημέρες είναι κυμαίνεται στις 360 kWh ενώ για τις μη-εργάσιμες ημέρες στις περιορίζεται στις 170 kWh

Ανάγοντας τα παραπάνω μεγέθη στα αντίστοιχα χρονικά διαστήματα μπορεί να εκτιμηθεί ότι:

- Η μέση μηνιαία ζήτηση που παρατηρείται τους ανοιξιιάτικους και φθινοπωρινούς μήνες αναμένεται να κυμαίνεται περί τις 7000 kWh.
- Η μέση μηνιαία ζήτηση που παρατηρείται τους καλοκαιρινούς μήνες αναμένεται να κυμαίνεται περί τις 11000 kWh.
- Η μέση μηνιαία ζήτηση που παρατηρείται τους χειμερινούς μήνες αναμένεται να κυμαίνεται περί τις 9500 kWh.

Από τη συνολική μέση ετήσια ζήτηση του κτιρίου εκτιμάται ότι το 80% καταναλώνεται τις εργάσιμες ημέρες ενώ το υπόλοιπο κατά τα ΣΚ και τις αργίες. Το ποσοστό αυτό προφανώς μεταβάλλεται σε περιπτώσεις καθολικής απουσίας του προσωπικού το πρώτο δεκαπενθήμερο του Αυγούστου.

Τέλος, η επεξεργασία των μετρήσεων των ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου η μέση ετήσια ειδική κατανάλωση του κτιρίου υπολογίστηκε σε 223 kWh/m<sup>2</sup>. Η τιμή αυτή θεωρείται ανώτερη του μέσου όρου των κτιρίων γραφείων στην Ελλάδα η οποία αναφέρεται ως 190 kWh/m<sup>2</sup>.

Η μέγιστη ζήτηση ισχύος που καταγράφηκε από το μετρητή της ΔΕΗ ήταν 66 kW. Παρατηρούμε ότι η μέγιστη τιμή της ισχύος είναι αισθητά αυξημένη σε σχέση με αυτή που προσδιορίσαμε από τις μετρήσεις στο κτίριο. Το γεγονός αυτό οφείλεται στους συνεχείς υπολογισμούς για προσδιορισμό της μέσης κατανάλωσης που έγιναν κατά την διαδικασία επεξεργασίας των μετρήσεων και κυρίως στη μη συνεχή καταγραφή των ηλεκτρικών μεγεθών για τα έτη 2004 και 2005.

### 3.5 Κόστος Ενέργειας του κτιρίου

Το κτίριο είναι συνδεδεμένο στο ηλεκτρικό δίκτυο χαμηλής τάσης (400V) της ΔΕΗ υπό τριφασική παροχή. Η τιμολόγηση της καταναλισκόμενης ενέργειας που προμηθεύει η ΔΕΗ ΑΕ γίνεται ανά μήνα, βάση του Τιμολογίου Γενικής Χρήσης (Χαμηλής Τάσης) Γ22 της ομώνυμης εταιρίας.

Τιμολόγιο Γ22 - Μηνιαία χρέωση	
- Πάγιο	2,68 €
- Ισχύς:Χρεωστέα ζήτηση	2,0149 €/kW
- Ενέργεια: Όλες οι kWh	0,09398 €/kWh
- Ελάχιστη χρεωστέα ζήτηση	18 kW
- Ελάχιστη χρέωση	Το πάγιο και η ισχύς των 18 kW

**Πιν.3.6 Στοιχεία τιμολογίου Γ22 της ΔΕΗ.**

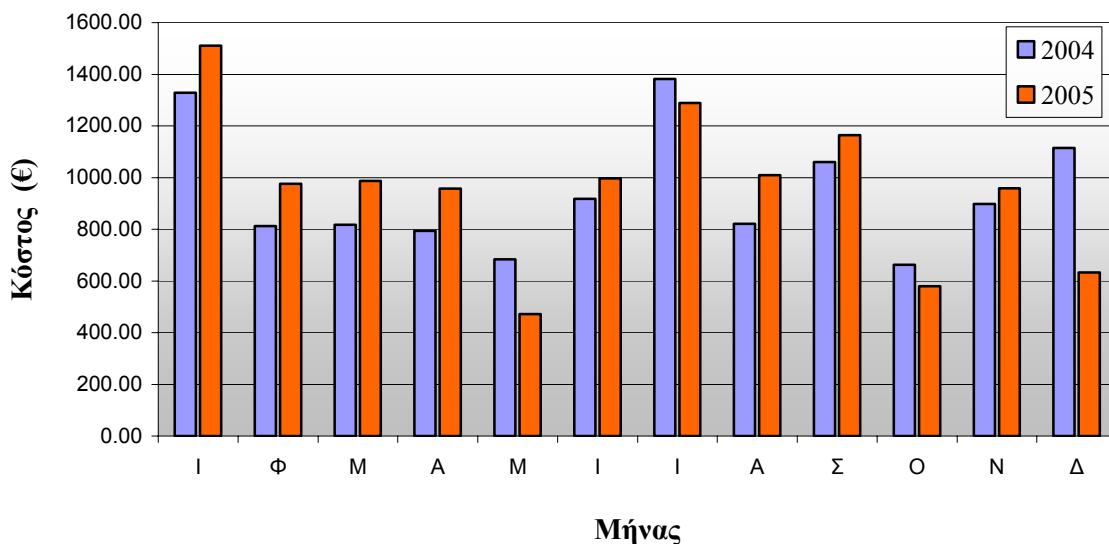
Το κόστος ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου, όπως προκύπτει από τα μηνιαία τιμολόγια της Δ.Ε.Η., των δυο τελευταίων χρόνων (από τον Ιανουάριο του 2004 έως τον Δεκέμβριο του 2005), παρουσιάζεται στον πίνακα 3.7.

Έτος	Μήνας	Κόστος (€)			
		Πάγιο	Ενέργειας	Ισχύος	Συνολικό
<b>2004</b>	Ιανουάριος	2.68	1197.54	129.01	1329.23
	Φεβρουάριος	2.68	706.84	102.91	812.43
	Μάρτιος	2.68	724.37	90.60	817.65
	Απρίλιος	2.68	701.00	90.60	794.28
	Μάιος	2.68	563.43	117.57	683.68
	Ιούνιος	2.68	790.22	124.78	917.69
	Ιούλιος	2.68	1254.43	125.35	1382.47
	Αύγουστος	2.68	715.81	102.75	821.24
	Σεπτέμβριος	2.68	960.32	97.24	1060.24
	Οκτώβριος	2.68	570.88	88.73	662.29
	Νοέμβριος	2.68	806.30	88.58	897.56
	Δεκέμβριος	2.68	991.54	119.92	1114.14
	<b>Σύνολο</b>	<b>32.16</b>	<b>9982.68</b>	<b>1278.05</b>	<b>11292.89</b>
<b>2005</b>	Ιανουάριος	2.68	1383.79	124.60	1511.07
	Φεβρουάριος	2.68	878.94	94.42	976.04
	Μάρτιος	2.68	900.74	83.13	986.54
	Απρίλιος	2.68	871.68	83.13	957.49
	Μάιος	2.68	388.62	80.99	472.29
	Ιούνιος	2.68	893.47	101.23	997.39
	Ιούλιος	2.68	1162.24	124.60	1289.52
	Αύγουστος	2.68	951.08	55.73	1009.49
	Σεπτέμβριος	2.68	1060.09	101.35	1164.12
	Οκτώβριος	2.68	503.73	72.54	578.95
	Νοέμβριος	2.68	864.62	91.68	958.97
	Δεκέμβριος	2.68	526.29	103.36	632.33
	<b>Σύνολο</b>	<b>32.16</b>	<b>10385.30</b>	<b>1116.75</b>	<b>11534.20</b>

**Πιν. 3.7 Μηνιαίο κόστος ενέργειας.**

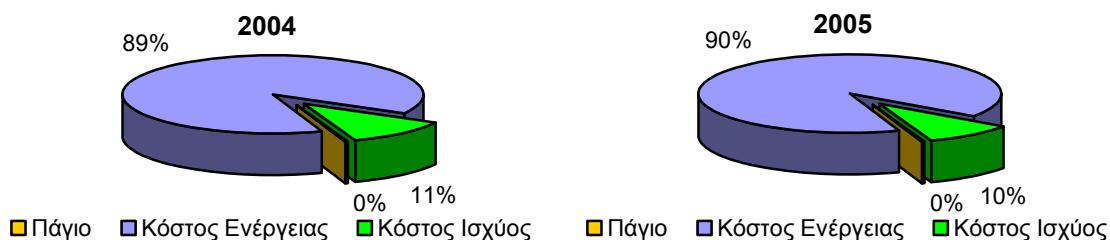
Στο διάγραμμα του σχήματος 3.9 φαίνεται η μηνιαία εξέλιξη του συνολικού κόστους ενέργειας του κτιρίου.

Σχ. 3.9 Μηνιαίο κόστος ενέργειας.



Στο μηνιαίο συνολικό κόστος ενέργειας περιλαμβάνεται το πάγιο και τα κόστη ενέργειας και ισχύος, η εκατοστιαία κατανομή μεταξύ των οποίων, για κάθε έτος, παρουσιάζεται στα διαγράμματα του σχήματος 3.10.

Σχ. 3.10 Κατανομή ετήσιου κόστους ενέργειας.



Σε γενικές γραμμές, σε ετήσια βάση, το κόστος αιχμής ισχύος αποτελεί το 10% του συνολικής δαπάνης για παροχή ηλεκτρισμού και το υπόλοιπο 90% αποτελεί το καθεαυτού κόστος ενέργειας (το πάγιο θεωρείται αμελητέο). Σε μηνιαία βάση η ποσοστιαία διακύμανση του κόστους ισχύος κυμαίνεται μεταξύ του 7% και του 17% επί του αντίστοιχου συνολικού κόστους, χωρίς όμως σταθερό μοτίβο μηνιαίας κατανομής.

### 3.6 Κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση στο κτίριο

Η κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας ανά χρήση μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση των προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας για το κτίριο. Για να γίνει η κατανομή απαιτείται μέτρηση και καταγραφή των κατασκευαστικών και λειτουργικών στοιχείων των ενεργειακών συστημάτων του κτιρίου με την βοήθεια ειδικού εντύπου (*Παράρτημα Ι*).

Σύμφωνα με το ενεργειακό ισοζύγιο η κύρια μορφή ενέργειας στο κτίριο είναι ο ηλεκτρισμός, αφού καλύπτει το σύνολο της καταναλισκόμενης ενέργειας (113.200 kWh ή 9.735 ΚΤΙΠ για το έτος 2005). Η κατανομή που παρουσιάζεται παρακάτω είναι προσεγγιστική επειδή δεν υπήρχε η δυνατότητα χρήσης του κατάλληλου μετρητικού εξοπλισμού στα επιμέρους ηλεκτρικά φορτία αλλά ούτε ο χρόνος που απαιτείται για μια λεπτομερή καταγραφή.

#### 3.6.1 Κατανάλωση για Φωτισμό.

Η κατανάλωση ενέργειας για το φωτισμό προέκυψε 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 την χρήση του χώρου.

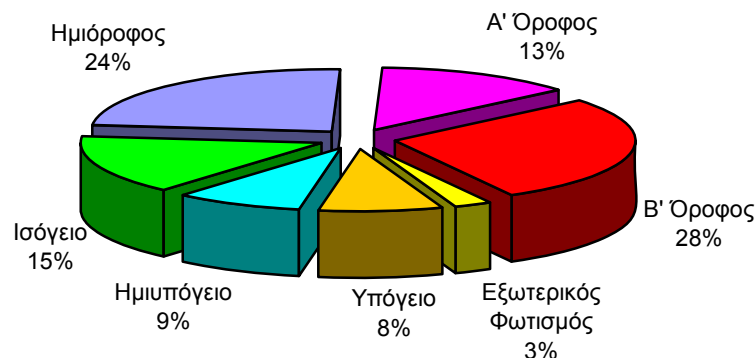
Σύμφωνα με τα στοιχεία που συλλέχθηκαν κατά την ενεργειακή επιθεώρηση που διεξήχθη στο κτίριο, τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικά στο *Παράρτημα Ι*, η καταναλισκόμενη ενέργεια για τον φωτισμό του κτιρίου, σε κάθε επίπεδο του, προέκυψε ως εξής:

**Πίν. 3.8 Ενέργεια για τον Φωτισμό του κτιρίου**

Επίπεδο	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	Ετήσια Καταναλισκόμενη Ενέργεια (kWh)
Υπόγειο	1,61	939
Ημιυπόγειο	0,66	971
Ισόγειο	1,28	1709
Ημιόροφος	2,49	2679
Α' Όροφος	1,09	1499
Β' Όροφος	2,31	3163
Εξωτερικός Φωτισμός	2,2	285
Σύνολο	11,58	11245

Η κατανομή της ενέργειας για τον φωτισμό του κτιρίου οπτικοποιείται στο ακόλουθο διάγραμμα.

**Σχ. 3.11 Κατανομή Ενέργειας για τον Φωτισμό του κτιρίου**



### 3.6.2 Κατανάλωση Ανελκυστήρα.

Η μέση ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος ανελκυστήρα, ισχύος 18,4 kW, με δεδομένο ότι η μέση ημερήσια χρησιμοποίηση του ανελκυστήρα από το προσωπικό, ανηγμένη σε πλήρεις διαδρομές από το υπόγειο μέχρι τον δεύτερο όροφο και αντίστροφα, είναι περίπου 18 πλήρεις διαδρομές, με διάρκεια ανόδου 23 sec και καθόδου 31 sec, εκτιμήθηκε στις 2,0 kWh. Συνεπώς η εκτιμώμενη ετήσια ενεργειακή κατανάλωση προκύπτει 553 kWh.

Αξίζει να σημειωθεί ότι για τον υπολογισμό της ενέργειας θεωρήθηκε κατανάλωση ισχύος κατά την άνοδο ίση με την ονομαστική και κατά την κάθοδο ίση με 0,2 kW (καθώς το σύστημα του ανελκυστήρα είναι υδραυλικό), και αυτοκατανάλωση ίση με το 1/30 της κατανάλωσης μιας πλήρους διαδρομής.

### 3.6.3 Κατανάλωση Αντλιών.

Η λειτουργία των αντλιών είναι περιορισμένη την καλοκαιρινή περίοδο και αυξημένη τις υπόλοιπες εποχές (τουλάχιστον 1 ώρα ημερησίως) με μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση που εκτιμάται σε 1.369 kWh.

### 3.6.4 Κατανάλωση Ηλεκτρικού Θερμοσίφωνου.

Η λειτουργία του ηλεκτρικού θερμοσίφωνου θεωρείται αμελητέα για την καλοκαιρινή περίοδο και αυξάνεται όσο περισσότερο πλησιάζουμε το χειμώνα, με μέσο πραγματικό χρόνο λειτουργίας την αντίστοιχη περίοδο μισή ώρα ανά ημέρα. Με βάση τα παραπάνω η μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση του εκτιμάται σε 365 kWh.

### **3.6.5 Κατανάλωση Κλιματιστικών Συστημάτων.**

- Κατανάλωση Κεντρικού Κλιματιστικού Συστήματος.

Το κεντρικό σύστημα κλιματισμού λειτουργεί όλες τις εργάσιμες ημέρες σε διαφορετικές φάσεις (εξαερισμός, ψύξη, θέρμανση) ανάλογα με την εποχή με βασικό κριτήριο την εξωτερική και επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία. Η καταναλισκόμενη ισχύς του συστήματος είναι συνεχώς μεταβαλλόμενη καθώς εξαρτάται από πολλούς δυναμικά μεταβαλλόμενους παράγοντες. Η μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος εκτιμάται σε 28.506 kWh.

- Κατανάλωση Αυτόνομου Κλιματιστικού Συστήματος.

Η ανεξάρτητη κλιματιστική μονάδα ονομαστικής ισχύος 1,5 kW λειτουργεί συνεχώς (24 ώρες το 24ωρο) διατηρώντας τη θερμοκρασία στην αίθουσα εξυπηρετητών στα επιθυμητά επίπεδα με μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση του εκτιμάται σε 7.008 kWh.

- Συνολική Κατανάλωση Κλιματιστικών Συστημάτων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κλιματιστικών συστημάτων εκτιμάται σε 35.514 kWh.

### **3.6.6 Κατανάλωση Συστήματος Αδιάλειπτης Παροχής Ηλεκτρικής Ισχύος.**

Το κεντρικό τριφασικό σύστημα αδιάλειπτης παροχής ηλεκτρικής ισχύος βρίσκεται σε συνεχή λειτουργία με μέση αυτοκατανάλωση 3,2 kW. Συνεπώς η μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση του εκτιμάται σε 28.032 kWh.

### **3.6.7 Κατανάλωση Υπολογιστικών Συστημάτων & Μηχανών Γραφείου.**

Υπάρχουν στο κτίριο 62 Η/Υ που χρησιμοποιούνται τις εργάσιμες μέρες και ώρες ως σταθμοί εργασίας με μέση καταναλισκόμενη ισχύ 150 W έκαστος, η μέση συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των οποίων εκτιμάται σε 16.145 kWh.

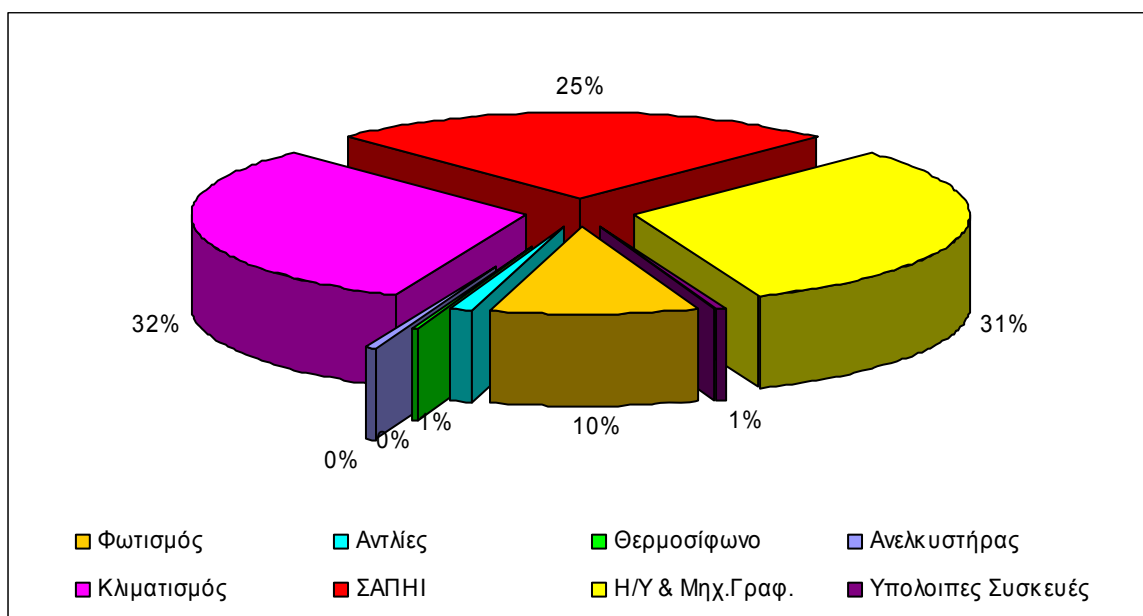
Υπάρχουν επίσης και 10 Η/Υ που λειτουργούν 24 ώρες το 24ωρο ως εξυπηρετητές με μέση καταναλισκόμενη ισχύ 100 W έκαστος και Rack Servers συνολικής μέσης καταναλισκόμενης ισχύος 1,2 kW, των οποίων η μέση συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση εκτιμάται σε 19.272 kWh.

Καθώς οι μηχανές γραφείου δεν θεωρούνται σημαντικά φορτία, η μέση συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των χωρίς σημαντικό σφάλμα μπορεί να θεωρηθεί ότι συμπεριλαμβάνεται στη μέση συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των Η/Υ, δηλαδή στα 35.417 kWh.

### **3.6.8 Κατανάλωση Συσκευών Κουζίνας-Εστιατορίου.**

Η μέση συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των ηλεκτρικών φορτίων που βρίσκονται στο χώρο της κουζίνας-εστιατορίου (ψυγείο, βραστήρας, καφετιέρα) εκτιμάται σε 706 kWh.

Σχ. 3.12 Ανάλυση ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στο κτίριο.





---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>**

### ***« Προσέγγιση Αξιολόγησης Προτάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας »***

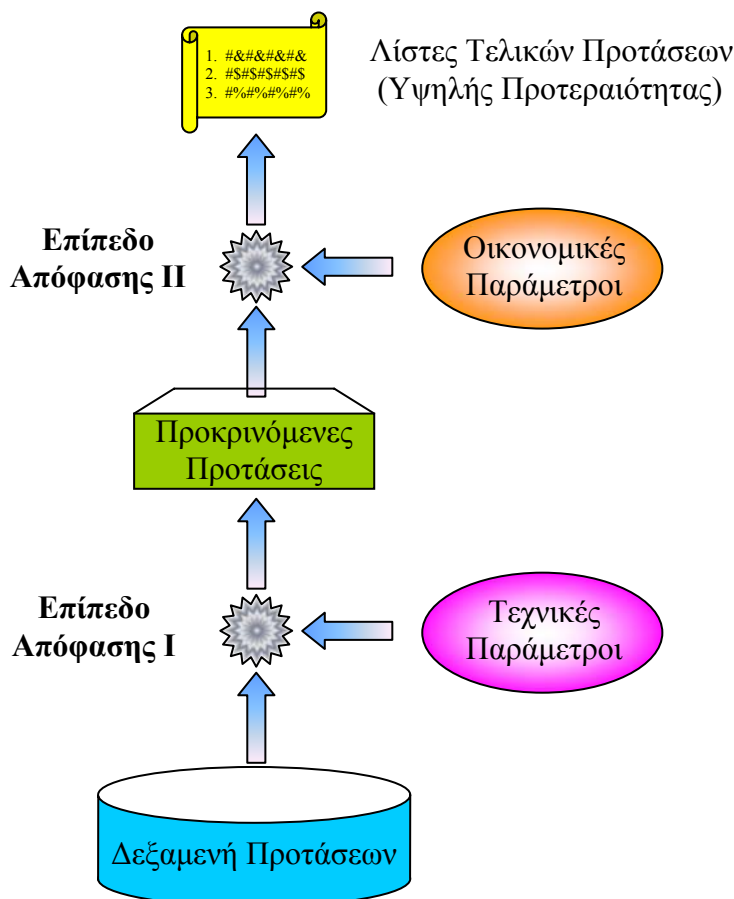
---



## 4.1 Μεθοδολογία Αξιολόγησης

Η γενική φιλοσοφία για την αξιολόγησης προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας ακολουθεί τη γενικότερη φιλοσοφία των τεχνικοοικονομικών μελετών, δηλαδή σε πρώτη φάση προκρίνονται οι εφικτές και τεχνολογικά υλοποιήσιμες προτάσεις που ενδείκνυνται για την εκάστοτε περίπτωση, ενώ σε δεύτερη φάση προβαίνουμε στην περαιτέρω αξιολόγησή των με βασικότερο κριτήριο την αποδοτικότητα των, κυρίως οικονομική.

Σχ. 4.1 Μεθοδολογία Αξιολόγησης Προτάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας



Σε πλήρη συμφωνία με τα παραπάνω η γενική μεθοδολογία αξιολόγησης προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας παρουσιάζεται στο παραπάνω σχήμα, το οποίο αναλυτικότερα αποτελείται από:

**Δεξαμενή Προτάσεων:** Στη δεξαμενή αυτή υπάρχει το σύνολο των δυνατών πιθανών προτάσεων που περιλαμβάνουν επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε όλα τα επίπεδα: από το κτιριακό κέλυφος, το φωτισμό, την θέρμανση και ψύξη, τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό και γενικές επεμβάσεις ενεργειακής διαχείρισης, η εφαρμογή των οποίων μπορεί να επιφέρει σημαντική μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

**Επίπεδο Απόφασης I:** Κυρίως με τη βοήθεια της εμπειρίας, διερευνώνται οι προτάσεις της δεξαμενής προτάσεων ώστε να αναγνωριστούν οι προτάσεις εκείνες που είναι εφαρμόσιμες στο

εκάστοτε εξεταζόμενο κτίριο. Τα δεδομένα που αφορούν στα λειτουργικά, ενεργειακά και γενικότερα τεχνολογικά χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου κτιρίου σε συνδυασμό με τις υπάρχουσες τεχνολογικές λύσεις χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση της ομάδας προτάσεων που θα αποτελέσουν τις **Προκρινόμενες Προτάσεις**.

**Επίπεδο Απόφασης II:** Στο πλαίσιο της περαιτέρω αξιολόγησης των προκρινόμενων προτάσεων, μια σειρά από εξωτερικές παραμέτρους λαμβάνονται υπόψη έτσι ώστε να διερευνηθεί η καταλληλότητα εφαρμογής τους στο εκάστοτε κτίριο. Οι παράμετροι αυτοί δεν αφορούν στα ενεργειακά χαρακτηριστικά του κτιρίου αλλά αποτελούν όλα τα οικονομικά χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα στην αξιολόγηση τόσο της βιωσιμότητας των δράσεων (π.χ. κόστος εξοπλισμού, τη φορολογική πολιτική, το επιτόκιο, το κόστος καυσίμου επιτόκιο της αγοράς, κόστος εξοπλισμού και καυσίμου κλπ.) και δευτερευόντως του ελέγχου συνάφειας με το περιβάλλον (π.χ. συντελεστές εκπομπών, τιμή άνθρακα κλπ.).

**Τελική Λίστα Προτάσεων:** Αποτελείται από την τελική λίστα προτάσεων με βάση τα αποτελέσματα της μονάδας απόφασης II. Η τελική λίστα προτάσεων είναι δυνατό να είναι ιεραρχημένη καθώς τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του επιπέδου II είναι πλήρως ποσοτικοποιημένα.

## 4.2 Αναλυτική Διαδικασία

Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία περιγράφεται αναλυτικά ως ακολούθως:

Η **δεξαμενή προτάσεων** περιλαμβάνει ένα πλήθος προτάσεων  $\Gamma_{ij}$  όπου με:

- $i$  δηλώνεται η κατηγορία στην οποία εντάσσεται η πρόταση. Με στόχο την λειτουργικότερη κατηγοριοποίηση ορίζονται επτά συγκεκριμένες κατηγορίες (δηλαδή  $i = 1$  έως 7) δηλαδή φωτισμού, ψύξης-θέρμανσης, ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ηλιοπροστασίας, γενικές προτάσεις και λογιστικής διαχείρισης.
- $j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) δηλώνεται η τεχνολογία εξοικονόμησης ενέργειας που είναι διαθέσιμη σε κάθε μία από τις παραπάνω κατηγορίες.

Από τη δεξαμενή προτάσεων, με τη βοήθεια των δεδομένων της βάσης της **Μονάδας Απόφασης I**, διαμορφώνεται η ομάδα **Προκρινόμενων Προτάσεων**  $\Pi_{i,j,k}$  με βάση τις ανάγκες και τα ενεργειακά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου κτιρίου, καθώς και την ενσωματωμένη τεχνολογία των προτάσεων. Στον παραπάνω συμβολισμό με  $k$  ( $k = 1, \dots, m$ ) δηλώνεται ο κάθε εξεταζόμενος χώρος του κτιρίου.

Η συγκεκριμένη ομάδα προτάσεων αναφέρεται σε καταναλώσεις φωτισμού, ψύξης – θέρμανσης, ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και συνολικής κατανάλωσης ανά επιφάνεια του συνολικού χώρου του κτιρίου.

Κάθε πρόταση που προσδιορίστηκε ως προκρινόμενη, εισέρχεται στα επόμενα στάδια αξιολόγησης για να εξεταστεί η καταλληλότητα της μέσα από μια σειρά από τους παρακάτω ελέγχους:

- **Έλεγχος Οικονομικότητας:** Η εξεταζόμενη πρόταση ελέγχεται όσον αφορά στην οικονομική της αποδοτικότητα, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα ενεργειακά χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου κτιρίου (όπως προέκυψαν από το προηγούμενο στάδιο) όσο και τις σχετιζόμενες εξωτερικές οικονομικές παραμέτρους, όπως είναι το επιτόκιο, οι τιμές καυσίμων, το κόστος εξοπλισμού, η υπολειμματική αξία του εξοπλισμού κλπ. Οι τρεις έλεγχοι με τους οποίους εξετάζεται η βιωσιμότητα της κάθε πιθανής πρότασης είναι ο έλεγχος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ), ο έλεγχος της Απλής και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (ΑΠΑ & ΕΠΑ) και ο έλεγχος του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (ΕΒΑ). Εάν η βιωσιμότητα της πιθανής πρότασης απορριφθεί και από τους τρεις παραπάνω ελέγχους η πρόταση δεν υπεισέρχεται στις Τελικές Λίστες. Με αυτό τον τρόπο η διαδικασία καταλήγει σε τρεις λίστες προτάσεων αντίστοιχες με τους ελέγχους που έγιναν.
- **Επιπλέον Έλεγχος:** Στη συνέχεια, η διαδικασία οδηγείται στη διεξαγωγή ενός επιπλέον ελέγχου που έχει να κάνει με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις και επιδράσεις της πρότασης. Ο έλεγχος είναι προαιρετικός και αφορά στη δυνατότητα αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της εξεταζόμενης πρότασης μέσω της σύνδεσης της πρότασης με τα σχετιζόμενα ενεργειακά χαρακτηριστικά του κτιρίου και με τις σχετιζόμενες εξωτερικές παραμέτρους. Οι παράμετροι αυτοί έχουν να κάνουν κυρίως με τις εξελίξεις αλλά και τις ευκαιρίες της κλιματικής αλλαγής, λαμβάνοντας υπόψη την τιμή του άνθρακα, τους συντελεστές εκπομπών κ.α. Εάν η εξεταζόμενη πρόταση περάσει τον συγκεκριμένο έλεγχο τότε θεωρείται περιβαλλοντικά φιλική πρόταση και ενσωματώνεται στην τελευταία λίστα προτάσεων.

Με βάση τα αποτελέσματα των παραπάνω ελέγχων καταρτίζονται οι **Λίστες Τελικών Προτάσεων**, δηλαδή οι τέσσερις λίστες που προκύπτουν από τους ελέγχους της οικονομικής βιωσιμότητας και η τελευταία λίστα από τον έλεγχο της περιβαλλοντικής συνάφειας, στις οποίες οι τελικές προτάσεις είναι καταταγμένες κατά σειρά φθίνουσας οικονομικής και περιβαλλοντικής ωφελιμότητας.

### 4.3 Υλοποίηση Επιπέδου Απόφασης I

Στον παρακάτω Πίνακα 4.1 περιγράφονται οι προτάσεις που εισέρχονται αρχικά στο σύστημα για περαιτέρω επεξεργασία. Όπως προαναφέρθηκε οι προτάσεις έχουν κατηγοριοποιηθεί στις επτά συγκεκριμένες κατηγορίες: φωτισμού, ψύξης-θέρμανσης, ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ηλιοπροστασίας, γενικές προτάσεις και λογιστικής διαχείρισης.

Επιπλέον με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με την εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας ορίζονται οι επιμέρους δυνατές προτάσεις - επενδύσεις που είναι διαθέσιμες σε ένα τυπικό κτίριο σήμερα. Συγκεκριμένα για την επιλογή της ομάδας προτάσεων που είναι δυνατόν να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας σε μια κτιριακή εγκατάσταση αντλήθηκαν στοιχεία και πληροφορίες από τις παρακάτω εκδόσεις:

- Οδηγοί Εξοικονόμησης Ενέργειας, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Αθήνα 2001.
- Σημειώσεις: Διαχείρισης Ενέργειας και Περιβαλλοντική Πολιτική, Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ, Αθήνα 2005.

Με βάση τα παραπάνω, η ομάδα προτάσεων για ένα τυπικό κτίριο σήμερα παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 4.1.

Πίν. 4.1 Δεξαμενή Προτάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας

<u>A/A</u>	<u>Τίτλος</u>
<b>Γ<sub>1</sub></b>	<b>Προτάσεις Φωτισμού</b>
Γ <sub>1.1</sub>	Αντικατάσταση «ballast» λαμπτήρων με νέα αποδοτικότερα και υψηλότερης συχνότητας.
Γ <sub>1.2</sub>	Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας (π.χ. πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού.
Γ <sub>1.3</sub>	Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας (π.χ. πυράκτωσης) με αποδοτικότερα φωτιστικά σώματα με ηλεκτρονικά με στραγγαλιστικά πηνία.
Γ <sub>1.4</sub>	Αντικατάσταση υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων διαμέτρου 26 mm με σύγχρονους διαμέτρου 16 mm.
Γ <sub>1.5</sub>	Φωτοτεχνική μελέτη χώρων.
Γ <sub>1.6</sub>	Εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου της έντασης του φωτισμού («step control», «analogue control»).
<b>Γ<sub>2</sub></b>	<b>Προτάσεις Ψύξης - Θέρμανσης</b>
Γ <sub>2.1</sub>	Αντικατάσταση υπαρχόντων παλιών καυστήρων και λεβήτων για παραγωγή θερμότητας με νέους αποδοτικότερους.
Γ <sub>2.2</sub>	Επισκευή – αντικατάσταση του συστήματος διανομής ζεστού νερού για την αποφυγή απωλειών με στόχο τη βελτίωση του συστήματος διανομής ψύξης-θέρμανσης.
Γ <sub>2.3</sub>	Εγκατάσταση συστήματος αυτομάτου ελέγχου καύσης.
Γ <sub>2.4</sub>	Εγκατάσταση ρυθμιστών στροφών (Variable Speed Drivers - VSD) σε ανεμιστήρες και αντλίες.
Γ <sub>2.5</sub>	Επισκευή – αντικατάσταση μόνωσης στο δίκτυο θέρμανσης - ψύξης με στόχο τον περιορισμό των απωλειών.
Γ <sub>2.6</sub>	Επισκευή – αντικατάσταση θερμοστατικών διακοπών.
Γ <sub>2.7</sub>	Εγκατάσταση κεντρικού συστήματος ελέγχου των συστημάτων ψύξης – θέρμανσης.
Γ <sub>2.8</sub>	Εγκατάσταση καταγραφικών - μετρητικών συστημάτων, για τη παρακολούθηση και καταγραφή της ποιότητας του αέρα, μέσω της μέτρησης της συγκέντρωσης σωματιδίων και CO <sub>2</sub> .
Γ <sub>2.9</sub>	Εγκατάσταση καταγραφικών - μετρητικών συστημάτων, για τη παρακολούθηση και καταγραφή των ενεργειακών μεγεθών με στόχο τον έλεγχο όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν την απόδοση των ψυκτικών εγκαταστάσεων.
Γ <sub>2.10</sub>	Εγκατάσταση εναλλακτών θερμότητας αέρα – νερού, με στόχο τη βελτίωση του βαθμού απόδοσης του λέβητα.

Γ <sub>2.11</sub>	Αντικατάσταση πύργων ψύξης με νέους υψηλής απόδοσης.
Γ <sub>2.12</sub>	Συντήρηση ψυκτών.
Γ <sub>2.13</sub>	Αντικατάσταση ψυκτών με νέους υψηλής απόδοσης.
Γ <sub>2.14</sub>	Εισαγωγή φυσικού αερίου με ταυτόχρονη αντικατάσταση του λέβητα για κάλυψη θερμικών αναγκών.
Γ <sub>2.15</sub>	Εισαγωγή φυσικού αερίου για ψύξη με προσρόφηση.
<b>Γ<sub>3</sub></b>	<b>Προτάσεις Ηλεκτρομηχανολογικού Εξοπλισμού</b>
Γ <sub>3.1</sub>	Εγκατάσταση αυτόματου συστήματος διόρθωσης του συντελεστή ισχύος μέσω αντιστάθμισης, με την παράλληλη ζεύξη πυκνωτών.
Γ <sub>3.2</sub>	Συντήρηση – αντικατάσταση των συμπιεστών αέρα.
Γ <sub>3.3</sub>	Εισαγωγή διατάξεων ομαλής εκκίνησης κινητήρα («soft starters»).
Γ <sub>3.4</sub>	Επισκευή – αντικατάσταση του συστήματος δημιουργίας πεπιεσμένου αέρα για την αποφυγή απωλειών.
Γ <sub>3.5</sub>	Αναβάθμιση των μετασχηματιστών ή αυτομετασχηματιστών στο δίκτυο διανομής ισχύος μιας εγκατάστασης.
Γ <sub>3.6</sub>	Τοπογραφική βελτίωση των κυκλωμάτων στο δίκτυο διανομής ισχύος μιας εγκατάστασης.
Γ <sub>3.7</sub>	Μόνιμο σύστημα αναλυτικής καταγραφής ηλεκτρικών καταναλώσεων.
<b>Γ<sub>4</sub></b>	<b>Προτάσεις Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας</b>
Γ <sub>4.1</sub>	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.
Γ <sub>4.2</sub>	Εγκατάσταση ανεμογεννητριών για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.
Γ <sub>4.3</sub>	Εγκατάσταση γεωθερμικών συστημάτων (αντλία θερμότητας) για ψύξη - κλιματισμό.
Γ <sub>4.4</sub>	Εγκατάσταση συστημάτων υβριδικής μορφής γεωθερμίας με ηλιοθερμικά συστήματα για ψύξη - κλιματισμό.
Γ <sub>4.5</sub>	Εγκατάσταση συστημάτων βιομάζας (καύση ξύλου) για θέρμανση.
Γ <sub>4.6</sub>	Εγκατάσταση συστημάτων υβριδικής μορφής βιομάζας με ηλιοθερμικά συστήματα για θέρμανση.
Γ <sub>4.7</sub>	Εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων για θέρμανση νερού (ηλιακοί θερμοσίφωνες).
<b>Γ<sub>5</sub></b>	<b>Προτάσεις Ηλιοπροστασίας</b>
Γ <sub>5.1</sub>	Εγκατάσταση μεμβρανών αντηλιακής προστασίας.

Γ <sub>5.2</sub>	Εγκατάσταση κουρτινών αντηλιακής προστασίας.
Γ <sub>5.3</sub>	Εγκατάσταση ενεργητικών συστημάτων αντηλιακής προστασίας.
Γ <sub>5.4</sub>	Αναβάθμιση των υπαρχόντων παθητικών συστημάτων ηλιοπροστασίας σε ενεργητικά μέσω της προσθήκης σερβοκινητήρων και υποσυστημάτων ελέγχου.
<b>Γ<sub>6</sub></b>	<b>Γενικές Προτάσεις</b>
Γ <sub>6.1</sub>	Εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού – θερμότητας.
Γ <sub>6.2</sub>	Εγκατάσταση ηλιοθερμικών συστημάτων για ψύξη - κλιματισμό (προσρόφησης, απορρόφησης, αφύγρανσης).
Γ <sub>6.3</sub>	Αποθήκευση και παραγωγή ενέργειας με συσσωρευτές και γεννήτριες (UPS) σε συνδυασμό με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.
Γ <sub>6.4</sub>	Εγκατάσταση παγοδεξαμενών για τον κλιματισμό με ταυτόχρονη χρήση νυχτερινού τιμολογίου.
Γ <sub>6.5</sub>	Στεγανοποίηση ανοιγμάτων διαφυγής θερμότητας.
Γ <sub>6.6</sub>	Αντικατάσταση μονών υαλοπινάκων με διπλούς.
Γ <sub>6.7</sub>	Εγκατάσταση θερμομόνωσης οροφής, δαπέδων, pilotis και θερμογεφυρών (υποστυλώματα, δοκοί, τοιχία κλπ.)
Γ <sub>6.8</sub>	Προσθήκη θερμομονωτικού στρώματος σε τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας που βρίσκονται πίσω από θερμαντικά στρώματα κεντρικής θέρμανσης.
<b>Γ<sub>7</sub></b>	<b>Προτάσεις Λογιστικής Διαχείρισης</b>
Γ <sub>7.1</sub>	Έλεγχος και αλλαγή τιμολογίου.

Στη συνέχεια και με βάση τις ανάγκες και τα ενεργειακά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του εξεταζόμενου κτιρίου προσδιορίζεται η Ομάδα Προκρινόμενων Προτάσεων Κτιρίου:

$\Pi_{ij,k}$ ,  $k = 1, \dots, m$ , όπου:

- $k$  δηλώνεται ο κάθε εξεταζόμενος χώρος του κτιρίου.
- $m$  είναι το πλήθος των χώρων του κτιρίου.

Οι κατηγορίες χώρων « $k$ » που ορίζονται με βάση τις ανάγκες ενός τυπικού κτιρίου είναι τέσσερις (4), όπως παρουσιάζονται ακολούθως:

- $k=1$ : Όλο το κτίριο.
- $k=2$ : Γραφεία.
- $k=3$ : Κοινόχρηστοι Χώροι.
- $k=4$ : Αποθήκες.

Με βάση το παραπάνω, το σύνολο των προτάσεων είναι:



- **Φωτισμός:** Σε περίπτωση που οι προτάσεις αφορούν στο συνολικό κτίριο ( $k=1$ ) τότε μπορούν να προκύψουν μέχρι 6 προτάσεις, ενώ σε περίπτωση που αφορούν σε επιμέρους χώρους ( $k=2,3,4$ ) μπορούν να προκύψουν μέχρι  $3*6=18$  προτάσεις.
- **Θέρμανση - Ψύξη:** Σε περίπτωση που οι προτάσεις αφορούν το συνολικό κτίριο ( $k=1$ ) τότε μπορούν να προκύψουν μέχρι 15 προτάσεις, ενώ σε περίπτωση που αφορούν επιμέρους χώρους ( $k=2,3,4$ ) μπορούν να προκύψουν μέχρι  $3*15=45$  προτάσεις.
- **Ηλεκτρομηχανολογικό Εξοπλισμό:** Σε περίπτωση που οι προτάσεις αφορούν το συνολικό κτίριο ( $k=1$ ) τότε μπορούν να προκύψουν μέχρι 7 προτάσεις, ενώ σε περίπτωση που αφορούν επιμέρους χώρους ( $k=2,3,4$ ) μπορούν να προκύψουν μέχρι  $3*7=21$  προτάσεις.
- **Προτάσεις Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας:** Εδώ όλες οι προτάσεις αφορούν το συνολικό κτίριο ( $k=1$ ), οπότε μπορούν να προκύψουν μέχρι 7 προτάσεις.
- **Προτάσεις Ηλιοπροστασίας:** Σε περίπτωση που οι προτάσεις αφορούν στο συνολικό κτίριο ( $k=1$ ) τότε μπορούν να προκύψουν μέχρι 4 προτάσεις, ενώ σε περίπτωση που αφορούν σε επιμέρους χώρους ( $k=2,3,4$ ) μπορούν να προκύψουν μέχρι  $3*4=12$  προτάσεις.
- **Γενικές Προτάσεις:** Εδώ όλες οι προτάσεις αφορούν το συνολικό κτίριο ( $k=1$ ), οπότε μπορούν να προκύψουν μέχρι 8 προτάσεις.
- **Προτάσεις Λογιστικής Διαχείρισης:** Υπάρχει μια πρόταση που αφορά το συνολικό κτίριο.

Στο παραπάνω πλαίσιο, για τον προσδιορισμό της Ομάδα Προκρινόμενων Προτάσεων Κτιρίου  $\Pi_{i,j,k}$ , διαμορφώνονται μια σειρά από διαδοχικές ερωτήσεις με στόχο να διερευνηθεί η δυνατότητα εφαρμογής των προτάσεων  $\Gamma_{ij}$  στο εξεταζόμενο κτίριο. Οι ερωτήσεις αυτές «απαντώνται» με βάση τα τεχνικά δεδομένα που τροφοδοτούν το Επίπεδο Απόφασης I.

