

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΗ
ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ
ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ: ΜΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ
ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Καραλής Κωνσταντίνος-Παναγιώτης

Διπλωματική Εργασία υποβληθείσα στο Τμήμα Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Πειραιώς ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Οικονομική και Επιχειρησιακή Στρατηγική

Πειραιάς, Ιούνιος 2014

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

UNIVERSITY OF PIRAEUS
DEPARTMENT OF ECONOMICS



MASTER PROGRAM IN
ECONOMIC AND BUSINESS STRATEGY

ENERGY UPGRADE EVALUATION IN PUBLIC
BUILDING: AN ECONOMIC APPROACH

By
Karali Konstantino-Panagioti

Master Thesis submitted to the Department of Economics of the University of Piraeus in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Economic and Business Strategy

Piraeus, Greece, June 2014

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Αφιέρωση

Στους γονείς μου για τη δυνατότητα που μου έδωσαν να ολοκληρώσω το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών, στον αδερφό μου, στην Κωνσταντίνα και στους φίλους μου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Ευάγγελο Σαμπράκο για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους συνεργάτες μου για την ολόθερμη κατανόηση που έδειξαν σε όλο το χρονικό διάστημα μέχρι την περάτωση του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ

ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ: ΜΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ

ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Σημαντικοί όροι:

Εξοικονόμηση ενέργειας, Ενεργειακή επιθεώρηση, Παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης, Τιμολόγιο και Προϋπολογισμός Μελέτης, Αξιολόγηση επενδυτικού σχεδίου, Ανάλυση ευαισθησίας, Ανάλυση SWOT

Περίληψη

Η παρούσα Διπλωματική εργασία έχει στόχο, μέσω ενός πραγματικού case study, να καταδείξει το όφελος που θα έχει η ελληνική πολιτεία αν προχωρήσει στην υλοποίηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας για το σύνολο του δημόσιου ενδιαφέροντος κτιριακού δυναμικού. Ως case study λαμβάνεται το κτίριο του Παλαιού Δημαρχείου Βύρωνα, το οποίο συνεχίζει να στεγάζει δημοτικές υπηρεσίες.

Στο κτίριο πραγματοποιήθηκε ενεργειακή επιθεώρηση σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων και υπολογίσθηκαν οι ενεργειακές καταναλώσεις μέσω ειδικού λογισμικού, πράγμα που οδήγησε στην υπόδειξη των βέλτιστων παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης. Στη συνέχεια, υπολογίσθηκαν εκ νέου οι ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου θεωρώντας ότι υλοποιήθηκαν οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας. Έπειτα, καταρτίστηκε Τιμολόγιο και Προϋπολογισμός Μελέτης και καθορίστηκε το τελικό εκτιμώμενο κόστος υλοποίησης του έργου, σύμφωνα με τη Νομοθεσία περί κατασκευής δημοσίων έργων, ενώ πραγματοποιήθηκε αναγωγή του υπολογισθέντος ενεργειακού οφέλους σε οικονομικό. Με αυτόν τον τρόπο, κατέστη δυνατό να καθοριστούν τα στοιχεία κόστους και οφέλους από την υλοποίηση της προτεινόμενης επένδυσης. Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης χρησιμοποιώντας όλους τους βασικούς δείκτες αξιολόγησης επενδύσεων ενώ στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση ευαισθησίας της επένδυσης, τόσο ως προς το επενδύμενο κεφάλαιο όσο και ως προς τις ταμειακές εισροές, καθώς και ανάλυση SWOT.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ENERGY UPGRADE EVALUATION IN PUBLIC BUILDING: AN ECONOMIC APPROACH

Keywords:

Energy conservation, Inspection of energy, Measurements in energy upgrade, Invoice and Budget Study, Evaluation of project investment, Sensitivity analysis, SWOT analysis

Abstract

This thesis aims, through a real case study, to demonstrate the benefit that the Greek State will gain if it will proceed to implement energy saving measures for the entire building stock of public interest. The building of the Old Town Hall Byron is obtained as a case study, which continues to house municipal offices.

Energy audit conducted in the building in accordance with the Energy Performance of Buildings Regulations and we calculated energy consumption through special software, which led us to the suggestion of best practices in energy upgrades. Subsequently, we recalculated the energy consumption of the building considering that the interventions of energy saving implemented. Subsequently, we drawn up Invoice and Budget Study and we determined the final estimated cost of the project, in accordance with the Law of Public works, while there was reduction of the estimated energy saving to economically. In this way, from the implementation of the proposed investment, it was possible to determine the costs and benefits. Afterwards, by using all the basic investment key indicators we held an economic evaluation of the investment and then we conducted a sensitivity analysis both in terms of invested capital as well as in terms of the cash inflows and finally we held a SWOT analysis.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ	5
2.1 Εισαγωγή.....	5
2.2 Ενδεικτικά στοιχεία του κτιρίου	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ	9
3.1 Εισαγωγή.....	9
3.2 Περιγραφή των δομικών στοιχείων του κτιρίου	9
3.3 Περιγραφή υφιστάμενων συστημάτων θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου	12
3.4 Υπολογισμός των υφιστάμενων ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου	14
3.4.1 Υπολογισμός υφιστάμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση	15
3.4.2 Υπολογισμός υφιστάμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη	16
3.4.3 Υπολογισμός υφιστάμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό	16
3.4.4 Υπολογισμός υφιστάμενης συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας	17
3.4.5 Υπολογισμός υφιστάμενης ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας – Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου	18
3.4.6 Υπολογισμός υφιστάμενων παραγόμενων εκπομπών CO ₂	20
3.5 Καθορισμός των προτεινόμενων παρεμβάσεων.....	20
3.6 Υπολογισμός των ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας	22

3.6.1 Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας	25
3.6.2 Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.....	25
3.6.3 Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας	25
3.6.4 Υπολογισμός συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.....	26
3.6.5 Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας – Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου	27
3.6.6 Υπολογισμός παραγόμενων εκπομπών CO ₂ μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.....	28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΙ ΟΦΕΛΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ 29

4.1 Εισαγωγή.....	29
4.2 Τιμολόγιο Μελέτης	29
4.3 Προϋπολογισμός Μελέτης	41
4.4 Υπολογισμός κόστους επένδυσης	47
4.5 Υπολογισμός ετήσιου οφέλους επένδυσης	48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ..... 53

5.1 Εισαγωγή.....	53
5.2 Η έννοια της επένδυσης	53
5.2.1 Η έννοια της επένδυσης και του επενδυτικού σχεδίου	53
5.2.2 Οι φάσεις ολοκλήρωσης επενδυτικών σχεδίων	55
5.2.3 Επενδυτικά σχέδια στο δημόσιο και ιδιωτικό τομέα	56
5.3 Μεθοδολογία αξιολόγησης επενδύσεων	57

5.3.1 Διαδικασία αξιολόγησης επενδύσεων	57
5.3.2 Διάκριση μεταξύ Ιδιωτικής-Χρηματικής και Κοινωνικής-Οικονομικής αξιολόγησης	58
5.4 Μέθοδοι αξιολόγησης επενδύσεων.....	60
5.4.1 Μέθοδος της περιόδου αποπληρωμής κεφαλαίου	62
5.4.2 Μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας.....	64
5.4.3 Μέθοδος του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης	65
5.4.4 Σύγκριση μεθόδων Καθαρής Παρούσας Αξίας και Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης.....	66
5.4.5 Μέθοδος της περιόδου αποπληρωμής κεφαλαίου με προεξοφλημένες χρηματικές ροές	67
5.5 Οικονομική αξιολόγηση προτεινόμενης επένδυσης.....	67
5.5.1 Υπολογισμός ετήσιων ταμειακών ροών	67
5.5.2 Υπολογισμός περιόδου αποπληρωμής κεφαλαίου	70
5.5.3 Υπολογισμός ετήσιων ταμειακών ροών σε παρούσες αξίες.....	70
5.5.4 Υπολογισμός Καθαρής Παρούσας Αξίας επένδυσης.....	73
5.5.5 Υπολογισμός Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης επένδυσης.....	73
5.5.6 Υπολογισμός περιόδου αποπληρωμής κεφαλαίου με προεξοφλημένες χρηματικές ροές	73
5.5.7 Συμπεράσματα	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ.....	77
6.1 Εισαγωγή.....	77
6.2 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς το επενδύμενο κεφάλαιο	77
6.3 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς τα έσοδα	81
6.3.1 Αύξηση τιμολογίων Δ.Ε.Η. κατά 10% - Σενάριο 2	81
6.3.2 Αύξηση τιμής πετρελαίου κατά 10% - Σενάριο 3.....	84
6.3.3 Αύξηση τιμολογίων Δ.Ε.Η. κατά 10% και αύξηση τιμής πετρελαίου κατά 10% - Σενάριο 4	87
6.3.4 Μείωση τιμής πετρελαίου κατά 20% - Σενάριο 5.....	90

6.3.5 Συμπεράσματα	93
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΑΝΑΛΥΣΗ SWOT	95
7.1 Εισαγωγή	95
7.2 Ορισμός και χαρακτηριστικά ανάλυσης SWOT	95
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΝΟΨΗ	101
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΣΧΕΔΙΑ	103
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ....	104
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	108

Κατάλογος Πινάκων

4.1	Προϋπολογισμός Μελέτης	43
4.2	Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας ανά kWh σε τετραμηνιαία βάση.....	50
5.1	Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης	69
5.2	Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης σε παρούσες αξίες.....	71
6.1	Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης σε παρούσες αξίες – σενάριο 1.....	79
6.2	Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης σε παρούσες αξίες – σενάριο 2.....	82
6.3	Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης σε παρούσες αξίες – σενάριο 3.....	85
6.4	Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης σε παρούσες αξίες – σενάριο 4.....	88
6.5	Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης σε παρούσες αξίες – σενάριο 5.....	91
6.6	Μεταβολές δεικτών αξιολόγησης για κάθε σενάριο	93
7.1	Στοιχεία ανάλυσης SWOT	98

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Κατάλογος Εικόνων-Σχημάτων

2.1	Γεωγραφικός προσανατολισμός (λήψη από bing maps)	5
2.2	Βόρεια Όψη του κτιρίου	6
2.3	Ανατολική Όψη του κτιρίου	7
3.1	Εισαγωγή δεδομένων αδιαφανών επιφανειών (τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, δώμα και στέγη) στο Λογισμικό	10
3.2	Εισαγωγή δεδομένων πλάκας ισογείου στο Λογισμικό	10
3.3	Εισαγωγή δεδομένων αδιαφανών επιφανειών (θύρες – παράθυρα) στο Λογισμικό.....	11
3.4	Εισαγωγή δεδομένων συστήματος θέρμανσης στο Λογισμικό.....	12
3.5	Εισαγωγή δεδομένων συστήματος ψύξης στο Λογισμικό.....	13
3.6	Εισαγωγή δεδομένων συστήματος φωτισμού στο Λογισμικό	14
3.7	Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας – αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το Λογισμικό	18
3.8	Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας – αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το Λογισμικό	19
3.9	Εισαγωγή νέων δεδομένων αδιαφανών επιφανειών (τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, δώμα και στέγη) στο Λογισμικό - μειωμένοι συντελεστές θερμοπερατότητας.....	22
3.10	Εισαγωγή νέων δεδομένων αδιαφανών επιφανειών (θύρες – παράθυρα) στο Λογισμικό - μειωμένοι συντελεστές θερμοπερατότητας.....	23
3.11	Εισαγωγή νέων δεδομένων συστήματος θέρμανσης στο Λογισμικό - αυξημένος συντελεστής απόδοσης	23
3.12	Εισαγωγή νέων δεδομένων συστήματος ψύξης στο Λογισμικό - αυξημένος συντελεστής απόδοσης	24
3.13	Εισαγωγή νέων δεδομένων συστήματος φωτισμού στο Λογισμικό	24
3.14	Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας – αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το Λογισμικό	26
3.15	Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας – αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το Λογισμικό.....	27
4.1	Κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο – αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το Λογισμικό για την υφιστάμενη κατάσταση	49

4.2	Κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο – αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το Λογισμικό μετά τις προτεινόμενες παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας	49
5.1	Υπολογισμός περιόδου αποπληρωμής κεφαλαίου για το επενδυτικό σχέδιο (project).....	62

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας έχει γίνει αντιληπτή σε παγκόσμια κλίμακα. Οι ενέργειες προς αυτήν την κατεύθυνση έχουν οδηγήσει στην εύρεση μεθόδων και την εφαρμογή τεχνολογιών για την επίτευξη του στόχου αυτού. Η προσπάθεια αυτή συντονίζεται στην Ευρώπη από ένα συμπαγές και τεκμηριωμένο νομοθετικό πλαίσιο (EPBD¹), το οποίο αποβλέπει στο να καθοριστούν σταθερές συνεννόησης μεταξύ των κρατών και να επιβληθούν κοινές μεθοδολογίες. Επιγραμματικά, παρατίθενται οι εξής νομοθετικές πρωτοβουλίες της Ε.Ε.:

- Το πακέτο "Ενέργεια - κλίμα" ή "σχέδιο 20-20-20", το οποίο υιοθετήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση το Δεκέμβριο του 2008 και θέτει ως στόχο τη μείωση κατά 20% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των υφιστάμενων κτιριακών υποδομών κατά 20% και την προώθηση της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, ώστε να αποκτήσουν μερίδιο 20% επί της συνολικής παραγόμενης ενέργειας.
- Οδηγία 2002/91/ΕΕ: Ενεργειακή επίδοση Κτιρίων
- Οδηγία 2010/31/ΕΕ: Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων-Αναθεώρηση
- Οδηγία 2006/32/ΕΕ: Ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες
- Οδηγία 2004/8/ΕΕ: Προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάσει της ζήτησης για χρήσιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας
- Οδηγία 2010/30/ΕΕ: Οδηγία για την ένδειξη της κατανάλωσης ενέργειας και λοιπών πόρων των οικιακών συσκευών με την επισήμανση και την παροχή ομοιόμορφων πληροφοριών σχετικά με τα προϊόντα
- Οδηγία 2009/125/ΕΕ: Οδηγία για την θέσπιση πλαισίου για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα συνδεδεμένα με την ενέργεια προϊόντα

¹ Energy Performance of Buildings

Στην Ελλάδα, ο Νόμος 3661/2008 (Φ.Ε.Κ. 89/A/19-5-2008) "Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις" και ο Νόμος 3855/2010 (Φ.Ε.Κ. 95/A/23-6-2010) "Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις" αποτέλεσαν τις πρώτες οργανωμένες νομοθετικές πρωτοβουλίες της ελληνικής πολιτείας στην κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας. Ο Νόμος 3661/2008 προβλέπει, μεταξύ των άλλων, τις εξής πρωτοβουλίες:

- Όλα τα νέα κτίρια καθώς και τα υφιστάμενα κτίρια που υπόκεινται σε ριζική ανακαίνιση, πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής Απόδοσης.
- Για τα νέα και υπό ανακαίνιση κτίρια με επιφάνεια άνω των 1.000 τετραγωνικών μέτρων υποβάλλεται στις Υπηρεσίες Δόμησης Ενεργειακή Μελέτη.
- Για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, ο ιδιοκτήτης υποχρεούται να ζητήσει την έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης. Πιστοποιητικό εκδίδεται επίσης κατά την μίσθωση ή πώληση κτιρίων και ισχύει κατά ανώτατο όριο 10 χρόνια.
- Την τακτική επιθεώρηση λεβήτων τουλάχιστον κάθε 5 χρόνια για συστήματα με ισχύ από 20 έως 100kW & τουλάχιστον κάθε 2 χρόνια για ισχύ άνω των 100kW και κάθε 4 χρόνια για αέριο καύσιμο.
- Την τακτική επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού τουλάχιστον κάθε 5 έτη για συστήματα με ισχύ άνω των 12 kW.

Με την Κοινή Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825 (Φ.Ε.Κ. 407/Β/9-4-2010), θεσπίστηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), ο οποίος αποτελεί μια πλήρη και ολοκληρωμένη προσπάθεια από ελληνικής πλευράς όσον αφορά τον καθορισμό όλων των παραμέτρων που επιδρούν στην ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Ειδικότερα, εστιάζεται στην μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για Θέρμανση, Ψύξη, Κλιματισμό, Φωτισμό και Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX). Ο Κ.Εν.Α.Κ αποτελεί υποχρέωση της χώρας τόσο προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αλλά περισσότερο προς τους πολίτες της. Ο κτιριακός πλούτος της χώρας πρέπει, σύμφωνα με τις σύγχρονες απαιτήσεις

διαβίωσης, να αποκτήσει καλύτερη ενεργειακή «συμπεριφορά» μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, εκτός από την ασφάλεια και την αισθητική που μέχρι σήμερα ήταν τα κυριότερα στοιχεία ενός κτηρίου, προστίθεται και η μέριμνα, έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας να είναι κατά το δυνατόν χαμηλότερη, με ταυτόχρονη εξασφάλιση άριστων συνθηκών για τους χρήστες.

Δεδομένου ότι ο κτιριακός τομέας είναι ο μεγαλύτερος χρήστης ενέργειας και η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (ευθύνεται περίπου για το 40% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης², το 14% των εκπομπών αερίου του θερμοκηπίου και το 45% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα³), αποτελεί το επίκεντρο των νομοθετικών πρωτοβουλιών. Στο πλαίσιο αυτό, συγχρηματοδοτούμενα προγράμματα από κοινοτικούς και εθνικούς πόρους έχουν ως στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας σε υφιστάμενα δημόσια κτίρια και υποδομές (σχολεία, δημοτικά κτίρια, κολυμβητήρια, κοινόχρηστοι χώροι κτλ). καθώς και σε ιδιωτικές κατοικίες. Επιγραμματικά, παρατίθενται τα εξής προγράμματα:

- Πρόγραμμα "Εξοικονομώ"
- Πρόγραμμα "Πράσινα Στρατόπεδα"
- Πρόγραμμα "Πράσινες Πιλοτικές Αστικές Γειτονιές"
- Προσκλήσεις 1.13 και 1.18 του Επιχειρησιακού Προγράμματος "Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη"
- Πρόγραμμα "Εξοικονόμηση κατ' οίκον"

Η μείωση του κόστους λειτουργίας των δημόσιων κτιρίων έχει ως αποτέλεσμα την αποδέσμευση σημαντικών κονδυλίων, τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγικότερους σκοπούς (π.χ. Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων, κοινωνική πολιτική). Επίσης, βελτιώνεται το ενεργειακό ισοζύγιο και το ενεργειακό απόθεμα της χώρας, προστατεύεται το περιβάλλον και προσφέρεται δραστικά καλύτερη θερμική, οπτική και ακουστική άνεση των χρηστών των κτιρίων (δημόσιοι υπάλληλοι

² Οδηγία 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου και του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ενεργειακή απόδοση

³ Χ. Κουτρούλης (2013) «Ενεργειακή απόδοση κτιρίων και δημόσιες πολιτικές» και Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (2010) «Ενεργειακή απόδοση κτιρίων – Κανονιστικές διατάξεις για την εφαρμογή του Ν.3661/2008»

και πολίτες που συναλλάσσονται με δημόσιες υπηρεσίες). Τέλος, δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίες με αποτέλεσμα την τόνωση της απασχόλησης, την αύξηση των φορολογικών εσόδων και την αύξηση εισπραξιμότητας ασφαλιστικών εισφορών.

Όλα τα ανωτέρω συγκλίνουν στην αναγκαιότητα να ενταθούν οι προσπάθειες της ελληνικής πολιτείας στην κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενες κτιριακές υποδομές. **Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι μέσω ενός τεκμηριωμένου case-study για υφιστάμενο δημόσιο κτίριο (Παλαιό Δημαρχείο Βύρωνα), να καταδειχθεί το όφελος που θα έχει η ελληνική πολιτεία αν προβεί σε δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας για το σύνολο του κτιριακού δυναμικού της. Σημειώνεται ότι το ενεργειακό και λειτουργικό κόστος του δημόσιου ενδιαφέροντος κτιριακού δυναμικού ανέρχεται σε 450.000.000 €⁴ ή 0,25 % του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (Α.Ε.Π.) της χώρας⁵.**

⁴ Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (2010) «Ενεργειακή απόδοση κτιρίων – Κανονιστικές διατάξεις για την εφαρμογή του Ν.3661/2008»

⁵ Το Α.Ε.Π. της Ελλάδος ανήλθε σε 181,1 δις € για το έτος 2013 σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

2.1 Εισαγωγή

Για τις ανάγκες τις παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, επιλέχθηκε το κτίριο του Παλαιού Δημαρχείου Βύρωνα, επί των οδών Κύπρου και Ευαγγελικής Σχολής, που ανήκει διοικητικά στο Δήμο Βύρωνα της Περιφερειακής Ενότητας Κεντρικού Τομέα Αθηνών. Το κτίριο συνεχίζει να στεγάζει υπηρεσίες του Δήμου (Πολιτιστικό Κέντρο Δήμου Βύρωνα) και παρουσιάζει έντονο ιστορικό και πολιτιστικό ενδιαφέρον για την περιοχή.



Εικόνα 2.1 Γεωγραφικός προσανατολισμός (λήψη από bing maps)

2.2 Ενδεικτικά στοιχεία του κτιρίου

Το κτίριο του Παλαιού Δημαρχείου Βύρωνα κατασκευάστηκε το 1925 και έχει επιφάνεια 405 τετραγωνικών μέτρων (m^2), η οποία αναπτύσσεται σε δύο (2) ορόφους. Το κτίριο εξυπηρετεί ημερησίως πενήντα (50) επισκέπτες και δέκα (10)

εργαζόμενους, ενώ δεν υπάρχουν μη θερμαινόμενοι χώροι. Η λειτουργία του κτιρίου ανέρχεται σε έντεκα (11) μήνες το χρόνο, πέντε (5) ημέρες την εβδομάδα και δώδεκα (12) ώρες ημερησίως.

Ακολουθούν φωτογραφίες από τις όψεις του κτιρίου:



Εικόνα 2.2 Βόρεια Όψη του κτιρίου



Εικόνα 2.3 Ανατολική Όψη του κτιρίου

Τα ανοίγματα του κτιρίου (θύρες και παράθυρα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα) καλύπτουν επιφάνεια 90 m^2 , η εξωτερική τοιχοποιία του κτιρίου έχει καθαρή επιφάνεια 385 m^2 , ενώ το δώμα του κτιρίου έχει επιφάνεια 47 m^2 . Όλα τα μετρικά στοιχεία του κτιρίου προέκυψαν ύστερα από αποτύπωση του χώρου, η οποία παρουσιάζεται στα σχέδια κατόψεων του Παραρτήματος Α. Λόγω της αλλαγής χρήσης του κτιρίου, έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές αλλαγές στην εσωτερική διαρρύθμιση των χώρων αλλά δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία παρέμβαση αναβάθμισης του κτιρίου εξωτερικά. Οι χώροι είναι ελλιπώς συντηρημένοι, χωρίς όμως να υπάρχουν ζημιές που να μετατρέπουν το κτίριο σε μη λειτουργικό.

Οι θερμικές απώλειες του υπό εξέταση κτιρίου φαντάζουν υψηλές, λόγω της παλαιότητας του κτιρίου που έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση μη αποδοτικών δομικών υλικών, την ανεπαρκή θερμομόνωση και τα συμβατικής τεχνολογίας συστήματα θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού. Ως εκ τούτου, θα πρέπει να καθοριστούν όλες οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, οι οποίες θα εξασφαλίσουν συνθήκες θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο, σωστή συμπεριφορά του κτιρίου κατά την διάρκεια όλου του χρόνου και ορθολογική χρήση της ενέργειας. Θα πρέπει κατά τη χειμερινή περίοδο να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες του κτιρίου και να

μεγιστοποιηθούν τα θερμικά ηλιακά κέρδη. Αντίστοιχα, το καλοκαίρι, θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν τα θερμικά κέρδη. Οι βέλτιστες και αποδοτικότερες παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας θα καθοριστούν έπειτα από διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης, από την οποία θα προκύψει η ενεργειακή κατανάλωση και κατάταξη του κτιρίου.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ

3.1 Εισαγωγή

Στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας διενεργήθηκε ενεργειακή επιθεώρηση στο κτίριο του Παλαιού Δημαρχείου Βύρωνα. Με αυτόν τον τρόπο, υπολογίζεται με τεκμηριωμένο και επιστημονικά ακριβή τρόπο η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου.

Η ενεργειακή κατανάλωση και κατάταξη του υφισταμένου κτιρίου υπολογίστηκε μέσω της έκδοσης v1.29 του Λογισμικού Κ.ΕΝ.Α.Κ.⁶ του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ε.Ε.). Το Λογισμικό αυτό βασίζεται στη Μεθοδολογία Ευρωπαϊκών Προτύπων (ΕΛΟΤ EN 13790 κ.α.), καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τεχνικές Οδηγίες του Τ.Ε.Ε. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 20701-1/2010, 20701-2/2010, 20701-3/2010 και 20701-4/2010 (Φ.Ε.Κ. 1387/Β'/2-9-2010) και στις τροποποιήσεις των Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. (Φ.Ε.Κ. 1413/Β'/30-4-2012).

3.2 Περιγραφή των δομικών στοιχείων του κτιρίου

Δεδομένου ότι το υπό εξέταση κτίριο κατασκευάστηκε το έτος 1925, το κέλυφός του (εξωτερική τοιχοποιία, στέγη και δώμα) δεν είναι θερμομονωμένο. Τα δομικά υλικά που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι παλαιάς τεχνολογίας και έχουν υποστεί σημαντική φθορά με την πάροδο του χρόνου. Ο δείκτης που αντικατοπτρίζει την θερμομονωτική επάρκεια των δομικών στοιχείων είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας τους. Συγκεκριμένα, οι εξωτερικοί τοίχοι έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{εξ.τοιχου} = 2,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ και το δώμα έχει $U_{δωματος} = 3,05 \text{ W/m}^2\text{K}$, γεγονός το οποίο οδηγεί σε μεγάλες θερμικές απώλειες και μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για την θέρμανση και την ψύξη του κτιρίου.

