



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ  
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ**

Μ.Π.Σ.: Οργάνωση & Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων  
Logistics Management

---

**ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ  
ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

---

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

ΤΩΝ

**Γεωργίου Δ. Μπώκου**

Μηχανολόγου Μηχανικού Βιομηχανίας

&

**Περίανδρου Ι. Τόγια**

Μηχανολόγου και Αεροναυπηγού Μηχανικού

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

**ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ Μ. ΕΜΠΡΗΣ**

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Πειραιάς, Σεπτέμβριος 2008

- ❖ Γεώργιος Δ. Μώκος  
Μηχανολόγος Μηχανικός Βιομηχανίας
- ❖ Περίανδρος Ι. Τόγιας  
Μηχανολόγος & Αεροναυπηγός Μηχανικός

Copyright © Γεώργιος Δ. Μώκος, Περίανδρος Ι. Τόγιας, 2008.  
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τους συγγραφείς και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Στους γονείς μου,  
Δημήτρη, Σταυρούλα  
και στον αδερφό μου Χάρη

Γιώργος Μπώκος

Στους γονείς μου,  
Γιάννη, Μαρούλα  
και στην αδερφή μου Γιόλα

Πέρης Τόγιας

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η ολοκλήρωση της εργασίας αυτής δεν θα ήταν δυνατή αν δεν είχαμε την αμέριστη συμπαράσταση και καθοδήγηση ανθρώπων, οι οποίοι μας αγκάλιασαν με την εμπιστοσύνη τους και μας υποστήριξαν σε κάθε μας βήμα. Πρώτα απ' όλα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα της διπλωματικής μας εργασίας, Επίκουρο Καθηγητή κ. Δημήτριο Εμίρη, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της δουλειάς μας. Στη συνέχεια, οφείλουμε ευχαριστίες στο προσωπικό των ακολούθων υπηρεσιών του πανεπιστημίου, Τεχνική Υπηρεσία, Οικονομική Υπηρεσία και Διεύθυνση Μηχανοργάνωσης, για την άμεση ανταπόκρισή τους στα αιτήματά μας. Ιδιαίτερα, θα θέλαμε να αναφερθούμε στους κ. Ιωάννη Τόγια και Δημήτριο Λαγγούση για την συνδρομή τους στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο της εργασίας μας.

Ολοκληρώνοντας, δεν θα μπορούσαμε να παραβλέψουμε φυσικά τις οικογένειες μας, των οποίων είχαμε την αμέριστη συμπαράσταση σε όλη την διάρκεια κι αυτής της προσπάθειάς. Ήταν οι άνθρωποι που με την ολόψυχη αγάπη τους, την υπομονή τους και την διαρκή υποστήριξή τους έκαναν τις δύσκολες στιγμές να μοιάζουν ευκολότερες.

Γεώργιος Μπώκος,  
Περίανδρος Τόγιας,  
Πειραιάς 2008

# **ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Δ. ΜΠΩΚΟΣ

ΠΕΡΙΑΝΔΡΟΣ Ι. ΤΟΓΙΑΣ

Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης & Τεχνολογίας,  
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα : Οργάνωση & Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων,  
Κατεύθυνση Logistics Management, 2008

Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Εμίρης Μ. Δημήτριος, Επίκουρος Καθηγητής

## **Περίληψη**

Κάθε μεγάλος δημόσιος οργανισμός ή ανώτατο εκπαιδευτικό ίδρυμα οφείλει να υιοθετήσει πολιτικές και δράσεις προς την κατεύθυνση της βελτίωσης της ενεργειακής και περιβαλλοντικής του απόδοσης. Ο καθορισμός της ενεργειακής και περιβαλλοντικής πολιτικής ενός ανώτατου εκπαιδευτικού ιδρύματος, εξετάζει το πρόβλημα, σχετικά με το ποιες περιβαλλοντικές ενέργειες και ποιες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας και φυσικών πόρων θα λάβουν χώρα στο ίδρυμα καθώς και τι εξοικονομήσεις θα επιφέρουν στις καταναλώσεις του. Ο στόχος είναι να εφαρμοστούν αυτές οι δράσεις που θα έχουν το μεγαλύτερο αντίκτυπο στις καταναλώσεις (ενεργειακές και φυσικών πόρων). Σε αυτή τη διπλωματική εργασία, αναπτύσσουμε ένα μοντέλο υπολογισμού ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων και ετήσιων καταναλισκόμενων ποσοτήτων ανακυκλώσιμων υλικών και το εφαρμόζουμε στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Στη συνέχεια προτείνουμε δράσεις με βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο ορίζοντα εφαρμογής που εστιάζουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην καλύτερη διαχείριση των ανακυκλώσιμων υλικών. Έπειτα, υπολογίζουμε τις εξοικονομήσεις που θα προέλθουν από την εφαρμογή των προαναφερθέντων δράσεων. Τέλος, ολοκληρώνουμε με την αποτίμηση των πολλαπλών οφελών που θα είχε το Πανεπιστήμιο από την εφαρμογή περιβαλλοντικών δράσεων και δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας και φυσικών πόρων.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
1.1	Κίνητρο και Υπόβαθρο .....	1
1.2	Σκοπός της Εργασίας.....	2
1.3	Διάρθρωση της Εργασίας.....	3
<b>2</b>	<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΑΝΩΤΑΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΩΝ .....</b>	<b>5</b>
2.1	Εισαγωγή.....	5
2.2	Ανασκόπηση Εφαρμοσμένων Πρακτικών – Αποτελέσματα από Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα.....	6
2.2.1	Η Χρήση της Ενέργειας.....	7
2.2.2	Η Χρήση του Νερού .....	10
2.2.3	Η Διαχείριση των Αποβλήτων.....	11
2.2.4	Η Αγορά και Διαχείριση των Εισρεόμενων Υλικών .....	12
2.3	Ενεργειακές και Περιβαλλοντικές Δράσεις Ανώτατων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων στην Ελλάδα – Πανεπιστήμιο Μακεδονίας .....	14
2.3.1	Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας .....	15
2.3.1.1	Δράσεις Εξοικονόμησης Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	15
2.3.1.2	Δράσεις Εξοικονόμησης Θερμικής Ενέργειας.....	17
2.3.2	Δράσεις Ανακύκλωσης και Επαναχρησιμοποίησης Υλικών .....	18
2.3.2.1	Δράσεις Μείωσης Χρήσης Χαρτιού .....	19
2.3.2.2	Δράσεις Ανακύκλωσης.....	20
2.3.3	Περιβαλλοντική Ενημέρωση και Εκπαίδευση των Εργαζομένων και των Φοιτητών ....	21
2.4	Συμπεράσματα .....	22
<b>3</b>	<b>ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΤΗΣΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΕΙΡΑΙΩΣ .....</b>	<b>25</b>
3.1	Εισαγωγή.....	25
3.2	Ανάλυση Μοντέλου.....	26
3.3	Υπολογισμός Καταναλισκόμενης Ηλεκτρικής Ενέργειας .....	30
3.3.1	Φωτισμός.....	30
3.3.1.1	Φωτισμός Γραφείων .....	31
3.3.1.2	Φωτισμός Χώρων Διδασκαλίας .....	37
3.3.1.3	Φωτισμός Κοινόχρηστων Χώρων.....	42
3.3.1.4	Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Φωτισμού .....	52
3.3.2	Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές & Περιφερειακά .....	54
3.3.2.1	Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές (Η/Υ).....	54
3.3.2.2	Εκτυπωτές (Printers) .....	56
3.3.2.3	Φωτοτυπικά (Photocopiers) .....	57

3.3.2.4	Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Η/Υ & Περιφερειακών .....	58
3.3.3	Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός .....	60
3.3.3.1	Ανελκυστήρες.....	61
3.3.3.2	Σύστημα Θέρμανσης.....	62
3.3.3.3	Σύστημα Ψύξης.....	63
3.3.3.4	Σύστημα Εξαερισμού .....	65
3.3.3.5	Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας από τον Ηλεκτρομηχανολογικό Εξοπλισμό (Η/Μ).....	67
3.3.4	Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει. ....	69
3.4	Σύγκριση εκτιμώμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τη πραγματική .....	71
3.5	Θερμική Ενέργεια.....	77
3.6	Ανακυκλώσιμα Υλικά.....	79
3.6.1	Χαρτί.....	80
3.6.2	Πλαστικό.....	81
3.6.3	Αλουμίνιο .....	84
3.6.4	Χάρτινες Συσκευασίες τύπου Tetra Pak.....	86
3.6.5	Λοιπά Ανακυκλώσιμα Υλικά .....	89
3.6.6	Συμπεράσματα .....	90
<b>4</b>	<b>ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΕΙΣ .....</b>	<b>93</b>
4.1	Εισαγωγή.....	93
4.2	Επιπτώσεις από την Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας.....	94
4.3	Οικονομικές Επιπτώσεις Εκπομπής Διοξειδίου του Άνθρακα από Ηλεκτροπαραγωγή .....	97
4.4	Θερμική Ενέργεια.....	99
4.5	Ανακυκλώσιμα Υλικά – Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός .....	101
4.5.1	Χαρτί.....	101
4.5.2	Αλουμίνιο .....	101
4.5.3	Πλαστικό.....	101
4.5.4	Χάρτινες Συσκευασίες Τύπου Tetra Pak.....	102
4.5.5	Λοιπά Ανακυκλώσιμα Υλικά και Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός.....	102
4.6	Συμπεράσματα .....	103
<b>5</b>	<b>ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ.....</b>	<b>105</b>
5.1	Εισαγωγή.....	105
5.2	Άμεσες / Βραχυπρόθεσμες Περιβαλλοντικές Δράσεις .....	106
5.2.1	Άμεσες Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας.....	106
5.2.2	Άμεσες Δράσεις Διαχείρισης Ανακυκλώσιμων Υλικών.....	107
5.3	Έμμεσες / Μακροπρόθεσμες Περιβαλλοντικές Δράσεις .....	108
5.3.1	Έμμεσες Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας.....	108
5.3.2	Έμμεσες Δράσεις Διαχείρισης Ανακυκλώσιμων Υλικών.....	110

5.4	Καμπάνια Προωθητικών Ενεργειών & Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης .....	111
5.5	Συμπεράσματα .....	112
<b>6</b>	<b>ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΚΑΙΡΙΩΝ .....</b>	<b>115</b>
6.1	Εισαγωγή .....	115
6.2	Περιβαλλοντικές Δράσεις και Εξοικονόμηση Πόρων.....	116
6.3	Σχεδιασμός Έργου Εφαρμογής Περιβαλλοντικών Δράσεων στο Κεντρικό Κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς .....	120
6.4	Αποτύπωση Διάθεσης Εμπλεκομένων για Συμμετοχή στις Περιβαλλοντικές Δράσεις ....	124
6.5	Ανάλυση Ευαισθησίας .....	125
6.6	Μελέτη Εγκατάστασης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς .....	137
6.7	Συμπεράσματα .....	144
<b>7</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>145</b>
	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>149</b>
	<b>Π.1.Το Ερωτηματολόγιο .....</b>	<b>149</b>
	<b>Π.2. Αποτελέσματα .....</b>	<b>153</b>
	<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>161</b>



## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 2-1 Κόστη και Οικονομικά Οφέλη από Περιβαλλοντικές Δράσεις στο Πα.Μακ.....	21
Πίνακας 2-2 Κόστη Διεξαγωγής Σεμιναρίων στο Πα.Μακ.....	22
Πίνακας 3-1 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Διοικητικών Γραφείων. ....	32
Πίνακας 3-2 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Γραφείων Διοικητικού Προσωπικού.....	33
Πίνακας 3-3 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Γραφείων Μελών Δ.Ε.Π.....	35
Πίνακας 3-4 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Γραφείων Μελών Δ.Ε.Π. ....	37
Πίνακας 3-5 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Αμφιθεάτρων. ....	38
Πίνακας 3-6 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Αμφιθεάτρων.....	39
Πίνακας 3-7 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Εργαστηρίων. ....	41
Πίνακας 3-8 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Εργαστηρίων.....	42
Πίνακας 3-9 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Διαδρόμων. ....	43
Πίνακας 3-10 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Διαδρόμων.....	44
Πίνακας 3-11 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Κλιμάκων.....	45
Πίνακας 3-12 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Κλιμάκων.....	45
Πίνακας 3-13 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Τουαλετών. ....	47
Πίνακας 3-14 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Τουαλετών. ....	48
Πίνακας 3-15 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Βιβλιοθήκης. ....	49
Πίνακας 3-16 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Βιβλιοθήκης. ....	49
Πίνακας 3-17 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Χώρου Στάθμευσης.....	50
Πίνακας 3-18 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Χώρου Στάθμευσης.....	50
Πίνακας 3-19 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Περιβάλλοντα Χώρου. ....	51
Πίνακας 3-20 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Περιβάλλοντα Χώρου. ....	52
Πίνακας 3-21 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια Φωτισμού Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει. ....	53
Πίνακας 3-22 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Η/Υ. ....	56
Πίνακας 3-23 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Εκτυπωτών.....	57
Πίνακας 3-24 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτοτυπικών.....	58
Πίνακας 3-25 Ετήσια Καταναλισκόμενη ΗΛ/κή Ενέργεια Η/Υ & Περιφερειακών Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.....	59
Πίνακας 3-26 Εγκατεστημένη Ισχύς Ανελκυστήρων. ....	61
Πίνακας 3-27 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Ανελκυστήρων. ....	62
Πίνακας 3-28 Εγκατεστημένη Ισχύς Συστήματος Θέρμανσης. ....	62
Πίνακας 3-29 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Συστήματος Θέρμανσης. ....	63
Πίνακας 3-30 Εγκατεστημένη Ισχύς Συστήματος Ψύξης.....	64
Πίνακας 3-31 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Συστήματος Ψύξης.....	65
Πίνακας 3-32 Εγκατεστημένη Ισχύς Συστήματος Εξαερισμού.....	66
Πίνακας 3-33 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Συστήματος Εξαερισμού.....	67

Πίνακας 3-34 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια Η/Μ Εξοπλισμού Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.....	68
Πίνακας 3-35 Συνολική Ετήσια Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.....	69
Πίνακας 3-36 Πραγματική Μηνιαία Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.....	72
Πίνακας 3-37 Μηνιαία Εκτιμώμενη Κατανάλωση Ηλ/κής Ενέργειας στο Κεντρικό Κτίριο του Πα.Πει.	74
Πίνακας 3-38 Συνολική Ετήσια Καταναλισκόμενη Ηλ/κή Ενέργεια Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει (2007).	77
Πίνακας 3-39 Επιμερισμός Ετήσιας Κατανάλωσης Πετρελαίου στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.....	78
Πίνακας 3-40 Ετήσια Κατανάλωση Φωτοαντιγραφικού Χαρτιού – Α4 στο Πα.Πει.....	80
Πίνακας 3-41 Δειγματοληψία Πλαστικών Μπουκαλιών.....	81
Πίνακας 3-42 Εκτίμηση Ετήσιας Κατανάλωσης Πλαστικών Μπουκαλιών στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.	83
Πίνακας 3-43 Δειγματοληψία Αλουμιένιων Κουτιών.....	84
Πίνακας 3-44 Εκτίμηση Ετήσιας Κατανάλωσης Αλουμιένιων Κουτιών στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ...	85
Πίνακας 3-45 Δειγματοληψία Χάρτινων Συσκευασιών Tetra Pak. ....	87
Πίνακας 3-46 Εκτίμηση Ετήσιας Κατανάλωσης Χάρτινων Συσκευασιών Τύπου Tetra Pak στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ....	88
Πίνακας 4-1 Μοναδιαίες Τιμές Εκπομπής Ρύπων.....	95
Πίνακας 4-2 Εκτιμώμενες Εκπομπές Αέριων Ρύπων από την Κατανάλωση Ηλ/κής Ενέργειας στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ....	96
Πίνακας 4-3 Πραγματικές Εκπομπές Αέριων Ρύπων από την Κατανάλωση Ηλ/κής Ενέργειας στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ....	97
Πίνακας 4-4 Μοναδιαίες Τιμές Εκπομπής Ρύπων από την καύση Πετρελαίου.....	100
Πίνακας 4-5 Εκτιμώμενες Εκπομπές Αέριων Ρύπων από την Κατανάλωση Θερμικής Ενέργειας στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ....	100
Πίνακας 6-1 Περιβαλλοντικές Δράσεις και Εκτίμηση Εξοικονόμησης Πόρων.....	118
Πίνακας 6-2 Ανάλυση Ευαισθησίας Ετήσιων Εξοικονομήσεων Ενέργειας και Φυσικών Πόρων στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ....	128
Πίνακας 6-3 Συνολικό Κόστος Επένδυσης Φ/Β Συστημάτων.....	140
Πίνακας 6-4 Χρηματοδοτικό Σχήμα Επένδυσης.....	141
Πίνακας 6-5 Υποθέσεις Μεγεθών για την Αξιολόγηση της Επένδυσης.....	141
Πίνακας 6-6 Ανάλυση Αποπληρωμής Επένδυσης.....	142

## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα 2-1 Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Ώρα Λειτουργίας στο Πα.Μακ. ....	16
Διάγραμμα 2-2 Κατανάλωση Θερμικής Ενέργειας ανά Ώρα Λειτουργίας στο Πα.Μακ. ....	18
Διάγραμμα 2-3 Ετήσια Κατανάλωση Χαρτιού Α4 στο Πα.Μακ.....	19
Διάγραμμα 2-4 Αριθμός Μελανωτών & Toners που Αναγομώθηκαν από το 2003-2005 στο Πα.Μακ.	20
Διάγραμμα 3-1 Μοντέλο Υπολογισμού Ετήσιας Κατανάλωσης Ενέργειας και Ανακυκλώσιμων Υλικών στο Κεντρικό Κτίριο του Πα.Πει. ....	29
Διάγραμμα 3-2 Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Κατηγορία Φωτισμού στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ....	53
Διάγραμμα 3-3 Ετήσια Ποσοστιαία Κατανάλωση Ηλ/κής Ενέργειας από Η/Υ & Περιφερειακά στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ....	60
Διάγραμμα 3-4 Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Κατηγορία Η/Μ Εξοπλισμού Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει. ....	68
Διάγραμμα 3-5 Επιμερισμός Ετήσιας Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ....	70
Διάγραμμα 3-6 Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει. ....	71
Διάγραμμα 3-7 Μηνιαία Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει. (2007).....	75
Διάγραμμα 3-8 Μηνιαία Κατανάλωση Πετρελαίου στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ....	79
Διάγραμμα 3-9 Μηνιαία Κατανάλωση Πλαστικών Μπουκαλιών στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ....	83
Διάγραμμα 3-10 Μηνιαία Κατανάλωση Αλουμινένιων Κουτιών στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ....	86
Διάγραμμα 3-11 Μηνιαία Κατανάλωση Αλουμινένιων Κουτιών στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει. ....	88
Διάγραμμα 3-12 Μοντέλο Υπολογισμού Ετήσιων Εκτιμώμενων Καταναλώσεων Ενέργειας και Ποσοτήτων Ανακυκλώσιμων Υλικών από το κεντρικό κτίριο Πα.Πει.....	91
Διάγραμμα 4-1 Ποσοστό Συμμετοχής Εξοπλισμού Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει. στην Ετήσια Εκπομπή Αέριων Ρύπων από την Κατανάλωση Ηλ/κής Ενέργειας.....	96
Διάγραμμα 4-2 Παραγόμενες Ποσότητες Αέριων Ρύπων από το Κεντρικό Κτίριο του Πα.Πει. ....	100
Διάγραμμα 6-1 Ερωτηθέντες φοιτητές. ....	124
Διάγραμμα 6-2 Ανάλυση Ευαισθησίας – Δράσεις με τη Μεγαλύτερη Εξοικονόμηση Ηλεκτρικής Ενέργειας. ....	133
Διάγραμμα 6-3 Ανάλυση Ευαισθησίας – Δράσεις με Μικρότερη Εξοικονόμηση Ενέργειας.....	134
Διάγραμμα 6-4 Ανάλυση Ευαισθησίας – Δράσεις Εξοικονόμησης & Ανακύκλωσης Χαρτιού.....	135
Διάγραμμα 6-5 Ανάλυση Ευαισθησίας – Ανακύκλωση Πλαστικού, Αλουμινίου & Χάρτινων Συσκευασιών(Tetra Pak).....	135

## ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 3-1 Εξωτερική Όψη Πα.Πει.....	25
Εικόνα 3-2 Φωτιζόμενοι Χώροι στο Κεντρικό Κτίριο του Πα.Πει.....	30
Εικόνα 3-3 Φωτισμός Αμφιθεάτρων Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.....	37
Εικόνα 3-4 Φωτισμός Εργαστηρίων Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.....	40
Εικόνα 3-5 Φωτισμός Διαδρόμων Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.....	42
Εικόνα 3-6 Φωτισμός Κλιμάκων Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.....	44
Εικόνα 3-7 Φωτισμός Τουαλετών Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.....	46
Εικόνα 3-8 Φωτισμός Αναγνωστηρίου Βιβλιοθήκης Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.....	48
Εικόνα 3-9 Φωτισμός Χώρου Στάθμευσης Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.....	49
Εικόνα 3-10 Φωτισμός Περιβάλλοντος Χώρου Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.....	51
Εικόνα 4-1 Περιβαλλοντικές Επιβαρύνσεις.....	93
Εικόνα 4-2 Ηλεκτροπαραγωγή.....	97
Εικόνα 4-3 Διακύμανση Τιμής Αγοράς Δικαιώματος Εκπομπής ενός τόνου CO <sub>2</sub> .....	99
Εικόνα 6-1 Δομική Ανάλυση Εργασιών Περιβαλλοντικών Δράσεων.....	122
Εικόνα 6-2 Διάγραμμα Gantt Περιβαλλοντικών Δράσεων.....	123
Εικόνα 6-3 Φωτοβολταϊκά Συστήματα στις Οροφές Δημόσιων Κτιρίων.....	138
Εικόνα 6-4 Οροφή Κεντρικού Κτιρίου Πανεπιστημίου Πειραιώς.....	139

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Κίνητρο και Υπόβαθρο

Με την έναρξη του 21ου αιώνα βρεθήκαμε αντιμέτωποι με το φαινόμενο να έρχονται στην επικαιρότητα, όλο και πιο συχνά, θέματα που άπτονται των επιπτώσεων των δραστηριοτήτων του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον. Θέματα, όπως η αύξηση της παγκόσμιας θερμοκρασίας (global warming), βρίσκονται στην ημερήσια διάταξη των ειδησεογραφικών πρακτορείων. Η διαφορά σε σχέση με προηγούμενες δεκαετίες έγκειται στο ότι τα θέματα αυτά έχουν πάψει, πλέον, να απασχολούν μόνο την ερευνητική κοινότητα αλλά αποτελούν αντικείμενο έντονου προβληματισμού τόσο για τα κράτη και τους διεθνείς οργανισμούς όσο και για τις τοπικές κοινωνίες. Το κύριο πρόβλημα που προκαλεί την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου που πλέον έχει αναπτυχθεί τόσο πολύ που η κατάσταση από πολλούς επιστήμονες χαρακτηρίζεται ως μη αναστρέψιμη. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι αποτέλεσμα της ραγδαίας ανάπτυξης του σύγχρονου δυτικού κόσμου καθώς και της ανεξέλεγκτης ανάπτυξης που παρουσιάζουν αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Ινδία και η Κίνα τα τελευταία χρόνια.