Πιο συγκεκριμένα, όπως φαίνεται και από το Σχήμα 4.1, για κάθε μία από τις προτάσεις  $\Gamma_{ij}$ , εξετάζεται η τεχνική της συνάφεια. Η τεχνική συνάφεια ελέγχεται με βάση τους παρακάτω ελέγχους για κάθε μία από τις προτάσεις  $\Gamma_{ij}$ , και με χρήση δεδομένων που προέκυψαν κατά την ενεργειακή επιθεώρηση που προηγήθηκε.

Στη συνέχεια επιλέγεται ο χώρος του κτιρίου που θα προταθεί η συγκεκριμένη πρόταση. Συγκεκριμένα, σε περίπτωση που αφορά στο κτίριο, τότε προκύπτει η «Πρόταση  $\Pi_{i,j,1}$ », ενώ αν αφορά σε επιμέρους χώρους του κτιρίου, τότε ο προκύπτουν οι «Προτάσεις  $\Pi_{i,j,2-5}$ » και πιο συγκεκριμένα οι προτάσεις:

- Γραφεία:  $\Pi_{i,j,2}$ .
- Κοινόχρηστοι Χώροι:  $\Pi_{i,j,3}$ .
- Αποθήκες:  $\Pi_{i,j,4}$ .

Πίν. 4.2 Έλεγχος Τεχνικής Συνάφειας Προτάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας

Πρόταση	Έλεγχος
<b>Προτάσεις Φωτισμού</b>	
Γ <sub>1.1</sub>	Υπάρχουν συμβατικά στραγγαλιστικά πηνία (μαγνητικού τύπου) στα φωτιστικά σώματα;
Γ <sub>1.2</sub>	Υπάρχουν λαμπτήρες χαμηλής αποδοτικότητας δηλαδή λαμπτήρες πυράκτωσης;
Γ <sub>1.3</sub>	Υπάρχουν λαμπτήρες χαμηλής αποδοτικότητας δηλαδή λαμπτήρες πυράκτωσης;
Γ <sub>1.4</sub>	Υπάρχουν φωτιστικά σώματα φθορισμού διαμέτρων 26 mm;
Γ <sub>1.5</sub>	Έχει γίνει φωτοτεχνική μελέτη χώρων;
Γ <sub>1.6</sub>	Υπάρχουν εγκαταστάσεις συστημάτων ελέγχου της έντασης του φωτισμού («step control», «analogue control»);
<b>Προτάσεις Ψύξης - Θέρμανσης</b>	
Γ <sub>2.1</sub>	Υπάρχουν παλιοί καυστήρες και λέβητες για την παραγωγή θερμότητας;
Γ <sub>2.2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Υπάρχει σύστημα διανομής ζεστού νερού στο σύστημα ψύξης-θέρμανσης;</li> <li>· Υπάρχουν απώλειες στο σύστημα διανομής ζεστού νερού;</li> </ul>
Γ <sub>2.3</sub>	Υπάρχει σύστημα αυτομάτου ελέγχου καύσης;
Γ <sub>2.4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Υπάρχουν ανεμιστήρες και αντλίες;</li> <li>· Υπάρχουν ρυθμιστές στροφών στους υπάρχοντες σε ανεμιστήρες και αντλίες;</li> </ul>
Γ <sub>2.5</sub>	Υπάρχουν απώλειες στο δίκτυο θέρμανσης – ψύξης;
Γ <sub>2.6</sub>	Λειτουργούν σωστά οι θερμοστατικοί διακόπτες;
Γ <sub>2.7</sub>	Υπάρχει κεντρικό σύστημα ελέγχου των συστημάτων ψύξης – θέρμανσης;
Γ <sub>2.8</sub>	Υπάρχουν καταγραφικά - μετρητικά συστήματα, για τη παρακολούθηση και καταγραφή της ποιότητας του αέρα;
Γ <sub>2.9</sub>	Υπάρχουν καταγραφικά - μετρητικά συστήματα, για τη παρακολούθηση και καταγραφή των ενεργειακών μεγεθών που επηρεάζουν την απόδοση των ψυκτικών εγκαταστάσεων;
Γ <sub>2.10</sub>	Υπάρχουν εναλλάκτες θερμότητας αέρα – νερού στο λέβητα;
Γ <sub>2.11</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Υπάρχουν πύργοι ψύξης στο κτίριο;</li> <li>· Οι υπάρχοντες πύργοι ψύξης έχουν χαμηλή απόδοση;</li> </ul>
Γ <sub>2.12</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Υπάρχουν ψύκτες στο κτίριο;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Λειτουργούν αποδοτικά;</li> </ul>
Γ <sub>2.13</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Υπάρχουν ψύκτες στο κτίριο;</li> <li>· Λειτουργούν αποδοτικά;</li> </ul>
Γ <sub>2.14</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Υπάρχει λέβητας στο κτίριο;</li> <li>· Υπάρχει δίκτυο φυσικού αερίου κοντά στο κτίριο;</li> </ul>
Γ <sub>2.15</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Υπάρχει εγκατάσταση ψύξης;</li> <li>· Υπάρχει δίκτυο φυσικού αερίου κοντά στο κτίριο;</li> </ul>
<b>Προτάσεις Ηλεκτρομηχανολογικού Εξοπλισμού</b>	
Γ <sub>3.1</sub>	Υπάρχει εγκατάσταση αυτόματου συστήματος διόρθωσης του συντελεστή ισχύος μέσω αντιστάθμισης με την παράλληλη ζεύξη πυκνωτών;
Γ <sub>3.2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Υπάρχουν συμπιεστές αέρα;</li> <li>· Λειτουργούν αποδοτικά;</li> </ul>
Γ <sub>3.3</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Υπάρχουν κινητήρες;</li> <li>· Υπάρχουν διατάξεις ομαλής εκκίνησής («soft starters»);</li> </ul>
Γ <sub>3.4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Υπάρχει σύστημα δημιουργίας πεπιεσμένου αέρα;</li> <li>· Υπάρχουν απώλειες σε αυτό;</li> </ul>
Γ <sub>3.5</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Υπάρχει δίκτυο διανομής ισχύος;</li> <li>· Οι μετασχηματιστές ή αυτομετασχηματιστές λειτουργούν ικανοποιητικά;</li> </ul>
Γ <sub>3.6</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Υπάρχει δίκτυο διανομής ισχύος;</li> <li>· Καλύπτει τις ανάγκες των χρηστών;</li> </ul>
Γ <sub>3.7</sub>	Υπάρχει σύστημα αναλυτικής καταγραφής ηλεκτρικών καταναλώσεων;
<b>Προτάσεις Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας</b>	
Γ <sub>4.1</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>· Υπάρχει φωτοβολταϊκό σύστημα για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου;</li> </ul>
Γ <sub>4.2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>· Υπάρχει ανεμογεννήτρια για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου;</li> </ul>
Γ <sub>4.3</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>· Υπάρχει γεωθερμικό σύστημα (αντλία θερμότητας) για ψύξη - κλιματισμό;</li> </ul>
Γ <sub>4.4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Υπάρχει σύστημα υβριδικής μορφής γεωθερμίας με ηλιοθερμικό σύστημα για ψύξη - κλιματισμό;</li> </ul>
Γ <sub>4.5</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>Υπάρχει σύστημα βιομάζας (καύση ξύλου) για θέρμανση;</li> </ul>
Γ <sub>4.6</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>Υπάρχει σύστημα υβριδικής μορφής βιομάζας με ηλιοθερμικό σύστημα για θέρμανση;</li> </ul>
Γ <sub>4.7</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>Υπάρχει ηλιακό σύστημα για θέρμανση νερού (ηλιακοί θερμοσίφωνες);</li> </ul>
Γ <sub>4.16</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>Υπάρχουν θερμομονωτικές κουρτίνες;</li> </ul>
<b>Προτάσεις Ηλιοπροστασίας</b>	
Γ <sub>5.1</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>Υπάρχουν μεμβράνες αντηλιακής προστασίας;</li> </ul>
Γ <sub>5.2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>Υπάρχουν κουρτίνες αντηλιακής προστασίας;</li> </ul>
Γ <sub>5.3</sub>	Υπάρχουν στο κτίριο ενεργητικά συστήματα αντηλιακής προστασίας;
Γ <sub>5.4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Υπάρχουν στο κτίριο παθητικά συστήματα αντηλιακής προστασίας;</li> <li>Είναι δυνατή η αναβάθμισή των σε ενεργητικά μέσω προσθήκης σερβοκινητήρων και υποσυστημάτων ελέγχου;</li> </ul>
<b>Γενικές Προτάσεις</b>	
Γ <sub>6.1</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>Υπάρχει σύστημα συμπαράγωγής ηλεκτρισμού - θερμότητας;</li> </ul>
Γ <sub>6.2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>Υπάρχει ηλιοθερμικό συστημάτων για ψύξη - κλιματισμό (προσρόφησης, απορρόφησης, αφύγρανσης);</li> </ul>
Γ <sub>6.3</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>Υπάρχει αποθήκευση και παραγωγή ενέργειας με συσσωρευτές και γεννήτριες (UPS) σε συνδυασμό με Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας;</li> </ul>
Γ <sub>6.4</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>Υπάρχουν παγοδεξαμενές για τον κλιματισμό με ταυτόχρονη χρήση νυχτερινού</li> </ul>

	τιμολογίου;
Γ <sub>6.5</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>· Είναι στεγανοποιημένα τα ανοίγματα διαφυγής θερμότητας;</li> </ul>
Γ <sub>6.6</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>· Υπάρχουν μονοί υαλοπινάκων;</li> </ul>
Γ <sub>6.7</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>· Υπάρχει θερμομόνωση για την οροφή, τα δάπεδα, τις pilotis και τις θερμογεφυρών (υποστυλώματα, δοκοί, τοίχια κλπ.);</li> </ul>
Γ <sub>6.8</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Είναι υψηλή η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου;</li> <li>· Υπάρχει θερμομονωτικό στρώμα σε τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας που βρίσκονται πίσω από θερμαντικά στρώματα κεντρικής θέρμανσης;</li> </ul>
<b>Προτάσεις Λογιστικής Διαχείρισης</b>	
Γ <sub>7.1</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Έχει γίνει έλεγχος τιμολογίου;</li> <li>· Είναι το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας υψηλό σε σχέση με την κατανάλωση;</li> </ul>

#### 4.4 Υλοποίηση Επιπέδου Απόφασης II

Κάθε μία πρόταση από την ομάδα προκρινόμενων προτάσεων, όπως αυτές προσδιορίστηκαν σύμφωνα με τα προηγούμενα βήματα, εισέρχεται στα επόμενα στάδια του συστήματος για να εξεταστεί η καταλληλότητα της μέσα από μια σειρά από τους παρακάτω ελέγχους.

##### ➤ Έλεγχος Οικονομικότητας

Ο έλεγχος οικονομικότητας έχει σα στόχο την οικονομική αξιολόγηση των έργων ενεργειακής βελτίωσης, έτσι ώστε να προσδιοριστούν εκείνες που εξασφαλίζουν το βέλτιστο όφελος με τον μικρότερο επενδυτικό κίνδυνο. Ο έλεγχος αυτός θα βασίζεται σε τέσσερις επιμέρους ελέγχους, που παρουσιάζονται ακολούθως:

Η **Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)** είναι το συνολικό καθαρό όφελος μιας επένδυσης, που προκύπτει ως διαφορά μεταξύ του λειτουργικού οφέλους και του συνόλου των δαπανών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της επένδυσης. Όλα τα ποσά εκφράζονται σε παρούσα αξία, ανηγμένη συνήθως στην αρχή του πρώτου έτους λειτουργίας της επένδυσης. Η καθαρή παρούσα αξία

προσδιορίζεται από την εξίσωση: 
$$NPV = -K + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+d)^t}$$
 όπου:

- K: Αρχικό επενδυτικό κόστος, που περιλαμβάνει το κόστος εγκατάστασης, ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, σχετιζόμενων μελετών κ.α.
- F<sub>t</sub>: Ετήσιο καθαρό όφελος, που περιλαμβάνει το όφελος που προκύπτει από διαφορά της επιτυγχανόμενης εξοικονόμησης ενέργειας, με το ετήσιο κόστος συντήρησης.

- N: Οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης.
- d: Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία.

Οι προτάσεις που θεωρούνται οικονομικά βιώσιμες μέσα από αυτό τον έλεγχο είναι αυτές που έχουν  $NPV > 0$ . Οι προτάσεις που έχουν  $NPV \leq 0$  δεν θεωρούνται βιώσιμες.

Ο **Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA)** είναι η τιμή του επιτοκίου αγοράς που μηδενίζει την παρούσα αξία για την εξεταζόμενη πρόταση. Προσδιορίζεται ως η λύση της εξίσωσης:  $NPV_{(d=IRR)} = 0$ .

Όταν η απόδοση κεφαλαίου (IRR) είναι μεγαλύτερη από το επιτόκιο αναγωγής (d) η επένδυση είναι αποδεκτή, ενώ όταν συμβαίνει το αντίθετο η επένδυση απορρίπτεται. Με δεδομένο ότι για την παρούσα εργασία το επιτόκιο αναγωγής λαμβάνεται ως 3%, η πρόταση θεωρείται οικονομικά βιώσιμη όταν  $IRR \geq 3$  και απορρίπτεται όταν  $IRR < 3$ .

Η **Απλή Περίοδος Αποπληρωμής (ΑΠΑ)** είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της πρότασης, αγνοώντας την επίδραση του επιτοκίου αναγωγής. Προσδιορίζεται σύμφωνα με τη σχέση:  $ΑΠΑ = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}}$ .

Η **Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ)** είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της πρότασης. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:  $NPV_{(N=DPB)} = 0$ .

Μια πρόταση που περνά από αυτό τον έλεγχο θεωρείται οικονομικά βιώσιμη εάν η τιμή της έντοκης περιόδου αποπληρωμής ( $N = DPB$ ) ικανοποιεί τις προσδοκίες του επενδυτή ως προς τον χρόνο αποπληρωμής. Σε αυτό τον έλεγχο πρέπει να ληφθεί υπόψη και το αρχικό επενδυτικό κόστος της πρότασης (K). Σε αυτό το πλαίσιο, οι προτάσεις που θεωρούνται οικονομικά βιώσιμες είναι αυτές που έχουν  $DPB \leq 10$  χρόνια.

Με χρήση των παραπάνω ελέγχων διαμορφώνονται τρεις λίστες οικονομικά βιώσιμων προτάσεων, που περιλαμβάνουν τα αποτελέσματα από τους παραπάνω ελέγχους. Συγκεκριμένα, οι οικονομικά βιώσιμες προτάσεις ανάλογα με τον αντίστοιχο έλεγχο είναι εκείνες που παρουσιάζουν είτε τη μεγαλύτερη ΚΠΑ για την ίδια πάντα χρονική διάρκεια ζωής της επένδυσης, είτε εκείνες με το μεγαλύτερο EBA, είτε όσες παρουσιάζουν τη μικρότερη ΕΠΑ. Ουσιαστικά, με αυτό τον τρόπο διαμορφώνεται η ιεραρχημένη τελική λίστα προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, μη λαμβάνοντας υπόψη τις ευεργετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις των ομώνυμων επενδύσεων.

#### ➤ **Επιπλέον Έλεγχος**

Ο επιπλέον προαιρετικός έλεγχος έχει να κάνει με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις της πρότασης. Ο έλεγχος αφορά στη δυνατότητα αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της εξεταζόμενης πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη τις παραμέτρους που έχουν να κάνουν με τις εξελίξεις αλλά και τις ευκαιρίες της κλιματικής αλλαγής.

Με αυτό τον τρόπο θα αξιολογούνται οι συντελεστές εκπομπών των υπό εξέταση προτάσεων και θα λαμβάνεται υπόψη το «επιπρόσθετο οικονομικό κέρδος» από την αγορά του άνθρακα.

Η τιμή της αγοράς άνθρακα έχει διακυμάνσεις που ακολουθούν τους κανόνες της προσφοράς και της ζήτησης του αναπτυσσόμενου συστήματος εμπορίας εκπομπών. Ουσιαστικά, μια διακύμανση της τιμής του άνθρακα από 2 σε 10 Ευρώ ανά τόνο αυξάνει τον ΕΒΑ του έργου περίπου κατά 8%.

Η τιμή αγοράς του άνθρακα έχει παρουσιάσει σημαντική άνοδο από την χρονική περίοδο που υπογράφηκε το Πρωτόκολλο του Κιότο (Φεβρουάριος του 2005) και σήμερα κυμαίνεται περίπου στα 25 €.

Ουσιαστικά, οι μειώσεις εκπομπών στη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου και η πώλησή τους μπορεί να αυξήσει σημαντικά την οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης. Έτσι, η επιπρόσθετη εισροή χρηματοδότησης μπορεί να μετατρέψει μια αδιάφορη ενεργειακή δράση σε οικονομικά ελκυστική.

Θα πρέπει να τονιστεί όμως ότι η ροή άνθρακα δεν μπορεί να αλλάξει τελείως την «οικονομική απόδοση» ενός έργου, ούτε να το μετατρέψει από μη-βιώσιμο σε ιδιαίτερα κερδοφόρο (πολύ μικρή περίοδος αποπληρωμής). Αυτό συμβαίνει διότι οι τα κέρδη από την τιμή του άνθρακα, σε σχέση πάντα με την τιμή τους, αποτελούν περίπου το 5% με 30% του αρχικού κόστους του έργου.

Σε αυτό το πλαίσιο, ο έλεγχος αυτός θα βασίζεται στην αύξηση των ετήσιων εισροών που δημιουργεί η επιπρόσθετη ροή από την πώληση των επιτυγχανόμενων μειώσεων εκπομπών στην ΕΠΑ. Αν η διαφορά της ΕΠΑ «χωρίς» και «λαμβάνοντας υπόψη» την επιπρόσθετη εισροή είναι μεγαλύτερη από 1 (ένα) έτος, τότε η πρόταση θεωρείται περιβαλλοντική φιλική και ενσωματώνεται στην ομώνυμη λίστα προτάσεων.

Οι τέσσερις επιμέρους έλεγχοι που πραγματοποιήθηκαν κατά τον έλεγχο οικονομικότητας επαναλαμβάνονται με νέο δεδομένο ότι στις ετήσιες καθαρές ροές υπεισέρχεται το ετήσιο επιπρόσθετο όφελος από τη ροή άνθρακα, που υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$[\text{€}] = \text{Ετήσιες Μειώσεις Εκπομπών Αερίων Θερμοκηπίου [t CO2-eq]} \times \text{Τιμή Άνθρακα [€/ t CO2-eq]}$$

#### **4.5 Εφαρμογή σε Κτίριο Γραφείων & Επιλογή Τελικών Προτάσεων**

Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης, το εξεταζόμενο κτίριο είναι το κτίριο γραφείων της εταιρείας ΖΗΝΩΝ στα Γλυκά Νερά.

Με τη βάση τα αποτελέσματα του Επιπέδου Απόφασης Ι, οι προκρινόμενες προτάσεις  $\Pi_{i,j,k}$  που διαμορφώθηκαν, για το φωτισμό, τη θέρμανση και ψύξη, τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, την ηλιοπροστασία, και οι γενικές προτάσεις για κάθε έναν από τους χώρους του κτιρίου, καθώς και η πρόταση λογιστικής διαχείρισης, παρουσιάζονται στον ακόλουθο Πίνακα 4.3.

Πίν. 4.3 Προκρινόμενες Προτάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας

<u>A/A</u>	<u>Τίτλος</u>
<b>Γ<sub>1</sub></b>	<b>Προτάσεις Φωτισμού</b>
Γ <sub>1.1</sub>	Αντικατάσταση μαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων (ballast) των λαμπτήρων φθορισμού με νέα αποδοτικότερα, ηλεκτρονικού τύπου, στην αποθήκη.
Γ <sub>1.2</sub>	Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού στις τουαλέτες.
Γ <sub>1.3</sub>	Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού σε κοινόχρηστους χώρους.
Γ <sub>1.4</sub>	Αντικατάσταση υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες φθορισμού διαμέτρου 26mm με νέα κατάλληλα για πιο σύγχρονους λαμπτήρες διαμέτρου 16mm, στους χώρους των γραφείων.
Γ <sub>1.5</sub>	Μελέτη φωτισμού - επανασχεδιασμός εγκατάστασης φωτισμού της αίθουσας συνεδριάσεων.
Γ <sub>1.6</sub>	Εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου της έντασης του τεχνητού φωτισμού (analogue control) στους χώρους των γραφείων.
<b>Γ<sub>2</sub></b>	<b>Προτάσεις Ψύξης - Θέρμανσης</b>
Γ <sub>2.*</sub>	---
<b>Γ<sub>3</sub></b>	<b>Προτάσεις Ηλεκτρομηχανολογικού Εξοπλισμού</b>
Γ <sub>3.1</sub>	Εγκατάσταση αυτόματου συστήματος διόρθωσης του συντελεστή ισχύος μέσω αντιστάθμισης, με την παράλληλη ζεύξη πυκνωτών.
Γ <sub>3.2</sub>	Συντήρηση – αντικατάσταση των συμπιεστών αέρα.
Γ <sub>3.3</sub>	Εισαγωγή διατάξεων ομαλής εκκίνησης κινητήρα («soft starters»).
Γ <sub>3.4</sub>	Επισκευή – αντικατάσταση του συστήματος δημιουργίας πεπιεσμένου αέρα για την αποφυγή απωλειών.
Γ <sub>3.5</sub>	Αναβάθμιση των μετασχηματιστών ή αυτομετασχηματιστών στο δίκτυο διανομής ισχύος μιας εγκατάστασης.
Γ <sub>3.6</sub>	Τοπογραφική βελτίωση των κυκλωμάτων στο δίκτυο διανομής ισχύος μιας εγκατάστασης.
Γ <sub>3.7</sub>	Μόνιμο σύστημα αναλυτικής καταγραφής ηλεκτρικών καταναλώσεων.
<b>Γ<sub>4</sub></b>	<b>Προτάσεις Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας</b>
Γ <sub>4.1.1</sub>	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου, με χαρακτηριστικό την πλήρη κάλυψη του ελεύθερου εμβαδού της ταράτσας.



Γ <sub>4.1.2</sub>	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μέσου κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.
Γ <sub>4.1.3</sub>	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μικρού κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.
Γ <sub>4.2</sub>	Εγκατάσταση μικρής ανεμογεννήτριας για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.
<b>Γ<sub>5</sub></b>	<b>Προτάσεις Ηλιοπροστασίας</b>
Γ <sub>5.1</sub>	Εγκατάσταση μεμβρανών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.
Γ <sub>5.2</sub>	Εγκατάσταση κουρτινών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.
Γ <sub>5.4</sub>	Επισκευή συστήματος αυτόματης ρύθμισης κλίσης υπάρχουσας εξωτερικής διάταξης σκίασης για τα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.
<b>Γ<sub>6</sub></b>	<b>Γενικές Προτάσεις</b>
Γ <sub>6.*</sub>	---
<b>Γ<sub>7</sub></b>	<b>Προτάσεις Λογιστικής Διαχείρισης</b>
Γ <sub>7.1</sub>	Έλεγχος και αλλαγή τιμολογίου.

Από το πλήθος των προτάσεων του παραπάνω πίνακα διαφαίνεται ότι υπάρχουν περιθώρια περαιτέρω εξοικονόμησης ενέργειας στο υφιστάμενο κτίριο γραφείων, παρόλο που σε γενικές γραμμές ενσωματώνει ιδιαίτερα σύγχρονο εξοπλισμό σε κάθε κατηγορία προτάσεων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας δεν περιλαμβάνεται η οικονομική αξιολόγηση και κατά συνέπεια η υλοποίηση του επιπέδου απόφασης II για τη γενική κατηγορία προτάσεων και την ομώνυμη θέρμανσης-ψύξης. Για την κατηγορία προτάσεων ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού δεν προέκυψε καμία προκρινόμενη πρόταση καθώς ο εγκατεστημένος στο κτίριο εξοπλισμός δεν επιδέχεται αλλαγές και βελτιώσεις (είναι ήδη βελτιστοποιημένος). Για τις υπόλοιπες κατηγορίες τα αποτελέσματα αξιολόγησης των προτάσεων παρουσιάζονται αναλυτικά στα ακόλουθα κεφάλαια.



---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>**

### ***« Αξιολόγηση Προτάσεων Φωτισμού »***

---



## 5.1 Εισαγωγή

Ο τομέας του φωτισμού αποτελεί σημαντικότατο παράγοντα που επιδρά στη λειτουργικότητα και κατά συνέπεια στην παραγωγικότητα μιας επιχείρησης. Ιδιαίτερα στα κτίρια γραφείων, όπου η φύση της εργασίας απαιτεί υψηλά επίπεδα φωτεινότητας και καλής ποιότητας φωτισμό, οι εγκατάσταση φωτισμού οφείλει να είναι πολύ προσεγμένη, εκτός του προαναφερθέντος και για έναν ακόμη λόγο.

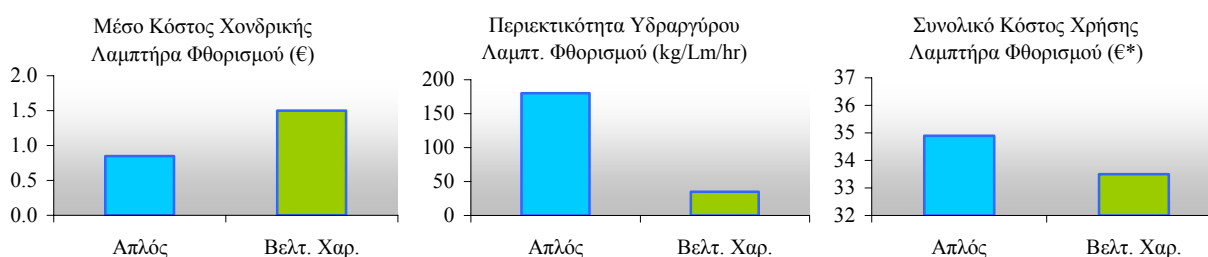
Στα κτίρια γραφείων η εγκατάσταση φωτισμού απορροφά σημαντικά ποσά ενέργειας με αποτέλεσμα να αποτελεί μια από τις περισσότερο ενεργοβόρες καταναλώσεις του κτιρίου. Συνεπώς και ανάλογα με την εγκατεστημένη τεχνολογία φωτισμού υπάρχουν μεγάλα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας που φτάνουν και το 80%.

Αναλυτικότερα η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα του φωτισμού έχει επιφέρει την αύξηση της απόδοσης της φωτεινότητας των λαμπτήρων συμπεριλαμβανομένου και του παρελκόμενου εξοπλισμού τροφοδοσίας μέχρι και τα 90 lm/W, σε σχέση με τα 20 lm/W ενός συνηθισμένου λαμπτήρα πυρακτώσεως, με παράλληλη μείωση των θερμικών απωλειών και επέκταση του ορίου ζωής των.

Επιπρόσθετα η δυνατότητα ρύθμισης της έντασης φωτισμού (dimming) έχει πλέον βελτιστοποιηθεί για όλες τις τεχνολογίες φωτισμού και δύναται να εφαρμοστεί αυτόματα μέσω αυτόματου συστήματος ελέγχου της φωτεινής έντασης, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας μέχρι και κατά 60% (στην περίπτωση συνδυασμένου ελέγχου παρουσίας προσωπικού και φωτεινότητας χώρου λόγω φυσικού φωτισμού).

Σε ότι αφορά το κόστος των τεχνολογιών φωτισμού και εφαρμογής τεχνικών ελέγχου και βελτιστοποίησης των συνθηκών φωτισμού σε ένα κτίριο, αυτό ποικίλει ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των αλλά και τα οικολογικά και οικονομικά οφέλη (εξοικονόμησης) που αναμένεται να αποδώσουν κατά τον χρόνο ζωής των, αλλά σε γενικές γραμμές τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει σταθεροποιητική τάση. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ενώ ένας λαμπτήρας φθορισμού βελτιωμένων χαρακτηριστικών διαμέτρου 25mm κοστίζει σχεδόν διπλάσια από έναν αντίστοιχο απλό, αποσβένει πιο γρήγορα και επιβαρύνει σημαντικά λιγότερο το περιβάλλον, όπως φαίνεται και από τα ακόλουθα διαγράμματα.

**Σχ. 5.1 Συγκριτικά διαγράμματα λαμπτήρων φθορισμού διαφορετικών τεχνολογιών.**



\* λειτουργία με μαγνητικό στραγγαλιστικό πηνίο κατά το 80% του χρόνου ζωής του λαμπτήρα.

ΠΗΓΗ: PHILIPS LIGHTING

Σε γενικές γραμμές η υπάρχουσα εγκατάσταση φωτισμού του κτιρίου είναι αρκετά σύγχρονη και για τα ελληνικά δεδομένα κρίνεται ιδιαίτερα προχωρημένη, καθώς έχει ενσωματώσει την τελευταία τεχνολογία στον χώρο του φωτισμού σε συνδυασμό με τις τελευταίες τεχνικές αυτόματου ελέγχου της φωτεινότητας (παρόλο που το σύστημα δεν είναι ενεργοποιημένο).

Πιο συγκεκριμένα και σύμφωνα με τον πίνακα στο *Παράρτημα IV*

- ❖ Όλα τα φωτιστικά σώματα είναι υψηλής απόδοσης.
- ❖ Σχεδόν το σύνολο των λαμπτήρων είναι υψηλής απόδοσης φωτεινότητας (λαμπτήρες φθορισμού και εκκενώσεως – ελάχιστοι λαμπτήρες πυρακτώσεως και αλογόνου).
- ❖ Σχεδόν το σύνολο των στραγγαλιστικών πηνίων είναι ηλεκτρονικές διατάξεις υψηλής συχνότητας και απόδοσης με δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινής έντασης.

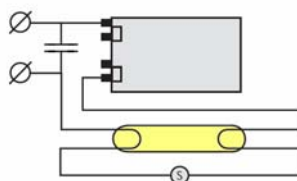
Σύμφωνα με τα παραπάνω, παρόλο που τα περιθώρια βελτίωσης της εγκατάστασης φωτισμού της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. είναι περιορισμένα, αξίζει να διερευνηθεί η πιθανή εφαρμογή προτάσεων περαιτέρω βελτίωσης της αποδοτικότητας της και να αξιολογηθεί η βιωσιμότητα των.

## 5.2 Αντικατάσταση μαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων (ballast) των λαμπτήρων φθορισμού με νέα αποδοτικότερα, ηλεκτρονικού τύπου, στην αποθήκη.

### 5.2.1 Πλαίσιο Πρότασης

Η αντικατάσταση των συμβατικών στραγγαλιστικών πηνίων με νέα ηλεκτρονικού τύπου, προσδίδει σημαντικές βελτιώσεις στην εγκατάσταση φωτισμού, εκτός της δυνατότητας εξοικονόμησης ενέργειας μέχρι και 25%, υπό ονομαστική φωτεινή ροή. 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.

Στην αποθήκη του κτιρίου γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. τα εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα διαθέτουν συμβατικά (μαγνητικά) στραγγαλιστικά πηνία, που αντιστοιχούν ένα για κάθε φωτιστικό σώμα και λαμπτήρα όπως στο σχηματικό διάγραμμα που ακολουθεί.



**Σχ. 5.2 Διάγραμμα συνδεσμολογίας συμβατικών στραγγαλιστικών πηνίων των φωτιστικών σωμάτων 1x58, που είναι εγκατεστημένα στην αποθήκη.**

Υπό συνθήκες ονομαστικής λειτουργίας, η αυτοκατανάλωση του κάθε στραγγαλιστικού πηνίου στη συγκεκριμένη συνδεσμολογία με πυκνωτή 6,5  $\mu\text{F}$ , σύμφωνα με στοιχεία του κατασκευαστή, ανέρχεται στα 25W, και η κατανάλωση του φωτιστικού σώματος κυμαίνεται στα 75W.

Σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των προτεινόμενων νέων ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών διατάξεων, για τις οποίες ισχύει το ίδιο διάγραμμα συνδεσμολογίας, η κατανάλωση του φωτιστικού σώματος στο οποίο θα ενσωματωθούν θα κυμαίνεται στα 50W. Συνεπώς η αναμενόμενη εξοικονομούμενη ενέργεια ανά φωτιστικό είναι 25W.

Στο χώρο της αποθήκης υπάρχουν 16 φωτιστικά σώματα 1x58 με ενσωματωμένα συμβατικά στραγγαλιστικά πηνία.

Η εφαρμογή της πρότασης αντικατάστασης του συνόλου των συμβατικών στραγγαλιστικών πηνίων με νέες ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις θα επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 100 kWh σε ετήσια βάση  $\{16 \cdot 25\text{W} \cdot 1\text{h/d} \cdot 250\text{d/y} = 100\text{ kWh}\}$ , τιμή που αντιστοιχεί σε ετήσια ποσοστιαία εξοικονόμηση ίση με 0,09 %.

Σε ότι αφορά το συνολικό κόστος υλοποίησης της προτεινόμενης λύσης, αυτό ανέρχεται σε 416 €, και αναλύεται περαιτέρω στον ακόλουθο πίνακα. Από το κόστος αυτό θα αφαιρεθεί η απομένουσα αξία του υπάρχοντος εξοπλισμού, ο οποίος είναι πλήρως λειτουργικός και μάλιστα σε πολύ καλή κατάσταση, που υπολογίζεται σε 16 €. Το αποτέλεσμα του αλγεβρικού αθροίσματος αποτελεί το τελικό συνολικό κόστος υλοποίησης της προτεινόμενης λύσης και ανέρχεται σε 400 €.

**Πιν. 5.1 Ανάλυση κόστους εγκατάστασης**

Εξοπλισμός	Κόστος (€)
Ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις	400
Μετατροπή συνδεσμολογίας φωτιστικού σώματος και Εγκατάσταση	16
Σύνολο	416
Απομένουσα αξία υπάρχοντα εξοπλισμού	-16
Τελικό Σύνολο	400

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 400 €.
- ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3,0 %.
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι: 9,40 €  
 $\{ 100 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 9,40 \text{ €} \}$   
 Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.
- ◆ Οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες θεωρούνται αμελητέες.
- ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 12 έτη.

### 5.2.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

#### ➤ *Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ).*

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{400}{9,4} = 42,6 \text{ έτη}$$



➤ **Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)**

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρουσών αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -284,47 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

$A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους  $t$

$i$  : το επιτόκιο αναγωγής

$n$  : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

**Πίν. 5.2 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγγόμενες Ταμειακές Ροές
0	-400.00 €	-400.00 €
1	9.40 €	9.12 €
2	9.77 €	9.21 €
3	10.16 €	9.30 €
4	10.57 €	9.39 €
5	10.99 €	9.48 €
6	11.43 €	9.58 €
7	11.89 €	9.67 €
8	12.37 €	9.76 €
9	12.86 €	9.86 €
10	13.38 €	9.95 €
11	13.91 €	10.05 €
12	14.47 €	10.15 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-284.47 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση κρίνεται οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$ΚΠΑ_{(N=EPA)} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη  $N=EPA$  υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς  $N$ .

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από την επέκταση του πίνακα 5.2 προκύπτει ότι:

ο Για  $N=36 \rightarrow ΚΠΑ = -9,05 \text{ €}$ .

ο Για  $N=37 \rightarrow ΚΠΑ = 3,87 \text{ €}$

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι  $ΚΠΑ = 0$  για  $N = EPA = 36,7$  έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (EBA)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο EBA, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο EBA υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια): EBA = -12,61 %.

**5.2.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.**

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub> : 25,00 € / t CO<sub>2</sub>-eq
- ◆ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει : 0,08 t CO<sub>2</sub>-eq  
 $\{100 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \frac{\text{t CO}_2\text{-eq}}{\text{kWh}} = 0,08 \text{ t CO}_2\text{-eq}\}$
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub>, είναι : 2,00 €  
 $\{0,08 \text{ t CO}_2\text{-eq} \cdot 25,00 \frac{\text{€}}{\text{t CO}_2\text{-eq}} = 2,00 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:

➤ **Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ).**

Η απλή περίοδος αποπληρωμής επισπεύστηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΑΠΑ = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{400}{9,4} = 42,6 \text{ έτη}$$

➤ **Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)**

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει ελαφρώς βελτιωμένη και ίση με:

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -259,88 \text{ €}$$

Οι καθαρές ταμειακές ροές καθ' όλη τη διάρκεια του θεωρούμενου χρόνου ζωής της επένδυσης, από τις οποίες προκύπτει η καθαρή παρούσα αξία της, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίν. 5.3 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγγμένες Ταμειακές Ροές
0	-400.00 €	-400.00 €
1	11.40 €	11.07 €
2	11.85 €	11.17 €
3	12.33 €	11.28 €
4	12.82 €	11.39 €
5	13.33 €	11.50 €
6	13.87 €	11.61 €
7	14.42 €	11.73 €
8	15.00 €	11.84 €
9	15.60 €	11.96 €
10	16.22 €	12.07 €
11	16.87 €	12.19 €
12	17.55 €	12.31 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-259.88 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία, αν και λίγο αυξημένη, προκύπτει πάλι αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση παραμένει οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής.(ΕΠΑ)**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής επισπεύτηκε αισθητά, καθώς προκύπτει ίση με:

$$\text{ΚΠΑ (N = ΕΠΑ)} = 0 \quad \Rightarrow \quad \text{ΕΠΑ} = 31,1 \text{ έτη}$$

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης.(ΕΒΑ)**

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης αν και βελτιωμένος παραμένει αρνητικός και ίσος με:

$$\text{ΕΒΑ} = 10,56 \%$$

### 5.2.4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίν. 5.4 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	42,6 έτη	35,1 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	36,7 έτη	31,1 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	-284,47 €	-259,88 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	-12,61 %	-10,56 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση δεν θεωρείται συμφέρουσα για την επιχείρηση, τουλάχιστον σε πρώτη φάση.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η λειτουργία των φωτιστικών στην αποθήκη είναι πολύ περιορισμένη (μόλις 1 ώρα ανά εργάσιμη ημέρα) ώστε να δικαιολογεί την εν λόγω επένδυση. Αν όμως ο χρόνος λειτουργίας των αυξηθεί σημαντικά στο μέλλον η πρόταση θα πρέπει να επανεξεταστεί.

### 5.3 Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού στις τουαλέτες.

#### 5.3.1 Πλαίσιο Πρότασης

Η αντικατάσταση των υπαρχόντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας με αποδοτικότερους λαμπτήρες προσδίδει σημαντική δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας μέχρι και 80%, ανάλογα με το συνδυασμό αντικαθιστάμενων και αντικαταστατών λαμπτήρων.

Στον ευρύτερο χώρο των τουαλετών του κτιρίου της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. υπάρχουν εγκατεστημένοι τριών διαφορετικών τεχνολογιών λαμπτήρες:

- ❖ Λαμπτήρες φθορισμού των 18W, συνολικής κατανάλωσης μαζί με την ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη 21W, με συνολική απόδοση φωτεινότητας 57 lm/W (απόδοση φωτεινότητας μόνο του λαμπτήρα 67 lm/W), και μέσου χρόνου ζωής 12.000 h.
- ❖ Προβολάκια αλογόνου των 50W, με απόδοση φωτεινότητας 20 cd/W, και μέσου χρόνου ζωής 2.500 h.
- ❖ Λαμπτήρες πυρακτώσεως των 60W, με απόδοση φωτεινότητας 10 lm/W, και μέσου χρόνου ζωής 1.000 h.

Είναι προφανές ότι για κάποιους από τους προαναφερθέντες λαμπτήρες υπάρχουν σημαντικά περιθώρια περιορισμού της κατανάλωσης ενέργειας χωρίς μείωση της φωτεινής ισχύος. Συγκεκριμένα προτείνεται, κατά αντιστοιχία των υπαρχόντων τύπων λαμπτήρων:

- ❖ Διατήρηση των λαμπτήρων φθορισμού των 18W, με τις ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις.
- ❖ Αντικατάσταση των σποτ αλογόνου των 50W, με προβολάκι συμπαγούς λαμπτήρα φθορισμού ισχύος 20W, απόδοσης φωτεινότητας 22,5 cd/W, μέσου χρόνου ζωής 15.000 h και κόστους απόκτησης 10,00 €.
- ❖ Αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως των 60W, με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού ισοδύναμης φωτεινής ισχύος και κατανάλωσης μόλις 9W, με απόδοση φωτεινότητας 67 lm/W, μέσου χρόνου ζωής 6.000 h και κόστους απόκτησης 3,50 €.

Στους χώρους των τουαλετών υπάρχουν συνολικά 4 προβολάκια αλογόνου των 50W και 4 λαμπτήρες πυρακτώσεως των 60W.

Σύμφωνα με τα βελτιωμένα τεχνικά χαρακτηριστικά των προτεινόμενων νέων λαμπτήρων η αναμενόμενη συνολική εξοικονομούμενη ενέργεια, κατά περίπτωση, είναι:

- ❖ Νέα προβολάκια συμπαγούς λαμπτήρα φθορισμού:  $4 \cdot (50-20)W \cdot 11h/d \cdot 250d/y = 330 \text{ kWh}$
- ❖ Νέοι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού:  $4 \cdot (60-9)W \cdot 7h/d \cdot 250d/y = 357 \text{ kWh}$

Η εφαρμογή της πρότασης αντικατάστασης των λαμπτήρων χαμηλής απόδοσης με νέους αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού θα επιφέρει συνολική εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 687 kWh σε ετήσια βάση, τιμή που αντιστοιχεί σε ετήσια ποσοστιαία εξοικονόμηση ίση με 0,62 %.

Επίσης χάρη στην παρατεταμένη διάρκεια ζωής των νέων βελτιωμένης απόδοσης λαμπτήρων αναμένεται μείωση των εξόδων για απόκτηση λαμπτήρων προς αντικατάσταση των καμένων. Σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των λαμπτήρων η μέση διάρκεια μη προβληματικής λειτουργίας, κατά περίπτωση, είναι:

❖ Νέα προβολάκια συμπαγούς λαμπτήρα φθορισμού:  $15.000 \text{ h} / (11 \text{ h/d} \cdot 250 \text{ d/y}) \approx 5,5 \text{ έτη}$

ενώ για τα προβολάκια αλογόνου η αντίστοιχη διάρκεια είναι:  $2.500 \text{ h} / (11 \text{ h/d} \cdot 250 \text{ d/y}) \approx 0,9 \text{ έτη}$

❖ Νέοι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού:  $6.000 \text{ h} / (7 \text{ h/d} \cdot 250 \text{ d/y}) \approx 3,5 \text{ έτη}$

ενώ για τους λαμπτήρες πυρακτώσεως η αντίστοιχη διάρκεια είναι:  $1.000 \text{ h} / (7 \text{ h/d} \cdot 250 \text{ d/y}) \approx 0,6 \text{ έτη}$

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι κάθε μια αλλαγή βελτιωμένης απόδοσης λαμπτήρων αντιστοιχεί σε 6 αλλαγές χαμηλής απόδοσης λαμπτήρων.

Σε ότι αφορά το συνολικό κόστος υλοποίησης της προτεινόμενης λύσης, αυτό ανέρχεται σε 70 €, και αναλύεται περαιτέρω στον ακόλουθο πίνακα.

**Πιν. 5.5 Ανάλυση κόστους εγκατάστασης**

Εξοπλισμός	Κόστος (€)
Προβολάκια συμπαγούς λαμπτήρα φθορισμού	40
Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού	14
Τροποποίηση φωτιστικών σωμάτων και εγκατάσταση	16
Σύνολο	70

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 70 €.
- ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3,0 %.
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι: 64,56 €  
 $\{ 687 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 64,56 \text{ €} \}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

- ◆ Στις ετήσιες λειτουργικές δαπάνες υπεισέρχεται το ανηγμένο κόστος αντικατάστασης των μη λειτουργικών βελτιωμένης απόδοσης λαμπτήρων που προκύπτει μετά από συμψηφισμό του οφέλους των αποφευγθέντων αλλαγών χαμηλής απόδοσης λαμπτήρων. Οπότε σύμφωνα και με τα παραπάνω οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες προκύπτουν ίσες με:

$$[(-10,00 + 6 \cdot 1,50) \text{ €} / 5,5 \text{ y}] + [(-3,50 + 6 \cdot 0,50) \text{ €} / 3,5 \text{ y}] = (0,18 + 0,14) \text{ €} / \text{y} = -0,32 \text{ €}.$$

- ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 12 έτη.