Οι υφιστάμενοι μονοί υαλοπίνακες και τα κακής ποιότητας, μη αεροστεγή, φθαρμένα και κακοσυντηρημένα ξύλινα πλαίσια έχουν μεγάλο συντελεστή θερμοπερατότητας και ελλιπέστατη στεγανότητα. Συγκεκριμένα, ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι $U_w = 5,00 \text{ W/m}^2\text{K}$, γεγονός που οδηγεί σε σημαντική αύξηση

⁶ Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων

των θερμικών απωλειών καθώς και σε αύξηση του απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου για την ψύξη του κτιρίου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

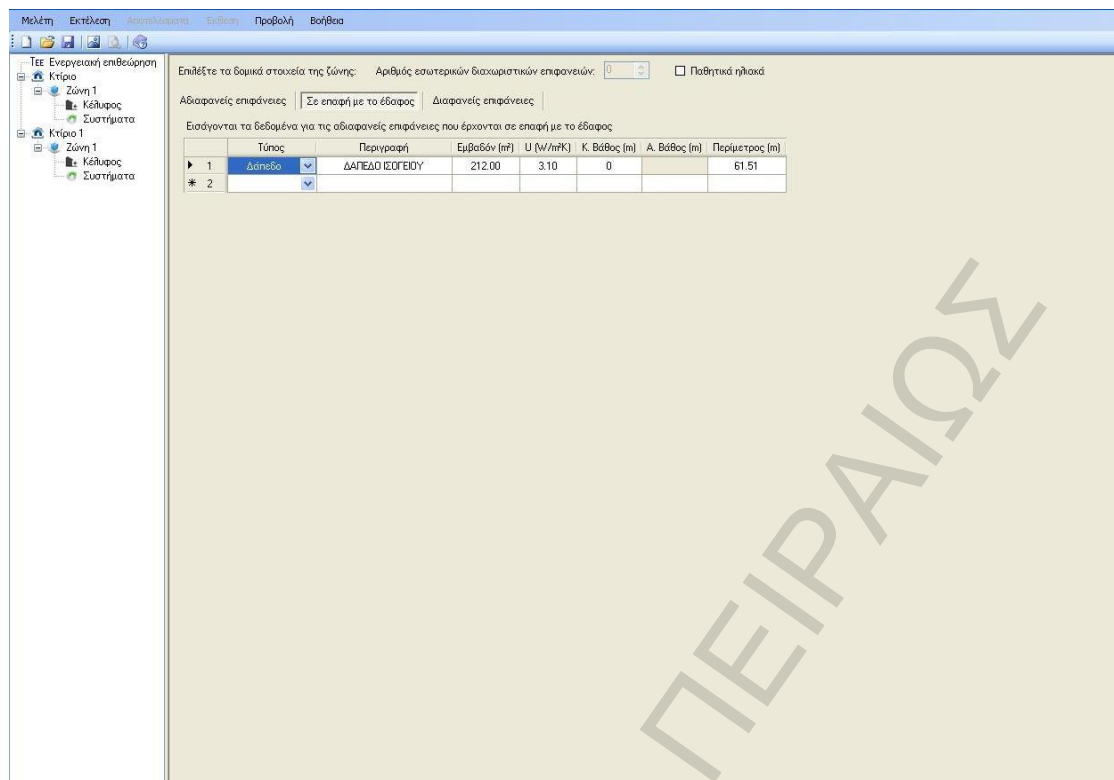
Επιλέξτε τα δομικά στοιχεία της ζώνης: Αριθμός εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών: 0 Παθητικά ηλιακά

Αδιαφανείς επιφάνειες Σε επαφή με το έδαφος Διαφανείς επιφάνειες

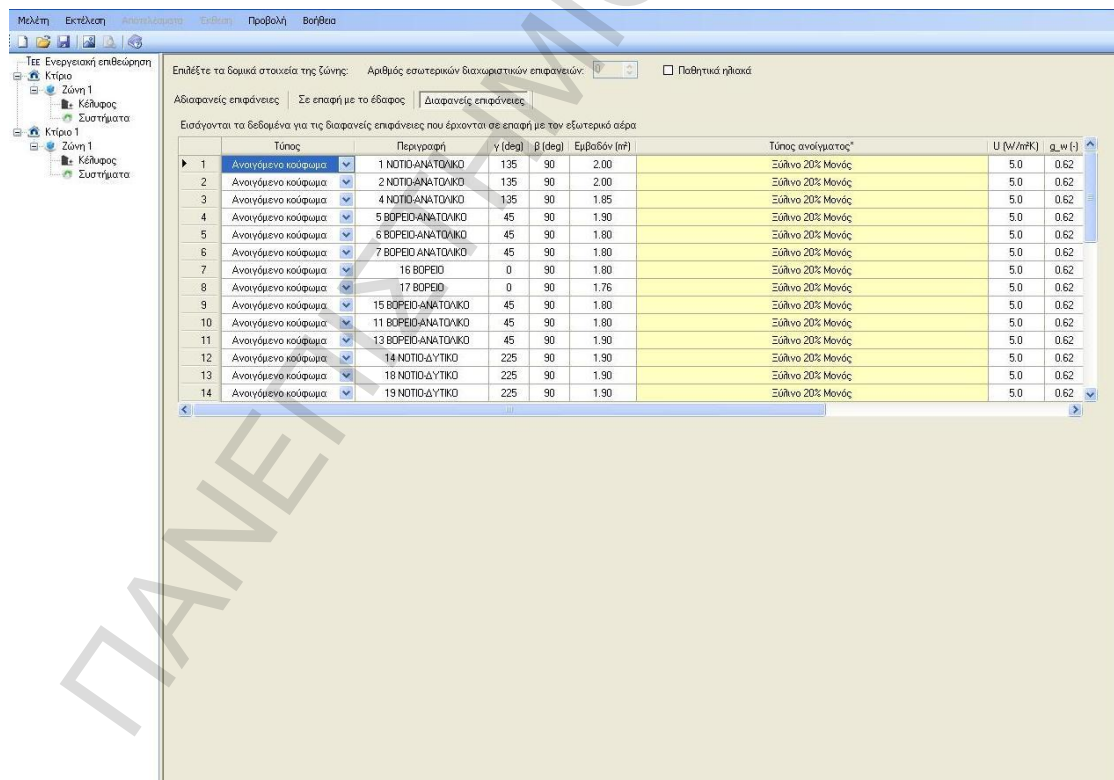
Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

	Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	α' (-)	α'' (-)	F _{hor,h} (-)	F _{hor,c} (-)	F _{ov,h} (-)	F _{ov,c} (-)	F _{lin,h} (-)	F _{lin,c} (-)
1	Τοίχος	T1 ΒΟΡΕΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	45	90	47.79	2.33	0.80	0.80	0.84	0.77	0.97	0.97	1.00	1.00
2	Τοίχος	T2 ΒΟΡΕΙΟΣ	0	90	27.24	2.32	0.80	0.80	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00
3	Τοίχος	T3 ΒΟΡΕΙΟ-ΔΥΤΙΚΟΣ	315	90	30.50	2.33	0.80	0.80	0.85	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00
4	Τοίχος	T4 ΝΟΤΙΟ-ΔΥΤΙΚΟΣ	225	90	51.79	2.33	0.80	0.80	0.53	0.86	0.97	0.96	1.00	1.00
5	Τοίχος	T5 ΝΟΤΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	135	90	2.08	2.32	0.80	0.80	1.00	1.00	0.97	0.96	1.00	1.00
6	Τοίχος	T6 ΒΟΡΕΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	45	90	3.60	2.30	0.80	0.80	0.81	0.63	0.51	0.47	1.00	1.00
7	Τοίχος	T7 ΝΟΤΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	135	90	15.88	2.44	0.80	0.80	1.00	1.00	0.64	0.52	0.32	0.93
8	Τοίχος	T8 ΝΟΤΙΟ-ΔΥΤΙΚΟΣ	225	90	3.60	2.48	0.80	0.80	0.36	0.61	0.43	0.37	0.90	0.71
9	Τοίχος	T9 ΝΟΤΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	135	90	14.15	2.32	0.80	0.80	1.00	1.00	0.97	0.96	0.96	0.84
10	Τοίχος	T10 ΒΟΡΕΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	45	90	49.00	2.32	0.80	0.80	0.82	0.70	0.90	0.90	1.00	1.00
11	Τοίχος	T11 ΒΟΡΕΙΟΣ	0	90	28.32	2.31	0.80	0.80	1.00	0.85	1.00	1.00	1.00	1.00
12	Τοίχος	T12 ΝΟΤΙΟ-ΔΥΤΙΚΟΣ	225	90	8.36	2.32	0.80	0.80	0.37	0.68	1.00	1.00	0.73	0.95
13	Τοίχος	T13 ΝΟΤΙΟ ΔΥΤΙΚΟΣ	225	90	6.36	2.33	0.80	0.80	0.41	0.76	1.00	1.00	0.84	0.96
14	Τοίχος	T14 ΒΟΡΕΙΟ-ΔΥΤΙΚΟΣ	315	90	13.16	2.33	0.80	0.80	0.81	0.66	1.00	1.00	0.84	0.78
15	Τοίχος	T15 ΒΟΡΕΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	45	90	9.60	2.30	0.80	0.80	0.81	0.63	1.00	1.00	0.81	0.66

Εικόνα 3.1 Εισαγωγή δεδομένων αδιαφανών επιφανειών (τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, δώμα και στέγη) στο Λογισμικό



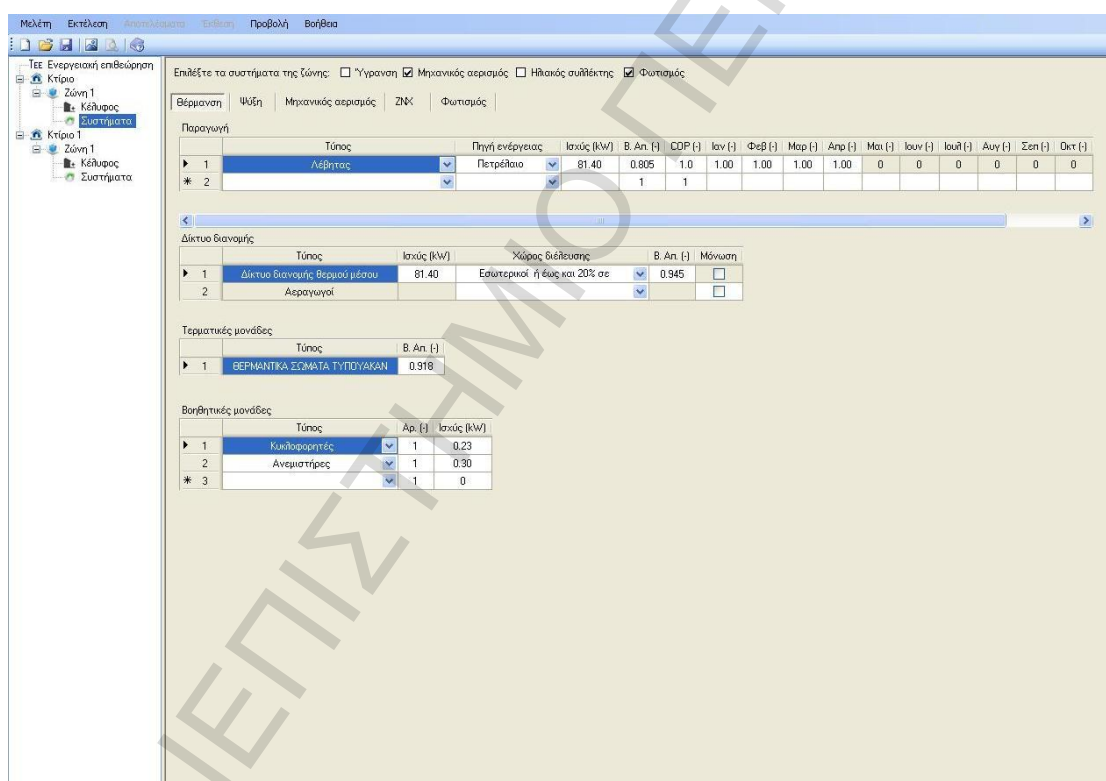
Εικόνα 3.2 Εισαγωγή δεδομένων πλάκας ισογείου στο Λογισμικό



Εικόνα 3.3 Εισαγωγή δεδομένων αδιαφανών επιφανειών (θύρες – παράθυρα) στο Λογισμικό

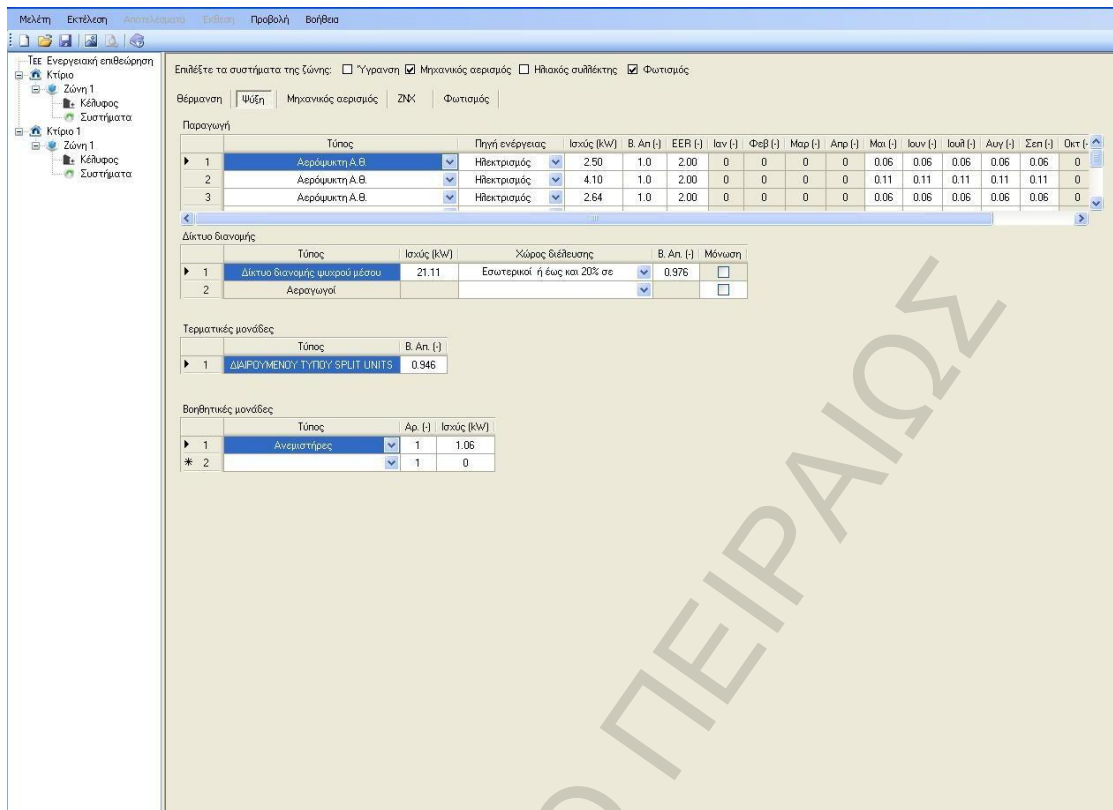
3.3 Περιγραφή υφιστάμενων συστημάτων θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου

Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης της κεντρικής θέρμανσης είναι πεπαλαιωμένος (έτος κατασκευής λέβητα πετρελαίου:1985) και χαμηλής ενεργειακής απόδοσης. Η ισχύς του λέβητα κεντρικής θέρμανσης είναι 81,40 kW (70.000kcal/h) ενώ η θέρμανση του κτιρίου πραγματοποιείται μέσω δισωλήνιου συστήματος με χαλύβδινα θερμαντικά σώματα. Επίσης, η λειτουργία του συστήματος κεντρικής θέρμανσης γίνεται μέσω χρονοδιακόπτη, ανεξαρτήτως της εξωτερικής θερμοκρασίας. Ο ολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης είναι **0,805**, ο οποίος ελήφθη βάσει των επί μέρους βαθμών απόδοσης, όπως αυτοί προβλέπονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.



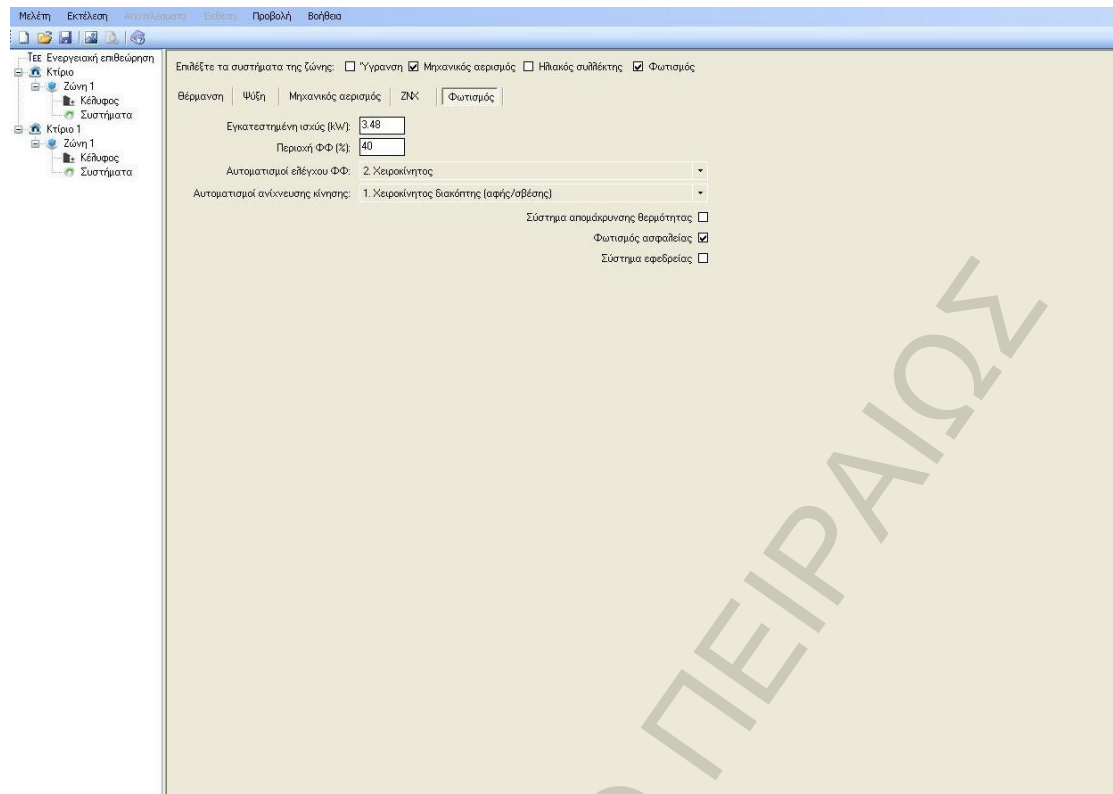
Εικόνα 3.4 Εισαγωγή δεδομένων συστήματος θέρμανσης στο Λογισμικό

Όσον αφορά το σύστημα ψύξης του κτιρίου, λειτουργεί μεγάλος αριθμός κλιματιστικών συσκευών διαιρουμένου τύπου (split units). Οι υφιστάμενες συσκευές, παρότι εγκαταστάθηκαν σχετικά πρόσφατα, είναι χαμηλού συντελεστή απόδοσης ($EER \cong 2,20$), ενεργοβόρες και κακοσυντηρημένες.



Εικόνα 3.5 Εισαγωγή δεδομένων συστήματος ψύξης στο Λογισμικό

Τέλος, τα υφιστάμενα φωτιστικά σώματα είναι πεπαλαιωμένα και συμβατικής τεχνολογίας, με αποτέλεσμα την υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και το μη ικανοποιητικό επίπεδο φωτισμού των χώρων. Οι λαμπτήρες είναι χαμηλής απόδοσης και ενεργειακής κλάσης Γ. Πιο συγκεκριμένα, στο κτίριο υπάρχουν 25 φωτιστικά σώματα ονομαστικής ισχύος 72 W έκαστο.



Εικόνα 3.6 Εισαγωγή δεδομένων συστήματος φωτισμού στο Λογισμικό

Λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω, συμπεραίνουμε ότι τόσο η θερμική όσο και η οπτική άνεση των χρηστών χαρακτηρίζεται μέτρια.

3.4 Υπολογισμός των υφιστάμενων ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου

Η συνολική ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου προκύπτει από την συνεκτίμηση της κατάστασης του κελύφους του κτιρίου και των Ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (Κεντρική Θέρμανση, Ψύξη, Φωτισμός).

Η μεθοδολογία υπολογισμού των ενεργειακών καταναλώσεων λαμβάνει υπόψη τους ακόλουθους παράγοντες:

- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, ηλιακή ακτινοβολία, υγρασία κλπ).
- Επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός κλπ), την περίοδο λειτουργίας του κτιρίου (σε ώρες) και τον αριθμό των χρηστών.

- Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων (διαφανείς και μη επιφάνειες, εσωτερικά χωρίσματα, κ.λπ.) του κτιριακού κελύφους.
- Θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ανακλαστικότητα κλπ) στα οποία περιλαμβάνεται και ο προσανατολισμός και ο συντελεστής σκίασης ανά στοιχείο.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων ψύξης (μονάδες παραγωγή, κεντρικές κλιματιστικές μονάδες και διανομή ψυχρού μέσου) για την ψύξη των χώρων. Θα πρέπει να αναφέρονται στοιχεία για την απόδοση των συστημάτων, των μονώσεων του συστήματος διανομής, κλπ.
- Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος τεχνητού αερισμού. Θα πρέπει να αναφέρονται στοιχεία για την απόδοση των συστημάτων, των μονώσεων του συστήματος διανομής, κλπ.
- Παθητικά ηλιακά συστήματα, κατά το άρθρο 1 παράγραφος 7α του ΓΟΚ και την ηλιακή προστασία.
- Ύπαρξη συστημάτων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ)
- Ύπαρξη συστημάτων Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ).
- Ύπαρξη συστημάτων τηλεθέρμανσης όπου εφαρμόζεται.
- Ύπαρξη συστημάτων διαχείρισης ενέργειας όπως, αυτοματισμοί, καταγραφικά κλπ.

Οι ενεργειακές καταναλώσεις ανά χρήση, όπως αυτές προκύπτουν από τους υπολογισμούς, παρουσιάζονται συνοπτικά στις παρακάτω ενότητες.

3.4.1 Υπολογισμός υφιστάμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση

Η κατανάλωση τελικής ενέργειας για θέρμανση, προκύπτει από την υπολογιζόμενη ενεργειακή ζήτηση στην υφιστάμενη κατάσταση (πριν τις προτεινόμενες παρεμβάσεις) και το βαθμό απόδοσης του συστήματος θέρμανσης.

Η ζήτηση υπολογίζεται με τη χρήση Μεθοδολογίας και Λογισμικού το οποίο λαμβάνει υπόψη τα ηλιακά και τα εσωτερικά θερμικά κέρδη/φορτία και τις θερμικές απώλειες/φορτία του κτιριακού κελύφους με μηνιαίο βήμα υπολογισμού. Όπως

προαναφέρθηκε, το χρησιμοποιούμενο Λογισμικό είναι το Λογισμικό Κ.ΕΝ.Α.Κ. του Τ.Ε.Ε., έκδοση v.1.29.

Στο συγκεκριμένο κτίριο υπάρχει εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης για όλο το κτίριο. Επομένως, θα γίνει υπολογισμός της κατανάλωσης τελικής ενέργειας για θέρμανση των χώρων (θερμική ενέργεια). Επίσης, γίνεται υπολογισμός και της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τον εξοπλισμό των συστημάτων (κυκλοφορητές, καυστήρες κλπ.).

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που διενεργήθηκαν από το λογισμικό, προκύπτει ότι η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση για το συγκεκριμένο κτίριο είναι **94,00 kWh/m²**. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η επιφάνεια του κτιρίου είναι **408 m²**, προκύπτει ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση είναι **38.352,00 kWh**.

3.4.2 Υπολογισμός υφιστάμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη

Η ψύξη του κτιρίου πραγματοποιείται, όπως προαναφέρθηκε, με κλιματιστικές συσκευές διαιρουμένου τύπου (split units). Επομένως, θα πραγματοποιηθεί υπολογισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τις συγκεκριμένες κλιματιστικές συσκευές.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που διενεργήθηκαν από το λογισμικό, προκύπτει ότι η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για ψύξη για το συγκεκριμένο κτίριο είναι **70,60 kWh/m²**. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η επιφάνεια του κτιρίου είναι **408 m²**, προκύπτει ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για ψύξη είναι **28.804,80 kWh**.

3.4.3 Υπολογισμός υφιστάμενης ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό

Ο τεχνητός φωτισμός του κτιρίου πραγματοποιείται, όπως προαναφέρθηκε, με συμβατικά φωτιστικά σώματα φθορισμού. Επομένως, θα πραγματοποιηθεί υπολογισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από τα συγκεκριμένα φωτιστικά σώματα.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που διενεργήθηκαν από το λογισμικό, προκύπτει ότι η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για φωτισμό για το συγκεκριμένο κτίριο είναι **19,60 kWh/m²**. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η επιφάνεια του κτιρίου είναι **408 m²**, προκύπτει ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό είναι **7.996,80 kWh**.

3.4.4 Υπολογισμός υφιστάμενης συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας

Η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το κτίριο του Παλαιού Δημαρχείου Βύρωνα ισούται με το άθροισμα των επί μέρους καταναλώσεων του κτιρίου. Οι καταναλώσεις αυτές, όπως παρουσιάστηκαν στις παραπάνω υποενότητες είναι οι εξής:

- Θέρμανση: 38.352,00 kWh
- Ψύξη: 28.804,80 kWh
- Φωτισμός: 7.996,80 kWh

Αξίζει να σημειωθεί πως λόγω της χρήσης του κτιρίου (τριτογενής τομέας) δεν υπολογίζεται κατανάλωση ενέργειας για Ζεστά Νερά Χρήσης (ZNX), πράγμα που δεν συμβαίνει σε κτίρια με χρήση κατοικίας.

Συνεπώς, η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ισούται με $38.352,00+28.804,80+7.996,80 = 75.153,60 \text{ kWh}$ ή **184,20 kWh/m²**.

Υπάρχον κτίριο													
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μα.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	12,7	10,4	8,3	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	10,5	48,1
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	13,5	47,6	42,8	3,5	0,0	0,0	0,0	110,0
Υγγραση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNκ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μα.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	23,8	19,6	16,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	10,3	19,8	94,0
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	9,3	29,0	26,2	3,3	0,0	0,0	0,0	70,6
ZNκ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	1,7	1,5	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,6	1,7	19,6
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΒ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
► Σύνολο	25,4	21,1	17,6	5,0	4,4	11,0	30,7	27,9	4,9	2,9	11,9	21,5	184,2

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	99,5	98,4
Πετρέλαιο	84,7	22,4
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
► Σύνολο	184,2	120,8

Εικόνα 3.7 Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας – αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το Λογισμικό

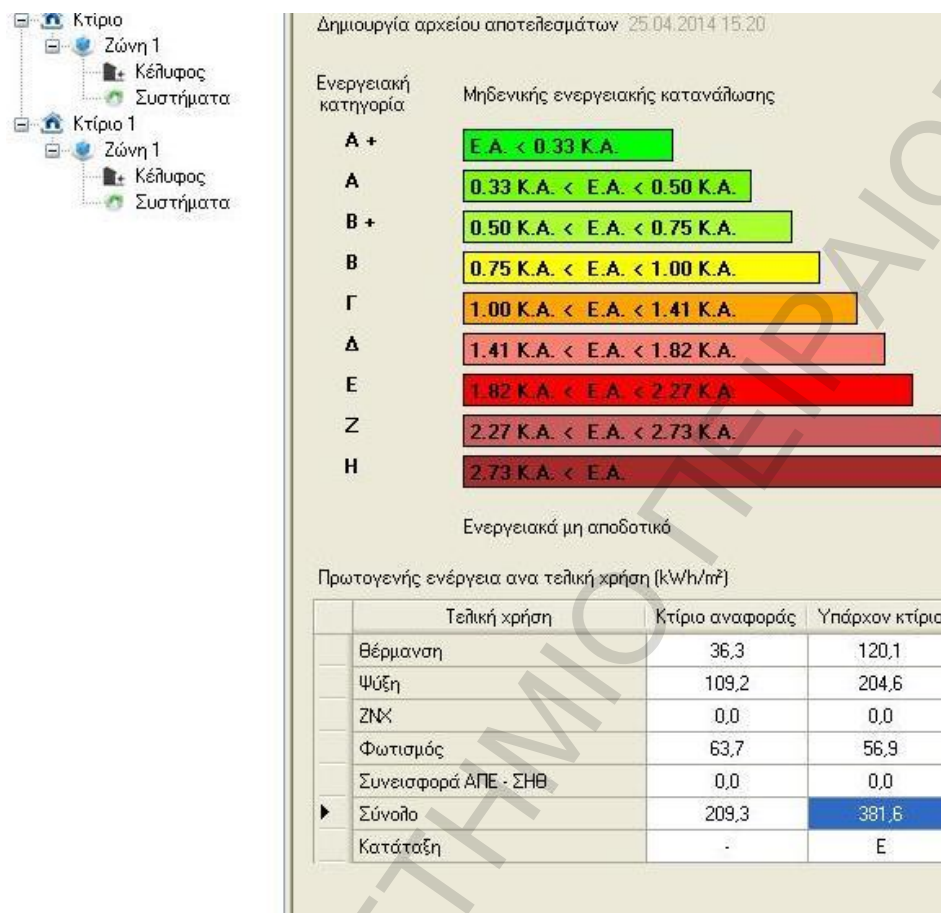
Υπενθυμίζεται ότι μία (1) kWh αντιστοιχεί σε λειτουργία μηχανής ισχύος ενός (1) kW για μία (1) ώρα. Το μέγεθος αυτό ισούται με την ποσότητα ενέργειας που καταναλώνει ένας οικιακός λαμπτήρας για μία ημέρα.

3.4.5 Υπολογισμός υφιστάμενης ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας – Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

Ο κύκλος της παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας ξεκινά από τις αρχικές μορφές ενέργειας όπως ο άνθρακας, το αργό πετρέλαιο, ο λιγνίτης, ο άνεμος, το ηλιακό φως ή το φυσικό αέριο. Αυτές οι μορφές χαρακτηρίζονται ως πρωτογενή ενέργεια και βεβαίως, ελάχιστα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους καταναλωτές, δεδομένου ότι απαιτείται η μετατροπή τους σε τελική ενέργεια (ηλεκτρική ενέργεια, πετρέλαιο θέρμανσης/κίνησης κτλ).

Για τον υπολογισμό της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας εφαρμόζεται η ίδια μεθοδολογία τόσο στο υπό μελέτη κτίριο, όσο και στο αντίστοιχο κτίριο αναφοράς. Η αναγωγή της υπολογιζόμενης τελικής κατανάλωσης καυσίμου σε πρωτογενή γίνεται με την χρήση συντελεστών μετατροπής που παρέχονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (Πίνακας 1.2.). Με αυτόν τον τρόπο, προκύπτει ότι $Q_{\text{πρωτογενής}} = 381,60 \text{ kWh/m}^2$, έτος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η επιφάνεια του

κτιρίου είναι 408 m², προκύπτει ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου είναι 155.692,80 kWh.



Εικόνα 3.8 Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας – αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το Λογισμικό

Η κατάταξη του κτιρίου γίνεται βάσει της υπολογιζόμενης συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με την αντίστοιχη κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς. Το κτίριο αναφοράς έχει την ίδια γεωμετρία, προσανατολισμό, προφίλ λειτουργίας & κλιματικά δεδομένα με το υπό μελέτη κτίριο και καταλαμβάνει πάντα την κατηγορία B. Δεδομένου ότι το κτίριο αναφοράς στη συγκεκριμένη περίπτωση έχει κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίση με 209,3 kWh/m², έτος, **το κτίριο του Παλαιού Δημαρχείου Βόρωνα κατατάσσεται στην κατηγορία E.**

3.4.6 Υπολογισμός υφιστάμενων παραγόμενων εκπομπών CO₂

Ο υπολογισμός των παραγόμενων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) πραγματοποιήθηκε από το λογισμικό λαμβάνοντας υπόψη τον Πίνακα 1.2 της Τεχνική Οδηγία Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, όπου παρουσιάζονται οι εκλύόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας για κάθε πηγή ενέργειας. Έτσι, προκύπτει ότι κάθε χρόνο από την καύση πετρελαίου για θέρμανση και από την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια εκλύεται η παρακάτω ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα συνολικά:

$m_{CO_2, total} = (m_{CO_2, πετρελαιου} + m_{CO_2, ηλεκτρισμου}) \times F = (22,40 \text{ kg/m}^2 + 98,40 \text{ kg/m}^2) \times 408 \text{ m}^2 = 49.286 \text{ kg/έτος} = 49,28 \text{ tn/έτος}$, όπου F η επιφάνεια του υπό εξέταση κτιρίου

3.5 Καθορισμός των προτεινόμενων παρεμβάσεων

Από τα μεγέθη των ενεργειακών καταναλώσεων, εντοπίζονται τα εξής “ευαίσθητα” σημεία (από ενεργειακή άποψη), του κτιρίου:

- Τα κουφώματα του κτιρίου
- Η στέγη και το δώμα του κτιρίου
- Η εξωτερική τοιχοποιία
- Ο εξοπλισμός της εγκατάστασης της Κεντρικής Θέρμανσης.
- Τα φωτιστικά σώματα
- Οι κλιματιστικές συσκευές

Εκ των ανωτέρω και λαμβάνοντας υπ’ όψη το στόχο της ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου, καθορίζονται ως ακολούθως οι προτεραιότητες ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου:

- Πλήρης θερμοϋγρομόνωση δώματος επιφανείας 47 m². Με την προσθήκη θερμομόνωσης στο δώμα του κτιρίου, προβλέπεται ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας θα μειωθεί στο 0,45 W/m²K, η οποία και είναι λίαν ικανοποιητική τιμή (μείωση κατά 85,24%).
- Αντικατάσταση πλαισίων και υαλοπινάκων με πιστοποιημένα θερμοδιακοπτόμενα πλαίσια αλουμινίου και διπλούς ενεργειακούς υαλοπίνακες (Low-e), με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας U_w και χαμηλό συντελεστή ηλιακού κέρδους g_w, solar factor. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας θα μειωθεί στο 2,30 W/m²K, πράγμα το οποίο συνεπάγεται μείωση κατά 54%. Η συνολική επιφάνεια των προς αντικατάσταση

κουφωμάτων είναι 90 m² και θα πραγματοποιηθεί σημαντική μείωση των θερμικών απωλειών και του θερμικού κέρδους και κατά συνέπεια του απαιτούμενου θερμικού ή ψυκτικού φορτίου.