Η παγκόσμια ανάπτυξη που συνεπάγεται την αύξηση των αναγκών του ανθρώπου κινείται με γοργούς ρυθμούς και με ανάλογους ρυθμούς αυξάνονται και οι επιπτώσεις της στο φυσικό περιβάλλον, δηλαδή η ανεξέλεγκτη καταστροφή του και η κατασπατάληση των φυσικών πόρων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Θεωρώντας δεδομένο ότι η ανάπτυξη του σύγχρονου κόσμου δεν μπορεί να επιβραδυνθεί αλλά ότι είναι δυνατός ο εξορθολογισμός του τρόπου επίτευξης της ανάπτυξης, πλέον η διεθνής κοινότητα ασχολείται όλο και περισσότερο με το ζήτημα της αειφόρου ανάπτυξης (sustainable development), δηλαδή της ανάπτυξης που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες. Η κατεύθυνση της αειφόρου ανάπτυξης είναι πλέον η μόνη λύση στην αντιμετώπιση του τεράστιου αυτού προβλήματος που έχει προκύψει.

Προκειμένου να επιτευχθούν θετικά αποτελέσματα προς αυτήν την κατεύθυνση πρέπει όλοι οι εμπλεκόμενοι να αναλάβουν συγκεκριμένες δράσεις για την αντιμετώπισή του,

ανάλογα με το μερίδιο ευθύνης που αναλογεί στον καθένα. Το παραπάνω μεταφράζεται στο ότι τόσο οι βιομηχανίες, που ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για την τωρινή κατάσταση, όσο και οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα της παροχής υπηρεσιών, ευθύνονται σε μικρότερο βαθμό, θα πρέπει να εφαρμόσουν πρακτικές που να έχουν ως στόχο τη βελτίωση της περιβαλλοντικής τους απόδοσης. Προς αυτήν την κατεύθυνση έχουν κινηθεί πολλοί δημόσιοι οργανισμοί καθώς και αρκετά ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα ανά τον κόσμο είτε σχεδιάζοντας ολοκληρωμένα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης είτε εφαρμόζοντας αποτελεσματικές περιβαλλοντικές δράσεις στην κατεύθυνση της μείωσης των ενεργειακών τους καταναλώσεων αλλά και στην κατεύθυνση της αποτελεσματικής διαχείρισης των ανακυκλώσιμων υλικών που καταναλώνουν.

Σε αυτή την εργασία, δημιουργούμε ένα μοντέλο υπολογισμού των ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων και των ετήσιων καταναλισκόμενων ποσοτήτων ανακυκλώσιμων υλικών για το κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Στη συνέχεια, σχεδιάζουμε ενεργειακές και περιβαλλοντικές δράσεις για το κτίριο αυτό που κινούνται στην κατεύθυνση της μείωσης των ενεργειακών του καταναλώσεων και της βέλτιστης διαχείρισης των καταναλισκόμενων ανακυκλώσιμων υλικών του. Τέλος, ποσοτικοποιούμε τις εξοικονομήσεις που προκύπτουν από την εφαρμογή των σχεδιαζόμενων δράσεων, τόσο σε περιβαλλοντικό επίπεδο όσο και σε οικονομικό επίπεδο.

Η συνεισφορά αυτής της εργασίας έγκειται στο ότι έχει αναπτυχθεί έτσι ώστε να αποτελέσει έναν οδηγό σχεδιασμού ενεργειακών και περιβαλλοντικών πολιτικών ανωτάτων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων γενικότερα καθώς και άλλων οργανισμών παροχής υπηρεσιών με παρόμοια χρηστικά και πληθυσμιακά χαρακτηριστικά με αυτά ενός πανεπιστημίου.

## 1.2 Σκοπός της Εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο υπολογισμός των ενεργειακών εξοικονομήσεων και των ποσοτήτων ανακυκλώσιμων υλικών που εξοικονομούνται από την εφαρμογή ενεργειακών και περιβαλλοντικών δράσεων στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Προκειμένου να γίνει αυτό, πρέπει πρώτα να επιτευχθούν δύο επιμέρους στόχοι: ο πρώτος στόχος είναι ο υπολογισμός των ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων και των ετήσιων καταναλισκόμενων ποσοτήτων ανακυκλώσιμων υλικών του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς ενώ ο δεύτερος στόχος είναι η αναλυτική καταγραφή και περιγραφή των περιβαλλοντικών δράσεων που θα πρέπει να αναληφθούν από το Πανεπιστήμιο προκειμένου να προκύψουν οι επιθυμητές εξοικονομήσεις μέσα σε ένα εύλογο χρονικό διάστημα.

### 1.3 Διάρθρωση της Εργασίας

Η εργασία έχει την εξής διάρθρωση: Στο Κεφάλαιο 2, γίνεται αναφορά σε επιτυχημένες πρακτικές που έχουν ακολουθήσει ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα ανά τον κόσμο όσον αφορά την ενεργειακή και περιβαλλοντική πολιτική που έχουν υιοθετήσει. Αρχικά γίνεται αναφορά στους κυριότερους λόγους για τους οποίους τα πανεπιστήμια προσπαθούν να βελτιώσουν τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις και να μειώσουν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο που προέρχεται από τη λειτουργία τους. Στη συνέχεια απαριθμούνται οι πιο σημαντικές δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα πανεπιστήμια στην προσπάθειά τους να εφαρμόσουν είτε ολοκληρωμένα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης είτε μεμονωμένες πρακτικές προς την κατεύθυνση της βελτίωσης των περιβαλλοντικών επιδόσεών τους. Περιλαμβάνονται αναφορές σε συγκεκριμένα παραδείγματα πανεπιστημίων διεθνώς τα οποία με επιτυχημένες πρακτικές συμβάλλουν πρακτικά στην προστασία και διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος. Οι τομείς στους οποίους δίνεται έμφαση είναι η χρήση της ενέργειας, η διαχείριση των υδάτων, η ανακύκλωση και διαχείριση των αποβλήτων καθώς και η διαχείριση των εισερχόμενων υλικών. Τέλος, αφιερώνουμε αρκετό χώρο στην παρουσίαση του συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης που εφάρμοσε ένα ελληνικό ανώτατο εκπαιδευτικό ίδρυμα, το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας καθώς και στην παρουσίαση των δράσεων που ανέλαβε προκειμένου να φέρει εις πέρας τους περιβαλλοντικούς στόχους που είχε θέσει.

Στο Κεφάλαιο 3, γίνεται μία αναλυτική περιγραφή της λειτουργίας του μοντέλου υπολογισμού ενεργειακών καταναλώσεων και ανακυκλώσιμων υλικών, το οποίο και αποτελείται από δύο κύριους άξονες, συγκεκριμένα, τον υπολογισμό των ενεργειακών καταναλώσεων του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς και τον υπολογισμό των ποσοτήτων ανακυκλώσιμων υλικών που καταναλώνονται στο Πανεπιστήμιο. Στην συνέχεια ακολουθεί η αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας του υπολογισμού των κάθε είδους καταναλώσεων του Πανεπιστημίου και η παράθεση των αποτελεσμάτων. Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου παρουσιάζουμε ένα συγκεντρωτικό πίνακα με τις πάσης φύσεως καταναλώσεις του ιδρύματος.

Στο Κεφάλαιο 4, παρουσιάζονται και υπολογίζονται οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που προκύπτουν από κάθε υπολογισμένη κατανάλωση του Πανεπιστημίου. Ως επί το πλείστον, υπολογίζουμε τους αέριους ρύπους (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, κ.α.) που παράγονται άμεσα ή έμμεσα από τις ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις του Πανεπιστημίου καθώς και τους φυσικούς πόρους που καταναλώνονται προκειμένου να κατασκευαστούν οι ετήσιες ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών που σπαταλούνται στο Πανεπιστήμιο.

Στο Κεφάλαιο 5, παρουσιάζονται οι περιβαλλοντικές δράσεις που θα πρέπει να αναλάβει το Πανεπιστήμιο Πειραιώς προκειμένου να μειώσει τις ενεργειακές του καταναλώσεις και τις ποσότητες των ανακυκλώσιμων υλικών που χρησιμοποιεί, έτσι ώστε να έχει οικονομικό και περιβαλλοντικό όφελος. Οι περιβαλλοντικές δράσεις διακρίνονται σε έμμεσες και άμεσες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας και σε έμμεσες και άμεσες δράσεις διαχείρισης ανακυκλώσιμων υλικών. Τέλος, στο κεφάλαιο γίνεται και εκτενής αναφορά σε μία εκστρατεία προωθητικών ενεργειών των περιβαλλοντικών δράσεων, έτσι ώστε να ευαισθητοποιηθούν οι εμπλεκόμενοι, δηλαδή πρωτίστως τα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας, και να συμμετέχουν κατά το δυνατόν περισσότερο στις δράσεις αυτές.

Στο Κεφάλαιο 6, γίνεται μία προσπάθεια ποσοτικοποίησης των εξοικονομήσεων που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της εφαρμογής των περιβαλλοντικών δράσεων. Εν προκειμένω, επιχειρείται αρχικά μία εκτίμηση των ανώτατων εξοικονομήσεων των πόρων από κάθε περιβαλλοντική δράση και στη συνέχεια, με οδηγό τις απαντήσεις των φοιτητών σε ένα ερωτηματολόγιο που φανέρωνε τις τάσεις συμμετοχής τους σε ενδεχόμενα περιβαλλοντικά προγράμματα, επιχειρείται να γίνει μία ανάλυση ευαισθησίας των ανώτατων εξοικονομήσεων. Επιπλέον παραθέτουμε την χρονική αλληλουχία εφαρμογής των δράσεων μέσα σε έναν συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα. Τέλος, παρουσιάζεται μία συνοπτική μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων στην οροφή του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Στο τελευταίο κεφάλαιο γίνεται κριτική στην ακρίβεια των αποτελεσμάτων της εργασίας και παρουσιάζονται συμπερασματικά τα κύρια οφέλη που θα αποκομίσει το Πανεπιστήμιο Πειραιώς από την εφαρμογή περιβαλλοντικών δράσεων και δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

Τέλος, στο Παράρτημα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας η οποία διεξήχθη στους φοιτητές του ιδρύματος, με τη βοήθεια κατάλληλων ερωτηματολογίων και η οποία είχε ως σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τις τάσεις συμμετοχής των φοιτητών σε πιθανές περιβαλλοντικές δράσεις που θα πραγματοποιηθούν στο Πανεπιστήμιο.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΑΝΩΤΑΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΩΝ

#### 2.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία είκοσι χρόνια έχει παρατηρηθεί, σε παγκόσμια κλίμακα, ένα συνεχώς αυξανόμενο ενδιαφέρον από τα κράτη, τους διεθνείς οργανισμούς αλλά και από μεμονωμένα άτομα σχετικά με το πρόβλημα της ανεξέλεγκτης καταστροφής του περιβάλλοντος και της κατασπατάλησης των φυσικών πόρων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Αποτέλεσμα αυτού του έντονου προβληματισμού που αναπτύχθηκε τις τελευταίες δεκαετίες στη διεθνή κοινότητα είναι η ολοένα αυξανόμενη ενασχόλησή της με το ζήτημα της αειφόρου ανάπτυξης (sustainable development), δηλαδή της ανάπτυξης που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να ικανοποιήσουν τις δικές τους ανάγκες, με ιδιαίτερη έμφαση στις μεθόδους επίτευξής της<sup>1</sup>.

Εδώ και αρκετά χρόνια, οι επιχειρήσεις του βιομηχανικού τομέα, λόγω των αυξημένων περιβαλλοντικών επιπτώσεων που συνεπάγονται οι δραστηριότητές τους, αποζητούν τρόπους για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής τους επίδοσης. Τελευταία όμως, έγινε αντιληπτό ότι και οι επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα της παροχής υπηρεσιών θα πρέπει να εφαρμόσουν πρακτικές που να έχουν ως στόχο τη βελτίωση της περιβαλλοντικής τους απόδοσης. Το αυξημένο, λοιπόν, ενδιαφέρον των τελευταίων ετών για την αειφόρο ανάπτυξη και την προστασία του περιβάλλοντος γενικότερα, δείχνει να βρίσκει μεγάλη ανταπόκριση από τους εκπαιδευτικούς οργανισμούς και ιδιαίτερα από τα Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα παγκοσμίως. Οι κύριοι λόγοι για τους οποίους τα Πανεπιστήμια προσπαθούν να βελτιώσουν τις περιβαλλοντικές τους επιδόσεις και να μειώσουν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο που έχει η λειτουργία τους είναι οι εξής (Noeke 2000)<sup>2</sup>:

- Η αυξανόμενη ευαισθητοποίηση της κοινωνίας σε περιβαλλοντικά θέματα.

<sup>1</sup> World Commission on Environment and Development, "Our Common Future", Oxford University Press, Oxford 1987.

<sup>2</sup> Noeke, J., "Environmental Management Systems for Universities: A case Study", International Journal of Sustainability in Higher Education, 2000.

- Η επιβολή πολύ αυστηρής περιβαλλοντικής νομοθεσίας.
- Τα ιδιαίτερα αυξανόμενα κόστη για τη διάθεση και διαχείριση των αποβλήτων που παράγει ένα εκπαιδευτικό ίδρυμα, τα οποία απαιτούν την εξεύρεση μεθόδων πρόληψης και μείωσης του όγκου των στερεών και υγρών αποβλήτων αυτών.
- Ο αυξανόμενος ανταγωνισμός μεταξύ των πανεπιστημίων. Ένα πανεπιστήμιο το οποίο χαρακτηρίζεται ως «φιλικό» προς το περιβάλλον αποκτά καλύτερη δημόσια εικόνα η οποία λειτουργεί ως μέσο πίεσης για την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των ανωτάτων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων.
- Η ευαισθητοποίηση των εργαζομένων στο ίδρυμα (διδασκτικό προσωπικό, ερευνητές, τεχνικοί κ.α.) για το περιβάλλον.
- Η αυξανόμενη ανάγκη για αποτελεσματική εκπαίδευση των νέων σε θέματα προστασίας περιβάλλοντος και η «παραγωγή» εν δυνάμει μελλοντικών στελεχών επιχειρήσεων με αυξημένη περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, ένας μεγάλος αριθμός εκπαιδευτικών ιδρυμάτων σε όλο τον κόσμο, εφαρμόζουν ή προσπαθούν να υιοθετήσουν πολιτικές - πρακτικές ώστε να ελέγξουν και να μειώσουν τις αρνητικές επιπτώσεις της λειτουργίας τους στο περιβάλλον.

## 2.2 Ανασκόπηση Εφαρμοσμένων Πρακτικών – Αποτελέσματα από Ανώτατα Εκπαιδευτικά Ιδρύματα.

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, ολοένα και περισσότερα πανεπιστήμια προσπαθούν να πραγματοποιήσουν ολοκληρωμένα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης ή ακόμα και μεμονωμένες πρακτικές με σκοπό τη φιλική τους συνύπαρξη με το περιβάλλον. Όμως, υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που δημιουργούν δυσκολίες στην εφαρμογή τέτοιων πρακτικών. Οι κυριότεροι παράγοντες είναι (Levy and Dilwali 2000)<sup>3</sup>:

- **Οικονομικοί:** Τα περιορισμένα κονδύλια που διαθέτουν τα πανεπιστήμια αποτρέπουν επενδύσεις όπως αυτές για την υιοθέτηση πρακτικών φιλικών προς το περιβάλλον, που είναι αρκετά δαπανηρές στην αρχή και τα ευεργετικά οικονομικά αποτελέσματά τους γίνονται ορατά μακροπρόθεσμα. Αντ' αυτού προτιμώνται επενδύσεις με βραχυχρόνια απόδοση αλλά χαμηλότερης αποτελεσματικότητας και σημασίας.
- **Τεχνολογικοί:** Η έλλειψη τεχνογνωσίας συχνά οδηγεί στην αδυναμία χρήσης σύγχρονων και αποτελεσματικών μέτρων για την προστασία του περιβάλλοντος.

<sup>3</sup> Levy, J.I, Dilwali, K.M, "Economic Incentives for Sustainable Resource Consumption at a Large University: Past Performance and Future Consideration", International Journal of Sustainability in Higher Education, 2000.

- **Μέτρηση της απόδοσης:** Η έλλειψη πολλές φορές παραμέτρων ή και δεδομένων για κάποιες παραμέτρους, έχει σαν αποτέλεσμα τη μη αντικειμενική μέτρηση της επίδοσης των δράσεων που αναλαμβάνει το ίδρυμα.
- **Ποσοτικοποίηση των περιβαλλοντικών ωφελειών:** Η δυσκολία ποσοτικοποίησης των περιβαλλοντικών ωφελειών, κυρίως λόγω εγγενών αδυναμιών των επιστημονικών μεθόδων (όπως η ανάλυση κόστους-οφέλους) δεν βοηθά στην προώθηση των καταλληλότερων έργων για την προστασία του περιβάλλοντος αλλά και στην αντικειμενικότερη αξιολόγησή τους.

Παρόλες τις εγγενείς δυσκολίες, μεγάλος αριθμός ανώτατων εκπαιδευτικών ιδρυμάτων, παγκοσμίως, δείχνει να έχει κατανοήσει τα οφέλη που συνεπάγεται η υπεύθυνη περιβαλλοντικά λειτουργία τους για τα ίδια τα ιδρύματα και ευρύτερα για το κοινωνικό σύνολο. Ως εκ τούτου, υιοθετούν πρακτικές που προωθούν την αειφόρο ανάπτυξη σε τομείς όπως η χρήση ενέργειας και ύδατος, η διαχείριση των αποβλήτων, η εκπομπή επιβλαβών αερίων, οι αγορές και η χρήση υλικών.

### 2.2.1 Η Χρήση της Ενέργειας

Ορισμένα γνωστά πανεπιστήμια που έθεσαν σε εφαρμογή προγράμματα και πρακτικές σχετικά με τη χρήση της ενέργειας παρατίθενται παρακάτω.

**Κρατικό Πανεπιστήμιο της Νέας Υόρκης στο Buffalo (The State University of New York at Buffalo)<sup>4</sup>.** Σε αυτό το πανεπιστήμιο από το 1982 εφαρμόστηκαν πάνω από 300 προγράμματα ενεργειακής διαχείρισης, όπως η τοποθέτηση περισσότερο αποτελεσματικών και λιγότερο ενεργοβόρων συστημάτων φωτισμού, θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού. Για παράδειγμα, το πανεπιστήμιο μείωσε τον φωτισμό των διαδρόμων κατά 50% χωρίς να επηρεαστεί η φωτεινότητά τους. Αποτέλεσμα των ενεργειών αυτών ήταν η μείωση του κόστους κατά 3.000.000\$ το χρόνο, ενώ ο χρόνος ανάκτησης του επενδεδυμένου κεφαλαίου ήταν 3,76 έτη. Παράλληλα, ενισχύθηκε η χρήση φυσικού αερίου, η υιοθέτηση αποτελεσματικότερων πρακτικών ενεργειακής διαχείρισης στα νέα κτίρια καθώς και η έρευνα για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών παραγωγής περισσότερο φιλικής, για το περιβάλλον, ενέργειας. Σήμερα, το πανεπιστήμιο εξοικονομεί περίπου 9.000.000\$ ετησίως από την επιτυχημένη ενεργειακή πολιτική του, ενώ έχει ελαχιστοποιήσει τις εκπομπές ρύπων.

<sup>4</sup> The State University of New York at Buffalo, <http://wings.buffalo.edu/ubgreen>

**Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο του Sydney (University of Technology Sydney)**<sup>5</sup>. Στο πανεπιστήμιο παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση στην κατανάλωση ενέργειας το χρονικό διάστημα 1996-1998. Αυτό συνέβη κυρίως λόγω επιπρόσθετης απαίτησης για 24ωρη κατανάλωση, αυξημένης χρήσης των κλιματιστικών, αύξησης του αριθμού των φοιτητών και εκσυγχρονισμού των εγκαταστάσεων φωτισμού και κλιματισμού ώστε να συνάδουν με τους νέους κρατικούς κανονισμούς. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί αυτή η κατακόρυφη αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης, η διοίκηση του πανεπιστημίου προχώρησε στις εξής ενέργειες:

- Τοποθέτηση ανιχνευτών κίνησης για τη ρύθμιση λειτουργίας των φωτιστικών.
- Τοποθέτηση χρονοδιακοπών, ώστε να διασφαλίζεται η παύση της λειτουργίας των διαφόρων μηχανημάτων στις μη εργάσιμες ώρες.
- Τοποθέτηση ειδικών συσκευών που εξοικονομούν την κατανάλωση ύδατος και ειδικότερα του ζεστού ύδατος, με συνέπεια την εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανσή του.
- Τοποθέτηση ειδικών λαμπτήρων φθορισμού, οι οποίοι καταναλώνουν μικρότερα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι ενέργειες αυτές είχαν σαν αποτέλεσμα την εξοικονόμηση 82.058\$ και τη μείωση των εκπομπών αερίου CO<sub>2</sub> κατά 241 τόνους ετησίως.

**Πανεπιστήμιο του Tufts (Tufts University)**<sup>6</sup>. Το ίδρυμα εφαρμόζει ένα ιδιαίτερα επιτυχημένο σύστημα ενεργειακής διαχείρισης. Ο φωτισμός έχει αναβαθμιστεί σε ποσοστό των εγκαταστάσεων άνω του 70%, με αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως με λάμπες φθορισμού και απαγορεύτηκε η χρήση των λαμπτήρων αλογόνου, οι οποίοι είναι ιδιαίτερα ηλεκτροβόροι. Αντικαταστάθηκαν επίσης οι καυστήρες και τα συστήματα θέρμανσης στο γυμναστήριο και στο Τμήμα Χημείας του πανεπιστημίου, ενώ πλέον χρησιμοποιείται φυσικό αέριο για τη θέρμανση των εγκαταστάσεων του οργανισμού.

Μέχρι το 2000, γινόταν αλόγιστη χρήση του συστήματος φωτισμού των εγκαταστάσεων με αποτέλεσμα την υπερκατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας. Το 2001 η διοίκηση του πανεπιστημίου αποφάσισε να επενδύσει ένα σημαντικό ποσό στην τοποθέτηση ανιχνευτών κίνησης. Ο εξοπλισμός όλων των κτιρίων με ανιχνευτές κίνησης και φώτα υψηλής απόδοσης στοίχισε 350.000\$ και τα αναμενόμενα οφέλη υπολογίζονται σε 130.000\$ ετησίως, με χρόνο ανάκτησης του επενδεδυμένου κεφαλαίου μικρότερο των τριών ετών. Η μείωση αυτή της καταναλισκομένης ενέργειας κατά 1.240.000 kWh ετησίως μεταφράζεται επίσης σε

<sup>5</sup> University of Technology Sydney, <http://www.sustainability.uts.edu.au/campusmgmt/campusmanag.html>

<sup>6</sup> Tufts University, <http://www.tufts.edu/tie/tci/>

αντίστοιχη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 750 τόνους. Για την προώθηση της χρησιμοποίησης περισσότερο φιλικών μορφών ενέργειας, το πανεπιστήμιο τοποθέτησε δοκιμαστικά δύο συσσωρευτές ηλιακής ενέργειας, ισχύος 250 W ο καθένας, σε ένα από τα κτίρια του, Fairmont House. Οι συσσωρευτές αυτοί κόστισαν 3.000\$ και παράγουν 700 kWh ηλεκτρικής ενέργειας ετησίως, ισοδύναμη με το 5% της κατανάλωσης του κτιρίου, ενώ αποτρέπουν την απελευθέρωση 2.500 kg CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα.