### 5.3.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

➤ **Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ).**

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$ΑΠΑ = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{70}{64,56 - (-0.32)} = 1,1 \text{ έτη}$$

➤ **Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)**

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρουσών αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = 726,89 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

$A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους  $t$

$i$  : το επιτόκιο αναγωγής

$n$  : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

**Πίν. 5.6 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγγόμενες Ταμειακές Ροές
0	-70.00 €	-70.00 €
1	64.88 €	62.99 €
2	67.47 €	63.59 €
3	70.15 €	64.20 €
4	72.95 €	64.81 €
5	75.85 €	65.43 €
6	78.87 €	66.05 €
7	82.01 €	66.69 €
8	85.28 €	67.32 €
9	88.68 €	67.97 €
10	92.22 €	68.62 €
11	95.89 €	69.27 €
12	99.71 €	69.94 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>726,89 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει θετική και μάλιστα αρκετά υψηλότερη του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης. Συνεπώς η επένδυση κρίνεται οικονομικά συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$ΚΠΑ_{(N=ΕΠΑ)} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη  $N=ΕΠΑ$  υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς  $N$ .

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από τον πίνακα 5.6 προκύπτει ότι:

- ο Για  $N=1 \rightarrow ΚΠΑ = -7,01 \text{ €}$ .
- ο Για  $N=2 \rightarrow ΚΠΑ = 56,59 \text{ €}$

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι  $ΚΠΑ = 0$  για  $N = ΕΠΑ = 1,1$  έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο ΕΒΑ, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο ΕΒΑ υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια):

$$ΕΒΑ = 96,63 \%$$

### 5.3.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ♦ Θεωρούμενη τιμή ρύπων  $CO_2$  :  $25,00 \text{ € / t } CO_2\text{-eq}$
- ♦ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει :  $0,55 \text{ t } CO_2\text{-eq}$   
 $\{687 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \text{ t } CO_2\text{-eq} / \text{kWh} = 0,55 \text{ t } CO_2\text{-eq}\}$
- ♦ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων  $CO_2$ , είναι :  $13,74 \text{ €}$   
 $\{0,55 \text{ t } CO_2\text{-eq} \cdot 25,00 \text{ €} / \text{t } CO_2\text{-eq} = 13,74 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του  $4,0 \%$ .

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:



➤ **Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ).**

Η απλή περίοδος αποπληρωμής παραμένει σχεδόν αμετάβλητη, καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΑΠΑ = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{70}{78,62} = 0,9 \text{ έτη}$$

➤ **Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)**

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει σημαντικά αυξημένη και ίση με:

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = 895,79 \text{ €}$$

Οι καθαρές ταμειακές ροές καθ'όλη τη διάρκεια του θεωρούμενου χρόνου ζωής της επένδυσης, από τις οποίες προκύπτει η καθαρή παρούσα αξία της, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίν. 5.7 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-400.00 €	-400.00 €
1	11.40 €	11.07 €
2	11.85 €	11.17 €
3	12.33 €	11.28 €
4	12.82 €	11.39 €
5	13.33 €	11.50 €
6	13.87 €	11.61 €
7	14.42 €	11.73 €
8	15.00 €	11.84 €
9	15.60 €	11.96 €
10	16.22 €	12.07 €
11	16.87 €	12.19 €
12	17.55 €	12.31 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>895.79 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει θετική και μάλιστα αρκετά υψηλότερη του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης. Συνεπώς η επένδυση κρίνεται οικονομικά συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής παραμένει σχεδόν αμετάβλητη καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΚΠΑ (N = ΕΠΑ) = 0 \Rightarrow ΕΠΑ = 0,9 \text{ έτη}$$

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης προκύπτει αισθητά βελτιωμένος και ίσος με:

$$ΕΒΑ = 116,29 \%$$

### 5.3.4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίν. 5.8 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	1,1 έτη	0,9 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	1,1 έτη	0,9 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	726,89 €	895,79 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	96,63 %	116,29 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση είναι ιδιαίτερα συμφέρουσα για την επιχείρηση, τουλάχιστον σε αυτή τη φάση.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αφενός η λειτουργία των λιγοστών λαμπτήρων χαμηλής απόδοσης που χρησιμοποιεί η εταιρία είναι σχεδόν συνεχής κατά τη διάρκεια του ωραρίου εργασίας, αφετέρου η τιμές των αντίστοιχων λαμπτήρων υψηλής απόδοσης είναι πλέον ιδιαίτερα προσιτές.

## 5.4 Αντικατάσταση υπαρχόντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού σε κοινόχρηστους χώρους.

### 5.4.1 Πλαίσιο Πρότασης

Η αντικατάσταση των υπαρχόντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας με αποδοτικότερους λαμπτήρες προσδίδει σημαντική δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας μέχρι και 80%, ανάλογα με το συνδυασμό αντικαθιστάμενων και αντικαταστατών λαμπτήρων.

Στον χώρο της αίθουσας υποδοχής του κτιρίου της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. υπάρχουν εγκατεστημένοι λαμπτήρες δυο διαφορετικών τεχνολογιών:

- ❖ Λαμπτήρες εκκενώσεως των 150W, συνολικής κατανάλωσης μαζί με την ηλεκτρονική διάταξη ελέγχου 165W, με συνολική απόδοση φωτεινότητας 79 lm/W (απόδοση φωτεινότητας μόνο του λαμπτήρα 87 lm/W), και μέσου χρόνου ζωής 9.000 h.
- ❖ Λαμπτήρες πυρακτώσεως των 75W, με απόδοση φωτεινότητας 12 lm/W, και μέσου χρόνου ζωής 1.000 h.

Είναι προφανές ότι με την αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως των 75W, με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού ισοδύναμης φωτεινής ισχύος και κατανάλωσης μόλις 11W, με απόδοση φωτεινότητας 82 lm/W, μέσου χρόνου ζωής 6.000 h και κόστους απόκτησης 3,50 € υπάρχουν σημαντικά περιθώρια περιορισμού της κατανάλωσης ενέργειας χωρίς μείωση της φωτεινής ισχύος.

Στο χώρο της αίθουσας υποδοχής υπάρχουν συνολικά 3 λαμπτήρες πυρακτώσεως των 75W.

Η εφαρμογή της πρότασης αντικατάστασης των λαμπτήρων χαμηλής απόδοσης με νέους αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού, σύμφωνα με τα βελτιωμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, θα επιφέρει συνολική εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 432 kWh σε ετήσια βάση

$$\{3 \cdot (75-11)W \cdot 9h/d \cdot 250d/y = 432 \text{ kWh}\},$$

τιμή που αντιστοιχεί σε ετήσια ποσοστιαία εξοικονόμηση ίση με 0,39 %.

Χάρη στην παρατεταμένη διάρκεια ζωής των νέων βελτιωμένης απόδοσης λαμπτήρων αναμένεται μείωση των εξόδων για απόκτηση λαμπτήρων προς αντικατάσταση των καμένων.

Σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των λαμπτήρων η μέση διάρκεια μη προβληματικής λειτουργίας, κατά περίπτωση, είναι:  $6.000 \text{ h} / (9 \text{ h/d} \cdot 250 \text{ d/y}) \approx 2,67$  έτη, ενώ για τους λαμπτήρες πυρακτώσεως η αντίστοιχη διάρκεια είναι:  $1.000 \text{ h} / (9 \text{ h/d} \cdot 250 \text{ d/y}) \approx 0,44$  έτη. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι κάθε μια αλλαγή βελτιωμένης απόδοσης λαμπτήρων αντιστοιχεί σε 6 αλλαγές χαμηλής απόδοσης λαμπτήρων.

Σε ότι αφορά το συνολικό κόστος υλοποίησης της προτεινόμενης λύσης, αυτό ανέρχεται σε 10,50 €, όσο και η αγορά των τριών (συμπαγών) λαμπτήρων φθορισμού με τιμή μονάδας 3,50 €.

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 10,5 €.
- ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3,0 %.
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι: 40,60 €  
 $\{ 432 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 40,60 \text{ €} \}$   
 Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.
- ◆ Στις ετήσιες λειτουργικές δαπάνες υπεισέρχεται το ανηγμένο κόστος αντικατάστασης των μη λειτουργικών βελτιωμένης απόδοσης λαμπτήρων που προκύπτει μετά από συμψηφισμό του οφέλους των αποφευθέντων αλλαγών χαμηλής απόδοσης λαμπτήρων. Οπότε σύμφωνα και με τα παραπάνω οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες προκύπτουν ίσες με:  $(-3,50 + 6 \cdot 0,50) \text{ €} / 2,67 \text{ y} = -0,19 \text{ €}$ .
- ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 12 έτη.

#### 5.4.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

##### ➤ *Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ).*

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$ΑΠΑ = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{10,5}{40,60 - (-0,19)} = 0,3 \text{ έτη}$$

##### ➤ *Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)*

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρουσών αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = 490,49 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

$A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους  $t$

$i$  : το επιτόκιο αναγωγής

$n$  : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

**Πίν. 5.9 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-10.50 €	-10.50 €
1	40.79 €	39.60 €
2	42.41 €	39.98 €
3	44.10 €	40.36 €
4	45.86 €	40.74 €
5	47.69 €	41.13 €
6	49.59 €	41.53 €
7	51.56 €	41.92 €
8	53.62 €	42.32 €
9	55.75 €	42.73 €
10	57.98 €	43.14 €
11	60.29 €	43.55 €
12	62.69 €	43.97 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>490,49 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει θετική και μάλιστα αρκετά υψηλότερη του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης. Συνεπώς η επένδυση κρίνεται οικονομικά συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$ΚΠΑ_{(N=EPA)} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη  $N=EPA$  υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς  $N$ .

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από τον πίνακα 5.9 προκύπτει ότι:

- ο Για  $N=0 \rightarrow ΚΠΑ = -10,50 \text{ €}$ .
- ο Για  $N=1 \rightarrow ΚΠΑ = 29,10 \text{ €}$

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι  $ΚΠΑ = 0$  για  $N = EPA = 0,3$  έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο ΕΒΑ, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο ΕΒΑ υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια):

$$ΕΒΑ = 392,45 \%$$

### 5.4.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub> : 25,00 € / t CO<sub>2</sub>-eq
- ◆ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει : 0,35 t CO<sub>2</sub>-eq  
 $\{432 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \text{ t CO}_2\text{-eq/kWh} = 0,35 \text{ t CO}_2\text{-eq}\}$
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub>, είναι : 8,64 €  
 $\{0,55 \text{ t CO}_2\text{-eq} \cdot 25,00 \text{ €/t CO}_2\text{-eq} = 8,64 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Η απλή περίοδος αποπληρωμής παραμένει σχεδόν αμετάβλητη, καθώς προκύπτει ίση με:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{10,5}{49,43} = 0,2 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει σημαντικά αυξημένη και ίση με:

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = 596,70 \text{ €}$$

Οι καθαρές ταμειακές ροές καθ'όλη τη διάρκεια του θεωρούμενου χρόνου ζωής της επένδυσης, από τις οποίες προκύπτει η καθαρή παρούσα αξία της, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίν. 5.10 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγγόμενες Ταμειακές Ροές
0	-10.50 €	-10.50 €
1	49.43 €	47.99 €
2	51.40 €	48.45 €
3	53.45 €	48.91 €
4	55.58 €	49.38 €
5	57.79 €	49.85 €
6	60.10 €	50.33 €
7	62.49 €	50.81 €
8	64.99 €	51.30 €
9	67.58 €	51.79 €
10	70.27 €	52.29 €
11	73.08 €	52.79 €
12	75.99 €	53.30 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>596.70 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει θετική και μάλιστα αρκετά υψηλότερη του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης. Συνεπώς η επένδυση κρίνεται οικονομικά συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής παραμένει σχεδόν αμετάβλητη καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΚΠΑ (N = ΕΠΑ) = 0 \Rightarrow ΕΠΑ = 0,2 \text{ έτη}$$

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης προκύπτει αισθητά βελτιωμένος και ίσος με:

$$ΕΒΑ = 474,74 \%$$

**5.4.3.1 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια**

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίν. 5.11 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	0,3 έτη	0,2 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	0,3 έτη	0,2 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	490,49 €	596,70 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	392,45 %	474,74 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση είναι ιδιαίτερα συμφέρουσα για την επιχείρηση, τουλάχιστον σε αυτή τη φάση.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αφενός η λειτουργία των λιγοστών λαμπτήρων χαμηλής απόδοσης που χρησιμοποιεί η εταιρία είναι σχεδόν συνεχής κατά τη διάρκεια του ωραρίου εργασίας, αφετέρου η τιμές των αντίστοιχων λαμπτήρων υψηλής απόδοσης είναι πλέον ιδιαίτερα προσιτές.

## 5.5 Αντικατάσταση υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες φθορισμού διαμέτρου 26mm με νέα κατάλληλα για πιο σύγχρονους λαμπτήρες διαμέτρου 16mm, στους χώρους των γραφείων.

### 5.5.1 Πλαίσιο Πρότασης

Οι τριφασφωρικοί λαμπτήρες φθορισμού διαμέτρου 16mm αποτελούν τη νέα τάση στον χώρο του επαγγελματικού φωτισμού και έχουν αρχίσει να αντικαθιστούν τους ομώνυμους λαμπτήρες διαμέτρου 25mm, καθώς παρέχουν σημαντικά πλεονεκτήματα: Εκτός του γεγονότος ότι είναι 40% λεπτότεροι και άρα χωρούν σε μικρότερα φωτιστικά, διακρίνονται από υψηλότερη απόδοση που σε κάποιες εκδόσεις τους φτάνει και τα 104 lm/W.

Η υψηλότερη απόδοση των λαμπτήρων φθορισμού διαμέτρου 16mm σε σχέση με τους ομώνυμους λαμπτήρες διαμέτρου 25mm συνεπάγεται μειωμένη κατανάλωση ενέργειας για τις ίδιες απαιτήσεις φωτισμού ενός χώρου.

Στα γραφεία του κτιρίου γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. τα εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα κατανομονται όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πιν. 5.12 Κατανομή εγκατεστημένων φωτιστικών σωμάτων στα γραφεία του κτιρίου.**

Χώρος	Πλήθος Φωτιστικών	Φωτιστικό Σώμα	Φωτεινή Ροή Φωτιστικού Σώματος (lm)	Συνολική Φωτεινή Ροή στο Χώρο (lm)	Ισχύς Φωτιστικού (Watt)	Συνολική Ισχύς Φωτιστικών (Watt)	Ετήσια Καταναλισκόμενη Ενέργεια (kWh)
H-Γ	12	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>36W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	3.200	51.000	38	645	940,0
	9	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>18W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	1.400		21		
I-Γ	12	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>58W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	5.000	60.000	56	672	812,7
A-Γ1	12	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>18W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	5.000	60.000	56	672	812,7
A-Γ2	6	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>36W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	3.200	19.200	38	228	332,3
B-Γ1	12	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>18W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	5.000	60.000	56	672	812,7
B-Γ2	12	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>36W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	3.200	51.000	38	645	940,0
	9	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>18W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	1.400		21		
						<b>Σύνολο :</b>	<b>4.650,6</b>



Καθότι η παρούσα πρόταση δεν περιλαμβάνει υλοποίηση νέας μελέτης φωτισμού για τους εξεταζόμενους χώρους, επιβάλλεται η διατήρηση όσων περισσότερων εκ των βασικών χαρακτηριστικών της υπάρχουσας εγκατάστασης (που έχει πραγματοποιηθεί βάση της αρχικής μελέτης φωτισμού).

Συνεπώς τόσο η συνολική φωτεινή ροή σε κάθε χώρο όσο και ο αριθμός και οι θέσεις των φωτιστικών σωμάτων πρέπει να παραμείνουν ως έχουν και μετά την εφαρμογή της πρότασης αντικατάστασης των υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες φθορισμού διαμέτρου 26mm με νέα κατάλληλα για πιο σύγχρονους λαμπτήρες διαμέτρου 16mm.

Σύμφωνα με τα παραπάνω κριτήρια και τα δεδομένα του πίνακα 5.12 προκύπτει η προτεινόμενη κατανομή στα γραφεία των νέων φωτιστικών σωμάτων, η οποία παρουσιάζεται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πιν. 5.13 Κατανομή προτεινόμενων φωτιστικών σωμάτων στα γραφεία του κτιρίου.**

Χώρος	Πλήθος Φωτιστικών	Φωτιστικό Σώμα	Φωτεινή Ροή Φωτιστικού Σώματος (lm)	Συνολική Φωτεινή Ροή στο Χώρο (lm)	Ισχύς Φωτιστικού (Watt)	Συνολική Ισχύς Φωτιστικών (Watt)	Ετήσια Καταναλισκόμενη Ενέργεια (kWh)
Η-Γ	15	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>28W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	2.900	51.600	32	573	835,1
	6	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>14W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	1.350		15,5		
Ι-Γ	12	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>49W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	4.900	58.800	54	648	783,7
Α-Γ1	12	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>14W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	4.900	58.800	54	648	783,7
Α-Γ2	5	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>28W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	2.900	19.400	32	214	311,9
	1	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>49W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	4.900		54		
Β-Γ1	12	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>14W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	4.900	58.800	54	648	783,7
Β-Γ2	15	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>28W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	2.900	51.600	32	573	835,1
	6	Κατάλληλο για λαμπτήρα φθορισμού <b>14W</b> , με ηλεκτρονική στραγγαλιστική διάταξη που επιδέχεται ρύθμιση ισχύος	1.350		15,5		
						<b>Σύνολο :</b>	<b>4.333,2</b>

Η εφαρμογή της πρότασης αντικατάστασης των υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες φθορισμού διαμέτρου 26mm με νέα κατάλληλα για πιο σύγχρονους λαμπτήρες διαμέτρου 16mm στα γραφεία, θα επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 317,4 kWh σε ετήσια βάση

$$\{(4650,6 - 4333,2) \text{ kWh} \approx 317,4 \text{ kWh}\},$$

τιμή που αντιστοιχεί σε ετήσια ποσοστιαία εξοικονόμηση ίση με 0,29 %.

Σε ότι αφορά το συνολικό κόστος υλοποίησης της προτεινόμενης λύσης, αυτό ανέρχεται σε 17.100 €, και αναλύεται περαιτέρω στον ακόλουθο πίνακα. Από το κόστος αυτό θα αφαιρεθεί η απομένουσα αξία του υπάρχοντος εξοπλισμού, ο οποίος είναι πλήρως λειτουργικός, σύγχρονης τεχνολογίας και μάλιστα σε πολύ καλή κατάσταση, που υπολογίζεται σε 4.200 €. Το αποτέλεσμα του αλγεβρικού αθροίσματος αποτελεί το τελικό συνολικό κόστος υλοποίησης της προτεινόμενης λύσης και ανέρχεται σε 12.900 €.

**Πιν. 5.14 Ανάλυση κόστους εγκατάστασης**

Εξοπλισμός	Κόστος (€)
Νέα Φωτιστικά Σώματα (84 τεμ.)	16.800
Μεταφορά και Εγκατάσταση	300
Σύνολο	17.100
Απομένουσα αξία υπάρχοντα εξοπλισμού	-4.200
Τελικό Σύνολο	12.900

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 12.900 €.
- ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3%.
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι: 29,83 €  
 $\{317,4 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \text{ €/kWh} = 29,83 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

- ◆ Οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες θεωρούνται αμελητέες.
- ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 12 έτη.

### 5.5.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$ΑΠΑ = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{12.900}{29,83} = 432,5 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρουσών αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -12.533,30 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

$A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους  $t$

$i$  : το επιτόκιο αναγωγής

$n$  : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

**Πίν. 5.15 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-12.900,00 €	-12.900,00 €
1	29,83 €	28,96 €
2	31,02 €	29,24 €
3	32,26 €	29,53 €
4	33,55 €	29,81 €
5	34,90 €	30,10 €
6	36,29 €	30,39 €
7	37,74 €	30,69 €
8	39,25 €	30,99 €
9	40,82 €	31,29 €
10	42,46 €	31,59 €
11	44,15 €	31,90 €
12	45,92 €	32,21 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-12,533,30 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει ιδιαίτερα αρνητική, οπότε η επένδυση κρίνεται οικονομικά ασύμφορη.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής.(ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$ΚΠΑ_{(N = ΕΠΑ)} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη  $N=ΕΠΑ$  υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς  $N$ .

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από την επέκταση του πίνακα 5.15 προκύπτει ότι:

- Για  $N=173 \rightarrow ΚΠΑ = -13,17 \text{ €}$ .
- Για  $N=174 \rightarrow ΚΠΑ = 140,90 \text{ €}$

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι  $ΚΠΑ = 0$  για  $N = ΕΠΑ = 173,1$  έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης.(ΕΒΑ)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο ΕΒΑ, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο ΕΒΑ υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια):  $ΕΒΑ = -31,7 \%$ .

### 5.5.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Θεωρούμενη τιμή ρύπων  $CO_2$  :  $25,00 \text{ € / t } CO_2\text{-eq}$
- ◆ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει :  $0,25 \text{ t } CO_2\text{-eq}$   
 $\{317,4 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \frac{\text{t } CO_2\text{-eq}}{\text{kWh}} = 0,25 \text{ t } CO_2\text{-eq}\}$
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων  $CO_2$ , είναι :  $6,35 \text{ €}$   
 $\{0,25 \text{ t } CO_2\text{-eq} \cdot 25,00 \frac{\text{€}}{\text{t } CO_2\text{-eq}} = 6,35 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του  $4,0 \%$ .

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:

➤ **Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)**

Η απλή περίοδος αποπληρωμής επισπεύτηκε αισθητά, αλλά εξακολουθεί να είναι απογοητευτική για την επένδυση, καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΑΠΑ = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{12.900}{36,18} = 356,6 \text{ έτη}$$

➤ **Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)**

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει ανεπαίσθητα βελτιωμένη και ίση με:

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -12.455,27 \text{ €}$$

Οι καθαρές ταμειακές ροές καθ'όλη τη διάρκεια του θεωρούμενου χρόνου ζωής της επένδυσης, από τις οποίες προκύπτει η καθαρή παρούσα αξία της, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίν. 5.16 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγγόμενες Ταμειακές Ροές
0	-12,900.00 €	-12,900.00 €
1	36.18 €	35.12 €
2	37.62 €	35.46 €
3	39.13 €	35.81 €
4	40.69 €	36.16 €
5	42.32 €	36.51 €
6	44.02 €	36.86 €
7	45.78 €	37.22 €
8	47.61 €	37.58 €
9	49.51 €	37.95 €
10	51.49 €	38.31 €
11	53.55 €	38.69 €
12	55.69 €	39.06 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-12.455,27 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία, αν και ελάχιστα αυξημένη, εξακολουθεί να είναι απογοητευτικά αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση παραμένει οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής επισπεύτηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΚΠΑ (N = ΕΠΑ) = 0 \Rightarrow ΕΠΑ = 157,2 \text{ έτη}$$

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης προκύπτει ανεπαίσθητα βελτιωμένος και ίσος με:

$$ΕΒΑ = -30,39 \%$$

#### 5.5.4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίν. 5.17 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	432,5 έτη	356,6 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	173,1 έτη	157,2 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	-12.533,30 €	-12.455,27 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	-31,70 %	-30,39 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση θεωρείται ζημιογόνος για την επιχείρηση.

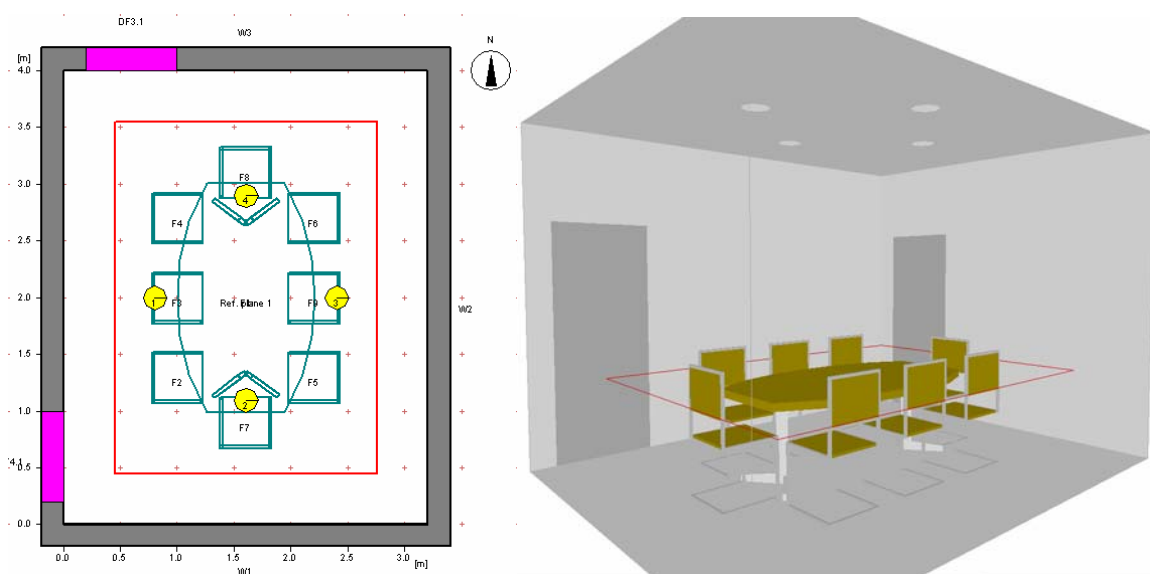
Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η υπάρχουσα εγκατάσταση φωτισμού του κτιρίου είναι αρκετά σύγχρονη και αποδοτική και οι δυνατότητες περαιτέρω βελτίωσης είναι περιορισμένες, συνεπώς δεν υπάρχει λόγος αντικατάστασης της. Η εγκατάσταση λεπτότερων και αποδοτικότερων λαμπτήρων φθορισμού συμφέρει είτε όταν πραγματοποιείται εξαρχής στο κτίριο ή όταν αντικαθιστά χαμηλής αποδοτικότητας σύστημα φωτισμού.

## 5.6 Μελέτη φωτισμού - επανασχεδιασμός εγκατάστασης φωτισμού της αίθουσας συνεδριάσεων.

### 5.6.1 Πλαίσιο Πρότασης

Σε γενικές γραμμές η εγκατάσταση φωτισμού του κτιρίου γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. είναι πολύ καλή με μοναδικό χώρο όπου ο επανασχεδιασμός της θα επέφερε εξοικονόμηση ενέργειας, χωρίς την υποβάθμιση της ποιότητας φωτισμού, την αίθουσα συνεδριάσεων.

Στην συγκεκριμένη αίθουσα οι ανάγκες σε τεχνητό φωτισμό υπερκαλύπτονται από τέσσερα φωτιστικά σώματα κατάλληλα για να υποδέχονται λαμπτήρες εκκένωσης HQI-T των 150W με διάταξη όπως παρουσιάζεται στο σχήμα 5.3.

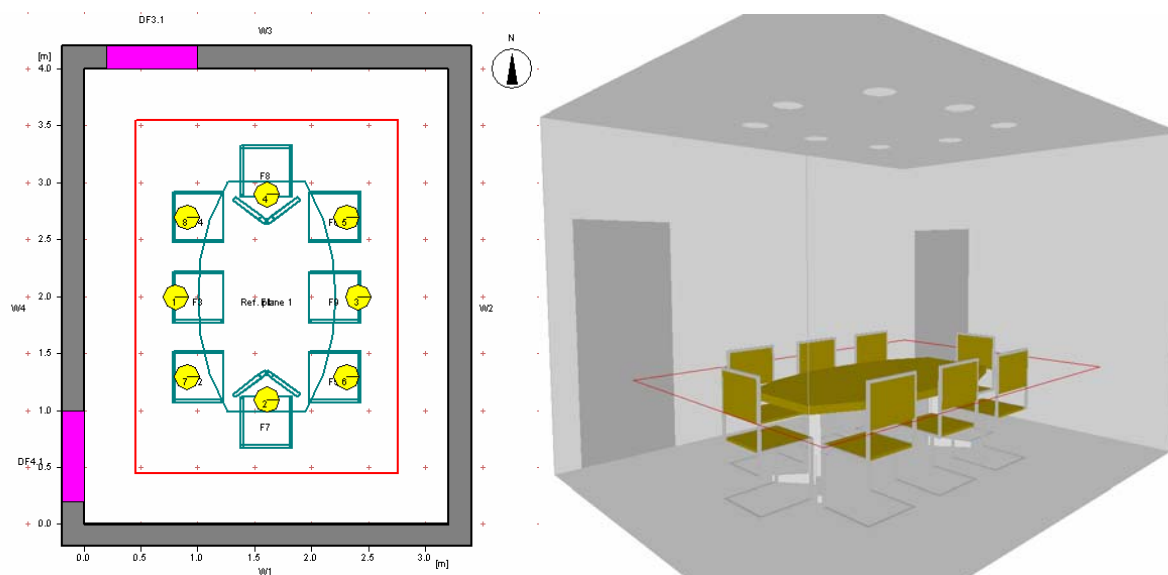


Σχ. 5.3 Διάταξη υπάρχοντων φωτιστικών σωμάτων στην αίθουσα συνεδριάσεων.

Με τη βοήθεια του λογισμικού πακέτου πραγματοποίησης μελετών φωτισμού RELUX 3.5 και μετά από την εισαγωγή σε αυτό όλων των απαραίτητων δεδομένων για το χώρο (διαστάσεις, χρώματα τοίχων, θέσεις ανοιγμάτων, επίπλωση, κτλ) και τα φωτιστικά σώματα προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- ❖ Συνολική καταναλισκόμενη ισχύς: 600 W
- ❖ Συνολική φωτεινή ροή λαμπτήρων: 49600 lm
- ❖ Μέση φωτεινότητα στο επίπεδο εργασίας: 418 lux
- ❖ Συντελεστές ομοιομορφίας φωτεινότητας: 0,37 και 0,26

Η προτεινόμενη διαμόρφωση της εγκατάστασης φωτισμού της αίθουσας συνεδριάσεων παρουσιάζεται στο σχήμα 5.4 και περιλαμβάνει οκτώ φωτιστικά σώματα κατάλληλα για να υποδέχονται, έκαστο, δυο λαμπτήρες φθορισμού όμοιους με αυτούς που χρησιμοποιούνται για το φωτισμό των διαδρόμων (για λόγους ομοιομορφίας).



**Σχ. 5.4 Προτεινόμενη διάταξη νέων φωτιστικών σωμάτων στην αίθουσα συνεδριάσεων.**

Με τη βοήθεια του λογισμικού πακέτου πραγματοποίησης μελετών φωτισμού RELUX 3.5 και μετά από την εισαγωγή σε αυτό όλων των απαραίτητων δεδομένων για το χώρο (διαστάσεις, χρώματα τοίχων, θέσεις ανοιγμάτων, επίπλωση, κτλ) και τα φωτιστικά σώματα προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα:

- ❖ Συνολική καταναλισκόμενη ισχύς: 288 W
- ❖ Συνολική φωτεινή ροή λαμπτήρων: 19200 lm
- ❖ Μέση φωτεινότητα στο επίπεδο εργασίας: 376 lux
- ❖ Συντελεστές ομοιομορφίας φωτεινότητας: 0,42 και 0,31

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, η εφαρμογή της προτεινόμενης διάταξης των νέων φωτιστικών σωμάτων θα επιφέρει μείωση της καταναλισκόμενης ισχύος περίπου κατά το ήμισυ ενώ η μείωση της συνολικής φωτεινής ροής αντισταθμίζεται εν μέρει από την αύξηση των φωτιστικών σωμάτων και του συντελεστή ομοιομορφίας φωτεινότητας με αποτέλεσμα η μέση φωτεινότητα στο επίπεδο εργασίας να μην μεταβάλλεται σημαντικά (από 418 lux σε 376 lux).

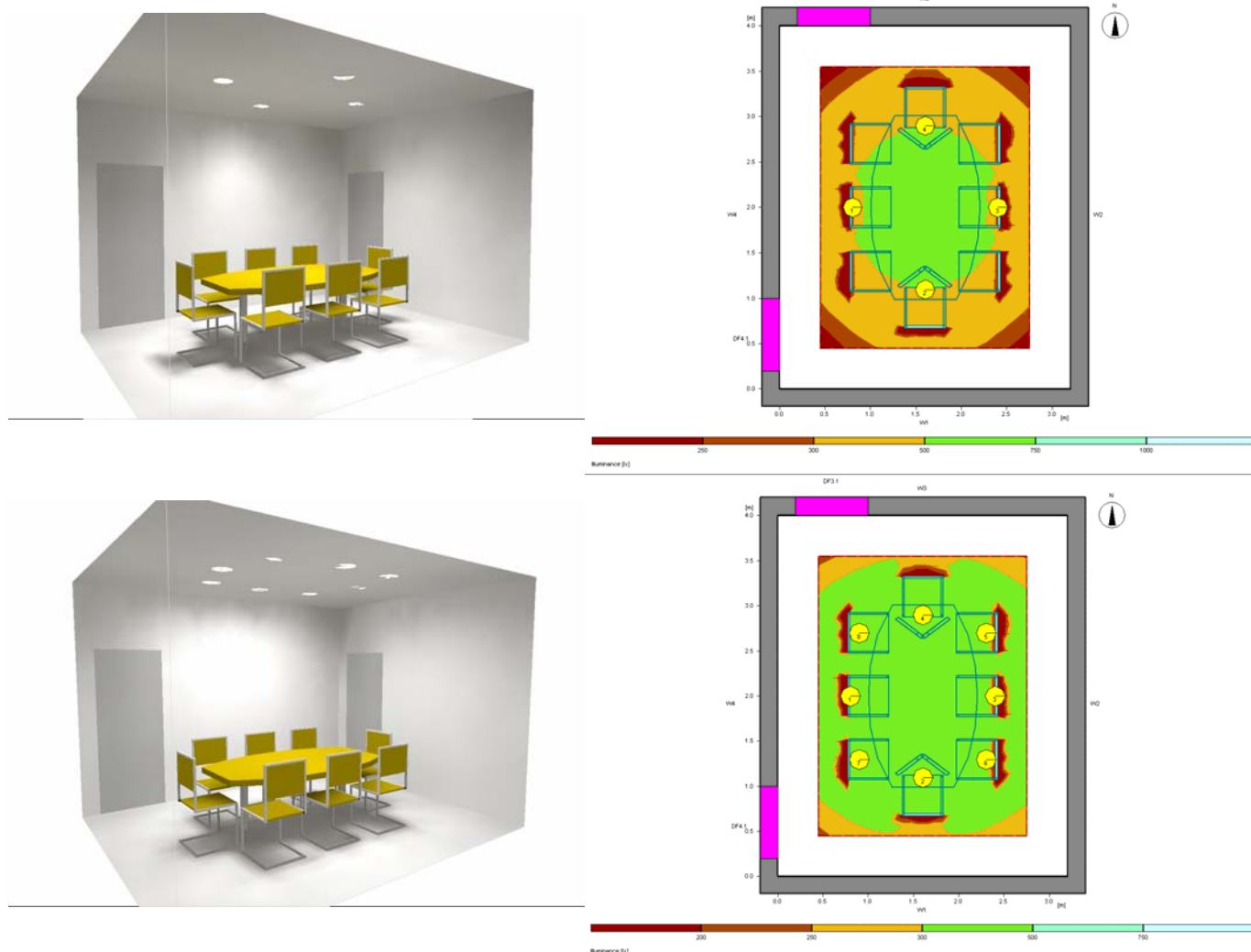
Η αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας είναι περίπου 156 kWh σε ετήσια βάση

$$\{(600-288)W \cdot 2h/d \cdot 250d/y = 156 \text{ kWh}\},$$

τιμή που αντιστοιχεί σε ετήσια ποσοστιαία εξοικονόμηση ίση με 0,14 %.

Ακολούθως στο σχήμα 5.5 παρουσιάζονται σε παράθεση τρισδιάστατες απεικονίσεις του φωτιζόμενου χώρου της αίθουσας καθώς και τα διαγράμματα φωτεινότητας του, για την υπάρχουσα και προτεινόμενη εγκατάσταση φωτισμού.





**Σχ. 5.5** Παράθεση τρισδιάστατων απεικονίσεων και διαγραμμάτων φωτεινότητας της αίθουσας συνεδριάσεων για την υπάρχουσα και προτεινόμενη εγκατάσταση φωτισμού.

Σε ότι αφορά το συνολικό κόστος υλοποίησης της προτεινόμενης λύσης, αυτό ανέρχεται σε 840 €, και αναλύεται περαιτέρω στον ακόλουθο πίνακα. Από το κόστος αυτό θα αφαιρεθεί η απομένουσα αξία του υπάρχοντος εξοπλισμού, ο οποίος είναι πλήρως λειτουργικός και μάλιστα σε πολύ καλή κατάσταση, που υπολογίζεται σε 40 €. Το αποτέλεσμα του αλγεβρικού αθροίσματος αποτελεί το τελικό συνολικό κόστος υλοποίησης της προτεινόμενης λύσης και ανέρχεται σε 800 €.

**Πιν. 5.18** Ανάλυση κόστους εγκατάστασης

Εξοπλισμός	Κόστος (€)
Φωτιστικά σώματα κατάλληλα για λαμπτήρες φθορισμού 2 x 18 W	800
Μελέτη φωτισμού, απεγκατάσταση υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων και εγκατάσταση νέων	40
Σύνολο	840
Απομένουσα αξία υπάρχοντα εξοπλισμού	-40
Τελικό Σύνολο	800

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 800 €.
- ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3%.
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι: 14,66 €  $\{156 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \text{ €/kWh} = 14,66 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

- ◆ Στις ετήσιες λειτουργικές δαπάνες υπεισέρχεται το ανηγμένο κόστος αντικατάστασης των μη λειτουργικών βελτιωμένης απόδοσης λαμπτήρων που προκύπτει μετά από συμψηφισμό του οφέλους των αποφευγθέντων αλλαγών χαμηλής απόδοσης λαμπτήρων. Οπότε σύμφωνα και με τα παραπάνω οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες προκύπτουν ίσες με:  
 $(-4 \cdot 8,00 + 8 \cdot 3,50) \text{ €} / 12 \text{ y} = -0,33 \text{ €}.$
- ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 12 έτη, τυχαίνει να συμπίπτει με τη μέση διάρκεια ζωής τόσο υπαρχόντων όσο και των νέων λαμπτήρων.

### 5.6.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{800}{14,66 - (-0,33)} = 54,6 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρούσων αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -616,49 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

$A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους  $t$

$i$  : το επιτόκιο αναγωγής

$n$  : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

Πίν. 5.19 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-800.00 €	-800.00 €
1	14.99 €	14.56 €
2	15.58 €	14.69 €
3	16.19 €	14.82 €
4	16.82 €	14.95 €
5	17.48 €	15.08 €
6	18.17 €	15.22 €
7	18.88 €	15.35 €
8	19.63 €	15.49 €
9	20.40 €	15.63 €
10	21.20 €	15.78 €
11	22.04 €	15.92 €
12	22.90 €	16.06 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-616,49 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση κρίνεται οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$ΚΠΑ_{(N=EPA)} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη  $N=EPA$  υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς  $N$ .

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από την επέκταση του πίνακα 5.19 προκύπτει ότι:

- Για  $N=44 \rightarrow ΚΠΑ = -79,18 \text{ €}$ .
- Για  $N=45 \rightarrow ΚΠΑ = 82,34 \text{ €}$

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι  $ΚΠΑ = 0$  για  $N = EPA = 44,7$  έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο ΕΒΑ, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο ΕΒΑ υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια):  $EBA = -14,94\%$ .

### 5.6.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub> : 25,00 € / t CO<sub>2</sub>-eq
- ◆ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει : 0,12 t CO<sub>2</sub>-eq  
 $\{156 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \text{ t CO}_2\text{-eq} / \text{kWh} = 0,12 \text{ t CO}_2\text{-eq}\}$
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub>, είναι : 3,12 €  
 $\{0,12 \text{ t CO}_2\text{-eq} \cdot 25,00 \text{ €} / \text{t CO}_2\text{-eq} = 3,12 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Η απλή περίοδος αποπληρωμής επισπεύτηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{800}{18,11} = 45,0 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει ελαφρώς βελτιωμένη και ίση με:

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -578,13 \text{ €}$$

Οι καθαρές ταμειακές ροές καθ'όλη τη διάρκεια του θεωρούμενου χρόνου ζωής της επένδυσης, από τις οποίες προκύπτει η καθαρή παρούσα αξία της, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίν. 5.20 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-800.00 €	-800.00 €
1	18.11 €	17.58 €
2	18.82 €	17.74 €
3	19.56 €	17.90 €
4	20.33 €	18.06 €
5	21.13 €	18.23 €
6	21.96 €	18.39 €
7	22.83 €	18.56 €
8	23.73 €	18.73 €
9	24.66 €	18.90 €
10	25.64 €	19.08 €
11	26.65 €	19.25 €
12	27.70 €	19.43 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-578.13 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία, αν και ελάχιστα αυξημένη, προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση παραμένει οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής επισπεύτηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΚΠΑ (N = ΕΠΑ) = 0 \Rightarrow ΕΠΑ = 38,2 \text{ έτη}$$

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης προκύπτει λίγο βελτιωμένος και ίσος με:

$$ΕΒΑ = -13,04 \%$$

### 5.6.3.1 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίν. 5.21 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	54,6 έτη	45,0 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	44,7 έτη	38,2 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	-616,49 €	-578,13 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	-14,94 %	-13,04 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση δεν θεωρείται συμφέρουσα για την επιχείρηση, τουλάχιστον σε πρώτη φάση.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η λειτουργία των φωτιστικών στην αίθουσα συνεδριάσεων είναι πολύ περιορισμένη (μόλις 2 ώρες ανά εργάσιμη ημέρα) ώστε να δικαιολογεί την εν λόγω επένδυση. Αν όμως ο χρόνος λειτουργίας των αυξηθεί σημαντικά στο μέλλον η πρόταση θα πρέπει να επανεξεταστεί, ιδιαίτερα μετά από το τέλος της ζωής των υπαρχόντων λαμπτήρων οπότε προτείνεται σταδιακή αντικατάσταση των φωτιστικών.

## **5.7 Επισκευή συστήματος ελέγχου της έντασης του τεχνητού φωτισμού (analogue control) στους χώρους των γραφείων.**

### **5.7.1 Πλαίσιο Πρότασης**

Τα συστήματα ελέγχου και ρύθμισης της έντασης του τεχνητού φωτισμού μετατρέπουν μια απλή εγκατάσταση φωτισμού σε ένα έξυπνο σύστημα φωτισμού που παρέχει πολυεπίπεδα πλεονεκτήματα, όπως σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, μειωμένες απαιτήσεις συντήρησης, ανάπτυξη αισθήματος άνεσης (η φωτεινότητα ρυθμίζεται αυτόματα στο προεπιλεγμένο σταθερό επίπεδο), αύξηση της παραγωγικότητας.

Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα των συστημάτων ελέγχου και ρύθμισης της έντασης φωτισμού αποτελεί η ευελιξία που αυτά παρέχουν, καθώς μπορούν πολύ εύκολα: να προσαρμοστούν σε ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού με μικρές τροποποιήσεις, να επεκταθούν και να αναβαθμιστούν, να επαναπρογραμματίζονται και να προσαρμόζονται πλήρως στις τυχόν διαφοροποιημένες απαιτήσεις φωτισμού ενός χώρου.