- Εφαρμογή συστήματος επιχρισμένης θερμομόνωσης εξωτερικών τοίχων συνολικού πάχους 7 εκατοστών σε επιφάνεια 385 m². Με την προσθήκη θερμομόνωσης στην τοιχοποιία του κτιρίου, προβλέπεται ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας θα μειωθεί στο 0,50 W/m²K. Με αυτό τον τρόπο, επιτυγχάνεται μείωση του συντελεστή κατά 80%.
- Αντικατάσταση Λέβητα Κεντρικής Θέρμανσης και εγκατάσταση συστήματος αντιστάθμισης στον καυστήρα / λέβητα. Θα εγκατασταθεί νέος Λέβητας, υψηλής απόδοσης (τουλάχιστον δύο αστέρων), με Πιστοποιητικό “CE”. Επισημαίνεται ότι ο νέος Λέβητας θα είναι μικρότερας ονομαστικής ισχύος κατά 8,14 kW, λόγω της μείωσης των απωλειών από τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο κέλυφος του κτιρίου.
- Αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με νέα υψηλής απόδοσης. Τα νέα φωτιστικά σώματα θα είναι κλάσης “A”, η οποία είναι πλέον υποχρεωτική για όλα τα νέα δημόσια κτίρια. Παράλληλα, στα νέα φωτιστικά σώματα θα ενσωματωθούν ηλεκτρονικά ballasts, τα οποία θα προσφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας 20%. Επισημαίνεται ότι τα νέα φωτιστικά σώματα θα μειωθούν κατά δύο (2) λόγω της υψηλότερης απόδοσης και στάθμης φωτισμού που θα παρέχουν.
- Αντικατάσταση των αυτόνομων κλιματιστικών μονάδων “split units” από κεντρικό σύστημα κλιματισμού τύπου VRV υψηλής απόδοσης.

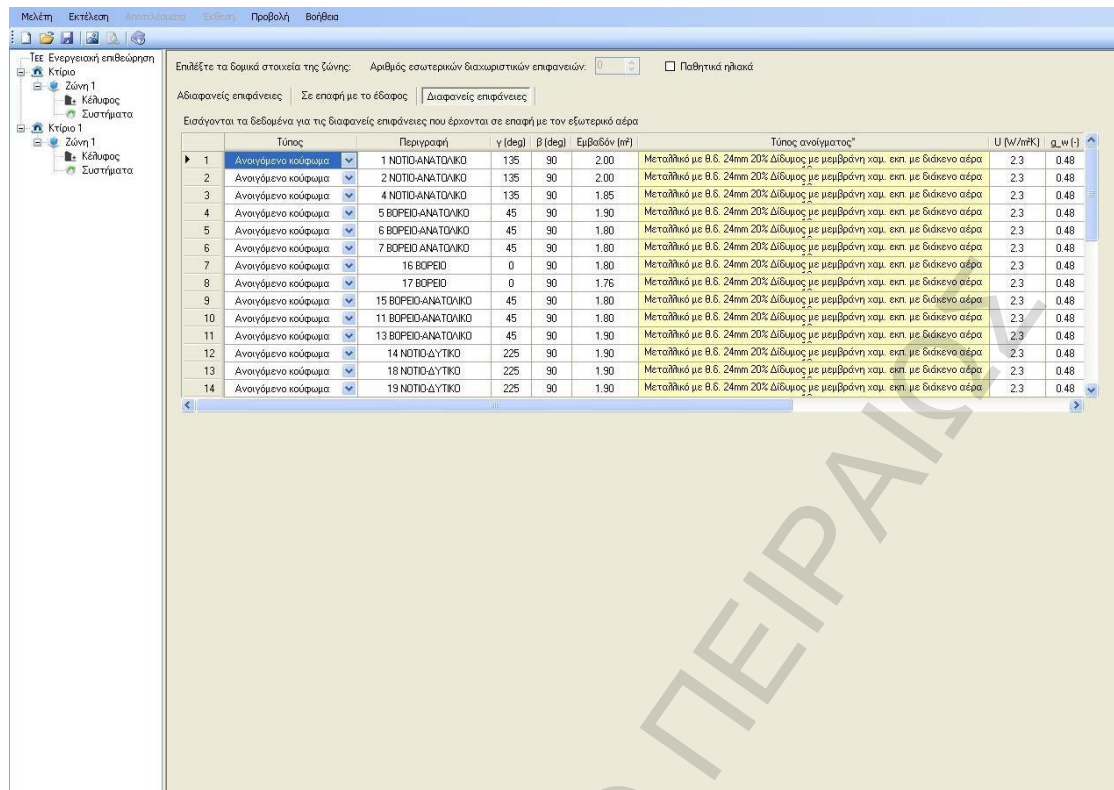
Σε επόμενο Κεφάλαιο (Τιμολόγιο Μελέτης) θα πραγματοποιηθεί ανάλυση των επί μέρους εργασιών, ώστε να εξασφαλισθεί η συμβατότητα των υλικών και των εργασιών με τις Ελληνικές Τεχνικές Προδιαγραφές (Φ.Ε.Κ. 2221/B/30-7-2012), οι οποίες πρέπει να τηρούνται και να εφαρμόζονται σε κάθε δημόσιο έργο.

3.6 Υπολογισμός των ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων του κτιρίου μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας

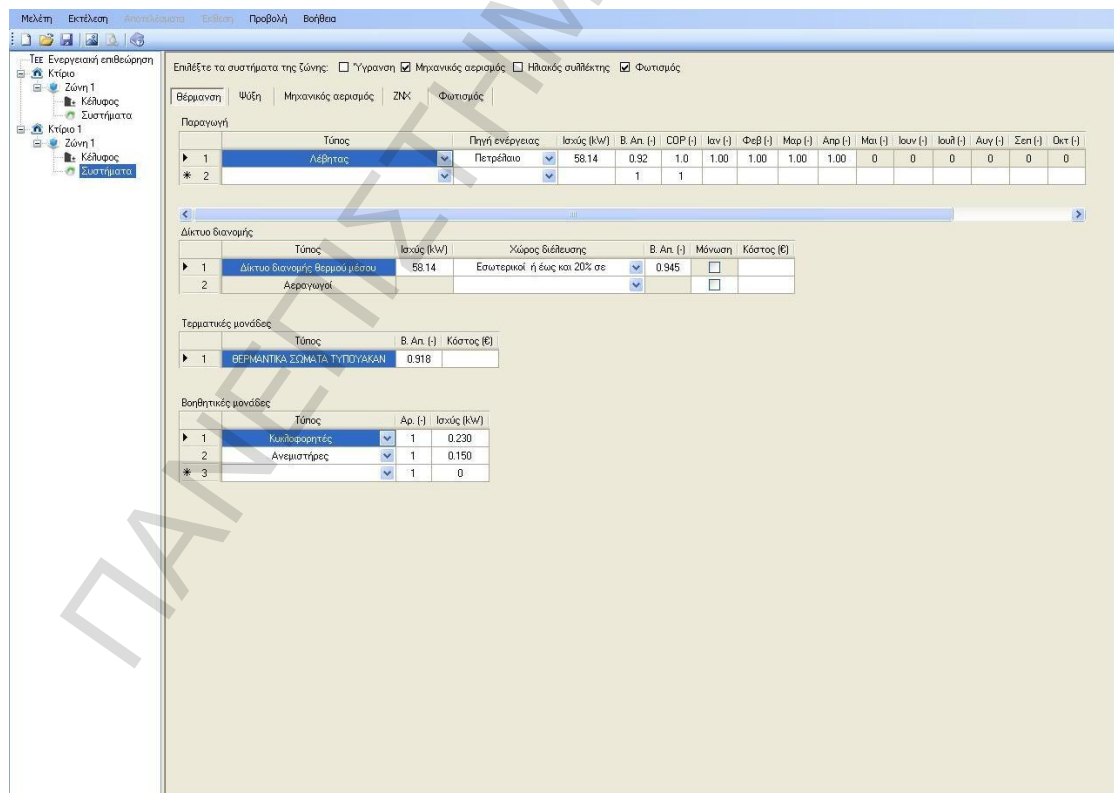
Οι ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου υπολογίζονται με την ίδια μεθοδολογία που περιγράφηκε σε προηγούμενες ενότητες λαμβάνοντας όμως υπόψη τα νέα δεδομένα που προκύπτουν από την αναβάθμιση του κελύφους και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Αδιαφανείς επιφάνειες	Σε επαφή με το εξωτερικό	Διαφανείς επιφάνειες													
Εισάγονται τα δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα															
Τύπος	Περιγραφή	γ (deg)	β (deg)	Εμβαδόν (m ²)	U (W/m ² K)	a^* (-)	e^* (-)	$F_{hor,h} (-)$	$F_{hor,c} (-)$	$F_{ov,h} (-)$	$F_{ov,c} (-)$	$F_{fin,h} (-)$	$F_{fin,c} (-)$	Κόστος (€)	
1	Τοίχος	T1 ΒΟΡΕΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	45	90	47.79	0.50	0.80	0.80	0.84	0.77	0.97	0.97	1.00	1.00	
2	Τοίχος	T2 ΒΟΡΕΙΟΣ	0	90	27.24	0.50	0.80	0.80	1.00	0.86	1.00	1.00	1.00	1.00	
3	Τοίχος	T3 ΒΟΡΕΙΟ-ΔΥΤΙΚΟΣ	315	90	30.50	0.50	0.80	0.80	0.95	0.81	1.00	1.00	1.00	1.00	
4	Τοίχος	T4 ΝΟΤΙΟ-ΔΥΤΙΚΟΣ	225	90	51.79	0.50	0.80	0.80	0.53	0.85	0.97	0.96	1.00	1.00	
5	Τοίχος	T5 ΝΟΤΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	135	90	2.08	0.50	0.80	0.80	1.00	1.00	0.97	0.96	1.00	1.00	
6	Τοίχος	T6 ΒΟΡΕΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	45	90	3.60	0.50	0.80	0.80	0.81	0.63	0.51	0.47	1.00	1.00	
7	Τοίχος	T7 ΝΟΤΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	135	90	15.88	0.50	0.80	0.80	1.00	1.00	0.64	0.52	0.92	0.93	
8	Τοίχος	T8 ΝΟΤΙΟ-ΔΥΤΙΚΟΣ	225	90	3.60	0.50	0.80	0.80	0.36	0.61	0.43	0.37	0.90	0.71	
9	Τοίχος	T9 ΝΟΤΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	135	90	14.15	0.50	0.80	0.80	1.00	1.00	0.97	0.96	0.96	0.84	
10	Τοίχος	T10 ΒΟΡΕΙΟ-ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΣ	45	90	49.00	0.50	0.80	0.80	0.82	0.70	0.90	0.90	1.00	1.00	
11	Τοίχος	T11 ΒΟΡΕΙΟΣ	0	90	28.32	0.50	0.80	0.80	1.00	0.85	1.00	1.00	1.00	1.00	
12	Τοίχος	T12 ΝΟΤΙΟ-ΔΥΤΙΚΟΣ	225	90	8.36	0.50	0.80	0.80	0.37	0.68	1.00	1.00	0.73	0.95	
13	Τοίχος	T13 ΝΟΤΙΟ-ΔΥΤΙΚΟΣ	225	90	6.36	0.50	0.80	0.80	0.41	0.76	1.00	1.00	0.84	0.96	
14	Τοίχος	T14 ΒΟΡΕΙΟ-ΔΥΤΙΚΟΣ	315	90	13.16	0.50	0.80	0.80	0.81	0.66	1.00	1.00	0.84	0.78	

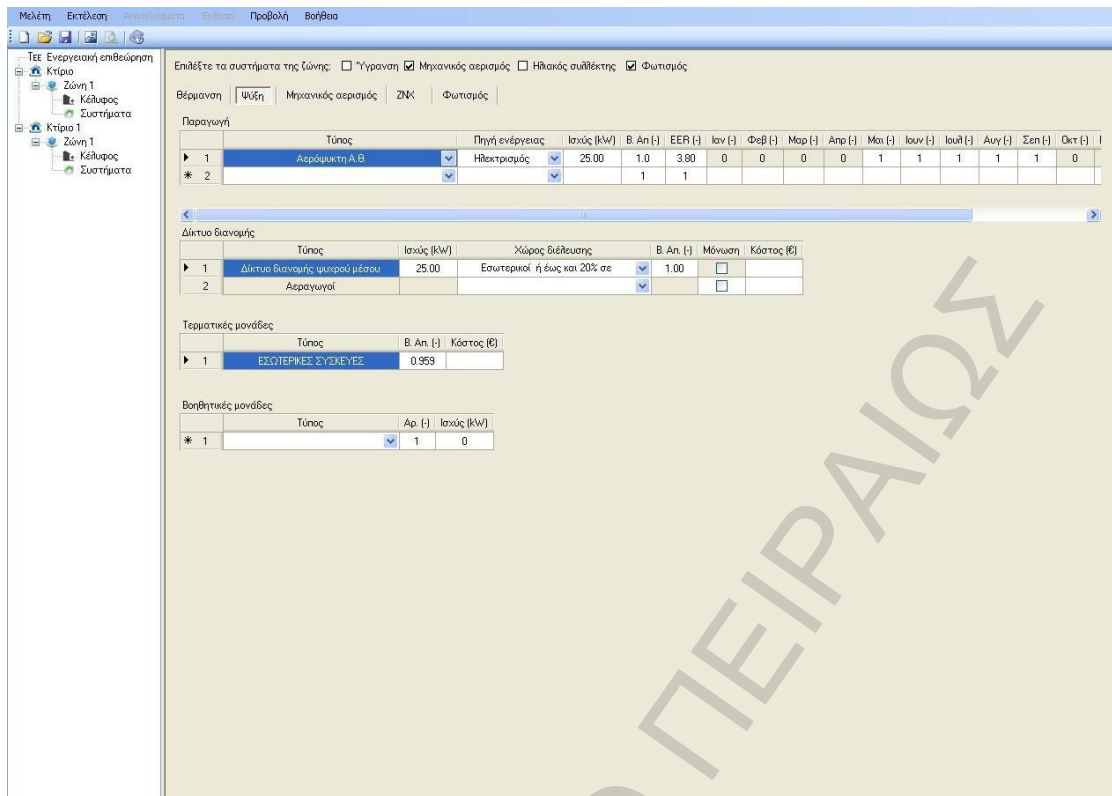
Εικόνα 3.9 Εισαγωγή νέων δεδομένων αδιαφανών επιφανειών (τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, δώμα και στέγη) στο Λογισμικό - μειωμένοι συντελεστές θερμοπερατότητας



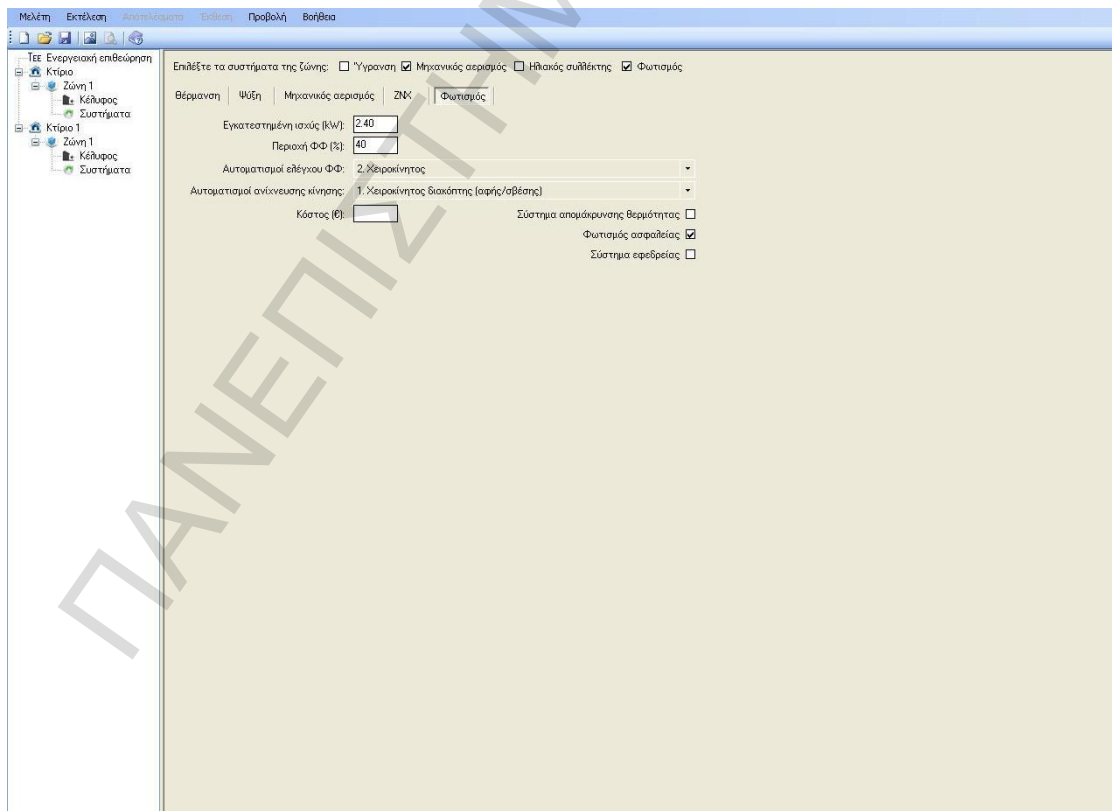
Εικόνα 3.10 Εισαγωγή νέων δεδομένων αδιαφανών επιφανειών (θύρες – παράθυρα) στο Λογισμικό - μειωμένοι συντελεστές θερμοπερατότητας



Εικόνα 3.11 Εισαγωγή νέων δεδομένων συστήματος θέρμανσης στο Λογισμικό - αυξημένος συντελεστής απόδοσης



Εικόνα 3.12 Εισαγωγή νέων δεδομένων συστήματος ψύξης στο Λογισμικό - αυξημένος συντελεστής απόδοσης



Εικόνα 3.13 Εισαγωγή νέων δεδομένων συστήματος φωτισμού στο Λογισμικό

3.6.1 Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που διενεργήθηκαν από το λογισμικό, προκύπτει ότι η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση για το συγκεκριμένο κτίριο θα είναι **30,90 kWh/m²**. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η επιφάνεια του κτιρίου είναι **408 m²**, προκύπτει ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση θα είναι **12.607,20 kWh**. Συνεπώς, προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας κατά **38.352,00 - 12.607,20 = 25.744,80 kWh**, ήτοι εξοικονόμηση ενέργειας κατά **67,13%**.

3.6.2 Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που διενεργήθηκαν από το λογισμικό, προκύπτει ότι η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για ψύξη θα είναι **26,90 kWh/m²**. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η επιφάνεια του κτιρίου είναι **408 m²**, προκύπτει ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για ψύξη θα είναι **10.975,20 kWh**. Συνεπώς, προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας κατά **28.804,80 - 10.975,20 = 17.829,60 kWh**, ήτοι εξοικονόμηση ενέργειας κατά **61,90%**.

3.6.3 Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας

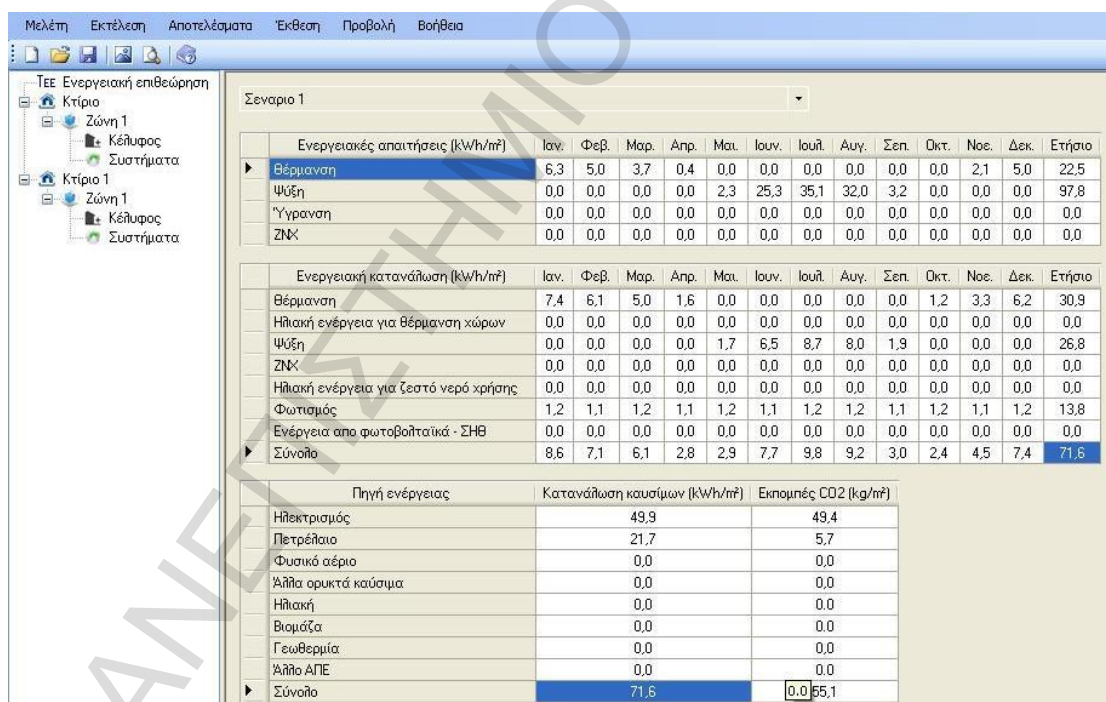
Σύμφωνα με τους υπολογισμούς που διενεργήθηκαν από το λογισμικό, προκύπτει ότι η ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για φωτισμό θα είναι **13,80 kWh/m²**. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η επιφάνεια του κτιρίου είναι **408 m²**, προκύπτει ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό θα είναι **5.630,40 kWh**. Συνεπώς, προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας κατά **7.996,80 - 5.630,40 = 2.366,40 kWh**, ήτοι εξοικονόμηση ενέργειας κατά **29,59%**.

3.6.4 Υπολογισμός συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας

Η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για το κτίριο του Παλαιού Δημαρχείου Βύρωνα ισούται με το άθροισμα των επί μέρους καταναλώσεων του κτιρίου. Οι καταναλώσεις αυτές, όπως παρουσιάστηκαν στις παραπάνω υποενότητες είναι οι εξής:

- Θέρμανση: 12.607,20 kWh
- Ψύξη: 10.975,20 kWh
- Φωτισμός: 5.630,40 kWh

Συνεπώς, η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας θα ισούται με $12.607,20 + 10.975,20 + 5.630,40 = 29.212,80$ kWh ή $71,60$ kWh/m². Συνεπώς, προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας κατά $75.153,60 - 29.212,80 = 45.940,80$ kWh, ήτοι εξοικονόμηση ενέργειας κατά **61,13%**.



Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	6,3	5,0	3,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	5,0	22,5
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	25,3	35,1	32,0	3,2	0,0	0,0	0,0	97,8
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

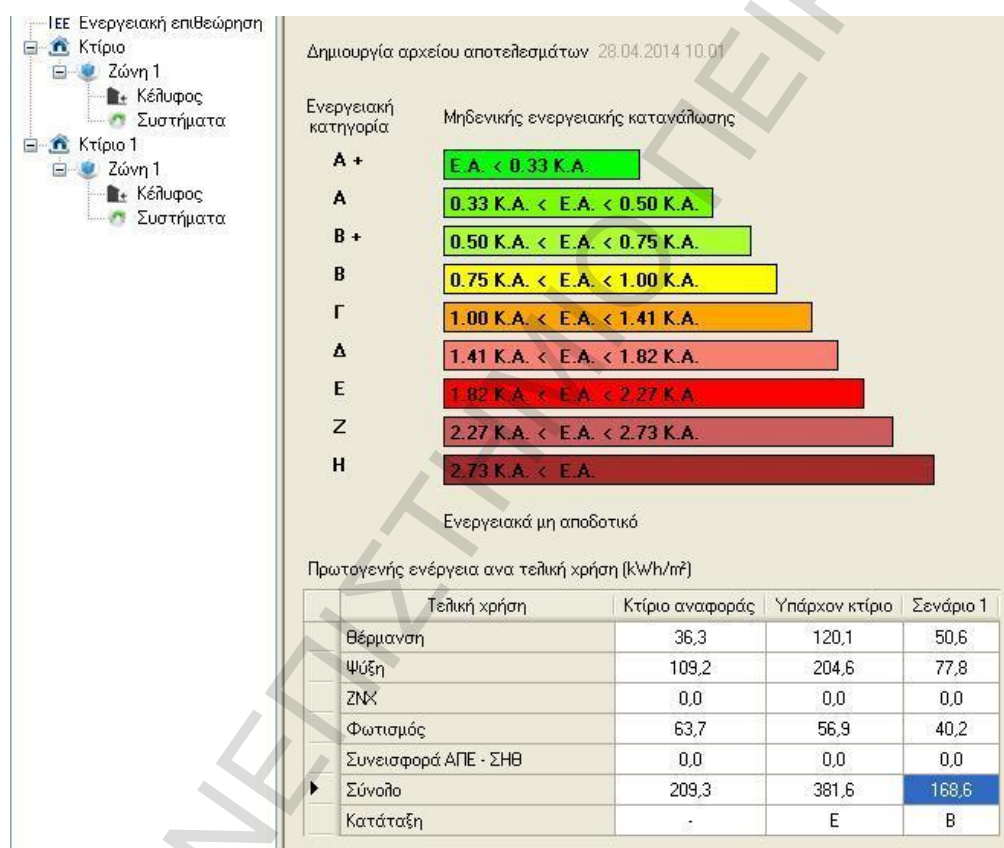
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²)													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	7,4	6,1	5,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	3,3	6,2	30,9
Ηλεκτρική ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,5	8,7	8,0	1,9	0,0	0,0	0,0	26,8
ZNK	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,2	13,8
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	8,6	7,1	6,1	2,8	2,9	7,7	9,8	9,2	3,0	2,4	4,5	7,4	71,6

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)	Εκπομπές CO2 (kg/m²)
Ηλεκτρισμός	49,9	49,4
Πετρέλαιο	21,7	5,7
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	71,6	55,1

Εικόνα 3.14 Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας – αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το Λογισμικό

3.6.5 Υπολογισμός ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας – Ενεργειακή κατάταξη κτιρίου

Από τους υπολογισμούς του λογισμικού προκύπτει ότι $Q_{\text{πρωτογενής}} = 168,60 \text{ kWh/m}^2$, έτος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η επιφάνεια του κτιρίου είναι 408 m^2 , προκύπτει ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου θα είναι $68.788,80 \text{ kWh}$. Συνεπώς, προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας κατά $155.692,80 - 68.788,80 = 86.904,00 \text{ kWh}$, ήτοι εξοικονόμηση ενέργειας κατά $55,82\%$.



Εικόνα 3.15 – Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας – αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το Λογισμικό

Δεδομένου ότι το κτίριο αναφοράς έχει κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ίση με $209,3 \text{ kWh/m}^2$, έτος, το κτίριο του Παλαιού Δημαρχείου Βύρωνα θα κατατάσσεται, μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, στην κατηγορία **B**. Παρατηρείται ότι με τις προτεινόμενες παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, το κτίριο αναβαθμίζεται κατά τρεις (3) κατηγορίες.

3.6.6 Υπολογισμός παραγόμενων εκπομπών CO₂ μετά τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας

Προκύπτει ότι κάθε χρόνο από την καύση πετρελαίου για θέρμανση και από την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια θα εκλύεται η παρακάτω ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα συνολικά:

$m_{CO_2, total} = (m_{CO_2, πετρελαιου} + m_{CO_2, ηλεκτρισμου}) \times F = (5,70 \text{ kg/m}^2 + 49,40 \text{ kg/m}^2) \times 408 \text{ m}^2 = 22.481 \text{ kg/έτος} = 22,48 \text{ tn/έτος}$, όπου F η επιφάνεια του υπό εξέταση κτιρίου. Συνεπώς, προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας κατά $49,28 - 22,48 = 26,80 \text{ tn CO}_2$, ήτοι εξοικονόμηση ενέργειας κατά 54,38%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΟΣΤΟΥΣ

ΚΑΙ ΟΦΕΛΟΥΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

4.1 Εισαγωγή

Στο παρόν Κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί υπολογισμός του κόστους των προτεινόμενων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Δεδομένου ότι το κτίριο είναι ιδιοκτησίας δημόσιας αρχής (Οργανισμός Τοπικής Αυτοδιοίκησης), η υλοποίηση του έργου πρέπει να πραγματοποιηθεί βάσει της κείμενης νομοθεσίας περί κατασκευής δημοσίων έργων (Νόμος 3669/2008 "Κύρωση της κωδικοποίησης της νομοθεσίας κατασκευής δημοσίων έργων" κτλ).

Επίσης, θα γίνει αναγωγή της υπολογισθείσας εξοικονόμησης ενέργειας σε οικονομικό όφελος, ώστε να είναι απτά και μετρήσιμα τα οφέλη από τις προτεινόμενες παρεμβάσεις καθώς και εφικτή η οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης.