**Πανεπιστήμιο του Brown (Brown University)**<sup>7</sup>. Αυτό το πανεπιστήμιο εφαρμόζει ένα πολύ επιτυχημένο πρόγραμμα εξοικονόμησης φυσικών πόρων με την ονομασία "Brown is Green", με σκοπό, μεταξύ άλλων, τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Η αναβάθμιση του συστήματος φωτισμού έχει ολοκληρωθεί σε ποσοστό άνω του 20% των εγκαταστάσεων με αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό 30%. Η δε περίοδος ανάκτησης του κεφαλαίου που επενδύθηκε στο έργο αυτό υπολογίζεται στα 3 έτη. Η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυρακτώσεως με λάμπες φθορισμού και η τοποθέτηση φωτεινών επιγραφών με φωτοδιόδους (LED) είχε σαν αποτέλεσμα μείωση τόσο της κατανάλωσης, όσο και του κόστους συντήρησης, κατά 18.551\$ και 55.795\$ ετησίως αντίστοιχα, με περίοδο ανάκτησης του επενδεδυμένου κεφαλαίου μικρότερο των έξι μηνών. Τέλος, γίνονται προσπάθειες για την ορθολογικότερη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, καθώς έρευνες έχουν δείξει ότι την περισσότερη ώρα όπου βρίσκονται αναμμένοι δεν χρησιμοποιούνται από τους ιδιοκτήτες τους, ενώ ένα μεγάλο ποσοστό αυτών παραμένει σε λειτουργία κατά τη διάρκεια της νύχτας και τα Σαββατοκύριακα.

**Πανεπιστήμιο της Μελβούρνης (Melbourne University)**<sup>8</sup>. Σε αυτό το ίδρυμα ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ανάλυση κόστους-οφέλους για την αντικατάσταση του υπάρχοντος συστήματος φωτισμού στις εγκαταστάσεις του. Στη μελέτη αυτή εξετάστηκε η δυνατότητα αντικατάστασης των λαμπτήρων με τέσσερα διαφορετικά, περισσότερο εξελιγμένα συστήματα, σε διάφορους χώρους των κτιριακών εγκαταστάσεων του ιδρύματος. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι η αντικατάσταση του συστήματος φωτισμού με τα τέσσερα εναλλακτικά συστήματα θα οδηγούσε σε εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστά 13,9%, 20,5%, 24,4% και 64,9% αντίστοιχα. Ειδικότερα στην περίπτωση εγκατάστασης του συστήματος με τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας, υπολογίζεται η μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> που σχετίζονται με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του

<sup>7</sup> Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, "Μελέτη Κόστους-Οφέλους Εφαρμογής Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης Πανεπιστημίου Μακεδονίας", 2005.

<sup>8</sup> Di Stefano, J., "Energy Efficiency and the Environment: The Potential for Energy Efficient Lighting to Save Energy and Reduce Carbon Dioxide Emissions at Melbourne University, Australia", 2000.

πανεπιστημίου κατά 10% περίπου. Παρόλα αυτά, οι λίγες σχετικά ώρες λειτουργίας του συστήματος φωτισμού στο πανεπιστήμιο, το χαμηλό κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας στην Αυστραλία και το ιδιαίτερα υψηλό κόστος αγοράς και εγκατάστασης των πιο εξελιγμένων συστημάτων φωτισμού καθιστούν ασύμφορη την αντικατάσταση του υπάρχοντος συστήματος στο Πανεπιστήμιο της Μελβούρνης (Di Stefano 2000).

### 2.2.2 Η Χρήση του Νερού

Η αλόγιστη κατανάλωση των υδάτινων πόρων οδήγησε πολλά ιδρύματα στην ευαισθητοποίησή τους και στη συστηματική προσπάθεια εξοικονόμησης αυτών. Τέτοια παραδείγματα πανεπιστημίων αναφέρονται στη συνέχεια.

**New College (University of South Florida)**<sup>9</sup>. Η συνεργασία φοιτητών, καθηγητών και τεχνικού προσωπικού του πανεπιστημίου είχε σαν αποτέλεσμα τη λήψη τριών μέτρων για τη μείωση της χρήσης του νερού. Οι αλλαγές αυτές αφορούσαν την αλλαγή του εξοπλισμού στα ντους, στα καζανάκια και στις βρύσες. Το ολικό κόστος ανήλθε στα 7.230\$ με αποτελέσματα τη μείωση της κατανάλωσης κατά 4.000.000 γαλόνια ετησίως και τα οφέλη υπολογίστηκαν σε 17.469\$ για το ίδιο χρονικό διάστημα, με χρόνο ανάκτησης της επένδυσης μόλις 5 μήνες.

**Πανεπιστήμιο Columbia (Columbia University)**<sup>10</sup>. Ξεκίνησε το πρόγραμμα της εξοικονόμησης νερού το 1996 και σήμερα έχει καταφέρει να μειώσει την κατανάλωση κατά 25-30% εξοικονομώντας πάνω από 59.000.000 γαλόνια. Το Columbia ανέθεσε τη αποπεράτωση του έργου σε μία εξωτερική εταιρεία. Οι τουαλέτες, οι ντουζιέρες και οι βρύσες αποτέλεσαν τους πρώτους στόχους αλλαγών και ακολούθησαν τα συστήματα ψύξης και πίεσης του νερού. Το συνολικό ποσό που εξοικονομείται ανά έτος ανέρχεται σε 235.000\$ ενώ ο χρόνος ανάκτησης της επένδυσης ήταν 1,8 έτη περίπου.

**Πανεπιστήμιο του Brown (Brown University)**<sup>11</sup>. Στους κοιτώνες του πανεπιστημίου τοποθετήθηκαν ντουζιέρες χαμηλής ροής, που είχε ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση 5.600.000 γαλονιών ετησίως. Το έργο επεκτάθηκε και στις αθλητικές εγκαταστάσεις με

<sup>9</sup> Aaron,S., Allen, "Greening the Campus, Institutional Environmental Change at Tulane University", 1999.  
<http://www.tulane.edu/~eaffairs/ardocs.html>

<sup>10</sup> Aaron,S., Allen, "Greening the Campus, Institutional Environmental Change at Tulane University", 1999.  
<http://www.tulane.edu/~eaffairs/ardocs.html>

<sup>11</sup> Πανεπιστήμιο Μακεδονίας (2005), "Μελέτη Κόστους-Οφέλους Εφαρμογής Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης Πανεπιστημίου Μακεδονίας".

συνολικό όφελος 45.800\$ ετησίως και ανάκτηση του επενδεδυμένου ποσού σε τέσσερις μήνες. Ακόμα, σημαντική μείωση στην κατανάλωση του νερού επιτεύχθηκε και με τον εκσυγχρονισμό του συστήματος ψύξης των εργαστηριακών εγκαταστάσεων του ιδρύματος. Μία ολοκληρωμένη μελέτη στο σύστημα υδροδότησης του πανεπιστημίου με 292 μετρήσεις σε 252 κτίρια, εκτίμησε ότι η επέκταση των μέτρων αυτών σε όλες τις εγκαταστάσεις θα οδηγούσε σε περαιτέρω μείωση της κατανάλωσης κατά 34%, δηλαδή 120.000.000 γαλόνια ετησίως, ισοδύναμα με 300.000\$ περίπου.

**Κρατικό Πανεπιστήμιο της California στο Northridge (California State University, Northridge)**<sup>12</sup>. Εφαρμόζει πρόγραμμα εξοικονόμησης νερού από το 1977 και μέχρι το 1986 κατάφερε να μειώσει την κατανάλωση κατά 24%. Τα μέτρα που εφήρμοσε περιλαμβάνουν την τοποθέτηση συσκευών μειωμένης ροής σε όλες τις ντουζιέρες, καζανάκια και βρύσες, τη μείωση των ωρών που επιτρέπεται η άρδευση, την απαγόρευση του πλυσίματος των οχημάτων μέσα στις εγκαταστάσεις του πανεπιστημίου και την προσπάθεια για συνεχή ευαισθητοποίηση των φοιτητών και του προσωπικού σε θέματα εξοικονόμησης του πολύτιμου αυτού αγαθού με τοιχοκόλληση αφισών και διανομή ενημερωτικού υλικού.

### **2.2.3 Η Διαχείριση των Αποβλήτων**

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον αποτελούν οι προσπάθειες που έχουν πραγματοποιηθεί από διάφορα πανεπιστήμια παγκοσμίως όσον αφορά τη διαχείριση και την ανακύκλωση των αποβλήτων. Τέτοιες πρακτικές εφαρμόστηκαν από τα παρακάτω πανεπιστήμια.

**Πανεπιστήμιο Boulder στο Colorado (University of Colorado-Boulder)**<sup>13</sup>. Από το 1976, το πανεπιστήμιο εφαρμόζει ένα από τα πιο επιτυχημένα προγράμματα ανακύκλωσης παγκοσμίως. Το 60% του προσωπικού και των φοιτητών συμμετέχει ενεργά στο πρόγραμμα ανακύκλωσης. Από το 1980 μέχρι το 2000, το πανεπιστήμιο έχει ανακυκλώσει περίπου 10.000 τόνους υλικών με απολαβές της τάξης των 505.000\$, ενώ παράλληλα η διάθεση των αποβλήτων που έχουν ανακυκλωθεί θα стоίχιζε επιπλέον 150.000\$ περίπου. Το άθροισμα των εσόδων και της μείωσης του κόστους φθάνει τα 107.000\$ ετησίως, ενώ η διοίκηση του πανεπιστημίου λαμβάνει υποχρεωτικά από κάθε φοιτητή 1,5\$ ετησίως για την υποστήριξη του προγράμματος. Το πρόγραμμα ενθαρρύνει επίσης τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών,

<sup>12</sup> Aaron,S., Allen, "Greening the Campus, Institutional Environmental Change at Tulane University", 1999.  
<http://www.tulane.edu/~eaffairs/ardocs.html>

<sup>13</sup> Aaron,S., Allen, "Greening the Campus, Institutional Environmental Change at Tulane University", 1999.  
<http://www.tulane.edu/~eaffairs/ardocs.html>

την εκτύπωση και των δύο πλευρών κάθε σελίδας χαρτιού και τη χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ώστε να γίνεται όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εξοικονόμηση των υλικών πόρων.

**Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο του Sydney (University of Technology Sydney)**<sup>14</sup>. Το πανεπιστήμιο παράγει περίπου 1.456 τόνους σκουπιδιών ετησίως και σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε τον Ιούνιο του 2000 παρατηρήθηκε ότι ενώ το 60% των αποβλήτων αυτών μπορεί να ανακυκλωθεί, αυτό συμβαίνει σε ποσοστό μόλις 4%. Για τη μείωση του παραγόμενου όγκου αποβλήτων ο οργανισμός έλαβε τα εξής μέτρα:

- Υιοθέτηση περιβαλλοντικής πολιτικής για τα απόβλητα.
- Πραγματοποίηση επιτυχημένης δοκιμής ανακύκλωσης οργανικών αποβλήτων.
- Ανακύκλωση μαγειρικών λαδιών, πολυστυρενίων, χαρτιού, πλαστικών μπουκαλιών, γυάλινων μπουκαλιών και αλουμινίου.
- Εκπαίδευση του προσωπικού για το διαχωρισμό των ανακυκλούμενων και μη υλικών.
- Απαίτηση από τους προμηθευτές να παίρνουν πίσω τα μη ανακυκλώσιμα υλικά συσκευασίας των προϊόντων που παραδίδουν.
- Σύναψη νέων συμβολαίων με τις εταιρίες συλλογής των αποβλήτων.

Στον επόμενο έλεγχο, ο όγκος των αποβλήτων που παρήγαγε το πανεπιστήμιο είχε υποδιπλασιαστεί και οι νέες συμβαλλόμενες εταιρίες παραλάμβαναν τα μη ανακυκλώσιμα υλικά χωρίς αμοιβή. Τα μέτρα αυτά οδήγησαν στην εξοικονόμηση 4.500\$ ετησίως μόνο από τις εγκαταστάσεις του πανεπιστημίου στην τοποθεσία του Haberfield.

#### **2.2.4 Η Αγορά και Διαχείριση των Εισρεόμενων Υλικών**

Τα τελευταία χρόνια πολλά πανεπιστήμια, εκτός από ενεργειακές παρεμβάσεις και εφαρμογές προγραμμάτων ανακύκλωσης, έχουν προχωρήσει στην αγορά ανακυκλωμένων υλικών, των λεγόμενων «Πράσινων Προϊόντων», ενώ παράλληλα προσπαθούν με ποικίλες δράσεις να μειώσουν και να διαχειριστούν με τον ιδανικότερο τρόπο όλα τα εισρεόμενα υλικά. Τέτοιου είδους πανεπιστήμια παρουσιάζονται παρακάτω.

**Πανεπιστήμιο του Illinois στο Urbana-Champaign (University of Illinois at Urbana-Champaign)**<sup>15</sup>. Το πανεπιστήμιο εκτός από το πρόγραμμα ανακύκλωσης, ανέπτυξε μία

<sup>14</sup> University of Technology Sydney, <http://www.sustainability.uts.edu.au/campusmgt/campusmanag.html>

<sup>15</sup> Aaron, S., Allen, "Greening the Campus, Institutional Environmental Change at Tulane University", 1999. <http://www.tulane.edu/~eaffairs/ardocs.html>



πολιτική αγοράς ανακυκλωμένων υλικών, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η τιμή τους. Πολλά από τα υλικά που αγοράζει το πανεπιστήμιο στοιχίζουν περισσότερο από τα αντίστοιχα μη ανακυκλούμενα, κάποια όμως όπως χαρτοπετσέτες, χαρτί υγείας, τραπεζομάντιλα και χαρτί κουζίνας είναι φθηνότερα.

**Πανεπιστήμιο του Brown (Brown University)**<sup>16</sup>. Σε αυτό το ίδρυμα αντιμετωπίστηκαν αρχικά προβλήματα με τη χρήση ανακυκλωμένου χαρτιού, καθώς οι επιμολύνσεις στις ανακυκλωμένες ίνες του χαρτιού προκαλούσαν βλάβες στους εκτυπωτές. Η αγορά χαρτιού με περιεκτικότητα 25% σε ανακυκλωμένο υλικό εξάλειψε τα προβλήματα που παρατηρούνταν. Το πανεπιστήμιο προχώρησε επίσης στην αγορά επιτραπέζιων φωτιστικών και λαμπτήρων που καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια, με μεγάλη ανταπόκριση από τους φοιτητές. Τέλος, προωθεί την αγορά υπολογιστών και εκτυπωτών με χαρακτηριστικά που βοηθούν στην εξοικονόμηση ενέργειας.

**Πανεπιστήμιο του Helsinki (University of Helsinki)**<sup>17</sup>. Το ίδρυμα καταβάλλει προσπάθειες να μειώσει τον περιβαλλοντικό φόρτο από τις εκτυπώσεις και τις φωτοτυπίες στο πανεπιστήμιο, κυρίως λόγω της μεγάλης κατανάλωσης χαρτιού, ηλεκτρικής ενέργειας και τη χρήση έγχρωμων μελανιών στους εκτυπωτές. Το φορτίο αυτό μπορεί να μειωθεί με την χρησιμοποίηση ανακυκλωμένου χαρτιού, την αγορά εξοπλισμού με χαρακτηριστικά εξοικονόμησης ενέργειας και την ανακύκλωση των μελανιών των εκτυπωτών. Το 2000 το πανεπιστήμιο αγόρασε 53.000.000 σελίδες χαρτιού, εκ των οποίων τα 42.000.000 χρησιμοποιήθηκαν για φωτοτυπίες και τα υπόλοιπα για εκτυπώσεις. Το 50% της ποσότητας αυτής ήταν πιστοποιημένο οικολογικά, ενώ και το υπόλοιπο είχε κατασκευαστεί με παρόμοιες μεθόδους. Την ίδια χρονιά το πανεπιστήμιο παρήγγειλε περίπου 56.000.000 κόλλες A4 έντυπου υλικού. Το 95% των συγγραμμάτων τυπώθηκαν σε οικολογικό χαρτί, ενώ σχεδόν όλες οι κόλλες ήταν τυπωμένες και από τις δύο πλευρές. Ο αριθμός των φωτοτυπικών του πανεπιστημίου κυμαίνεται μεταξύ 550 και 580 μηχανημάτων. Εκτιμάται ότι οι περισσότερες κόλλες χαρτιού φωτοτυπούνται μόνον από τη μία πλευρά. Παρόλα αυτά ο αριθμός των μηχανημάτων που υποστηρίζουν τη φωτοτύπηση και από τις δύο πλευρές έχουν αυξηθεί από 45% σε 70% τα τελευταία χρόνια, με αποτέλεσμα να αναμένεται αύξηση της φωτοτύπησης και των δύο πλευρών και σημαντική εξοικονόμηση χαρτιού.

<sup>16</sup> Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, "Μελέτη Κόστους-Οφέλους Εφαρμογής Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης Πανεπιστημίου Μακεδονίας", 2005.

<sup>17</sup> University of Helsinki, "University of Helsinki Environmental Report for 2000", <http://www.helsinki.fi/teknos/laatu/ymparisto/english.pdf>

### 2.3 Ενεργειακές και Περιβαλλοντικές Δράσεις Ανώτατων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων στην Ελλάδα – Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Όπως αναφέραμε και στην εισαγωγή του παρόντος κεφαλαίου τα τελευταία είκοσι χρόνια έχει δημιουργηθεί ένας παγκόσμιος προβληματισμός σχετικά με τους ενεργειακούς φυσικούς πόρους και τις επιπτώσεις που έχει η χρήση τους στο περιβάλλον. Αυτός ο προβληματισμός οδήγησε πολλά ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα σε όλο τον κόσμο να αναπτύξουν δράσεις φιλικές προς το περιβάλλον. Τα πρώτα ιδρύματα που ξεκίνησαν να εφαρμόζουν τέτοιου είδους δράσεις ήταν αυτά των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής. Τα τελευταία χρόνια και αρκετά ιδρύματα από την Ευρώπη άρχισαν να αναπτύσσουν πολιτικές για εξοικονόμηση ενέργειας και προστασία του περιβάλλοντος και μεταξύ αυτών είναι και το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών.

Το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, που έχει ως έδρα του τη Θεσσαλονίκη, προχώρησε στην σχεδίαση και εφαρμογή ενός Ολοκληρωμένου Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης (Σ.Π.Δ.) και Ελέγχου κατά το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EMAS – EDIN (**E**co-**M**anagement and **A**udit Scheme in **E**Ducational **I**nstitution) με τη συμμετοχή του Δήμου Θεσσαλονίκης στα πλαίσια του προγράμματος EMAS – EDIN/LIFE02 (2002-2005). Θα πρέπει να τονιστεί ότι το παρόν έργο χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα καινοτόμο, μιας και κανένα άλλο ακαδημαϊκό ίδρυμα ή φορέας του ευρύτερου δημοσίου τομέα δεν έχει αναλάβει παρόμοιο εγχείρημα. Επίσης, ελάχιστα πανεπιστήμια παγκοσμίως εφαρμόζουν Σ.Π.Δ. και ακόμα λιγότερα Σ.Π.Δ. σύμφωνα με τον Κανονισμό EMAS Regulation, συγκεκριμένα μόνο συνολικά 12 ακαδημαϊκά ιδρύματα, 10 στη Γερμανία, 1 στη Σουηδία και 1 στη Δανία (σύμφωνα με τα αρχεία καταχώρησης του EMAS). Η υλοποίηση αυτού του έργου ξεκίνησε το 2003 και ακολουθώντας συγκεκριμένα βήματα έφτασε στην ολοκλήρωση του το 2005. Πιο συγκεκριμένα, τα κύρια βήματα ανάπτυξης του Σ.Π.Δ. ήταν τα εξής<sup>18</sup> :

1. Θέσπιση Περιβαλλοντικής Πολιτικής από την Πρυτανεία του Ιδρύματος.
2. Δημιουργία κατάλληλης οργανωτικής δομής.
3. Διεξαγωγή Περιβαλλοντικής Επισκόπησης.
4. Δημιουργία Βάσης Περιβαλλοντικής Νομοθεσίας.
5. Θέσπιση Περιβαλλοντικών Σκοπών & Στόχων για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης του οργανισμού.
6. Κατάρτιση Περιβαλλοντικών Προγραμμάτων για την επίτευξη των Περιβαλλοντικών Στόχων που έχουν τεθεί.

<sup>18</sup> Πανεπιστήμιο Μακεδονίας (2005), "Μελέτη Κόστους-Οφέλους Εφαρμογής Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης Πανεπιστημίου Μακεδονίας".

7. Ανάπτυξη, τεκμηρίωση και λειτουργία Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης.
8. Διεξαγωγή Περιβαλλοντικού Ελέγχου και Ανασκόπησης του Συστήματος.
9. Σύνταξη και δημοσιοποίηση Περιβαλλοντικής Δήλωσης.
10. Επαλήθευση Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης και καταχώρηση στα επίσημα μητρώα EMAS.

Η εφαρμογή του Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης είχε ως σκοπό την εκπλήρωση συγκεκριμένων στόχων που είχαν τεθεί από τη διοίκηση του Πανεπιστημίου και οι οποίοι ήταν οι παρακάτω:

- Συνεχής βελτίωση της περιβαλλοντικής επίδοσης.
- Τήρηση της νομοθεσίας.
- Ευαισθητοποίηση προσωπικού και φοιτητών.
- Καλύτερευση της οργανωτικής δομής.
- Βελτίωση των συνθηκών υγιεινής.
- Ελάττωση των εργασιακών κινδύνων.

Προκειμένου να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι, σχεδιάστηκαν και εφαρμόστηκαν δράσεις και παρεμβάσεις τις οποίες παραθέτουμε παρακάτω μαζί με τα αποτελέσματά τους.

### **2.3.1 Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας**

Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους του Σ.Π.Δ. ήταν η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας στο Πανεπιστήμιο. Η ενέργεια που καταναλώνεται στο ίδρυμα είναι ηλεκτρική και θερμική οπότε απαιτούνται διαφορετικού τύπου επεμβάσεις για το κάθε είδος, έτσι ώστε να επιτευχθούν οι επιδιωκόμενες μειώσεις<sup>19</sup>.