Η φιλοσοφία των συστημάτων ελέγχου και ρύθμισης της έντασης του τεχνητού φωτισμού εμπεριέχεται στη συνεχή ρύθμιση του φωτισμού σε ανταπόκριση της μεταβολής του εξωτερικού φυσικού φωτισμού με αποτέλεσμα την επίτευξη σταθερής φωτεινότητας στο επίπεδο εργασίας. Το ίδιο σύστημα με ενσωματωμένο αισθητήριο κίνησης και προγραμματισμένη χρονολειτουργία μπορούν να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι και 80%, ανάλογα με το χώρο και τη λειτουργία του.

Στο κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. υπάρχει ήδη εγκατεστημένο σύστημα ελέγχου και ρύθμισης της έντασης του τεχνητού φωτισμού που συνεργάζεται με φωτιστικά σώματα για λαμπτήρες φθορισμού που διαθέτουν κατάλληλα για ρύθμιση απόδοσης ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία, καθώς και αισθητήρες φωτεινότητας. Το σύστημα αυτό λειτουργεί με βηματική απόκριση (stepper control) στις μεταβολές της έντασης του εξωτερικού φυσικού φωτισμού, γεγονός που δημιούργησε δυσφορία στο προσωπικό και κατά απαίτηση του διακόπηκε η αυτόματη λειτουργία του συστήματος.

Μετά από προσεκτικότερη αξιολόγηση του υπάρχοντος συστήματος προέκυψε ότι για τη βηματική και όχι αναλογική απόκριση του συστήματος ευθύνεται ο προγραμματισμός του συστήματος και όχι ο εξοπλισμός του. Συνεπώς, η πρόταση περί εγκατάστασης νέου συστήματος ελέγχου και ρύθμισης της έντασης του τεχνητού φωτισμού μετασχηματίζεται σε πρόταση αναβάθμισης του ομώνυμου συστήματος, και πιο συγκεκριμένα επαναπρογραμματισμού του.

Η εφαρμογή της πρότασης αυτής, δεδομένου των χαρακτηριστικών του κτιρίου όσο αφορά στην επίδραση του φυσικού φωτισμού στους χώρους με υαλοστάσια και το προφίλ χρήσης του, υπολογίζεται ότι θα επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 25% επί της ετήσιας καταναλισκόμενης για φωτισμό (εγκαταστημένη ισχύς χώρων γραφείων: 3,53 kW και ετησίως καταναλισκόμενη ενέργεια για τους χώρους των γραφείων: 4652 kWh). Αυτό μεταφράζεται σε 1163 kWh σε ετήσια βάση  $\{0,25 \cdot 4652 \text{ kWh} = 1163 \text{ kWh}\}$ , τιμή που αντιστοιχεί σε ετήσια ποσοστιαία εξοικονόμηση ίση με 1,06 %.

Γενικότερα το κόστος ενός συστήματος, ξεκινά από 40 € για την περίπτωση τοπικού ελέγχου και ρύθμισης της έντασης ενός έως και δυο φωτιστικών σωμάτων, και ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος και την αρχιτεκτονική και τις δυνατότητες του σε βαθμό που δεν μπορεί να προσεγγισθεί αντιπροσωπευτική τιμή. Σε ότι αφορά το συνολικό κόστος υλοποίησης της προτεινόμενης λύσης, αυτό ανέρχεται σε 600 €, και αποτελεί εξολοκλήρου το κόστος επαναπρογραμματισμού του συστήματος.

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 600 €.
- ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3%.
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι: 9,40 €  
 $\{1163 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 109,30 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

- ◆ Οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες θεωρούνται αμελητέες.
- ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 12 έτη.

### 5.7.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{600}{109,30} = 5,5 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρούσων αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = 743,63 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

$A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους  $t$

$i$  : το επιτόκιο αναγωγής

$n$  : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

Πίν. 5.22 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγγόμενες Ταμειακές Ροές
0	-600.00 €	-600.00 €
1	109.30 €	106.12 €
2	113.67 €	107.15 €
3	118.22 €	108.19 €
4	122.95 €	109.24 €
5	127.86 €	110.30 €
6	132.98 €	111.37 €
7	138.30 €	112.45 €
8	143.83 €	113.54 €
9	149.58 €	114.64 €
10	155.57 €	115.76 €
11	161.79 €	116.88 €
12	168.26 €	118.01 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>743,63 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει θετική, οπότε η επένδυση κρίνεται οικονομικά συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$\text{ΚΠΑ}_{(N=\text{ΕΠΑ})} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη  $N=\text{ΕΠΑ}$  υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς  $N$ .

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από τον πίνακα 5.22 προκύπτει ότι:

- Για  $N=4 \rightarrow \text{ΚΠΑ} = -59,02 \text{ €}$ .
- Για  $N=5 \rightarrow \text{ΚΠΑ} = 52,35 \text{ €}$

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι  $\text{ΚΠΑ} = 0$  για  $N = \text{ΕΠΑ} = 4,5$  έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο ΕΒΑ, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο ΕΒΑ υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια):  $\text{ΕΒΑ} = 18,36 \%$ .



### 5.7.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub> : 25,00 € / t CO<sub>2</sub>-eq
- ◆ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει : 0,80 t CO<sub>2</sub>-eq  
 $\{1163 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \text{ t CO}_2\text{-eq} / \text{kWh} = 0,93 \text{ t CO}_2\text{-eq}\}$
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub>, είναι : 23,26 €  
 $\{0,93 \text{ t CO}_2\text{-eq} \cdot 25,00 \text{ €} / \text{t CO}_2\text{-eq} = 23,26 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Η απλή περίοδος αποπληρωμής δεν επισπεύτηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{600}{132,56} = 4,5 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει αισθητά βελτιωμένη και ίση με:

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -1.029,57 \text{ €}$$

Οι καθαρές ταμειακές ροές καθ'όλη τη διάρκεια του θεωρούμενου χρόνου ζωής της επένδυσης, από τις οποίες προκύπτει η καθαρή παρούσα αξία της, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίν. 5.23 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγγμένες Ταμειακές Ροές
0	-600.00 €	-600.00 €
1	132.56 €	128.70 €
2	137.86 €	129.95 €
3	143.38 €	131.21 €
4	149.11 €	132.48 €
5	155.07 €	133.77 €
6	161.28 €	135.07 €
7	167.73 €	136.38 €
8	174.44 €	137.70 €
9	181.42 €	139.04 €
10	188.67 €	140.39 €
11	196.22 €	141.75 €
12	204.07 €	143.13 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>1.029.57 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει θετική και μάλιστα αρκετά υψηλότερη του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης. Συνεπώς η επένδυση κρίνεται οικονομικά συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής δεν επισπεύτηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΚΠΑ (N = ΕΠΑ) = 0 \Rightarrow ΕΠΑ = 4,5 \text{ έτη}$$

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης προκύπτει βελτιωμένος και ίσος με:

$$ΕΒΑ = 23,20 \%$$

#### 5.7.4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίν. 5.24 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	5,5 έτη	5,5 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	4,5 έτη	4,5 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	743,63 €	1.029,57 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	18,36 %	23,20 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση είναι συμφέρουσα για την επιχείρηση, τουλάχιστον σε αυτή τη φάση.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η εταιρία διαθέτει ήδη την υποδομή του συστήματος ελέγχου έντασης φωτισμού (οπότε δεν χρειάζεται να επενδύσει κεφάλαια για να το αποκτήσει) και το μόνο που χρειάζεται για να λειτουργήσει το σύστημα, και άρα για να αποδώσει η αρχική επένδυση, είναι ο επαναπρογραμματισμός του που απαιτεί μικρή επιβάρυνση.

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

### *« Αξιολόγηση Προτάσεων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας »*

---



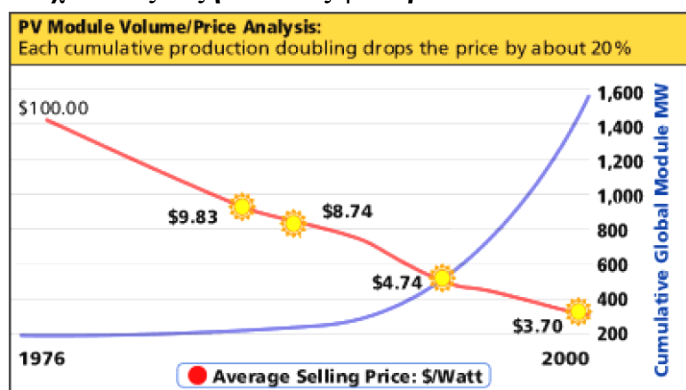
## 6.1 Προτάσεις Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

### 6.1.1 Εισαγωγή

Τα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν ισχυρό εκπρόσωπο των ΑΠΕ στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας κτιρίων και ιδιαίτερα σε αστικό περιβάλλον. Η εύκολη ενσωμάτωση τέτοιων συστημάτων στην κτιριακή δομή αποτελεί πλεονέκτημα σε σχέση με τις υπόλοιπες ΑΠΕ και δύναται να παράσχει πολλαπλά οφέλη, πέραν της εξοικονόμησης ενέργειας, όπως η μείωση της ισχύος αιχμής, η σκίαση χώρων και η αναβάθμιση της εξωτερικής αισθητικής του κτιρίου.

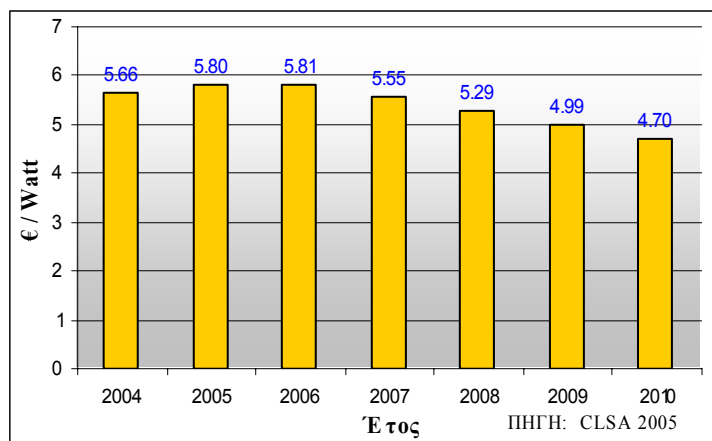
Σε ότι αφορά το κόστος των φωτοβολταϊκών πλαισίων, ιστορικά αυτό μειώνεται κατά 4-5% ετησίως την τελευταία εικοσαετία. Κάθε φορά που διπλασιάζεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς, έχουμε μείωση του κόστους κατά 18%, με αποτέλεσμα σήμερα οι τιμές των να κυμαίνονται σε τέτοια επίπεδα που να τα καθιστούν ελκυστική λύση για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ακόμη και σε εφαρμογές διασυνδεδεμένων συστημάτων. Το παρακάτω διάγραμμα δείχνει παραστατικά την εξέλιξη της μείωσης αυτής.

Σχ. 6.1 Εξέλιξη κόστους φωτοβολταϊκών πλαισίων.



Ωστόσο το 2005 ήταν η πρώτη χρονιά κατά την οποία ανεστράφη αυτή η πτωτική τάση. Η έλλειψη στοκ στην αγορά οδήγησε σε μία, πρόσκαιρη απ' ό τι φαίνεται, αύξηση των τιμών, γεγονός όμως που εκτιμάται ότι δεν θα συνεχιστεί και οι τιμές θα συνεχίσουν την πτωτική πορεία τους μετά το 2006, όπως φαίνεται και από το ακόλουθο διάγραμμα.

Σχ. 6.2 Μέσο κόστος εγκατεστημένου φωτοβολταϊκού συστήματος.

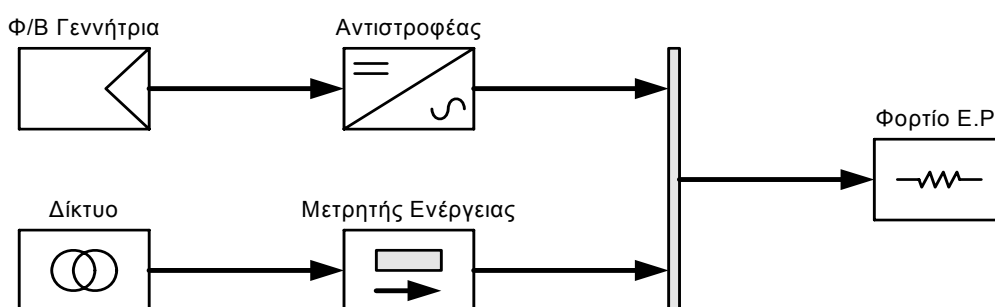


Με βάση το παραπάνω διάγραμμα, το μέσο κόστος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος ανηγμένο στη μονάδα εγκατεστημένης ισχύος για το 2006 δεν πρέπει να ξεπερνά τα 5,81 €/kWp, τιμή που παρά τη μικρή αύξηση εξακολουθεί να παραμένει σχετικά ελκυστική.

Για όλα τα παραπάνω αξίζει να διερευνηθεί η πιθανή εγκατάσταση διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος στον χώρο της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. και να αξιολογηθεί η βιωσιμότητα της.

Παρόλο που η εταιρία δεν διαθέτει αρκετά μεγάλο ελεύθερο χώρο γύρω από το κτίριο, υπάρχει η δυνατότητα ενσωμάτωσης της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας στο ίδιο το κτίριο. Σε αυτό συντελεί το γεγονός ότι το κτίριο δεν έχει άλλα ψηλά κτίρια νότια του και ότι η πίσω του όψη έχει σχεδόν νότιο προσανατολισμό με ελεύθερο ορίζοντα. Επίσης το κτίριο διαθέτει ταράτσα διαστάσεων 13,6m x 17,0m και συνολικού εμβαδού 230m<sup>2</sup>, εκ' των οποίων τα 195m<sup>2</sup> αποτελούν ελεύθερη επιφάνεια. Συνεπώς τηρούνται οι στοιχειώδεις προϋποθέσεις για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων

**Σχ. 6.1 Διάγραμμα ροής ενέργειας διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος.**



Καθώς η πλήρης ενεργειακή κάλυψη του κτιρίου από το φωτοβολταϊκό σύστημα είναι απαγορευτική, η συμμετοχή του φωτοβολταϊκού συστήματος θα συμβάλλει:

- αφενός στη μείωση της ζήτησης ισχύος κατά τη διάρκεια της ημέρας και κατά συνέπεια στον περιορισμό της αιχμής ζήτησης ισχύος
- και αφετέρου στην κάλυψη ποσοστού της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, που καθορίζεται, εκτός από το κεφάλαιο επένδυσης, και από την ελεύθερη επιφάνεια για εγκατάσταση Φ/Β πλαισίων.

Με βάση τις δυο αυτές παραμέτρους αξιολογούνται οι ακόλουθες προτάσεις:

## 6.1.2 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου, με χαρακτηριστικό την πλήρη κάλυψη του ελεύθερου εμβαδού της ταράτσας.

### 6.1.2.1 Πλαίσιο Πρότασης

Με κριτήριο τη μεγιστοποίηση της εκμετάλλευσης των ελεύθερων οριζόντιων επιφανειών του κτιρίου (δηλαδή της ταράτσας) προς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο τα χαρακτηριστικά του προτεινόμενου φωτοβολταϊκού συστήματος είναι:

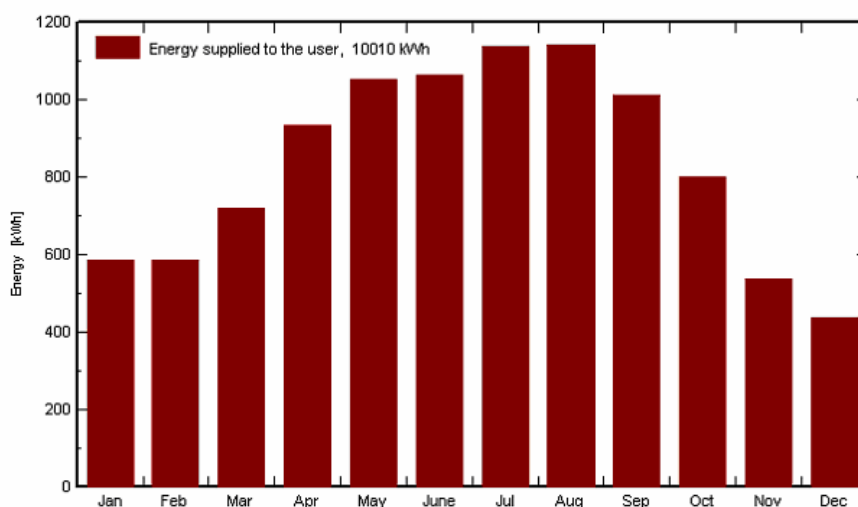
Η Φ/Β γεννήτρια αποτελείται από 54 Φ/Β πλαίσια πολύκρυσταλλικού πυριτίου των 150 Wp έκαστο, συνδεδεμένα σε 6 παράλληλες συστοιχίες (αποτελούμενες από 9 σε σειρά Φ/Β πλαίσια). Η συνολική της ονομαστική ισχύς ισούται με **8,1 kWp**.

Η στήριξη των Φ/Β πλαισίων θα γίνει με βάσεις σταθερής κλίσης, ρυθμισμένη στις 30° ώστε να μεγιστοποιείται η ετήσια ενεργειακή απολαβή από τον ήλιο για την περιοχή της Αθήνας (1.838,8 kWh/m<sup>2</sup>). Ο προσανατολισμός της Φ/Β γεννήτριας παρουσιάζει μικρή απόκλιση από το νότο (αζιμούθιο: -15°), χωρίς όμως αυτό να επηρεάζει ιδιαίτερα την ετήσια ενεργειακή απολαβή (σε σχέση με πλήρως νότιο προσανατολισμό).

Το υποσύστημα των μετατροπέων αποτελείται από τρεις (3) μονοφασικούς αντιστροφείς ονομαστικής ισχύος 2,5 kW συνδεδεμένους σε αστέρα, ώστε το Φ/Β σύστημα να μην επιδεινώνει τυχόν ασύμμετρες φορτίσεις του τριφασικού συστήματος παροχής. Η συνολική ισχύς του τριφασικού αντιστροφέα ισούται με 7,5 kW και οι φασικές τάσεις στην πλευρά του Ε.Ρ. είναι 230 V.

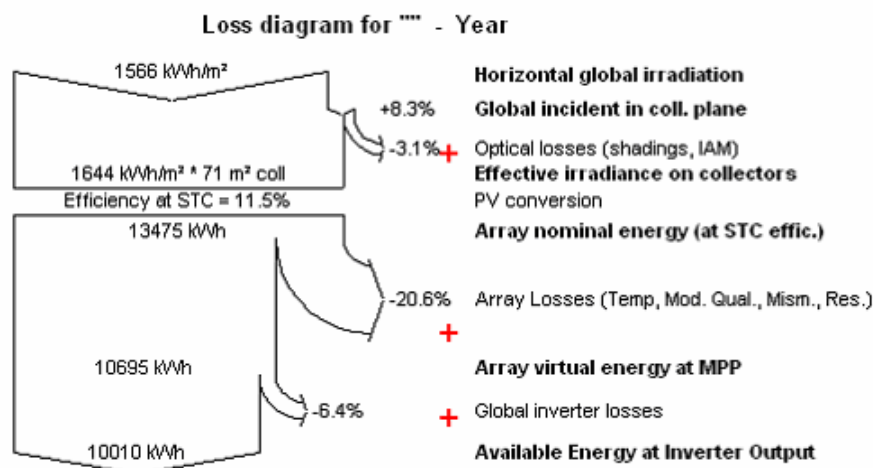
Με βάση τα παραπάνω, και σύμφωνα με τα αποτελέσματα του εξειδικευμένου λογισμικού προσομοίωσης PVSYST V3.41 του πανεπιστημίου της Γενεύης, η αναμενόμενη ετήσια ενεργειακή απολαβή του Φ/Β συστήματος είναι περίπου: **10.010 kWh**, καθώς η μέση τιμή της ετήσιας ενεργειακής απόδοσης της Φ/Β γεννήτριας (30°) προσεγγίζει τις 1.325 kWh/kWp.

Η μηνιαία ενεργειακή απολαβή του φωτοβολταϊκού συστήματος παρουσιάζεται ακολούθως.



Σχ. 6.3 Ενεργειακή απολαβή του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Οι ενεργειακές απώλειες του συστήματος παρουσιάζονται ακολούθως.



Σχ. 6.4 Διάγραμμα ροής ενέργειας του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Σε ότι αφορά το συνολικό κόστος υλοποίησης του Φ/Β συστήματος της προτεινόμενης λύσης αυτό ανέρχεται σε 41.854 €, και αναλύεται περαιτέρω στον ακόλουθο πίνακα. Το ανηγμένο στη μονάδα εγκατεστημένης ισχύος συνολικό κόστος ανέρχεται σε 5,167 €/W<sub>p</sub>, ποσό αρκετά χαμηλότερο του μέσου αναμενόμενου κόστους εγκατεστημένου Φ/Β συστήματος για το 2006 (5,81 €/W<sub>p</sub>), όπως παρουσιάστηκε στο σχήμα 6.3.

Πιν. 6.1 Ανάλυση κόστους εγκατάστασης

Εξοπλισμός	Κόστος (€)	Ποσοστό (%) επί του συνολικού ποσού
Φ/Β πλαίσια	32.054	76,6 %
Υποδομή στήριξης πλαισίων	1.100	2,6 %
Μετατροπείς ισχύος	5.250	12,5 %
Εξοπλισμός Διακοπτικής & Προστασίας	450	1,1 %
Σχεδίαση/Εγκατάσταση/Μεταφορικά	3.000	7,2 %
Σύνολο	41.854	100 %

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 41.854 €.
- ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3%.
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι:  $953,39 \text{ €} \{ 10.010 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} + 8,1 \text{ kW} \cdot (0,25 \cdot 1,0 + 0,50 \cdot 0,8 + 0,25 \cdot 0,5) \cdot 2,0149 \frac{\text{€}}{\text{kW}} = 953,39 \text{ €} \}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

- ◆ Οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης αποτελούν το 0,5% του κόστους αρχικής επένδυσης, δηλαδή 209,27 €.
- ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 25 έτη.



### 6.1.2.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ).

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{41.854}{744,12} = 56,2 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρουσών αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -19.449,70 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

$A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους  $t$

$i$  : το επιτόκιο αναγωγής

$n$  : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

**Πίν. 6.2 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-41,854.00 €	-41,854.00 €
1	744.12 €	722.45 €
2	782.26 €	737.35 €
3	821.92 €	752.17 €
4	863.16 €	766.91 €
5	906.06 €	781.58 €
6	950.67 €	796.17 €
7	997.07 €	810.71 €
8	1,045.33 €	825.19 €
9	1,095.51 €	839.62 €
10	1,147.70 €	854.00 €
11	1,201.98 €	868.34 €
12	1,258.43 €	882.64 €
13	1,317.14 €	896.91 €
14	1,378.19 €	911.15 €
15	1,441.69 €	925.37 €
16	1,507.73 €	939.57 €
17	1,576.41 €	953.75 €
18	1,647.84 €	967.93 €
19	1,722.12 €	982.10 €
20	1,799.38 €	996.27 €
21	1,879.72 €	1,010.44 €
22	1,963.28 €	1,024.62 €
23	2,050.19 €	1,038.81 €

24	2,140.56 €	1,053.02 €
25	2,234.56 €	1,067.24 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-19,449,70 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση κρίνεται οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής.(ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$ΚΠΑ_{(N=ΕΠΑ)} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη N=ΕΠΑ υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς N.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από την επέκταση του πίνακα 6.2 προκύπτει ότι:

- Για N=41 → ΚΠΑ = -411,63 €.
- Για N=42 → ΚΠΑ = 903,44 €

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι ΚΠΑ = 0 για N = ΕΠΑ = 43,9 έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης.(ΕΒΑ)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο ΕΒΑ, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο ΕΒΑ υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια): ΕΒΑ = -1,24 %.

**6.1.2.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.**

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub> : 25,00 € / t CO<sub>2</sub>-eq
- ◆ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει : 8,01 t CO<sub>2</sub>-eq  
 $\{10010 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \frac{\text{t CO}_2\text{-eq}}{\text{kWh}} = 8,01 \text{ t CO}_2\text{-eq}\}$
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub>, είναι : 200,20 €  
 $\{8,01 \text{ t CO}_2\text{-eq} \cdot 25,00 \frac{\text{€}}{\text{t CO}_2\text{-eq}} = 200,20 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:

➤ **Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)**

Η απλή περίοδος αποπληρωμής επισπεύστηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΑΠΑ = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{41.854}{944,32} = 44,3 \text{ έτη}$$

➤ **Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)**

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρουσών αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -13.979,23 \text{ €}$$

**Πίν. 6.3 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-41.854.00 €	-41.854.00 €
1	944.32 €	916.82 €
2	990.46 €	933.61 €
3	1.038.45 €	950.33 €
4	1.088.36 €	967.00 €
5	1.140.27 €	983.60 €
6	1.194.25 €	1.000.16 €
7	1.250.39 €	1.016.68 €
8	1.308.78 €	1.033.16 €
9	1.369.50 €	1.049.61 €
10	1.432.65 €	1.066.02 €
11	1.498.32 €	1.082.42 €
12	1.566.63 €	1.098.80 €
13	1.637.66 €	1.115.17 €
14	1.711.54 €	1.131.53 €
15	1.788.37 €	1.147.89 €
16	1.868.28 €	1.164.25 €
17	1.951.38 €	1.180.62 €
18	2.037.81 €	1.197.00 €
19	2.127.69 €	1.213.39 €
20	2.221.17 €	1.229.81 €
21	2.318.39 €	1.246.25 €
22	2.419.49 €	1.262.72 €
23	2.524.64 €	1.279.22 €
24	2.634.00 €	1.295.75 €
25	2.747.73 €	1.312.33 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-13.979.87 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία, αν και αυξημένη, προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση παραμένει οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής επισπεύστηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΚΠΑ (N = ΕΠΑ) = 0 \Rightarrow ΕΠΑ = 35,0 \text{ έτη}$$

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης προκύπτει αισθητά βελτιωμένος και ίσος με:  $EBA = 0,15 \%$ .

**6.1.2.4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια**

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίν. 6.4 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	43,9 έτη	44,3 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	41,3 έτη	35,0 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	-19.449,70 €	-13.979,87 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	-1,24 %	0,15 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση δεν θεωρείται συμφέρουσα για την επιχείρηση, τουλάχιστον σε πρώτη φάση.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κόστος εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι τόσο υψηλό που τα καθιστά μη βιώσιμες επενδύσεις στον τομέα εξοικονόμησης ενέργειας κτιρίων, εκτός και αν αυτές συνοδεύονται από περαιτέρω κρατική οικονομική υποστήριξη, με τη μορφή επιδότησης είτε του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης ή της παραγόμενης ενέργειας (kWh).

Μέχρι πρόσφατα η υποστήριξη που παρείχε το κράτος σε φωτοβολταϊκές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ήταν της πρώτης μορφής, η οποία δυστυχώς αποδείχθηκε μη ενθαρρυντική.

Στο τελευταίο νομοθετικό πλαίσιο περί Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας υιοθετήθηκε η δεύτερη μορφή ενίσχυσης των φωτοβολταϊκών μονάδων παραγωγής, σύμφωνα με την οποία: “Η ΔΕΗ Α.Ε. είναι υποχρεωμένη να αγοράζει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια για τουλάχιστον μια εικοσαετία στην τιμή 0,45 €/kWh για την περιοχή της Αττικής (η τιμή θα αναπροσαρμόζεται αναλογικά με την αύξηση του τιμολογίου), χωρίς πλέον να επιχορηγεί την εγκατεστημένη ισχύ, και ενώ παράλληλα δεσμεύει τα δικαιώματα της μείωσης εκπομπών ρύπων.”

Εντάσσοντας την επένδυση στο παραπάνω πλαίσιο ως φωτοβολταϊκή μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, και όχι ως φωτοβολταϊκή μονάδα εξοικονόμησης ενέργειας του κτιρίου, τα αποτελέσματα της οικονομικής της αξιολόγησης προκύπτουν σημαντικά βελτιωμένα, όπως παρουσιάζονται ακολούθως.

**Πίν. 6.5 Αποτελέσματα Εναλλακτικής Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

<b>Δείκτης</b>	<b>Αποτελέσματα Αξιολόγησης</b>
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	9,7 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	9,6 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	77.573,12 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	13,11 %

### 6.1.3 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μέσου κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.

#### 6.1.3.1 Πλαίσιο Πρότασης

Με κριτήριο την εξοικονόμηση ενέργειας και περιορισμό του κόστους αρχικής επένδυσης τα χαρακτηριστικά του προτεινόμενου φωτοβολταϊκού συστήματος είναι:

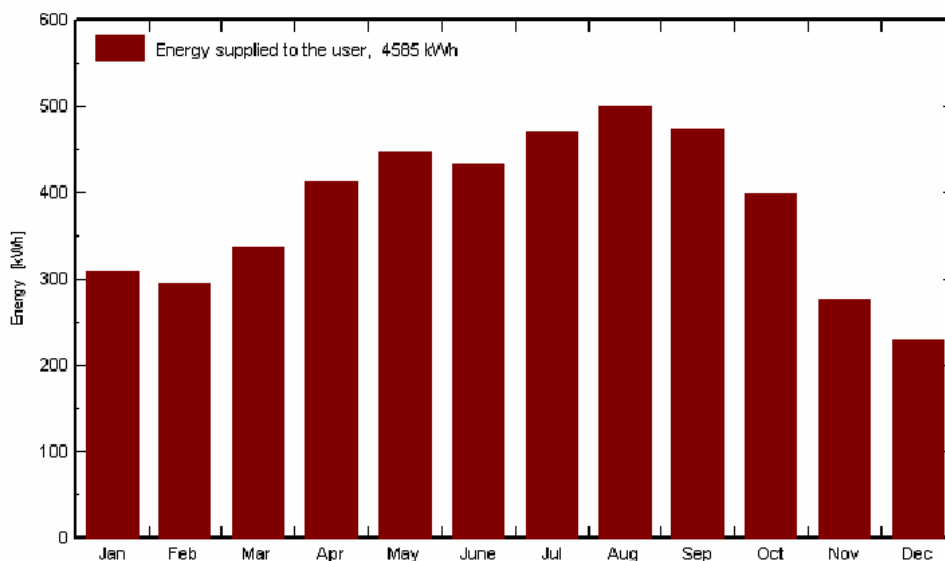
Η Φ/Β γεννήτρια αποτελείται από 40 Φ/Β πλαίσια μονοκρυσταλλικού πυριτίου των 100 Wp έκαστο, συνδεδεμένα σε 4 παράλληλες συστοιχίες (αποτελούμενες από 10 σε σειρά Φ/Β πλαίσια). Η συνολική της ονομαστική ισχύς ισούται με **4,0 kWp**.

Η στήριξη των Φ/Β πλαισίων θα γίνει με βάσεις ρυθμιζόμενης κλίσης δυο θέσεων, 20° για το θερινό εξάμηνο και 50° για το χειμερινό, ώστε να μεγιστοποιείται η ετήσια ενεργειακή απολαβή από τον ήλιο για την περιοχή της Αθήνας. Ο προσανατολισμός της Φ/Β γεννήτριας παρουσιάζει μικρή απόκλιση από το νότο (αζιμούθιο: -15°), χωρίς όμως αυτό να επηρεάζει ιδιαίτερα την ετήσια ενεργειακή απολαβή (σε σχέση με πλήρως νότιο προσανατολισμό).

Η ονομαστική ισχύς του αντιστροφέα είναι 3.5 kW και η τάση στην πλευρά του Ε.Ρ. είναι 230 V. Παρόλο που ο αντιστροφέας είναι μονοφασικός, λόγω της σχετικά μικρής του ισχύος, η ασυμμετρία που θα προκαλείται κατά τη λειτουργία του στο τριφασικό σύστημα του κτηρίου δεν θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική. Ωστόσο είναι δυνατό το μειονέκτημα της προκαλούμενης ασυμμετρίας να μετατραπεί σε πλεονέκτημα του συστήματος εφόσον ο αντιστροφέας συνδεθεί στην πλέον επιβαρυνμένη εκ των τριών φάσεων.

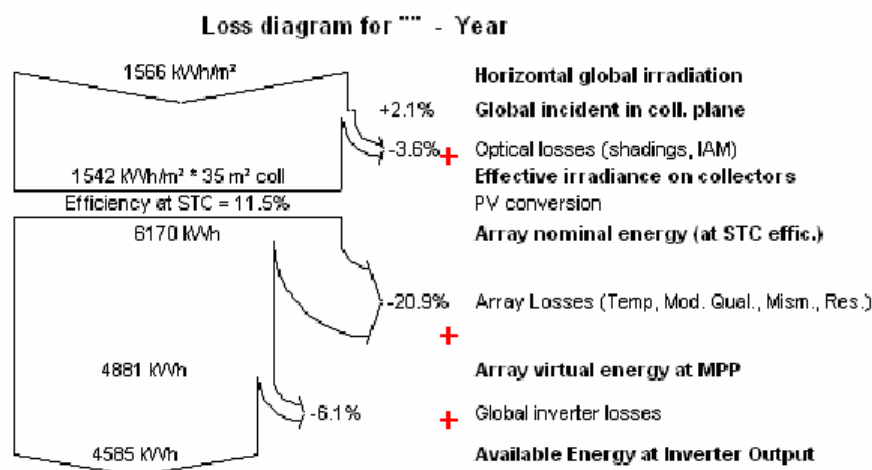
Με βάση τα παραπάνω, και σύμφωνα με τα αποτελέσματα του εξειδικευμένου λογισμικού προσομοίωσης PVSYST V3.41 του πανεπιστημίου της Γενεύης, η αναμενόμενη ετήσια ενεργειακή απολαβή του φωτοβολταϊκού συστήματος είναι περίπου: **4.585 kWh**.

Η μηνιαία ενεργειακή απολαβή του φωτοβολταϊκού συστήματος παρουσιάζεται ακολούθως.



Σχ. 6.5 Ενεργειακή απολαβή του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Οι ενεργειακές απώλειες του συστήματος παρουσιάζονται ακολούθως.



Σχ. 6.5 Διάγραμμα ροής ενέργειας του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Σε ότι αφορά το συνολικό κόστος υλοποίησης του Φ/Β συστήματος της προτεινόμενης λύσης αυτό ανέρχεται σε 22.460 €, και αναλύεται περαιτέρω στον ακόλουθο πίνακα. Το ανηγμένο στη μονάδα εγκατεστημένης ισχύος συνολικό κόστος ανέρχεται σε 5,615 €/Wp, ποσό χαμηλότερο του μέσου αναμενόμενου κόστους εγκατεστημένου Φ/Β συστήματος για το 2006 (5,81 €/Wp), όπως παρουσιάστηκε στο σχήμα 6.5.

Πιν. 6.6 Ανάλυση κόστους εγκατάστασης

Εξοπλισμός	Κόστος (€)	Ποσοστό (%) επί του συνολικού ποσού
Φ/Β πλαίσια	16.380	72,9 %
Υποδομή στήριξης πλαισίων	1.000	4,5 %
Μετατροπείς ισχύος	2.450	10,9 %
Εξοπλισμός Διακοπτικός & Προστασίας	230	1,0 %
Σχεδίαση/Εγκατάσταση/Μεταφορικά	2.400	10,7 %
Σύνολο	22.460	100 %

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 22.460 €.
- ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3%.
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι:  $531,13 \text{ €} \{ 5.585 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} + 4,0 \text{ kW} \cdot (0,25 \cdot 1,0 + 0,50 \cdot 0,8 + 0,25 \cdot 0,5) \cdot 2,0149 \frac{\text{€}}{\text{kW}} = 531,13 \text{ €} \}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

- ◆ Οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης αποτελούν το 0,5% του κόστους αρχικής επένδυσης, δηλαδή 112,30 €.
- ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 25 έτη.

### 6.1.3.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ).

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{22.460}{324,85} = 69,1 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρουσών αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -12.471,81 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

$A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους  $t$

$i$  : το επιτόκιο αναγωγής

$n$  : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

**Πίν. 6.7 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-22.460.00 €	-22.460.00 €
1	324.84 €	315.38 €
2	342.33 €	322.68 €
3	360.52 €	329.92 €
4	379.43 €	337.12 €
5	399.10 €	344.26 €
6	419.55 €	351.37 €
7	440.83 €	358.43 €
8	462.95 €	365.46 €
9	485.96 €	372.45 €
10	509.89 €	379.41 €
11	534.78 €	386.34 €
12	560.66 €	393.24 €
13	587.58 €	400.12 €
14	615.58 €	406.97 €
15	644.69 €	413.80 €
16	674.97 €	420.62 €
17	706.46 €	427.42 €
18	739.21 €	434.21 €
19	773.27 €	440.99 €
20	808.70 €	447.76 €
21	845.54 €	454.52 €
22	883.85 €	461.28 €
23	923.70 €	468.03 €



24	965.14 €	474.78 €
25	1,008.23 €	481.54 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-12.471,81 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση κρίνεται οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής.(ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$ΚΠΑ_{(N=ΕΠΑ)} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη  $N=ΕΠΑ$  υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς  $N$ .

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από την επέκταση του πίνακα 6.7 προκύπτει ότι:

- Για  $N=47 \rightarrow ΚΠΑ = -397,41 \text{ €}$ .
- Για  $N=48 \rightarrow ΚΠΑ = 80,24 \text{ €}$

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι  $ΚΠΑ = 0$  για  $N = ΕΠΑ = 47,2$  έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης.(ΕΒΑ)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο ΕΒΑ, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο ΕΒΑ υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια):  $ΕΒΑ = -2,45 \%$ .

**6.1.3.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.**

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Θεωρούμενη τιμή ρύπων  $CO_2$  :  $25,00 \text{ € / t } CO_2\text{-eq}$
- ◆ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει :  $3,67 \text{ t } CO_2\text{-eq}$   
 $\{4585 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \text{ t } CO_2\text{-eq} / \text{kWh} = 3,67 \text{ t } CO_2\text{-eq}\}$
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων  $CO_2$ , είναι :  $91,70 \text{ €}$   
 $\{3,67 \text{ t } CO_2\text{-eq} \cdot 25,00 \text{ €} / \text{t } CO_2\text{-eq} = 91,70 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του  $4,0 \%$ .

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:

➤ **Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)**

Η απλή περίοδος αποπληρωμής επισπεύτηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΑΠΑ = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{22.460}{416,55} = 53,9 \text{ έτη}$$

➤ **Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)**

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει επίσης βελτιωμένη και ίση με:

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -9.966,39 \text{ €}$$

Οι καθαρές ταμειακές ροές καθ'όλη τη διάρκεια του θεωρούμενου χρόνου ζωής της επένδυσης, από τις οποίες προκύπτει η καθαρή παρούσα αξία της, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίν. 6.8 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγγόμενες Ταμειακές Ροές
0	-22,460.00 €	-22,460.00 €
1	416.55 €	404.42 €
2	437.70 €	412.58 €
3	459.70 €	420.69 €
4	482.58 €	428.77 €
5	506.38 €	436.81 €
6	531.12 €	444.81 €
7	556.86 €	452.78 €
8	583.63 €	460.72 €
9	611.47 €	468.64 €
10	640.42 €	476.53 €
11	670.52 €	484.40 €
12	701.84 €	492.25 €
13	734.40 €	500.09 €
14	768.27 €	507.92 €
15	803.49 €	515.73 €
16	840.13 €	523.54 €
17	878.22 €	531.34 €
18	917.84 €	539.14 €
19	959.05 €	546.93 €
20	1,001.90 €	554.73 €
21	1,046.47 €	562.53 €
22	1,092.82 €	570.34 €
23	1,141.03 €	578.15 €
24	1,191.16 €	585.97 €
25	1,243.30 €	593.81 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-9.966.39 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία, αν και αυξημένη, προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση παραμένει οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής επισπεύτηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΚΠΑ (N = ΕΠΑ) = 0 \Rightarrow ΕΠΑ = 40,1 \text{ έτη}$$

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης προκύπτει αισθητά βελτιωμένος και ίσος με: ΕΒΑ = -1,00 %.

**6.1.3.4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια**

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίν. 6.9 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	69,1 έτη	53,9 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	47,2 έτη	40,1 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	-12.471,81 €	-9.966,39 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	-2,34 %	-1,00 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση δεν θεωρείται συμφέρουσα για την επιχείρηση, τουλάχιστον σε πρώτη φάση.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κόστος εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι τόσο υψηλό που τα καθιστά μη βιώσιμες επενδύσεις στον τομέα εξοικονόμησης ενέργειας κτιρίων, εκτός και αν αυτές συνοδεύονται από περαιτέρω κρατική οικονομική υποστήριξη, με τη μορφή επιδότησης είτε του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης ή της παραγόμενης ενέργειας (kWh).

Μέχρι πρόσφατα η υποστήριξη που παρείχε το κράτος σε φωτοβολταϊκές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ήταν της πρώτης μορφής, η οποία δυστυχώς αποδείχθηκε μη ενθαρρυντική.

Στο τελευταίο νομοθετικό πλαίσιο περί Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας υιοθετήθηκε η δεύτερη μορφή ενίσχυσης των φωτοβολταϊκών μονάδων παραγωγής, σύμφωνα με την οποία: “Η ΔΕΗ Α.Ε. είναι υποχρεωμένη να αγοράζει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια για τουλάχιστον μια εικοσαετία στην τιμή 0,45 €/kWh για την περιοχή της Αττικής (η τιμή θα αναπροσαρμόζεται αναλογικά με την αύξηση του τιμολογίου), χωρίς πλέον να επιχορηγεί την εγκατεστημένη ισχύ, και ενώ παράλληλα δεσμεύει τα δικαιώματα της μείωσης εκπομπών ρύπων.”

Εντάσσοντας την επένδυση στο παραπάνω πλαίσιο ως φωτοβολταϊκή μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, και όχι ως φωτοβολταϊκή μονάδα εξοικονόμησης ενέργειας του κτιρίου, τα αποτελέσματα της οικονομικής της αξιολόγησης προκύπτουν σημαντικά βελτιωμένα, όπως παρουσιάζονται ακολούθως.

**Πίν. 6.10 Αποτελέσματα Εναλλακτικής Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

<b>Δείκτης</b>	<b>Αποτελέσματα Αξιολόγησης</b>
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	11,5 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	11,2 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	31.956,26 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	11,14 %

## 6.1.4 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μικρού κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.

### 6.1.4.1 Πλαίσιο Πρότασης

Με κριτήριο την εξοικονόμηση ενέργειας και περιορισμό του κόστους αρχικής επένδυσης τα χαρακτηριστικά του προτεινόμενου φωτοβολταϊκού συστήματος είναι:

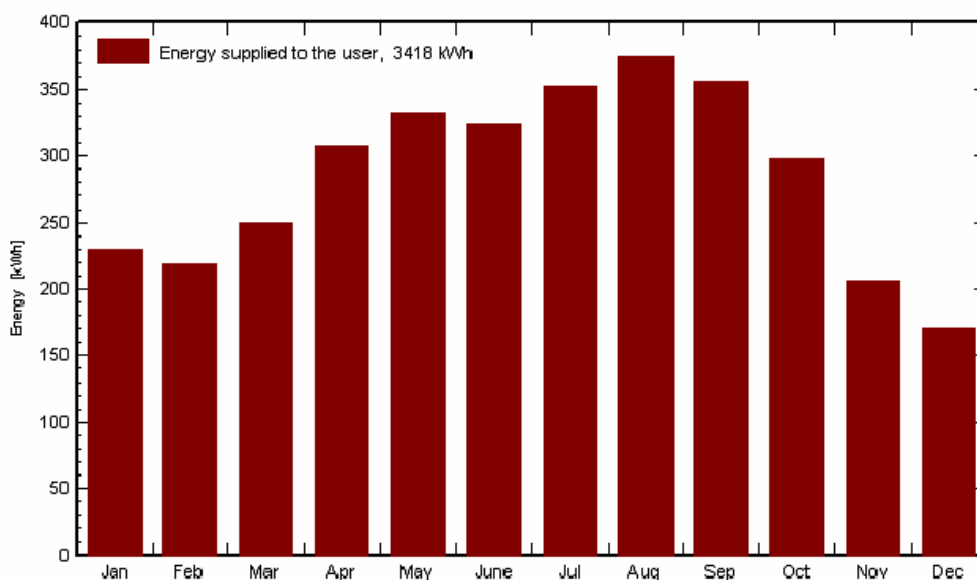
Η Φ/Β γεννήτρια αποτελείται από 24 Φ/Β πλαίσια μονοκρυσταλλικού πυριτίου των 110 Wp έκαστο, συνδεδεμένα σε 3 παράλληλες συστοιχίες (αποτελούμενες από 9 σε σειρά Φ/Β πλαίσια). Η συνολική της ονομαστική ισχύς ισούται με **2,97 kWp**.