4.2 Τιμολόγιο Μελέτης

Όπως προαναφέρθηκε, η υλοποίηση του προτεινόμενου έργου θα πραγματοποιηθεί βάσει της κείμενης νομοθεσίας περί κατασκευής δημοσίων έργων. Η διαδικασία που ακολουθείται έχει ως εξής:

- Σύνταξη Τευχών Δημοπράτησης του έργου από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου ή ιδιώτη μελετητή (Διακήρυξη, Τιμολόγιο Μελέτης, Προϋπολογισμός Μελέτης, Συγγραφή Υποχρεώσεων, Τεχνικές Προδιαγραφές, Τεχνική Περιγραφή, Σχέδιο και Φάκελος Ασφάλειας Έργου κτλ)
- Έγκριση όρων διακήρυξης του έργου από το Δημοτικό Συμβούλιο ή την Οικονομική Επιτροπή του Δήμου
- Δημοπράτηση του έργου με τη διαδικασία της "ανοικτής δημοπρασίας"
- Διενέργεια διαγωνισμού

- Υποβολή προσφορών από τους υποψήφιους αναδόχους με το σύστημα της "προσφοράς με επί μέρους ποσοστά έκπτωσης" ανά ομάδα εργασιών
- Ανάδειξη μειοδότη - προσωρινού αναδόχου
- Έλεγχος χρηματοοικονομικής και νομικής επάρκειας μειοδότη
- Ανάδειξη αναδόχου έργου
- Υπογραφή σύμβασης
- Υλοποίηση έργου από τον ανάδοχο
- Παραλαβή έργου από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου

Το τεύχος δημοπράτησης με τη μεγαλύτερη δεσμευτική ισχύ για τον ανάδοχο, ως συμβατικό τεύχος της δημοπρασίας, είναι το **Τιμολόγιο Μελέτης**. Αντικείμενο του Τιμολογίου είναι ο καθορισμός των τιμών μονάδος με τις οποίες θα εκτελεσθεί το έργο. Στις τιμές μονάδος του Τιμολογίου περιλαμβάνονται όλες οι απαιτούμενες δαπάνες για την πλήρη και έντεχνη εκτέλεση των εργασιών του έργου. Στο Τιμολόγιο περιγράφονται με σαφήνεια όλες οι απαιτούμενες εργασίες που πρέπει να υλοποιηθούν, καθώς και η απαιτούμενη ποιότητα και οι προδιαγραφές των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν. Για συγκεκριμένες κατηγορίες εργασιών υπάρχουν εγκεκριμένα άρθρα Τιμολογίου από τη Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων του Υπουργείου Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων ενώ για τις εργασίες που δεν εμπίπτουν στην εν λόγω περίπτωση, συντάσσονται νέα άρθρα με τις αντίστοιχες τιμές μονάδος και τους κωδικούς αναθεώρησης. Τα εγκεκριμένα άρθρα Τιμολογίου αναθεωρούνται μετά από Υπουργική Απόφαση του Υπουργού Υποδομών, Μεταφορών και Δικτύων, ενώ η τελευταία αναθεώρησή τους πραγματοποιήθηκε από τον Υπουργό Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων Γ. Σουφλιά (γνωστά ως "άρθρα Σουφλιά"). Ακολουθεί η παράθεση του Τιμολογίου για το έργο εξοικονόμησης ενέργειας του Παλαιού Δημαρχείου Βύρωνα.

ΑΡΘΡΟ 1

(NET N22.21.70.02.ΟΙΚ) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : 2238.ΟΙΚ

Αποξήλωση μαρμάρινων ποδιών παραθύρων και κατωφλιών

Περιλαμβάνεται η αποξήλωση μαρμάρινων ποδιών παραθύρων και κατωφλιών, μαζί με το κονίαμα στρώσης αυτών, σε οποιαδήποτε στάθμη από το δάπεδο και η μεταφορά των προϊόντων αποξήλωσης σε οποιοδήποτε σημείο υποδειχθεί από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου.

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m²) : 5,58 €

ΑΡΘΡΟ 2

(NET N22.45.ΟΙΚ) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : 2275.ΟΙΚ

Αποξήλωση ξύλινων ή σιδηρών κουφωμάτων

Περιλαμβάνεται η αφαίρεση των φύλλων και πρεβαζιών, η απελευθέρωση του πλαισίου από τα σιδηρά στηρίγματα και η μεταφορά των προϊόντων αποξήλωσης σε οποιοδήποτε σημείο υποδειχθεί από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου.

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m²) : 9,00 €

ΑΡΘΡΟ 3

(NET N65.17.06.ΟΙΚ) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : 6524.ΟΙΚ

Αντικατάσταση ανοιγμάτων, μετά των υαλοπινάκων

Περιλαμβάνεται η προμήθεια, προσκόμιση και εγκατάσταση κουφώματος αλουμινίου, με θερμοδιακοπή 24mm, ενεργειακό υαλοπίνακα (Low-e) και μέγιστο συντελεστή θερμοπερατότητας του ανοίγματος (κούφωμα και υαλοπίνακας) $U_w \leq 2,3 W/m^2 \text{ } ^\circ K$, σύμφωνα με τα σχέδια της Μελέτης.

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι συμβατά με τις Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές και τις Προδιαγραφές Οικοδομικών Εργασιών της Μελέτης.

Στην τιμή περιλαμβάνονται επίσης η μεμβράνη στεγάνωσης, η μεμβράνη φράγματος υδρατμών, η γωνία αλουμινίου και όλα τα υλικά και μικροϋλικά, η προμήθεια παντός είδους εξαρτημάτων λειτουργίας και ασφαλείας των κουφωμάτων καθώς και εργασία πλήρους κατασκευής, τοποθετήσεως και αναρτήσεως προς πλήρη λειτουργία, περιλαμβανομένης και της εργασίας τοποθετήσεως παντός είδους εξαρτημάτων λειτουργίας και ασφαλείας των κουφωμάτων καθώς και η πλήρης αποκατάσταση των επιφανειών (μερεμέτια).

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m²) : 182,00 €

ΑΡΘΡΟ 4

(NET N75.31.02.ΟΙΚ) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : 7532.ΟΙΚ

Ποδιές παραθύρων από μάρμαρο / εξαιρετικά σκληρό μάρμαρο πάχους 2 cm

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και μεταφορά των πλακών σχιστού μαρμάρου, τα υλικά και καθαρισμού, τα τσιμεντοκονιάματα ή γενικά κονιάματα στρώσεως και η εργασία

κοπής των πλακών, μόρφωσης εγκοπής (ποταμού) κάτω από το εξέχον άκρο, στρώσης, αρμολογήματος και καθαρισμού.

Οι τιμές του παρόντος άρθρου αναφέρονται σε μάρμαρο λευκό, εξαιρετικής ποιότητας. Στην τιμή περιλαμβάνεται η δαπάνη των εργασιών των αποκαταστάσεων που θα προκύψουν κατά την αποξήλωση της παλαιάς μαρμαροποδιάς και την τοποθέτηση της νέας.

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m²) : 84,00 €

ΑΡΘΡΟ 5

(NET N78.10.ΟΙΚ) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : 7809.ΟΙΚ

Δοκός από γυψοσανίδα για κάλυψη δικτύων

Περιλαμβάνεται η δαπάνη για την κατασκευή του μεταλλικού σκελετού και το τυχόν υλικό μονώσεως του αγωγού που καλύπτεται.

Επίσης, περιλαμβάνονται οι εργασίες αποκατάστασης – μερεμέτια που θα προκύψουν τοπικά κατά την κατασκευή του δικτύου ώστε οι τελικές ορατές επιφάνειες να είναι πλήρως αποκαταστημένες και έτοιμες για τους τελικούς χρωματισμούς.

Τιμή ανά τρέχον μέτρο τοποθετημένης δοκού (1 MM) : 28,32 €

ΑΡΘΡΟ 6

(NET N79.12.70.02.ΟΙΚ) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : 7912.ΟΙΚ

Θερμοϋγρομόνωση δώματος με τελική επιφάνεια από τσιμεντόπλακες.

Περιλαμβάνονται:

- Πλήρης καθαρισμός της επιφάνειας και επάλειψη της με δύο στρώσεις σε σταυροειδή μορφή με ελαστομερές ασφαλτικό γαλάκτωμα τύπου ΕΣΧΑΚΟΤ 6S.
- Διάστρωση πλακών εξηλασμένης πολυστερίνης ενδεικτικού τύπου Roofmate SL-A πάχους 7 εκ. της Dow. και διάστρωση ελαφρομπετού ρύσεων ειδικού βάρους 400 kg/m³ ελαχίστου πάχους 4εκ.
- Διάστρωση τσιμεντοκονίας πάχους 2,00 εκ. (εξομάλυνσης) και λούκια τσιμεντοκονίας (δώματος).
- Διάστρωση διπλής ασφαλτικής μεμβράνης τύπου ESHADIEN SP. Η πιο πάνω μεμβράνη ανέρχεται κατά 20 έως 30 εκ. στερεούμενη μηχανικά με

ανοξειδωτή λάμα (πάχους 1,5 mm), βίδες και βύσματα. Η τελική επίστρωση γίνεται με τσιμεντόπλακες δια τσιμεντοκονιάματος των 350 kg τσιμέντου.

Όλες οι εργασίες θα γίνουν από εξειδικευμένο προσωπικό και σύμφωνα με τις Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές, τις Προδιαγραφές Οικοδομικών Εργασιών της Μελέτης και το Σχέδιο Ασφάλειας και Υγιεινής του έργου.

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m²) : 52,00 €

ΑΡΘΡΟ 7

(NET N71.86.01.01.ΟΙΚ) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : 7122.ΟΙΚ

Σύστημα επιχρισμένης θερμομόνωσης εξωτερικών τοίχων.

Περιλαμβάνονται :

- Έλεγχος της υπάρχουσας εξωτερικής τοιχοποιίας. Απομάκρυνση όλων των εξωτερικών εμποδίων και ανωμαλιών. Καθαίρεση τυχόν σαθρού υποστρώματος ή εξυγίανση τοπικά με επισκευαστικό υλικό μη συρρικνωμένο κατά την πήξη του. Επίτευξη επίπεδης και ομαλής επιφάνειας με σοβάτισμα τμημάτων των επιφανειών ή προσθήκη επιπλέον πλακών πολυστερίνης κατάλληλου πάχους. Το υπόβαθρο πρέπει να είναι τελικά καθαρό και στεγνό.
- Καθορισμός ζώνης στεγάνωσης και τοποθέτηση αλουμινένιων οδηγών στήριξης στην βάση της τοιχοποιίας με βύσματα και παράλληλα στο δάπεδο για την ευθυγράμμιση των θερμομονωτικών πλακών. Όπου χρειάζεται σωστή κατακόρυφωση χρησιμοποιούνται αποστάτες.
- Επικόλληση στην επιφάνεια του τοίχου θερμομονωτικών πλακών εξηλασμένης πολυστερίνης 50 mm με χρήση συγκολλητικού κονιάματος ή ειδικής κόλλας (ινοπλισμένη ρητινούχος τσιμεντοειδούς βάσης, κα που εγκρίνονται από την Υπηρεσία). Για επιπλέον εξασφάλιση οι πλάκες πακτώνονται στην εξωτερική επιφάνεια με 4-6 βύσματα ανά m² με βάθος αγκύρωσης μεγαλύτερο των 4cm.
- Επίστρωση με επίχρισμα οργανικής βάσης πάχους από 5 – 7 χιλ. Τοποθετούνται επίσης γωνιόκρανα, νεροσταλλάκτες και προφίλ αρμού διαστολής όπου απαιτούνται.
- Τελική στρώση με επίχρισμα οργανικής βάσης πάχους 3 – 5 χιλ υφής και χρώματος επιλογής της Υπηρεσίας.

Όλες οι εργασίες θα γίνουν από εξειδικευμένο προσωπικό και σύμφωνα με τις Εθνικές Τεχνικές Προδιαγραφές, τις Προδιαγραφές Οικοδομικών Εργασιών της Μελέτης και το Σχέδιο Ασφάλειας και Υγιεινής του έργου.

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m²) : 42,00 €

ΑΡΘΡΟ 8

(8451.2.4) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 27

Λέβητας χαλύβδινος, με καυστήρα (αυτόνομος) νερού, θερμαντικής ισχύος 63.000 KCAL/H.

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά του λέβητα με όλα τα εξαρτήματα του καθώς και όλων των απαιτούμενων μικροϋλικών στον τόπο του έργου.

Επίσης, περιλαμβάνεται εργασία τοποθέτησης, σύνδεσης, δοκιμών και πλήρους εγκατάστασης για παράδοση σε πλήρη λειτουργία.

Τιμή ενός τεμαχίου: 1.690,00 €

ΑΡΘΡΟ 9

(N8452.191.1) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 28

Αποξήλωση υφισταμένου λέβητα

Περιλαμβάνεται η αποσύνδεση του λέβητα από τις σωληνώσεις (νερού και πετρελαίου), από τον καπναγωγό και τις ηλεκτρικές συνδέσεις (αυτοματισμού, κλπ) και μεταφορά του σε οποιοδήποτε σημείο υποδειχθεί από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου.

Εργασία:

Τεχνίτης: 5 ώρες x 20,42 = 102,10

Βοηθός: 5 ώρες x 17,31 = 86,55

Εργάτης: 5 ώρες x 15,74 = 78,70

Άθροισμα: 267,35

Τιμή ενός τεμαχίου: 267,35 €

ΑΡΘΡΟ 10

(N8622.13.4) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 11

**Τετράοδη ηλεκτροκίνητη βαλβίδα, κοχλιωτής σύνδεσης, διαμέτρου 1 1/4 έως 2
INS**

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου τετράοδης ηλεκτροκίνητης βαλβίδας, κοχλιωτής σύνδεσης, διαμέτρου 1 1/4 έως 2 INS σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης. Η βαλβίδα θα αποτελείται από κινητήρα, μοχλισμό και σώμα τετράοδης βαλβίδας καθώς και από όλα τα απαιτούμενα μικροϋλικά. Επίσης, περιλαμβάνεται η εργασία πλήρους εγκατάστασης και σύνδεσης

Τιμή ενός τεμαχίου: 300,00 €

ΑΡΘΡΟ 11

(N8646) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 62

Σύστημα αντιστάθμισης, με ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και αισθητήρα εξωτερικής θερμοκρασίας

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου συστήματος αντιστάθμισης, με ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και αισθητήρα εξωτερικής θερμοκρασίας, σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης. Επίσης, περιλαμβάνονται οι απαραίτητοι αισθητήρες θερμοκρασιών υπαίθρου και νερού, όλα τα απαιτούμενα μικροϋλικά (καλωδιώσεις κλπ), καθώς και η εργασία πλήρους εγκατάστασης και σύνδεσης

Τιμή ενός τεμαχίου: 900,00 €

ΑΡΘΡΟ 12

(N8647.2) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 55

Ηλεκτρονικός χρονοθερμοστάτης χώρου

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου ηλεκτρονικού χρονοθερμοστάτη χώρου σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης. Περιλαμβάνονται ψηφιακή οθόνη, ψηφιακός προγραμματισμός, μικροϋλικά και η εργασία πλήρους εγκατάστασης, σύνδεσης και ρύθμισης και παράδοση σε πλήρη και κανονική λειτουργία. (1 τεμ.)

Τιμή ενός τεμαχίου: 189,00 €

ΑΡΘΡΟ 13

(NET 65.80.30.ΗΛΜ) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ34

Αεραγωγός από γαλβανισμένη λαμαρίνα

Περιλαμβάνονται τα πάσης φύσεως ειδικά τεμάχια (καμπύλες, γωνίες, ταυ, S κ.λ.π.), οι κατευθυντήρες αέρα, τα διαφράγματα διαχωρισμού και ρυθμίσεως της ποσότητας του αέρα, τα στόμια λήψεως ή απορρίψεως αέρα, οι ενισχύσεις από μορφοσίδηρο, τα υλικά σύνδεσης, στερέωσης και στεγάνωσης και η εργασία κατασκευής, εγκατάστασης και ρύθμισης για παράδοση σε πλήρη και κανονική λειτουργία.

Τιμή ενός kg: 2,90 €

ΑΡΘΡΟ 14

(N8041.61.1) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 7

Χαλκοσωλήνας ψυκτικών σωληνώσεων υγρού και αερίου, συστήματος VRV

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου χαλκοσωλήνα ψυκτικών σωληνώσεων σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης. Περιλαμβάνονται η μόνωση, το καλώδιο ενδοεπικοινωνίας αυτοματισμού, υλικά στερέωσης και συγκόλλησης καθώς και εργασία για πλήρη εγκατάσταση και σύνδεση.

Τιμή ανά μέτρο (m): 38,26 €

ΑΡΘΡΟ 15

(N8099.81.1) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 7

Διακλαδωτήρας ψυκτικού ρευστού κλιματιστικών μονάδων τύπου VRV, μίας εισόδου και δύο εξόδων, πλήρως τοποθετημένος

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου διακλαδωτήρα ψυκτικού ρευστού σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης

Τιμή ενός τεμαχίου: 110,00 €

ΑΡΘΡΟ 16

(N8539.81.1) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 40

Θερμική μόνωση επιφανειών με πλάκες frelen πάχους 5 mm

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου πλακών frelen, σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης. Περιλαμβάνονται όλα τα απαραίτητα υλικά και μικροϋλικά στερέωσης της μόνωσης καθώς και απαιτούμενη εργασία για πλήρη τοποθέτηση

Τιμή ανά τετραγωνικό μέτρο (m²): 11,62 €

ΑΡΘΡΟ 17

(N8558.12.1) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 37

Αποξήλωση αυτόνομης συσκευής αντλίας θερμότητας διαιρούμενου τύπου (split - unit)

Περιλαμβάνεται η αποσύνδεση του συγκροτήματος από την ηλεκτρική παροχή και το δίκτυο αποχέτευσης συμπτυκνωμάτων, η προσεκτική αποξήλωση των δύο μονάδων (εξωτερικής και εσωτερικής), των σωληνώσεων ψυκτικού υγρού σύνδεσης των δύο μονάδων, των σωληνώσεων αποχέτευσης συμπτυκνωμάτων και όλα τα απαιτούμενα υλικά. Επίσης, περιλαμβάνεται η μεταφορά των προϊόντων αποξήλωσης σε οποιοδήποτε σημείο υποδειχθεί από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου.

Εργασία:

Τεχνίτης: 1 ώρα x 20,42 = 20,42

Βοηθός: 1 ώρα x 17,31 = 17,31

Άθροισμα: 37,73

Τιμή ενός τεμαχίου: 37,73 €

ΑΡΘΡΟ 18

(N8558.15.2) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 32

Εσωτερική κλιματιστική μονάδα πολυδιαιρούμενου συστήματος VRV, λειτουργίας με ψυκτικό ρευστό R-410A, τύπου κασέτας, ψυκτικής ισχύος 2,3 έως 2,8 KW

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου εσωτερικής κλιματιστικής μονάδας πολυδιαιρούμενου συστήματος VRV, λειτουργίας με ψυκτικό ρευστό R-410A, τύπου κασέτας, ψυκτικής ισχύος 2,3 έως 2,8 KW, σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης. Περιλαμβάνονται επίσης όλα τα απαιτούμενα υλικά και μικροϋλικά, καθώς και η εργασία σύνδεσης, ρύθμισης και παράδοσης σε πλήρη λειτουργία.

Τιμή ενός τεμαχίου: 1.050,00 €

ΑΡΘΡΟ 19

(N8558.15.3) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 32

Εσωτερική κλιματιστική μονάδα πολυδιαιρούμενου συστήματος VRV, λειτουργίας με ψυκτικό ρευστό R-410A, τύπου κασέτας, ψυκτικής ισχύος 2,9 έως 3,6 KW.

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου εσωτερικής κλιματιστικής μονάδας πολυδισαιρούμενου συστήματος VRV, λειτουργίας με ψυκτικό ρευστό R-410A, τύπου κασέτας, ψυκτικής ισχύος 2,9 έως 3,6 KW, σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης. Περιλαμβάνονται επίσης όλα τα απαιτούμενα υλικά και μικροϋλικά, καθώς και η εργασία σύνδεσης, ρύθμισης και παράδοσης σε πλήρη λειτουργία.

Τιμή ενός τεμαχίου: 1.207,50 €

ΑΡΘΡΟ 20

(N8558.15.5) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : HAM 32

Εσωτερική κλιματιστική μονάδα πολυδισαιρούμενου συστήματος VRV, λειτουργίας με ψυκτικό ρευστό R-410A, τύπου κασέτας, ψυκτικής ισχύος 4,6 έως 5,6 KW.

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου εσωτερικής κλιματιστικής μονάδας πολυδισαιρούμενου συστήματος VRV, λειτουργίας με ψυκτικό ρευστό R-410A, τύπου κασέτας, ψυκτικής ισχύος 4,6 έως 5,6 KW, σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης. Περιλαμβάνονται επίσης όλα τα απαιτούμενα υλικά και μικροϋλικά, καθώς και η εργασία σύνδεσης, ρύθμισης και παράδοσης σε πλήρη λειτουργία.

Τιμή ενός τεμαχίου: 1.312,50 €

ΑΡΘΡΟ 21

(N8558.19.3) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : HAM 32

Εξωτερική αντλία θερμότητας πολυδισαιρούμενου συστήματος VRV, τύπου INVERTER, λειτουργίας με ψυκτικό ρευστό R-410a, ψυκτικής ισχύος 15 έως 25 KW.

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου εξωτερικής αντλίας θερμότητας πολυδισαιρούμενου συστήματος VRV, τύπου INVERTER, λειτουργίας με ψυκτικό ρευστό R-410a, ψυκτικής ισχύος 15 έως 25 KW, σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης. Η εξωτερική αντλία θερμότητας συνεργάζεται πλήρως με τις εσωτερικές μονάδες του συστήματος και με το κεντρικό σύστημα ελέγχου του κλιματισμού. Επίσης, περιλαμβάνονται όλα τα απαιτούμενα υλικά και μικροϋλικά, καθώς και η εργασία σύνδεσης, ρύθμισης και παράδοσης σε πλήρη λειτουργία.

Τιμή ενός τεμαχίου: 7.300,00 €

ΑΡΘΡΟ 22

(N8694.97.6) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 40

Εξωτερική επικάλυψη μόνωσης σωλήνων (πάχους μόνωσης έως 19mm) με φύλλο αλουμινίου 0.5mm, για σωλήνα διαμέτρου έως DN50.

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου εξωτερικής επικάλυψης μόνωσης σωλήνων (πάχους μόνωσης έως 19mm) με φύλλο αλουμινίου 0.5mm για προστασία της μόνωσης (σωλήνων και εξαρτημάτων). Επίσης, περιλαμβάνονται όλα τα απαιτούμενα υλικά και μικροϋλικά, καθώς και η εργασία πλήρους εγκατάστασης.

Τιμή ενός μέτρου: 11,04 €

ΑΡΘΡΟ 23

(N8774.6.4) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 47

Καλώδιο τύπου J1VV-(U,R,S) (NYY), ορατό ή εντοιχισμένο, πενταπολικό, διατομής 5x6 MM².

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου καλωδίου τύπου J1VV-(U,R,S) (NYY), ορατό ή εντοιχισμένο, πενταπολικό διατομής 5x6 mm². Περιλαμβάνεται επίσης η διάνοιξη αυλακιών και οπών σε οποιοδήποτε στοιχείο του κτιρίου, η τοποθέτηση, διαμόρφωση και σύνδεση των άκρων του (μέσα στα κουτιά και με τα εξαρτήματα της εγκατάστασης) καθώς και η εργασία για πλήρη εγκατάσταση και λειτουργία.

Τιμή ενός μέτρου: 12,07 €

ΑΡΘΡΟ 24

(N9981.185.1) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 14

Μετατροπή υφιστάμενων πινάκων φωτισμού και κίνησης.

Περιλαμβάνεται η προσθήκη νέων γραμμών και αντικατάσταση παλαιών γραμμών, για την τροφοδότηση των καταναλώσεων, σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης. Επίσης, περιλαμβάνονται όλα τα απαιτούμενα υλικά και μικροϋλικά, η απομόνωση των υφισταμένων πινάκων, η αντικατάσταση και η προσθήκη κατάλληλου εξοπλισμού (διακόπτες, ασφάλειες, λυχνίες, κλπ), η σύνδεση των εξερχόμενων καλωδίων, η

αποκατάσταση της τροφοδοσίας των υφισταμένων πινάκων, καθώς και η εργασία για πλήρη εγκατάσταση και λειτουργία.

Τιμή ενός τεμαχίου: 150,92 €

ΑΡΘΡΟ 25

(N8975.14.3) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 59

Φωτιστικό σώμα φθορισμού, οροφής ή ψευδοροφής, κατάλληλο για λαμπτήρες φθορισμού ισχύος 4x18 W.

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου φωτιστικού σώματος φθορισμού, οροφής ή ψευδοροφής, κατάλληλο για λαμπτήρες φθορισμού ισχύος 4x18 W, με ηλεκτρονικό ballast τύπου AHR ή AHP, ενεργειακής κλάσης A και πλήρη ηλεκτρολογική εξάρτηση (λυχνιολαβές, διακλαδωτήρα σύνδεσης, ακροδέκτη γείωσης, εσωτερικές συρματώσεις, κλπ), σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης. Επίσης, περιλαμβάνονται όλα τα απαιτούμενα υλικά και μικροϋλικά καθώς και η εργασία εγκατάστασης, σύνδεσης, δοκιμών και παράδοση σε πλήρη και κανονική λειτουργία.

Τιμή ενός τεμαχίου: 137,40 €

ΑΡΘΡΟ 26

(N8975.14.5) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 59

Φωτιστικό σώμα φθορισμού, οροφής ή ψευδοροφής, κατάλληλο για λαμπτήρες φθορισμού ισχύος 2x36 W.

Περιλαμβάνεται η προμήθεια και η μεταφορά στον τόπο του έργου φωτιστικού σώματος φθορισμού, οροφής ή ψευδοροφής, κατάλληλο για λαμπτήρες φθορισμού ισχύος 2x36 W, με ηλεκτρονικό ballast τύπου AHR ή AHP, ενεργειακής κλάσης A και πλήρη ηλεκτρολογική εξάρτηση (λυχνιολαβές, διακλαδωτήρα σύνδεσης, ακροδέκτη γείωσης, εσωτερικές συρματώσεις, κλπ), σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή και τις Προδιαγραφές Ηλεκτρομηχανολογικών Εργασιών της Μελέτης. Επίσης, περιλαμβάνονται όλα τα απαιτούμενα υλικά και μικροϋλικά καθώς και η εργασία εγκατάστασης, σύνδεσης, δοκιμών και παράδοση σε πλήρη και κανονική λειτουργία.

Τιμή ενός τεμαχίου: 101,70 €

ΑΡΘΡΟ 27

(N8975.181.1) ΚΩΔ. Α.Τ. ΑΝΑΘ. : ΗΛΜ 59

Αποξήλωση υπάρχοντος φωτιστικού σώματος.

Περιλαμβάνεται η διακοπή της ηλεκτρικής παροχής, η αποσύνδεση του φωτιστικού σώματος από τα τροφοδοτικά καλώδια, η αποξήλωση του και η απομάκρυνση του σε οποιοδήποτε σημείο υποδειχθεί από την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου.