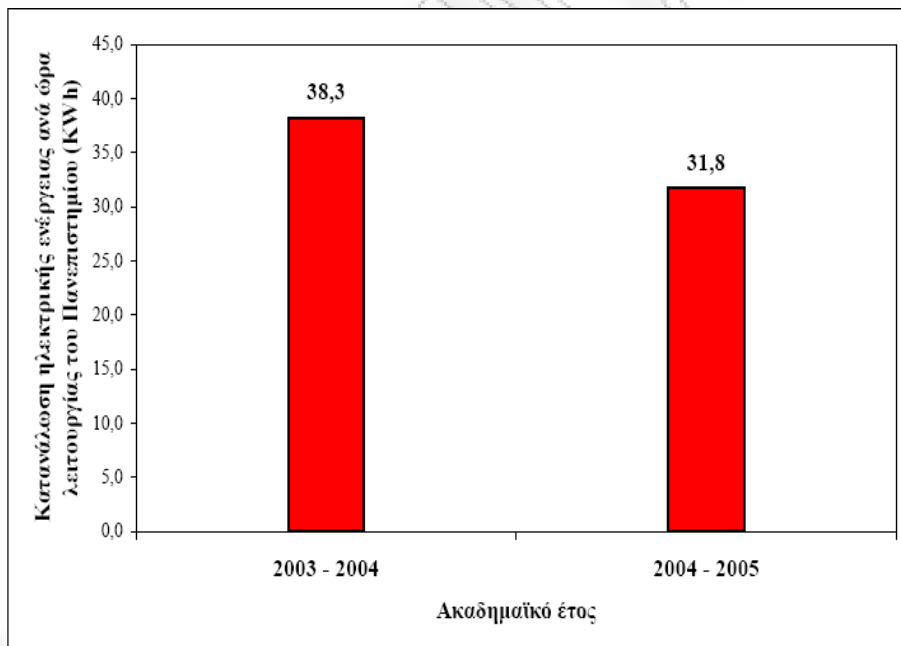
#### **2.3.1.1 Δράσεις Εξοικονόμησης Ηλεκτρικής Ενέργειας**

- Επεμβάσεις στο κύκλωμα ψύξης του Πανεπιστημίου. Εγκατάσταση ηλεκτροβανών για τον έλεγχο των κυκλωμάτων ψύξης στο ψυχοστάσιο.
- Αντικατάσταση των υφιστάμενων σφαιρικών βανών λόγω προβληματικής λειτουργίας με βάνες πεταλούδας (χειροκίνητες) ως όργανα απομόνωσης πριν τους κυκλοφορητές.
- Αντικατάσταση ελαττωματικών κυκλοφορητών.

<sup>19</sup> Πανεπιστήμιο Μακεδονίας (2005), "Μελέτη Κόστους-Οφέλους Εφαρμογής Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης Πανεπιστημίου Μακεδονίας".

- Βέλτιστη ρύθμιση παραμέτρων συστήματος ελέγχου κλιματισμού.
- Έλεγχος και συντήρηση εξοπλισμού κλιματισμού.
- Περιοδική αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων αμφιθεάτρων και χώρων διδασκαλίας με λαμπτήρες χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης.
- Ενημέρωση προσωπικού για καλές πρακτικές και τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στον κλιματισμό, στο φωτισμό και στη χρήση ηλεκτρικών συσκευών.

Από τις παραπάνω δράσεις προέκυψε μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος ανά ώρα λειτουργίας το έτος 2004 – 2005 σε σχέση με το προηγούμενο κατά 16,9% ή αλλιώς εξοικονόμηση 6,52 kWh ηλεκτρικού ρεύματος ανά ώρα λειτουργίας. Η εξοικονόμηση ηλεκτρικού ρεύματος κατά 6,52 kWh ανά ώρα λειτουργίας μεταφράζεται σε οικονομικό όφελος 31.475€, σε ονομαστικές τιμές του ακαδημαϊκού έτους 2004 – 2005. Η μείωση αυτή φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



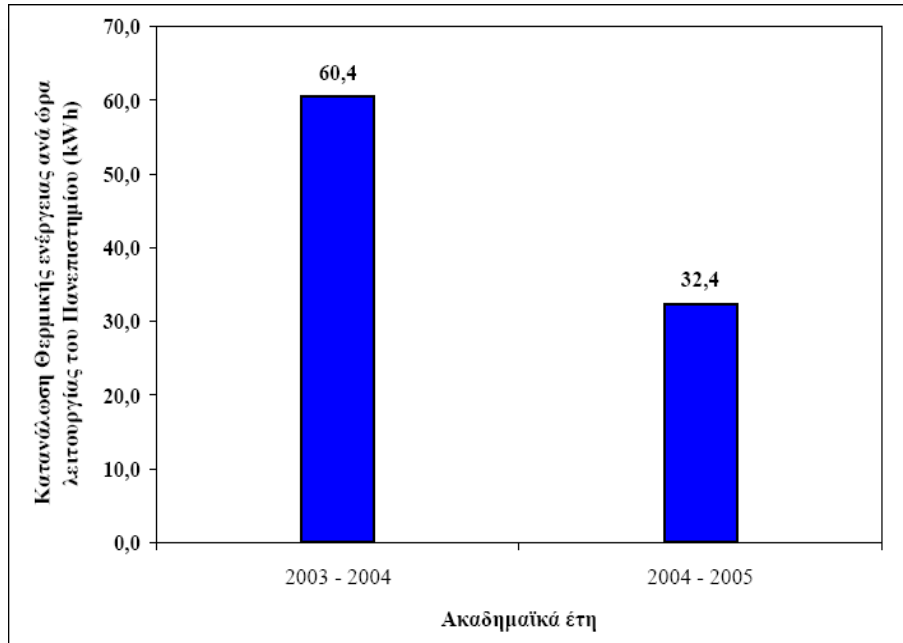
**Διάγραμμα 2-1 Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Ώρα Λειτουργίας στο Πα.Μακ.**

Η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας συμβάλλει επίσης στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα(CO<sub>2</sub>) κατά 366 tn ετησίως.

### 2.3.1.2 Δράσεις Εξοικονόμησης Θερμικής Ενέργειας

- Εγκατάσταση ηλεκτροβανών για τον έλεγχο των κυκλωμάτων θέρμανσης στο λεβητοστάσιο.
- Αγορά αυτοματισμών και ηλεκτρικού πίνακα για τη σύνδεσή τους με τον υπάρχοντα πίνακα και τους υφιστάμενους χρονοδιακόπτες.
- Αντικατάσταση σφαιρικών βανών απομόνωσης, που δεν λειτουργούσαν σωστά, με νέες στο λεβητοστάσιο.
- Αντικατάσταση ελαττωματικών κυκλοφορητών.
- Αντικατάσταση τμημάτων σωλήνων με νέα σε όλους τους κλάδους.
- Πιλοτική εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων και θερμοδομετρητών σε γραφεία, για να είναι δυνατή η ρύθμιση της θερμοκρασίας από τον χρήστη καθώς και η μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας.
- Βέλτιστη ρύθμιση παραμέτρων συστήματος ελέγχου θέρμανσης.
- Ενημέρωση προσωπικού για καλές πρακτικές και τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στη θέρμανση.
- Παρακολούθηση κατανάλωσης πετρελαίου και εκπεμπόμενων ρύπων.

Από τις παραπάνω δράσεις προέκυψε μείωση της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας ανά ώρα λειτουργίας το έτος 2004 – 2005 σε σχέση με το προηγούμενο της τάξης του 46,3% ή αλλιώς εξοικονόμηση 28 kWh ανά ώρα λειτουργίας. Η μείωση αυτή φυσικά δεν μπορεί να οφείλεται μόνο στα ενεργειακά έργα, αλλά και σε άλλους παράγοντες όπως για παράδειγμα ο ήπιος χειμώνας. Σύμφωνα με εκτίμηση της Τεχνικής Υπηρεσίας τα ενεργειακά έργα στο σύστημα ψύξης και θέρμανσης οδηγούν σε μείωση της κατανάλωσης θερμικής ενέργειας της τάξης του 3%, άρα μόνο η μείωση κατά 1,812 kWh ανά ώρα λειτουργίας μπορεί να αποδοθεί στις παρεμβάσεις. Η εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας 1,812 kWh ή 0,1812 lt ανά ώρα λειτουργίας μεταφράζεται σε οικονομικό όφελος 4.073€, σε ονομαστικές τιμές του ακαδημαϊκού έτους 2004 – 2005. Η μείωση αυτή φαίνεται και στο διάγραμμα 2-2.



**Διάγραμμα 2-2 Κατανάλωση Θερμικής Ενέργειας ανά Ώρα Λειτουργίας στο Πα.Μακ.**

Η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας συμβάλλει επίσης στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά 32 tn ετησίως.

Το συνολικό κόστος των επεμβάσεων που έγιναν για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας ανήλθε περίπου στις 51.000€.

### **2.3.2 Δράσεις Ανακύκλωσης και Επαναχρησιμοποίησης Υλικών**

Ένας ακόμα σημαντικός στόχος του Σ.Π.Δ. ήταν η μείωση του όγκου των στερεών απορριμμάτων, η ανακύκλωση όσων από αυτά είναι ανακυκλώσιμα και η επαναχρησιμοποίησή τους. Για το σκοπό αυτό υλοποιούνται οι εξής δράσεις<sup>20</sup>:

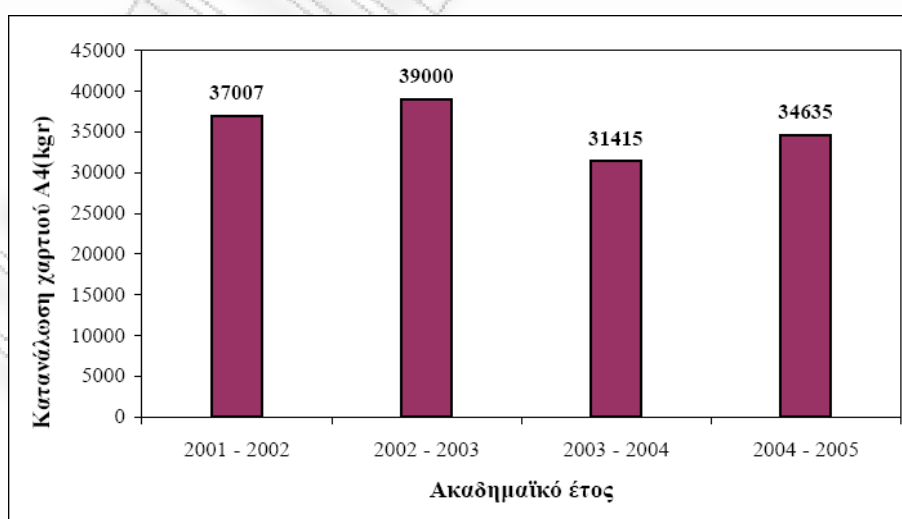
- Συνεχής προσπάθεια για μείωση της κατανάλωσης χαρτιού.
- Αγορά ανακυκλωμένου χαρτιού.
- Πρόγραμμα ανακύκλωσης χαρτιού.
- Πρόγραμμα ανακύκλωσης ηλεκτρικών στηλών (μπαταριών).
- Πρόγραμμα ανακύκλωσης αλουμινίου.
- Πρόγραμμα αναγόμωσης μελανωτών και toners των εκτυπωτών.

<sup>20</sup> Πανεπιστήμιο Μακεδονίας (2005), "Μελέτη Κόστους-Οφέλους Εφαρμογής Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης Πανεπιστημίου Μακεδονίας".

### 2.3.2.1 Δράσεις Μείωσης Χρήσης Χαρτιού

- Παρότρυνση για χρήση και των δύο όψεων στην εκτύπωση και στη φωτοαντιγραφή.
- Εκπαίδευση του προσωπικού στη χρήση των εκτυπωτών και φωτοτυπικών.
- Αναπαραγωγή σημειώσεων μετά από ακριβή προσδιορισμό αναγκών.
- Επέκταση της χρήσης της ηλεκτρονικής αλληλογραφίας.
- Επαναχρησιμοποίηση παλαιών χαρτιών για πρόχειρες εργασίες.
- Αναπαραγωγή φυλλαδίων μετά από ακριβή προσδιορισμό αναγκών.
- Τοποθέτηση προσωπικών κωδικών στα φωτοτυπικά μηχανήματα.
- Τήρηση ονομαστικού ή τμηματικού αρχείου στην παράδοση του χαρτιού.

Παρατηρήθηκε για το ακαδημαϊκό έτος 2003 – 2004, όταν ξεκίνησε το πρόγραμμα ενημέρωσης, μείωση της κατανάλωσης κατά 7.685 kg, ποσοστό περίπου 19%, γεγονός ιδιαίτερα εντυπωσιακό που καταδεικνύει την αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης δράσης και τη μεγάλη ανταπόκριση των εργαζομένων. Το οικονομικό όφελος σε τιμές του ακαδημαϊκού έτους 2004-2005 ανέρχεται στο ποσό των 5.625€. Το επόμενο έτος η κατανάλωση ήταν ελαφρώς αυξημένη, γεγονός που θα μπορούσε να οφείλεται στην αύξηση του προσωπικού αλλά και των δραστηριοτήτων του ιδρύματος (μεγαλύτερος αριθμός φοιτητών, σεμινάρια κλπ.). Σε σχέση πάντως με το 2002 – 2003, που αποτελεί το τελευταίο ακαδημαϊκό έτος που δεν λειτουργούσε το πρόγραμμα μείωσης κατανάλωσης χαρτιού, καταναλώθηκαν 4.365 kg λιγότερα, δηλαδή εξοικονομήθηκαν περίπου 3.183€ σε τιμές του ακαδημαϊκού έτους 2004 –2005, ποσό καθόλου αμελητέο (βλέπε διάγραμμα 2-3).



Διάγραμμα 2-3 Ετήσια Κατανάλωση Χαρτιού Α4 στο Πα.Μακ.

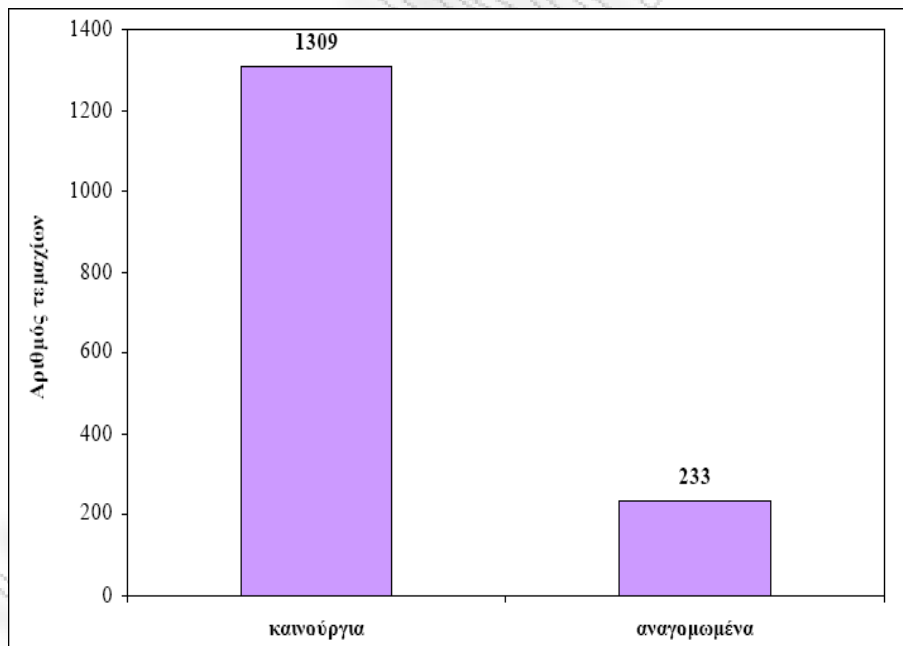
### 2.3.2.2 Δράσεις Ανακύκλωσης

#### A. Χαρτί

Στο πανεπιστήμιο άρχισε να λειτουργεί το πρόγραμμα της ανακύκλωσης χαρτιού το έτος 2003 σε συνεργασία με το Δήμο Θεσσαλονίκης και στο τέλος του 2005 ανακυκλώθηκαν περίπου 25.000 kg χαρτιού. Τα έσοδα από την πώληση του χαρτιού ήταν περίπου 750€.

#### B. Μελανωτές

Το 2003 ξεκίνησε το πρόγραμμα αναγόμεσης μελανωτών εκτυπωτών πιλοτικά και συνεχίστηκε το 2004 με ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα. Στο παρακάτω διάγραμμα παρατηρούμε ότι το σύνολο των αναγομένων τεμαχίων αποτελούν το 17,7% των καινούριων, κατά τα ακαδημαϊκά έτη 2003-2004 και 2004-2005. Το οικονομικό όφελος από την αγορά και την αναγόμωση των μελανωτών και των toners ανέρχεται περίπου στο ποσό των 8.300€.



**Διάγραμμα 2-4 Αριθμός Μελανωτών & Toners που Αναγομώθηκαν από το 2003-2005 στο Πα.Μακ.**

Στο πανεπιστήμιο από το 2004 λειτουργεί πιλοτικά το πρόγραμμα ανακύκλωσης αλουμινίου και ηλεκτρικών σπηλών χωρίς όμως να έχουν δημοσιευτεί επίσημα αποτελέσματα από τα προγράμματα αυτά. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά τα κόστη και τα οικονομικά οφέλη από όλες τις προαναφερθείσες δράσεις που αφορούν την ανακύκλωση και τη μείωση της κατανάλωσης χαρτιού.



Πρόγραμμα	Κόστος Επένδυσης (€)	Οικονομικό Όφελος ανά
		Ακαδημαϊκό Έτος Λειτουργίας (€)
Μείωση Κατανάλωσης Χαρτιού	636	4.404
Ανακύκλωση Χαρτιού	8.373	381
Αναγομώσεις Μελανιών Εκτυπωτών	168	4.170
Ανακύκλωση Ηλεκτρικών Στηλών	1.693	-
Ανακύκλωση Αλουμινίου	522	-
<b>Σύνολο</b>	<b>11.392</b>	<b>8.955</b>

Πίνακας 2-1 Κόστη και Οικονομικά Οφέλη από Περιβαλλοντικές Δράσεις στο Πα.Μακ.

### 2.3.3 Περιβαλλοντική Ενημέρωση και Εκπαίδευση των Εργαζομένων και των Φοιτητών

Το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, εκτός από τις παρεμβάσεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, προέβη σε ενέργειες που αφορούν την ενημέρωση και την εκπαίδευση τόσο των εργαζομένων όσο και των φοιτητών. Συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια των ακαδημαϊκών ετών 2003 – 2004 και 2004 - 2005 πραγματοποιήθηκαν τα εξής<sup>21</sup>:

- Διεξαγωγή έξι κύκλων σεμιναρίων για τους φοιτητές με θεματικό περιεχόμενο τις Οικονομικές Επιστήμες σε σχέση με το Περιβάλλον.
- Διεξαγωγή έξι κύκλων σεμιναρίων για το προσωπικό με θεματικό περιεχόμενο την περιβαλλοντική συμπεριφορά στο χώρο εργασίας.
- Εισαγωγή στο πρόγραμμα σπουδών μαθημάτων σχετικών με το περιβάλλον.
- Διοργάνωση τεσσάρων εκδηλώσεων και εορτασμών με θέμα το περιβάλλον.
- Διοργάνωση δύο ανοιχτών συζητήσεων με θέμα την «Περιβαλλοντική Διαχείριση και τον Έλεγχο του Πανεπιστημίου Μακεδονίας».
- Οργάνωση εκπαιδευτικής εκδρομής, με τη συμμετοχή των φοιτητών και του προσωπικού, με θέμα τη «Προστασία Ευαίσθητων Οικοσυστημάτων και Βιοτόπων».

Στον πίνακα 2-2 εμπεριέχονται τα ποσά των χρημάτων που δαπανήθηκαν για την διεξαγωγή των σεμιναρίων κατά τη διάρκεια της διετίας 2003 – 2005.

<sup>21</sup> Πανεπιστήμιο Μακεδονίας (2005), "Μελέτη Κόστους-Οφέλους Εφαρμογής Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης Πανεπιστημίου Μακεδονίας"

Σεμινάρια	Κόστος Δαπάνης (€)
Έξι κύκλοι σεμιναρίων τους φοιτητών	21.306
Έξι κύκλοι σεμιναρίων προσωπικού	8.515
<b>Σύνολο</b>	<b>29.821</b>

Πίνακας 2-2 Κόστη Διεξαγωγής Σεμιναρίων στο Πα.Μακ.

Ουσιαστικά τα οφέλη από την διοργάνωση και την παρακολούθηση των σεμιναρίων είναι πολλαπλά και δεν μπορούν να αποτιμηθούν με χρηματικούς όρους. Οι φοιτητές θα αποκτήσουν εξειδικευμένες γνώσεις που αποτελούν ισχυρά εφόδια για τη μελλοντική επαγγελματική τους αποκατάσταση. Επιπλέον, μέσα από τα σεμινάρια παρουσιάζεται η αναγκαιότητα για αλλαγή νοοτροπίας του σύγχρονου ανθρώπου όσον αφορά την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και γίνεται κατανοητό το εύρος των οφελών που απορρέουν από τη σωστή περιβαλλοντική διαχείριση σε όλα τα επίπεδα της ζωής των φοιτητών.

Από τη μεριά του προσωπικού, η συμμετοχή τους στα σεμινάρια θα τους εμπλουτίσει με γνώσεις και πληροφορίες για θέματα περιβαλλοντικής συμπεριφοράς στο χώρο εργασίας με πιθανό αποτέλεσμα την εφαρμογή αυτών μέσα στο πανεπιστήμιο. Αυτή η εφαρμογή θα οδηγήσει στη μείωση της κατασπατάλησης ενέργειας και φυσικών πόρων του ιδρύματος.

## 2.4 Συμπεράσματα

Όπως διαπιστώσαμε από τα στοιχεία που παραθέτουμε σε αυτό το κεφάλαιο, όλο και περισσότερα ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα ανά τον κόσμο αρχίζουν να υιοθετούν μία όλο και πιο υπεύθυνη στάση απέναντι στο περιβάλλον. Η τάση αυτή ξεκίνησε από τα πανεπιστήμια των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής και στη συνέχεια πέρασε στην αντίπερα όχθη του Ατλαντικού, την Ευρώπη. Τα ιδρύματα αυτά εφήρμοσαν την πολιτική τους για την προστασία του περιβάλλοντος, είτε μέσω μεμονωμένων περιβαλλοντικών προγραμμάτων είτε μέσω ολοκληρωμένων συστημάτων περιβαλλοντικής διαχείρισης. Τα μεμονωμένα περιβαλλοντικά προγράμματα αφορούσαν συνήθως δράσεις για την εξοικονόμηση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, δράσεις για την ανακύκλωση και την αποτελεσματική διαχείριση υλικών καθώς και δράσεις για την επαναχρησιμοποίηση υλικών και εφαρμόστηκαν κυρίως στα πανεπιστήμια της Αμερικής. Τα ολοκληρωμένα συστήματα περιβαλλοντικής διαχείρισης εφαρμόστηκαν κυρίως στην Ευρώπη και ακολουθούν το μοντέλο του Deming (Plan-Do-Check-Act), δηλαδή σχεδιάζουν κάποιες δράσεις και

διαδικασίες, τις εφαρμόζουν, τις αναθεωρούν και τελικά τις βελτιώνουν. Αυτή η διαδικασία συνεχίζεται αέναα μιας και αποτελεί ένα συνεχή κύκλο. Ένα τέτοιο σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης έχει εφαρμοστεί και στην Ελλάδα, στο πανεπιστήμιο Μακεδονίας.