Η στήριξη των Φ/Β πλαισίων θα γίνει με βάσεις σταθερής κλίσης, ρυθμισμένη στις 30° ώστε να μεγιστοποιείται η ετήσια ενεργειακή απολαβή από τον ήλιο για την περιοχή της Αθήνας (1838.8 kWh/m<sup>2</sup>). Ο προσανατολισμός της Φ/Β γεννήτριας παρουσιάζει μικρή απόκλιση από το νότο (αζιμούθιο: -15°), χωρίς όμως να μεταβάλλεται ιδιαίτερα η ετήσια ενεργειακή απολαβή.

Η ονομαστική ισχύς του αντιστροφέα είναι 2.5 kW και η τάση στην πλευρά του Ε.Ρ. είναι 230 V. Παρόλο που ο αντιστροφέας είναι μονοφασικός, λόγω της σχετικά μικρής του ισχύος, η ασυμμετρία που θα προκαλείται κατά τη λειτουργία του στο τριφασικό σύστημα του κτηρίου δεν θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική. Ωστόσο είναι δυνατό το μειονέκτημα της προκαλούμενης ασυμμετρίας να μετατραπεί σε πλεονέκτημα του συστήματος εφόσον ο αντιστροφέας συνδεθεί στην πλέον επιβαρημένη εκ των τριών φάσεων.

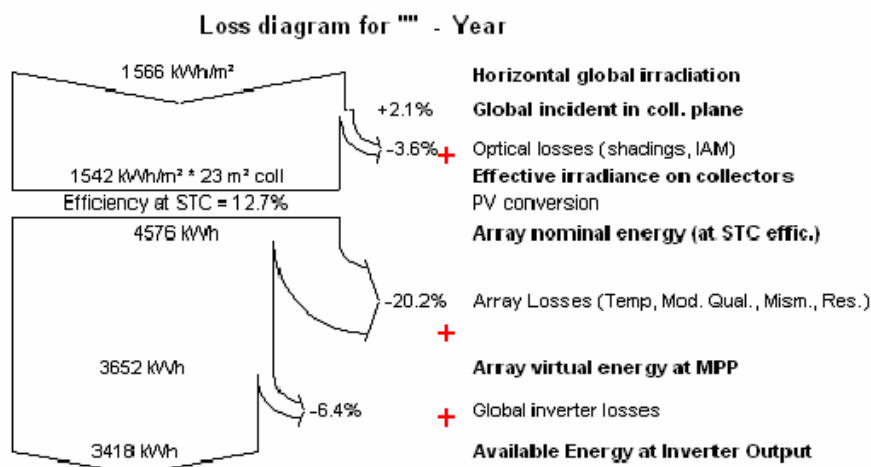
Με βάση τα παραπάνω, και σύμφωνα με τα αποτελέσματα του εξειδικευμένου λογισμικού προσομοίωσης PVSYST V3.41 του πανεπιστημίου της Γενεύης, η αναμενόμενη ετήσια ενεργειακή απολαβή του φωτοβολταϊκού συστήματος είναι περίπου: **3.418 kWh**.

Η μηνιαία ενεργειακή απολαβή του φωτοβολταϊκού συστήματος παρουσιάζεται ακολούθως.



Σχ. 6.7 Ενεργειακή απολαβή του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Οι ενεργειακές απώλειες του συστήματος παρουσιάζονται ακολούθως.



Σχ. 9.8 Διάγραμμα ροής ενέργειας του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Σε ότι αφορά το συνολικό κόστος υλοποίησης του Φ/Β συστήματος της προτεινόμενης λύσης αυτό ανέρχεται σε 17.000 €, και αναλύεται περαιτέρω στον ακόλουθο πίνακα. Το ανηγμένο στη μονάδα εγκατεστημένης ισχύος συνολικό κόστος ανέρχεται σε 5,724 €/Wp, ποσό χαμηλότερο του μέσου αναμενόμενου κόστους εγκατεστημένου Φ/Β συστήματος για το 2006 (5,81 €/Wp), όπως παρουσιάστηκε στο σχήμα 6.7.

Πιν. 6.11 Ανάλυση κόστους εγκατάστασης

Εξοπλισμός	Κόστος (€)	Ποσοστό (%) επί του συνολικού ποσού
Φ/Β πλαίσια	12.340	72,6%
Υποδομή στήριξης πλαισίων	700	4,1%
Μετατροπείς ισχύος	1.750	10,3%
Εξοπλισμός Διακοπτικός & Προστασίας	210	1,2%
Σχεδίαση/Εγκατάσταση/Μεταφορικά	2.000	11,8%
Σύνολο	17.000	100 %

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 17.000 €.
  - ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3%.
  - ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι: 325,86 €  
 $\{ 3.418 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} + 2,97 \text{ kW} \cdot (0,25 \cdot 1,0 + 0,50 \cdot 0,8 + 0,25 \cdot 0,5) \cdot 2,0149 \frac{\text{€}}{\text{kW}} = 325,86 \text{ €} \}$
- Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.
- ◆ Οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης αποτελούν το 0,5% του κόστους αρχικής επένδυσης, δηλαδή 85,00 €.
  - ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 25 έτη.

### 6.1.4.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ).

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{17.000}{240,86} = 70,6 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρουσών αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -9.576,93 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

$A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους  $t$

$i$  : το επιτόκιο αναγωγής

$n$  : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

**Πίν. 6.12 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-17.000.00 €	-17.000.00 €
1	240.86 €	233.85 €
2	253.90 €	239.32 €
3	267.45 €	244.76 €
4	281.55 €	250.15 €
5	296.21 €	255.51 €
6	311.46 €	260.84 €
7	327.32 €	266.14 €
8	343.81 €	271.41 €
9	360.96 €	276.65 €
10	378.80 €	281.86 €
11	397.35 €	287.06 €
12	416.65 €	292.23 €
13	436.71 €	297.38 €
14	457.58 €	302.52 €
15	479.29 €	307.64 €
16	501.86 €	312.74 €
17	525.33 €	317.83 €
18	549.75 €	322.92 €
19	575.14 €	327.99 €
20	601.54 €	333.06 €
21	629.00 €	338.12 €
22	657.56 €	343.18 €
23	687.27 €	348.23 €

24	718.16 €	353.29 €
25	750.28 €	358.34 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-9,576.93 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση κρίνεται οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής.(ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$ΚΠΑ_{(N=EPA)} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη N=EPA υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς N.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από την επέκταση του πίνακα 6.12 προκύπτει ότι:

- Για N=47 → ΚΠΑ = -397,53 €.
- Για N=48 → ΚΠΑ = 80,11 €

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι ΚΠΑ = 0 για N = ΕΠΑ = 47,8 έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης.(EBA)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο EBA, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο EBA υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια):

$$EBA = -2,45 \%$$

**6.1.4.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.**

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub> : 25,00 € / t CO<sub>2</sub>-eq
- ◆ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει : 2,73 t CO<sub>2</sub>-eq  
 $\{3418 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \frac{\text{t CO}_2\text{-eq}}{\text{kWh}} = 2,73 \text{ t CO}_2\text{-eq}\}$
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub>, είναι : 68,36 €  
 $\{2,73 \text{ t CO}_2\text{-eq} \cdot 25,00 \frac{\text{€}}{\text{t CO}_2\text{-eq}} = 68,36 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.



Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:

➤ **Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)**

Η απλή περίοδος αποπληρωμής επισπεύστηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΑΠΑ = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{17.000}{309,22} = 55,0 \text{ έτη}$$

➤ **Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)**

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει επίσης βελτιωμένη και ίση με:

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -7.709,21 \text{ €}$$

Οι καθαρές ταμειακές ροές καθ'όλη τη διάρκεια του θεωρούμενου χρόνου ζωής της επένδυσης, από τις οποίες προκύπτει η καθαρή παρούσα αξία της, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίν. 6.13 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-17,000.00 €	-17,000.00 €
1	309.22 €	300.22 €
2	324.99 €	306.34 €
3	341.39 €	312.42 €
4	358.45 €	318.48 €
5	376.19 €	324.50 €
6	394.63 €	330.50 €
7	413.82 €	336.47 €
8	433.77 €	342.42 €
9	454.52 €	348.35 €
10	476.10 €	354.27 €
11	498.55 €	360.16 €
12	521.89 €	366.04 €
13	546.16 €	371.91 €
14	571.41 €	377.77 €
15	597.67 €	383.62 €
16	624.97 €	389.46 €
17	653.37 €	395.30 €
18	682.91 €	401.14 €
19	713.62 €	406.97 €
20	745.57 €	412.80 €
21	778.79 €	418.64 €
22	813.34 €	424.48 €
23	849.28 €	430.32 €
24	886.65 €	436.17 €
25	925.52 €	442.03 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-7.7709.21 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία, αν και αυξημένη, προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση παραμένει οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής επισπεύτηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΚΠΑ (N = ΕΠΑ) = 0 \Rightarrow ΕΠΑ = 40,7 \text{ έτη}$$

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης προκύπτει αισθητά βελτιωμένος και ίσος με:  $EBA = -1,11 \%$ .

**6.1.4.4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια**

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίν. 6.14 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	70,6 έτη	55,0 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	47,8 έτη	40,7 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	-9.576,93 €	-7.709,21 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	-2,34 %	-1,11 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση δεν θεωρείται συμφέρουσα για την επιχείρηση, τουλάχιστον σε πρώτη φάση.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κόστος εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι τόσο υψηλό που τα καθιστά μη βιώσιμες επενδύσεις στον τομέα εξοικονόμησης ενέργειας κτιρίων, εκτός και αν αυτές συνοδεύονται από περαιτέρω κρατική οικονομική υποστήριξη, με τη μορφή επιδότησης είτε του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης ή της παραγόμενης ενέργειας (kWh).

Μέχρι πρόσφατα η υποστήριξη που παρείχε το κράτος σε φωτοβολταϊκές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ήταν της πρώτης μορφής, η οποία δυστυχώς αποδείχθηκε μη ενθαρρυντική.

Στο τελευταίο νομοθετικό πλαίσιο περί Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας υιοθετήθηκε η δεύτερη μορφή ενίσχυσης των φωτοβολταϊκών μονάδων παραγωγής, σύμφωνα με την οποία: “Η ΔΕΗ Α.Ε. είναι υποχρεωμένη να αγοράζει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια για τουλάχιστον μια εικοσαετία στην τιμή 0,45 €/kWh για την περιοχή της Αττικής (η τιμή θα αναπροσαρμόζεται αναλογικά με την αύξηση του τιμολογίου), χωρίς πλέον να επιχορηγεί την εγκατεστημένη ισχύ, και ενώ παράλληλα δεσμεύει τα δικαιώματα της μείωσης εκπομπών ρύπων.”

Εντάσσοντας την επένδυση στο παραπάνω πλαίσιο ως φωτοβολταϊκή μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, και όχι ως φωτοβολταϊκή μονάδα εξοικονόμησης ενέργειας του κτιρίου, τα αποτελέσματα της οικονομικής της αξιολόγησης προκύπτουν σημαντικά βελτιωμένα, όπως παρουσιάζονται ακολούθως.

**Πίν. 6.15 Αποτελέσματα Εναλλακτικής Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

<b>Δείκτης</b>	<b>Αποτελέσματα Αξιολόγησης</b>
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	11,7 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	11,3 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	23.543,59 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	10,96 %

## **6.2 Προτάσεις Αιολικών Συστημάτων.**

### **6.2.1 Εισαγωγή**

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 ραδιο-τηλεπικοινωνιακά, οπτικής και ακουστικής όχλησης.

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).

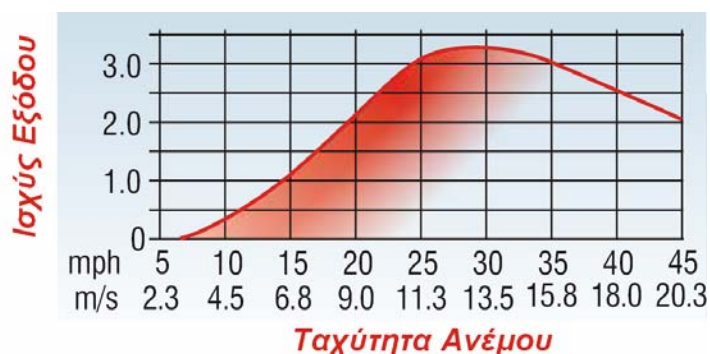
Για όλα τα παραπάνω αξίζει να διερευνηθεί η πιθανή εγκατάσταση μικρής ανεμογεννήτριας στον χώρο της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. και να αξιολογηθεί η βιωσιμότητα της.

## 6.2.2 Εγκατάσταση μικρής ανεμογεννήτριας για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.

### 6.2.2.1 Πλαίσιο Πρότασης

Με κριτήριο την ελαχιστοποίηση της οπτικής και ακουστικής όχλησης σε συνδυασμό με τη διείσδυση μικρής αλλά όχι αμελητέας αιολικής ενέργειας στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου προτείνεται εγκατάσταση μικρής ανεμογεννήτριας με τα εξής χαρακτηριστικά:

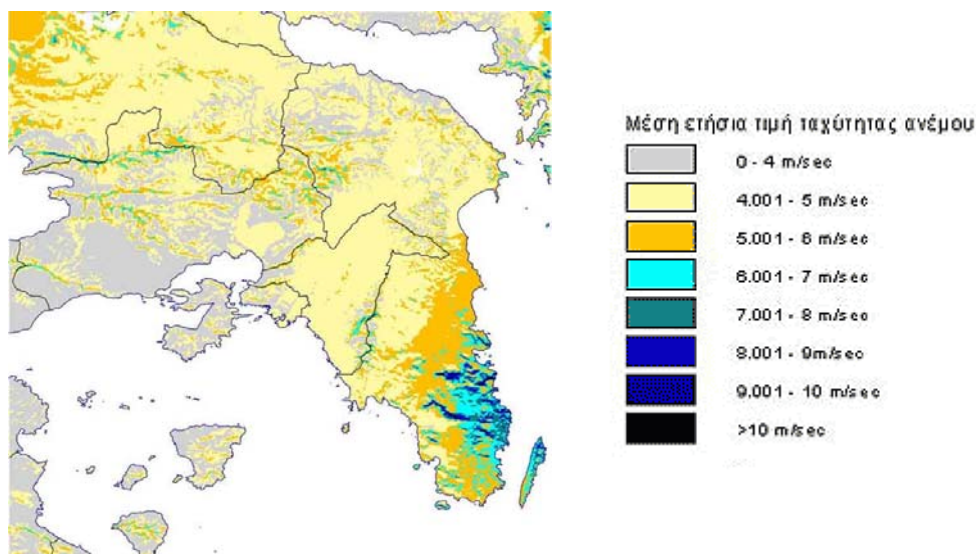
Η προτεινόμενη ανεμογεννήτρια κατατάσσεται στις διπτέρυγες μηχανές οριζοντίου άξονα και η ονομαστική της ισχύς είναι **3 kW**, ενώ η χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος της είναι όπως στο ακόλουθο σχήμα:



Σχ. 6.9 Χαρακτηριστική καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας 3 kW.

Η υποδομή στήριξης της ανεμογεννήτριας αποτελείται από κατάλληλη βάση στήριξης πτυσσόμενου ιστού, τοποθετημένη στο κέντρο της οροφής του κτιρίου, ιστό ύψους 10m και τους κατάλληλους επιτονισμούς. Καθώς το ύψος του κτιρίου είναι περίπου 10m, το συνολικό ύψος του ρότορα της ανεμογεννήτριας σε σχέση με το επίπεδο του εδάφους φτάνει τα 20m.

Στο συγκεκριμένο ύψος (20m), σύμφωνα με στοιχεία του ΚΑΠΕ (σχήμα 6.10), η μέση ετήσια τιμή της ταχύτητας ανέμου προσδιορίζεται σε 4-5m/sec για την τοποθεσία του κτιρίου.

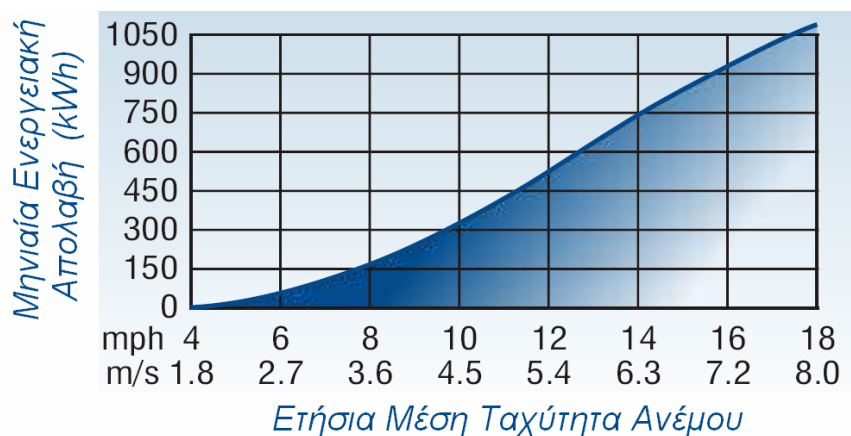


Σχ. 6.10 Χάρτης μέσων ετήσιων τιμών ταχύτητας ανέμου για την περιοχή της Αττικής.

Δεδομένου ότι τα περιβάλλοντα κτίρια δεν ξεπερνούν το ύψος του υπό εξέταση κτιρίου γραφείων η επίδραση της αιολικής σκίασης και της παραγόμενης τύρβης από αυτά κρίνεται αμελητέα για τις ταχύτητες ανέμου που πνέουν στην περιοχή.

Επιπρόσθετα, λόγω του μικρού μεγέθους της ανεμογεννήτριας η διάρκεια συντήρησης και τυχόν επισκευή της είναι της τάξης ωρών, ο συντελεστής διαθεσιμότητας του αιολικού συστήματος είναι πολύ υψηλός, σχεδόν μονάδα.

Με βάση τα παραπάνω, και σύμφωνα με το διάγραμμα μηνιαίας ενεργειακής απολαβής συναρτήσει της ετήσιας μέσης ταχύτητας ανέμου του κατασκευαστή (σχήμα 6.11), η αναμενόμενη ετήσια ενεργειακή απολαβή της ανεμογεννήτριας είναι περίπου: **4800 kWh**, καθώς η μηνιαία ενεργειακή απόδοση της ανεμογεννήτριας για μέση ταχύτητα ανέμου 4,5 m/sec προσεγγίζει τις 400 kWh.



Rayleigh Distribution Curve k=2

**Σχ. 6.11 Μηνιαία ενεργειακή απολαβή της ανεμογεννήτριας.**

Σε ότι αφορά το συνολικό κόστος υλοποίησης του αιολικού συστήματος της προτεινόμενης λύσης αυτό ανέρχεται σε 11.500 €, και αναλύεται περαιτέρω στον ακόλουθο πίνακα. Το ανηγμένο στη μονάδα εγκατεστημένης ισχύος συνολικό κόστος ανέρχεται σε 3,833 €/W, ποσό ικανοποιητικό για μικρού μεγέθους διασυνδεδεμένο αιολικό σύστημα.

**Πιν. 6.16 Ανάλυση κόστους εγκατάστασης**

Εξοπλισμός	Κόστος (€)	Ποσοστό (%) επί του συνολικού ποσού
Ανεμογεννήτρια (με ενσωματωμένο μετατροπέα ισχύος)	10.200	88.7%
Υποδομή στήριξης	400	3.5%
Εξοπλισμός Διακοπτικός & Προστασίας	300	2.6%
Σχεδίαση/Εγκατάσταση/Μεταφορικά	600	5.2%
Σύνολο	11.500	100 %

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 11.500 €.
  - ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3%.
  - ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι: 452,62 €  
 $\{ 4.800 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \text{ E/kWh} + 3,0 \text{ kW} \cdot 0,25 \cdot 2,0149 \text{ E/kW} = 452,62 \text{ €} \}$
- Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4 %.
- ◆ Οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες της φωτοβολταϊκής εγκατάστασης αποτελούν το 1,5% του κόστους αρχικής επένδυσης, δηλαδή 172,50 €.
  - ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 25 έτη.

### 6.2.2.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{11.500}{280,11} = 41,1 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρουσών αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -2.137,53 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

$A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους  $t$

$i$  : το επιτόκιο αναγωγής

$n$  : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

Πίν. 6.17 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγγόμενες Ταμειακές Ροές
0	-11,500.00 €	-11,500.00 €
1	280.11 €	271.96 €
2	298.22 €	281.10 €
3	317.05 €	290.14 €
4	336.63 €	299.09 €

5	356.99 €	307.95 €
6	378.17 €	316.71 €
7	400.20 €	325.40 €
8	423.11 €	334.01 €
9	446.93 €	342.54 €
10	471.71 €	351.00 €
11	497.48 €	359.39 €
12	524.28 €	367.72 €
13	552.15 €	375.99 €
14	581.14 €	384.20 €
15	611.28 €	392.36 €
16	642.63 €	400.47 €
17	675.24 €	408.53 €
18	709.15 €	416.55 €
19	744.41 €	424.53 €
20	781.09 €	432.47 €
21	819.23 €	440.38 €
22	858.90 €	448.25 €
23	900.16 €	456.10 €
24	943.06 €	463.93 €
25	987.69 €	471.72 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-2,137.53 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση κρίνεται οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$ΚΠΑ_{(N=ΕΠΑ)} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη N=ΕΠΑ υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς N.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από την επέκταση του πίνακα 6.17 προκύπτει ότι:

- Για N=29 → ΚΠΑ = -173,00 €.
- Για N=30 → ΚΠΑ = 337,47 €

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι ΚΠΑ = 0 για N = ΕΠΑ = 29,3 έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο ΕΒΑ, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο ΕΒΑ υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια):

$$ΕΒΑ = 1,55 \%$$



### 6.2.2.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub> : 25,00 € / t CO<sub>2</sub>-eq
- ◆ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει : 3,84 t CO<sub>2</sub>-eq  
 $\{4800 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \text{ t CO}_2\text{-eq} / \text{kWh} = 3,84 \text{ t CO}_2\text{-eq}\}$
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub>, είναι : 96,00 €  
 $\{3,84 \text{ t CO}_2\text{-eq} \cdot 25,00 \text{ €} / \text{t CO}_2\text{-eq} = 96,00 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Η απλή περίοδος αποπληρωμής επισπεύστηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{11.500}{376,11} = 30,6 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει επίσης βελτιωμένη και ίση με:

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = 485,37 \text{ €}$$

Οι καθαρές ταμειακές ροές καθ'όλη τη διάρκεια του θεωρούμενου χρόνου ζωής της επένδυσης, από τις οποίες προκύπτει η καθαρή παρούσα αξία της, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίν. 6.17 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγγόμενες Ταμειακές Ροές
0	-11,500.00 €	-11,500.00 €
1	376.11 €	365.16 €
2	398.06 €	375.21 €
3	420.88 €	385.17 €
4	444.62 €	395.04 €
5	469.30 €	404.82 €
6	494.97 €	414.53 €
7	521.67 €	424.17 €
8	549.44 €	433.73 €
9	578.32 €	443.23 €
10	608.35 €	452.67 €
11	639.58 €	462.05 €
12	672.07 €	471.37 €
13	705.85 €	480.65 €
14	740.98 €	489.88 €

15	777.52 €	499.06 €
16	815.52 €	508.21 €
17	855.04 €	517.32 €
18	896.15 €	526.39 €
19	938.89 €	535.44 €
20	983.35 €	544.46 €
21	1,029.58 €	553.45 €
22	1,077.66 €	562.42 €
23	1,127.67 €	571.38 €
24	1,179.68 €	580.32 €
25	1,233.76 €	589.25 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>485.37 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία, αυξημένη σημαντικά, προκύπτει πλέον θετική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση κρίνεται, έστω και οριακά, οικονομικά συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής επισπεύστηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$\text{ΚΠΑ (N = ΕΠΑ)} = 0 \Rightarrow \text{ΕΠΑ} = 24,2 \text{ έτη}$$

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης προκύπτει αισθητά βελτιωμένος και ίσος με: ΕΒΑ = 3,31 %.

**6.2.2.4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια**

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίν. 6.18 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	41,1 έτη	30,6 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	29,3 έτη	24,2 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	-2.137,53 €	485,37 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	1,55 %	3,31 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση δεν θεωρείται συμφέρουσα για την επιχείρηση, τουλάχιστον σε πρώτη φάση, παρά μόνο αν συνυπολογιστούν τα οικονομικά οφέλη από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οπότε με βάση την ΚΠΑ κρίνεται οριακά συμφέρουσα.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κόστος εγκατάστασης των μικρών ανεμογεννητριών είναι τόσο υψηλό που τις καθιστά μη βιώσιμες επενδύσεις στον τομέα εξοικονόμησης ενέργειας κτιρίων, εκτός και αν το αιολικό δυναμικό της περιοχής είναι ιδιαίτερα υψηλό – πράγμα εξαιρετικά σπάνιο για την περίπτωση αστικού περιβάλλοντος.

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>

### *« Αξιολόγηση Προτάσεων Ηλιοπροστασίας »*

---



## 7.1 Εισαγωγή

Η ηλιοπροστασία των υαλοστασίων του κτιρίου αποτελεί από τις βασικότερες τεχνικές για τη μείωση-έλεγχο της αντηλίας και κυρίως των θερμικών φορτίων ενός κτιρίου τη θερινή περίοδο, καθώς η ηλιακή ακτινοβολία η οποία εισέρχεται μέσω των υαλοστασίων αποτελεί συνήθως τη μεγαλύτερη πηγή θερμότητας:

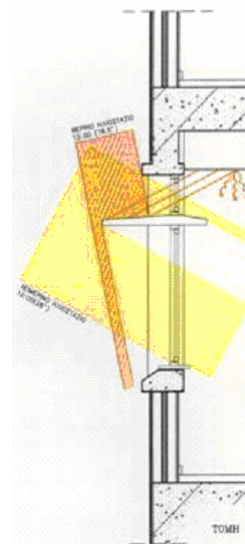
«Η ηλιακή ακτινοβολία που τελικά εισέρχεται στο χώρο μέσω των υαλοστασίων χωρίζεται σε υπεριώδη ακτινοβολία (μήκος κύματος: 300-380 nm), σε ορατό φως (450-700 nm) και υπέρυθη ακτινοβολία (700-2500 nm). Η ακτινοβολία αυτή απορροφάται από τα διάφορα αντικείμενα (μοκέτα, γραφεία, κλπ.) και μετατρέπεται σε ζέστη. Το μήκος κύματος της ζέστης είναι πολύ μεγαλύτερο από την ηλιακή ακτινοβολία (10.000-50.000 nm). Τα τζάμια δεν αφήνουν την ζέστη να διαφύγει, έτσι αυτή εγκλωβίζεται και αυξάνει σταδιακά την θερμοκρασία μέσα στο χώρο (φαινόμενο του θερμοκηπίου στα κτίρια).»

Συνεπώς, και καθώς η ηλιακή ακτινοβολία καθορίζει τόσο το επίπεδο φυσικού φωτισμού μέσα στο κτίριο όσο και τη θερμοκρασιακή συμπεριφορά του, η επίδρασή των διατάξεων ηλιοπροστασίας στην ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, κυρίως μέσω του συστήματος δροσισμού-κλιματισμού, είναι σημαντική.

Σύμφωνα με μελέτες οι διατάξεις ηλιοπροστασίας συμβάλλουν στη μείωση της εσωτερικής θερμοκρασίας ενός κτιρίου έως και 10°C ανάλογα με τις τεχνικές παραμέτρους του κτιρίου, όπως το μέγεθος των υαλοστασίων, η μόνωση του κτιρίου, οι συνθήκες αερισμού του κ.α. καθώς έχουν τη δυνατότητα να απωθούν την ζέστη έως και 80%.

Η τεχνολογία ηλιοπροστασίας έχει εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό την τελευταία εικοσαετία που εκτός από τη βελτίωση των παραδοσιακών τεχνικών σκίασης μέσω κατάλληλης γεωμετρίας σταθερών ή κινητών προβόλων και περσίδων ή κουρτινών, έχουν εμφανιστεί και νέες που επίσης απωθούν την εισερχόμενη από τα υαλοστάσια ηλιακή ενέργεια και μάλιστα σε ευρύτερο φάσμα ακτινοβολίας (συμπεριλαμβάνουν υπέρυθρο και υπεριώδες) χωρίς να περιορίζουν την ορατότητα προς τα έξω.

Σε ότι αφορά το κόστος των τεχνολογιών αυτών, χάρη στο γεγονός ότι διαδόθηκαν ταχύτατα στον κτιριακό τομέα (ενώ ξεκίνησαν σαν διαστημικές εφαρμογές), έχει πέσει σε ικανοποιητικά επίπεδα και κυμαίνεται μεταξύ 25€ και 60€ ανά τετραγωνικό μέτρο υαλοστασίου. Περίπου στο ένα δεύτερο αυτού του ποσού κυμαίνεται το κόστος των παραδοσιακών τεχνικών σκίασης.



**Σχ. 7.1 Διάταξη Ηλιοπροστασίας τύπου προβόλου**

Οι υπάρχουσες διατάξεις ηλιοπροστασίας του κτιρίου γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. ανήκουν και στις τρεις κύριες κατηγορίες διατάξεων σκίασης:

❖ Εσωτερικές:

Το μεγαλύτερο τμήμα των υαλοστασίων του κτιρίου διαθέτει για ηλιοπροστασία διατάξεις οριζοντίων περσίδων (στόρια), των οποίων η κλίση ρυθμίζεται χειροκίνητα.

❖ Εξωτερικές:

Σε τμήμα του νότιου υαλοστασίου του κτιρίου (Β'όροφος) είναι εγκατεστημένη εξωτερική διάταξη σκίασης τύπου μεταλλικών περσίδων. Η διάταξη παρέχει τη δυνατότητα μεταβολής της κλίσης των περσίδων, και άρα του επιπέδου σκίασης, μέσω σερβοκινητήρα που μπορεί να ελέγχεται είτε χειροκίνητα από το εσωτερικό του κτιρίου ή πλήρως αυτοματοποιημένα.

❖ Συνδυασμός Εξωτερικών – Εσωτερικών:

Σε τμήμα του νότιου υαλοστασίου του κτιρίου (Α'όροφος) υπάρχει σταθερή πρόβολος ηλιοπροστασίας στα 2/3 του ύψους του παραθύρου, με προέκταση και προς τις δυο κατευθύνσεις (προς το εξωτερικό και προς το εσωτερικό).

Η θερμική επιβάρυνση που προκύπτει από τη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω ενός υαλοστασίου νότιου προσανατολισμού αποτελεί σύνθετη συνάρτηση τόσο της εποχής όσο και της ώρας της ημέρας, καθώς και άλλων παραμέτρων που υπεισέρχονται αναλυτικά στην μελέτη κλιματισμού. Από την ομώνυμη μελέτη για το κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ, όπως έχει πραγματοποιηθεί από προσωπικό της εταιρίας συμβούλων ΛΔΚ, έχει προκύψει ο ακόλουθος πίνακας.

**Πιν. 7.1 Θερμότητα από εισερχόμενη Ηλιακή Ακτινοβολία μέσω νοτίων υαλοστασίων ( $W/m^2$ ).**

Ωρα Μήνας	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Απρίλιος	75.6	160.5	280.3	305.9	321.0	305.9	280.3	160.5	75.6	24.4	9.3
Μάιος	40.7	81.4	138.4	197.7	217.5	197.7	138.4	81.4	40.7	31.4	15.1
Ιούνιος	37.2	59.3	109.3	138.4	169.8	138.4	109.3	59.3	37.2	31.4	18.6
Ιούλιος	40.7	81.4	138.4	197.7	217.5	197.7	138.4	81.4	40.7	31.4	15.1
Αύγουστος	75.6	160.5	280.3	305.9	321.0	305.9	280.3	160.5	75.6	24.4	9.3
Σεπτέμβρης	138.4	254.7	346.6	383.8	440.8	383.8	346.6	254.7	138.4	37.2	0.0

Για την θεωρούμενη περίοδο λειτουργίας του συστήματος κλιματισμού σε φάση ψύξης (16/05-30/09: 4,5 μήνες) από τις 08:00 έως τις 18:00 (10 ώρες) και όλες τις εργάσιμες ημέρες (97 ημέρες) προκύπτει ότι η μέση τιμή της εισερχόμενης ηλιακής θερμότητας είναι ίση με:  $160 W/m^2$  υαλοστασίου.

Σε γενικές γραμμές το κτίριο της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. ενσωματώνει παραδοσιακές διατάξεις ηλιοπροστασίας που συντελούν σημαντικά στην απώθηση της αντηλίας και στη μείωση της θερμοκρασίας κατά τη θερινή περίοδο. Ωστόσο υπάρχουν περιθώρια για καλύτερα αποτελέσματα μέσω ενσωμάτωσης διατάξεων πιο σύγχρονης φιλοσοφίας και τεχνολογίας. Για το λόγο αυτό αξίζει να διερευνηθεί η πιθανή εφαρμογή ομώνυμων προτάσεων και να αξιολογηθεί η βιωσιμότητα των.

## 7.2 Εγκατάσταση μεμβρανών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.

### 7.2.1 Πλαίσιο Πρότασης

Οι μεμβράνες αντηλιακής προστασίας επιλεκτικού φάσματος είναι κατασκευασμένες από ειδικές μεταλλικές επιστρώσεις σχεδιασμένες για να μεταδίδουν, να αντανακλούν ή να απορροφούν διάφορα μήκη κύματος του ηλιακού φάσματος, ώστε να μεταδίδεται το ορατό φως αλλά να αντανακλάται η θερμότητα. Κυρίως χάρη στο τελευταίο η προσαρμογή μεμβρανών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού προσδίδει σημαντική δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας κατά τη θερινή περίοδο.

Η προτεινόμενη μεμβράνη αποτελεί διαυγές φίλμ επιλεκτικού φάσματος που επιτρέπει τη μετάδοση του ορατού φάσματος κατά 70%, ενώ μειώνει την αντηλιά κατά 20% και απωθεί το 94% της θερμότητας που μεταδίδεται από τις υπέρυθρες ακτίνες και επίσης απωθεί το 99% της βλαβερής υπεριώδους ακτινοβολίας που είναι υπεύθυνη για την πρόκληση βλαβών στο δέρμα και στα μάτια καθώς και το ξεθώριασμα των χρωμάτων. Ενεργειακά, η προτεινόμενη μεμβράνη απωθεί περίπου το 50% της συνολικής ηλιακής ενέργειας που εισέρχεται στο χώρο από τα υαλοστάσια, ενώ παράλληλα βελτιώνει λίγο την μονωτική απόδοση των υαλοστασίων ( $U \text{ value} = 0,94$ ).

Η νότια όψη του κτιρίου γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. διαθέτει τρεις σειρές υαλοστασίων (μία για κάθε επίπεδο) συνολικής επιφάνειας  $100 \text{ m}^2$ . Τα υαλοστάσια αυτά διαθέτουν διατάξεις ηλιοπροστασίας, όπως προαναφέρθηκε αναλυτικότερα στην εισαγωγή της ομώνυμης υπόενοτητας, οι οποίες θα διατηρηθούν και θα συμβάλλουν συμπληρωματικά στην ηλιοπροστασία των γραφείων.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της μελέτης κλιματισμού για το κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ, το ψυκτικό φορτίο λόγω εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας είναι  $160 \text{ W/m}^2$  επιφάνειας υαλοστασίου. Η εγκατάσταση των μεμβρανών ηλιοπροστασίας θα μειώσει το φορτίο αυτό κατά περίπου 50%. Συνεπώς θα υπάρξει εξοικονόμηση  $80 \text{ W/m}^2$  επιφάνειας υαλοστασίου.

Καθώς η περίοδος λειτουργίας του κλιματιστικού συστήματος σε φάση ψύξης είναι περίπου 4,5 μήνες/έτος και η ημερήσια χρήση του είναι 10 ώρες/ημέρα τις καθημερινές, η ετήσια ανηγμένη εξοικονόμηση ψυκτικού φορτίου προκύπτει:

$$80 \text{ W/m}^2 \times 97 \text{ ημέρες/έτος} \times 10 \text{ ώρες/ημέρα} = 77,513 \text{ kWh/m}^2 \text{ επιφάνειας υαλοστασίου}$$

Λαμβάνοντας υπόψη το συντελεστή συμπεριφοράς του συστήματος κλιματισμού:  $\text{COP} = 3$  καθώς και τη συνολική επιφάνεια των υαλοστασίων με νότιο προσανατολισμό:  $100 \text{ m}^2$ , η ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει:

$$100 \text{ m}^2 \times 77,513 \text{ kWh/m}^2 / 3 = 2.584 \text{ kWh}$$

Ωστόσο, λόγω της μείωσης της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου, την χειμερινή περίοδο οι ανάγκες για τεχνητή θέρμανση αυξάνουν με συνέπεια την κατανάλωση επιπλέον ενέργειας, κατά τη λειτουργία του κλιματιστικού συστήματος σε φάση

θέρμανσης, για την κάλυψη των. Οι επιπλέον ενεργειακές απαιτήσεις αποτελούν το 1/4 της προαναφερθείσας ετήσιας εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή 646 kWh.

Συνοψίζοντας, η εφαρμογή της πρότασης εγκατάστασης μεμβρανών ηλιοπροστασίας στα υαλοστάσια με νότιο προσανατολισμό, θα επιφέρει συνολική εξοικονόμηση ενέργειας περίπου  $2.584 - 646 = 1938$  kWh σε ετήσια βάση, τιμή που αντιστοιχεί σε ετήσια ποσοστιαία εξοικονόμηση ίση με 1,76 %.

Το κόστος της προτεινόμενης μεμβράνης ηλιοπροστασίας είναι 35 €/m<sup>2</sup> επιφάνειας υαλοστασίου, συμπεριλαμβανομένης μεταφοράς και τοποθέτησης. Συνεπώς το συνολικό κόστος υλοποίησης της προτεινόμενης λύσης, με βάση το γεγονός ότι η συνολική επιφάνεια των νότιων υαλοστασίων είναι 100 m<sup>2</sup>, ανέρχεται σε:  $35 \text{ €/m}^2 \times 100 \text{ m}^2 = 3.500 \text{ €}$ .

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 3.500 €.
- ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3,0 %.
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι: 182,13 €  
{  $1.938 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \text{ €/kWh} = 182,13 \text{ €}$  }  
Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.
- ◆ Οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες θεωρούνται αμελητέες.
- ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 12 έτη.

### 7.2.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

#### ➤ *Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)*

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{3.500}{182,13} = 19,2 \text{ έτη}$$

#### ➤ *Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)*

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρουσών αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.



$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -1261,00 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

- $A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους  $t$   
 $i$  : το επιτόκιο αναγωγής  
 $n$  : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

**Πίν. 7.2 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-3,500.00 €	-3,500.00 €
1	182.13 €	176.83 €
2	189.42 €	178.55 €
3	197.00 €	180.28 €
4	204.88 €	182.03 €
5	213.07 €	183.80 €
6	221.59 €	185.58 €
7	230.46 €	187.38 €
8	239.67 €	189.20 €
9	249.26 €	191.04 €
10	259.23 €	192.89 €
11	269.60 €	194.77 €
12	280.39 €	196.66 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-1.261,00 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση κρίνεται οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$ΚΠΑ_{(N=EPA)} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη  $N=EPA$  υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς  $N$ .

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από τον πίνακα 7.2 προκύπτει ότι:

- ο Για  $N=18 \rightarrow ΚΠΑ = -40,31 \text{ €}$ .
- ο Για  $N=19 \rightarrow ΚΠΑ = 170,11 \text{ €}$

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι  $ΚΠΑ = 0$  για  $N = EPA = 19,2$  έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο ΕΒΑ, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο ΕΒΑ υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια): ΕΒΑ= -3,37 %.

### 7.2.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub> : 25,00 € / t CO<sub>2</sub>-eq
- ◆ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει : 1,55 t CO<sub>2</sub>-eq  
 $\{1938 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \text{ t CO}_2\text{-eq} / \text{kWh} = 1,55 \text{ t CO}_2\text{-eq}\}$
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub>, είναι : 38,76 €  
 $\{1,55 \text{ t CO}_2\text{-eq} \cdot 25,00 \text{ €} / \text{t CO}_2\text{-eq} = 38,76 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Η απλή περίοδος αποπληρωμής επισπεύτηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{3.500}{220,89} = 15,8 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει επίσης βελτιωμένη και ίση με:

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -784,52 \text{ €}$$

Οι καθαρές ταμειακές ροές καθ'όλη τη διάρκεια του θεωρούμενου χρόνου ζωής της επένδυσης, από τις οποίες προκύπτει η καθαρή παρούσα αξία της, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίν. 7.3 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-3,500.00 €	-3,500.00 €
1	220.89 €	214.46 €
2	229.73 €	216.54 €
3	238.92 €	218.64 €
4	248.47 €	220.77 €
5	258.41 €	222.91 €
6	268.75 €	225.07 €

7	279.50 €	227.26 €
8	290.68 €	229.47 €
9	302.31 €	231.69 €
10	314.40 €	233.94 €
11	326.98 €	236.21 €
12	340.05 €	238.51 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-784.52 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία, αν και αυξημένη, προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση παραμένει οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής επιστεύστηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$\text{ΚΠΑ (N = ΕΠΑ)} = 0 \Rightarrow \text{ΕΠΑ} = 15,2 \text{ έτη}$$

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης αν και βελτιωμένος, παραμένει αρνητικός και ίσος με:

$$\text{ΕΒΑ} = -0,75 \%$$

#### 7.2.4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίν. 7.4 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	19,2 έτη	15,8 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	18,2 έτη	15,2 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	-1.261,00 €	-784,52 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	-3,37 %	-0,75 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση δεν θεωρείται συμφέρουσα για την επιχείρηση, τουλάχιστον σε πρώτη φάση.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κόστος εγκατάστασης των μεμβρανών ηλιοπροστασίας παραμένει σχετικά υψηλό, ενώ παράλληλα τμήμα της ενέργειας που εξοικονομείται κατά τη θερινή περίοδο αντισταθμίζεται από την απαιτούμενη ενέργεια για επιπλέον θέρμανση το χειμώνα.

### 7.3 Εγκατάσταση κουρτινών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.

#### 7.3.1 Πλαίσιο Πρότασης

Οι κουρτίνες αντηλιακής προστασίας επιλεκτικού φάσματος είναι κατασκευασμένες από ειδικές μεταλλικές επιστρώσεις σχεδιασμένες για να μεταδίδουν, να αντανακλούν ή να απορροφούν διάφορα μήκη κύματος του ηλιακού φάσματος, ώστε να μεταδίδεται ποσοστό του ορατού φωτός αλλά να αντανακλάται η θερμότητα. Κυρίως χάρη στο τελευταίο η προσαρμογή μεμβρανών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού προσδίδει σημαντική δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας κατά τη θερινή περίοδο.