Εργασία:

Τεχνίτης: 0,4 ώρες x 20,42 = 8,17

Βοηθός: 0,4 ώρες x 17,31 = 6,92

Άθροισμα: 15,09

Τιμή ενός τεμαχίου: 15,09 €

4.3 Προϋπολογισμός Μελέτης

Ο Προϋπολογισμός Μελέτης αποτελεί το Τεύχος Δημοπράτησης με το οποίο καθορίζεται το συνολικό κόστος του έργου. Περιλαμβάνει τις τιμές μονάδας της κάθε εργασίας που πρέπει να υλοποιηθεί (όπως αυτές αναλύθηκαν στο Τιμολόγιο Μελέτης), τις ποσότητες κάθε εργασίας προς υλοποίηση καθώς και τις μονάδες μέτρησης για την κάθε ποσότητα (π.χ. m²). **Από το γινόμενο ποσότητας και τιμής μονάδας, προκύπτει η δαπάνη κάθε εργασίας, ενώ το άθροισμα όλων των επί μέρους δαπανών κάθε εργασίας αποτελεί το Σύνολο δαπανών εργασιών.**

Σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία (Ν. 3669/2008), τα δημόσια έργα δημοπρατούνται μετά τις ακόλουθες προσαυξήσεις:

- Προσαύξηση 18% στο Σύνολο δαπανών του έργου ως Γενικό και Εργολαβικό Όφελος (Γ.Ε. και Ο.Ε.). Έτσι, **Συνολική αξία έργου = 1,18 x Σύνολο δαπανών εργασιών**
- Προσαύξηση 15% στη Συνολική αξία έργου ως απρόβλεπτες εργασίες που μπορεί να προκύψουν κατά την υλοποίηση του έργου και δεν έχουν προβλεφθεί στη μελέτη (π.χ. διαφορά στην ποσότητα κάποιας εργασίας, συμπληρωματικές εργασίες που είναι απαραίτητες για την ομαλή εκτέλεση του έργου αλλά δεν έχουν συμπεριληφθεί στη μελέτη κτλ). Οι απρόβλεπτες εργασίες πρέπει να τεκμηριωθούν από τον ανάδοχο του έργου και να εγκριθούν από την επιβλέπουσα Υπηρεσία, ενώ μπορούν να φθάσουν μέχρι

ύψος 15% κατά μέγιστο. Έτσι, **Αξία μετά τις δαπάνες = 1,15 x Συνολική αξία έργου**

- Προσαύξηση Φ.Π.Α. 23%. Συνεπώς, **Συνολική δαπάνη του έργου = 1,23 x Αξία μετά τις δαπάνες, η οποία είναι και η τελική τιμή δημοπράτησης του έργου.**

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Πίνακας 4.1 Προϋπολογισμός Μελέτης

Α/Α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΡΘΡΟΥ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ	ΑΡ. ΤΙΜ.	ΜΟΝΑΔΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ (ΕΥΡΩ)	ΔΑΠΑΝΗ ΜΕΡΙΚΗ	ΔΑΠΑΝΗ ΟΛΙΚΗ
1	ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ							
1.1	Αποξήλωση μαρμάρινων ποδιών παραθύρων και κατωφλιών.	NET N22.21.70.02. ΟΙΚ	1	m ²	5	5,58	27,90	
1.2	Αποξήλωση ξύλινων ή σιδηρών κουφωμάτων.	NET N22.45.ΟΙΚ	2	m ²	90	9,00	810,00	
1.3	Αντικατάσταση κουφωμάτων μετά των υαλοπινάκων	NET N65.17.06.ΟΙ Κ	3	m ²	90	182,00	16.650,00	
1.5	Ποδιές παραθύρων από μάρμαρο / εξαιρετικά σκληρό μάρμαρο πάχους 2 cm.	NET N75.31.02.ΟΙ Κ	4	m ²	5	84,00	420,00	
1.6	Δοκός από γυψοσανίδα για κάλυψη δικτύων	NET N78.10.ΟΙΚ	5	m	10	28,32	283,20	
1.7	Θερμοϋγρομόνωση δώματος με τελική επιφάνεια από τσιμεντόπλακες.	NET N79.12.70.02. ΟΙΚ	6	m ²	47	52,00	2.444,00	
1.8	Σύστημα επιχρισμένης θερμομόνωσης εξωτερικών τοίχων.	NET N71.86.01.01. ΟΙΚ	7	m ²	385	42,00	16.170,00	
	Σύνολο δαπανών κατηγορίας							36.535,10
2	Η/Μ ΕΡΓΑΣΙΕΣ							
2.1	Λέβητας χαλύβδινος, με καυστήρα (αυτόνομος) νερού, θερμαντικής	8451.2.4	8	τεμάχιο	1	1.690,00	1.690,00	

	ισχύος 63.000 KCAL/H.							
2.2	Αποξήλωση υφισταμένου λέβητα.	N8452.191.1	9	τεμάχιο	1	267,35	267,35	
2.3	Τετράοδη ηλεκτροκίνητη βαλβίδα, κοχλιωτής σύνδεσης, διαμέτρου 1 1/4 έως 2 INS.	N8622.13.4	10	τεμάχιο	1	300,00	300,00	
2.4	Σύστημα αντιστάθμισης, με ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και αισθητήρα εξωτερικής θερμοκρασίας.	N8646	11	τεμάχιο	1	950,00	950,00	
2.5	Ηλεκτρονικός χρονοθερμοστάτης χώρου.	N8647.2	12	τεμάχιο	1	189,00	189,00	
2.6	Αεραγωγός από γαλβανισμένη λαμαρίνα.	NET 65.80.30.HAM	13	kg	200	2,90	580,00	
2.7	Χαλκοσωλήνας ψυκτικών σωληνώσεων υγρού και αερίου, συστήματος VRV.	N8041.61.1	14	m	50	38,26	1.913,00	
2.8	Διακλαδωτήρας ψυκτικού ρευστού κλιματιστικών μονάδων τύπου VRV, μίας εισόδου και δύο εξόδων.	N8099.81.1	15	τεμάχιο	12	110,00	1.320,00	
2.9	Θερμική μόνωση επιφανειών με πλάκες firelen πάχους 5 mm.	N8539.81.1	16	m ²	1	11,62	11,62	
2.10	Αποξήλωση αυτόνομης συσκευής αντλίας θερμότητας διαιρούμενου τύπου (split - unit).	N8558.12.1	17	τεμάχιο	6	37,73	226,38	

2.11	Εσωτερική κλιματιστική μονάδα πολυδιαρνούμενου συστήματος VRV, λειτουργίας με ψυκτικό ρευστό R-410A, τύπου κασέτας, ψυκτικής ισχύος 2.3 έως 2.8 KW.	N8558.15.2	18	τεμάχιο	5	1.050,00	5.250,00
2.12	Εσωτερική κλιματιστική μονάδα πολυδιαρνούμενου συστήματος VRV, λειτουργίας με ψυκτικό ρευστό R-410A, τύπου κασέτας, ψυκτικής ισχύος 2.9 έως 3.6 KW.	N8558.15.3	19	τεμάχιο	2	1.207,50	2.415,00
2.13	Εσωτερική κλιματιστική μονάδα πολυδιαρνούμενου συστήματος VRV, λειτουργίας με ψυκτικό ρευστό R-410A, τύπου κασέτας, ψυκτικής ισχύος 4.6 έως 5.6 KW.	N8558.15.5	20	τεμάχιο	1	1.312,50	1.312,50
2.14	Εξωτερική αντλία θερμότητας πολυδιαρνούμενου συστήματος VRV, τύπου INVERTER, λειτουργίας με ψυκτικό ρευστό R-410a, ψυκτικής ισχύος 15 έως 25 KW.	N8558.19.3	21	τεμάχιο	1	7.300,00	7.300,00
2.15	Εξωτερική επικάλυψη μόνωσης σωλήνων (πάχους μόνωσης έως 19mm) με φύλλο αλουμινίου 0.5mm, για σωλήνα διαμέτρου έως DN50.	N8694.97.6	22	m	10	11,04	110,40
2.16	Καλώδιο τύπου J1VV-(U,R,S) (NYY), ορατό ή εντοιχισμένο, πενταπολικό, διατομής 5x6 MM ² .	N8774.6.4	23	m	30	12,07	362,10

2.17	Μετατροπή υφιστάμενων πινάκων φωτισμού και κίνησης.	N9981.185.1	24	τεμάχιο	1	150,92	150,92	
2.18	Φωτιστικό σώμα φθορισμού, οροφής ή ψευδοροφής, κατάλληλο για λαμπτήρες φθορισμού ισχύος 4x18 W.	N8975.14.3	25	τεμάχιο	8	137,40	1.099,20	
2.19	Φωτιστικό σώμα φθορισμού, οροφής ή ψευδοροφής, κατάλληλο για λαμπτήρες φθορισμού ισχύος 2x36 W.	N8975.14.5	26	τεμάχιο	15	101,70	1.525,50	
2.20	Αποξήλωση υπάρχοντος φωτιστικού σώματος.	N8975.181.1	27	τεμάχιο	25	15,09	377,25	
	Σύνολο δαπανών κατηγορίας							27.300,22

Σύνολο δαπανών εργασιών	:	63.835,32 € (άθροισμα δαπανών Οικοδομικών και Ηλεκτρομηχανολογικών εργασιών)
ΓΕ και ΟΕ 18%	:	63.835,32 x 0,18 = 11.490,36 €
Συνολική αξία έργου	:	75.325,68 €
Απρόβλεπτες δαπάνες 15%	:	75.325,68 x 0,15 = 11.298,85 €
Αξία μετά τις δαπάνες	:	86.624,53 €
Επιβάρυνση Φ.Π.Α. 23%	:	86.624,53 x 0,23 = 19.923,64 €
Συνολική δαπάνη του έργου	:	106.548,17 €

4.4 Υπολογισμός κόστους επένδυσης

Μετά τη δημοπράτηση κάθε έργου (με υποχρεωτική δημοσιοποίηση στην ιστοσελίδα **diavgeia.gov.gr**⁷ για λόγους διαφάνειας), οι ενδιαφερόμενες εργοληπτικές επιχειρήσεις που πληρούν τα κριτήρια συμμετοχής στο διαγωνισμό (όπως αυτά ορίζονται στην διακήρυξη του έργου) καταθέτουν προσφορές με επί μέρους ποσοστά έκπτωσης ανά ομάδα εργασιών (Οικοδομικές και Ηλεκτρομηχανολογικές εργασίες στην περίπτωση που εξετάζεται στην παρούσα Διπλωματική Εργασία). Ανάδοχος του έργου ορίζεται, αφού ολοκληρωθούν όλες οι απαραίτητες νομικές διαδικασίες, ο μειοδότης, δηλαδή η εργοληπτική επιχείρηση που προσέφερε το μεγαλύτερο ποσοστό έκπτωσης.

Η δραστική συρρίκνωση των πιστώσεων του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων, οι ανεκτέλεστες υποχρεώσεις του Ελληνικού Δημοσίου προς τις κατασκευαστικές επιχειρήσεις, η μείωση της ρευστότητας λόγω αδυναμίας τραπεζικού δανεισμού και το "πάγωμα" των ιδιωτικών εγχώριων επενδύσεων έχουν ως αποτέλεσμα την ιστορικών χαρακτηριστικών κρίση του κατασκευαστικού κλάδου της χώρας. Η κρίση αυτή ωθεί τις εργοληπτικές επιχειρήσεις σε έντονο ανταγωνισμό για εξασφάλιση έργων με σκοπό την επιβίωση τους και την παροχή ρευστότητας ώστε να ανταποκριθούν στις αυξημένες υποχρεώσεις τους. Επίσης, τα άρθρα Τιμολογίου με βάση τα οποία δημοπρατούνται τα έργα έχουν ιδιαίτερα ικανοποιητικές – συμφέρουσες τιμές (ιδιαίτερα όταν συγκρίνονται με τις τρέχουσες-μειωμένες τιμές υλικών και ημερομισθίων), ενώ αρκετές εργοληπτικές επιχειρήσεις έχουν το πλεονέκτημα των οικονομιών κλίμακας σε διάφορα είδη εργασιών. **Όλα τα προαναφερθέντα έχουν ως αποτέλεσμα την παροχή σημαντικά υψηλών ποσοστών εκπτώσεων επί του Προϋπολογισμού Μελέτης (της τάξης του 50% και άνω).**

Άξιο αναφοράς είναι πως σε παρόμοια έργα ενεργειακής αναβάθμισης κτιριακών υποδομών παρατηρείται μεσοσταθμικό προσφερθέν ποσοστό έκπτωσης 38-45%. Το στοιχείο αυτό αντλήθηκε ύστερα από επικοινωνία με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.), το οποίο αποτελεί Ενδιάμεσο Φορέα Διαχείρισης μεταξύ Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης και Ευρωπαϊκής Ένωσης σε πολλά συγχρηματοδοτούμενα έργα ενεργειακού ενδιαφέροντος.

⁷ Πρόγραμμα του Υπουργείου Διοικητικής Μεταρρύθμισης και Ηλεκτρονικής Διακυβέρνησης

Στο πλαίσιο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, λαμβάνεται συντηρητικά ως προσφερθέν ποσοστό έκπτωσης 25%. Παράλληλα, τόσο λόγω της ακρίβειας των ποσοτήτων που έχουν περιγραφεί στον Προϋπολογισμό που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη υποενότητα, όσο και του γεγονότος ότι έχουν τιμολογηθεί και περιληφθεί όλες οι απαραίτητες εργασίες για την εκτέλεση και υλοποίηση των παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, δεν θα παρουσιαστούν απρόβλεπτες εργασίες με συνέπεια τη μη εκταμίευση του ποσού που προβλέπεται για αυτές. **Παρ' όλα αυτά, για λόγους ασφαλείας, τίθεται ως ποσοστό απροβλέπτων εργασιών 3%** (υπενθυμίζεται ότι το ανώτατο όριο είναι 15%).

Σύνολο δαπανών εργασιών	:	63.835,32 €
ΓΕ και ΟΕ 18%	:	11.490,36 €
Συνολική αξία έργου	:	$75.325,68 \times 0,75^8 = 56.494,26$ €
Απρόβλεπτες δαπάνες 3%	:	$56.494,26 \times 0,03 = 1.694,83$ €
Αξία μετά τις δαπάνες	:	58.189,09 €
Επιβάρυνση Φ.Π.Α. 23%	:	$58.189,09 \times 0,23 = 13.383,49$ €
Συνολική δαπάνη του έργου	:	71.572,58

4.5 Υπολογισμός ετήσιου οφέλους επένδυσης

Το ετήσιο όφελος της επένδυσης συνίσταται κατά κύριο λόγο στην ετήσια εξοικονόμηση ενεργειακού κόστους.

Στο Κεφάλαιο 3 παρουσιάστηκε η εξοικονόμηση στην ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, η οποία ισούται με $184,20 - 71,60 = 112,60$ kWh/m² ή 45.940,80 kWh. Στο κτίριο του Παλαιού Δημαρχείου Βύρωνα, το σύστημα θέρμανσης του κτιρίου καταναλώνει κατά κύριο λόγο πετρέλαιο αλλά και ηλεκτρική ενέργεια, ενώ τα συστήματα ψύξης και τεχνητού φωτισμού καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια. Μετά από υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του Λογισμικού, παρατίθεται η κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο (πετρέλαιο και ηλεκτρική ενέργεια) τόσο στην υφιστάμενη κατάσταση όσο και μετά τις προτεινόμενες παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

⁸ Η έκπτωση του υποψήφιου αναδόχου προσφέρεται επί της συνολικής αξίας του έργου (μετά την προσαύξηση 18% - Γ.Ε. και Ο.Ε.)

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
▶ Ηλεκτρισμός	99,5	98,4
Πετρέλαιο	84,7	22,4
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	184,2	120,8

Εικόνα 4.1 Κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο – αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το Λογισμικό για την υφιστάμενη κατάσταση

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
▶ Ηλεκτρισμός	49,9	49,4
Πετρέλαιο	21,7	5,7
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	71,6	55,1

Εικόνα 4.2 Κατανάλωση ενέργειας ανά καύσιμο – αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το Λογισμικό μετά τις προτεινόμενες παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα προκύπτει ότι υπάρχει εξοικονόμηση κατανάλωσης πετρελαίου κατά $84,70 - 21,70 = 63,00 \text{ kWh/m}^2$ και εξοικονόμηση κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας κατά $99,50 - 49,90 = 49,60 \text{ kWh/m}^2$. Ο υπολογισμός της ετήσιας εξοικονόμησης ενεργειακού κόστους προκύπτει από την εξοικονομούμενη τελική ενέργεια επί το μοναδιαίο κόστος αυτής, δηλαδή θα πραγματοποιηθεί αναγωγή της εξοικονομούμενης ενέργειας σε οικονομικό όφελος. Δεδομένου ότι η τιμή πώλησης του πετρελαίου είναι σε λίτρα (lit), πραγματοποιούμε μετατροπή του lit πετρελαίου σε kWh, βασιζόμενοι στο ότι η θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου $H_u = 9,95 \text{ kWh/lit}$.

- **Θερμική Ενέργεια (πετρέλαιο):** $84,70 - 21,70 = 63,00 \text{ kWh/m}^2 \times 0,131 \text{ €/kWh} = 8,253 \text{ €/m}^2$ σε ετήσια βάση

(Αναμενόμενη τιμή πετρελαίου για την περίοδο 2014-2015: 1,30€/lit,
 $H_u=9,95 \text{ kWh/lit}$, Τιμή πετρελαίου ανηγμένη σε €/kWh = $\frac{1,30\text{€/lit}}{9,95 \text{ kWh/lit}} =$
 0,131 €/kWh)

- **Ηλεκτρική Ενέργεια:** $99,50 - 49,90 = 49,60 \text{ kWh/m}^2 \times 0,181 \text{ €/kWh} = \mathbf{8,978 \text{ €/m}^2 \text{ σε ετήσια βάση.}}$

Για τον υπολογισμό της τιμής της ηλεκτρικής ενέργειας ανά kWh λήφθηκαν υπόψη τα τιμολόγια της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (Δ.Ε.Η.). Το κτίριο καταναλώνει στην υφιστάμενη κατάσταση 99,50 kWh/m² ή 40.596,00 kWh σε ετήσια βάση ή 13.532,00 kWh σε τετραμηνιαία βάση. Συνεπώς το κτίριο εμπίπτει στην κατηγορία 1.5 του τιμολογίου της Δ.Ε.Η. (κατανάλωση 3.001 kWh και άνω σε τετραμηνιαία βάση), όπου υπάρχουν οι χρεώσεις που παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα (για μονοφασική παροχή).

Πίνακας 4.2 Τιμολόγηση ηλεκτρικής ενέργειας ανά kWh σε τετραμηνιαία βάση

ΤΥΠΟΣ ΧΡΕΩΣΗΣ	ΧΡΕΩΣΗ
Πάγιο	46,38 €
Κατανάλωση για τις πρώτες 800 kWh	0,08981 €/kWh
Κατανάλωση για τις επόμενες 800 kWh	0,11443 €/kWh
Κατανάλωση για τις επόμενες 400 kWh	0,14045 €/kWh
Κατανάλωση για τις επόμενες 1.000 kWh	0,18790 €/kWh
Κατανάλωση για τις υπόλοιπες kWh	0,18971 €/kWh

Όπως προαναφέρθηκε, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε τετραμηνιαία βάση ανέρχεται σε 13.532,00 kWh. Συνεπώς, η χρέωση έχει ως εξής: $46,38 + 800 \times 0,08981 + 800 \times 0,11443 + 400 \times 0,14045 + 1.000 \times 0,18790 + (13.532,00 - 800 - 800 - 400 - 1.000) \times 0,18971 = 2.451,878 \text{ €}$. Οπότε, η μεσοσταθμική χρέωση ανά kWh ισούται με $\frac{2.451,878 \text{ €}}{13.532,00 \text{ kWh}}$, ήτοι **0,181 €/kWh**.

Άρα, η συνολική ετήσια εξοικονόμηση ενεργειακού κόστους ανέρχεται σε: $8,253 \text{ €/m}^2 + 8,978 \text{ €/m}^2 = 17,231 \text{ €/m}^2$. Συνεπώς, για το σύνολο της επιφάνειας του κτιρίου είναι: $17,231 \text{ €/m}^2 \times 408 \text{ m}^2 = 7.030,25 \text{ €/έτος}$.

Παράλληλα, θα πρέπει να συνεκτιμηθεί το γεγονός ότι στην εναλλακτική περίπτωση της μη πραγματοποίησης των παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, το λειτουργικό κόστος του κτιρίου και οι δαπάνες συντήρησης του πεπαλαιωμένου εξοπλισμού θα είναι πολύ υψηλό με την πάροδο των ετών. Ύστερα από επικοινωνία με την Τεχνική Υπηρεσία του Δήμου, εκτιμάται ότι οι δαπάνες συντήρησης του υφιστάμενου εξοπλισμού, λαμβάνοντας υπόψη και τις απαιτούμενες εργατοώρες του προσωπικού της Υπηρεσίας, ανέρχεται σε 600,00 € ετησίως ενώ μετά την πάροδο δεκαετίας θα αυξηθεί κατά 10%. Επίσης, μη μετρήσιμο ποσοτικά αλλά πολύ σημαντικό κοινωνικά είναι και το περιβαλλοντικό όφελος από τη σημαντική αποφυγή εκπομπής ρύπων, σε συνδυασμό με την δραστική βελτίωση των συνθηκών για τους χρήστες του κτιρίου.

Το αποτέλεσμα που προέκυψαν είναι ιδιαίτερα σημαντικά μιας και θα χρησιμοποιηθούν για την οικονομική αξιολόγηση της προτεινόμενης επένδυσης που θα ακολουθήσει σε επόμενο Κεφάλαιο.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

5.1 Εισαγωγή

Στο παρόν Κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί η οικονομική αξιολόγηση των προτεινόμενων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στο κτίριο του Παλαιού Δημαρχείου Βύρωνα.

Αρχικά, θα παρουσιαστεί μια σύντομη ανάλυση στην έννοια της επένδυσης και στην έννοια της μεθοδολογίας της αξιολόγησης επενδύσεων ενώ στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση της επένδυσης με τους πιο διαδεδομένους δείκτες αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων, με ιδιαίτερη έμφαση στη μέθοδο της Καθαρής Παρούσας Αξίας και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης.

5.2 Η έννοια της επένδυσης

Στην υποενοότητα αυτή, καταγράφονται οι βασικές αρχές που διέπουν την αξιολόγηση των επενδύσεων και περιγράφεται ο ρόλος των επενδύσεων από την πλευρά του κρατικού ενδιαφέροντος και από εκείνη των ιδιωτών.

5.2.1 Η έννοια της επένδυσης και του επενδυτικού σχεδίου

Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία **επένδυση** καλείται κάθε τοποθέτηση διαθέσιμων κεφαλαίων μίας επιχείρησης σε άλλα ενεργητικά στοιχεία (πάγια και κυκλοφορούντα), τα οποία προορίζονται να παραμείνουν στην επιχείρηση για μεγάλο χρονικό διάστημα⁹.

Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό η έννοια της επένδυσης μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως εξής:

- **Επενδύσεις σε πάγια στοιχεία του ενεργητικού** όπως είναι τα πάγια περιουσιακά στοιχεία της επιχείρησης (εγκαταστάσεις, κλπ). Οι επενδύσεις

⁹ Αρτίκης Γ. (1999) «Χρηματοοικονομική Διοίκηση» Εκδ. Σταμούλης

αυτές μπορεί να αφορούν την δημιουργία μίας νέας παραγωγικής μονάδας, την επέκταση μίας υφιστάμενης ή ακόμη και τη συμμετοχή μίας επιχείρησης σε μία άλλη παραγωγική δραστηριότητα. Επίσης η επένδυση μπορεί να αποσκοπεί στην αντικατάσταση υφιστάμενων επενδύσεων (replacement) με κύριο στόχο τη μείωση του κόστους. Μια επιπλέον κατηγοριοποίηση των επενδύσεων σε πάγια στοιχεία είναι στις λεγόμενες ανεξάρτητες (independent) και αμοιβαίως αποκλειόμενες επενδύσεις (mutually exclusive). Η πρώτη περίπτωση αφορά επενδυτικά προγράμματα που μπορούν να υλοποιηθούν ταυτόχρονα και το ένα δεν επηρεάζει το άλλο. Αντίστοιχα, αμοιβαίως αποκλειόμενα είναι εκείνα τα προγράμματα όπου η πραγματοποίηση του ενός αποκλείει την πραγματοποίηση του άλλου.

- **Επενδύσεις σε κυκλοφορούντα ενεργητικά στοιχεία** όπως είναι τα αποθέματα, οι απαιτήσεις (πιστώσεις προς τους πελάτες), τα διαθέσιμα (μετρητά, καταθέσεις σε τράπεζες, χρεόγραφα).

Το **επενδυτικό σχέδιο (Project)** αποτελεί μία πολυσύνθετη δραστηριότητα κατά την οποία ένας επιχειρηματικός φορέας αναλαμβάνει μέσα από μία σειρά αποφάσεις και ενέργειες, τη διάθεση πλουτοπαραγωγικών πόρων (εισροές - κόστος) για την πραγματοποίηση εντός ενός ορισμένου χρόνου παραγωγικής λειτουργίας και σε ορισμένο τόπο μίας επένδυσης με στόχο την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών (εκροή-ωφέλεια).

Υπάρχουν διάφορες κατηγοριοποιήσεις των επενδυτικών σχεδίων ανάλογα με τα κριτήρια που κάθε φορά χρησιμοποιούνται¹⁰. Έτσι λοιπόν αν θέσουμε ως κριτήριο την φυσική τους διάσταση αυτά μπορούν να χωριστούν σε σχέδια για την κατασκευή νέας παραγωγικής μονάδας, την επέκταση ή συμπλήρωση υφιστάμενης, την ανακατασκευή και τον εκσυγχρονισμό εξοπλισμού, την αγορά παραγωγικής μονάδας ή ακόμη και τη συμμετοχή σε υφιστάμενη επιχειρηματική δραστηριότητα.

Με βάση το κριτήριο του επενδυτικού φορέα, ένα σχέδιο επένδυσης μπορεί να είναι κοινωνικού ενδιαφέροντος από κρατικούς ή άλλους φορείς, διότι προωθεί έργα συλλογικής και κοινωνικής ωφέλειας. Επίσης μπορεί να είναι ιδιωτικού ενδιαφέροντος, από ιδιωτικούς επενδυτικούς φορείς με στόχο την ικανοποίηση ιδιωτικών στόχων όπως είναι λ.χ. η αύξηση των εσόδων ή/και των κερδών της επιχείρησης, η μείωση του κόστους παραγωγής κλπ. Τέλος υπάρχει και η κατηγορία

¹⁰ Θεοφανίδης Σ. (1985) «Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Επενδυτικών Σχεδίων» Εκδ. Παπαζήση, Αθήνα

των σχεδίων μεικτού ενδιαφέροντος από συνεργαζόμενους ιδιωτικούς και κρατικούς φορείς με κοινούς στόχους.

Τα επενδυτικά σχέδια μπορούν επίσης να χωριστούν ανάλογα με την ένταση στη χρήση παραγωγικών συντελεστών σε εντάσεως κεφαλαίου (περισσότερη εισροή κεφαλαίου), εργασίας και εδαφικών πόρων.

Από άποψη μεγέθους αυτά χωρίζονται σε μικρά, μεσαία και μεγάλα και από άποψη γεωγραφικής κάλυψης σε τοπικά, περιφερειακά, εθνικά, κοινοτικά, πολυεθνικά.

Τέλος με βάση το σημαντικό κριτήριο του κινδύνου τα επενδυτικά σχέδια μπορούν να χωριστούν σε επενδυτικά σχέδια σε συνθήκες βεβαιότητας και αβεβαιότητας (χαμηλού και υψηλού επενδυτικού κινδύνου).

5.2.2 Οι φάσεις ολοκλήρωσης επενδυτικών σχεδίων

Υπάρχουν τέσσερις κύριες φάσεις ολοκλήρωσης μίας επενδυτικής δραστηριότητας, οι οποίες είναι οι εξής:

α. Φάση προεπένδυσης ή επιλογής και προπαρασκευής, η οποία περιλαμβάνει τα κάτωθι:

- την αρχική επιχειρηματική ιδέα (Μελέτη διερεύνησης ευκαιριών επένδυσης),
- την περιγραφή του προτεινόμενου επενδυτικού σχεδίου (Πρόταση για επένδυση ή αναγνωριστική μελέτη και στη συνέχεια Προμελέτη Επένδυσης ή Εφικτότητας)
- την προπαρασκευή και ολοκληρωμένη παρουσίαση του σχεδίου επένδυσης (Μελέτη Εφικτότητας), την χρηματοοικονομική και οικονομική ανάλυση
- την οριστική αξιολόγηση και τη λήψη απόφασης (Μελέτη Εφικτότητας)

β. Φάση προώθησης του σχεδίου η οποία περιλαμβάνει τα κάτωθι:

- την ολοκλήρωση των κατασκευαστικών σχεδίων (Οριστική Μελέτη)
- τη χρηματοδοτική ρύθμιση
- την διαδικασία επιλογής κατασκευαστών και προμηθευτών
- την υπογραφή των συμβολαίων ανάθεσης

γ. Φάση της επένδυσης η οποία περιλαμβάνει τα κάτωθι:

- τον χρονικό και ταμειακό προγραμματισμό των εργασιών
- την προετοιμασία των εδαφικών εκτάσεων

- τα έργα του πολιτικού μηχανικού
- την προμήθεια και εγκατάσταση του απαραίτητου εξοπλισμού
- την προετοιμασία του προσωπικού
- τη λειτουργία της μονάδας και τις πρώτες δοκιμές

δ. Φάση της λειτουργίας και παραγωγής, η οποία περιλαμβάνει τα κάτωθι:

- την αρχική περίοδο παραγωγής, την παρακολούθηση και τον έλεγχο της παραγωγικότητας
- τον έλεγχο και την επιβεβαίωση των προβλεπόμενων χρηματικών ροών, δανειακών υποχρεώσεων και οικονομικού αποτελέσματος

5.2.3 Επενδυτικά σχέδια στο δημόσιο και ιδιωτικό τομέα

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η διάκριση μεταξύ επενδυτικών σχεδίων που αφορούν στο δημόσιο τομέα και εκείνων που αφορούν τον ιδιωτικό τομέα¹¹.

Είναι προφανές ότι στον ιδιωτικό τομέα το ενδιαφέρον επικεντρώνεται στον τρόπο που η νέα επένδυση επηρεάζει τα κέρδη και τη ρευστότητα του επενδυτή ενώ στο δημόσιο τομέα ενδιαφέρον ελκύουν και τα κοινωνικά κόστη και ωφέλειες. Τέτοιες περιπτώσεις μπορούμε να δούμε στις επενδύσεις, σε συγκοινωνιακή υποδομή, όπως επίσης και στις αντίστοιχες επενδύσεις για την κάλυψη αναγκών μετακινήσεων και μεταφορών σε απομακρυσμένες περιοχές με μικρές πληθυσμιακές συγκεντρώσεις (π.χ. μεταφορική κάλυψη άγονων γραμμών).

Στην **ιδιωτική επιχείρηση**, το επιτόκιο προεξόφλησης αντανακλά το κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης. Το επιτόκιο αυτό, είναι αυτό που ισχύει στην κεφαλαιαγορά και αντιπροσωπεύει το ελάχιστο επιτρεπτό επιτόκιο. Είναι το επιτόκιο που θα καθοριστεί σε υψηλότερο επίπεδο, ώστε να επιτραπεί ένα "περιθώριο κινδύνου" ανάλογα με το βαθμό αβεβαιότητας του κάθε επενδυτικού σχεδίου.

Όμως για την **αξιολόγηση των επενδύσεων στο δημόσιο τομέα** υπάρχει μια σειρά από σχετικές μεθόδους. Οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι διαφέρουν ανάλογα με το επενδυτικό σχέδιο, καθώς και ανάλογα με τα κυβερνητικά κριτήρια που ισχύουν κάθε φορά. Θα ήταν δυνατό να καθοριστεί το επιτόκιο προεξόφλησης, ώστε να αντανακλά το κόστος κεφαλαίου, παρουσιάζονται όμως προβλήματα στις επενδυτικές αποφάσεις του δημοσίου τομέα. Το ύψος του επιτοκίου, μπορεί να μεταβάλλεται από

¹¹ Σαμπράκος Ε. (2001) «Εισαγωγή στην Οικονομική των Μεταφορών» Β' Έκδοση, Σταμούλης

τις διάφορες κυβερνητικές αρχές, για διαφόρους λόγους που σχετίζονται κυρίως με τη διαχείριση της οικονομίας, έτσι ώστε να αντισταθμίσει λ.χ. προβλήματα που εμφανίζονται στο ισοζύγιο πληρωμών.

5.3 Μεθοδολογία αξιολόγησης επενδύσεων

Ο σχεδιασμός που προηγείται της αξιολόγησης μιας επένδυσης, είναι ίσως το πιο σημαντικό βήμα για να πραγματοποιηθεί η επένδυση. Αν δεν γίνει σωστά, τότε είναι πολύ η άντληση λανθασμένων συμπερασμάτων και αποτελεσμάτων.

5.3.1 Διαδικασία αξιολόγησης επενδύσεων

Η διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί για την αξιολόγηση μιας επένδυσης περιλαμβάνει τρία (3) στάδια.:

Προπαρασκευαστικό στάδιο

Στο στάδιο αυτό πραγματοποιούνται τα εξής:

- Αναγνώριση της αναγκαιότητας για επένδυση και καθορισμός του πλαισίου μέσα στο οποίο θα γίνει η αξιολόγησή της. Είναι σημαντικό να αναγνωρίζονται όλες οι ευκαιρίες επένδυσης ώστε να μην περιορίζονται οι δυνατές εναλλακτικές προτάσεις.
- Καθορισμός των στόχων. Είναι απαραίτητος για να γίνει η ιεράρχηση των εναλλακτικών προτάσεων. Προσοχή χρειάζεται όταν υπάρχουν αντικρουόμενοι στόχοι.
- Συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών ώστε να καθοριστούν: Το συνολικό ποσό της επένδυσης, οι διαθέσιμες πηγές χρηματοδότησης, το συνολικό κόστος εκμετάλλευσης, καθώς και οι τεχνικοί παράγοντες που είναι διαθέσιμοι. Επίσης, υπολογίζονται οι αναμενόμενες ταμειακές ροές.