Τα αποτελέσματα πάντως και των δύο παραπάνω πρακτικών είναι εξαιρετικά μιας και προσφέρουν στα πανεπιστήμια τόσο οικονομικό όφελος από τις εξοικονομήσεις που πετυχαίνουν όσο και περιβαλλοντικό μιας και περιορίζουν αρκετά τις επιπτώσεις των πανεπιστημίων στο περιβάλλον.

Στην παρούσα εργασία αυτό που θέλουμε να πετύχουμε είναι η ανάπτυξη συγκεκριμένων δράσεων εξοικονόμησης ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, η ανάπτυξη ενός προγράμματος ανακύκλωσης υλικών καθώς και η δημιουργία δράσεων στην κατεύθυνση του περιορισμού της χρήσης κάποιων υλικών για το κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου του Πειραιώς.

Προκειμένου να υπολογιστεί η αποδοτικότητα των δράσεων που θα αναπτυχθούν θα πρέπει να εκτιμηθούν και οι εξοικονομήσεις που αυτές επιφέρουν. Για να γίνει αυτό όμως, πρέπει πρώτα να υπολογίσουμε τις ενεργειακές καταναλώσεις του πανεπιστημίου καθώς και τις καταναλισκόμενες ποσότητες των υλικών που μας ενδιαφέρουν. Η εκτίμηση αυτών των μεγεθών γίνεται στο επόμενο κεφάλαιο μέσω ενός μοντέλου που αναπτύσσουμε που καλείται «Μοντέλο Υπολογισμού Ετήσιων Ενεργειακών Καταναλώσεων και Ανακυκλώσιμων Υλικών».



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3 ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΕΤΗΣΙΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΙΜΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

#### 3.1 Εισαγωγή

Το Πανεπιστήμιο Πειραιώς ιδρύθηκε ως «Σχολή Βιομηχανικών Σπουδών» το 1938 από το Σύνδεσμο Βιομηχάνων και Βιοτεχνών Ελλάδος που σε συνεργασία με το Σύνδεσμο Αωνύμων Εταιριών της Ελλάδας έβαλαν ως βάσεις την οικονομική, νομική και τεχνική παιδεία των στελεχών της ελληνικής βιομηχανίας. Με το πέρασμα των χρόνων το πανεπιστήμιο μετεξελίχθηκε, άλλαξε αρκετές ονομασίες, απέκτησε φήμη, προσέλυσε υψηλού επιπέδου καθηγητές και φοιτητές και προστέθηκαν σε αυτό αρκετά νέα τμήματα μέχρι να φτάσει στη σημερινή του μορφή. Το κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς, όπου και στεγάζονται τα περισσότερα τμήματα του ιδρύματος, παραδόθηκε προς χρήση το έτος 1989 (βλέπε εικόνα 3-1). Πρόκειται δηλαδή για ένα αρκετά παλιό κτίριο, σχεδόν 20ετίας, για το οποίο δεν είχε προβλεφθεί το παραμικρό περί της οικονομίας των ενεργειακών του δαπανών. Έτσι το πανεπιστήμιο εγκαταστάθηκε το 1989 σε ένα καινούριο, χρηστικό και μοντέρνο κτίριο το οποίο ήταν ταυτόχρονα και πολύ ενεργοβόρο.



Εικόνα 3-1 Εξωτερική Όψη Πα.Πει.

Για το συγκεκριμένο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς καλούμαστε, σε αυτό το κεφάλαιο να υπολογίσουμε τις ετήσιες ενεργειακές του καταναλώσεις ανά κατηγορία εξοπλισμού καθώς και τις ετήσιες καταναλισκόμενες ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών που σπαταλούνται σε αυτό.

### 3.2 Ανάλυση Μοντέλου

Το μοντέλο υπολογισμού της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας και των καταναλισκόμενων ποσοτήτων ανακυκλώσιμων υλικών από το κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς αναλύεται σε δύο άξονες. Ο πρώτος άξονας αποτελείται από τις προσπάθειες υπολογισμού των πάσης φύσεως ετήσιων ενεργειακών καταναλώσεων που λαμβάνουν χώρα στο πανεπιστήμιο ενώ ο δεύτερος από τον υπολογισμό των ποσοτήτων ανακυκλώσιμων υλικών που χρησιμοποιούνται ευρέως στο πανεπιστήμιο.

#### Ανάλυση 1<sup>ου</sup> άξονα

Το πρώτο βήμα της ανάλυσης του πρώτου άξονα είναι η προσπάθεια καταμερισμού των ενεργειακών καταναλώσεων του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου σε σχέση με τα είδη ενέργειας που καταναλώνονται σε αυτό. Από τη διετή εμπειρία μας σαν ενεργά μέλη της κοινότητας του πανεπιστημίου και ύστερα από συζητήσεις που έγιναν με τη Τεχνική Υπηρεσία του πανεπιστημίου συμπεραίνουμε ότι στο ίδρυμα καταναλώνονται δύο μορφές ενέργειας, ηλεκτρική από το δίκτυο της ΔΕΗ και θερμική με την καύση πετρελαίου. Ουσιαστικά, οι ενεργειακές ανάγκες του πανεπιστημίου καλύπτονται πλήρως από κλασσικές, μη φιλικές προς το περιβάλλον, πηγές ενέργειας και όχι από άλλες σύγχρονες, λιγότερο ρυπογόνες, όπως το φυσικό αέριο και οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Το επόμενο βήμα είναι ο διαχωρισμός του εξοπλισμού του πανεπιστημίου που καταναλώνει ηλεκτρική ενέργεια σε κατηγορίες ανάλογα με τη λειτουργία του. Συγκεκριμένα χωρίζουμε τον εξοπλισμό σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- το φωτισμό
- τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τα περιφερειακά αυτών
- και τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό.

Στη συνέχεια διαχωρίζουμε αυτές τις κατηγορίες σε επιμέρους ομάδες εξοπλισμού με βάση τις ιδιαιτερότητες και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά τους έτσι ώστε να διευκολυνθεί ο μετέπειτα υπολογισμός της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας της κάθε ομάδας.

Συγκεκριμένα, για το φωτισμό ο διαχωρισμός γίνεται με βάση το είδος και τη χρήση των χώρων στους οποίους είναι εγκατεστημένος, δηλαδή:

- Φωτισμός γραφείων
  - Γραφεία Διοικητικού Προσωπικού

- Γραφεία μελών Δ.Ε.Π.
- Φωτισμός χώρων διδασκαλίας
  - Αμφιθέατρα
  - Εργαστήρια
- Φωτισμός κοινόχρηστων χώρων
  - Διάδρομοι
  - Κλίμακες
  - Τουαλέτες
  - Βιβλιοθήκη
  - Χώρος Στάθμευσης
  - Περιβάλλον Χώρος.

Όσον αφορά τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τα περιφερειακά ο διαχωρισμός γίνεται βάσει του είδους των περιφερειακών και των χώρων που βρίσκονται οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, δηλαδή:

- Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές (Η/Υ)
  - Η/Υ Εργαστηρίων
  - Η/Υ Βιβλιοθήκης
  - Η/Υ Γραφείων Διοικητικού Προσωπικού
  - Η/Υ Γραφείων μελών Δ.Ε.Π.
- Εκτυπωτές (Printers)
- Φωτοτυπικά (Photocopiers)

Ο διαχωρισμός του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (Η/Μ) γίνεται βάσει του είδους και της λειτουργίας του, δηλαδή:

- Ανελκυστήρες
- Σύστημα Θέρμανσης
- Σύστημα Ψύξης
- Σύστημα Εξαερισμού

Ύστερα από το διαχωρισμό των τριών μεγάλων κατηγοριών εξοπλισμού σε επιμέρους ομάδες προχωρούμε στον υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύος της κάθε ομάδας καθώς και στον προσδιορισμό του ετήσιου χρόνου λειτουργίας τους για να φτάσουμε στην επιθυμητή εκτίμηση της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Όλη η

μεθοδολογία για τον, κατά ομάδα, υπολογισμό της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζεται αναλυτικά στις επόμενες ενότητες.

Τέλος, εκτός από την ηλεκτρική ενέργεια, όπως αναφέραμε και πιο πάνω, στο πανεπιστήμιο καταναλώνεται και θερμική ενέργεια η οποία δεν χρήζει ανάλυσης μιας και προέρχεται εξολοκλήρου από την καύση πετρελαίου στους καυστήρες του πανεπιστημίου και ο υπολογισμός της θα γίνει σε επόμενη ενότητα.

### Ανάλυση 2<sup>ου</sup> Άξονα

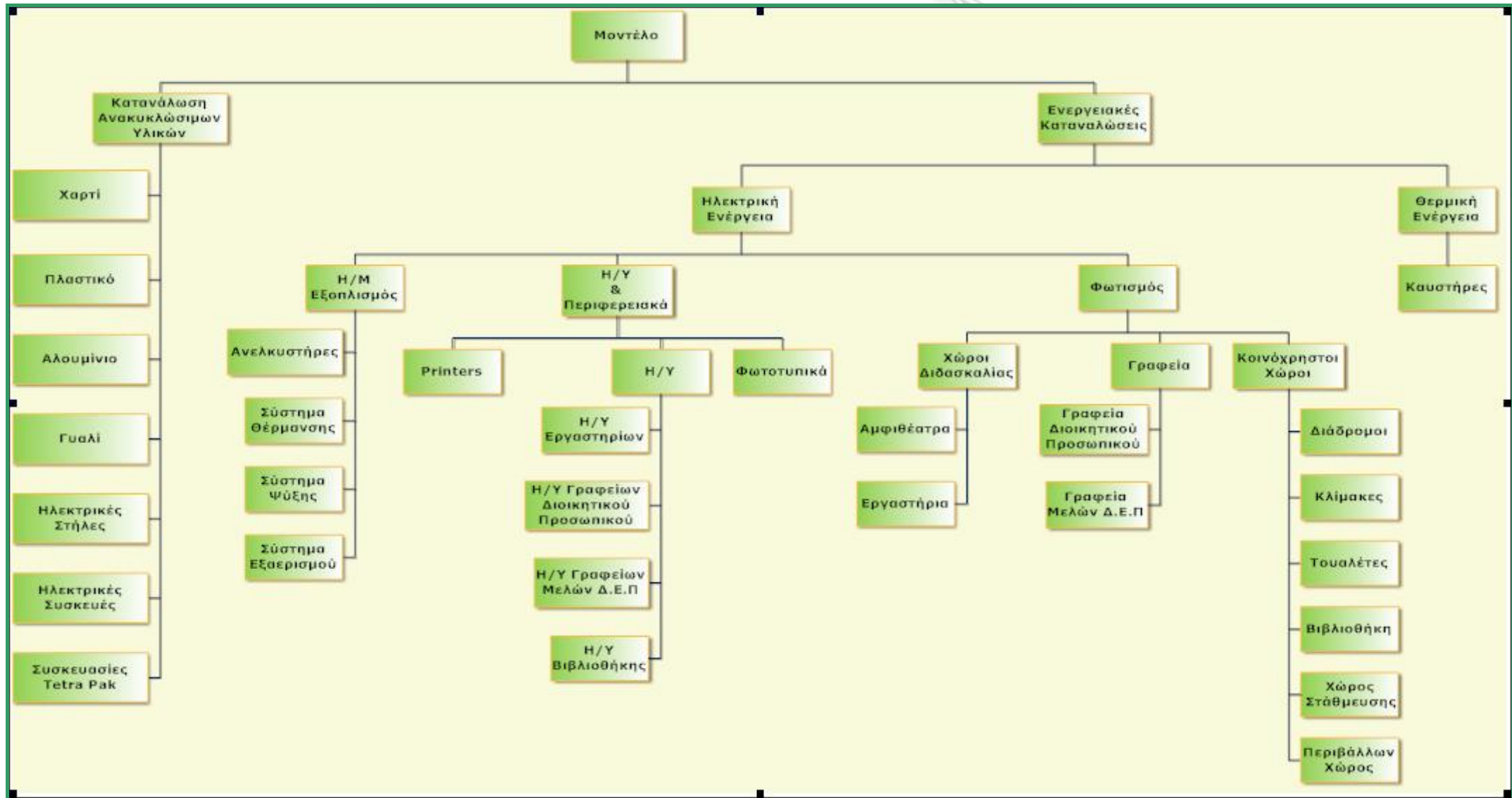
Το πρώτο μέλημα κατά την ανάλυση του δεύτερου άξονα είναι η εύρεση των πιθανών κατηγοριών ανακυκλώσιμων υλικών που χρησιμοποιούνται στο πανεπιστήμιο. Ύστερα από έρευνα των προγραμμάτων ανακύκλωσης διαφόρων ιδρυμάτων ανά τον κόσμο καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι τα υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν από αυτά που χρησιμοποιεί το πανεπιστήμιο είναι τα εξής:

- Χαρτί
- Πλαστικό
- Αλουμίνιο
- Γυαλί
- Ηλεκτρικές Στήλες
- Ηλεκτρικές Συσκευές
- Χάρτινες Συσκευασίες τύπου Tetra Pak.

Το επόμενο βήμα περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των ετήσιων ποσοτήτων των παραπάνω υλικών καθώς και το χαρακτηρισμός τους ως επαρκής ή ανεπαρκής ποσότητες με κριτήριο την πιθανή ανακύκλωση αυτών.

Στη συνέχεια παραθέτουμε ένα διάγραμμα στο οποίο απεικονίζεται η ανάλυση του μοντέλου.





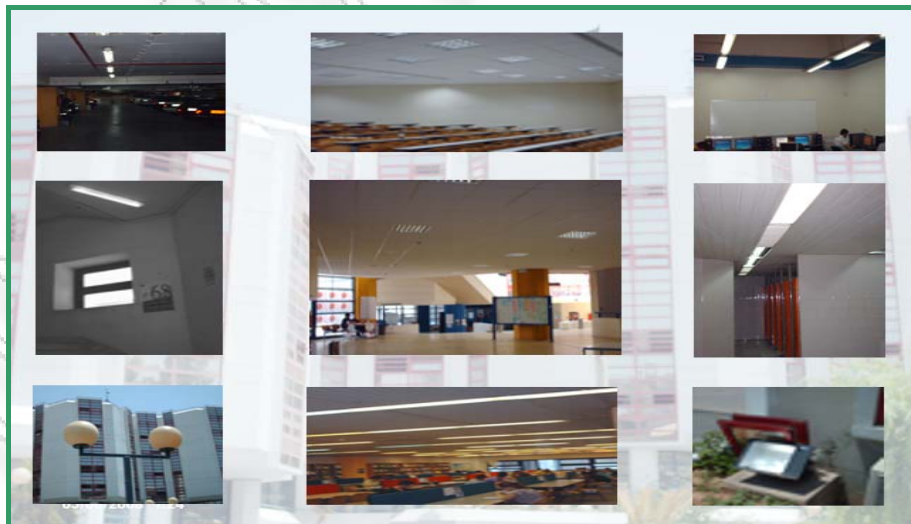
Διάγραμμα 3-1 Μοντέλο Υπολογισμού Ετήσιας Κατανάλωσης Ενέργειας και Ανακυκλώσιμων Υλικών στο Κεντρικό Κτίριο του Πα.Πει.

### 3.3 Υπολογισμός Καταναλισκόμενης Ηλεκτρικής Ενέργειας

#### 3.3.1 Φωτισμός

Προκειμένου να μετρήσουμε την ενεργειακή κατανάλωση του φωτισμού ήταν αναγκαίο να γνωρίζουμε τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ των φωτιστικών του πανεπιστημίου. Αναζητήσαμε τα ηλεκτρολογικά σχέδια του πανεπιστημίου έτσι ώστε να υπολογίσουμε την εγκατεστημένη ισχύ του φωτισμού του πανεπιστημίου αλλά ύστερα από συνεννόηση με την Τεχνική Υπηρεσία κατανοήσαμε ότι είναι ιδιαίτερα δύσκολο να γίνει κάτι τέτοιο διότι έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές τροποποιήσεις στο σύστημα φωτισμού. Επομένως ο μόνος τρόπος για να πετύχουμε το στόχο μας ήταν να γίνει μία όσο το δυνατόν πιο λεπτομερής καταμέτρηση των φωτιστικών του πανεπιστημίου. Φυσικά, σε μία τέτοια διαδικασία δεν είναι δυνατόν να αποφευχθούν τα σφάλματα λόγω της μη προσβασιμότητας σε όλους τους δυνατούς χώρους που περιέχουν φωτιστικά. Μετά το πέρας της καταμέτρησης των φωτιστικών και του υπολογισμού της εγκατεστημένης ηλεκτρικής ισχύος, έγινε μία πρώτη προσέγγιση της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στους επιμέρους χώρους που χωρίσαμε το πανεπιστήμιο και με βάση τις πληροφορίες που συλλέξαμε για τις μέρες και ώρες λειτουργίας αυτών.

Στις επόμενες παραγράφους παραθέτουμε όλα τα στοιχεία που συλλέξαμε από την καταμέτρηση των φωτιστικών καθώς και τις εκτιμήσεις για την ηλεκτρική κατανάλωση.



Εικόνα 3-2 Φωτιζόμενοι Χώροι στο Κεντρικό Κτίριο του Πα.Πει.

## 3.3.1.1 Φωτισμός Γραφείων

Α. Γραφεία Διοικητικού Προσωπικού.

Η καταμέτρηση των φωτιστικών στα γραφεία του διοικητικού προσωπικού ήταν αρκετά εύκολη λόγω της πρόσβασης που είχαμε κατά τις πρωινές ώρες όπου οι υπάλληλοι βρίσκονται σε αυτά. Στον πίνακα 3-1 παρουσιάζονται όλα τα γραφεία του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ τους. Παρατηρούμε ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 37.872 W.

Διοικητικά Γραφεία	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
<b>Ισόγειο</b>					
Διεύθυνση Μηχανοργάνωσης και Τεχνικών Έργων	42	2	36	72	3.024
Συμβουλευτικό Κέντρο Φοιτητών	14	4	18	72	1.008
<b>1ος Όροφος</b>					
108	25	2	36	72	1.800
109	25	2	36	72	1.800
111	25	2	36	72	1.800
112	25	2	36	72	1.800
113	26	2	36	72	1.872
114	31	2	36	72	2.232
115	21	2	36	72	1.512
116	22	2	36	72	1.584
<b>3ος Όροφος</b>					
321	14	2	36	72	1.008
319 - 320	14	2	36	72	1.008
315	8	2	36	72	576
342	6	2	36	72	432
327 - 328	16	2	36	72	1.152
306	25	2	36	72	1.800
<b>4ος Όροφος</b>					
431 - 432 - 433	22	2	36	72	1.584
430	6	2	36	72	432
429	6	2	36	72	432
414	6	2	36	72	432
428	20	2	36	72	1.440
415	16	2	36	72	1.152
426	3	2	36	72	216
427	3	2	36	72	216
416	6	2	36	72	432
419 - 420	14	2	36	72	1.008
417	10	2	36	72	720
418	10	2	36	72	720

Διοικητικά Γραφεία	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
425	25	2	36	72	1.800
<b>5ος Όροφος</b>					
532 - 533	16	2	36	72	1.152
536 - 537	16	2	36	72	1.152
509	8	2	36	72	576
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>					<b>37.872</b>

Πίνακας 3-1 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Διοικητικών Γραφείων.

Ύστερα από πληροφορίες που συλλέξαμε καταλήξαμε ότι οι εβδομάδες λειτουργίας των γραφείων είναι 44, οι μέρες ανά εβδομάδα 5 και οι ώρες ανά ημέρα 8. Εξάιρεση αποτελεί το γραφείο του Συμβουλευτικού Κέντρου Φοιτητών που λειτουργεί 44 βδομάδες, 3 μέρες ανά εβδομάδα και 6 ώρες ανά ημέρα. Με αυτά τα στοιχεία εκτιμήσαμε την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια των διοικητικών γραφείων η οποία είναι 65.679 kWh ετησίως και παρουσιάζεται στον πίνακα 3-2.

Διοικητικά Γραφεία	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
<b>Ισόγειο</b>					
Διεύθυνση Μηχανοργάνωσης και Τεχνικών Έργων	3.024	44	5	8	5.322
Συμβουλευτικό Κέντρο Φοιτητών	1.008	44	3	6	798
<b>1ος Όροφος</b>					
108	1.800	44	5	8	3.168
109	1.800	44	5	8	3.168
111	1.800	44	5	8	3.168
112	1.800	44	5	8	3.168
113	1.872	44	5	8	3.295
114	2.232	44	5	8	3.928
115	1.512	44	5	8	2.661
116	1.584	44	5	8	2.788
<b>3ος Όροφος</b>					
321	1.008	44	5	8	1.774
319 - 320	1.008	44	5	8	1.774
315	576	44	5	8	1.014
342	432	44	5	8	760
327 - 328	1.152	44	5	8	2.028
306	1.800	44	5	8	3.168

Διοικητικά Γραφεία	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
<b>4ος Όροφος</b>					
431 - 432 - 433	1.584	44	5	8	2.788
430	432	44	5	8	760
429	432	44	5	8	760
414	432	44	5	8	760
428	1.440	44	5	8	2.534
415	1.152	44	5	8	2.028
426	216	44	5	8	380
427	216	44	5	8	380
416	432	44	5	8	760
419 - 420	1.008	44	5	8	1.774
417	720	44	5	8	1.267
418	720	44	5	8	1.267
425	1.800	44	5	8	3.168
<b>5ος Όροφος</b>					
532 - 533	1.152	44	5	8	2.028
536 - 537	1.152	44	5	8	2.028
509	576	44	5	8	1.014
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>					<b>65.679</b>

Πίνακας 3-2 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Γραφείων Διοικητικού Προσωπικού.

#### B. Γραφεία μελών Δ.Ε.Π.

Η καταμέτρηση των φωτιστικών στα γραφεία των μελών Δ.Ε.Π. ήταν αρκετά δύσκολη λόγω της ελλιπούς πρόσβασης που είχαμε μιας και οι καθηγητές δεν βρίσκονται σε αυτά σε συγκεκριμένες ώρες. Παρόλα αυτά καταφέραμε και μετρήσαμε έναν αρκετά μεγάλο αριθμό γραφείων που μας επέτρεψε να κάνουμε ασφαλείς εκτιμήσεις για τα υπόλοιπα, με βάση το μέσο όρο του αριθμού των φωτιστικών των καταμετρημένων γραφείων. Στον πίνακα 3-3 παρουσιάζονται όλα τα γραφεία των μελών Δ.Ε.Π. του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ. Παρατηρούμε ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 30.528 W.