Η προτεινόμενη κουρτίνα αποτελεί μεμβράνη επιλεκτικού φάσματος που επιτρέπει μερικώς τη μετάδοση του ορατού φάσματος κατά 30%, ενώ μειώνει την αντηλιά κατά 70% και απωθεί το 99% της θερμότητας που μεταδίδεται από τις υπέρυθρες ακτίνες και επίσης απωθεί το 99% της βλαβερής υπεριώδους ακτινοβολίας που είναι υπεύθυνη για την πρόκληση βλαβών στο δέρμα και στα μάτια καθώς και το ξεθώριασμα των χρωμάτων. Ενεργειακά, η προτεινόμενη μεμβράνη απωθεί περίπου το 90% της συνολικής ηλιακής ενέργειας που εισέρχεται στο χώρο από τα υαλοστάσια, ενώ παράλληλα βελτιώνει λίγο την μονωτική απόδοση των υαλοστασίων ( $U \text{ value} = 0,94$ ).

Η νότια όψη του κτιρίου γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. διαθέτει τρεις σειρές υαλοστασίων (μία για κάθε επίπεδο) συνολικής επιφάνειας  $100 \text{ m}^2$ . Τα υαλοστάσια αυτά διαθέτουν διατάξεις ηλιοπροστασίας, όπως προαναφέρθηκε αναλυτικότερα στην εισαγωγή της ομώνυμης υπόενοτητας, οι οποίες, εκτός των εσωτερικών περσίδων, θα διατηρηθούν και θα συμβάλλουν συμπληρωματικά στην ηλιοπροστασία των γραφείων.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της μελέτης κλιματισμού για το κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ, το ψυκτικό φορτίο λόγω εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας είναι  $160 \text{ W/m}^2$  επιφάνειας υαλοστασίου. Η εγκατάσταση των μεμβρανών ηλιοπροστασίας θα μειώσει το φορτίο αυτό κατά περίπου 90%. Συνεπώς θα υπάρξει εξοικονόμηση  $144 \text{ W/m}^2$  επιφάνειας υαλοστασίου.

Καθώς η περίοδος λειτουργίας του κλιματιστικού συστήματος σε φάση ψύξης είναι περίπου 4,5 μήνες/έτος και η ημερήσια χρήση του είναι 10 ώρες/ημέρα τις καθημερινές, η ετήσια ανηγμένη εξοικονόμηση ψυκτικού φορτίου προκύπτει:

$$144 \text{ W/m}^2 \times 97 \text{ ημέρες/έτος} \times 10 \text{ ώρες/ημέρα} = 139,524 \text{ kWh/m}^2 \text{ επιφάνειας υαλοστασίου}$$

Λαμβάνοντας υπόψη το συντελεστή συμπεριφοράς του συστήματος κλιματισμού:  $\text{COP} = 3$  καθώς και τη συνολική επιφάνεια των υαλοστασίων με νότιο προσανατολισμό:  $100 \text{ m}^2$ , η ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει:

$$100 \text{ m}^2 \times 139,524 \text{ kWh/m}^2 / 3 = 4.651 \text{ kWh}$$

Το πλεονέκτημα των κουρτινών σε σχέση με τις μεμβράνες είναι ότι χρησιμοποιούνται μόνο όταν είναι απαραίτητες και όχι μονίμως με συνέπεια να μην προσθέτουν επιπλέον κλιματιστικό φορτίο (θερμικό) κατά τη χειμερινή περίοδο. Η προτεινόμενη κουρτίνα όταν δεν χρησιμοποιείται

τυλίγεται μέσα σε αλουμιένια κάσα, όπου, υπάρχει ειδικό βουρτσάκι που την καθαρίζει με κάθε της κίνηση. Έτσι, η κουρτίνα παραμένει πάντα καθαρή και δεν μειώνεται η αντανακλαστικότητα της. Επίσης οι πλευρικοί οδηγοί οδηγούν τη μεμβράνη και προστατεύουν τις άκρες της.

Συνοψίζοντας, η εφαρμογή της πρότασης εγκατάστασης κουρτινών ηλιοπροστασίας στα υαλοστάσια με νότιο προσανατολισμό, θα επιφέρει συνολική εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 4.651 kWh σε ετήσια βάση, τιμή που αντιστοιχεί σε ετήσια ποσοστιαία εξοικονόμηση ίση με 4,23 %.

Το κόστος της προτεινόμενης κουρτίνας ηλιοπροστασίας είναι 55 €/m<sup>2</sup> επιφάνειας υαλοστασίου, συμπεριλαμβανομένης μεταφοράς και τοποθέτησης. Συνεπώς το συνολικό κόστος υλοποίησης της προτεινόμενης λύσης, με βάση το γεγονός ότι η συνολική επιφάνεια των νότιων υαλοστασίων είναι 100 m<sup>2</sup>, ανέρχεται σε: 55 €/m<sup>2</sup> × 100 m<sup>2</sup> = 5.500 €.

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 5.500 €.
- ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3,0 %.
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι: 437,10 €  
 $\{ 4.651 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 437,10 \text{ €} \}$   
 Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.
- ◆ Οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες θεωρούνται αμελητέες.
- ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 12 έτη.

### 7.3.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{5,500}{437,10} = 12,6 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρουσών αξιών όλων των χρηματικών

ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$ΚΠΑ = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = -126,64 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

$A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους t

i : το επιτόκιο αναγωγής

n : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

**Πίν. 7.5 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-5,500.00 €	-5,500.00 €
1	437.10 €	424.37 €
2	454.59 €	428.49 €
3	472.77 €	432.65 €
4	491.68 €	436.85 €
5	511.35 €	441.09 €
6	531.80 €	445.37 €
7	553.07 €	449.70 €
8	575.20 €	454.06 €
9	598.20 €	458.47 €
10	622.13 €	462.92 €
11	647.02 €	467.42 €
12	672.90 €	471.96 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>-126,64 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει αρνητική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση κρίνεται οικονομικά μη συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής.(ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$ΚΠΑ_{(N=ΕΠΑ)} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη N=ΕΠΑ υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς N.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από τον πίνακα 6.5 προκύπτει ότι:

- Για N=12 → ΚΠΑ = -126,64 €.
- Για N=13 → ΚΠΑ = 349,90 €

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι ΚΠΑ = 0 για N = ΕΠΑ = 12,3 έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης.(ΕΒΑ)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο ΕΒΑ, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό

κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο ΕΒΑ υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια): ΕΒΑ = 2,64 %.

### 7.3.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub> : 25,00 € / t CO<sub>2</sub>-eq
- ◆ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει : 3,72 t CO<sub>2</sub>-eq  
 $\{4.651 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \text{ t CO}_2\text{-eq} / \text{kWh} = 3,72 \text{ t CO}_2\text{-eq}\}$
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub>, είναι : 93,02 €  
 $\{3,72 \text{ t CO}_2\text{-eq} \cdot 25,00 \text{ E} / \text{t CO}_2\text{-eq} = 93,02 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Η απλή περίοδος αποπληρωμής επισπεύστηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{5.500}{530,12} = 10,4 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει επίσης βελτιωμένη και ίση με:

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = 1.016,87 \text{ €}$$

Οι καθαρές ταμειακές ροές καθ'όλη τη διάρκεια του θεωρούμενου χρόνου ζωής της επένδυσης, από τις οποίες προκύπτει η καθαρή παρούσα αξία της, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίν. 7.6 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-5,500.00 €	-5,500.00 €
1	530.12 €	514.68 €
2	551.33 €	519.68 €

3	573.38 €	524.72 €
4	596.31 €	529.82 €
5	620.17 €	534.96 €
6	644.97 €	540.15 €
7	670.77 €	545.40 €
8	697.60 €	550.69 €
9	725.51 €	556.04 €
10	754.53 €	561.44 €
11	784.71 €	566.89 €
12	816.10 €	572.39 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>1.016,87 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία, αυξημένη σημαντικά, προκύπτει πλέον θετική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση κρίνεται, έστω και οριακά, οικονομικά συμφέρουσα.

➤ *Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)*

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής επιστεύτηκε ανεπαίσθητα καθώς προκύπτει ίση με:

$$\text{ΚΠΑ (N = ΕΠΑ)} = 0 \quad \Rightarrow \quad \text{ΕΠΑ} = 10,2 \text{ έτη}$$

➤ *Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)*

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης προκύπτει αισθητά βελτιωμένος και ίσος με: ΕΒΑ = 5,74 %.

### 7.3.4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίν. 7.7 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	12,6 έτη	10,4 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	12,3 έτη	10,2 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	-126,64 €	1.061,87 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	2,64 %	5,74 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση δεν θεωρείται συμφέρουσα για την επιχείρηση, τουλάχιστον σε πρώτη φάση, παρά μόνο αν συνυπολογιστούν τα οικονομικά οφέλη από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οπότε με βάση την ΚΠΑ κρίνεται οριακά συμφέρουσα.

Αυτό οφείλεται αποκλειστικά στο υψηλό κόστος εγκατάστασης των προτεινόμενων κουρτινών ηλιοπροστασίας, που δικαιολογείται όσον αφορά στην ποιότητα και στον αυξημένο χρόνο ζωής των, σύμφωνα με τα οποία ο χρόνος ζωής της επένδυσης οφείλει να αναπροσαρμοστεί σε επίπεδο υψηλότερο των υπολοίπων προτάσεων ηλιοπροστασίας.



## 7.4 Επισκευή συστήματος αυτόματης ρύθμισης κλίσης υπάρχουσας εξωτερικής διάταξης σκίασης για τα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.

### 7.4.1 Πλαίσιο Πρότασης

Σε τμήμα δεύτερο όροφο του κτιρίου της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. τα υαλοστάσια διαθέτουν εξωτερικές διατάξεις ηλιοπροστασίας τύπου οριζοντίων περσίδων ρυθμιζόμενης κλίσης. Πιο συγκεκριμένα οι διατάξεις αυτές καλύπτουν τα ανατολικά, νότια και δυτικά υαλοστάσια της νότιας πτέρυγας γραφείων του ορόφου, με αντίστοιχα εμβαδά επιφανειών 13m<sup>2</sup>, 35m<sup>2</sup>, 13m<sup>2</sup>.

Οι διατάξεις αυτές δεν προσφέρουν απλά παθητική ηλιοπροστασία, αλλά σε συνδυασμό με αισθητήρα ηλιοφάνειας, κύκλωμα ελέγχου και σερβομηχανισμό μεταβολής της κλίσης των περσίδων, αποτελούν ολοκληρωμένο ενεργητικό σύστημα ηλιοπροστασίας. Βεβαίως εκτός της πλήρως αυτοματοποιημένης λειτουργίας του, κατά την οποία ρυθμίζεται η κλίση των περσίδων βάση του επιθυμητού προεπιλεγμένου επιπέδου φωτισμού στο εσωτερικό των γραφείων, παραμένει η δυνατότητα χειροκίνητης ρύθμισης.

Καθώς ο μηχανισμός περιστροφής των μεταλλικών περσίδων επιτρέπει την περιστροφή των από 0° έως 85° προς τα κάτω επιτυγχάνεται απώθηση της ηλιακής ακτινοβολίας στο ορατό φάσμα μέχρι και 90%. Ωστόσο, η απώθηση της συνολικής ηλιακής ενέργειας φτάνει μόλις το 75%, εξαιτίας του υλικού των περσίδων (μέταλλο): σημαντική ποσότητα της προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας επανεκπέμπεται ως θερμική ακτινοβολία και μεταφέρεται στο εσωτερικό των γραφείων, παρόλο που οι περσίδες βρίσκονται εξωτερικά των υαλοστασίων.

Σύμφωνα με τα στοιχεία της μελέτης κλιματισμού για το κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ, το μέσο ψυκτικό φορτίο κατά τη θερινή περίοδο, λόγω εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας, είναι 160 W/m<sup>2</sup> επιφάνειας υαλοστασίου. Η επισκευή του συστήματος ηλιοπροστασίας θα μειώσει το φορτίο αυτό κατά περίπου 75%. Συνεπώς θα υπάρξει εξοικονόμηση 120 W/m<sup>2</sup> επιφάνειας υαλοστασίου.

Καθώς η περίοδος λειτουργίας του κλιματιστικού συστήματος σε φάση ψύξης είναι περίπου 4,5 μήνες/έτος και η ημερήσια χρήση του είναι 10 ώρες/ημέρα τις καθημερινές, η ετήσια ανηγμένη εξοικονόμηση ψυκτικού φορτίου προκύπτει:

$$120 \text{ W/m}^2 \times 97 \text{ ημέρες/έτος} \times 10 \text{ ώρες/ημέρα} = 116,4 \text{ kWh/m}^2 \text{ επιφάνειας υαλοστασίου}$$

Λαμβάνοντας υπόψη το συντελεστή συμπεριφοράς του συστήματος κλιματισμού: COP = 3 καθώς και τη συνολική επιφάνεια των υαλοστασίων, των οποίων θα αναβαθμιστεί η ηλιο-προστασία: 61 m<sup>2</sup>, η ετήσια εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει:

$$61 \text{ m}^2 \times 116,4 \text{ kWh/m}^2 / 3 = 2.367 \text{ kWh}$$

Συνοψίζοντας, η εφαρμογή της πρότασης επισκευής του συστήματος αυτόματης ρύθμισης της κλίσης των εγκαταστημένων διατάξεων ηλιοπροστασίας στα υαλοστάσια της νότιας πτέρυγας γραφείων του δεύτερου ορόφου, θα επιφέρει συνολική εξοικονόμηση ενέργειας περίπου 2.367 kWh σε ετήσια βάση, τιμή που αντιστοιχεί σε ετήσια ποσοστιαία εξοικονόμηση ίση με 2,15 %.

Το σύστημα ενεργητικής ηλιοπροστασίας, όπως περιγράφηκε παραπάνω, βρέθηκε μη λειτουργικό κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου. Το πρόβλημα εντοπίστηκε στο κύκλωμα ελέγχου, το οποίο ήταν κατεστραμμένο και απαιτούσε αντικατάσταση. Το κόστος αντικατάστασης του και κατά συνέπεια υλοποίησης της προτεινόμενης λύσης ανέρχεται σε: 1.000 €, συμπεριλαμβανομένων και των εργατικών.

Τα οικονομικά δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης (για την περίπτωση χρηματοδότησης της από ίδια κεφάλαια) είναι:

- ◆ Το συνολικό κόστος επένδυσης ανέρχεται σε 1.000 €.
- ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3,0 %.
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ21 (χρέωση ενέργειας και ισχύος), είναι: 222,45 €  
 $\{ 2.367 \text{ kWh} \cdot 0,09398 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 222,45 \text{ €} \}$   
 Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.
- ◆ Οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες θεωρούνται αμελητέες.
- ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 12 έτη.

#### 7.4.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης μη λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, αρχικά μη λαμβάνοντας υπόψη τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της:

##### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Το κριτήριο αυτό παρέχει το πλεονέκτημα της εύκολης κατανόησης και της ταχύτητας υπολογισμού. Η παραπάνω αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη τα μεταγενέστερα, του χρόνου αποπληρωμής, οφέλη από την επένδυση ούτε την επίδραση του χρόνου στην αξία του. Έτσι:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{1,000}{222,45} = 4,5 \text{ έτη}$$

##### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία αποτελεί το σημαντικότερο δείκτη οικονομικής βιωσιμότητας της επένδυσης και ισούται με το αλγεβρικό άθροισμα των παρουσών αξιών όλων των χρηματικών ροών, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα, κατά την οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης.

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = 1.734,63 \text{ €} \dots \quad \text{όπου}$$

- $A_t$  : η καθαρή χρηματοροή του έτους  $t$
- $i$  : το επιτόκιο αναγωγής
- $n$  : η διάρκεια ζωής της επένδυσης

Πίν. 7.8 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-1,000.00 €	-1,000.00 €
1	222.45 €	215.97 €
2	231.35 €	218.07 €
3	240.60 €	220.19 €
4	250.23 €	222.32 €
5	260.24 €	224.48 €
6	270.65 €	226.66 €
7	281.47 €	228.86 €
8	292.73 €	231.08 €
9	304.44 €	233.33 €
10	316.62 €	235.59 €
11	329.28 €	237.88 €
12	342.45 €	240.19 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>1.734,63 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει θετική, οπότε σε γενικά πλαίσια η επένδυση κρίνεται οικονομικά συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$\text{ΚΠΑ}_{(N=\text{ΕΠΑ})} = 0$$

όπου ΚΠΑ η παρούσα αξία, ενώ η ένδειξη  $N=\text{ΕΠΑ}$  υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς  $N$ .

Στη συγκεκριμένη περίπτωση η ΕΠΑ μπορεί να υπολογιστεί με δοκιμή και σφάλμα. Συγκεκριμένα από τον πίνακα 7.8 προκύπτει ότι:

- Για  $N=4 \rightarrow \text{ΚΠΑ} = -123,45 \text{ €}$ .
- Για  $N=5 \rightarrow \text{ΚΠΑ} = 101,03 \text{ €}$

Οπότε με γραμμική παρεμβολή προκύπτει ότι  $\text{ΚΠΑ} = 0$  για  $N = \text{ΕΠΑ} = 4,5$  έτη

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ορισμένοι επενδυτές δεν έχουν συγκεκριμένη πολιτική για την επιλογή του κατάλληλου επιτοκίου και επομένως δεν είναι σε θέση να υπολογίσουν την ορθή για αυτούς ΚΠΑ. Σε αυτή την περίπτωση κατάλληλος δείκτης οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης είναι ο ΕΒΑ, ο οποίος αποτελεί το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση ισούνται με το αρχικό κόστος της επένδυσης, δηλαδή το επιτόκιο για το οποίο η ΚΠΑ του έργου μηδενίζεται, για τη θεωρούμενη οικονομική διάρκεια της επένδυσης.

Εν προκειμένω, ο ΕΒΑ υπολογίστηκε (εμμέσως με αριθμητική παρεμβολή μεταξύ δυο κοντινών στο μηδέν υπολογισμένων ΚΠΑ, μιας θετικής και μιας αρνητικής, μετά από αρκετούς υπολογισμούς NPV για διάφορα επιτόκια):  $\text{ΕΒΑ} = 23,38 \%$ .

### 7.4.3 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης λαμβάνοντας υπόψη τις Π.Ε.

Τα επιπλέον δεδομένα που απαιτούνται για την αξιολόγηση της πρότασης, λαμβάνοντας υπόψη και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων της, είναι τα ακόλουθα:

- ◆ Θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub> : 25,00 € / t CO<sub>2</sub>-eq
- ◆ Η ετήσια μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου προκύπτει : 1,89 t CO<sub>2</sub>-eq  
 $\{2.367 \text{ kWh} \cdot 0,0008 \text{ t CO}_2\text{-eq} / \text{kWh} = 1,89 \text{ t CO}_2\text{-eq}\}$
- ◆ Το ετήσιο όφελος, σύμφωνα με τη θεωρούμενη τιμή ρύπων CO<sub>2</sub>, είναι : 47,34 €  
 $\{1,89 \text{ t CO}_2\text{-eq} \cdot 25,00 \text{ €} / \text{t CO}_2\text{-eq} = 47,34 \text{ €}\}$

Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προβαίνουμε στον υπολογισμό των ακόλουθων οικονομικών δεικτών που είναι απαραίτητοι για την αξιολόγηση της επένδυσης, πλέον λαμβάνοντας υπόψη και τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις:

#### ➤ Απλή περίοδος αποπληρωμής (ΑΠΑ)

Η απλή περίοδος αποπληρωμής δεν επισπεύστηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$\text{ΑΠΑ} = \frac{\text{Αρχικό Κόστος}}{\text{Ετήσιο Όφελος}} = \frac{1.000}{269,79} = 3,7 \text{ έτη}$$

#### ➤ Καθαρή παρούσα αξία (ΚΠΑ)

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει επίσης βελτιωμένη και ίση με:

$$\text{ΚΠΑ} = \sum_{t=0}^n A_t \cdot (1+i)^{-t} = \dots = 2.316,58 \text{ €}$$

Οι καθαρές ταμειακές ροές καθ'όλη τη διάρκεια του θεωρούμενου χρόνου ζωής της επένδυσης, από τις οποίες προκύπτει η καθαρή παρούσα αξία της, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίν. 7.9 Υπολογισμός ΚΠΑ της επένδυσης.**

Έτος	Καθαρές Ταμειακές Ροές	Ανηγμένες Ταμειακές Ροές
0	-1,000.00 €	-1,000.00 €
1	269.79 €	261.93 €
2	280.58 €	264.48 €
3	291.81 €	267.04 €
4	303.48 €	269.64 €
5	315.62 €	272.25 €
6	328.24 €	274.90 €
7	341.37 €	277.57 €
8	355.03 €	280.26 €
9	369.23 €	282.98 €
10	384.00 €	285.73 €
11	399.36 €	288.50 €
12	415.33 €	291.30 €
	<b>ΚΠΑ =</b>	<b>2.316,58 €</b>

Η καθαρή παρούσα αξία προκύπτει θετική και μάλιστα αρκετά υψηλότερη του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης. Συνεπώς η επένδυση κρίνεται οικονομικά συμφέρουσα.

➤ **Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ)**

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής δεν επισπεύστηκε αισθητά καθώς προκύπτει ίση με:

$$ΚΠΑ (N = ΕΠΑ) = 0 \Rightarrow ΕΠΑ = 3,7 \text{ έτη}$$

➤ **Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (ΕΒΑ)**

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης προκύπτει βελτιωμένος και ίσος με: ΕΒΑ = 28,93 %.

### 7.4.3.1 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικών αξιολογήσεων, τόσο χωρίς όσο και με το συνυπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίν. 7.10 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.**

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης	
	χωρίς ΠΕ	με ΠΕ
Απλή Περίοδος Αποπληρωμής	4,5 έτη	3,7 έτη
Έντοκη Περίοδο Αποπληρωμής (DPB)	4,5 έτη	3,7 έτη
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	1.734,63 €	2.316,58 €
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)	23,38 %	28,93 %

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αξιολογήσεων φαίνεται ότι η επένδυση είναι συμφέρουσα για την επιχείρηση, τουλάχιστον σε αυτή τη φάση.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η εταιρία διαθέτει ήδη την υποδομή του συστήματος ενεργητικής ηλιοπροστασίας (οπότε δεν χρειάζεται να επενδύσει κεφάλαια για να το αποκτήσει) και το μόνο που χρειάζεται για να λειτουργήσει το σύστημα, και άρα για να αποδώσει η αρχική επένδυση, είναι η επισκευή του υποσυστήματος αυτόματης ρύθμισης της κλίσης των εξωτερικών περσίδων, που απαιτεί μικρή επιβάρυνση.



---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8<sup>ο</sup>

### *« Αξιολόγηση Προτάσεων Λογιστικής Διαχείρισης »*

---





## **8.1 Εισαγωγή**

Η ενεργειακή διαχείριση περιλαμβάνει την έννοια της λογιστικής διαχείρισης, της οποίας στόχος αποτελεί η οικονομική αποτελεσματικότητα, εκτός της εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης των εκπομπών ρύπων.

Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι οι προτάσεις που δεν ικανοποιούν εξαρχής τον πρωταρχικό στόχο της μείωσης των ενεργειακών αναγκών του εξεταζόμενου κτιρίου αλλά ενδέχεται να προσφέρουν οικονομικές ελαφρύνσεις ή οφέλη παραμένουν αξιολογήσιμες στα πλαίσια της ενεργειακής διαχείρισης.

## **8.2 Έλεγχος για αλλαγή τιμολογίου προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας.**

### **8.2.1 Πλαίσιο Πρότασης**

Μετά την αίτηση ηλεκτροδότησης του κάθε κτιρίου, σε συνεργασία με τον προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας, εν προκειμένω τη ΔΕΗ ΑΕ, αυτό κατατάσσεται σε συγκεκριμένη κατηγορία ηλεκτροδότησης-τιμολόγησης, ανάλογα με το επίπεδο της τάσης σύνδεσης το είδος της χρήσης του (οικιακή / γενική / βιομηχανική) το μέγεθος και το χρονοδιάγραμμα των καταναλώσεων του. Μόνον εφόσον κάτι από τα παραπάνω μεταβληθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια χρήσης του κτιρίου-καταναλωτή αξίζει να επανεξεταστεί η κατηγορία ηλεκτροδότησης-τιμολόγησης του, και αν κριθεί πρέπον αυτό να μεταπέσει κατηγορία.

Το κτίριο γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ ΑΕ είναι συνδεδεμένο στο ηλεκτρικό δίκτυο χαμηλής τάσης (400V) της ΔΕΗ υπό τριφασική παροχή. Η τιμολόγηση της καταναλισκόμενης ενέργειας που προμηθεύει η ΔΕΗ ΑΕ γίνεται ανά μήνα, βάση του Τιμολογίου Γενικής Χρήσης (Χαμηλής Τάσης) Γ22 της ομώνυμης εταιρίας.

Η σταδιακή ανάπτυξη της εταιρίας συνοδεύτηκε με αγορά και χρήση επιπλέον ηλεκτρολογικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού που έχουν μεταβάλλει το προφίλ ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου σε σχέση με την αρχική του λειτουργική κατάσταση. Πιο συγκεκριμένα το φορτίο βάσης του κτιρίου έχει διαμορφωθεί πλέον στα 6 kW, γεγονός που σημαίνει ότι το νυχτερινό φορτίο (μη συμπεριλαμβανομένου του φωτισμού) έχει αυξηθεί περίπου ισόποσα από την αρχική περίοδο λειτουργίας του κτιρίου, οπότε δεν υπήρχαν το κεντρικό UPS, το αυτόνομο κλιματιστικό και το 90% των σημερινών Η/Υ-εξυπηρετητών.

Καθώς το ποσό της ενέργειας που αντιστοιχεί στο χρόνο μειωμένης χρέωσης του νυχτερινού τιμολογίου υπερβαίνει τις 17.500 kWh ετησίως, δηλαδή 16% της ετήσιας συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας του κτιρίου, αξίζει να εξετασθεί η μετατροπή του υπάρχοντος τιμολογίου Γ22 στο αντίστοιχο του νυχτερινό Γ23.

Ακολούθως παρατίθενται τα στοιχεία χρέωσης των τιμολογίων Γ22 και Γ23 της ΔΕΗ.

**Πιν. 8.1 Στοιχεία τιμολογίων Γ22 και Γ23 της ΔΕΗ.**

Τιμολόγιο Γ22 - Μηνιαία χρέωση	
- Πάγιο	2,68 €
- Ισχύς:Χρεωστέα ζήτηση	2,0149 €/kW
- Ενέργεια: Όλες οι kWh	0,09398 €/kWh
- Ελάχιστη χρεωστέα ζήτηση	18 kW
- Ελάχιστη χρέωση	Το πάγιο και η ισχύς των 18 kW

Τιμολόγιο Γ23 - Τετραμηνιαία χρέωση	
- Πάγιο	16,42 €
- Ενέργεια: Ωράριο "κανονικής χρέωσης"	0,15424 €/kWh
- Ενέργεια: Ωράριο "μειωμένης χρέωσης"	0,04761 €/kWh
- Ελάχιστη χρέωση	(ΣΙ) * 1,9152 € όπου ΣΙ=Συμφωνημένη Ισχύς σε kVA

Το μειωμένο νυχτερινό τιμολόγιο ρεύματος ισχύει 8 ώρες το 24ωρο με δύο βασικά ωράρια:  
Μάιος – Οκτώβριος : 23:00 - 07:00 (Συνεχές ωράριο)  
Νοέμβριος – Απρίλιος : 15:30 - 17:30 και 02:00 - 08:00 (Τμηματικό ωράριο)

**8.2.2 Οικονομική Αξιολόγηση Πρότασης**

Με βάση τα μηνιαία τιμολόγια της ΔΕΗ των δυο τελευταίων χρόνων (Ιανουάριος 2004 - Δεκέμβριος 2005) υπολογίστηκε το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για το αντίστοιχο διάστημα, όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στον πίνακα 8.2.

**Πιν. 8.2 Κόστος Ηλ. Ενέργειας 2004 και 2005 σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ22 της ΔΕΗ.**

Μήνας	Ενέργεια	Ισχύς	Πάγιο	Κανονική Χρέωση Ενέργειας	Κόστος Ενέργειας	Χρέωση Ισχύος	Κόστος Ισχύος	Συνολικό Κόστος
Ιανουάριος	13518	67.9	2.68	0.08859	1197.54	1.8993	129.01	1329.23
Φεβρουάριος	7979	54.2	2.68	0.08859	706.84	1.8993	102.91	812.43
Μάρτιος	8177	47.7	2.68	0.08859	724.37	1.8993	90.60	817.65
Απρίλιος	7913	47.7	2.68	0.08859	701.00	1.8993	90.60	794.28
Μάιος	6360	61.9	2.68	0.08859	563.43	1.8993	117.57	683.68
Ιούνιος	8920	65.7	2.68	0.08859	790.22	1.8993	124.78	917.69
Ιούλιος	14160	66.0	2.68	0.08859	1254.43	1.8993	125.35	1382.47
Αύγουστος	8080	54.1	2.68	0.08859	715.81	1.8993	102.75	821.24
Σεπτέμβριος	10840	51.2	2.68	0.08859	960.32	1.8993	97.24	1060.24
Οκτώβριος	6400	46.4	2.68	0.0892	570.88	1.91228	88.73	662.29
Νοέμβριος	8880	45.5	2.68	0.0908	806.30	1.9468	88.58	897.56
Δεκέμβριος	10920	61.6	2.68	0.0908	991.54	1.9468	119.92	1114.14
Ιανουάριος	15240	64.0	2.68	0.0908	1383.79	1.9468	124.60	1511.07
Φεβρουάριος	9680	48.5	2.68	0.0908	878.94	1.9468	94.42	976.04
Μάρτιος	9920	42.7	2.68	0.0908	900.74	1.9468	83.13	986.54
Απρίλιος	9600	42.7	2.68	0.0908	871.68	1.9468	83.13	957.49
Μάιος	4280	41.6	2.68	0.0908	388.62	1.9468	80.99	472.29
Ιούνιος	9840	52.0	2.68	0.0908	893.47	1.9468	101.23	997.39
Ιούλιος	12800	64.0	2.68	0.0908	1162.24	1.9468	124.60	1289.52
Αύγουστος	10400	58.0	2.68	0.09145	951.08	0.96086	55.73	1009.49
Σεπτέμβριος	11280	50.3	2.68	0.09398	1060.09	2.0149	101.35	1164.12
Οκτώβριος	5360	36.0	2.68	0.09398	503.73	2.0149	72.54	578.95
Νοέμβριος	9200	45.5	2.68	0.09398	864.62	2.0149	91.68	958.97
Δεκέμβριος	5600	51.3	2.68	0.09398	526.29	2.0149	103.36	632.33
								<b>22.827,10</b>

Με βάση τα δεδομένα των μηνιαίων τιμολογίων της ΔΕΗ των δυο τελευταίων χρόνων (Ιανουάριος 2004 - Δεκέμβριος 2005), καθώς και τα στοιχεία του τιμολογίου Γ23 υπολογίστηκε το υποτιθέμενο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για το αντίστοιχο διάστημα, όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στον πίνακα 8.3.

**Πιν. 8.3 Κόστος Ηλ. Ενέργειας 2004 και 2005 σύμφωνα με το τιμολόγιο Γ23 της ΔΕΗ.**

Μήνας	Ενέργεια	Ισχύς	Πάγιο	Κανονική Χρέωση Ενέργειας	Μειωμένη Χρέωση Ενέργειας	Συντ/στής Μειωμένης Χρέωσης	Κόστος Ενέργειας	Χρέωση Ισχύος	Κόστος Ισχύος	Συνολικό Κόστος
Ιανουάριος	13518	67.9	4.11	0.1454	0.0448813	0.28658	1576.09	1.8993	129.01	1709.20
Φεβρουάριος	7979	54.2	4.11	0.1454	0.0448813	0.28658	930.28	1.8993	102.91	1037.29
Μάρτιος	8177	47.7	4.11	0.1454	0.0448813	0.33317	915.05	1.8993	90.60	1009.76
Απρίλιος	7913	47.7	4.11	0.1454	0.0448813	0.33317	885.53	1.8993	90.60	980.24
Μάιος	6360	61.9	4.11	0.1454	0.0448813	0.29868	733.80	1.8993	117.57	855.47
Ιούνιος	8920	65.7	4.11	0.1454	0.0448813	0.29868	1029.17	1.8993	124.78	1158.06
Ιούλιος	14160	66.0	4.11	0.1454	0.0448813	0.29868	1633.75	1.8993	125.35	1763.20
Αύγουστος	8080	54.1	4.11	0.1454	0.0448813	0.29868	932.25	1.8993	102.75	1039.11
Σεπτέμβριος	10840	51.2	4.11	0.1454	0.0448813	0.31142	1236.80	1.8993	97.24	1338.15
Οκτώβριος	6400	46.4	4.11	0.1464	0.04519	0.32418	726.98	1.91228	88.73	819.81
Νοέμβριος	8880	45.5	4.11	0.1490	0.0459925	0.28658	1060.99	1.9468	88.58	1153.67
Δεκέμβριος	10920	61.6	4.11	0.1490	0.0459925	0.28658	1304.73	1.9468	119.92	1428.75
Ιανουάριος	15240	64.0	4.11	0.1490	0.0459925	0.28658	1820.88	1.9468	124.60	1949.58
Φεβρουάριος	9680	48.5	4.11	0.1490	0.0459925	0.28658	1156.57	1.9468	94.42	1255.09
Μάρτιος	9920	42.7	4.11	0.1490	0.0459925	0.33317	1137.64	1.9468	83.13	1224.87
Απρίλιος	9600	42.7	4.11	0.1490	0.0459925	0.33317	1100.94	1.9468	83.13	1188.17
Μάιος	4280	41.6	4.11	0.1490	0.0459925	0.29868	506.04	1.9468	80.99	591.13
Ιούνιος	9840	52.0	4.11	0.1490	0.0459925	0.29868	1163.42	1.9468	101.23	1268.76
Ιούλιος	12800	64.0	4.11	0.1490	0.0459925	0.29868	1513.40	1.9468	124.60	1642.10
Αύγουστος	10400	58.0	4.11	0.1501	0.0463321	0.29868	1238.71	0.96086	55.73	1298.55
Σεπτέμβριος	11280	50.3	4.11	0.1542	0.04761	0.31142	1364.94	2.0149	101.35	1470.39
Οκτώβριος	5360	36.0	4.11	0.1542	0.04761	0.32418	641.30	2.0149	72.54	717.95
Νοέμβριος	9200	45.5	4.11	0.1542	0.04761	0.28658	1137.61	2.0149	91.68	1233.40
Δεκέμβριος	5600	51.3	4.11	0.1542	0.04761	0.28658	692.46	2.0149	103.36	799.93
										<b>28.932,63</b>

Σε ότι αφορά στους προηγούμενους δυο πίνακες αξίζει να επισημανθούν τα ακόλουθα:

- Το συνολικό μηνιαίο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει ως άθροισμα του παγίου και του κόστους ισχύος και του κόστους ενέργειας.
- Το πάγιο στον πίνακα 8.3 παρουσιάζεται ανηγμένο ως μηνιαίο μέγεθος.
- Το κόστος ισχύος προκύπτει ως γινόμενο της ισχύος επί την χρέωση ισχύος.
- Το κόστος ενέργειας στον πίνακα 8.2 προκύπτει ως γινόμενο της ενέργειας επί την κανονική χρέωση ενέργειας.
- Το κόστος ενέργειας (ΚΕ) στον πίνακα 8.3 προκύπτει σύμφωνα με τη σχέση:

$$ΚΕ = Ε \cdot [ ( \Sigma ΜΧ ) \cdot ΜΧΕ + ( 1 - \Sigma ΜΧ ) \cdot ΚΧΕ ] \quad , \quad \text{όπου}$$

Ε η ενέργεια, ΚΧΕ η κανονική χρέωση ενέργειας, ΜΧΕ η μειωμένη χρέωση ενέργειας και ΣΜΧ ο συντελεστής μειωμένης χρέωσης που εκφράζει το ποσοστό της μηνιαίας ενέργειας που

τιμολογείται με χαμηλή χρέωση και προκύπτει σαν συνάρτηση της εποχής και του αντίστοιχου εβδομαδιαίου προφίλ ισχύος.

- Η κανονική χρέωση ενέργειας είναι διαφορετική για κάθε είδος τιμολογίου.

Συγκριτικά, τα αποτελέσματα των υπολογισμών για κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας για το διάστημα Ιανουάριος 2004 - Δεκέμβριος 2005 παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα, από όπου γίνεται φανερό ότι με το τιμολόγιο Γ23 η εταιρία θα πλήρωνε 28.932,63 €, έναντι 22.827,10 € που πληρώνει με το Γ22.

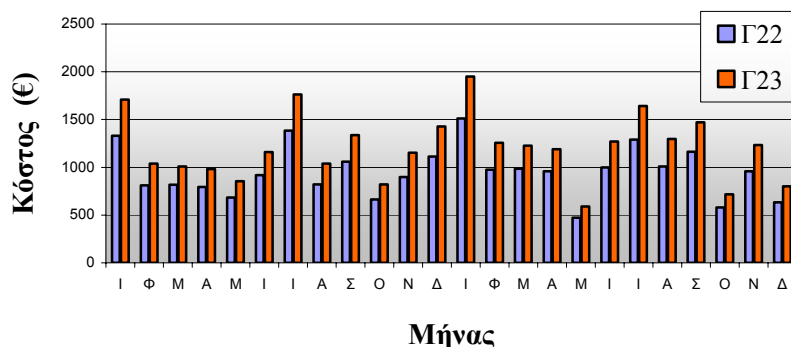
Η διαφορά που προκύπτει είναι:  $22.827,10 \text{ €} - 28.932,63 \text{ €} = -6.105,53 \text{ €}$  και μεταφράζεται σε ετήσια ζημιά ίση με:  $6.105,53 \text{ €} / 2 = 3.052,77 \text{ €}$ .

Συνεπώς η επένδυση μετατροπής του τιμολογίου Γ22 σε Γ23, κόστους 35,00 €, κρίνεται ασύμφορη, καθώς προκαλεί ζημιά της τάξης των 3.052,77 € σε ετήσια βάση.

**Πιν. 8.4 Συγκριτικά κόστη ηλ. ενέργειας τιμολογίων Γ22, Γ23 την περίοδο 2004 & 2005.**

Μήνας	Κόστος Τιμολογίου Γ22 (€)				Κόστος Τιμολογίου Γ23 (€)			
	Παγίου	Ενέργειας	Ισχύος	Συνολικό	Παγίου	Ενέργειας	Ισχύος	Συνολικό
Ιανουάριος	2,68	1197,54	129,01	1329,23	4,11	1576,09	129,01	1709,20
Φεβρουάριος	2,68	706,84	102,91	812,43	4,11	930,28	102,91	1037,29
Μάρτιος	2,68	724,37	90,60	817,65	4,11	915,05	90,60	1009,76
Απρίλιος	2,68	701,00	90,60	794,28	4,11	885,53	90,60	980,24
Μάιος	2,68	563,43	117,57	683,68	4,11	733,80	117,57	855,47
Ιούνιος	2,68	790,22	124,78	917,69	4,11	1029,17	124,78	1158,06
Ιούλιος	2,68	1254,43	125,35	1382,47	4,11	1633,75	125,35	1763,20
Αύγουστος	2,68	715,81	102,75	821,24	4,11	932,25	102,75	1039,11
Σεπτέμβριος	2,68	960,32	97,24	1060,24	4,11	1236,80	97,24	1338,15
Οκτώβριος	2,68	570,88	88,73	662,29	4,11	726,98	88,73	819,81
Νοέμβριος	2,68	806,30	88,58	897,56	4,11	1060,99	88,58	1153,67
Δεκέμβριος	2,68	991,54	119,92	1114,14	4,11	1304,73	119,92	1428,75
Ιανουάριος	2,68	1383,79	124,60	1511,07	4,11	1820,88	124,60	1949,58
Φεβρουάριος	2,68	878,94	94,42	976,04	4,11	1156,57	94,42	1255,09
Μάρτιος	2,68	900,74	83,13	986,54	4,11	1137,64	83,13	1224,87
Απρίλιος	2,68	871,68	83,13	957,49	4,11	1100,94	83,13	1188,17
Μάιος	2,68	388,62	80,99	472,29	4,11	506,04	80,99	591,13
Ιούνιος	2,68	893,47	101,23	997,39	4,11	1163,42	101,23	1268,76
Ιούλιος	2,68	1162,24	124,60	1289,52	4,11	1513,40	124,60	1642,10
Αύγουστος	2,68	951,08	55,73	1009,49	4,11	1238,71	55,73	1298,55
Σεπτέμβριος	2,68	1060,09	101,35	1164,12	4,11	1364,94	101,35	1470,39
Οκτώβριος	2,68	503,73	72,54	578,95	4,11	641,30	72,54	717,95
Νοέμβριος	2,68	864,62	91,68	958,97	4,11	1137,61	91,68	1233,40
Δεκέμβριος	2,68	526,29	103,36	632,33	4,11	692,46	103,36	799,93
<b>Σύνολο 2 ετών</b>				<b>22.827,10</b>				<b>28.932,63</b>

Σχ. 8.1 Συγκριτικά κόστη ηλ. ενέργειας τιμολογίων Γ22, Γ23 την περίοδο 2004 & 2005.



Καθώς δεν υπάρχουν ενεργειακά οφέλη ή οφέλη μείωσης εκπομπών ρύπων από την εφαρμογή αυτής της πρότασης, οπότε και αντίστοιχες θετικές χρηματορροές, δεν έχει νόημα ο υπολογισμός των δεικτών ΑΠΑ, ΕΠΑ και ΕΒΑ.

Ωστόσο, θεωρώντας τα οικονομικά δεδομένα:

- ◆ Το συνολικό κόστος “επένδυσης” ανέρχεται σε 35,00 €
- ◆ Το επιτόκιο αναγωγής που χρησιμοποιήθηκε ανέρχεται σε 3,0 %.
- ◆ Το ετήσιο όφελος είναι αρνητικό:  $-3.052,77 \text{ € } \{ ( 22.827,10 \text{ € } - 28.932,63 \text{ € } ) / 2 = -3.052,77 \text{ € } \}$   
Σε αυτή τη τιμή υπολογίζεται κάθε χρόνο μια αύξηση της τάξης του 4,0 %.
- ◆ Οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες θεωρούνται αμελητέες.
- ◆ Η οικονομική διάρκεια ζωής της επένδυσης θεωρείται 12 έτη.

η ΚΠΑ προκύπτει ίση με:  $-37.563,25 \text{ €}$ .

### 8.2.3 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Πρότασης & Σχόλια

Συγκεντρωτικά, τα αποτελέσματα της οικονομικής αξιολόγησης παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Πίν. 8.5 Αποτελέσματα Οικονομικής Αξιολόγησης Πρότασης.

Δείκτης	Αποτελέσματα Αξιολόγησης
Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)	-37.563,25 €.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης φαίνεται ότι η πρόταση δεν είναι συμφέρουσα για την επιχείρηση.

Δεν μπορεί να θεωρηθεί επένδυση αφού εξαρχής η εφαρμογή της πρότασης προκαλεί μόνο ζημιές χωρίς καθόλου θετικές χρηματορροές.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κτίριο της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. καταναλώνει μόλις το 16 % της ετήσιας συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας του κατά τις ώρες μειωμένης χρέωσης, ενώ απαιτείται πολύ μεγαλύτερο ποσοστό ( > 55 % ) για να είναι συμφέρουσα η συγκεκριμένη μετατροπή τιμολογίου.