Εκτίμηση

Στο στάδιο αυτό πραγματοποιούνται τα εξής:

- Κατασκευή του μοντέλου του προβλήματος με απλοποίηση των πραγματικών συνθηκών, ώστε να μπορεί να επιλυθεί με τις υπάρχουσες μεθόδους. Στο μοντέλο αυτό εξετάζεται το συγκεκριμένο οικονομικό περιβάλλον που υπάρχει. Εξετάζεται η σχέση κόστους και χρηματικών ταμειακών ροών, η

εκτίμηση της αποδοτικότητας της επένδυσης με διάφορες μεθόδους, και η εκτίμηση του βαθμού αβεβαιότητας της αποδοτικότητας της επένδυσης.

- Πρόβλεψη των διαφόρων παραμέτρων που υπεισέρχονται στο μοντέλο επίλυσης και δίνουν διάφορες λύσεις.

Απόφαση

Γίνεται η επιλογή της επένδυσης που έδωσε τις καλύτερες τιμές. Βεβαίως, παρά το ότι χρησιμοποιούνται επιστημονικές μέθοδοι εκτίμησης, ο υποκειμενικός παράγοντας υπεισέρχεται σε όλα τα στάδια της αξιολόγησης όπου πρέπει να παρθούν αποφάσεις.

5.3.2 Διάκριση μεταξύ Ιδιωτικής-Χρηματικής και Κοινωνικής-Οικονομικής αξιολόγησης

Είναι σημαντικό να διακριθούν δύο πτυχές της διαδικασίας αξιολόγησης νέων επενδυτικών σχεδίων, την ιδιωτική-χρηματική αξιολόγηση και την κοινωνική-οικονομική αξιολόγηση. Στην πρώτη περίπτωση η αξιολόγηση γίνεται από την πλευρά του επενδυτικού φορέα που αναλαμβάνει την επένδυση και στη δεύτερη από την πλευρά της Εθνικής Οικονομίας ή του κοινωνικού συνόλου που υφίσταται την επένδυση.

Κατά την αξιολόγηση επενδύσεων από την άποψη της επιχείρησης ή του επενδυτικού Φορέα, πρωταρχικός σκοπός είναι η μεγιστοποίηση της ιδιωτικής αποδοτικότητας ή του κέρδους της επιχείρησης. Η ιδιωτική αξιολόγηση γίνεται με βάση το κόστος του έργου σε χρηματικές μονάδες (κόστος κατασκευής και κόστος εκμετάλλευσης) και τα αναμενόμενα οφέλη από την υλοποίησή του. Η αξιολόγηση αυτή δεν εξετάζει τις επιπτώσεις της επένδυσης στο ευρύτερο κοινωνικό σύνολο και στην Εθνική Οικονομία. Αντίθετα, στηρίζεται μόνο σε χρηματικούς όρους, που αφορούν τις εισροές-εκροές χρημάτων του επενδυτικού σχεδίου.

Κατά την αξιολόγηση επενδύσεων όμως, από την άποψη της Εθνικής Οικονομίας ή της κοινωνικής ευημερίας, πρωταρχικός σκοπός είναι η μεγιστοποίηση της οικονομικής - κοινωνικής αποδοτικότητας.

Συγκεκριμένα εξετάζεται:

- Αν η υλοποίηση του επενδυτικού σχεδίου έχει θετικό οικονομικό αποτέλεσμα, αν οι ωφέλειες δηλαδή υπερέρχουν του κόστους.

- Αν με τη νέα επένδυση υλοποιούνται κοινωνικοί στόχοι, όπως αύξηση εισοδήματος, βελτίωση της διανομής του εισοδήματος, σύμμετρη ανάπτυξη, αύξηση της κινητικότητας, κ.λ.π.

Στην αξιολόγηση αυτή μπορούν να χρησιμοποιηθούν και οι εκτιμώμενες τιμές (λεγόμενες και ως λογιστικές τιμές), οι οποίες λαμβάνουν υπόψη και ορισμένες εθνικές παραμέτρους. Η κοινωνική αξιολόγηση στηρίζεται σε πραγματικούς όρους, δηλαδή σε ροές φυσικών στοιχείων κόστους-ωφελειών και όχι μόνο σε χρηματικούς. Κάθε φορέας επένδυσης (ιδιωτικός ή δημόσιος) πρέπει να κάνει και τις δύο αξιολογήσεις, εφόσον είναι επιθυμητή η πλήρης αξιολόγηση.

Οι δύο αυτές αξιολογήσεις, αν και γίνονται με διαφορετική προσέγγιση, ενδιαφέρουν τόσο τον επενδυτικό φορέα, όσο και τον φορέα του κοινωνικού συμφέροντος. Υπάρχουν πολλές επενδύσεις, που είναι αποδοτικές και συμφέρουσες τόσο για τον (ιδιωτικό) επενδυτικό φορέα όσο και για το κοινωνικό σύνολο. Επίσης υπάρχουν πολλές άλλες που, ενώ είναι συμφέρουσες για το κοινωνικό σύνολο, δε φαίνεται να ενδιαφέρουν τον επενδυτικό (ιδιωτικό) φορέα. Στην περίπτωση αυτή μπορεί το κράτος, ως φορέας του κοινωνικού συμφέροντος, με ορισμένα μέσα (κίνητρα, επιδοτήσεις, επιχορηγήσεις, χαμηλότοκα δάνεια, κ.λ.π.) να μετατρέψει μια κοινωνικά ενδιαφέρουσα πρόταση για επένδυση σε ελκυστική και για τον επιχειρηματικό φορέα.

Σε οποιαδήποτε περίπτωση πρέπει να γνωρίζουμε την ποσοτική και ποιοτική απόκλιση μεταξύ ιδιωτικής και κοινωνικής αξιολόγησης, για να ασκηθεί η κατάλληλη επενδυτική και δανειοδοτική πολιτική, δεδομένου ότι η προώθηση των επενδύσεων είτε από ιδιωτικούς είτε από συλλογικούς φορείς αποτελεί θεμελιώδες μέσο για τη συνολική κοινωνική ευημερία.

Από τα παραπάνω προκύπτουν οι βασικές διαφορές μεταξύ των δύο αυτών κατηγοριών αξιολόγησης, οι οποίες αφορούν:

- Στο περιεχόμενο των στοιχείων κόστους και ωφελειών που περιλαμβάνονται στις δύο αξιολογήσεις αντίστοιχα. Έτσι λοιπόν η κοινωνική-οικονομική αξιολόγηση σε αντίθεση με τη χρηματική περιλαμβάνει και τις έμμεσες ωφέλειες και τα έμμεσα κόστη του επενδυτικού σχεδίου.
- Στην αποτίμηση των στοιχείων κόστους και ωφελειών. Στην ιδιωτική αξιολόγηση η αποτίμηση γίνεται με βάση τις εκάστοτε χρηματικές τιμές

- αγοράς που ισχύουν ενώ στην οικονομική σύμφωνα με τις προσαρμοσμένες λογιστικές τιμές για την έκφραση του κοινωνικού πλεόν κόστους και οφέλους.
- Στο επιτόκιο που χρησιμοποιείται για την προεξόφληση ή τον ανατοκισμό των χρηματικών ροών. Στην περίπτωση της ιδιωτικής αξιολόγησης χρησιμοποιείται το επιτόκιο της αγοράς ενώ στην οικονομική το κοινωνικό επιτόκιο, το οποίο δείχνει την κοινωνική προτίμηση.
 - Στον προσδιορισμό των αναδιανεμητικών επιπτώσεων των επενδυτικών σχεδίων στο εισόδημα. Συγκεκριμένα στην οικονομική αξιολόγηση υπάρχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον πάνω στις επιπτώσεις της επένδυσης στη διανομή του εισοδήματος τόσο σε εθνικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο. Αντίστοιχο ενδιαφέρον δεν υπάρχει στην χρηματική αξιολόγηση.
 - Στο ενδιαφέρον για την κοινωνική χρησιμότητα των παραγόμενων προϊόντων και των υπηρεσιών. Η ιδιωτική αξιολόγηση δεν λαμβάνει υπόψη την χρησιμότητα των εκροών του επενδυτικού σχεδίου σε αντίθεση με την κοινωνική.

5.4 Μέθοδοι αξιολόγησης επενδύσεων

Για την αξιολόγηση ενός επενδυτικού σχεδίου χρησιμοποιούνται μία σειρά από κριτήρια αποδοτικότητας, τα οποία χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες, εκείνα τα οποία δεν χρησιμοποιούν την προεξόφληση των χρηματικών ροών και εκείνα που στηρίζονται στην διαχρονική αξία του χρήματος¹².

Στην πρώτη κατηγορία εντάσσεται κυρίως **η μέθοδος της περιόδου αποπληρωμής του κεφαλαίου (Pay - Back Period).**

Αντίστοιχα στις μεθόδους εκείνες που στηρίζονται στη διαχρονική αξία του χρήματος και οι οποίες καλούνται τεχνικές προεξόφλησης, εντάσσονται:

- **Η μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Net Present Value)**
- **Η μέθοδος του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (Internal Rate of Return)**
- **Η μέθοδος της περιόδου αποπληρωμής του κεφαλαίου με προεξοφλημένες χρηματικές ροές**

Η έννοια της διαχρονικής αξίας του χρήματος αφορά στο διαφορετικό χρόνο πραγματοποίησης των χρηματικών ροών μίας επένδυσης. Ο επενδυτικός φορέας

¹² Σαμπράκος Ε. (2010) «Σημειώσεις στις Οικονομοτεχνικές Μελέτες»

διαθέτει πόρους για την υλοποίηση ενός επενδυτικού σχεδίου και αντίστοιχα απολαμβάνει έσοδα από την λειτουργία ή εκμετάλλευσή του. Χρονικά, κάθε επενδυτικό σχέδιο ολοκληρώνεται σε διαφορετικές περιόδους. Προκειμένου να γίνει η σύγκριση των ροών εσόδων και εξόδων τα οποία πραγματοποιούνται σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα, θα πρέπει να μετατραπούν οι χρηματικές αυτές ροές σε παρούσες τιμές.

Έχοντας ως δεδομένη τη μορφή των χρηματικών ροών κατά τη διάρκεια της οικονομικής ζωής μιας νέας επένδυσης, ο σκοπός των τεχνικών προεξόφλησης (DCF) είναι η έκφραση όλων των χρηματικών ροών σε τιμές ενός κοινού έτους, που χρησιμοποιείται ως βάση, έτσι ώστε να είναι δυνατή η σύγκρισή τους. Αυτό μπορεί να γίνει εκφράζοντας τις μελλοντικές χρηματικές ροές σε όρους της παρούσας αξίας τους.

Η αξία που έχει ένα χρηματικό ποσό σήμερα, δεν είναι ίδια με την αξία του ποσού αυτού σε μελλοντικό χρόνο. Αυτό οφείλεται στη ύπαρξη του **επιτοκίου**, δεδομένου ότι το ποσό αυτό μπορεί να επενδυθεί στο παρόν και να εισπραχθεί σε μελλοντικό χρόνο το κεφάλαιο καθώς και οι τόκοι - απόδοση της επένδυσης. Συνεπώς, η αξία που αποδίδεται στις μελλοντικές χρηματικές ροές είναι όλο και μικρότερη, όταν εκφράζεται σε όρους παρούσας αξίας. Για αυτό το λόγο, χρησιμοποιούνται οι **παράγοντες προεξόφλησης**.

Αν το Κεφάλαιο είναι C, ο χρόνος εφαρμογής του Προγράμματος επένδυσης n έτη και το Προεξοφλητικό Επιτόκιο ή Κόστος Ευκαιρίας είναι i, τότε στα n έτη θα έχουμε M.A. (Μελλοντική Αξία ή Future Value) του κεφαλαίου:

$$M.A. = C \times (1 + i)^n \quad (5.1)$$

$$\text{Επομένως η Παρούσα Αξία είναι: } P.A. = C \times (1 + i)^{-n} \quad (5.2)$$

Ο παράγοντας $(1 + i)^n$ ονομάζεται συντελεστής ανατοκισμού (compounding factor), ενώ ο παράγοντας $(1 + i)^{-n}$ συντελεστής προεξόφλησης (discounting factor).

Εάν έχουμε k περιόδους κεφαλαιοποίησης / έτος, η Μελλοντική Αξία έχει ως εξής:

$$M.A. = C \times \left(1 + \frac{i}{k}\right)^{k \times n} \quad (5.3)$$

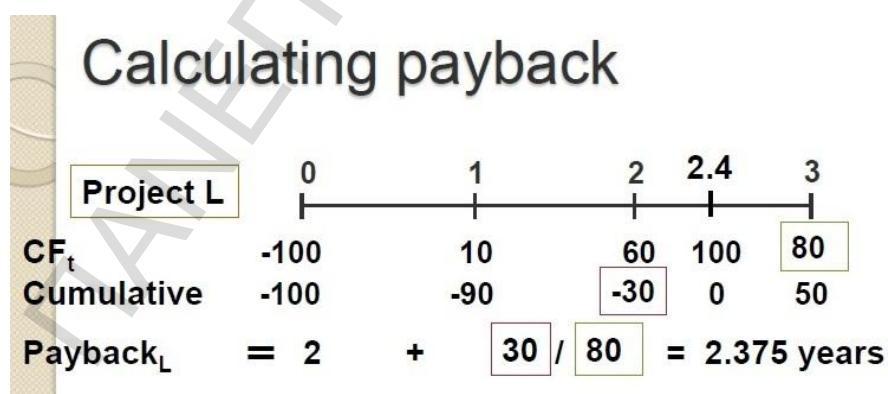
$$\text{Αντίστοιχα, η Παρούσα Αξία ισούται με: } P.A. = C \times \left(1 + \frac{i}{k}\right)^{-k \times n} \quad (5.4)$$

Στο σημείο αυτό, θεωρείται σκόπιμο να γίνει μια συνοπτική ανάλυση της έννοιας του προεξοφλητικού επιτοκίου (επιτόκιο προεξόφλησης). Το επιτόκιο προεξόφλησης είναι ουσιαστικά το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου δηλαδή το ποσοστό της απόδοσης τουλάχιστον της καλύτερης εναλλακτικής επένδυσης. Κατά την επιλογή

του επιτόκιου προεξόφλησης λαμβάνεται υπόψη το επιτόκιο που επικρατεί στην κεφαλαιαγορά (ως το ελάχιστο επιτρεπτό) εφ' όσον αυτή λειτουργεί ομαλά και αντανακλά τις πραγματικές συνθήκες προσφοράς και ζήτησης κεφαλαίων. Συνήθως, στο επιτόκιο αυτό, για μεγαλύτερη διασφάλιση, προστίθεται ένα "περιθώριο κινδύνου" (risk premium), ανάλογα με το βαθμό αβεβαιότητας του συγκεκριμένου σχεδίου επένδυσης. Επενδύσεις υψηλού κινδύνου απαιτούν και υψηλότερο επιτόκιο προεξόφλησης. Το προεξοφλητικό επιτόκιο χρησιμοποιείται για την προεξόφληση ταμειακών ροών, από τις οποίες στη συνέχεια υπολογίζεται η Καθαρή Παρούσα Αξία και ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης των επενδυτικών σχεδίων. Η επιλογή του κατάλληλου συνεπώς προεξοφλητικού επιτοκίου είναι ζωτικής σημασίας για τον επενδυτικό φορέα. Ένα επενδυτικό σχέδιο θα πρέπει να γίνεται αποδεκτό όταν η οριακή απόδοση υπερβαίνει το οριακό κόστος του κεφαλαίου.

5.4.1 Μέθοδος της περιόδου αποπληρωμής κεφαλαίου

Η μέθοδος αυτή που καλείται και περίοδος επανάκτησης κεφαλαίου (recoupment period) ή επανείσπραξης της επένδυσης (pay-back period) αποτελεί την πιο απλή μορφή αξιολόγησης μιας νέας επένδυσης. Καλύτερη εναλλακτική λύση θεωρείται εκείνη η οποία αποπληρώνει το αρχικό κόστος της επένδυσης στο συντομότερο χρονικό διάστημα. Έτσι, η μέθοδος αυτή υπολογίζει τον αριθμό των ετών που απαιτούνται, ώστε οι καθαρές εισπράξεις ή εισροές (έσοδα) να καλύψουν το ύψος του επενδύμενου κεφαλαίου (επένδυση). Ο τρόπος υπολογισμού της απλής περιόδου αποπληρωμής φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί¹³:



Σχήμα 5.1 Υπολογισμός περιόδου αποπληρωμής κεφαλαίου για το επενδυτικό σχέδιο (project) L

¹³ Ψυλλάκη Μ. (2013) «Σημειώσεις στα Ειδικά Θέματα Χρηματοοικονομικής και Τραπεζικής»

Το απλό αυτό κριτήριο αποδοτικότητας χρησιμοποιείται κυρίως σε δύο περιπτώσεις:

- Όταν πρέπει να αποφασιστεί γρήγορα η αποδοχή ή απόρριψη ενός σχεδίου επένδυσης, οπότε η επένδυση γίνεται αποδεκτή όταν μπορεί να αποπληρώσει το επενδυμένο κεφάλαιο σε μία προκαθορισμένη χρονική περίοδο.
- Όταν ο επενδυτικός φορέας θέλει να επιλέξει μεταξύ αμοιβαίως αποκλειόμενων επενδυτικών σχεδίων (mutually exclusive investments). Στην περίπτωση αυτή τα επενδυτικά σχέδια βαθμολογούνται ανάλογα με την ταχύτητα αποπληρωμής του κεφαλαίου και ανάλογα εκείνο που αποπληρώνει το κεφάλαιο σε λιγότερο χρόνο επιλέγεται.

Πρόκειται για μέθοδο ιδιαίτερα χρήσιμη σε τομείς επένδυσης όπου οι τεχνολογικές αλλαγές είναι ραγδαίες και επομένως σύντομη η ζωή του προγράμματος επένδυσης. Ακόμα, είναι χρήσιμο κριτήριο όταν έχουμε συνθήκες υψηλού επιχειρηματικού κινδύνου, καθώς η περίοδος αποπληρωμής είναι μια σύντομη περίοδος και έτσι οι κίνδυνοι μικρότεροι. Επίσης, η μέθοδος αυτή βρίσκει ιδιαίτερη απήχηση σε μικρές επιχειρήσεις, όπου δεν υπάρχει η δυνατότητα απασχόλησης εξειδικευμένου προσωπικού που έχει την τεχνογνωσία χρήσης άλλων πιο αξιόπιστων μεθόδων αξιολόγησης επενδύσεων και αντ' αυτού προτιμάται η χρήση της απλής και εύκολα κατανοητής αυτής μεθόδου.

Είναι φανερό, όμως, ότι έστω και από απλή λογιστική άποψη αυτή η μέθοδος έχει βασικές αδυναμίες.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι:

- Διαφορεί για το ύψος των ταμειακών ροών και για τη ροή εσόδων μετά το χρόνο αποπληρωμής
- Διαφορεί για τη διαχρονική αξία του χρήματος
- Δίνει έμφαση σε βραχύβια και μικρής πνοής σχέδια επένδυσης
- Δεν εκτιμά την αποδοτικότητα του επενδύμενου κεφαλαίου, αλλά την ικανότητα αποπληρωμής του επενδύμενου κεφαλαίου
- Δε λαμβάνει υπόψη τις διαφορές στο χρόνο πραγματοποίησης των εξόδων-εσόδων

5.4.2 Μέθοδος της Καθαρής Παρούσας Αξίας

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, η παρούσα αξία των μελλοντικών πλεονασμάτων που θα προκύψουν από την επένδυση συγκρίνεται με την παρούσα αξία του επενδύμενου κεφαλαίου. Η επένδυση θα πρέπει να πραγματοποιηθεί εάν η παρούσα αξία των αναμενόμενων πλεονασμάτων είναι μεγαλύτερη από το αρχικό κόστος επένδυσης ή αλλιώς αν η καθαρή παρούσα αξία είναι θετική.

Μαθηματικά τα παραπάνω μπορούν να διατυπωθούν ως εξής:

$$\text{Κ. Π. Α.} = -C_0 + \frac{\text{ΚΤΡ}_{\text{ΜΦ},1}}{1+i} + \frac{\text{ΚΤΡ}_{\text{ΜΦ},2}}{(1+i)^2} + \dots + \frac{\text{ΚΤΡ}_{\text{ΜΦ},n}}{(1+i)^n} \quad (5.5),$$

όπου C_0 το αρχικό επενδύμενο κεφάλαιο, i το προεξοφλητικό επιτόκιο και $\text{ΚΤΡ}_{\text{ΜΦ},t}$ οι Καθαρές Ταμειακές Ροές μετά φόρων που αποδίδει η επένδυση στο χρόνο t . Σε άλλη μορφή, η εξίσωση της Καθαρής Παρούσας Αξίας είναι δυνατό να εκφραστεί και

$$\text{Κ. Π. Α. (NPV)} = \sum_{t=0}^n \frac{\text{CF}_t}{(1+i)^t} \quad (5.6),$$

όπου CF_t οι Καθαρές Ταμειακές Ροές μετά φόρων (Cash Flow) που αποδίδει η επένδυση στο χρόνο t .

$$\text{ΚΤΡ}_{\text{ΜΦ}} = \text{Ταμειακές Εισροές} - \text{Ταμειακές Εκροές} - \text{Φόροι} \quad (5.7)$$

Για $\text{Κ.Π.Α.} > 0$ η προτεινόμενη επένδυση γίνεται αποδεκτή, ενώ για $\text{Κ.Π.Α.} < 0$ η προτεινόμενη επένδυση απορρίπτεται. Όταν η Κ.Π.Α. είναι αρνητική αυτό σημαίνει ότι το συγκεκριμένο επενδυτικό σχέδιο οδηγεί σε απώλειες σε σχέση με το αρχικό επενδυμένο κεφάλαιο. Αυτό σημαίνει ότι το επενδυτικό σχέδιο δεν δημιουργεί ικανοποιητικές ταμειακές ροές ώστε να καλύψει το οικονομικό κόστος που έχει.

Για αμοιβαία αποκλειόμενα επενδυτικά σχέδια, προτιμάται αυτό που έχει τη μεγαλύτερη Κ.Π.Α. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί πως όταν πρέπει να γίνει σύγκριση μεταξύ επενδυτικών σχεδίων με διαφορετικό χρόνο ζωής, πρέπει να γίνει τροποποίηση της Κ.Π.Α. , η οποία την μετατρέπει σε ίσες ταμειακές ροές για ίσους χρόνους, προκειμένου να γίνει η σύγκριση μεταξύ των επενδυτικών σχεδίων. Είναι εύκολα αντιληπτό πως η σχέση μεταξύ του προεξοφλητικού επιτοκίου και της Κ.Π.Α. είναι αντίστροφη, δεδομένου ότι όσο πιο υψηλό είναι το προεξοφλητικό επιτόκιο τόσο χαμηλότερη θα είναι η Κ.Π.Α.

Τέλος, πρέπει να γίνει αναφορά στη μέθοδο της **Αναμενόμενης Καθαρής Παρούσας Αξίας (Expected NPV)**. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, υπολογίζεται η Κ.Π.Α. του σχεδίου επένδυσης λαμβάνοντας υπόψη τις πιθανές μεταβολές στις ταμειακές ροές, οι οποίες δεν είναι σταθερές αλλά μεταβάλλονται βάσει ενός

σεναρίου που εκφράζεται μέσω συντελεστή πιθανότητας. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε,

$$\mathbf{K.Π.Α.} = \mathbf{p_1} \times \mathbf{K.Π.Α._1} + \mathbf{p_2} \times \mathbf{K.Π.Α._2} + \dots + \mathbf{p_i} \times \mathbf{K.Π.Α._i} \quad (5.8),$$

όπου $\mathbf{p_i}$ η πιθανότητα υλοποίησης του εκάστοτε σεναρίου και $\mathbf{K.Π.Α._i}$ η υπολογιζόμενη Κ.Π.Α. του κάθε σεναρίου.

Η μέθοδος της Αναμενόμενης Καθαρής Παρούσας Αξίας έχει το πλεονέκτημα της άμεσης και εύκολα αντιληπτής ενσωμάτωσης διαφόρων σεναρίων σχετικά με τις πιθανές μεταβολές των ταμειακών ροών. Από την άλλη όμως, παρουσιάζει και μειονεκτήματα, τα οποία αφορούν τον τρόπο προσδιορισμού των πιθανοτήτων καθώς και το γεγονός ότι οι πιθανότητες μπορεί με την πάροδο του χρόνου να αλλάξουν, οπότε απαιτείται ξανά υπολογισμός της αναμενόμενης Κ.Π.Α.

5.4.3 Μέθοδος του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Ε.Β.Α. ή IRR) ή αλλιώς απόδοση (yield) της επένδυσης είναι το υπολογιζόμενο επιτόκιο, όπου η παρούσα αξία των ταμειακών εισροών είναι ίση με την παρούσα αξία των ταμειακών εκροών ή αλλιώς, το επιτόκιο όπου η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι ίση με το μηδέν. Μαθηματικά, είναι το επιτόκιο που ικανοποιεί την παρακάτω ισότητα:

$$\mathbf{0} = \sum_{t=0}^n \frac{\mathbf{CF}_t}{(1+\mathbf{IRR})^n} \quad (5.9)$$

Η αξιολόγηση του προτεινόμενου επενδυτικού σχεδίου γίνεται ως εξής:

- Αν ο IRR είναι υψηλότερος από το ισχύον επιτόκιο προεξόφλησης της αγοράς (i), το σχέδιο επένδυσης θεωρείται αποδεκτό ($\mathbf{IRR} > i$).
- Αν ο IRR είναι χαμηλότερος από το ισχύον επιτόκιο προεξόφλησης της αγοράς (i), το σχέδιο επένδυσης απορρίπτεται ($\mathbf{IRR} < i$).
- Αν υπάρχουν πολλά εναλλακτικά σχέδια επένδυσης, επιλέγεται εκείνο που έχει τον υψηλότερο ΕΒΑ, υπό τον όρο ότι $\mathbf{IRR} > i$.

Από οικονομική πλευρά ο ΕΒΑ αντικατοπτρίζει την ετήσια κατά μέσο όρο απόδοση της επένδυσης. Ουσιαστικά, δείχνει το υψηλότερο επιτόκιο που θα μπορούσε να πληρώσει ο επενδυτής χωρίς να κινδυνεύει να χάσει το επενδυόμενο κεφάλαιο. Πολλές φορές η σύγκριση δεν πρέπει να γίνεται με το επιτόκιο προεξόφλησης της αγοράς αλλά με το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου, αφού η διαφορά μεταξύ τους μπορεί να είναι μεγάλη.

Το πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν εξαρτάται από το ισχύον επιτόκιο που πρέπει να επιλεγεί κάθε φορά, όπως στη μέθοδο της Καθαρής Παρούσας Αξίας και καταλήγει σε αποτέλεσμα που ερμηνεύεται εύκολα. Επίσης, το αποτέλεσμα επιτρέπει την άμεση σύγκριση των προτεινόμενων επενδυτικών σχεδίων. Χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στις περιπτώσεις εκείνες όπου δεν υπάρχουν μεγάλοι περιορισμοί στο επενδυμένο κεφάλαιο.

5.4.4 Σύγκριση μεθόδων Καθαρής Παρούσας Αξίας και Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης

Η ΚΠΑ και ο ΕΒΑ είναι από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους που χρησιμοποιούνται προκειμένου να γίνουν αποδεκτά ή όχι διάφορα επενδυτικά σχέδια. Συχνά, η χρήση των δύο μεθόδων οδηγεί σε αντιφατικά και αντικρουόμενα αποτελέσματα. Για αυτό το λόγο, κρίνεται σκόπιμο να παρουσιαστούν οι διαφορές τους αλλά και να καταδειχθεί η προτιμότερη μέθοδος αξιολόγησης για διάφορα είδη επενδύσεων.

Συνοπτικά, οι κυριότερες διαφορές των δύο μεθόδων είναι οι εξής:

- Η μέθοδος της ΚΠΑ μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε επενδυτικά σχέδια που οι χρηματικές τους ροές είναι αρνητικές όχι μόνο στην αρχή του επενδυτικού σχεδίου αλλά και στο τέλος αυτού. Η μέθοδος του ΕΒΑ δεν μπορεί καθώς δίνει πολλαπλά αποτελέσματα.
- Η μέθοδος της ΚΠΑ υποθέτει ότι οι ταμειακές εισροές – μελλοντικά κέρδη από το προτεινόμενο επενδυτικό σχέδιο επανεπενδύονται με επιτόκιο ίσο με το κόστος ευκαιρίας του κεφαλαίου ή με το προεξοφλητικό επιτόκιο που έχει τεθεί. Αντίθετα, η μέθοδος του ΕΒΑ υποθέτει οι ταμειακές εισροές επανεπενδύονται με επιτόκιο ίσο με τον IRR. Σε πολλές περιπτώσεις όμως, η υπόθεση αυτή κρίνεται ως μη ρεαλιστική και ανεδαφική δεδομένου ότι μπορεί ο IRR να έχει λάβει σημαντικά υψηλή τιμή, στην οποία δεν είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί επανεπένδυση των κεφαλαίων.
- Η μέθοδος της ΚΠΑ μπορεί να ενσωματώσει πιθανή μεταβολή του πληθωρισμού (με αλλαγή του επιτοκίου προεξόφλησης), πράγμα που δεν είναι δυνατό με την εφαρμογή της μεθόδου του ΕΒΑ.

Στις **συμβατικές επενδύσεις (conventional investments)** πραγματοποιείται ταμειακή εκροή στο χρόνο T_0 και στη συνέχεια υπάρχουν για κάθε επόμενο χρόνο

καθαρές ταμειακές εισροές. **Η ΚΠΑ και ο ΕΒΑ έχουν τα ίδια αποτελέσματα, συνεπώς προτιμώνται και οι δύο μέθοδοι.**

Στις **δανειακές επενδύσεις** πραγματοποιείται ταμειακή εισροή στο χρόνο T_0 (είσπραξη δανείου) και στη συνέχεια υπάρχουν για κάθε επόμενο χρόνο καθαρές ταμειακές εκροές (αποπληρωμή τοκοχρεολυσίων). **Προτιμάται η μέθοδος της ΚΠΑ.**

Στις **μη συμβατικές επενδύσεις (non conventional investments)** πραγματοποιείται ταμειακή εκροή στο χρόνο T_0 και στη συνέχεια υπάρχουν για κάθε επόμενο χρόνο είτε καθαρές ταμειακές εισροές είτε καθαρές ταμειακές εκροές. **Προτιμάται η μέθοδος της ΚΠΑ**, μιας και οι εναλλαγές πρόσημων στις ταμειακές ροές οδηγούν σε πολλαπλά αποτελέσματα του IRR.