Γραφεία Δ.Ε.Π.	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
<b>3ος Όροφος</b>					
301	5	2	36	72	360
302	5	2	36	72	360
303	6	2	36	72	432
304	5	2	36	72	360
305	5	2	36	72	360
307	6	2	36	72	432

Γραφεία Δ.Ε.Π.	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
308	6	2	36	72	432
309	5	2	36	72	360
310	5	2	36	72	360
311	6	2	36	72	432
312	5	2	36	72	360
313	5	2	36	72	360
314	5	2	36	72	360
315	8	2	36	72	576
316	5	2	36	72	360
317	5	2	36	72	360
318	6	2	36	72	432
322	6	2	36	72	432
323	5	2	36	72	360
324	5	2	36	72	360
326	6	2	36	72	432
329	5	2	36	72	360
330	5	2	36	72	360
331	5	2	36	72	360
332	5	2	36	72	360
333	5	2	36	72	360
334	6	2	36	72	432
<b>4<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
401	5	2	36	72	360
403	5	2	36	72	360
404	5	2	36	72	360
405	6	2	36	72	432
406	5	2	36	72	360
407	5	2	36	72	360
408	5	2	36	72	360
409	6	2	36	72	432
410	5	2	36	72	360
411	5	2	36	72	360
412	5	2	36	72	360
413	6	2	36	72	432
435	5	2	36	72	360
436	5	2	36	72	360
437	6	2	36	72	432
438	5	2	36	72	360
439	5	2	36	72	360
440	5	2	36	72	360
441	6	2	36	72	432
<b>5<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
501	5	2	36	72	360
502	5	2	36	72	360
505	6	2	36	72	432
506	2	2	36	72	144
507	5	2	36	72	360
508	5	2	36	72	360
510	6	2	36	72	432

Γραφεία Δ.Ε.Π	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
511	5	2	36	72	360
512	5	2	36	72	360
513	5	2	36	72	360
514	6	2	36	72	432
515	5	2	36	72	360
516	5	2	36	72	360
517	5	2	36	72	360
521	5	2	36	72	360
522	6	2	36	72	432
523	5	2	36	72	360
524	5	2	36	72	360
525	6	2	36	72	432
526	5	2	36	72	360
527	5	2	36	72	360
528	5	2	36	72	360
529	5	2	36	72	360
530	6	2	36	72	432
531	5	2	36	72	360
534	5	2	36	72	360
535	8	2	36	72	576
538	6	2	36	72	432
539	5	2	36	72	360
540	5	2	36	72	360
541	5	2	36	72	360
542	5	2	36	72	360
543	5	2	36	72	360
544 - 545	6	2	36	72	432
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>					<b>30.528</b>

Πίνακας 3-3 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Γραφείων Μελών Δ.Ε.Π.

Ύστερα από πληροφορίες που συλλέξαμε από καθηγητές και υποψήφιους διδάκτορες διαφόρων τμημάτων του πανεπιστημίου καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι οι εβδομάδες λειτουργίας των γραφείων είναι 40, οι μέρες ανά εβδομάδα 5 και οι ώρες ανά ημέρα 9. Με αυτά τα στοιχεία εκτιμήσαμε την ετήσια καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια των γραφείων μελών Δ.Ε.Π. η οποία είναι 54.950 kWh και παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

Γραφεία Δ.Ε.Π.	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
301	360	40	5	9	648
302	360	40	5	9	648
303	432	40	5	9	778
304	360	40	5	9	648
305	360	40	5	9	648

Γραφεία Δ.Ε.Π.	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
307	432	40	5	9	778
308	432	40	5	9	778
309	360	40	5	9	648
310	360	40	5	9	648
311	432	40	5	9	778
312	360	40	5	9	648
313	360	40	5	9	648
314	360	40	5	9	648
315	576	40	5	9	1.037
316	360	40	5	9	648
317	360	40	5	9	648
318	432	40	5	9	778
322	432	40	5	9	778
323	360	40	5	9	648
324	360	40	5	9	648
326	432	40	5	9	778
329	360	40	5	9	648
330	360	40	5	9	648
331	360	40	5	9	648
332	360	40	5	9	648
333	360	40	5	9	648
334	432	40	5	9	778
<b>4<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
401	360	40	5	9	648
403	360	40	5	9	648
404	360	40	5	9	648
405	432	40	5	9	778
406	360	40	5	9	648
407	360	40	5	9	648
408	360	40	5	9	648
409	432	40	5	9	778
410	360	40	5	9	648
411	360	40	5	9	648
412	360	40	5	9	648
413	432	40	5	9	778
435	360	40	5	9	648
436	360	40	5	9	648
437	432	40	5	9	778
438	360	40	5	9	648
439	360	40	5	9	648
440	360	40	5	9	648
441	432	40	5	9	778
<b>5<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
501	360	40	5	9	648
502	360	40	5	9	648
505	432	40	5	9	778
506	144	40	5	9	259
507	360	40	5	9	648
508	360	40	5	9	648



Γραφεία Δ.Ε.Π.	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
510	432	40	5	9	778
511	360	40	5	9	648
512	360	40	5	9	648
513	360	40	5	9	648
514	432	40	5	9	778
515	360	40	5	9	648
516	360	40	5	9	648
517	360	40	5	9	648
521	360	40	5	9	648
522	432	40	5	9	778
523	360	40	5	9	648
524	360	40	5	9	648
525	432	40	5	9	778
526	360	40	5	9	648
527	360	40	5	9	648
528	360	40	5	9	648
529	360	40	5	9	648
530	432	40	5	9	778
531	360	40	5	9	648
534	360	40	5	9	648
535	576	40	5	9	1.037
538	432	40	5	9	778
539	360	40	5	9	648
540	360	40	5	9	648
541	360	40	5	9	648
542	360	40	5	9	648
543	360	40	5	9	648
544 - 545	432	40	5	9	778
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>					<b>54.950</b>

Πίνακας 3-4 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Γραφείων Μελών Δ.Ε.Π.

### 3.3.1.2 Φωτισμός Χώρων Διδασκαλίας

#### Α. Αμφιθέατρα



Εικόνα 3-3 Φωτισμός Αμφιθεάτρων Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

Τα αμφιθέατρα του κεντρικού κτιρίου του πανεπιστημίου είναι 18 και είτε έχουν εγκατεστημένα φωτιστικά παλαιού τύπου είτε σύγχρονα φωτιστικά (βλέπε εικόνα 3-3). Η προσβασιμότητα σε αυτούς τους χώρους ήταν τέτοια που μας επέτρεψε την καλύτερη δυνατή καταμέτρηση των φωτιστικών. Έτσι ο αριθμός των φωτιστικών που καταγράφηκαν ήταν ακριβής χωρίς να χρειαστεί να γίνει κάποια εκτίμηση. Στον πίνακα 3-5 παρουσιάζονται όλα τα αμφιθέατρα του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ. Παρατηρούμε ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 54.088 W.

Αμφιθέατρα	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
<b>Ισόγειο</b>					
001	25	4	18	72	1.800
002	50	2	36	72	3.600
	4	1	58	58	232
Αθανάσιος Κανελλόπουλος	48	2	58	116	5.568
	60	1	60	60	3.600
Σύνολο ΑΚ					9.400
<b>1<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
101	25	3	40	120	3.000
102	40	2	36	72	2.880
103	48	4	18	72	3.456
104	28	4	18	72	2.016
105	30	4	18	72	2.160
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
201	56	2	36	72	4.032
202	54	2	36	72	3.888
203	56	2	36	72	4.032
204	54	2	36	72	3.888
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
335	26	2	36	72	1.872
336	29	2	36	72	2.088
337	14	2	36	72	1.008
338	14	2	36	72	1.008
339	29	2	36	72	2.088
340	26	2	36	72	1.872
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>					<b>54.088</b>

Πίνακας 3-5 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Αμφιθεάτρων.

Από πληροφορίες που συλλέξαμε από τη μελέτη των προγραμμάτων σπουδών όλων των τμημάτων του πανεπιστημίου και ύστερα από συζητήσεις που πραγματοποιήσαμε με καθηγητές καθώς και με γραμματείς διαφόρων τμημάτων φτάσαμε στο συμπέρασμα ότι τα

αμφιθέατρα λειτουργούν 40 εβδομάδες ανά έτος και 5 μέρες ανά εβδομάδα. Όσον αφορά τις ώρες λειτουργίας των φωτιστικών των αμφιθεάτρων παρατηρήσαμε ότι παρόλο που σε πολλά από αυτά υπάρχει φυσικό φως κατά τη διάρκεια της ημέρας τα φώτα είναι αναμμένα. Επιπλέον, διαπιστώσαμε ότι στα αμφιθέατρα που δεν λαμβάνουν χώρα μαθήματα τα φώτα παραμένουν αναμμένα. Έτσι εκτιμήσαμε ότι ο αριθμός των ωρών λειτουργίας των φωτιστικών των αμφιθεάτρων ανά ημέρα είναι 13 ώρες, όσες δηλαδή είναι και οι ώρες λειτουργίας του πανεπιστημίου. Έχοντας ως δεδομένο τα παραπάνω στοιχεία προχωρήσαμε στην εκτίμηση της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στα αμφιθέατρα, η οποία είναι 140.629 kWh και παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

Αμφιθέατρα	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
<b>Ισόγειο</b>					
001	1.800	40	5	13	4.680
002	3.600	40	5	13	9.360
	232				
Αθανάσιος Κανελλόπουλος	5.568				
	3.600				
Σύνολο Α.Κ	9.400	40	5	13	2.4440
<b>1<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
101	3.000	40	5	13	7.800
102	2.880	40	5	13	7.488
103	3.456	40	5	13	8.986
104	2.016	40	5	13	5.242
105	2.160	40	5	13	5.616
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
201	4.032	40	5	13	10.483
202	3.888	40	5	13	10.109
203	4.032	40	5	13	10.483
204	3.888	40	5	13	10.109
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
335	1.872	40	5	13	4.867
336	2.088	40	5	13	5.429
337	1.008	40	5	13	2.621
338	1.008	40	5	13	2.621
339	2.088	40	5	13	5.429
340	1.872	40	5	13	4.867
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ενέργειας</b>					<b>140.629</b>

Πίνακας 3-6 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Αμφιθεάτρων.

B. Εργαστήρια

Εικόνα 3-4 Φωτισμός Εργαστηρίων Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

Η καταμέτρηση των φωτιστικών των εργαστηρίων, όπως φαίνονται στην εικόνα 3-4, ήταν μία ιδιαίτερα δύσκολη διαδικασία διότι η πρόσβασή μας σε αυτά ήταν περιορισμένη. Μετά από συνεχείς επισκέψεις στο πανεπιστήμιο καταφέραμε να καταγράψουμε τον αριθμό των φωτιστικών σε αρκετά από αυτά. Για τα υπόλοιπα, και ειδικά για αυτά που βρίσκονται στο δεύτερο όροφο, κάναμε ασφαλείς εκτιμήσεις για τον αριθμό των φώτων και αυτό λόγω της συμμετρίας με αίθουσες εργαστηρίων που είχαμε ήδη καταγράψει. Έτσι ο αριθμός των φωτιστικών που καταγράφηκαν δεν είναι ακριβής αλλά θεωρούμε ότι είναι πολύ κοντά στη πραγματικότητα. Στον πίνακα 3-7 παρουσιάζεται η εγκατεστημένη ισχύς των φώτων όλων των εργαστηρίων του κεντρικού κτηρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Παρατηρούμε ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 16.168 W.

Εργαστήρια	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
<b>Ισόγειο</b>					
003 - 004	21	2	36	72	1.512
005	11	2	36	72	792
006	10	2	20	40	400
007 - 008	20	2	36	72	1.440
009	10	2	36	72	720
012	11	2	36	72	792
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
205	14	2	36	72	1.008
206	16	2	36	72	1.152
207	23	2	36	72	1.656

Εργαστήρια	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
208	12	2	36	72	864
209	12	2	36	72	864
210	23	2	36	72	1.656
211	16	2	36	72	1.152
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
325	14	2	36	72	1.008
<b>5<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
518	16	2	36	72	1.152
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>					<b>16.168</b>

Πίνακας 3-7 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Εργαστηρίων.

Η εκτίμηση των ωρών λειτουργίας των εργαστηρίων ταυτίζεται με τις ώρες που είναι ανοιχτά τα φώτα στα εργαστήρια. Προκειμένου να αποκτήσουμε μία σαφή εικόνα για τις ώρες λειτουργίας των εργαστηρίων απευθυνθήκαμε στην Διεύθυνση Μηχανοργάνωσης του πανεπιστημίου καθώς και σε ορισμένους υπευθύνους εργαστηρίων. Από τις πληροφορίες που συλλέξαμε από αυτές τις συζητήσεις καταλήξαμε ότι τα εργαστήρια λειτουργούν 32 εβδομάδες ανά έτος. Όσον αφορά τις ημέρες λειτουργίας ανά εβδομάδα και τις ώρες λειτουργίας ανά ημέρα τα δεδομένα διαφέρουν για κάθε εργαστήριο. Υπάρχουν πέντε εργαστήρια που λειτουργούν πέντε μέρες την εβδομάδα με συγκεκριμένο μεγάλο χρόνο λειτουργίας ανά ημέρα ενώ τα υπόλοιπα δεν λειτουργούν κάθε μέρα. Από τα μικτά στοιχεία που συγκεντρώσαμε για τις ώρες λειτουργίας αυτών και υποθέτοντας ότι λειτουργούν πέντε ημέρες ανά εβδομάδα (χάριν ευκολίας) εκτιμήσαμε ότι λειτουργούν κατά μέσο όρο 4-5 ώρες ανά ημέρα. Οι παραπάνω εκτιμήσεις μας δίνουν μία όχι σαφή αλλά αρκετά καλή εικόνα των πραγματικών ωρών λειτουργίας των εργαστηρίων. Έχοντας ως δεδομένο τα παραπάνω στοιχεία προχωρήσαμε στην εκτίμηση της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στα εργαστήρια, η οποία είναι 17.934 kWh και παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

Εργαστήρια	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
<b>Ισόγειο</b>					
003 - 004	1.512	32	5	13	3.145
005	792	32	5	5	634
006	400	32	5	5	320
007 - 008	1.440	32	5	4	922
009	720	32	5	4	461

Εργαστήρια	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
012	792	32	5	5	634
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
205	1.008	32	5	10	1.613
206	1.152	32	5	10	1.843
207	1.656	32	5	4	1.060
208	864	32	5	5	691
209	864	32	5	4	553
210	1.656	32	5	10	2.650
211	1.152	32	5	10	1.843
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
325	1.008	32	5	4	645
<b>5<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
518	1.152	32	5	5	922
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>					<b>17.934</b>

Πίνακας 3-8 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Εργαστηρίων.

### 3.3.1.3 Φωτισμός Κοινόχρηστων Χώρων

#### A. Διάδρομοι



Εικόνα 3-5 Φωτισμός Διαδρόμων Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

Οι διάδρομοι του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς φωτίζονται ως επί των πλείστων με φωτιστικά παλαιού τύπου, που περιέχουν δύο λάμπες 36 W η κάθε μία. Εξάιρεση αποτελούν τα φωτιστικά του ισογείου που περιέχουν τέσσερις λάμπες με 18 W η κάθε μία, όπως παρατηρούμε στην εικόνα 3-5. Η ελεύθερη πρόσβαση που είχαμε σε αυτούς τους χώρους μας επέτρεψε την καλύτερη δυνατή καταμέτρηση των φωτιστικών.

Έτσι ο αριθμός των φωτιστικών που καταγράφηκαν ήταν ακριβής χωρίς να γίνει καμία εκτίμηση. Στον πίνακα 3-9 παρουσιάζεται ο αριθμός των φωτιστικών όλων των διαδρόμων του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς, ανά όροφο και ανά είδος φωτιστικού, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ. Παρατηρούμε ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 39.384 W.

Διάδρομοι	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
<b>Ισόγειο</b>					
	30	2	36	72	2.160
	21	4	18	72	1.512
	71	4	18	72	5.112
	18	2	36	72	1.296
<b>Σύνολο Ισογείου</b>					<b>10.080</b>
<b>1<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	65	2	36	72	4.680
A' Ημιώροφος(Κάτω)	45	2	36	72	3.240
B' Ημιώροφος(Πάνω)	52	2	36	72	3.744
<b>Σύνολο 1<sup>ου</sup> Ορόφου</b>					<b>11.664</b>
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	43	2	36	72	3.096
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	74	2	36	72	5.328
<b>4<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	64	2	36	72	4.608
<b>5<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	64	2	36	72	4.608
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>					<b>39.384</b>

Πίνακας 3-9 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Διαδρόμων.

Από πληροφορίες που συλλέξαμε καθώς και από την εμπειρία μας σαν μέλη της κοινότητας του πανεπιστημίου φτάσαμε στο συμπέρασμα ότι τα φώτα των διαδρόμων είναι αναμμένα 48 εβδομάδες ανά έτος, 6 μέρες ανά εβδομάδα και 13,85 ώρες ανά ημέρα. Οι 13,85 ώρες λειτουργίας ανά ημέρα προκύπτουν λόγω του ότι τα Σάββατα το πανεπιστήμιο λειτουργεί 8 ώρες και όχι 15 ώρες όπως τις υπόλοιπες ημέρες. Έτσι υπολογίζουμε τον μέσο όρο λειτουργίας ανά ημέρα που είναι 13,85 ώρες. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι στους διαδρόμους των ορόφων που φωτίζονται φυσικά κατά τη διάρκεια της ημέρας τα φώτα είναι αναμμένα. Έχοντας ως δεδομένο τα παραπάνω στοιχεία προχωρήσαμε στην εκτίμηση της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των

φωτιστικών των διαδρόμων, η οποία είναι 157.095 kWh και παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

Διάδρομοι	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
<b>Ισόγειο</b>					
	2.160	48	6	13,85	8.616
	1.512	48	6	13,85	6.031
	5.112	48	6	13,85	20.391
	1.296	48	6	13,85	5.169
<b>Σύνολο Ισογείου</b>	<b>10.080</b>				<b>40.207</b>
<b>1<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	4.680	48	6	13,85	18.668
A' Ημιώροφος(Κάτω)	3.240	48	6	13,85	12.924
B' Ημιώροφος(Πάνω)	3.744	48	6	13,85	14.934
<b>Σύνολο 1<sup>ου</sup> Ορόφου</b>	<b>11.664</b>				<b>46.525</b>
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος</b>	<b>3.096</b>	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>13,85</b>	<b>12.349</b>
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος</b>	<b>5.328</b>	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>13,85</b>	<b>21.252</b>
<b>4<sup>ος</sup> Όροφος</b>	<b>4.608</b>	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>13,85</b>	<b>18.380</b>
<b>5<sup>ος</sup> Όροφος</b>	<b>4.608</b>	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>13,85</b>	<b>18.380</b>
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>					<b>157.095</b>

Πίνακας 3-10 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Διαδρόμων.

### B. Κλίμακες



Εικόνα 3-6 Φωτισμός Κλιμάκων Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.



Η καταμέτρηση των φωτιστικών στις κλίμακες του πανεπιστημίου έγινε με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια λόγω της ελεύθερης πρόσβασης σε αυτές. Στον πίνακα 3-11 παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός των φωτιστικών των κλιμάκων του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς ανά είδος φωτιστικού, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ. Παρατηρούμε ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 1.872 W.

Κλίμακες	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
	30	1	36	36	1.080
	22	2	18	36	792
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>					<b>1.872</b>

Πίνακας 3-11 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Κλιμάκων.

Από πληροφορίες που συλλέξαμε καθώς και από την εμπειρία μας σαν μέλη της κοινότητας του πανεπιστημίου φτάσαμε στο συμπέρασμα ότι τα φώτα των διαδρόμων είναι αναμμένα 48 εβδομάδες ανά έτος, 6 μέρες ανά εβδομάδα και 15 ώρες ανά ημέρα. Οι 13,85 ώρες λειτουργίας ανά ημέρα προκύπτουν λόγω του ότι τα Σάββατα το πανεπιστήμιο λειτουργεί 8 ώρες και όχι 15 ώρες όπως τις καθημερινές. Έτσι υπολογίζουμε τον μέσο όρο λειτουργίας ανά ημέρα που είναι 13,85 ώρες. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι οι κλίμακες παρόλο που έχουν επαρκή φυσικό φωτισμό κατά τη διάρκεια της ημέρας το μεγαλύτερο μέρος του έτους τα φώτα είναι αναμμένα (βλέπε εικόνα 3-6). Έχοντας ως δεδομένο τα παραπάνω στοιχεία προχωρήσαμε στην εκτίμηση της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των φωτιστικών των κλιμάκων, η οποία είναι 7.467 kWh και παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

Κλίμακες	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
	1.080	48	6	13,85	4.308
	792	48	6	13,85	3.159
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>					<b>7.467</b>

Πίνακας 3-12 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Κλιμάκων.

Γ. Τουαλέτες

Εικόνα 3-7 Φωτισμός Τουαλετών Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

Το κεντρικό κτίριο του πανεπιστημίου διαθέτει κοινόχρηστες τουαλέτες σε όλους τους ορόφους εκτός του πρώτου και η διάταξη των φωτιστικών είναι αυτή που παρουσιάζεται στην εικόνα 3-7. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός των φωτιστικών των τουαλετών του πανεπιστημίου ανά όροφο, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ. Παρατηρούμε ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 3.708 W.

Τουαλέτες	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
<b>Ισόγειο</b>	20	1	36	36	720
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	6	1	36	36	216
	5	1	36	36	180
<b>Σύνολο 2<sup>ος</sup> Ορόφου</b>					396
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	6	1	36	36	216
	6	1	36	36	216
	7	1	36	36	252
	7	1	36	36	252
<b>Σύνολο 3<sup>ος</sup> Ορόφου</b>					936
<b>4<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	5	1	36	36	180
	6	1	36	36	216
	6	1	36	36	216

Τουαλέτες	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
	6	1	36	36	216
<b>Σύνολο 4<sup>ου</sup> Ορόφου</b>					<b>828</b>
<b>5<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	5	1	36	36	180
	6	1	36	36	216
	6	1	36	36	216
	6	1	36	36	216
<b>Σύνολο 5<sup>ου</sup> Ορόφου</b>					<b>828</b>
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>					<b>3.708</b>

Πίνακας 3-13 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Τουαλετών.

Όπως στους διαδρόμους και στις κλίμακες έτσι και στις τουαλέτες η λειτουργία των φωτιστικών είναι η ίδια, δηλαδή είναι αναμμένα 48 εβδομάδες ανά έτος, 6 μέρες ανά εβδομάδα και 15 ώρες ανά ημέρα. Λόγω του ότι τα Σάββατα το πανεπιστήμιο λειτουργεί 8 ώρες και όχι 15 ώρες όπως τις καθημερινές, υπολογίζουμε τον μέσο όρο ωρών λειτουργίας ανά ημέρα που είναι 13,85 ώρες. Έχοντας ως δεδομένο τα παραπάνω στοιχεία προχωρήσαμε στην εκτίμηση της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των φωτιστικών των τουαλετών, η οποία είναι 14.790 kWh και παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

Τουαλέτες	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
<b>Ισόγειο</b>	720	48	6	13,85	2.872
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	216	48	6	13,85	862
	180	48	6	13,85	718
<b>Σύνολο 2<sup>ου</sup> Ορόφου</b>	396				1.580
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	216	48	6	13,85	862
	216	48	6	13,85	862
	252	48	6	13,85	1.005
	252	48	6	13,85	1.005
<b>Σύνολο 3<sup>ου</sup> Ορόφου</b>	936				3.734
<b>4<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	180	48	6	13,85	718
	216	48	6	13,85	862

Τουαλέτες	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
	216	48	6	13,85	862
	216	48	6	13,85	862
<b>Σύνολο 4<sup>ου</sup> Ορόφου</b>	828				3.303
<b>5<sup>ος</sup> Όροφος</b>					
	180	48	6	13,85	718
	216	48	6	13,85	862
	216	48	6	13,85	862
	216	48	6	13,85	862
<b>Σύνολο 5<sup>ου</sup> Ορόφου</b>	828				3.303
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>					<b>14.790</b>

Πίνακας 3-14 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Τουαλετών.