---

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9<sup>ο</sup>**

### ***« Συμπεράσματα & Προοπτικές »***

---





## 9.1 Συμπεράσματα

- ❖ Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συνολικής μελέτης ενεργειακού ελέγχου του κτιρίου γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε., που περιλαμβάνουν και τις αξιολογήσεις των προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, προκύπτει ότι η υπάρχουσα εγκατάσταση είναι γενικά αρκετά σύγχρονη - για τα ελληνικά δεδομένα κρίνεται αρκετά προχωρημένη - καθώς ενσωματώνει
  - Εξοπλισμό τελευταίας τεχνολογίας σε αρκετούς τομείς κατανάλωσης ενέργειας όπως στο φωτισμό, στον κλιματισμό και σε διάφορα επίπεδα του λοιπού ηλεκρομηχανολογικού εξοπλισμού.
  - Αυτοματισμούς και έξυπνα συστήματα για πληθώρα λειτουργιών
  - Σύστημα συνεχούς παρακολούθησης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου
  - ενώ διαθέτει προσωπικό που στην πλειοψηφία του είναι ευαισθητοποιημένο όσον αφορά στην ορθολογική χρήση - και άρα κατανάλωση - της ενέργειας.
- ❖ Ωστόσο, όπως προέκυψε και από την αξιολόγηση των προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας υπάρχουν περιθώρια περαιτέρω βελτίωσης τόσο της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου όσο και του περιβαλλοντικού προσώπου της εταιρίας.
  - Από τις προτάσεις **φωτισμού** αυτές που ικανοποιούν τα κριτήρια του ελέγχου οικονομικότητας καθώς και του επιπλέον ελέγχου είναι οι εξής:
    - Αντικατάσταση υπάρχοντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού στους κοινόχρηστους χώρους.
    - Αντικατάσταση υπάρχοντων λαμπτήρων χαμηλής αποδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού στις τουαλέτες.

Η πρόκριση αυτών των προτάσεων στην τελική λίστα προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας του κτιρίου, και μάλιστα με την υψηλότερη προτεραιότητα, οφείλεται αφενός στην ωρίμανση της ομώνυμης αγοράς που προσφέρει πλέον λαμπτήρες υψηλής απόδοσης σε προσιτές τιμές, και αφετέρου στη μεγάλη διάρκεια απαιτούμενης λειτουργίας των λαμπτήρων στους κοινόχρηστους χώρους και στις τουαλέτες της εταιρίας.

- Επισκευή συστήματος ελέγχου της έντασης του τεχνητού φωτισμού (analogue control) στους χώρους των γραφείων.

Η πρόκριση αυτής της πρότασης στην τελική λίστα προτάσεων οφείλεται στο γεγονός ότι η εταιρία διαθέτει ήδη την υποδομή του συστήματος ελέγχου έντασης φωτισμού και το μόνο που χρειάζεται για να λειτουργήσει το σύστημα, και άρα για να αποδώσει η αρχική επένδυση, είναι ο επαναπρογραμματισμός του που απαιτεί μικρή επιβάρυνση.

Οι υπόλοιπες προτάσεις φωτισμού δεν θεωρήθηκαν συμφέρουσες, καθώς όλα τα αποτελέσματα των επιμέρους ελέγχων προέκυψαν αρνητικά:

- Αντικατάσταση μαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων (ballast) των λαμπτήρων φθορισμού με νέα αποδοτικότερα, ηλεκτρονικού τύπου, στην αποθήκη.
- Μελέτη φωτισμού - επανασχεδιασμός εγκατάστασης φωτισμού της αίθουσας συνεδριάσεων

Το κύριο αίτιο για την μη πρόκριση αυτών των προτάσεων αποτελεί ο μικρός χρόνος λειτουργίας του αναφερόμενου εξοπλισμού, στο πλαίσιο λειτουργίας του κτιρίου, που δεν δικαιολογεί τις εν λόγω επενδύσεις.

- Αντικατάσταση υπαρχόντων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες φθορισμού διαμέτρου 26mm με νέα κατάλληλα για πιο σύγχρονους λαμπτήρες διαμέτρου 16mm, στους χώρους των γραφείων.

Η υπάρχουσα εγκατάσταση φωτισμού του κτιρίου είναι αρκετά σύγχρονη και αποδοτική και οι δυνατότητες περαιτέρω βελτίωσης είναι περιορισμένες, και δυσανάλογα δαπανηρές.

▪ Από τις προτάσεις **ανανεώσιμων πηγών ενέργειας**:

- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου, με χαρακτηριστικό την πλήρη κάλυψη του ελεύθερου εμβαδού της ταράτσας.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μέσου κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μικρού κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.
- Εγκατάσταση μικρής ανεμογεννήτριας για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.

καμία δεν ικανοποιεί τα κριτήρια του ελέγχου οικονομικότητας ούτε και του επιπλέον ελέγχου.

Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κόστος εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι τόσο υψηλό που τα καθιστά μη βιώσιμες επενδύσεις στον τομέα εξοικονόμησης ενέργειας κτιρίων, εκτός και αν αυτές συνοδεύονται από περαιτέρω κρατική οικονομική υποστήριξη, με τη μορφή επιδότησης είτε του αρχικού κεφαλαίου επένδυσης ή της παραγόμενης ενέργειας (kWh).

Μέχρι πρόσφατα η υποστήριξη που παρείχε το κράτος σε φωτοβολταϊκές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ήταν της πρώτης μορφής, η οποία δυστυχώς αποδείχθηκε μη ενθαρρυντική. Στο τελευταίο νομοθετικό πλαίσιο περί Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας υιοθετήθηκε η δεύτερη μορφή ενίσχυσης των φωτοβολταϊκών μονάδων παραγωγής, σύμφωνα με την οποία: “Η ΔΕΗ Α.Ε. είναι υποχρεωμένη να αγοράζει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια για τουλάχιστον μια εικοσαετία στην τιμή 0,45 €/kWh για την περιοχή της Αττικής (η τιμή θα αναπροσαρμόζεται αναλογικά με την αύξηση του τιμολογίου), χωρίς πλέον να επιχορηγεί την εγκατεστημένη ισχύ, και ενώ παράλληλα δεσμεύει τα δικαιώματα της μείωσης εκπομπών ρύπων.”

Εντάσσοντας την επένδυση στο παραπάνω πλαίσιο ως φωτοβολταϊκή μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, και όχι ως φωτοβολταϊκή μονάδα εξοικονόμησης ενέργειας του κτιρίου, τα αποτελέσματα της οικονομικής της αξιολόγησης προκύπτουν σημαντικώς βελτιωμένα.

Στην περίπτωση αυτή η πρόταση με τη μεγαλύτερη φωτοβολταϊκή μονάδα παραγωγής πληρεί όλα τα κριτήρια των ελέγχων, ενώ τα μικρότερα συστήματα οριακά δεν καταφέρνουν να αποσβέσουν ωρίτερα της δεκαετίας (πίνακας 9.3).

Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι όσο μεγαλύτερη είναι η φωτοβολταϊκή μονάδα παραγωγής τόσο καλύτεροι είναι οι οικονομικοί δείκτες, γεγονός που επιβεβαιώνεται ως βασικό χαρακτηριστικό των οικονομιών κλίμακας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ελέγχων αξιολόγησης φαίνεται ότι η εγκατάσταση μικρής ανεμογεννήτριας για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου δεν θεωρείται συμφέρουσα. Μόνο αν συνυπολογιστούν τα οικονομικά οφέλη από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οπότε με βάση τον ΕΒΑ και την ΚΠΑ η ομόνυμη επένδυση κρίνεται οριακά συμφέρουσα, ωστόσο και πάλι η πρόταση δεν προκρίνεται στην τελική λίστα προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας του κτιρίου, καθώς η ΕΠΑ υπερβαίνει τη δεκαετία (πίνακας 9.2).

Η μη ικανοποίηση όλων των κριτηρίων των ελέγχων οφείλεται στο γεγονός ότι το κόστος εγκατάστασης των μικρών ανεμογεννητριών είναι τόσο υψηλό που τις καθιστά δύσκολα βιώσιμες επενδύσεις στον τομέα εξοικονόμησης ενέργειας κτιρίων, εκτός και αν το αιολικό δυναμικό της περιοχής είναι ιδιαίτερα υψηλό – πράγμα εξαιρετικά σπάνιο για την περίπτωση αστικού περιβάλλοντος.

- Από τις προτάσεις **ηλιοπροστασίας** μια ικανοποιεί τα κριτήρια του ελέγχου οικονομικότητας καθώς και του επιπλέον ελέγχου:
  - Επισκευή συστήματος αυτόματης ρύθμισης κλίσης υπάρχουσας εξωτερικής διάταξης σκίασης για τα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.

Η πρόκριση αυτής της πρότασης στην τελική λίστα προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας του κτιρίου, οφείλεται στο γεγονός ότι η εταιρία διαθέτει ήδη την υποδομή του συστήματος ενεργητικής ηλιοπροστασίας και το μόνο που χρειάζεται για να λειτουργήσει το σύστημα, και άρα για να αποδώσει η αρχική επένδυση, είναι η επισκευή του υποσυστήματος αυτόματης ρύθμισης της κλίσης των εξωτερικών περσίδων, που απαιτεί μικρή επιβάρυνση.

Οι υπόλοιπες προτάσεις φωτισμού δεν θεωρήθηκαν συμφέρουσες, καθώς κάποια από τα αποτελέσματα των επιμέρους ελέγχων προέκυψαν αρνητικά:

- Εγκατάσταση μεμβρανών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.

Το κύριο αίτιο για την μη πρόκριση αυτής της πρότασης αποτελεί το γεγονός ότι το κόστος εγκατάστασης των μεμβρανών ηλιοπροστασίας παραμένει σχετικά υψηλό, ενώ παράλληλα τμήμα της ενέργειας που εξοικονομείται κατά τη θερινή περίοδο αντισταθμίζεται από την απαιτούμενη ενέργεια για επιπλέον θέρμανση το χειμώνα.

- Εγκατάσταση κουρτινών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.

Η μη πρόκριση αυτής της πρότασης οφείλεται αποκλειστικά στο υψηλό κόστος εγκατάστασης των προτεινόμενων κουρτινών ηλιοπροστασίας, που δικαιολογείται όσον αφορά στην ποιότητα και στον αυξημένο χρόνο ζωής των, σύμφωνα με τα οποία ο χρόνος ζωής της επένδυσης οφείλει να αναπροσαρμοστεί σε επίπεδο υψηλότερο των υπολοίπων προτάσεων ηλιοπροστασίας.

Ωστόσο οφείλει να τονιστεί το γεγονός ότι κατά τον συνυπολογισμό των οικονομικών οφελών από τη μείωση εκπομπών ρύπων οι οικονομικοί δείκτες βελτιώνονται δραματικά οπότε με βάση τον ΕΒΑ και την ΚΠΑ η ομόνομη επένδυση κρίνεται οριακά συμφέρουσα, ωστόσο και πάλι η πρόταση δεν προκρίνεται στην τελική λίστα προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας του κτιρίου, καθώς η ΕΠΑ υπερβαίνει τη δεκαετία (πίνακας 9.2).

- Η ενεργειακή διαχείριση περιλαμβάνει την έννοια της *λογιστικής διαχείρισης*, της οποίας στόχος αποτελεί η οικονομική αποτελεσματικότητα, εκτός της εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης των εκπομπών ρύπων.

Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι οι προτάσεις που δεν ικανοποιούν εξαρχής τον πρωταρχικό στόχο της μείωσης των ενεργειακών αναγκών του εξεταζόμενου κτιρίου αλλά ενδέχεται να προσφέρουν οικονομικές ελαφρύνσεις ή οφέλη παραμένουν αξιολογήσιμες στα πλαίσια της ενεργειακής διαχείρισης.

Η πρόταση *λογιστικής διαχείρισης* “Έλεγχος και αλλαγή τιμολογίου” δεν ικανοποιεί τα κριτήρια του ελέγχου οικονομικότητας ούτε και του επιπλέον ελέγχου.

- ❖ Η ιεράρχηση των προκρινόμενων προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας του κτιρίου γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε., μετά την αξιολόγησή των, παρουσιάζεται στους ακόλουθους συγκεντρωτικούς πίνακες. Στον πίνακα 9.1 καταγράφονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης με βάση τον έλεγχο οικονομικότητας, στον πίνακα 9.2 καταγράφονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης με βάση τον επιπλέον έλεγχο (που περιλαμβάνει τα οφέλη που προέρχονται από τη μείωση των εκπομπών ρύπων) και στον πίνακα 9.3 καταγράφονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης με βάση τον επιπλέον έλεγχο σε συνδυασμό με την εναλλακτική αξιολόγηση των προτάσεων ΑΠΕ.

Σε όλους τους προαναφερθέντες πίνακες οι τελικές προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας του κτιρίου γραφείων της εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε. διαχωρίζονται με μια πιο έντονη οριζόντια γραμμή από τις απορρίπτές.

Στους δυο πρώτους πίνακες οι τελικές προτάσεις ταυτίζονται, ενώ στον πίνακα 9.3 προστίθεται σε αυτές και μια πρόταση εγκατάστασης φωτοβολταϊκής μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο πλήρης πίνακας αποτελεσμάτων της αξιολόγησης των προκρινόμενων προτάσεων επισυνάπτεται στο *παράρτημα VI*.

### Πίνακας 9.1

Αποτελέσματα Αξιολόγησης Μη λαμβάνοντας υπόψη τις Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

A/A	Προτάσεις	Απλή Περίοδος Αποπληρωμής Επένδυσης	Καθαρή Παρούσα Αξία Επένδυσης	Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής Επένδυσης	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης Επένδυσης
1	Αντικατάσταση υπάρχοντων λαμπτήρων χαμηλής απόδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού σε κοινόχρηστους χώρους.	0,3	490,49 €	0,3	392,45%
2	Αντικατάσταση υπάρχοντων λαμπτήρων χαμηλής απόδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού στις τουαλέτες.	1,1	726,89 €	1,1	96,63%
3	Επισκευή συστήματος αυτόματης ρύθμισης κλίσης υπάρχουσας εξωτερικής διάταξης σκίασης για τα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.	4,5	1.734,63 €	4,5	23,38%
4	Επισκευή συστήματος ελέγχου της έντασης του φωτισμού (step control, analogue control) σε χώρους γραφείων.	5,5	743,63 €	5,5	18,36%
5	Εγκατάσταση κουρτινών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.	12,6	-126,64 €	12,3	2,64%
6	Εγκατάσταση μικρής ανεμογεννήτριας για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.	41,1	-2.137,53 €	29,3	1,55%
7	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου, με χαρακτηριστικό την πλήρη κάλυψη του ελεύθερου εμβαδού της ταράτσας.	56,2	-19.449,70 €	41,3	-1,24%
8	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μέσου κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.	69,1	-12.471,81 €	47,2	-2,34%
9	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μικρού κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.	70,6	-9.576,93 €	47,8	-2,45%
10	Εγκατάσταση μεμβρανών αντηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.	19,2	-1.261,00 €	18,2	-3,37%
11	Αντικατάσταση "ballast" λαμπτήρων με νέα αποδοτικότερα και υψηλής συχνότητας στην αποθήκη.	42,6	-284,47 €	36,7	-12,61%
12	Μελέτη φωτισμού - επανασχεδιασμός εγκατάστασης φωτισμού της αίθουσας συνεδριάσεων	54,6	-616,49 €	44,7	-14,94%
13	Αντικατάσταση υπάρχοντων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες φθορισμού διαμέτρου 26mm με νέα κατάλληλα για πιο συγχρονους λαμπτήρες διαμέτρου 16mm	432,5	-12.533,30 €	173,1	-31,70%
14	Έλεγχος και αλλαγή τιμολογίου	η επένδυση δεν αποπληρώνει	-37.563,25	η επένδυση δεν αποπληρώνει	δεν έχει νόημα

### Πίνακας 9.2

Αποτελέσματα Αξιολόγησης Λαμβάνοντας υπόψη τις Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

A/A	Προτάσεις	Απλή Περίοδος Αποπληρωμής Επένδυσης	Καθαρή Παρούσα Αξία Επένδυσης	Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής Επένδυσης	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης Επένδυσης
1	Αντικατάσταση υπάρχοντων λαμπτήρων χαμηλής απόδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού σε κοινόχρηστους χώρους.	0,2	596,70 €	0,2	474,74%
2	Αντικατάσταση υπάρχοντων λαμπτήρων χαμηλής απόδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού στις τουαλέτες.	0,9	895,79 €	0,9	116,29%
3	Επισκευή συστήματος αυτόματης ρύθμισης κλίσης υπάρχουσας εξωτερικής διάταξης σκίασης για τα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.	3,7	2.316,58 €	3,7	28,93%
4	Επισκευή συστήματος ελέγχου της έντασης του φωτισμού (step control, analogue control) σε χώρους γραφείων.	4,5	1.029,57 €	4,5	23,20%
5	Εγκατάσταση κουρτινών ανηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.	10,4	1.016,87 €	10,2	5,74%
6	Εγκατάσταση μικρής ανεμογεννήτριας για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.	30,6	485,37 €	24,2	3,31%
7	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου, με χαρακτηριστικό την πλήρη κάλυψη του ελεύθερου εμβαδού της ταράτσας.	36,3	-13.979,87 €	35,0	0,15%
8	Εγκατάσταση μεμβρανών ανηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.	15,8	-784,52 €	15,2	-0,75%
9	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μέσου κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.	53,9	-9.966,39 €	40,1	-1,00%
10	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μικρού κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.	55,0	-7.709,21 €	40,7	-1,11%
11	Αντικατάσταση "ballast" λαμπτήρων με νέα αποδοτικότερα και υψηλής συχνότητας στην αποθήκη.	35,1	-259,88 €	31,1	-10,56%
12	Μέλετη φωτισμού - επανασχεδιασμός εγκατάστασης φωτισμού της αίθουσας συνεδριάσεων	45	-578,13 €	38,2	-13,04%
13	Αντικατάσταση υπάρχοντων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες φθορισμού διαμέτρου 26mm με νέα κατάλληλα για πιο συγχρονους λαμπτήρες διαμέτρου 16mm	356,6	-12.455,27 €	157,2	-30,39%
14	Έλεγχος και αλλαγή τιμολογίου	η επένδυση δεν αποπληρώνει	-37.563,25	η επένδυση δεν αποπληρώνει	δεν έχει νόημα

## Πίνακας 9.3

Αποτελέσματα Αξιολόγησης Λαμβάνοντας υπόψη τις Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις και την εναλλακτική αξιολόγηση των ΑΠΕ

A/A	Προτάσεις	Απλή Περίοδος Αποπληρωμής Επένδυσης	Καθαρή Παρούσα Αξία Επένδυσης	Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής Επένδυσης	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης Επένδυσης
1	Αντικατάσταση υπάρχοντων λαμπτήρων χαμηλής απόδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού σε κοινόχρηστους χώρους.	0,2	596,70 €	0,2	474,74%
2	Αντικατάσταση υπάρχοντων λαμπτήρων χαμηλής απόδοτικότητας (πχ: πυράκτωσης) με αποδοτικότερους λαμπτήρες φθορισμού στις τουαλέτες.	0,9	895,79 €	0,9	116,29%
3	Επισκευή συστήματος αυτόματης ρύθμισης κλίσης υπάρχουσας εξωτερικής διάταξης σκίασης για τα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.	3,7	2.316,58 €	3,7	28,93%
4	Επισκευή συστήματος ελέγχου της έντασης του φωτισμού (step control, analogue control) σε χώρους γραφείων.	4,5	1.029,57 €	4,5	23,20%
5	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου, με χαρακτηριστικό την πλήρη κάλυψη του ελεύθερου εμβαδού της ταράτσας.	9,7	77.573,12 €	9,6	13,11%
6	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μέσου κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.	11,5	31.956,26 €	11,2	11,14%
7	Εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μικρού κόστους αρχικής επένδυσης, για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.	11,7	23.543,59 €	11,3	10,96%
8	Εγκατάσταση κουρτινών ανηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.	10,4	1.016,87 €	10,2	5,74%
9	Εγκατάσταση μικρής ανεμογεννήτριας για μερική κάλυψη ηλεκτρικού φορτίου.	30,6	485,37 €	24,2	3,31%
10	Εγκατάσταση μεμβρανών ανηλιακής προστασίας στα υαλοστάσια νότιου προσανατολισμού.	15,8	-784,52 €	15,2	-0,75%
11	Αντικατάσταση "ballast" λαμπτήρων με νέα αποδοτικότερα και υψηλής συχνότητας στην αποθήκη.	35,1	-259,88 €	31,1	-10,56%
12	Μελέτη φωτισμού - επανασχεδιασμός εγκατάστασης φωτισμού της αίθουσας συνεδριάσεων	45	-578,13 €	38,2	-13,04%
13	Αντικατάσταση υπάρχοντων φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες φθορισμού διαμέτρου 26mm με νέα κατάλληλα για πιο συγχρονους λαμπτήρες διαμέτρου 16mm	356,6	-12.455,27 €	157,2	-30,39%
14	Έλεγχος και αλλαγή τιμολογίου	η επένδυση δεν αποπληρώνει	-37.563,25	η επένδυση δεν αποπληρώνει	δεν έχει νόημα





## 9.2 Προοπτικές

Η ενεργειακή διαχείριση είναι μια συνεχής διαδικασία που προσπαθεί κάθε στιγμή να δίνει το καλύτερο ενεργειακό αποτέλεσμα στο χρήστη. Ωστόσο σήμερα η ενεργειακή διαχείριση εξειδικεύεται ακόμη περισσότερο. Οι σύγχρονες πρακτικές διοίκησης επιχειρήσεων θεωρούν την ενεργειακή διαχείριση ως αναπόσπαστο κομμάτι τους. Οι εξελίξεις στην παραγωγή και διαχείριση ενέργειας είναι τόσο μεγάλες που κάθε επιχείρηση θα αναγκάζεται να διατηρεί μόνιμο προσωπικό που θα έχει την ευθύνη της ενεργειακής διαχείρισης.

Από την παρούσα εργασία φάνηκε ότι πρέπει να γίνεται συνεχής έλεγχος ώστε να εξασφαλίζεται κάθε στιγμή η καλύτερη δυνατή ενεργειακή συμπεριφορά. Η επιχείρηση 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 εταιρίας - 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 μια δυνατότητα χρησιμοποίησης και του φυσικού αερίου. Στον τομέα αυτό η τεχνολογία εξελίσσεται ραγδαία και επιπλέον η συμπαραγωγή εντάσσεται σε προγράμματα επιδότησης.

Η πιο ενδιαφέρουσα όμως προοπτική που διαφαίνεται για τα κτίρια γραφείων είναι η χρήση κεντρικού συστήματος διαχείρισης του κτιρίου (BMS). Η εφαρμογή ενός τέτοιου συστήματος εκτός από τη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας που προσφέρει μπορεί να ορίσει και να ελέγχει την επίτευξη ενεργειακών στόχων στο κτίριο καθώς και να καταπολεμήσει όλες τις “ιδιαιτερότητες” του κτιρίου. Η ευελιξία και η επεκτασιμότητα ομώνυμων συστημάτων αποτελούν βασικά των χαρακτηριστικά. Ιδιαίτερα η εφαρμογή τέτοιων συστημάτων σε μεγάλα κτίρια γραφείων ευνοείται από την ήδη ύπαρξη δικτύου επικοινωνιών.

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: Διαχείρισης Ενέργειας και Περιβαλλοντική Πολιτική, Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ, Αθήνα 2005
- Κάπρος Π.- Ντελκής Κ. – Γεωργακόπουλος Γ., Οικονομική ανάλυση επιχειρήσεων, ΕΜΠ, 1996.
- Σαμουηλίδης Μ. – Π. Κάπρος, Βοήθημα για το μάθημα Εισαγωγή στην Ενεργειακή Ανάλυση, ΕΜΠ 1987.
- Μέντζας Γ., Οικονομική Ανάλυση της Διαχείριση Ενέργειας, ΕΜΠ, Αθήνα 1994
- Σαμουηλίδης Μ. - Ψαρράς Κ. - Βλάχος Κ., Συστήματα Αποφάσεων, ΕΜΠ, Αθήνα 1995
- Καβατζά Σ., Εξοικονόμηση Ενέργειας στις Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις Κτιρίων, Σημειώσεις στο μάθημα Εξοικονόμηση ενέργειας στα Κτίρια, Αθήνα, Μάρτιος 2000.
- Λίποβατζ - Κρεμεζή Δ., Τεχνικές Εκτίμησης Κόστους & αξιολόγηση Βιομηχανικών Επενδύσεων, Εκδόσεις Συμμετρία, Αθήνα, 1992.
- Ντελκής Κ., Τιμολόγια Ηλεκτρικού Ρεύματος Υψηλής, Μέσης & Χαμηλής Τάσης, Σημειώσεις στο μάθημα Οικονομική Ανάλυση Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, Αθήνα, Μάρτιος 2000.
- Μπούρκας Π., Εφαρμογές κτιριακών – βιομηχανικών εγκαταστάσεων, Εκδόσεις «Συμεών», Αθήνα 1993.
- Παπαδόπουλος Κ., Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (φωτοβολταϊκά συστήματα), ΕΜΠ, Αθήνα 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Ενεργειακής Διαχείρισης στα κτίρια, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.
- Παπαδημητρίου Ν. Α., Ενεργειακός Έλεγχος & Εξοικονόμηση Ενέργειας, Διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα, Οκτώβριος 1993.
- Νικολή Α., Αξιολόγηση δυνατοτήτων Εξοικονόμηση Ενέργειας στο κτίριο του ΤΕΙ Πειραιά, ΕΜΠ, Αθήνα, Οκτώβριος 1999.
- Πατλιτζιάνας Κ., Ενεργειακός έλεγχος και δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια : Εφαρμογή σε πολυκατάστημα, ΕΜΠ, Αθήνα, Οκτώβριος 2000.
- Παπαλάμπρος Γ., Οι νέες τεχνολογίες στο BMS, Διήμερο «Τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας» Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, Αθήνα 19-20 Οκτωβρίου 2000.
- Ρήγας Φ., Επιστήμη και Τεχνολογία Περιβάλλοντος, ΕΜΠ, Αθήνα, 1997.

- Andrew Marwson, A fresh look at intelligent Buildings, Facilities, Vol. 12 No. 2, MCB University Press, 1994.
- Wes McGregor, Designing a learning Building, Facilities, Vol. 12 No. 3, MCB University Press, 1994.
- Οδηγοί Εξοικονόμησης Ενέργειας, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Αθήνα 2001.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Ενεργειακής Διαχείρισης στα κτίρια, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στον Φωτισμό, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στην Ηλεκτρική Ενέργεια, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Ενεργειακού ελέγχου & Καταγραφής στη Βιομηχανία, Δεκέμβριος 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Τεχνικών Οργάνων & Ενεργειακών Μετρήσεων, Δεκέμβριος 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στα συστήματα HVAC, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στη Βιομηχανική Ψύξη, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας σε δίκτυα ατμού, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας μέσω θερμομόνωσης, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας με Συστήματα Ανάκτηση Θερμότητας, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Καύσης Λεβήτων & κλιβάνων - Φούρνων Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Συστημάτων Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας στο Κτιριακό Κέλυφος, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.

- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Ενεργειακή επιθεώρηση Κτιρίων (Μέθοδος - Έντυπα - Παραδείγματα), Αθήνα, Δεκέμβριος 1997.
  - Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών ενέργειας (ΚΑΠΕ), Εξοικονόμηση Ενέργειας στις Εγκαταστάσεις Κεντρικής Θέρμανσης, Περιοδικό Ενέργεια, Αθήνα, Νοέμβριος 1996.
  - Γενική Γραμματεία Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδος, Περιφερειακή Στρατηγική για την Καινοτομία στη Στερεά Ελλάδα, Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα 2000.
  - Επιχειρησιακό πρόγραμμα ανταγωνιστικότητα και ανάπτυξη, «Ενίσχυση επενδύσεων σε συστήματα συμπαραγωγής, ΑΠΕ & Εξοικονόμησης ενέργειας», Υπουργείο Ανάπτυξης, Αθήνα, 1999.
- 
- [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
  - [www.deh.gr](http://www.deh.gr)
  - [www.mgenups.com](http://www.mgenups.com)
  - [www.philips\\_lighting.gr](http://www.philips_lighting.gr)
  - [www.vkool.com](http://www.vkool.com)
  - [www.sef.gr](http://www.sef.gr)
  - [www.photovoltaic.gr](http://www.photovoltaic.gr)





---

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

---



## **Παράρτημα Ι**

*Ερωτηματολόγιο Καταγραφής Στοιχείων Ενεργειακής Διαχείρισης*

*Εξεταζόμενου Κτιρίου Γραφείων*



**ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ**  
**ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ**  
**ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ**

Αθήνα  
Μάρτιος 2006

## Πίνακας Περιεχομένων

1. Γενικές Πληροφορίες
2. Στοιχεία Ορόφων Κτιρίου
3. Κατανάλωση και Κόστος Ενέργειας
4. Ζήτηση Ηλεκτρικής Ισχύος
5. Εγκαταστάσεις Φωτισμού
6. Εγκαταστάσεις Κλιματισμού
7. Μεγάλα Φορτία Κίνησης
8. Υπόλοιπος Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός
9. Έλεγχος Επιμέρους Τεχνολογικών Στοιχείων

## 1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

<b>Αριθμός Επιπέδων</b>	: 6 επίπεδα: Υπόγειο (ΥΠ), Ημιυπόγειο (ΗΥ), Ισόγειο (ΙΣ), Ημιόροφος (ΗΟ), Α΄ όροφος (ΑΟ), Β΄ όροφος (ΒΟ).
<b>Προσανατολισμός κτιρίου</b>	: Βόριος-Βοριοδυτικός (αζιμούθιο: 165°)

### Διαστάσεις κτιρίου

Συνολικός όγκος κτιρίου (m <sup>3</sup> )	: 2216
Όγκος θερμαινόμενων χώρων (m <sup>3</sup> )	: Όλοι πλην του ΥΠ/Α
Όγκος κλιματιζόμενων χώρων (m <sup>3</sup> )	: Όλοι πλην του ΥΠ/Α
Όγκος ειδικών χώρων (m <sup>3</sup> )	: ΥΠ/Α
Συνολική επιφάνεια δαπέδου (m <sup>2</sup> )	: 485,22 +(229 ταράτσα)
Επιφάνεια θερμαινόμενων χώρων (m <sup>2</sup> )	: Όλοι πλην του ΥΠ/Α
Επιφάνεια κλιματιζόμενων χώρων (m <sup>2</sup> )	: Όλοι πλην του ΥΠ/Α
Επιφάνεια ειδικών χώρων (m <sup>2</sup> )	: ΥΠ/Α

### Αριθμός ατόμων που διαβιούν στο κτίριο

Εργαζόμενοι	: 61
Μέσος όρος Πελατών	: 5 x 1h
Σύνολο	: 66

### Καθεστώς λειτουργίας κτιρίου

Περίοδος	: Οκτώβριος - Απρίλιος	Μάιος - Σεπτέμβριος
Ώρες Μερικής Λειτουργίας Ημερησίως (Από - έως)	: 07:00-08:30 18:30-20:00	07:00-08:30 18:30-20:00
Ώρες Πλήρους Λειτουργίας Ημερησίως (Από - έως)	: 08:30-18:30	08:30-18:30
Εργάσιμες Ημέρες Εβδομαδιαίως	: 5 (Δ-Π)	5 (Δ-Π)
Εργάσιμες Εβδομάδες Ετησίως	: 50 για κάθε τμήμα της εταιρίας, με ετερόχρονο διάλειμμα 2 εβδομάδων για κάθε τμήμα της εταιρίας	

## 2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΟΡΟΦΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

### Υπόγειο

Συνολική επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	148
Θερμαινόμενη επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	148-71-11=66
Κλιματιζόμενη επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	148-71-11=66
Παράπλευρη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	:	130
Υαλοστάσια (m <sup>2</sup> )	:	0
Όγκος επιπέδου (m <sup>3</sup> )	:	404
Αριθμός ενοίκων επιπέδου (άτομα)	:	30 ανθρωπο-ώρες την ημέρα
Ζώνες επιπέδου	:	Αποθήκη, Εστιατόριο, Μηχανοστάσιο, Διάδρομος, Κλιμακοστάσιο, Κουβούκλιο, Ανελκυστήρα

### Ημιυπόγειο

Συνολική επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	82
Θερμαινόμενη επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	82
Κλιματιζόμενη επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	82
Παράπλευρη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	:	120
Υαλοστάσια (m <sup>2</sup> )	:	12
Όγκος επιπέδου (m <sup>3</sup> )	:	257
Αριθμός ενοίκων επιπέδου (άτομα)	:	15
Δραστηριότητα επιπέδου	:	Γραφεία

### Ισόγειο

Συνολική επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	148
Θερμαινόμενη επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	148-11=137
Κλιματιζόμενη επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	148-11=137
Παράπλευρη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	:	130
Υαλοστάσια (m <sup>2</sup> )	:	55
Όγκος επιπέδου (m <sup>3</sup> )	:	456
Αριθμός ενοίκων επιπέδου (άτομα)	:	10
Δραστηριότητα επιπέδου	:	Γραφεία, Computer Room, Διάδρομος, WC, Κλιμακοστάσιο, Κουβούκλιο, Ανελκυστήρα.



### Ημιόροφος

Συνολική επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	42
Θερμαινόμενη επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	42
Κλιματιζόμενη επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	42
Παράπλευρη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	:	140
Υαλοστάσια (m <sup>2</sup> )	:	90
Όγκος επιπέδου (m <sup>3</sup> )	:	203
Αριθμός ενοίκων επιπέδου (άτομα)	:	1
Δραστηριότητα επιπέδου	:	Αίθουσα Υποδοχής

### Α΄ όροφος

Συνολική επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	148
Θερμαινόμενη επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	148-11=137
Κλιματιζόμενη επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	148-11=137
Παράπλευρη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	:	130
Υαλοστάσια (m <sup>2</sup> )	:	45
Όγκος επιπέδου (m <sup>3</sup> )	:	463
Αριθμός ενοίκων επιπέδου (άτομα)	:	13
Δραστηριότητα επιπέδου	:	Γραφεία, Αίθουσα Φωτοτυπικού, Διάδρομος, Κλιμακοστάσιο, Κουβούκλιο Ανελκυστήρα.

### Β΄ όροφος

Συνολική επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	230
Θερμαινόμενη επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	230-11=219
Κλιματιζόμενη επιφάνεια επιπέδου (m <sup>2</sup> )	:	230-11=219
Παράπλευρη Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	:	160
Υαλοστάσια (m <sup>2</sup> )	:	110
Όγκος επιπέδου (m <sup>3</sup> )	:	633
Αριθμός ενοίκων επιπέδου (άτομα)	:	22
Δραστηριότητα ορόφου	:	Γραφεία, Αίθουσα Συνεδριάσεων, WC, Διάδρομος, Κλιμακοστάσιο, Κουβούκλιο Ανελκυστήρα.

### Ταράτσα

**13 x 16.3 = 212**

Συνολική ελεύθερη επιφάνεια ταράτσας (m <sup>2</sup> )	:	195
Ελεύθερη επιφάνεια ταράτσας με ανεμπόδιστο νότιο προσανατολισμό (m <sup>2</sup> )	:	195

**3. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ****Ετήσιο κόστος ενέργειας (€/έτος)**

ΈΤΟΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ (Ενέργεια+Ισχύς)	ΚΑΥΣΙΜΑ (tn)			ΣΥΝΟΛΟ
		Υγρά (Ντίζελ Θέρμανσης)	Αέρια (Φυσικό αέριο, Υγραέριο, Φωταέριο)	Στερεά	
2004	11289.65 €	0	0	0	11289.65 €
2005	11530.96 €	0	0	0	11530.96 €

**Ετήσια κατανάλωση ενέργειας (Ηλεκτρισμός σε kWh/έτος, ντίζελ σε tn/έτος)**

ΈΤΟΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ (kWh)	ΚΑΥΣΙΜΑ (tn)		
		Υγρά (Ντίζελ Θέρμανσης)	Αέρια (Φυσικό αέριο, Υγραέριο, Φωταέριο)	Στερεά
2004	112146 kWh	0	0	0
2005	113200 kWh	0	0	0

**Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας έτους 2004.**

ΜΗΝΑΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ (kWh)	ΚΑΥΣΙΜΑ (tn)		
		Υγρά (Ντίζελ Θέρμανσης)	Αέρια (Φυσικό αέριο, Υγραέριο, Φωταέριο)	Στερεά
Ιαν.	13518	0	0	0
Φεβ.	7979	0	0	0
Μαρ.	8177	0	0	0
Απρ.	7913	0	0	0
Μαι.	6360	0	0	0
Ιουν.	8920	0	0	0
Ιουλ.	14160	0	0	0
Αυγ.	8080	0	0	0
Σεπτ.	10840	0	0	0
Οκτ.	6400	0	0	0
Νοεμ.	8880	0	0	0
Δεκ.	10920	0	0	0

**Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας έτους 2005.**

ΜΗΝΑΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ (kWh)	ΚΑΥΣΙΜΑ (tn)		
		Υγρά (Ντίζελ Θέρμανσης)	Αέρια (Φυσικό αέριο, Υγραέριο, Φωταέριο)	Στερεά
Ιαν.	15240	0	0	0
Φεβ.	9680	0	0	0
Μαρ.	9920	0	0	0
Απρ.	9600	0	0	0
Μαι.	4280	0	0	0
Ιουν.	9840	0	0	0
Ιουλ.	12800	0	0	0
Αυγ.	10400	0	0	0
Σεπτ.	11280	0	0	0
Οκτ.	5360	0	0	0
Νοεμ.	9200	0	0	0
Δεκ.	5600	0	0	0

**Μηνιαία μέση κατανάλωση ενέργειας χαρακτηριστικού έτους.**

ΜΗΝΑΣ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ (kWh)	ΚΑΥΣΙΜΑ (tn)		
		Υγρά (Ντίζελ Θέρμανσης)	Αέρια (Φυσικό αέριο, Υγραέριο, Φωταέριο)	Στερεά
Ιαν.	14379	0	0	0
Φεβ.	8829	0	0	0
Μαρ.	9048	0	0	0
Απρ.	8756	0	0	0
Μαι.	5320	0	0	0
Ιουν.	9380	0	0	0
Ιουλ.	13480	0	0	0
Αυγ.	9240	0	0	0
Σεπτ.	11060	0	0	0
Οκτ.	5880	0	0	0
Νοεμ.	9040	0	0	0
Δεκ.	8260	0	0	0

#### 4. ΖΗΤΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

**Μηνιαία μέγιστη ζήτηση ισχύος έτους 2004, με βάση τα τιμολόγια της ΔΕΗ.**

ΜΗΝΑΣ	ΙΣΧΥΣ (kW)
Ιαν.	67.9
Φεβ.	54.2
Μαρ.	47.7
Απρ.	47.7
Μαι.	61.9
Ιουν.	65.7
Ιουλ.	66.0
Αυγ.	54.1
Σεπτ.	51.2
Οκτ.	46.4
Νοεμ.	45.5
Δεκ.	61.6

**Μηνιαία μέγιστη ζήτηση ισχύος έτους 2005, με βάση τα τιμολόγια της ΔΕΗ.**

ΜΗΝΑΣ	ΙΣΧΥΣ (kW)
Ιαν.	64.0
Φεβ.	48.5
Μαρ.	42.7
Απρ.	42.7
Μαι.	41.6
Ιουν.	52.0
Ιουλ.	64.0
Αυγ.	58.0
Σεπτ.	50.3
Οκτ.	36.0
Νοεμ.	45.5
Δεκ.	51.3

#### Επιπλέον στοιχεία:

- ⇒ Τάση παροχής διανομέα (kV): Σύνδεση στο δίκτυο χαμηλής τάσης, τριφασική παροχή 400V
- ⇒ Τάση που χρησιμοποιείται από την εταιρεία (V): 400V / 230V
- ⇒ Συμφωνημένη ισχύς από την ΔΕΗ (KVA): 18 KVA
- ⇒ Είδος Τιμολογίου: Γ22

## 5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Επίπεδο	Ζώνη Φωτισμού	Πλήθος Φωτιστικών	Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό	Τύπος Λαμπτήρων	Ισχύς Λαμπτήρων (Watt)	Παρελκόμενος Εξοπλισμός (Ballast)	Καταναλισκόμενη Ισχύς (Watt) Παρελκόμενου Εξοπλισμού (πχ: Ballast)	Ισχύς Φωτιστικού (Watt)	Συνολική Ισχύς Φωτιστικών (Watt)	Ανοιξ/Φθιν Μέσος Χρόνος Ημερ. Λειπ (h/d)	Καλοκαιρ. Μέσος Χρόνος Ημερ. Λειπ (h/d)	Χειμώνας Μέσος Χρόνος Ημερ. Λειπ (h/d)	Μέσος Χρόνος Ημερήσιας Λειπ. (h/d)	Ετήσια Καταναλισκόμενη Ενέργεια (kWh)
Υπόγειο	A	16	Philips Finess 9104021555	1	Φθορισμού Philips Master TLD 58W/840	50	Μαγνητικό Philips BTA 58W 230V C	25	75	1200	1	1	1	1	297,6
Υπόγειο	Δ	7	Philips FBS145-118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	137,9	9	9	9	9	307,7928
Υπόγειο	M	2	Philips FBS145-118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	39,4	0,1666667	0,166667	0,166667	0,1666667	1,6285333
Υπόγειο	K	6	Philips TBS 319 1TL HFR 136	1	Φθορισμού Philips Master TLD 36W/840	32	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 136 TLD 230	6	38	228	6	3	9	5,87671233	332,29282
Ημιυπόγειο	Γ	12	Philips TBS 319 1TL HFR 136	1	Φθορισμού Philips Master TLD 36W/840	32	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 136 TLD 230	6	38	456	6	3	9	5,87671233	664,58564
Ημιυπόγειο	Γ	9	Philips TBS 319 1TL HFR 118	1	Φθορισμού Philips Master TLD 18W/840	16	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 TLD 230	5	21	189	6	3	9	5,87671233	275,45326
Ημιυπόγειο	Π	2	---	1	Φθορισμού compact	7	---	0	7	14	9	9	9	9	31,248
Ισόγειο	Γ	12	Philips TBS 319 1TL HFR 158	1	Φθορισμού Philips Master TLD 58W/840	50	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 158 TLD 230	6	56	672	5	2	8	4,87671233	812,73337
Ισόγειο	Δ	7	Philips FBS145-118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	137,9	9	9	9	9	307,7928
Ισόγειο	E	6	Philips TBS 319 1TL HFR 136	1	Φθορισμού Philips Master TLD 36W/840	32	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 136 TLD 230	6	38	228	2	2	2	2	113,088
Ισόγειο	T	2	Προβολάκι για λαμπτήρες αλογόνου	1	Αλογόνου Sylvania Hi-spot ES 50 GU 10 ALU	50	---	0	50	100	9	9	9	9	223,2
Ισόγειο	T	1	Philips FBS145-118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	19,7	9	9	9	9	43,9704

Ερωτηματολόγιο Καταγραφής Στοιχείων Ενεργειακής Διαχείρισης

Ισόγειο	T	2	Κατάλληλο για λαμπτήρες πυρακτώσεως	1	Πυρακτώσεως Osram Linestra 60W	60	---	0	60	120	7	7	7	7	208,32
Ημιόροφος	Υ	3	Κατάλληλο για λαμπτήρες πυρακτώσεως	1	Πυρακτώσεως	75	---	0	75	225	3	6	9	6,13150685	342,13808
Ημιόροφος	Υ	5	Κατάλληλο για λαμπτήρες εκκένωσης HQI	3	Εκκένωσης OSRAM Powerstar HQI-T 150W/WDL Pro	150	---	0	450	2250	1	4	7	4,13150685	2305,3808
Ημιόροφος	Π	2	---	1	Φθορισμού compact	7	---	0	7	14	9	9	9	9	31,248
A' Όροφος	Γ1	12	Philips TBS 319 1TL HFR 158	1	Φθορισμού Philips Master TLD 58W/840	50	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 158 TLD 230	6	56	672	5	2	8	4,87671233	812,73337
A' Όροφος	Γ2	6	Philips TBS 319 1TL HFR 136	1	Φθορισμού Philips Master TLD 36W/840	32	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 136 TLD 230	6	38	228	6	3	9	5,87671233	332,29282
A' Όροφος	Δ	7	Philips FBS145-118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	137,9	9	9	9	9	307,7928
A' Όροφος	Φ	2	Philips FBS145-118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	39,4	1,5	1,5	1,5	1,5	14,6568
A' Όροφος	Π	2	---	1	Φθορισμού compact	7	---	0	7	14	9	9	9	9	31,248
B' Όροφος	Γ1	12	Philips TBS 319 1TL HFR 158	1	Φθορισμού Philips Master TLD 58W/840	50	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 158 TLD 230	6	56	672	5	2	8	4,87671233	812,73337
B' Όροφος	Γ2	12	Philips TBS 319 1TL HFR 136	1	Φθορισμού Philips Master TLD 36W/840	32	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 136 TLD 230	6	38	456	6	3	9	5,87671233	664,58564
B' Όροφος	Γ2	9	Philips TBS 319 1TL HFR 118	1	Φθορισμού Philips Master TLD 18W/840	16	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 TLD 230	5	21	189	6	3	9	5,87671233	275,45326
B' Όροφος	Σ	4	Κατάλληλο για λαμπτήρες εκκένωσης HQI	1	Εκκένωσης OSRAM Powerstar HQI-T 150W/WDL Pro	150	---	0	150	600	4	4	4	4	595,2

Ερωτηματολόγιο Καταγραφής Στοιχείων Ενεργειακής Διαχείρισης

Β' Όροφος	Δ	7	Philips FBS145-118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	137,9	9	9	9	9	307,7928
Β' Όροφος	Τ	2	Προβολάκι για λαμπτήρες αλογόνου	1	Αλογόνου Sylvania Hi-spot ES 50 GU 10 ALU	50	---	0	50	100	9	9	9	9	223,2
Β' Όροφος	Τ	1	Philips FBS145-118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	19,7	9	9	9	9	43,9704
Β' Όροφος	Τ	2	Κατάλληλο για λαμπτήρες πυρακτώσεως	1	Πυρακτώσεως Osram Linestra 60W	60	---	0	60	120	7	7	7	7	208,32
Β' Όροφος	Π	2	---	1	Φθορισμού compact	7	---	0	7	14	9	9	9	9	31,248
Εξωτερικός Φωτισμός		9	Προβολάκι για λαμπτήρες αλογόνου	1	Αλογόνου Sylvania Hi-spot ES 50 GU 10 ALU	50	---	0	50	450				0,2	22,32
Εξωτερικός Φωτισμός		5	Προβολέας για λαμπτήρες αλογόνου	1	Αλογόνου Sylvania Hi-spot ES 40 GU 10 ALU	40	---	0	40	200				0,2	9,92
Εξωτερικός Φωτισμός		2	Προβολέας για λαμπτήρες αλογόνου/ιωδίου	1	Αλογόνου/ιωδίου	300	---	0	300	600				0,2	29,76
Εξωτερικός Φωτισμός		2	Κατάλληλο για λαμπτήρες εκκένωσης HQI	3	Εκκένωσης OSRAM Powerstar HQI-T 150W/WDL Pro	150	---	0	450	900				1	223,2

Εγκατεστημένη Ισχύς

Ετήσια Ενέργεια

ΣΥΝΟΛΟ

11,58 kW

11244,9 kWh

Όπου :

A ==> Αποθήκη

Γ ==> Γραφείο

Δ ==> Διάδρομος

Τ ==> Τουαλέτες

Σ ==> Αίθουσα Συνεδριάσεων

Κ ==> Κουζίνα-Τραπεζαρία

Ε ==> Αίθουσα Εξυπηρετητών

Μ ==> Μηχανοστάσιο

Φ ==> Αίθουσα Φωτοτυπικού

Π ==> Πλατύσκαλο

Υ ==> Αίθουσα Υποδοχής

**Επιπλέον στοιχεία:**

⇒ Σύστημα ελέγχου φωτισμού:

⇒ Κεντρικοί διακόπτες ( **X** ) / Σύστημα Αυτόματου Ελέγχου ( **X** )

⇒ Ποιότητα / Κατάσταση φωτισμού: Καλή ( **X** ) Μέτρια ( ) Κακή ( )

⇒ Καθεστώς συντήρησης: Οι λάμπες αντικαθίστανται όταν καούν? ΝΑΙ ( **X** ), ΟΧΙ( )

⇒ Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτιστικών, λαμπτήρων και παρελκόμενου εξοπλισμού: ( **X\*** )

\* Όλα έχουν εντοπιστεί από τους καταλόγους των αντίστοιχων εταιριών τους.