Σε **αμοιβαία αποκλειόμενα επενδυτικά σχέδια** προτιμάται και πάλι η μέθοδος της ΚΠΑ, δεδομένου ότι η μέθοδος του ΕΒΑ οδηγεί σε λανθασμένα συμπεράσματα για τέτοιου είδους επενδύσεις.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, γίνεται αντιληπτό ότι η μέθοδος της ΚΠΑ είναι ασφαλέστερος τρόπος αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων από τη μέθοδο του ΕΒΑ.

5.4.5 Μέθοδος της περιόδου αποπληρωμής κεφαλαίου με προεξοφλημένες χρηματικές ροές

Η μεθοδολογία υπολογισμού της περιόδου αποπληρωμής του επενδυόμενου κεφαλαίου με προεξοφλημένες χρηματικές ροές είναι όμοια με αυτή που παρουσιάστηκε στην υποενότητα 5.4.1 για την απλή περίοδο αποπληρωμής.

Η διαφορά έγκειται στο ότι οι μελλοντικές ταμειακές ροές ανάγονται σε παρούσες αξίες με χρήση των παραγόντων προεξόφλησης, πράγμα που αντιμετωπίζει κάποια σημαντικά μειονεκτήματα της μεθόδου της απλής περιόδου αποπληρωμής.

5.5 Οικονομική αξιολόγηση προτεινόμενης επένδυσης

5.5.1 Υπολογισμός ετήσιων ταμειακών ροών

Οι ετήσιες ταμειακές εισροές αποτελούνται από το ετήσιο οικονομικό όφελος από την εξοικονομούμενη καταναλισκόμενη ενέργεια καθώς και από το ετήσιο

οικονομικό όφελος από τη λειτουργία της επένδυσης (εξοικονόμηση κόστους συντήρησης).

Όπως υπολογίστηκε αναλυτικά στην υποενότητα 4.5 το ετήσιο οικονομικό όφελος από την εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε **7.030,25 €**. Τα πρώτα δέκα (10) έτη λειτουργίας του εξοπλισμού το ετήσιο οικονομικό όφελος παραμένει σταθερό, δεδομένου ότι θα παραμένουν σε ισχύ οι εγγυήσεις καλής λειτουργίας που θα είναι υποχρεωμένος ο Ανάδοχος να προσφέρει. Στη συνέχεια, για τα επόμενα δέκα (10) έτη λαμβάνουμε μεσοσταθμική μείωση κατά 10% λόγω πιθανών φθορών, ήτοι **6.327,23 €**.

Επίσης, το ετήσιο οικονομικό όφελος από τη λειτουργία της επένδυσης λαμβάνεται συντηρητικά ως **600,00 €** για τα πρώτα δέκα (10) έτη ζωής της επένδυσης, ενώ για τα επόμενα δέκα (10) έτη λαμβάνουμε μεσοσταθμική αύξηση κατά 10%, ήτοι **660,00 €**. Επίσης, στο πέρας του πρώτου έτους καθορισμού των ταμειακών ροών, υπολογίζεται επιπλέον ταμειακή εισροή **1.500,00 €**. Η ταμειακή εισροή αυτή, προκύπτει από την χρήση του εξοπλισμού που θα αποξηλωθεί από το κτίριο και θα μπορέσει να χρησιμοποιηθεί σε άλλα κτίρια του Δήμου (κλιματιστικές συσκευές, κυκλοφορητής λεβητοστασίου, φωτιστικά σώματα).

Αξίζει να σημειωθεί πως οι ταμειακές εισροές της επένδυσης αφορούν αποκλειστικά εξοικονόμηση κόστους και όχι συνήθη ταμειακά κέρδη από επενδύσεις, συνεπώς δεν υπόκεινται σε φορολόγηση. Για αυτό το λόγο, δεν υπολογίζονται φόροι και αποσβέσεις όπως θα συνέβαινε σε αξιολόγηση μιας τυπικής επένδυσης.

Το κόστος υλοποίησης των προτεινόμενων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας ανέρχεται σε **71.572,58 € (συμπεριλαμβανομένου Φ.Π.Α)**, όπως αναλύθηκε και υπολογίστηκε εκτενώς σε προηγούμενο Κεφάλαιο.

Ο χρόνος υλοποίησης των προτεινόμενων παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας ανέρχεται σε πέντε (5) μήνες, συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου για την παραλαβή του έργου από την Τεχνική Υπηρεσία. Η πληρωμή του Αναδόχου πραγματοποιείται μετά την οριστική παραλαβή του έργου και την έκδοση σχετικής απόφασης από την Οικονομική Επιτροπή του Δήμου. Επίσης, σημειώνεται ότι η επένδυση αποδίδει άμεσα ταμειακές εισροές (λόγω της εξοικονόμησης κόστους για κατανάλωση ενέργειας αλλά και λειτουργικού κόστους για τη συντήρηση) αμέσως μετά την εκταμίευση του ποσού για την κατασκευή του έργου. Ως διάρκεια ζωής της επένδυσης τα είκοσι (20) έτη.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, οι χρηματικές ροές της προτεινόμενης επένδυσης παρουσιάζονται στον κάτωθι Πίνακα.

Πίνακας 5.1 Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης

ΕΤΟΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΧΡΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΑΛΛΑ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ (€)	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (€)
0				-71.572,58 €
1	7.030,25 €	600,00 €	1.500,00 €	9.130,25 €
2	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €
3	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €
4	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €
5	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €
6	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €
7	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €
8	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €
9	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €
10	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €
11	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €
12	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €
13	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €
14	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €
15	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €
16	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €
17	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €
18	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €
19	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €
20	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €

5.5.2 Υπολογισμός περιόδου αποπληρωμής κεφαλαίου

Στο τέλος του ένατου έτους ζωής της επένδυσης, οι συνολικές ταμειακές εισροές ανέρχονται σε: $\{9.130,25 \text{ €} + 8 \times 7.630,25 \text{ €} = 70.172,25 \text{ €}\} - 71.572,58 \text{ €} = -1.400,33 \text{ €}$. Αντίστοιχα, στο τέλος του δέκατου έτους ζωής της επένδυσης, οι συνολικές ταμειακές εισροές ανέρχονται σε: $\{9.130,25 \text{ €} + 9 \times 7.630,25 \text{ €} = 77.802,50 \text{ €}\} - 71.572,58 \text{ €} = 6.229,92 \text{ €}$.

Άρα, η περίοδος αποπληρωμής του επενδυόμενου κεφαλαίου είναι ίση με:
 $9 + \frac{1.400,33}{6.229,92} = 9,22 \text{ έτη}$.

5.5.3 Υπολογισμός ετήσιων ταμειακών ροών σε παρούσες αξίες

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενη ενότητα, προκειμένου να γίνει η σύγκριση των ροών εσόδων και εξόδων τα οποία πραγματοποιούνται σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα, θα πρέπει να μετατραπούν οι χρηματικές αυτές ροές σε παρούσες τιμές (αξίες). Στην υπό εξέταση επένδυση (συμβατικού τύπου επένδυση, μιας και έχουμε εκροή για την υλοποίηση της επένδυσης και έπειτα μόνο θετικές ταμειακές ροές) μετατρέπουμε σε παρούσες αξίες τις ταμειακές εισροές για τα είκοσι έτη ζωής της επένδυσης, όπως αυτές παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 5.1. Ως προεξοφλητικό επιτόκιο i λαμβάνεται 6%. Χρησιμοποιώντας τον τύπο $\text{Π. Α.} = \text{C x (1 + i)}^{-n}$, υπολογίζουμε τις ταμειακές ροές για κάθε έτος της επένδυσης σε παρούσες αξίες.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, οι χρηματικές ροές της προτεινόμενης επένδυσης παρουσιάζονται στον κάτωθι Πίνακα.

Πίνακας 5.2 Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης σε παρούσες αξίες

ΕΤΟΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΧΡΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΑΛΛΑ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ (€)	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (€)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ ΣΕ ΠΑΡΟΥΣΕΣ ΑΞΙΕΣ (€)
0				-71.572,58 €	1,00	-71.572,58 €
1	7.030,25 €	600,00 €	1.500,00 €	9.130,25 €	0,9434	8.613,44 €
2	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,8900	6.790,90 €
3	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,8396	6.406,51 €
4	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,7921	6.043,87 €
5	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,7473	5.701,77 €
6	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,7050	5.379,03 €
7	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,6651	5.074,55 €
8	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,6274	4.787,31 €
9	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,5919	4.516,33 €
10	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,5584	4.260,69 €

11	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,5268	3.617,57 €
12	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,4970	3.412,80 €
13	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,4688	3.219,62 €
14	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,4423	3.037,38 €
15	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,4173	2.865,45 €
16	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,3936	2.703,26 €
17	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,3714	2.550,24 €
18	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,3503	2.405,89 €
19	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,3305	2.269,71 €
20	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,3118	2.141,23 €

5.5.4 Υπολογισμός Καθαρής Παρούσας Αξίας επένδυσης

Η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης ισούται με το άθροισμα των καθαρών ταμειακών ροών σε παρούσες αξίες του Πίνακα 5.2 ήτοι $K.P.A. = -C_0 + \frac{KTP_{M\Phi,1}}{1+i} + \frac{KTP_{M\Phi,2}}{(1+i)^2} + \dots + \frac{KTP_{M\Phi,n}}{(1+i)^n}$.

Πραγματοποιώντας τους ανωτέρω υπολογισμούς προκύπτει ότι $K.P.A. = 14.224,97 \text{ €}$
Η υπολογισθείσα ΚΠΑ της επένδυσης είναι θετική, συνεπώς η προτεινόμενη επένδυση είναι αποδεκτή και αξιολογείται θετικά.

5.5.5 Υπολογισμός Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης επένδυσης

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR) είναι το υπολογιζόμενο επιτόκιο, όπου η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι ίση με το μηδέν. Βασιζόμενοι στον τύπο $0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t}$ και πραγματοποιώντας τους σχετικούς υπολογισμούς με το υπολογιστικό πρόγραμμα Microsoft Office Excel, λαμβάνουμε ως (IRR) της επένδυσης 8,46%.

Ο ανωτέρω IRR της επένδυσης είναι μεγαλύτερος από το προεξοφλητικό επιτόκιο της επένδυσης, συνεπώς η προτεινόμενη επένδυση είναι αποδεκτή και αξιολογείται θετικά.

5.5.6 Υπολογισμός περιόδου αποπληρωμής κεφαλαίου με προεξοφλημένες χρηματικές ροές

Στο τέλος του δέκατου τέταρτου έτους ζωής της επένδυσης, οι συνολικές ταμειακές εισροές σε παρούσες αξίες ανέρχονται σε: $\{8.613,44 \text{ €} + 6.790,90 \text{ €} + 6.406,51 \text{ €} + 6.043,87 \text{ €} + 5.701,77 \text{ €} + 5.379,03 \text{ €} + 5.074,55 \text{ €} + 4.787,31 \text{ €} + 4.516,33 \text{ €} + 4.260,69 \text{ €} + 3.617,57 \text{ €} + 3.412,80 \text{ €} + 3.219,62 \text{ €} + 3.037,38 \text{ €} = 70.861,77 \text{ €}\} - 71.572,58 \text{ €} = -710,81 \text{ €}$.

Αντίστοιχα, στο τέλος του δέκατου πέμπτου έτους ζωής της επένδυσης, οι συνολικές ταμειακές εισροές σε παρούσες αξίες ανέρχονται σε: $\{8.613,44 \text{ €} + 6.790,90 \text{ €} + 6.406,51 \text{ €} + 6.043,87 \text{ €} + 5.701,77 \text{ €} + 5.379,03 \text{ €} + 5.074,55 \text{ €} +$

4.787,31 € + 4.516,33 € + 4.260,69 € + 3.617,57 € + 3.412,80 € + 3.219,62 € + 3.037,38 € + 2.865,45 € = 73.727,22 €} - 71.572,58 € = **2.154,64 €**.

Άρα, η περίοδος αποπληρωμής του επενδύμενου κεφαλαίου (με προεξοφλημένες χρηματικές ροές) είναι ίση με: $14 + \frac{710,81}{2.154,64} = 14,33$ έτη.

5.5.7 Συμπεράσματα

Στις προηγούμενες υποενότητες υπολογίστηκαν οι βασικοί δείκτες οικονομικής αξιολόγησης ενός επενδυτικού σχεδίου. Πιο συγκεκριμένα, υπολογίστηκε η Κ.Π.Α., ο IRR καθώς και η περίοδος αποπληρωμής κεφαλαίου (απλή και με προεξοφλημένες χρηματικές ροές).

Λόγω των αδυναμιών που παρουσιάζει η μέθοδος της περιόδου αποπληρωμής κεφαλαίου, η αξιολόγηση θα βασιστεί κυρίως στη μέθοδο της Καθαρής Παρούσας Αξίας και του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης. **Μετά τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν, προέκυψε ότι Κ.Π.Α. = 14.224,97 € και IRR = 8,46%, πράγμα που συνεπάγεται την αποδοχή του προτεινόμενου επενδυτικού σχεδίου. Αξίζει επίσης να αναφερθεί πως σημαντικό μέρος του απαιτούμενου κεφαλαίου αποτελεί ο Φόρος Προστιθέμενης Αξίας (23%), ο οποίος ουσιαστικά επιστρέφει στα δημόσια ταμεία, αφού ο Ανάδοχος τον καταβάλλει στην περιοδική δήλωση Φ.Π.Α. που υποβάλλει.** Δεδομένου ότι κύρια πηγή χρηματοδότησης των Ο.Τ.Α. αποτελεί η κρατική συνεισφορά πόρων, η προτεινόμενη επένδυση αποκτά ακόμα θετικότερους δείκτες Κ.Π.Α. και IRR, αν δεν υπολογιστεί ο Φ.Π.Α. στο επενδύμενο κεφάλαιο.

Παράλληλα, υπάρχουν και θετικές (μη ποσοτικές αλλά πολύ σημαντικές) παράμετροι που αυξάνουν την αποδοτικότητα της προτεινόμενης επένδυσης. Τέτοιες παράμετροι είναι:

- Το περιβαλλοντικό όφελος από τη σημαντική αποφυγή εκπομπής ρύπων
- Η δραστική βελτίωση των συνθηκών για τους χρήστες του κτιρίου
- Η τόνωση της απασχόλησης
- Η αύξηση των δημοσίων εσόδων (ασφαλιστικές εισφορές, άμεση φορολογία κτλ)

Οι παράμετροι αυτές λαμβάνονται υπόψη μιας και μελετάται η ανάληψη επενδυτικού σχεδίου από δημόσιο φορέα και συμμετέχουν (επί το θετικότερο) στον καθορισμό των λεγόμενων σκιωδών τιμών.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

6.1 Εισαγωγή

Η ανάλυση ευαισθησίας διερευνά το βαθμό αντίδρασης του επενδυτικού σχεδίου και της αποδοτικότητάς του στις πιθανές μεταβολές ορισμένων μεγεθών όπως είναι το κόστος, τα έσοδα από τη λειτουργία του σχεδίου, το κόστος επένδυσης κλπ.¹⁴

6.2 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς το επενδύσιμο κεφάλαιο – Σενάριο 1

Όπως προαναφέρθηκε, ως ποσοστό έκπτωσης του Αναδόχου ελήφθη πολύ συντηρητικά 25%. Συνεπώς, δεν τίθεται θέμα πιθανής αύξησης του απαιτούμενου κεφαλαίου προς επένδυση. Από την άλλη, σύμφωνα με την 2^η Εγκύκλιο Σχεδιασμού και Κατάρτισης Αναπτυξιακού Προγραμματισμού Περιόδου 2014 – 2020 του Υπουργείου Ανάπτυξης και Ανταγωνιστικότητας τίθεται ως στόχος η ¹⁵**«Προώθηση της ενεργειακής αποδοτικότητας σε όλους τους τομείς: Ενίσχυση επιχειρήσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης, πιλοτικά προγράμματα ενεργειακής αξιοποίησης οργανικών υπολειμμάτων επιχειρήσεων, εθελοντικά προγράμματα αναγνώρισης και ανάδειξης της ενεργειακής αριστείας των επιχειρήσεων, καθιέρωση ενεργειακού συμβούλου για τις επιχειρήσεις, ολοκληρωμένες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ενεργοβόρα κτίρια του οικιακού τομέα, ολοκληρωμένες δράσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης στις υποδομές του δημόσιου τομέα (συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας υποδειγματικών δημοσίων κτηρίων με σχεδόν μηδενική κατανάλωση συμβατικών καυσίμων), υποστήριξη της λειτουργίας εταιρειών παροχής ενεργειακών υπηρεσιών μέσω χρηματοπιστωτικών εργαλείων»**. Συνεπώς, θεωρείται σημαντικά πιθανή η περίπτωση ένταξης του έργου σε συγχρηματοδοτούμενο Πρόγραμμα.

¹⁴ Σαμπράκος Ε. (2010) «Σημειώσεις στις Οικονομοτεχνικές Μελέτες»

¹⁵ 2^η Εγκύκλιος Σχεδιασμού και Κατάρτισης Αναπτυξιακού Προγραμματισμού Περιόδου 2014 – 2020, σελ. 25

Σε αυτή την περίπτωση η Συνολική δαπάνη του έργου θα ανέλθει σε 0,5 x 71.572,58 € = **35.786,29 €**. Οι χρηματικές ροές της προτεινόμενης επένδυσης (σε παρούσες αξίες) παρουσιάζονται στον κάτωθι Πίνακα.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Πίνακας 6.1 Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης σε παρούσες αξίες – σενάριο 1

ΕΤΟΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΧΡΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΑΛΛΑ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ (€)	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (€)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ ΣΕ ΠΑΡΟΥΣΕΣ ΑΞΙΕΣ (€)
0				-35.786,29 €	1,00	-35.786,29 €
1	7.030,25 €	600,00 €	1.500,00 €	9.130,25 €	0,9434	8.613,44 €
2	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,8900	6.790,90 €
3	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,8396	6.406,51 €
4	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,7921	6.043,87 €
5	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,7473	5.701,77 €
6	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,7050	5.379,03 €
7	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,6651	5.074,55 €
8	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,6274	4.787,31 €
9	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,5919	4.516,33 €
10	7.030,25 €	600,00 €		7.630,25 €	0,5584	4.260,69 €

11	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,5268	3.617,57 €
12	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,4970	3.412,80 €
13	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,4688	3.219,62 €
14	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,4423	3.037,38 €
15	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,4173	2.865,45 €
16	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,3936	2.703,26 €
17	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,3714	2.550,24 €
18	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,3503	2.405,89 €
19	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,3305	2.269,71 €
20	6.327,23 €	540,00 €		6.867,23 €	0,3118	2.141,23 €

Η Καθαρή Παρούσα Αξία του πρώτου σεναρίου ισούται με το άθροισμα των καθαρών ταμειακών ροών σε παρούσες αξίες του Πίνακα 6.1 ήτοι $K.P.A. = -C_0 + \frac{KTP_{M\Phi,1}}{1+i} + \frac{KTP_{M\Phi,2}}{(1+i)^2} + \dots + \frac{KTP_{M\Phi,n}}{(1+i)^n}$.

Πραγματοποιώντας τους ανωτέρω υπολογισμούς προκύπτει ότι **K.P.A. = 50.011,26 €**, η οποία είναι αυξημένη κατά **50.011,26 € - 14.224,97 € = 35.786,29 €**.

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR) είναι το υπολογιζόμενο επιτόκιο, όπου η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι ίση με το μηδέν. Βασιζόμενοι στον τύπο $0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t}$, λαμβάνουμε ως (IRR) της επένδυσης **21,35%**.

Υπενθυμίζεται ότι ο αρχικός IRR της επένδυσης ήταν 8,46%.

6.3 Ανάλυση ευαισθησίας ως προς τα έσοδα

Στην παρούσα υποενότητα θα εξεταστούν τέσσερα σενάρια που αφορούν ενδεχόμενη μεταβολή των εσόδων από την προτεινόμενη επένδυση και πιο συγκεκριμένα μεταβολή του οικονομικού οφέλους από την εξοικονομούμενη καταναλισκόμενη ενέργεια.

6.3.1 Αύξηση τιμολογίων Δ.Ε.Η. κατά 10% - Σενάριο 2

Δεδομένου ότι τα τιμολόγια της Δ.Ε.Η. είναι κάτω του μέσου ευρωπαϊκού όρου, θεωρείται πιθανή η αύξηση τους. Στο Σενάριο 2 λαμβάνεται αυξημένη η τιμή €/kWh κατά 10%, από 0,181 €/kWh σε 0,199 €/kWh. Λαμβάνοντας υπόψη αυτή τη μεταβολή, το ετήσιο εξοικονομούμενο ενεργειακό κόστος ανέρχεται σε:

- **Θερμική Ενέργεια (πετρέλαιο):** $84,70 - 21,70 = 63,00 \text{ kWh/m}^2 \times 0,131 \text{ €/kWh} = 8,253 \text{ €/m}^2$ σε ετήσια βάση
- **Ηλεκτρική Ενέργεια:** $99,50 - 49,90 = 49,60 \text{ kWh/m}^2 \times 0,199 \text{ €/kWh} = 9,870 \text{ €/m}^2$ σε ετήσια βάση.

Άρα, η συνολική ετήσια εξοικονόμηση ενεργειακού κόστους ανέρχεται σε: $8,253 \text{ €/m}^2 + 9,870 \text{ €/m}^2 = 18,123 \text{ €/m}^2$. Συνεπώς, για το σύνολο της επιφάνειας του κτιρίου είναι: $18,123 \text{ €/m}^2 \times 408 \text{ m}^2 = 7.394,18 \text{ €/έτος}$.

Οι χρηματικές ροές της προτεινόμενης επένδυσης (σε παρούσες αξίες) παρουσιάζονται στον κάτωθι Πίνακα, λαμβάνοντας τις ίδιες υποθέσεις που παρουσιάστηκαν στο βασικό σενάριο.

Πίνακας 6.2 Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης σε παρούσες αξίες – σενάριο 2

ΕΤΟΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΧΡΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΑΛΛΑ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ (€)	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (€)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ ΣΕ ΠΑΡΟΥΣΕΣ ΑΞΙΕΣ (€)
0				-71.572,58 €	1,00	-71.572,58 €
1	7.394,18 €	600,00 €	1.500,00 €	9.494,18 €	0,9434	8.956,77 €
2	7.394,18 €	600,00 €		7.994,18 €	0,8900	7.114,79 €
3	7.394,18 €	600,00 €		7.994,18 €	0,8396	6.712,07 €
4	7.394,18 €	600,00 €		7.994,18 €	0,7921	6.332,14 €
5	7.394,18 €	600,00 €		7.994,18 €	0,7473	5.973,72 €
6	7.394,18 €	600,00 €		7.994,18 €	0,7050	5.635,58 €
7	7.394,18 €	600,00 €		7.994,18 €	0,6651	5.316,59 €
8	7.394,18 €	600,00 €		7.994,18 €	0,6274	5.015,65 €
9	7.394,18 €	600,00 €		7.994,18 €	0,5919	4.731,74 €

10	7.394,18 €	600,00 €		7.994,18 €	0,5584	4.463,91 €
11	6.654,76 €	540,00 €		7.194,76 €	0,5268	3.790,11 €
12	6.654,76 €	540,00 €		7.194,76 €	0,4970	3.575,58 €
13	6.654,76 €	540,00 €		7.194,76 €	0,4688	3.373,19 €
14	6.654,76 €	540,00 €		7.194,76 €	0,4423	3.182,25 €
15	6.654,76 €	540,00 €		7.194,76 €	0,4173	3.002,12 €
16	6.654,76 €	540,00 €		7.194,76 €	0,3936	2.832,19 €
17	6.654,76 €	540,00 €		7.194,76 €	0,3714	2.671,88 €
18	6.654,76 €	540,00 €		7.194,76 €	0,3503	2.520,64 €
19	6.654,76 €	540,00 €		7.194,76 €	0,3305	2.377,96 €
20	6.654,76 €	540,00 €		7.194,76 €	0,3118	2.243,36 €

Η Καθαρή Παρούσα Αξία του δεύτερου σεναρίου ισούται με το άθροισμα των καθαρών ταμειακών ροών σε παρούσες αξίες του Πίνακα 6.2.

Πραγματοποιώντας τους ανωτέρω υπολογισμούς προκύπτει ότι **Κ.Π.Α.= 18.249,65 €**, η οποία είναι αυξημένη κατά **18.249,65 € - 14.224,97 € = 4.024,68 €**.

Ως (IRR) της επένδυσης λαμβάνεται **9,13%**. Υπενθυμίζεται ότι ο αρχικός IRR της επένδυσης ήταν **8,46%**.

6.3.2 Αύξηση τιμής πετρελαίου κατά 10% - Σενάριο 3

Στο Σενάριο 2 λαμβάνεται αυξημένη η τιμή του πετρελαίου κατά 10%, από 1,30 €/lit σε 1,43 €/lit, λόγω ενδεχόμενης αύξησης των διεθνών τιμών του πετρελαίου. Λαμβάνοντας υπόψη αυτή τη μεταβολή, το ετήσιο εξοικονομούμενο ενεργειακό κόστος ανέρχεται σε:

- **Θερμική Ενέργεια (πετρέλαιο):** $84,70 - 21,70 = 63,00 \text{ kWh/m}^2 \times 0,144 \text{ €/kWh} = 9,072 \text{ €/m}^2$ σε ετήσια βάση
(Αναμενόμενη τιμή πετρελαίου για την περίοδο 2014-2015: 1,43 €/lit, $H_u=9,95 \text{ kWh/lit}$, Τιμή πετρελαίου ανηγμένη σε €/kWh = $\frac{1,43\text{€/lit}}{9,95 \text{ kWh/lit}} = 0,144 \text{ €/kWh}$)
- **Ηλεκτρική Ενέργεια:** $99,50 - 49,90 = 49,60 \text{ kWh/m}^2 \times 0,181 \text{ €/kWh} = 8,978 \text{ €/m}^2$ σε ετήσια βάση.

Άρα, η συνολική ετήσια εξοικονόμηση ενεργειακού κόστους ανέρχεται σε: **9,072 €/m² + 8,978 €/m² = 18,05 €/m²**. Συνεπώς, για το σύνολο της επιφάνειας του κτιρίου είναι: **18,05 €/ m² x 408 m² = 7.364,40 €/έτος**.

Οι χρηματικές ροές της προτεινόμενης επένδυσης (σε παρούσες αξίες) παρουσιάζονται στον κάτωθι Πίνακα, λαμβάνοντας τις ίδιες υποθέσεις που παρουσιάστηκαν στο βασικό σενάριο.

Πίνακας 6.3 Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης σε παρούσες αξίες – σενάριο 3

ΕΤΟΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΧΡΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΑΛΛΑ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ (€)	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (€)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ ΣΕ ΠΑΡΟΥΣΕΣ ΑΞΙΕΣ (€)
0				-71.572,58 €	1,00	-71.572,58 €
1	7.364,40 €	600,00 €	1.500,00 €	9.464,40 €	0,9434	8.928,68 €
2	7.364,40 €	600,00 €		7.964,40 €	0,8900	7.088,29 €
3	7.364,40 €	600,00 €		7.964,40 €	0,8396	6.687,06 €
4	7.364,40 €	600,00 €		7.964,40 €	0,7921	6.308,55 €
5	7.364,40 €	600,00 €		7.964,40 €	0,7473	5.951,46 €
6	7.364,40 €	600,00 €		7.964,40 €	0,7050	5.614,59 €
7	7.364,40 €	600,00 €		7.964,40 €	0,6651	5.296,78 €
8	7.364,40 €	600,00 €		7.964,40 €	0,6274	4.996,96 €
9	7.364,40 €	600,00 €		7.964,40 €	0,5919	4.714,12 €
10	7.364,40 €	600,00 €		7.964,40 €	0,5584	4.447,28 €

11	6.627,96 €	540,00 €		7.167,96 €	0,5268	3.775,99 €
12	6.627,96 €	540,00 €		7.167,96 €	0,4970	3.562,26 €
13	6.627,96 €	540,00 €		7.167,96 €	0,4688	3.360,62 €
14	6.627,96 €	540,00 €		7.167,96 €	0,4423	3.170,40 €
15	6.627,96 €	540,00 €		7.167,96 €	0,4173	2.990,94 €
16	6.627,96 €	540,00 €		7.167,96 €	0,3936	2.821,64 €
17	6.627,96 €	540,00 €		7.167,96 €	0,3714	2.661,93 €
18	6.627,96 €	540,00 €		7.167,96 €	0,3503	2.511,25 €
19	6.627,96 €	540,00 €		7.167,96 €	0,3305	2.369,10 €
20	6.627,96 €	540,00 €		7.167,96 €	0,3118	2.235,00 €

Η Καθαρή Παρούσα Αξία του τρίτου σεναρίου ισούται με το άθροισμα των καθαρών ταμειακών ροών σε παρούσες αξίες του Πίνακα 6.3.

Πραγματοποιώντας τους ανωτέρω υπολογισμούς προκύπτει ότι **Κ.Π.Α.= 17.920,32 €**, η οποία είναι αυξημένη κατά **17.920,32 € - 14.224,97 € = 3.695,35 €**.

Ως (IRR) της επένδυσης λαμβάνεται **9,07%**. Υπενθυμίζεται ότι ο αρχικός IRR της επένδυσης ήταν **8,46%**.