#### Δ. Βιβλιοθήκη



Εικόνα 3-8 Φωτισμός Αναγνωστήριου Βιβλιοθήκης Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

Η ελεύθερη πρόσβαση που είχαμε στο χώρο της βιβλιοθήκης, τόσο στο αναγνωστήριο (βλέπε εικόνα 3-8) όσο και στο βιβλιοστάσιο, μας επέτρεψε την καλύτερη δυνατή καταμέτρηση των φωτιστικών. Έτσι ο αριθμός των φωτιστικών που καταγράφηκαν ήταν ακριβής. Στον πίνακα 3-15 παρουσιάζεται ο αριθμός των φωτιστικών της βιβλιοθήκης του Πανεπιστημίου Πειραιώς, ανά επίπεδο και ανά είδος φωτιστικού, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ. Παρατηρούμε ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 13.320 W.

Βιβλιοθήκη	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
Αναγνώστηριο	140	2	36	72	10.080
Βιβλιοστάσιο	90	1	36	36	3.240
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>					<b>13.320</b>

Πίνακας 3-15 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Βιβλιοθήκης.

Από πληροφορίες που συλλέξαμε από τους υπεύθυνους της βιβλιοθήκης όσον αφορά το ωρολόγιο πρόγραμμά της και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι βρίσκεται στο υπόγειο του πανεπιστημίου, άρα δεν φωτίζεται φυσικά, φτάσαμε στο συμπέρασμα ότι τα φώτα της βιβλιοθήκης είναι αναμμένα 44 εβδομάδες ανά έτος, 5 μέρες ανά εβδομάδα και 13 ώρες ανά ημέρα. Έχοντας ως δεδομένο τα παραπάνω στοιχεία προχωρήσαμε στην εκτίμηση της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των φωτιστικών των κλιμάκων, η οποία είναι 38.095 kWh και παρουσιάζεται στον πίνακα 3-16.

Βιβλιοθήκη	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
Αναγνώστηριο	10.080	44	5	13	28.829
Βιβλιοστάσιο	3.240	44	5	13	9.266
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>					<b>38.095</b>

Πίνακας 3-16 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Βιβλιοθήκης.

### Ε. Χώρος Στάθμευσης



Εικόνα 3-9 Φωτισμός Χώρου Στάθμευσης Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

Η ελεύθερη πρόσβαση στο χώρο στάθμευσης του πανεπιστημίου (βλέπε εικόνα 3-9) μας επέτρεψε την ακριβή μέτρηση των φωτιστικών που βρίσκονται εγκατεστημένα σε αυτό. Στον πίνακα 3-17 παρουσιάζεται ο αριθμός των φωτιστικών του χώρου στάθμευσης του Πανεπιστημίου Πειραιώς με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ. Παρατηρούμε ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 6.840 W.

Χώρος Στάθμευσης	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
	190	1	36	36	6.840
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>					<b>6.840</b>

Πίνακας 3-17 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Χώρου Στάθμευσης.

Από πληροφορίες που συλλέξαμε από τους υπεύθυνους του χώρου στάθμευσης όσον αφορά τις ώρες λειτουργίας του και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι είναι υπόγειο, άρα δεν φωτίζεται φυσικά, φτάσαμε στο συμπέρασμα ότι ο χώρος στάθμευσης λειτουργεί 44 εβδομάδες ανά έτος, 6 μέρες ανά εβδομάδα και 13 ώρες ανά ημέρα, λαμβάνοντας υπόψη ότι τις καθημερινές ο χώρος στάθμευσης λειτουργεί 14 ώρες ενώ τα Σάββατα 8 ώρες. Έτσι οι 13 ώρες λειτουργίας είναι ο μέσος όρος των παραπάνω μεγεθών. Έχοντας ως δεδομένο τα παραπάνω στοιχεία προχωρήσαμε στην εκτίμηση της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των φωτιστικών του χώρου στάθμευσης, η οποία είναι 24.542 kWh και παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

Χώρος Στάθμευσης	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
	6.840	46	6	13	24.542
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>					<b>24.542</b>

Πίνακας 3-18 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Χώρου Στάθμευσης.

### ΣΤ. Περιβάλλον Χώρος



Εικόνα 3-10 Φωτισμός Περιβάλλοντος Χώρου Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

Ο φωτισμός στον περιβάλλοντα χώρο αποτελείται από 3 προβολείς με μεγάλη κατανάλωση και από 13 κολόνες με διπλές λάμπες η κάθε μία (βλέπε εικόνα 3-10). Στον πίνακα 3-19 παρουσιάζεται ο φωτισμός του περιβάλλοντα χώρου του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ, η οποία προέκυψε από πληροφορίες που πήραμε από την Τεχνική Υπηρεσία. Παρατηρούμε ότι η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι 6.120 W.

Περιβάλλον Χώρος	Αριθμός Φωτιστικών	Αριθμός Λαμπών/ Φωτιστικό	Ισχύς/ Λάμπα (W)	Ισχύς/ Φωτιστικό (W)	Συνολική Ισχύς (W)
	3	1	1.000	1.000	3.000
	13	2	120	240	3.120
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>					<b>6.120</b>

Πίνακας 3-19 Εγκατεστημένη Ισχύς Φωτισμού Περιβάλλοντα Χώρου.

Από πληροφορίες που συλλέξαμε από τους υπεύθυνους της Τεχνικής Υπηρεσίας καταλήξαμε ότι ο φωτισμός του περιβάλλοντα χώρου λειτουργεί κάθε μέρα και όλο το χρόνο, δηλαδή 52 εβδομάδες ανά έτος και 7 μέρες ανά εβδομάδα. Όσον αφορά τις ώρες λειτουργίας του, αυτές είναι 3 και 12 ώρες ανά ημέρα ανάλογα με το είδος του φωτισμού. Με βάση τα παραπάνω στοιχεία προχωρήσαμε στην εκτίμηση της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας του φωτισμού του περιβάλλοντα χώρου, η οποία είναι 16.904 kWh και παρουσιάζεται στον επόμενο πίνακα.

Περιβάλλον Χώρος	Συνολική Ισχύς (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
	3.000	52	7	3	3.276
	3.120	52	7	12	13.628
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>					<b>16.904</b>

Πίνακας 3-20 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτισμού Περιβάλλοντα Χώρου.

### 3.3.1.4 Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Φωτισμού

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται όλα τα στοιχεία που προέκυψαν από τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν παραπάνω για κάθε κατηγορία φωτισμού. Γνωρίζοντας την εγκατεστημένη και την ετήσια εκτιμώμενη καταναλισκόμενη ισχύ ανά κατηγορία φωτισμού συνθέσαμε τον πίνακα 3-21 όπου απεικονίζεται η συνολική ετήσια εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από όλο τον εξοπλισμό του φωτισμού που είναι εγκατεστημένος στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Εκτός από τις κατηγορίες φωτισμού που έχουμε ήδη αναφέρει, αποφασίσαμε να προσθέσουμε και άλλη μία με το τίτλο «Λοιποί Φωτισμοί» που αντιπροσωπεύει το 3% του συνόλου της ισχύος των άλλων κατηγοριών με σκοπό να συμπεριλάβουμε ένα ποσοστό που αντιπροσωπεύει τους φωτισμούς που δεν καταμετρήθηκαν λόγω της μη προσβασιμότητας σε όλους τους χώρους του πανεπιστημίου καθώς και τυχόν σφάλματα. Τέλος υπολογίσαμε τα επιμέρους ποσοστά των κατηγοριών του φωτισμού ως προς τη συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από το φωτισμό.

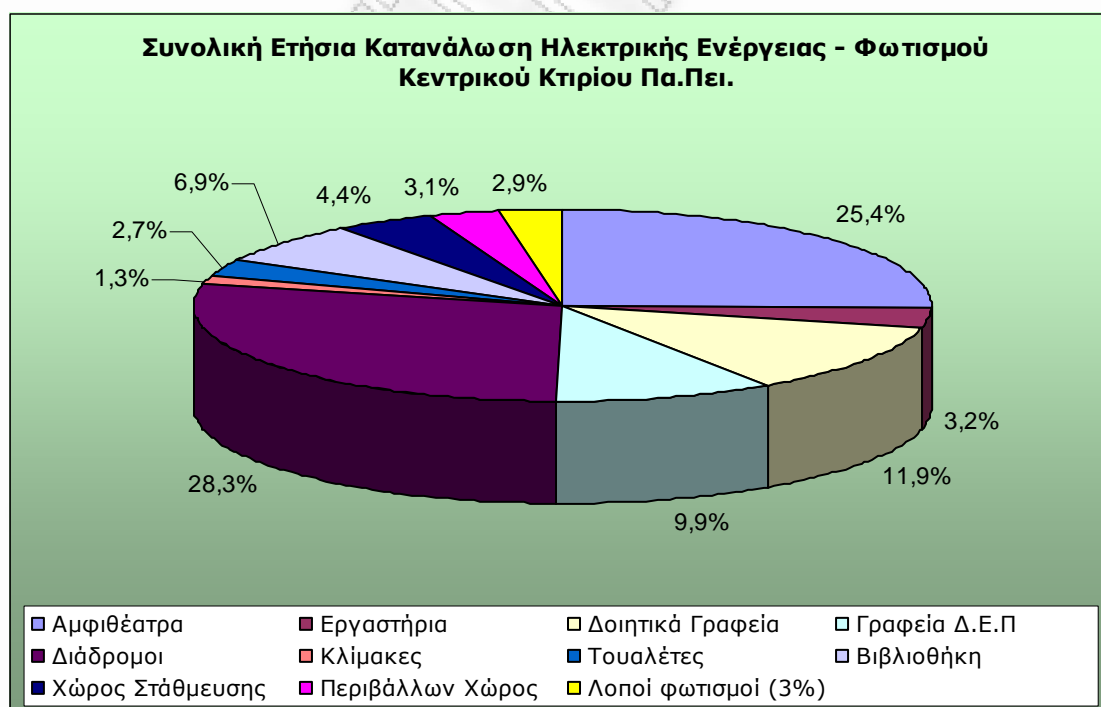
ΧΩΡΟΙ	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς (W)	Συνολική Ετήσια Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh)	Ποσοστό επί της Συνολικής Κατανάλωσης (%)
<b>Χώροι Διδασκαλίας</b>			
Αμφιθέατρα	54.088	140.629	25,4
Εργαστήρια	16.168	17.934	3,2
<b>Γραφεία</b>			
Διοικητικά Γραφεία	37.872	65.679	11,9
Γραφεία Δ.Ε.Π	30.528	54.950	9,9
<b>Κοινόχρηστοι Χώροι</b>			
Διάδρομοι	39.384	157.095	28,3
Κλίμακες	1.872	7.467	1,3



ΧΩΡΟΙ	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς (W)	Συνολική Ετήσια Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh)	Ποσοστό επί της Συνολικής Κατανάλωσης (%)
Τουαλέτες	3.708	14.790	2,7
Βιβλιοθήκη	13.320	38.095	6,9
Χώρος Στάθμευσης	6.840	24.542	4,4
Περιβάλλον Χώρος	6.120	16.904	3,1
<b>Λοιποί φωτισμοί (3%)</b>	6.297	16.143	2,9
<b>Σύνολο</b>	<b>216.197</b>	<b>554.229</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 3-21 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια Φωτισμού Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

Στο διάγραμμα 3-2 απεικονίζεται η συμμετοχή κάθε κατηγορίας φωτισμού στη συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον φωτισμό του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Παρατηρούμε πως οι πιο ενεργοβόρες κατηγορίες φωτισμού είναι των Διαδρόμων και των Αμφιθεάτρων με περίπου 28% και 26% αντίστοιχα ενώ ακολουθούν τα Διοικητικά Γραφεία, τα Γραφεία Μελών Δ.Ε.Π. και η Βιβλιοθήκη με περίπου 12%, 10% και 7% αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες κατηγορίες φωτισμού έχουν μικρή συμμετοχή μιας και το ποσοστό τους κυμαίνεται από 1,5% έως 4,5%.



Διάγραμμα 3-2 Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Κατηγορία Φωτισμού στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

### 3.3.2 Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές & Περιφερειακά

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εκτίμηση της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τα περιφερειακά αυτών (εκτυπωτές, φωτοτυπικά, κλπ.), του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Το πρώτο βήμα της μεθοδολογίας που ακολουθήσαμε ήταν ο προσδιορισμός του αριθμού των ηλεκτρονικών υπολογιστών (Η/Υ) και των περιφερειακών που είναι εγκατεστημένα στο κεντρικό κτίριο του πανεπιστημίου. Βέβαια για τον ακριβή προσδιορισμό του αριθμού των Η/Υ και των περιφερειακών καθώς και των χώρων που βρίσκονται αυτά απαιτείται μία λεπτομερής καταγραφή αυτών από τις υπηρεσίες του πανεπιστημίου η οποία δεν υπήρχε. Έτσι προχωρήσαμε σε ασφαλείς εκτιμήσεις των παραπάνω μεγεθών.

Το επόμενο βήμα ήταν ο υπολογισμός της εγκατεστημένης ισχύος των παραπάνω μηχανημάτων. Δεδομένου του γεγονότος ότι δεν υπάρχουν στοιχεία για τα τεχνικά χαρακτηριστικά (ισχύς) των μηχανημάτων αυτών, καταφύγαμε στο διαδίκτυο με σκοπό να ενημερωθούμε για τα τεχνικά χαρακτηριστικά διαφόρων τύπων τέτοιων μηχανημάτων έτσι ώστε να υπολογίσουμε ένα μέσο όρο της ισχύος τους. Βέβαια ο μέσος όρος της ισχύος, ο οποίος βρήκαμε, δεν είναι της εγκατεστημένης ισχύος αλλά είναι η καταναλισκόμενη ισχύς των ανά ώρα λειτουργίας.

Τέλος, υπολογίσαμε τις ώρες λειτουργίας αυτών των μηχανημάτων έτσι ώστε να καταλήξουμε στον υπολογισμό της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τα περιφερειακά.

Στις επόμενες παραγράφους παραθέτουμε όλα τα στοιχεία που συλλέξαμε καθώς και τις εκτιμήσεις μας για την ετήσια ηλεκτρική κατανάλωση.

#### 3.3.2.1 Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές (Η/Υ)

Η εύρεση της συνολικής ισχύος των ηλεκτρονικών υπολογιστών ήταν μία πολύ δύσκολη και γεμάτη αβεβαιότητες διαδικασία. Αυτό συνέβη για τους εξής λόγους:

- Δυσκολία καταγραφής του συνολικού αριθμού των ηλεκτρονικών υπολογιστών του πανεπιστημίου λόγω της περιορισμένης πρόσβασης που είχαμε στους χώρους που βρίσκονται αυτοί.
- Δυσκολία επιμερισμού του συνολικού αριθμού των ηλεκτρονικών υπολογιστών στους χώρους που είναι εγκατεστημένοι.

- Δυσκολία υπολογισμού της ισχύος του εκάστοτε υπολογιστή λόγω των διαφορετικών τύπων κεντρικών μονάδων και οθονών που υπάρχουν στο πανεπιστήμιο.

Προκειμένου να παρακάμψουμε τα παραπάνω εμπόδια απευθυνθήκαμε στη Διεύθυνση Μηχανοργάνωσης του πανεπιστημίου που είναι υπεύθυνη για τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Ύστερα από συζητήσεις με τους υπευθύνους της μηχανοργάνωσης έγινε μία αρχική εκτίμηση για το πλήθος των Η/Υ που χρησιμοποιούνται στο κεντρικό κτίριο του πανεπιστημίου η οποία ήταν 500 – 600 υπολογιστές. Για λόγους ευκολίας της περαιτέρω ανάλυσης αποφασίσαμε να θεωρήσουμε ότι ο συνολικός αριθμός των Η/Υ είναι 550.

Στη συνέχεια έπρεπε να γίνει ο καταμερισμός των Η/Υ στους χώρους τους οποίους βρίσκονται. Σύμφωνα με τις υποδείξεις που έγιναν από τη Διεύθυνση Μηχανοργάνωσης ο αριθμός των υπολογιστών που βρίσκονται στα εργαστήρια είναι 255 Η/Υ, στην βιβλιοθήκη 15 Η/Υ, στα γραφεία μελών Δ.Ε.Π. 145 Η/Υ και στις διοικητικές υπηρεσίες 135 Η/Υ.

Αφού καθορίστηκε ο αριθμός των Η/Υ ήταν απαραίτητο να υπολογιστεί και η ισχύς του καθενός, τόσο της κεντρικής μονάδας όσο και της οθόνης. Όσον αφορά την κεντρική μονάδα, μετά από συνεννόηση με τον υπεύθυνο της Διεύθυνσης Μηχανοργάνωσης και ύστερα από έρευνα που πραγματοποιήσαμε στο διαδίκτυο διαπιστώσαμε ότι ένας τυπικός Η/Υ έχει τροφοδοτικό των 300W. Παρόλα αυτά η ισχύς που καταναλώνει είναι 70W όταν εκτελεί απλές λειτουργίες και 100W όταν εκτελεί πολλές και σύνθετες λειτουργίες μαζί. Για τους περαιτέρω υπολογισμούς μας, θεωρούμε ως κατανάλωση ενός Η/Υ τα 100W δηλαδή την ανώτατη ισχύ.

Όσον αφορά τις οθόνες που αντιστοιχούν στους υπολογιστές, από τη Διεύθυνση μηχανοργάνωσης μας δόθηκαν τα εξής στοιχεία, ότι υπάρχουν 200 οθόνες TFT νέας τεχνολογίας και 350 οθόνες CRT. Οι TFT και CRT οθόνες καταναλώνουν 35W και 80W αντίστοιχα. Λόγω του ότι είναι δύσκολο να αντιστοιχίσουμε οθόνες με κεντρικές μονάδες υπολογιστών αναγκαστήκαμε να εξάγουμε έναν μέσο όρο κατανάλωσης των οθονών έτσι ώστε να τον προσθέσουμε στην κατανάλωση των κεντρικών μονάδων. Άρα η συνολική κατανάλωση του εκάστοτε Η/Υ υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο:

$$\{[(\text{Αριθμός Οθονών TFT}) * (\text{Κατανάλωση οθόνης TFT}) + (\text{Αριθμός Οθονών CRT}) * (\text{Κατανάλωση οθόνης CRT})] / (\text{Συνολικός αριθμός οθονών})\} + (\text{Κατανάλωση κεντρικής Μονάδας Η/Υ})$$

→

$$\{[(200) * (35W) + (350) * (80W)] / (550)\} + 100W = \mathbf{164 W}$$

Στη συνέχεια έπρεπε να υπολογιστεί η συνολική ετήσια καταναλισκόμενη ισχύς των Η/Υ γι' αυτό ήταν απαραίτητο να γνωρίζουμε τις ώρες λειτουργίας αυτών. Θεωρούμε ότι οι ώρες λειτουργίας των Η/Υ ταυτίζονται με τις ώρες λειτουργίας των χώρων στους οποίους βρίσκονται. Εξάιρεση αποτελούν τα εργαστήρια για τα οποία δεν γνωρίζουμε τον ακριβή καταμερισμό των Η/Υ ανά εργαστήριο αλλά ανά όροφο. Έτσι χρησιμοποιήσαμε ως ώρες λειτουργίας το μέσο όρο των ωρών λειτουργίας των εργαστηρίων ανά όροφο.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία παρουσιάζονται στον πίνακα 3-22 και μας χρησιμεύουν για τον υπολογισμό της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των ηλεκτρονικών υπολογιστών του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς, ανά χώρο στον οποίο βρίσκονται. Τέλος, παρατηρούμε ότι η συνολική ετήσια καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι 132.758 kWh.

Χώροι	Αριθμός Η/Υ	Καταναλισκόμενη Ισχύς Η/Υ (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
<b>Εργαστήρια</b>						
Ισόγειο	100	164	32	5	6	15.744
2 <sup>ος</sup> Όροφος	110	164	32	5	8	23.091
3 <sup>ος</sup> Όροφος	30	164	32	5	4	3.149
5 <sup>ος</sup> Όροφος	15	164	32	5	5	1.968
Βιβλιοθήκη	15	164	44	5	13	7.036
<b>Σύνολο Εργ.-Βιβλ.</b>						<b>50.988</b>
<b>Γραφεία Μελών Δ.Ε.Π.</b>	145	164	40	5	9	42.804
<b>Διοικητικές Υπηρεσίες - Γραμματείες</b>	135	164	44	5	8	38.966
<b>Σύνολο Γραφείων</b>						<b>81.770</b>
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>						<b>132.758</b>

Πίνακας 3-22 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Η/Υ.

### 3.3.2.2 Εκτυπωτές (Printers)

Για τον καθορισμό της συνολικής ισχύος των εκτυπωτών αντιμετωπίσαμε ανάλογες δυσκολίες με αυτές που αντιμετωπίσαμε για τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Προκειμένου να παρακάμψουμε αυτές τις δυσκολίες απευθυνθήκαμε στην Διεύθυνση Μηχανοργάνωσης του πανεπιστημίου που είναι υπεύθυνη για τους εκτυπωτές. Από συζητήσεις μαζί τους, καταλήξαμε ότι ο αριθμός των εκτυπωτών είναι προσεγγιστικά 300. Από αυτούς το 80 – 90% βρίσκεται σε Γραμματείες, Διοικητικά Γραφεία και Γραφεία μελών Δ.Ε.Π. τα οποία λειτουργούν 8 ώρες ανά ημέρα. Το υπόλοιπο ποσοστό των εκτυπωτών βρίσκεται στα εργαστήρια, όπου ο μέσος όρος λειτουργίας αυτών των χώρων είναι 7-9 ώρες την ημέρα. Για την απλοποίηση των υπολογισμών θεωρούμε ότι ο χρόνος λειτουργίας όλων των χώρων που βρίσκονται οι εκτυπωτές είναι 8 ώρες ανά ημέρα. Στη συνέχεια, υποθέτουμε ότι οι εκτυπωτές είναι ενεργοί 4 ώρες την ημέρα εκ των οποίων τις 0,5 ώρες εκτυπώνουν και τις υπόλοιπες 3,5 βρίσκονται σε αδρανή κατάσταση.

Όλα τα παραπάνω στοιχεία παρουσιάζονται στον πίνακα 3-23 και μας χρησιμεύουν στον υπολογισμό της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των εκτυπωτών του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Τέλος, παρατηρούμε ότι η συνολική ετήσια καταναλισκόμενη ισχύς είναι 8.033 W.

Κατάσταση Λειτουργίας	Αριθμός Εκτυπωτών	Καταναλισκόμενη Ισχύς Εκτυπωτή (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
Εκτύπωση	300	150	42	5	1	4.725
Αδράνεια	300	15	42	5	4	3.308
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>						<b>8.033</b>

Πίνακας 3-23 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Εκτυπωτών.