## 6. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

### ΚΕΝΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Τύπος	: HVAC της Hitachi
Ονομαστική Ισχύς (kW)	: 22 kW
Ψυκτική ισχύς (kW)	: 30 kW
Θερμική ισχύς (kW)	: 30 kW
Παροχή αέρα (m <sup>3</sup> /min)	: 4500 m <sup>3</sup> /h

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εξωτερικών μονάδων του συστήματος είναι τα ακόλουθα:

Ηλεκτρικές Απαιτήσεις Εξωτερικών Μονάδων Συστήματος HVAC	
Λειτουργία Ψύξης	Ένταση: 17,9 / 16,4 A Ισχύς: 11,1 kW
Λειτουργία Θέρμανσης	Ένταση: 16,6 / 15,2 A Ισχύς: 10,1 kW
Μονοφασικός κινητήρας Εξωτερικού ανεμιστήρα	Ένταση: 3,31 / 3,61 A Ισχύς: 0,71 / 0,86 kW Μέγιστη ένταση ρεύματος: 35 A

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εσωτερικών μονάδων του συστήματος είναι τα ακόλουθα:

Ηλεκτρικές Απαιτήσεις Εξωτερικών Μονάδων Συστήματος HVAC					
Μονάδα	RPI-1.5 FSGE	RPI-2.0 FSGE	RPI-2.5 FSGE	RPI-3.0 FSGE	RPI-5.0 FSGE
Ονομαστική Ισχύς (kW)	1,5	2,0	2,5	3,0	5,0
Ψυκτική Ισχύς (kW)	4,4	5,8	7,3	8,7	14,5
Θερμική Ισχύς (kW)	4,9	6,5	8,1	9,6	16,3
Ροή Αέρα (m <sup>3</sup> /min)	10 / 7	17 / 4	19 / 6	22	35
Εσωτερικός Ανεμιστήρας	Ένταση: 0,6 / 0,7 A	Ένταση: 1,1 / 1,0 A	Ένταση: 1,1 / 1,0 A	Ένταση: 1,3 / 1,2 A	Ένταση: 1,4 / 1,3 A
	Ισχύς: 0,09/0,10 kW	Ισχύς: 0,23/0,23 kW	Ισχύς: 0,23/0,23 kW	Ισχύς: 0,25/0,25 kW	Ισχύς: 0,30/0,30 kW

Λόγω της προαναφερθείσας ικανότητας των κινητήρων των ανεμιστήρων, που διαθέτουν οι εσωτερικές μονάδες, να λειτουργούν σε δυο ταχύτητες, παρουσιάζονται οι δυο διαφορετικές τιμές στη ροή του παρεχόμενου αέρα καθώς και στην ισχύ και το καταναλισκόμενο ρεύμα του κινητήρα των ανεμιστήρων.

Η κατανομή των κλιματιστικών μονάδων ανά όροφο φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

Επίπεδο	Αριθμός x Μονάδα (Αίθουσα)
Υπόγειο	1 x RPI-1.5FSGE (Κ)
Ημι-υπόγειο	1 x RPI-5.0FSGE (Γ)
Ισόγειο	1 x RPI-5.0FSGE (Γ) 1 x RPI-2.0FSGE (Ε)
Ημι-όροφος	1 x RPI-2.5FSGE (Υ) 1 x RPI-5.0FSGE (Υ)
Α΄ Όροφος	1 x RPI-5.0FSGE (Γ1) 1 x RPI-1.5FSGE (Γ2)
Β΄ Όροφος	1 x RPI-5.0FSGE (Γ1) 1 x RPI-2.5FSGE (Γ1) 1 x RPI-5.0FSGE (Γ2) 1 x RPI-3.0FSGE (Γ2) 1 x RPI-1.5FSGE (Σ)

### ΑΥΤΟΝΟΜΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ

Η μονάδα αυτή είναι της εταιρίας Hitachi, ηλεκτρικής ισχύος 1,5 kW και ψυκτικής ικανότητας 12.000 BTU. Η συσκευή λειτουργεί συνεχώς (24h/d) διατηρώντας τη θερμοκρασία στην αίθουσα εξυπηρετητών στους 25°C.

### Στοιχεία Δυνητικών Βοηθητικών Μέσων Ψύξης-Θέρμανσης

⇒ Ύπαρξη πηγαδιού νερού (με αναβλύζον νερό καθ'όλη τη διάρκεια του χρόνου)

Θα ήταν καλό να καταγραφεί η θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του νερού του πηγαδιού και του περιβάλλοντος για περίοδο ενός έτους, ώστε να είναι δυνατή η αξιολόγηση τυχόν συνεισφοράς του στο σύστημα ψύξης-θέρμανσης.

## 7. ΜΕΓΑΛΑ ΦΟΡΤΙΑ ΚΙΝΗΣΗΣ

### ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Το *σύστημα του ανελκυστήρα* λειτουργεί με τη βοήθεια αντλίας λαδιού η οποία επιτυγχάνει παροχή λαδιού 250 lt/min, ενώ το δοχείο του λαδιού έχει όγκο 488 lt. Η αντλία τροφοδοτείται με τριφασική παροχή 400V/50Hz και η ονομαστική ισχύς του κινητήρα είναι **18,4 kW**. Έχοντας υπόψη ότι το ρεύμα εκκίνησης μπορεί να λάβει τιμές έως και 25% του ονομαστικού (διάταξη αστέρα), υπολογίζεται ότι η στιγμιαία απαίτηση ισχύος από το σύστημα δύναται να φτάσει και τα 23 kW. Με δεδομένο ότι η μέση ημερήσια χρησιμοποίηση του ανελκυστήρα από το προσωπικό, ανηγμένη σε πλήρεις διαδρομές από το υπόγειο μέχρι τον δεύτερο όροφο και αντίστροφα, είναι περίπου **10** πλήρεις διαδρομές διάρκειας **1 min** προκύπτει ότι η μέση ημερήσια ενεργειακή κατανάλωση του συστήματος είναι **20kWh**. Αξίζει να σημειωθεί ότι για τον υπολογισμό της ενέργειας θεωρήθηκε κατανάλωση ισχύος κατά την άνοδο ίση με την ονομαστική και κατά την κάθοδο ίση με **200 W** (καθώς το σύστημα του ανελκυστήρα είναι υδραυλικό), και αυτοκατανάλωση ίση με το 1/30 της κατανάλωσης μιας πλήρους διαδρομής.

### ΑΝΤΛΙΕΣ ΥΠΟΓΕΙΟΥ ΦΡΕΑΤΙΟΥ

Οι δυο *αντλίες του πηγαδιού* ονομαστικής ισχύος **2 kW** έκαστη χρησιμοποιούνται για την άντληση υδάτων που αναβλύζουν από παλιό πηγάδι εντός του οικοπέδου. Η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση των ρυθμίζεται από τη στάθμη των υδάτων, μέσω φλοτεροδιακόπτη. Η λειτουργία των αντλιών είναι περιορισμένη την καλοκαιρινή περίοδο και αυξημένη τις υπόλοιπες εποχές (περίπου 2 ώρες ημερησίως) με μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση που εκτιμάται σε 2.800 kWh.

## 8. ΥΠΟΛΟΙΠΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Επίπεδο	Ζώνη	Ηλ. Φορτίο Συσκευή	Αριθμός	Ονομαστική Ισχύς (W)	Συντελεστής Χρησιμ/σης	Μέγιστη Ισχύς (W)
Υπόγειο	ΥΠ/Α	Θερμοσίφωνο	1	4000	6/24	4000
		UPS	1	2500 μέση αυτοκατανάλωση	24/24	4700
	ΥΠ/Δ	---	---	---	---	---
	ΥΠ/Μ	---	---	---	---	---
	ΥΠ/Κ	Ψυγείο	1	1,25 kWh/day		
		Βραστήρας	1	2,2	0,5/24	2200
		Καφετιέρα	1	1,2	1/24	1200
Ημιυπόγειο	ΗΥ/Γ	Η/Υ-Τ	15	150	9/24	300
		Η/Υ-Ε	2	110	24/24	300
	ΗΥ/Π	---	---	---	---	---
Ισόγειο	ΙΣ/Γ	Η/Υ-Τ	11	150	9/24	300
		Εκτυπωτής	1	50	3/24	65
	ΙΣ/Δ	---	---	---	---	---
	ΙΣ/Ε	Η/Υ-Ε	8	110	24/24	220
		Rack servers	1	2300	24/24	
	ΙΣ/Τ	---	---	---	---	---
Ημιόροφος	ΗΟ/Υ	Η/Υ-Τ	1	150	9/24	300
		Εκτυπωτής	1	50	3/24	65
		FAX	1	5	24/24	5
	ΗΟ/Π	---	---	---	---	---
A' Όροφος	ΑΟ/Γ1	Η/Υ-Τ	11	150	9/24	300
	ΑΟ/Γ2	Η/Υ-Τ	2	150	9/24	300
	ΑΟ/Δ	---	---	---	---	---
	ΑΟ/Φ	Φωτοτυπικό	1	250	2/24	300
	ΑΟ/Π	---	---	---	---	---
B' Όροφος	ΒΟ/Γ1	Η/Υ-Τ	12	150	9/24	300
		Εκτυπωτής	2	50	3/24	65
	ΒΟ/Γ2	Η/Υ-Τ	11	150	9/24	300
	ΒΟ/Σ	---	---	---	---	---
	ΒΟ/Δ	---	---	---	---	---
	ΒΟ/Τ	---	---	---	---	---
	ΒΟ/Π	---	---	---	---	---

Όπου:

A ==> Αποθήκη

Γ ==> Γραφείο

Δ ==> Διάδρομος

Τ ==> Τουαλέτες

Σ ==> Αίθουσα Συνεδριάσεων

Κ ==> Κουζίνα-Τραπεζαρία

Ε ==> Αίθουσα Εξυπηρετητών

Μ ==> Μηχανοστάσιο

Φ ==> Αίθουσα Φωτοτυπικού

Π ==> Πλατύσκαλο

Υ ==> Αίθουσα Υποδοχής

**Επιπλέον στοιχεία:**

⇒ Ποιότητα / Κατάσταση ηλεκτρολογικού μηχανισμού: ΟΚ

⇒ Καθεστώς συντήρησης: ΟΚ

## 8. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

	<b>ΝΑΙ</b>	<b>ΟΧΙ</b>
Υπάρχουν συστήματα ελέγχου της έντασης του φωτισμού («step control», «analogue control»);	<input checked="" type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>

Αν **Όχι**, σημειώστε τους χώρους που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν:

\* αλλά δεν χρησιμοποιείται λόγω απότομης αυξομείωσης του φωτισμού του χώρου

Υπάρχουν ρυθμιστές στροφών (Variable Speed Drivers - VSD) σε ανεμιστήρες και αντλίες;	<input checked="" type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>
---	---------------------------------------	--------------------------

Αν **Όχι**, σημειώστε τα συστήματα στα οποία θα μπορούσαν να εγκατασταθούν:

\* κλιματισμός με τεχνολογία inverter

Υπάρχουν διατάξεις ομαλής εκκίνησης κινητήρα («soft starters»);	<input checked="" type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>
---	---------------------------------------	--------------------------

Αν **Όχι**, σημειώστε τους κινητήρες στους οποίους θα μπορούσαν να εγκατασταθούν:

\* κλιματισμός με τεχνολογία inverter

Υπάρχουν διπλοί υαλοπίνακες;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
------------------------------	-------------------------------------	--------------------------

Αν **Όχι**, σημειώστε τους χώρους που θα μπορούσαν να εγκατασταθούν:

Είναι θερμομονωμένη η οροφή, τα δάπεδα, οι pilotis και οι θερμογέφυρες (υποστυλώματα, δοκοί, τοιχία κλπ.)	<input checked="" type="checkbox"/> *	<input type="checkbox"/>
---	---------------------------------------	--------------------------

Αν **Όχι**, σημειώστε τους χώρους που δεν υπάρχει θερμομόνωση:

\* μερικώς

Υπάρχουν συστήματα ηλιοπροστασίας;	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------

Αν **Ναι**, σημειώστε τους χρησιμοποιούμενους τύπους:

Αν **Όχι**, σημειώστε τους χώρους που θα μπορούσαν να μπουν:

Οριζόντιες διατάξεις τύπου περσίδων εσωτερικού και εξωτερικού τύπου, καθώς και πρόβολο σκίασης. Μάλιστα οι εξωτερικές περσίδες αποτελούν τμήμα ενεργητικού συστήματος αυτόματης ρύθμισης της κλίσης των, όμως ο σερβομηχανισμός είναι εκτός λειτουργίας.



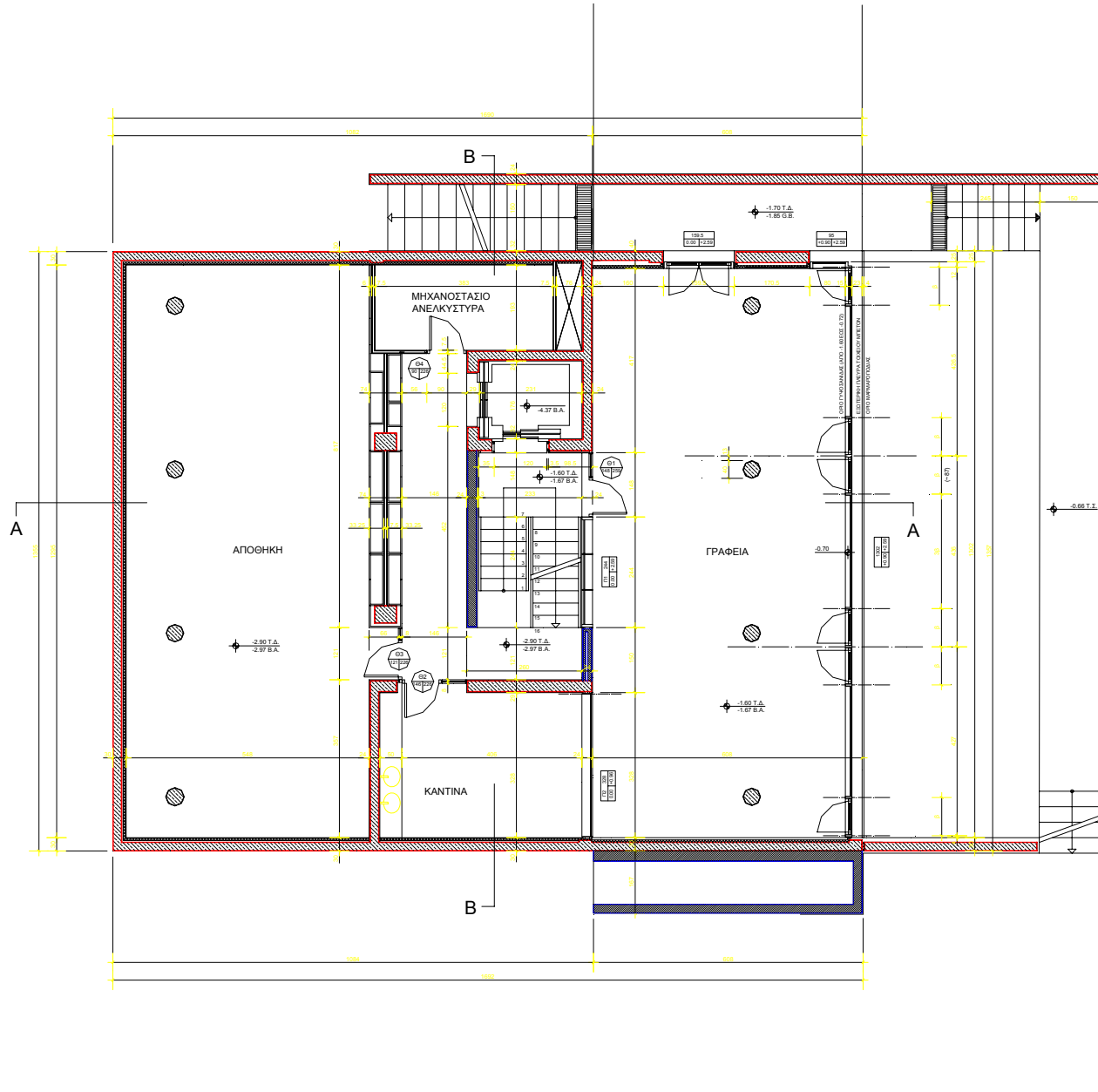
## **Παράρτημα II**

### ***Κατόψεις Εξεταζόμενου Κτιρίου Γραφείων***

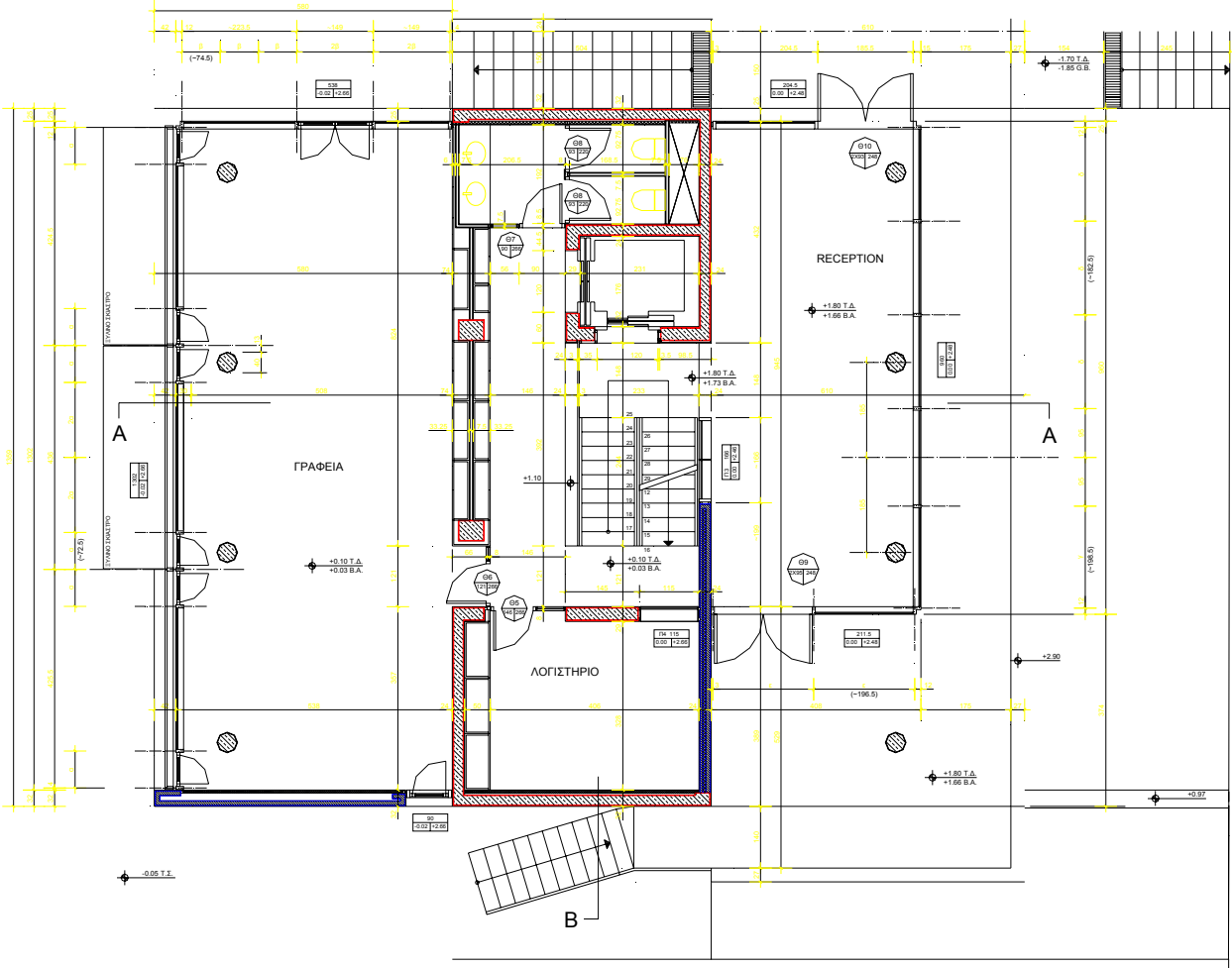




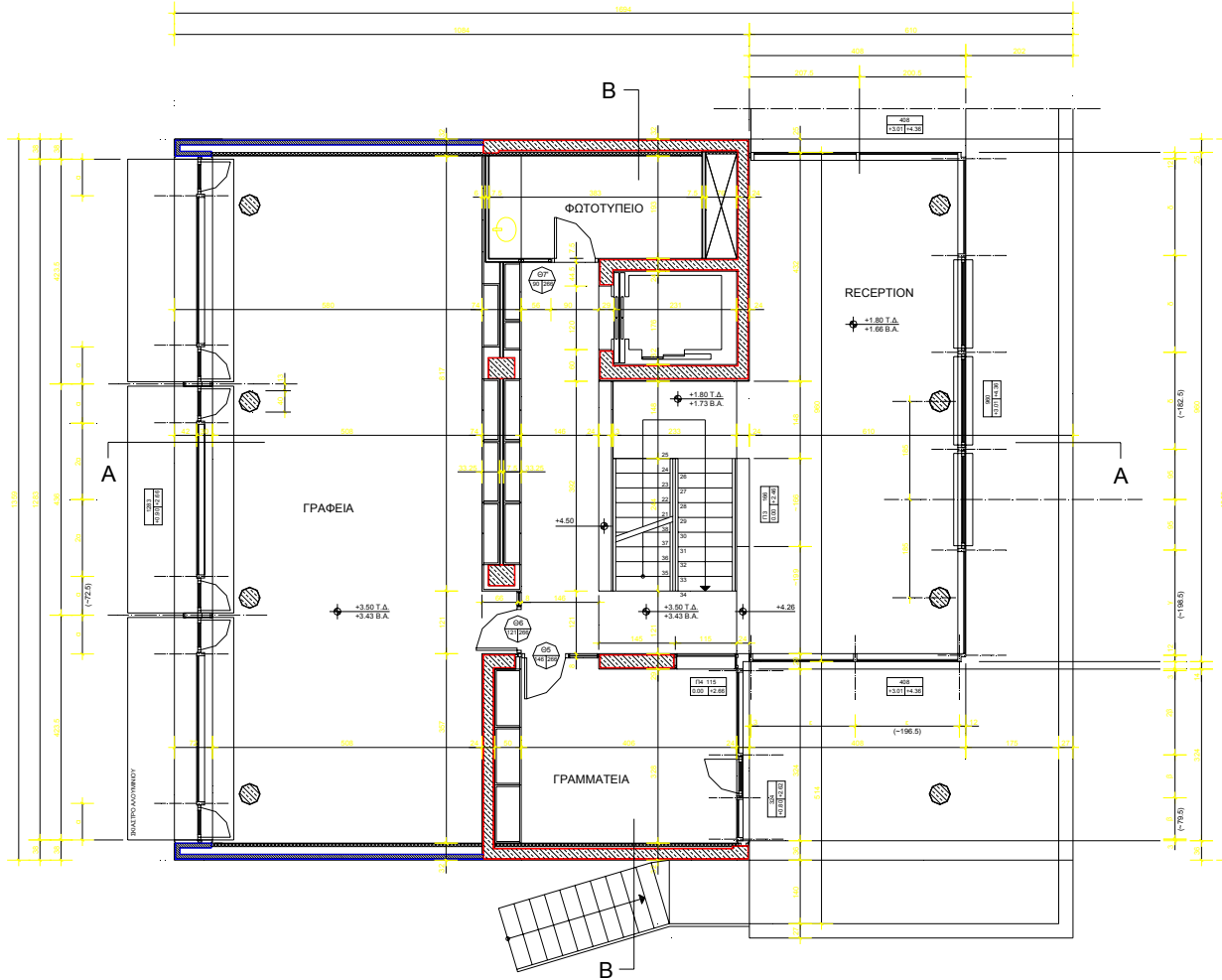
# Κάτοψη Υπογείου Κτιρίου Γραφείων της Εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε.



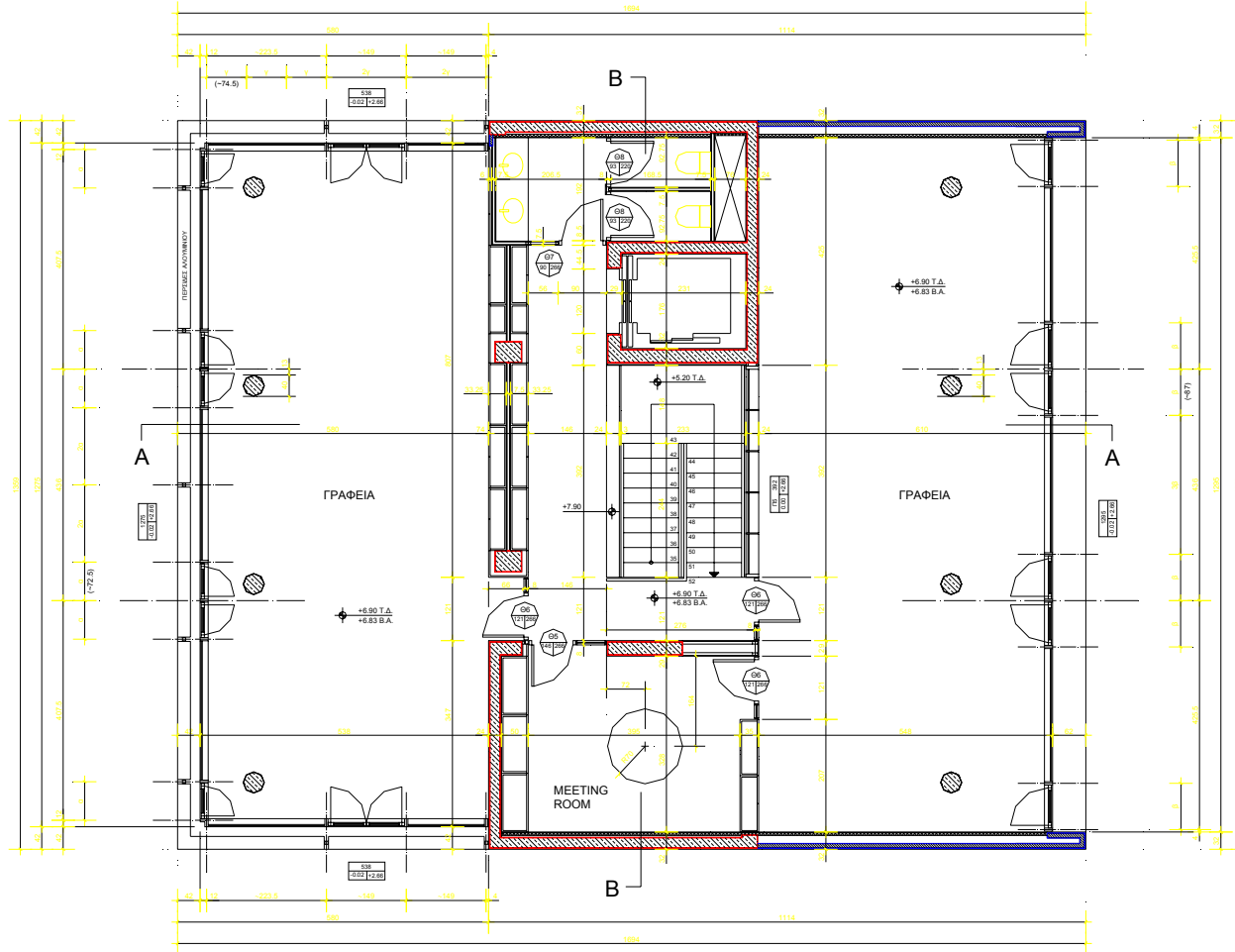
# Κάτοψη Ισογείου Κτιρίου Γραφείων της Εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε.



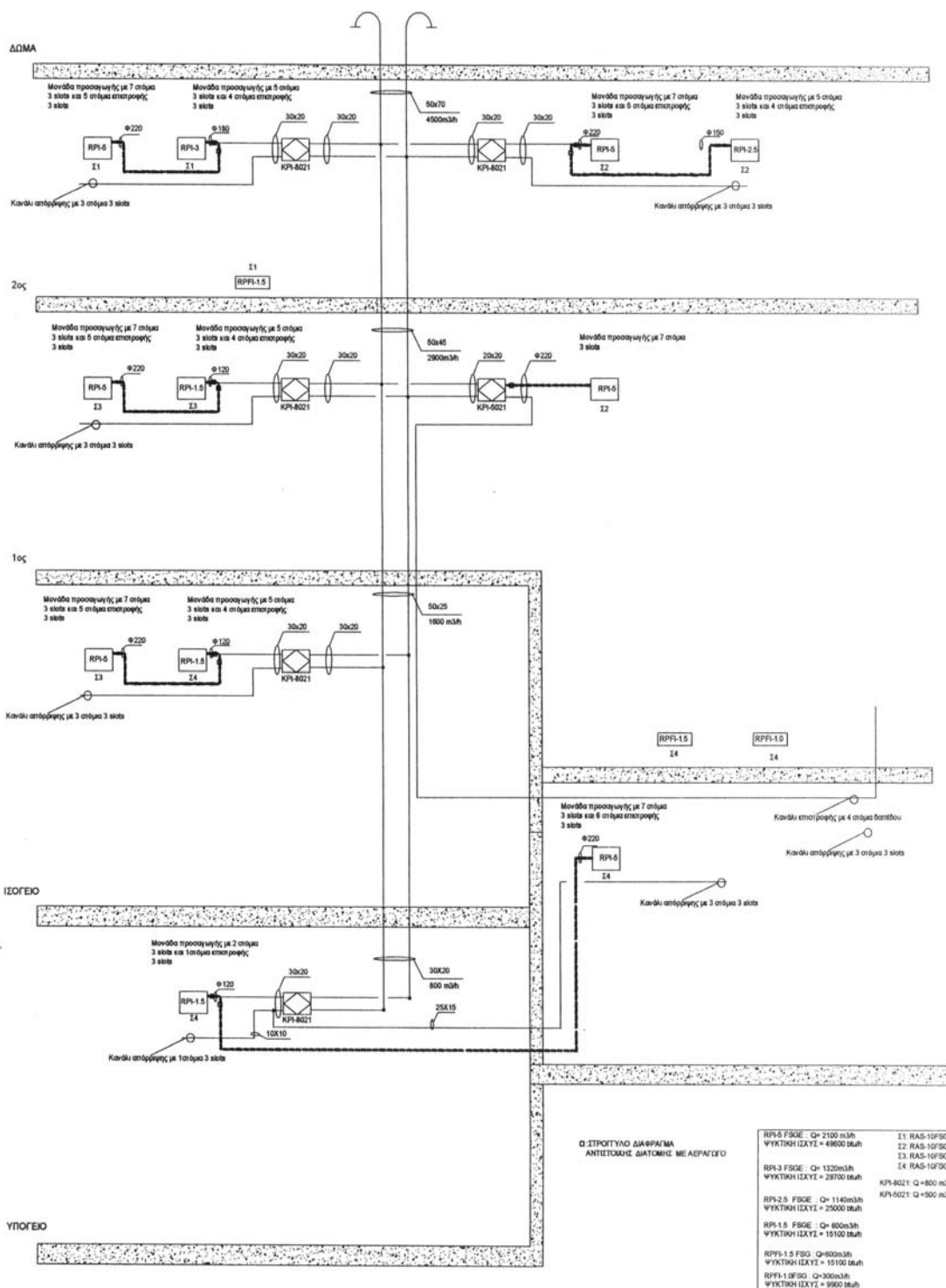
# Κάτοψη Α' Ορόφου Κτιρίου Γραφείων της Εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε.



# Κάτοψη Β' Ορόφου Κτιρίου Γραφείων της Εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε.



Παράρτημα III - Κατακόρυφο διάγραμμα συστήματος HVAC





**Παράρτημα IV - Αναλυτική Κατάσταση Φωτισμού**

Επίπεδο	Ζώνη Φωτισμού	Πλήθος Φωτιστικών	Τύπος Φωτιστικού	Αριθμός Λαμπτήρων ανά Φωτιστικό	Τύπος Λαμπτήρων	Ισχύς Λαμπτήρων (Watt)	Παρελκόμενος Εξοπλισμός (Ballast)	Καταναλισκόμενι Ισχύς (Watt) Παρελκόμενου Εξοπλισμού (πχ Ballast)	Ισχύς Φωτιστικού (Watt)	Συνολική Ισχύς Φωτιστικών (Watt)	Ανοξείθινος Μέσος Χρόνος Ημερ./Λεπ (h/d)	Καλοκαίρι Μέσος Χρόνος Ημερ./Λεπ (h/d)	Χειμώνας Μέσος Χρόνος Ημερ./Λεπ (h/d)	Μέσος Χρόνος Λειτουργίας (h/d)	Ετήσια Καταναλωμένη Ενέργεια (kWh)
Υπόγειο	A	16	Philips Finess 9104021555	1	Φθορισμού Philips Master TLD 58W/840	50	Μαγνητικό Philips BTA 58W 230V C	25	75	1200	1	1	1	1	297,6
Υπόγειο	Δ	7	Philips FBS14 118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	137,9	9	9	9	9	307,7928
Υπόγειο	M	2	Philips FBS14 118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	39,4	0,1666667	0,1666667	0,1666667	0,1666667	1,6285333
Υπόγειο	K	6	Philips TBS 319 1TL HFR 136	1	Φθορισμού Philips Master TLD 36W/840	32	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 136 TLD 230	6	38	228	6	3	9	5,8767123	332,29282
Ημιυπόγειο	Γ	12	Philips TBS 319 1TL HFR 136	1	Φθορισμού Philips Master TLD 36W/840	32	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 136 TLD 230	6	38	456	6	3	9	5,8767123	664,58564
Ημιυπόγειο	Γ	9	Philips TBS 319 1TL HFR 118	1	Φθορισμού Philips Master TLD 18W/840	16	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 TLD 230	5	21	189	6	3	9	5,8767123	275,45326
Ημιυπόγειο	Π	2	---	1	Φθορισμού compact	7	---	0	7	14	9	9	9	9	31,248
Ισόγειο	Γ	12	Philips TBS 319 1TL HFR 158	1	Φθορισμού Philips Master TLD 58W/840	50	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 158 TLD 230	6	56	672	5	2	8	4,8767123	812,73337
Ισόγειο	Δ	7	Philips FBS14 118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	137,9	9	9	9	9	307,7928
Ισόγειο	E	6	Philips TBS 319 1TL HFR 136	1	Φθορισμού Philips Master TLD 36W/840	32	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 136 TLD 230	6	38	228	2	2	2	2	113,088
Ισόγειο	T	2	Προβολικά για λαμπτήρες αλογόνου	1	Αλογόνου Sylvania Hi-pro ES 50 GU 10 ALU	50	---	0	50	100	9	9	9	9	223,2
Ισόγειο	T	1	Philips FBS14 118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	19,7	9	9	9	9	43,9704
Ισόγειο	T	2	Κατάλληλο για λαμπτήρες πυρακτώσεως	1	Πυρακτώσεως Osram Linestra 60W	60	---	0	60	120	7	7	7	7	208,32
Ημιόροφος	Υ	3	Κατάλληλο για λαμπτήρες πυρακτώσεως	1	Πυρακτώσεως	75	---	0	75	225	3	6	9	6,1315068	342,13808
Ημιόροφος	Υ	5	Κατάλληλο για λαμπτήρες εκκένωσης ΗC	3	Εκκένωσης OSRAM Powerstar HQI-T 150W/WDL Pro	150	---	0	450	2250	1	4	7	4,1315068	2305,3808
Ημιόροφος	Π	2	---	1	Φθορισμού compact	7	---	0	7	14	9	9	9	9	31,248
Α' Όροφος	Γ1	12	Philips TBS 319 1TL HFR 158	1	Φθορισμού Philips Master TLD 58W/840	50	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 158 TLD 230	6	56	672	5	2	8	4,8767123	812,73337
Α' Όροφος	Γ2	6	Philips TBS 319 1TL HFR 136	1	Φθορισμού Philips Master TLD 36W/840	32	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 136 TLD 230	6	38	228	6	3	9	5,8767123	332,29282
Α' Όροφος	Δ	7	Philips FBS14 118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	137,9	9	9	9	9	307,7928
Α' Όροφος	Φ	2	Philips FBS14 118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	39,4	1,5	1,5	1,5	1,5	14,6568
Α' Όροφος	Π	2	---	1	Φθορισμού compact	7	---	0	7	14	9	9	9	9	31,248
Β' Όροφος	Γ1	12	Philips TBS 319 1TL HFR 158	1	Φθορισμού Philips Master TLD 58W/840	50	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 158 TLD 230	6	56	672	5	2	8	4,8767123	812,73337
Β' Όροφος	Γ2	12	Philips TBS 319 1TL HFR 136	1	Φθορισμού Philips Master TLD 36W/840	32	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 136 TLD 230	6	38	456	6	3	9	5,8767123	664,58564
Β' Όροφος	Γ2	9	Philips TBS 319 1TL HFR 118	1	Φθορισμού Philips Master TLD 18W/840	16	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 TLD 230	5	21	189	6	3	9	5,8767123	275,45326
Β' Όροφος	Σ	4	Κατάλληλο για λαμπτήρες εκκένωσης ΗC	1	Εκκένωσης OSRAM Powerstar HQI-T 150W/WDL Pro	150	---	0	150	600	4	4	4	4	595,2
Β' Όροφος	Δ	7	Philips FBS14 118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	137,9	9	9	9	9	307,7928
Β' Όροφος	T	2	Προβολικά για λαμπτήρες αλογόνου	1	Αλογόνου Sylvania Hi-pro ES 50 GU 10 ALU	50	---	0	50	100	9	9	9	9	223,2
Β' Όροφος	T	1	Philips FBS14 118 G24d-2	1	Φθορισμού Philips Master PLC 18W/840/2P	18	Ηλεκτρονικό Philips HF-R 118 PL-C 230	1,7	19,7	19,7	9	9	9	9	43,9704
Β' Όροφος	T	2	Κατάλληλο για λαμπτήρες πυρακτώσεως	1	Πυρακτώσεως Osram Linestra 60W	60	---	0	60	120	7	7	7	7	208,32
Β' Όροφος	Π	2	---	1	Φθορισμού compact	7	---	0	7	14	9	9	9	9	31,248
Εξωτερικός Φωτισμός		9	Προβολικά για λαμπτήρες αλογόνου	1	Αλογόνου Sylvania Hi-pro ES 50 GU 10 ALU	50	---	0	50	450					0,2 22,32
Εξωτερικός Φωτισμός		5	Προβολικά για λαμπτήρες αλογόνου	1	Αλογόνου Sylvania Hi-pro ES 40 GU 10 ALU	40	---	0	40	200					0,2 9,92
Εξωτερικός Φωτισμός		2	Προβολικά για λαμπτήρες αλογόνου/ωαίδι	1	Αλογόνου/ωαίδι	300	---	0	300	600					0,2 29,76
Εξωτερικός Φωτισμός		2	Κατάλληλο για λαμπτήρες εκκένωσης ΗC	3	Εκκένωσης OSRAM Powerstar HQI-T 150W/WDL Pro	150	---	0	450	900					1 223,2

ΣΥΝΟΛΟ

Ενιστατευμένη Ισχύς  
11,58 kW

Ετήσια Ενέργεια  
11244,9 kWh





## **Παράρτημα V**

### *Υπολογιστικά Φύλλα Οικονομικής Αξιολόγησης*

#### *Τελικών Προτάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας Εξεταζόμενου Κτιρίου Γραφείων*



## **Παράρτημα VI**

*Πλήρης Πίνακας Αποτελεσμάτων Αξιολόγησης Προκρινόμενων Προτάσεων  
Εξοικονόμησης Ενέργειας για το Κτίριο Γραφείων της Εταιρίας ΖΗΝΩΝ Α.Ε.*