6.3.3 Αύξηση τιμολογίων Δ.Ε.Η. κατά 10% και αύξηση τιμής πετρελαίου κατά 10% - Σενάριο 4

Το παρόν σενάριο αποτελεί συνδυασμό των σεναρίων 2 και 3 με ταυτόχρονη αύξηση του τιμολογίου της Δ.Ε.Η. και της τιμής του πετρελαίου κατά 10%. Λαμβάνοντας υπόψη αυτή τη μεταβολή, το ετήσιο εξοικονομούμενο ενεργειακό κόστος ανέρχεται σε:

- **Θερμική Ενέργεια (πετρέλαιο):** $84,70 - 21,70 = 63,00 \text{ kWh/m}^2 \times 0,144 \text{ €/kWh} = 9,072 \text{ €/m}^2$ σε ετήσια βάση
- **Ηλεκτρική Ενέργεια:** $99,50 - 49,90 = 49,60 \text{ kWh/m}^2 \times 0,199 \text{ €/kWh} = 9,870 \text{ €/m}^2$ σε ετήσια βάση.

Άρα, η συνολική ετήσια εξοικονόμηση ενεργειακού κόστους ανέρχεται σε: **9,072 €/m² + 9,870 €/m² = 18,942 €/m²**. Συνεπώς, για το σύνολο της επιφάνειας του κτιρίου είναι: **18,942 €/m² x 408 m² = 7.728,34 €/έτος**.

Οι χρηματικές ροές της προτεινόμενης επένδυσης (σε παρούσες αξίες) παρουσιάζονται στον κάτωθι Πίνακα, λαμβάνοντας τις ίδιες υποθέσεις που παρουσιάστηκαν στο βασικό σενάριο.

Πίνακας 6.4 Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης σε παρούσες αξίες – σενάριο 4

ΕΤΟΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΧΡΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΑΛΛΑ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ (€)	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (€)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ ΣΕ ΠΑΡΟΥΣΕΣ ΑΞΙΕΣ (€)
0				-71.572,58 €	1,00	-71.572,58 €
1	7.728,34 €	600,00 €	1.500,00 €	9.828,34 €	0,9434	9.272,02 €
2	7.728,34 €	600,00 €		8.328,34 €	0,8900	7.412,19 €
3	7.728,34 €	600,00 €		8.328,34 €	0,8396	6.992,63 €
4	7.728,34 €	600,00 €		8.328,34 €	0,7921	6.596,83 €
5	7.728,34 €	600,00 €		8.328,34 €	0,7473	6.223,42 €
6	7.728,34 €	600,00 €		8.328,34 €	0,7050	5.871,15 €
7	7.728,34 €	600,00 €		8.328,34 €	0,6651	5.538,82 €
8	7.728,34 €	600,00 €		8.328,34 €	0,6274	5.225,30 €
9	7.728,34 €	600,00 €		8.328,34 €	0,5919	4.929,53 €
10	7.728,34 €	600,00 €		8.328,34 €	0,5584	4.650,50 €

11	6.955,51 €	540,00 €		7.495,51 €	0,5268	3.948,54 €
12	6.955,51 €	540,00 €		7.495,51 €	0,4970	3.725,04 €
13	6.955,51 €	540,00 €		7.495,51 €	0,4688	3.514,19 €
14	6.955,51 €	540,00 €		7.495,51 €	0,4423	3.315,27 €
15	6.955,51 €	540,00 €		7.495,51 €	0,4173	3.127,61 €
16	6.955,51 €	540,00 €		7.495,51 €	0,3936	2.950,58 €
17	6.955,51 €	540,00 €		7.495,51 €	0,3714	2.783,56 €
18	6.955,51 €	540,00 €		7.495,51 €	0,3503	2.626,00 €
19	6.955,51 €	540,00 €		7.495,51 €	0,3305	2.477,36 €
20	6.955,51 €	540,00 €		7.495,51 €	0,3118	2.337,13 €

Η Καθαρή Παρούσα Αξία του τέταρτου σεναρίου ισούται με το άθροισμα των καθαρών ταμειακών ροών σε παρούσες αξίες του Πίνακα 6.4.

Πραγματοποιώντας τους ανωτέρω υπολογισμούς προκύπτει ότι **Κ.Π.Α.= 21.945,11 €**, η οποία είναι αυξημένη κατά **21.945,11 € - 14.224,97 € = 7.720,14 €**.

Ως (IRR) της επένδυσης λαμβάνεται 9,73%. Υπενθυμίζεται ότι ο αρχικός IRR της επένδυσης ήταν 8,46%.

6.3.4 Μείωση τιμής πετρελαίου κατά 20% - Σενάριο 5

Στο Σενάριο 5 λαμβάνεται μειωμένη η τιμή του πετρελαίου κατά 20%, από 1,30 €/lit σε 1,04 €/lit, λόγω ενδεχόμενης μείωσης του Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης για το πετρέλαιο, ο οποίος ανέρχεται σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα. Λαμβάνοντας υπόψη αυτή τη μεταβολή, το ετήσιο εξοικονομούμενο ενεργειακό κόστος ανέρχεται σε:

- **Θερμική Ενέργεια (πετρέλαιο):** $84,70 - 21,70 = 63,00 \text{ kWh/m}^2 \times 0,105 \text{ €/kWh} = 6,615 \text{ €/m}^2$ σε ετήσια βάση

(Αναμενόμενη τιμή πετρελαίου για την περίοδο 2014-2015: 1,04 €/lit,

$H_u=9,95 \text{ kWh/lit}$, Τιμή πετρελαίου ανηγμένη σε €/kWh = $\frac{1,04\text{€/lit}}{9,95 \text{ kWh/lit}} =$

0,105 €/kWh)

- **Ηλεκτρική Ενέργεια:** $99,50 - 49,90 = 49,60 \text{ kWh/m}^2 \times 0,181 \text{ €/kWh} = 8,978 \text{ €/m}^2$ σε ετήσια βάση.

Άρα, η συνολική ετήσια εξοικονόμηση ενεργειακού κόστους ανέρχεται σε: $6,615 \text{ €/m}^2 + 8,978 \text{ €/m}^2 = 15,593 \text{ €/m}^2$. Συνεπώς, για το σύνολο της επιφάνειας του κτιρίου είναι: $15,593 \text{ €/m}^2 \times 408 \text{ m}^2 = 6.361,94 \text{ €/έτος}$.

Οι χρηματικές ροές της προτεινόμενης επένδυσης (σε παρούσες αξίες) παρουσιάζονται στον κάτωθι Πίνακα, λαμβάνοντας τις ίδιες υποθέσεις που παρουσιάστηκαν στο βασικό σενάριο.

Πίνακας 6.5 Ταμειακές ροές προτεινόμενης επένδυσης σε παρούσες αξίες – σενάριο 5

ΕΤΟΣ	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (€)	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ ΑΠΟ ΧΡΗΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΕ ΑΛΛΑ ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ (€)	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ (€)	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΠΡΟΕΞΟΦΛΗΣΗΣ	ΚΑΘΑΡΕΣ ΤΑΜΕΙΑΚΕΣ ΡΟΕΣ ΣΕ ΠΑΡΟΥΣΕΣ ΑΞΙΕΣ (€)
0				-71.572,58 €	1,00	-71.572,58 €
1	6.361,94 €	600,00 €	1.500,00 €	8.461,94 €	0,9434	7.982,96 €
2	6.361,94 €	600,00 €		6.961,94 €	0,8900	6.196,10 €
3	6.361,94 €	600,00 €		6.961,94 €	0,8396	5.845,38 €
4	6.361,94 €	600,00 €		6.961,94 €	0,7921	5.514,51 €
5	6.361,94 €	600,00 €		6.961,94 €	0,7473	5.202,37 €
6	6.361,94 €	600,00 €		6.961,94 €	0,7050	4.907,89 €
7	6.361,94 €	600,00 €		6.961,94 €	0,6651	4.630,09 €
8	6.361,94 €	600,00 €		6.961,94 €	0,6274	4.368,01 €
9	6.361,94 €	600,00 €		6.961,94 €	0,5919	4.120,76 €
10	6.361,94 €	600,00 €		6.961,94 €	0,5584	3.887,51 €

11	5.725,75 €	540,00 €		6.265,75 €	0,5268	3.300,72 €
12	5.725,75 €	540,00 €		6.265,75 €	0,4970	3.113,88 €
13	5.725,75 €	540,00 €		6.265,75 €	0,4688	2.937,63 €
14	5.725,75 €	540,00 €		6.265,75 €	0,4423	2.771,35 €
15	5.725,75 €	540,00 €		6.265,75 €	0,4173	2.614,48 €
16	5.725,75 €	540,00 €		6.265,75 €	0,3936	2.466,49 €
17	5.725,75 €	540,00 €		6.265,75 €	0,3714	2.326,88 €
18	5.725,75 €	540,00 €		6.265,75 €	0,3503	2.195,17 €
19	5.725,75 €	540,00 €		6.265,75 €	0,3305	2.070,91 €
20	5.725,75 €	540,00 €		6.265,75 €	0,3118	1.953,69 €

Η Καθαρή Παρούσα Αξία του πέμπτου σεναρίου ισούται με το άθροισμα των καθαρών ταμειακών ροών σε παρούσες αξίες του Πίνακα 6.5.

Πραγματοποιώντας τους ανωτέρω υπολογισμούς προκύπτει ότι **Κ.Π.Α.= 6.834,18 €**, η οποία είναι μειωμένη κατά **14.224,97 € - 6.834,18 € = 7.390,79 €**.

Ως (IRR) της επένδυσης λαμβάνεται 7,21%. Υπενθυμίζεται ότι ο αρχικός IRR της επένδυσης ήταν 8,46%.

6.3.5 Συμπεράσματα

Στο παρόν Κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η ανάλυση ευαισθησίας της προτεινόμενης επένδυσης και εξετάστηκαν πέντε σενάρια σε πιθανές μεταβολές του επενδύμενου κεφαλαίου και των εσόδων από τη λειτουργία της επένδυσης. Οι μεταβολές στους βασικούς δείκτες αξιολόγησης του επενδυτικού σχεδίου (Κ.Π.Α. και IRR) παρατίθενται στον κάτωθι Πίνακα.

Πίνακας 6.6 Μεταβολές δεικτών αξιολόγησης για κάθε σενάριο

ΣΕΝΑΡΙΟ	Μεταβολή Κ.Π.Α. (Κ.Π.Α. βασικού σεναρίου - Κ.Π.Α. εξεταζόμενου σεναρίου)	Μεταβολή IRR (IRR βασικού σεναρίου - IRR εξεταζόμενου σεναρίου)
1	+ 35.786,29 €	+ 12,89%
2	+ 4.024,68 €	+ 0,67%
3	+ 3.695,35 €	+ 0,61%
4	+ 7.720,14 €	+ 1,27%
5	- 7.390,79 €	- 1,25%

Αξίζει να σημειωθεί πως σε κάθε περίπτωση (ακόμα και για το δυσμενές σενάριο 5) προκύπτει Κ.Π.Α. >0 και IRR > προεξοφλητικό επιτόκιο, συνεπώς οι προτεινόμενες παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας αξιολογούνται θετικά.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΑΝΑΛΥΣΗ SWOT

7.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί η ανάλυση SWOT (**Strengths - Weaknesses – Opportunities – Threats**) για την προτεινόμενη επένδυση της υλοποίησης των παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στο Παλαιό Δημαρχείο Βύρωνα. Θα προηγηθεί μια συνοπτική παρουσίαση του ορισμού και των χαρακτηριστικών της ανάλυσης SWOT.

7.2 Ορισμός και χαρακτηριστικά ανάλυσης SWOT

Η ανάλυση SWOT ¹⁶είναι μία γενική τεχνική σχεδιασμού και οργάνωσης ενός συνεκτικού πλαισίου λήψης αποφάσεων, που μπορεί να αφορά ένα θεσμό, μια επιχείρηση, μια γεωγραφική περιοχή, μια δημόσια πολιτική κτλ. Κατά την ανάλυση SWOT μελετώνται τα δυνατά (**Strengths**) και αδύνατα (**Weaknesses**) σημεία καθώς και οι ευκαιρίες (**Opportunities**) και οι απειλές (**Threats**) που υπάρχουν.

Τα δυνατά και αδύνατα σημεία αφορούν το εσωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης καθώς προκύπτουν από τους εσωτερικούς πόρους που αυτή κατέχει. Τα δυνατά σημεία (**strengths**) αφορούν **τα πλεονεκτήματα, τις δυνάμεις, τις πηγές ή την ικανότητα** που μπορεί να χρησιμοποιήσει μια οργάνωση αποτελεσματικά για να πετύχει τους στόχους της. Τα αδύνατα σημεία (**weaknesses**) **αφορούν τις αδυναμίες, τους περιορισμούς, τα σφάλματα ή τις ελλείψεις στην οργάνωση που εμποδίζουν την επίτευξη των στόχων της**. Αντιθέτως οι ευκαιρίες και οι απειλές αντανακλούν μεταβλητές του εξωτερικού περιβάλλοντος της επιχείρησης τις οποίες η επιχείρηση θα πρέπει να εντοπίσει, να προσαρμοστεί σε αυτές ή ακόμα και να τις προσαρμόσει όπου κάτι τέτοιο είναι εφικτό (π.χ. είσοδος νέων ανταγωνιστών, ρυθμίσεις στο νομικό περιβάλλον, δημιουργία ή/και εμφάνιση νέων αγορών, κλπ.). Οι ευκαιρίες (**opportunities**) αφορούν όλες τις ευνοϊκές συνθήκες στο (εξωγενές) περιβάλλον της

¹⁶ Πάντειο Πανεπιστήμιο (2012) «*Η αξιοποίηση του μεθοδολογικού εργαλείου της Swot Analysis*»

οργάνωσης. Οι απειλές (**Threats**) αφορούν όλες τις ανεπιθύμητες κατάσταση στο (εξωγενές) περιβάλλον της οργάνωσης που είναι δυνητικά ζημιογόνες στη στρατηγική της.

Ως κύριοι στόχοι της ανάλυσης SWOT παρατίθενται οι εξής:

- Συλλογή βασικών συμπερασμάτων της ανάλυσης του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος
- Σύνθεση συμπερασμάτων έτσι ώστε ο φορέας να αποκτήσει ολοκληρωμένη εικόνα
- Διαμόρφωση βασικών προτάσεων

Αξίζει να σημειωθεί ότι σαν εργαλείο, η ανάλυση SWOT δεν αποτελεί πλήρη μελέτη ενός υπό εξέταση θέματος αλλά ένα χρήσιμο και συμπληρωματικό μέσο που βοηθά συχνά στην προκαταρκτική εξέταση και την εξαγωγή βασικών συμπερασμάτων.

Λαμβάνοντας υπόψη την περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης, όπως προκύπτει από τις προηγούμενες ενότητες, διαμορφώνονται τα κατωτέρω ποιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία συνθέτουν την ανάλυση SWOT, το συνδυασμό, δηλαδή, των δυνατών και αδύνατων σημείων (Strengths - Weaknesses), με τις ευκαιρίες που παρουσιάζονται και τις απειλές που ελλοχεύουν (Opportunities - Threats), για την εφαρμογή παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα δημοτικά κτίρια.

Τα πλεονεκτήματα (δυνατά σημεία) που προκύπτουν από την υλοποίηση της προτεινόμενης επένδυσης συνοψίζονται στα εξής:

- Οικονομικά οφέλη (εξοικονόμηση δαπανών λόγω μείωσης καταναλισκόμενης ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό καθώς και εξοικονόμηση δαπανών λόγω μείωσης λειτουργικού κόστους κτιρίου)
- Περιβαλλοντικά οφέλη λόγω της μείωσης εκπομπών ρύπων
- Κοινωνικά οφέλη (τόνωση της απασχόλησης και αναβάθμιση συνθηκών θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης των χρηστών του κτιρίου)
- Δημοσιονομικά οφέλη (αύξηση φορολογικών εσόδων από φόρο εταιρικών κερδών και Φ.Π.Α.)

Ως αδύνατο σημείο μπορεί να θεωρηθεί η μείωση της χρηματοδότησης των Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης από την κεντρική κυβέρνηση (η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των χορηγούμενων πιστώσεων σε έργα αναβάθμισης κτιριακών υποδομών) αλλά και τη μείωση των πιστώσεων του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων (Π.Δ.Ε.).

Οι ευκαιρίες που παρουσιάζονται προκύπτουν από τα εξής:

- Το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο (τόσο εγχώριο όσο και ευρωπαϊκό), το οποίο ενθαρρύνει τις παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού αποτελεί η στροφή της εγχώριας και ευρωπαϊκής πολιτικής προς μέτρα, δράσεις και επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας.
- Πιθανές αυξήσεις στα τιμολόγια ηλεκτρικού ρεύματος καθώς και στις διεθνείς τιμές του πετρελαίου
- Σταδιακή αύξηση της περιβαλλοντικής συνείδησης των πολιτών
- Εμφάνιση νέων χρηματοδοτικών εργαλείων στο πλαίσιο της ευρύτερης πολιτικής για την προστασία του Περιβάλλοντος από την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΣΠΑ 2007-2013 και ΣΕΣ 2014-2020) καθώς και στο πλαίσιο του ιδιωτικού τομέα (Επιχειρήσεις Ενεργειακών Υπηρεσιών κτλ). Οι επιχειρήσεις Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΕΥ) διαθέτοντας την κατάλληλη τεχνογνωσία και εμπειρία, αναλαμβάνουν την υλοποίηση παρεμβάσεων με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την εξοικονόμηση ενέργειας στις εγκαταστάσεις τελικών καταναλωτών. Οι ενεργειακές υπηρεσίες παρέχονται με τη σύναψη σύμβασης ενεργειακής απόδοσης, μεγάλης διάρκειας, μεταξύ ΕΕΥ και τελικού καταναλωτή, στην οποία προβλέπεται ότι η αμοιβή της ΕΕΥ βασίζεται στο οικονομικό όφελος που προκύπτει από τη μείωση των ενεργειακών δαπανών. Οι επιχειρήσεις αυτές έχουν σημειώσει σημαντική διείσδυση στην αγορά της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ενώ στην Ελλάδα με τη ψήφιση του σχετικού θεσμικού πλαισίου {Υπουργική Απόφαση Δ6/13280 (Φ.Ε.Κ. 1228/Β/07-06-2011) και Νόμος 3855/2010 (Φ.Ε.Κ. 95/Α/23-06-2010)} ξεκινά η δραστηριοποίησή τους στην εγχώρια αγορά

- Η μείωση του κόστους υλοποίησης έργων ενεργειακής αναβάθμισης λόγω μείωσης κόστους υλικών αλλά και αύξησης προσφερόμενης έκπτωσης από τους Ανάδοχους-κατασκευαστές του έργου

Τέλος, οι απειλές συνοψίζονται στα εξής:

- Η μειωμένη απορροφητικότητα κοινοτικών κονδυλίων από τους Ο.Τ.Α.
- Η έλλειψη σαφούς και ρεαλιστικού προγράμματος υλοποίησης έργων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτιριακές υποδομές από την πολιτεία
- Η ενδεχόμενη περαιτέρω μείωση της χρηματοδότησης των Ο.Τ.Α. και του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων στο πλαίσιο της ακολουθούμενης δημοσιονομικής πολιτικής

Συνοπτικά, τα στοιχεία της ανάλυσης SWOT παρουσιάζονται στον κάτωθι Πίνακα.

Πίνακας 7.1 Στοιχεία ανάλυσης SWOT

Δυνατά σημεία – πλεονεκτήματα (Strengths)	Αδύνατα σημεία - μειονεκτήματα (Weaknesses)
α) Οικονομικά οφέλη β) Περιβαλλοντικά οφέλη γ) Κοινωνικά οφέλη δ) Δημοσιονομικά οφέλη	α) Μείωση χρηματοδότησης Ο.Τ.Α. και μείωση πιστώσεων Π.Δ.Ε.
Ευκαιρίες (Opportunities)	Απειλές (Threats)
α) Ισχύον νομοθετικό πλαίσιο β) Πιθανές αυξήσεις τιμών ηλεκτρικού ρεύματος και πετρελαίου γ) Αύξηση περιβαλλοντικής συνείδησης πολιτών δ) Εμφάνιση νέων χρηματοδοτικών εργαλείων ε) Μείωση κόστους υλοποίησης έργων ενεργειακής αναβάθμισης	α) Μειωμένη απορροφητικότητα κοινοτικών κονδυλίων από Ο.Τ.Α. β) Η έλλειψη σαφούς και ρεαλιστικού προγράμματος υλοποίησης έργων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτιριακές υποδομές από την πολιτεία γ) Η ενδεχόμενη περαιτέρω μείωση της χρηματοδότησης των Ο.Τ.Α. και του Προγράμματος Δημοσίων Επενδύσεων

Συνοψίζοντας, είναι εύκολα αντιληπτό πως η υλοποίηση της προτεινόμενης επένδυσης έχει σημαντικά περισσότερα πλεονεκτήματα από μειονεκτήματα ενώ και οι ευκαιρίες υπερτερούν των απειλών. Συνεπώς, η υλοποίηση των παρεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στο Παλιό Δημαρχείο Βύρωνα αξιολογείται θετικά.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΥΝΟΨΗ

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία πραγματοποιήθηκε ενεργειακή επιθεώρηση στο κτίριο του Παλαιού Δημαρχείου Βύρωνα με σκοπό τον υπολογισμό των ενεργειακών καταναλώσεων (μέσω ειδικού λογισμικού του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος) και την υπόδειξη των βέλτιστων παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης. Οι δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας που προτάθηκαν είναι οι εξής:

- Πλήρης θερμοϋγκρομόνωση δώματος
- Αντικατάσταση πλαισίων και υαλοπινάκων
- Εφαρμογή συστήματος επιχρισμένης θερμομόνωσης εξωτερικών τοίχων
- Αντικατάσταση Λέβητα Κεντρικής Θέρμανσης και εγκατάσταση συστήματος αντιστάθμισης στον καυστήρα / λέβητα
- Αντικατάσταση των φωτιστικών σωμάτων με νέα υψηλής απόδοσης
- Αντικατάσταση των αυτόνομων κλιματιστικών μονάδων “split units” από κεντρικό σύστημα κλιματισμού τύπου VRV υψηλής απόδοσης

Στη συνέχεια, υπολογίστηκαν εκ νέου οι ενεργειακές καταναλώσεις του κτιρίου θεωρώντας ότι υλοποιήθηκαν οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας και προέκυψε εξοικονόμηση καταναλισκόμενης ενέργειας κατά 61,13%. Μέσω της κατάρτισης Τιμολογίου και Προϋπολογισμού Μελέτης (σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία περί κατασκευής δημοσίων έργων) και της αναγωγής του ενεργειακού οφέλους σε οικονομικό, κατέστη δυνατό να καθοριστούν τα στοιχεία κόστους και οφέλους από την υλοποίηση της προτεινόμενης επένδυσης. Η οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης, με τη χρήση όλων των βασικών δεικτών αξιολόγησης επενδυτικών σχεδίων, απέδειξε ότι οι προτεινόμενες παρεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης αξιολογούνται θετικά και πρέπει να αναληφθούν από το φορέα επένδυσης (Δήμος Βύρωνα στην προκειμένη περίπτωση). Η ανάλυση ευαισθησίας, τόσο ως προς το επενδύσιμο κεφάλαιο όσο και ως προς τις ταμειακές εισροές, καθώς και η ανάλυση SWOT συνέκλιναν στο ίδιο θετικό συμπέρασμα.

Η παρούσα Διπλωματική εργασία είχε στόχο, μέσω ενός πραγματικού case study όπως αυτό που αναλύθηκε, να καταδείξει το όφελος που θα έχει η ελληνική πολιτεία αν προχωρήσει στην υλοποίηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας για το σύνολο του

δημόσιου ενδιαφέροντος κτιριακού δυναμικού. Το ενεργειακό και λειτουργικό κόστος του δημόσιου ενδιαφέροντος κτιριακού δυναμικού ανέρχεται σε 450.000.000 € ή 0,25 % του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος (Α.Ε.Π.) της χώρας. **Στην περίπτωση επίτευξης ανάλογης εξοικονόμησης ενέργειας για το σύνολο των δημοσίων κτιρίων, το ενεργειακό και λειτουργικό κόστος θα μειωθεί κατά 61,13%, συνεπώς κατά 275.085.000 € ή 0,15283 % του Α.Ε.Π. της χώρας.** Η μείωση του κόστους λειτουργίας των δημοσίων κτιρίων θα έχει ως αποτέλεσμα την αποδέσμευση σημαντικών κονδυλίων, τα οποία θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγικότερους σκοπούς (π.χ. Πρόγραμμα Δημοσίων Επενδύσεων, κοινωνική πολιτική). Επίσης, βελτιώνεται το ενεργειακό ισοζύγιο και το ενεργειακό απόθεμα της χώρας, προστατεύεται το περιβάλλον και προσφέρεται δραστικά καλύτερη θερμική, οπτική και ακουστική άνεση των χρηστών των κτιρίων (δημόσιοι υπάλληλοι και πολίτες που συναλλάσσονται με δημόσιες υπηρεσίες). Τέλος, δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας με αποτέλεσμα την τόνωση της απασχόλησης, την αύξηση των φορολογικών εσόδων και την αύξηση εισπραξιμότητας ασφαλιστικών εισφορών.

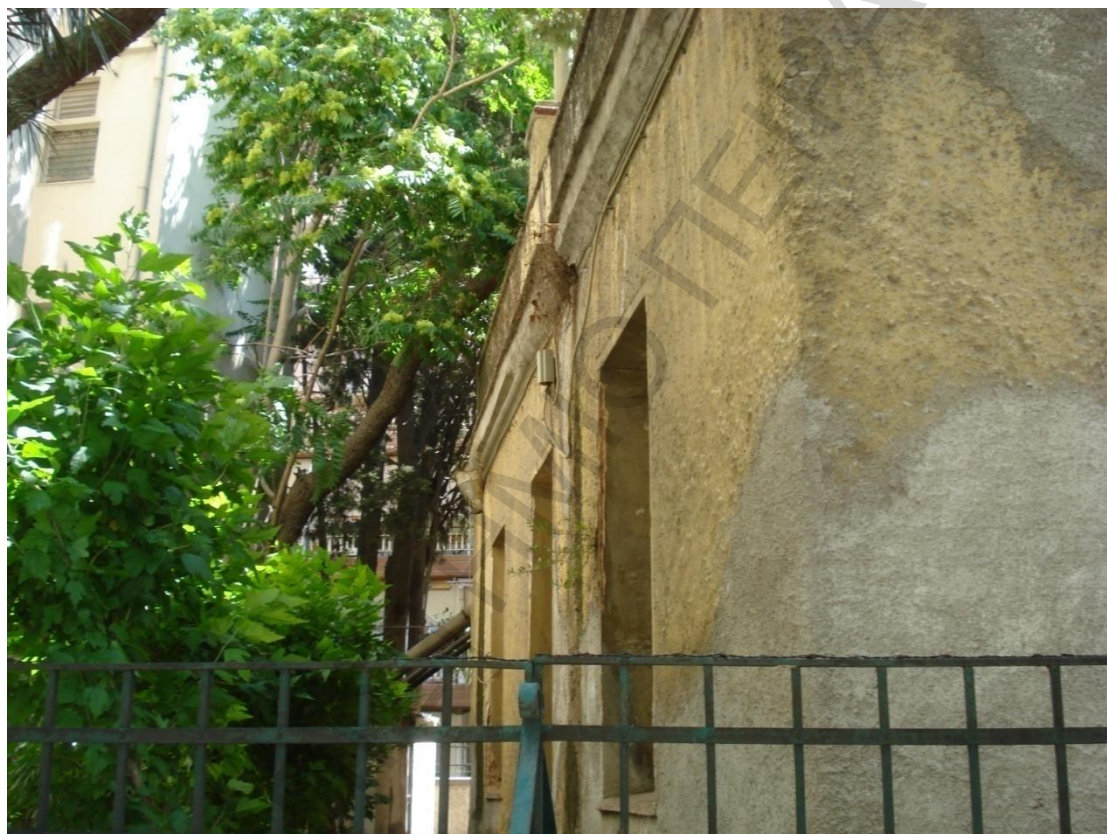
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΣΧΕΔΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ



Φωτογραφία 1 Εξωτερική τοιχοποιία κτιρίου – παντελής απουσία θερμομόνωσης



Φωτογραφία 2 Κεντρικός διάδρομος ισογείου – πεπαλαιωμένα ξύλινα ανοίγματα



Φωτογραφία 3 Λεβητοστάσιο κτιρίου – πεπαλαιωμένες εγκαταστάσεις
Κεντρικής Θέρμανσης



Φωτογραφία 4 Χώρος γραφείου – υφιστάμενη κλιματιστική συσκευή



Φωτογραφία 5 Χώρος γραφείου – υφιστάμενο φωτιστικό σώμα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

- Αρτίκης Γ. (1999). *Χρηματοοικονομική Διοίκηση*, Εκδόσεις Σταμούλης
- Θεοφανίδης Σ. (1985). *Εγχειρίδιο Αξιολόγησης Επενδυτικών Σχεδίων*, Εκδόσεις Παπαζήση
- Μπάλλας Α, Χέβας Δ. (2009). *Χρηματοοικονομική Λογιστική*, Εκδόσεις Πετράκη
- Οδηγία 2012/27/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου και του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ενεργειακή απόδοση
- Πετράκης Π. (2007). *Αξιολόγηση Επενδύσεων*, Εκδόσεις Πετράκη
- Περδίδος Σ. (2006). *Οικονομική αξιολόγηση επεμβάσεων για εξοικονόμηση ενέργειας*, Εκδόσεις TeKDOTIKI
- Περδίδος Σ. (2007). *Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια, αθλητικά κέντρα, βιομηχανίες, μεταφορές*, Εκδόσεις TeKDOTIKI
- Σαμπράκος Ε. (2001). *Εισαγωγή στην Οικονομική των Μεταφορών Β' Έκδοση*, Εκδόσεις Σταμούλης
- Σαμπράκος Ε. (2010). *Σημειώσεις στις Οικονομοτεχνικές Μελέτες*
- Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 20701-1 (2010). *Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης*
- Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 20701-2 (2010). *Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων*
- Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 20701-3 (2010). *Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών*

Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 20701-4 (2010).
*Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων
θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού*

Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (2010). *Ενεργειακή
απόδοση κτιρίων*

Ξένη

ASHRAE (2009). *Handbook of fundamentals*

ASHRAE (2009). *Handbook of refrigeration*

Διαδικτυακοί Τόποι

www.ypeka.gr

www.tee.gr

www.buildingcert.gr

www.et.gr