### 3.3.2.3 Φωτοτυπικά (Photocopiers)

Για τον καθορισμό της συνολικής ισχύος των φωτοτυπικών αντιμετωπίσαμε ανάλογες δυσκολίες με αυτές που αντιμετωπίσαμε για τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τους εκτυπωτές. Με σκοπό να παρακάμψουμε αυτές τις δυσκολίες απευθυνθήκαμε στην Διεύθυνση Μηχανοργάνωσης του πανεπιστημίου που είναι υπεύθυνη για τα φωτοτυπικά. Από συζητήσεις μαζί τους συμπεράναμε ότι ο αριθμός των φωτοτυπικών είναι προσεγγιστικά 40. Από αυτά το συντριπτικά μεγαλύτερο ποσοστό βρίσκεται σε Γραμματείες και Διοικητικά Γραφεία τα οποία λειτουργούν 8 ώρες ανά ημέρα. Το υπόλοιπο ποσοστό των φωτοτυπικών βρίσκεται στα εργαστήρια, όπου ο μέσος όρος λειτουργίας τους είναι 7-9 ώρες την ημέρα. Για την απλοποίηση των υπολογισμών θεωρούμε ότι ο χρόνος λειτουργίας

όλων των χώρων που βρίσκονται τα φωτοτυπικά είναι 8 ώρες ανά ημέρα. Στη συνέχεια, υποθέτουμε ότι τα φωτοτυπικά είναι ενεργά 5,5 ώρες την ημέρα εκ των οποίων τις 0,5 ώρες εκτυπώνουν και τις υπόλοιπες 5 βρίσκονται σε αδρανή κατάσταση. Επίσης, στο πανεπιστήμιο υπάρχει και μία πολύ μεγάλη φωτοτυπική μονάδα που λειτουργεί περίπου 6 ώρες ανά ημέρα. Ο χρόνος λειτουργίας των φωτοτυπικών είναι 44 εβδομάδες το χρόνο και 5 μέρες την εβδομάδα.

Τα παραπάνω στοιχεία παρατίθενται στον πίνακα 3-24 και μας χρησιμεύουν στον υπολογισμό της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας των φωτοτυπικών του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Τέλος, παρατηρούμε ότι η συνολική ετήσια καταναλισκόμενη ισχύς είναι 18.920 W.

Κατάσταση Λειτουργίας	Αριθμός Φωτοτυπικών	Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτοτυπικού (W)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
<b>Εκτύπωση</b>						
Μικρό Μέγεθος	40	1.300	44	5	1	5.720
Μεγάλο Μέγεθος	1	8.000	44	5	6	10.560
<b>Αδράνεια</b>						
Μικρό Μέγεθος	40	60	44	5	5	2.640
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>						<b>18.920</b>

Πίνακας 3-24 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Φωτοτυπικών.

### 3.3.2.4 Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Η/Υ & Περιφερειακών

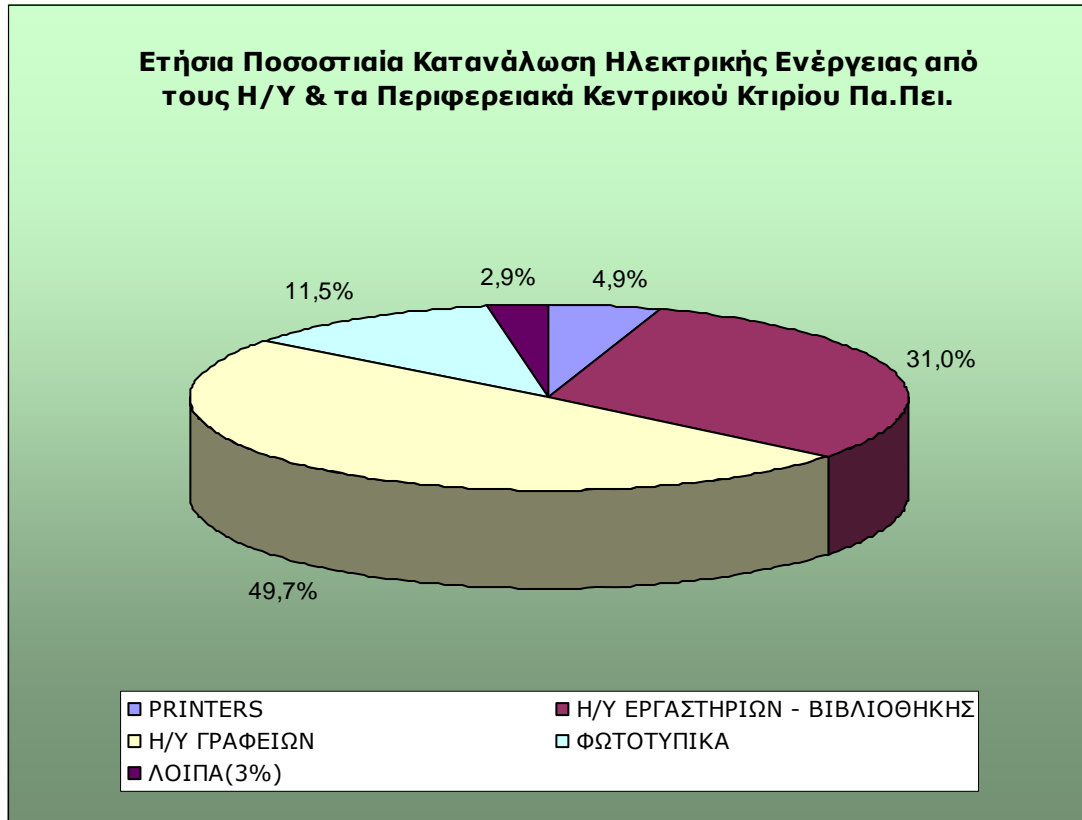
Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται όλα τα στοιχεία που προέκυψαν από τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν παραπάνω για κάθε κατηγορία Η/Υ & Περιφερειακών. Γνωρίζοντας την ετήσια εκτιμώμενη καταναλισκόμενη ισχύ ανά κατηγορία Η/Υ & Περιφερειακών συνθέσαμε τον πίνακα 3-25 όπου απεικονίζεται η συνολική ετήσια εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από όλο τον εξοπλισμό που είναι εγκατεστημένος στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Εκτός από τις κατηγορίες που έχουμε ήδη αναφέρει, αποφασίσαμε να συμπεριλάβουμε και άλλη μία με τίτλο

«Λοιπά» που αντιπροσωπεύει το 3% του συνόλου της ισχύος των άλλων κατηγοριών με σκοπό να ενσωματώσουμε το ποσοστό που αντιπροσωπεύει τους λοιπούς εξοπλισμούς (fax, τηλεφωνικές συσκευές, κλπ.) που δεν καταμετρήθηκαν λόγω της μικρής τους κατανάλωσης και της μη προσβασιμότητας σε όλους τους χώρους του πανεπιστημίου καθώς και τυχόν σφάλματα. Τέλος υπολογίσαμε τα επιμέρους ποσοστά των κατηγοριών των Η/Υ & Περιφερειακών ως προς τη συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τα περιφερειακά.

Η/Υ & Περιφερειακά	Συνολική Ετήσια Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh)	Ποσοστό επί της Συνολικής Κατανάλωσης (%)
<b>Εκτυπωτές</b>	8.033	4,9
<b>Η/Υ</b>		
Η/Υ Εργαστηρίων - Βιβλιοθήκης	50.988	31,0
Η/Υ Γραφείων	81.770	49,7
<b>Φωτοτυπικά</b>	18.920	11,5
<b>Λοιπά(3%)</b>	4.791	2,9
<b>Σύνολο</b>	<b>164.502</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 3-25 Ετήσια Καταναλισκόμενη ΗΛ/κή Ενέργεια Η/Υ & Περιφερειακών Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

Στο διάγραμμα 3-3 απεικονίζεται η συμμετοχή κάθε κατηγορίας Η/Υ & Περιφερειακών στη συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από αυτά. Παρατηρούμε πως οι πιο ενεργοβόρες κατηγορίες είναι των Η/Υ των Γραφείων και των Η/Υ των Εργαστηρίων - Βιβλιοθήκης με περίπου 50% και 31% αντίστοιχα ενώ ακολουθούν οι υπόλοιπες κατηγορίες με μικρή συμμετοχή μιας και το ποσοστό τους κυμαίνεται από 3% έως 11,5%.



**Διάγραμμα 3-3** Ετήσια Ποσοστιαία Κατανάλωση Ηλ/κής Ενέργειας από Η/Υ & Περιφερειακά στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

### 3.3.3 Ηλεκτρομηχανολογικός Εξοπλισμός

Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εκτίμηση της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που είναι εγκατεστημένος στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Αρχικά ξεχωρίσαμε τα πιθανά συστήματα που βρίσκονται στο πανεπιστήμιο και καταλήξαμε στα εξής:

- Ανελκυστήρες
- Σύστημα Θέρμανσης
- Σύστημα Ψύξης
- Σύστημα Εξαερισμού

Τα παραπάνω συστήματα είναι αρκετά πολύπλοκα μιας και το καθένα από αυτά αποτελείται από επιμέρους συγκροτήματα μηχανημάτων. Οι ειδικές τεχνικές γνώσεις που απαιτούνταν για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας αυτών των συστημάτων μας



ώθησαν να ζητήσουμε τη βοήθεια της Τεχνικής Υπηρεσίας του πανεπιστημίου που είναι υπεύθυνη για αυτά τα συστήματα.

Οι υπεύθυνοι της Τεχνικής Υπηρεσίας, με τις γνώσεις τους και την πολυετή εμπειρία τους, μας εξήγησαν πλήρως τον τρόπο λειτουργίας αυτών των πολύπλοκων συστημάτων. Επίσης, βασιζόμενοι στα ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του κεντρικού κτιρίου του πανεπιστημίου μας έδωσαν μία αναλυτική «χαρτογράφηση» των συστημάτων αυτών, δηλαδή μία λίστα με τα επιμέρους μηχανήματα που αποτελούν το κάθε σύστημα.

Επιπλέον, ανατρέχοντας στα εγχειρίδια λειτουργίας των μηχανημάτων αυτών κατέγραψαν τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κάθε μηχανήματος. Αυτό μας επέτρεψε τον υπολογισμό της εγκατεστημένης ισχύος του κάθε μηχανήματος ξεχωριστά και αθροιστικά τη συνολική ισχύ του κάθε συστήματος.

Όσον αφορά το χρόνο λειτουργίας αυτών των συστημάτων στηριχθήκαμε στις εκτιμήσεις που μας δόθηκαν από την Τεχνική Υπηρεσία διότι αφενός είναι αρμόδια για την ομαλή λειτουργία τους και αφετέρου έχει την εμπειρία, λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους, να προβεί σε τέτοιου είδους εκτιμήσεις.

Τελικά, γνωρίζοντας πλέον την εγκατεστημένη ισχύ των επιμέρους μηχανημάτων του κάθε συστήματος καθώς και τον ετήσιο χρόνο λειτουργίας αυτών ήμασταν σε θέση να υπολογίσουμε την ετήσια καταναλισκόμενη ισχύ του κάθε ηλεκτρομηχανολογικού συστήματος του πανεπιστημίου. Όλα αυτά τα στοιχεία παρουσιάζονται στις ακόλουθες παραγράφους.

### 3.3.3.1 Ανελκυστήρες

Στον πίνακα 3-26 παρουσιάζεται το σύστημα των ανελκυστήρων του κεντρικού κτιρίου του πανεπιστημίου μαζί με την εγκατεστημένη ισχύ του κάθε ανελκυστήρα. Επίσης, υπολογίζεται και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των ανελκυστήρων η οποία είναι 23,4 kW.

Ανελκυστήρες	Αριθμός Ανελκυστήρων	Ισχύς/ Ανελκυστήρα (kW)	Συνολική Ισχύς (kW)
Μικρού Μεγέθους	2	3,4	6,8
Μεγάλου Μεγέθους	2	8,3	16,6
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>			<b>23,4</b>

Πίνακας 3-26 Εγκατεστημένη Ισχύς Ανελκυστήρων.

Στον πίνακα 3-27 παρουσιάζεται ο χρόνος λειτουργίας των ανελκυστήρων ανά έτος και υπολογίζεται η συνολική ετήσια καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια αυτών η οποία είναι 56.124 kWh.

Ανελκυστήρες	Συνολική Ισχύς (kW)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
Μικρού Μεγέθους	6,8	48	5	10	16.358
Μεγάλου Μεγέθους	16,6	48	5	10	39.767
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>					<b>56.124</b>

Πίνακας 3-27 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Ανελκυστήρων.

### 3.3.3.2 Σύστημα Θέρμανσης

Στον πίνακα 3-28 παρουσιάζονται αναλυτικά τα συστατικά μέρη εξοπλισμού του συστήματος θέρμανσης του κεντρικού κτιρίου του πανεπιστημίου μαζί με την εγκατεστημένη ισχύ του καθενός. Επιπλέον, υπολογίζεται και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος θέρμανσης η οποία είναι 118,6 kW.

Σύστημα Θέρμανσης	Αριθμός Μονάδων Εξοπλισμού	Ισχύς/ Μονάδα Εξοπλισμού (kW)	Συνολική Ισχύς (kW)
Καυστήρες	3	2	6
Αντλίες Επανακυκλοφορίας Νερού	8	1,5	11,9
Κυκλοφορητές Θέρμανσης	3	0,7	2,2
	2	7,5	14,9
<b>Σύνολο</b>			<b>17,2</b>
Μονάδες Εισαγωγής Αέρα στις Αίθουσες (Α.Η.Υ.)	8	7,5	59,7
Επανακυκλοφορία Αέρα	8	3,0	23,9
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>			<b>118,6</b>

Πίνακας 3-28 Εγκατεστημένη Ισχύς Συστήματος Θέρμανσης.

Στον πίνακα 3-29 παρουσιάζεται ο χρόνος λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης ανά έτος και υπολογίζεται η συνολική ετήσια καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργειά του η οποία είναι 175.055 kWh. Όσον αφορά το χρόνο λειτουργίας το σύστημα θέρμανσης είναι ενεργό 24 εβδομάδες ανά χρόνο, 5 μέρες ανά εβδομάδα και 10 ώρες ανά ημέρα. Επίσης, εκτιμάται ότι υπάρχουν και 5 από τις 24 εβδομάδες όπου το σύστημα θέρμανσης λειτουργεί και το Σάββατο για περίπου 6 ώρες, λόγω των εξεταστικών περιόδων και κάποιων μεταπτυχιακών προγραμμάτων που λαμβάνουν χώρα στο κεντρικό κτίριο του πανεπιστημίου. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονίσουμε πως στην καταναλισκόμενη ισχύ συμπεριλαμβάνονται και οι απώλειες του συστήματος, λόγω παλαιότητας, οι οποίες είναι 20% βάσει της εκτίμησης που πραγματοποιήθηκε από την Τεχνική Υπηρεσία.

Σύστημα Θέρμανσης	Συνολική Ισχύς (kW)	Εβδομάδες / Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας / Ημέρα	Σάββατα Λειτουργίας / Έτος	Ώρες Λειτουργίας / Σάββατο	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
Καυστήρες	6	24	5	10	5	6	7.380
Αντλίες Επανακυκλοφορίας Νερού	11,9	24	5	10	5	6	14.675
Κυκλοφορητές Θέρμανσης	2,2	24	5	10	5	6	2.752
<b>Σύνολο</b>	14,9	24	5	10	5	6	18.344
<b>Μονάδες Εισαγωγής Αέρα στις Αίθουσες (Α.Η.Υ.)</b>	59,7	24	5	10	5	6	73.377
<b>Επανακυκλοφορία Αέρα</b>	23,9	24	5	10	5	6	29.351
<b>Απώλειες Συστήματος Θέρμανσης (20%)</b>							<b>29.176</b>
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>							<b>175.055</b>

Πίνακας 3-29 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Συστήματος Θέρμανσης.

### 3.3.3.3 Σύστημα Ψύξης

Στον πίνακα 3-30 παρουσιάζονται αναλυτικά τα συστατικά μέρη εξοπλισμού του συστήματος ψύξης του κεντρικού κτιρίου του πανεπιστημίου μαζί με την εγκατεστημένη

ισχύ του καθενός. Με βάση τα παραπάνω, υπολογίζεται και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος η οποία είναι 551,7 kW.

Σύστημα Ψύξης	Αριθμός Μονάδων Εξοπλισμού	Ισχύς/ Μονάδα Εξοπλισμού (kW)	Συνολική Ισχύς (kW)
<b>Φυγοκεντρικοί Συμπιεστές</b>	2	194	388
<b>Ανεμιστήρες</b>	4	5,5	22,0
<b>Αντλίες</b>	2	14,9	29,8
<b>Σύνολο</b>	2	5,6	11,2
<b>Κυκλοφορητές Ψύξης</b>	3	0,7	2,2
<b>Σύνολο</b>	2	7,5	14,9
<b>Μονάδες Εισαγωγής Αέρα στις Αίθουσες (Α.Η.Υ.)</b>	8	7,5	59,7
<b>Επανακυκλοφορία Αέρα</b>	8	3,0	23,9
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>			<b>551,7</b>

Πίνακας 3-30 Εγκατεστημένη Ισχύς Συστήματος Ψύξης.

Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζεται ο χρόνος λειτουργίας του συστήματος ψύξης ανά έτος και υπολογίζεται η συνολική ετήσια καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργειά του η οποία είναι 523.064 kWh. Όσον αφορά το χρόνο λειτουργίας το σύστημα ψύξης είναι ενεργό 16 εβδομάδες ανά χρόνο, 5 μέρες ανά εβδομάδα και 9 ώρες ανά ημέρα. Επιπλέον, εκτιμάται ότι υπάρχουν και 7 από τις 16 εβδομάδες όπου το σύστημα λειτουργεί και το Σάββατο για περίπου 5,5 ώρες, λόγω των εξεταστικών περιόδων και κάποιων μεταπτυχιακών προγραμμάτων που λαμβάνουν χώρα στο κεντρικό κτίριο του πανεπιστημίου. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι στην καταναλισκόμενη ισχύ συμπεριλαμβάνονται και οι απώλειες του συστήματος λόγω παλαιότητας, οι οποίες είναι 25% βάσει της εκτίμησης που πραγματοποιήθηκε από την Τεχνική Υπηρεσία.

Σύστημα Ψύξης	Συνολική Ισχύς (kW)	Εβδομάδες/ Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας/ Ημέρα	Σάββατα Λειτουργίας/ Έτος	Ώρες Λειτουργίας/ Σάββατο	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
<b>Φυγοκεντρικοί Συμπιεστές</b>	388	16	5	9	7	5,5	294.298
<b>Ανεμιστήρες</b>	22,0	16	5	9	7	5,5	16.687
<b>Αντλίες</b>	29,8	16	5	9	7	5,5	22.625
<b>Σύνολο</b>	11,2	16	5	9	7	5,5	8.484
<b>41,0</b>							<b>31.109</b>
<b>Κυκλοφορητές Ψύξης</b>	2,2	16	5	9	7	5,5	1.697
	14,9	16	5	9	7	5,5	11.312
<b>Σύνολο</b>	17,2						13.009
<b>Μονάδες Εισαγωγής Αέρα στις Αίθουσες (Α.Η.Υ.)</b>	59,7	16	5	9	7	5,5	45.249
<b>Επανακυκλοφορία Αέρα</b>	23,9	16	5	9	7	5,5	18.100
<b>Απώλειες Συστήματος Ψύξης (25%)</b>							<b>104.613</b>
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>							<b>523.064</b>

Πίνακας 3-31 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Συστήματος Ψύξης.

### 3.3.3.4 Σύστημα Εξαερισμού

Στον πίνακα 3-32 παρουσιάζονται αναλυτικά τα συστατικά μέρη εξοπλισμού του συστήματος εξαερισμού του κεντρικού κτιρίου του πανεπιστημίου μαζί με την εγκατεστημένη ισχύ του καθενός, καθώς και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του συστήματος η οποία είναι 174,5 kW.

Σύστημα Εξαερισμού	Αριθμός Μονάδων Εξοπλισμού	Ισχύς/ Μονάδα Εξοπλισμού (kW)	Συνολική Ισχύς (kW)
<b>Μονάδες Εξαερισμού</b>	13	1,5	19,4
<b>Μονάδες Αερισμού</b>	12	3,0	35,8

Σύστημα Εξαερισμού	Αριθμός Μονάδων Εξοπλισμού	Ισχύς/ Μονάδα Εξοπλισμού (kW)	Συνολική Ισχύς (kW)
<b>Μονάδες Εισαγωγής Αέρα στις Αίθουσες (Α.Η.Υ.)</b>			
Λειτουργία Μόνο Συστήματος Εξαερισμού	8	7,5	59,7
Λειτουργία Συστήματος Θέρμανσης	8	7,5	59,7
Λειτουργία Συστήματος Ψύξης	8	7,5	59,7
<b>Σύνολο</b>			<b>59,7</b>
<b>Επανακυκλοφορία Αέρα</b>			
Λειτουργία Μόνο Συστήματος Εξαερισμού	8	3,0	23,9
Λειτουργία Συστήματος Θέρμανσης	8	3,0	23,9
Λειτουργία Συστήματος Ψύξης	8	3,0	23,9
<b>Σύνολο</b>			<b>23,9</b>
<b>Ανεμιστήρες</b>	12	3,0	35,8
<b>Σύνολο Εγκατεστημένης Ισχύος</b>			<b>174,5</b>

Πίνακας 3-32 Εγκατεστημένη Ισχύς Συστήματος Εξαερισμού.

Στον πίνακα 3-32 παρουσιάζεται ο χρόνος λειτουργίας του συστήματος εξαερισμού ανά έτος και υπολογίζεται η συνολική ετήσια καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργειά του η οποία είναι 481.072 kWh. Όσον αφορά το χρόνο λειτουργίας το σύστημα εξαερισμού είναι ενεργό 48 εβδομάδες ανά χρόνο, 5 μέρες ανά εβδομάδα και 15 ώρες ανά ημέρα. Επιπροσθέτως, εκτιμάται ότι υπάρχουν και 14 από τις 48 εβδομάδες όπου το σύστημα λειτουργεί και το Σάββατο για 8 ώρες, λόγω των εξεταστικών περιόδων και κάποιων μεταπτυχιακών προγραμμάτων που λαμβάνουν χώρα στο κεντρικό κτίριο του πανεπιστημίου. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να γίνουν ορισμένες παρατηρήσεις για να γίνει κατανοητός ο χρόνος λειτουργίας κάποιων υποσυστημάτων του συστήματος εξαερισμού με σκοπό να αποσαφηνιστεί πλήρως ο υπολογισμός της ετήσιας καταναλισκόμενης ισχύος, δηλαδή:

- Το σύστημα εξαερισμού απαρτίζεται εκτός των άλλων και από υποσυστήματα που είναι κοινά τόσο για το σύστημα θέρμανσης όσο και για το σύστημα ψύξης. Συγκεκριμένα αυτά τα υποσυστήματα είναι οι Μονάδες Εισαγωγής Αέρα στις Αίθουσες (AHU-Air Handling Unit) και η Επανακυκλοφορία του Αέρα. Επομένως από το χρόνο λειτουργίας του συστήματος εξαερισμού ήταν αναγκαίο να αφαιρεθεί το χρονικό

διάστημα κατά τη διάρκεια της ημέρας όπου τα παραπάνω υποσυστήματα ενεργοποιούνται λόγω των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης. Αυτός ο διαχωρισμός συνέβαλε ώστε να μην γίνει διπλή καταγραφή του χρόνου λειτουργίας αυτών των κοινών συστημάτων.

Σύστημα Εξαερισμού	Συνολική Ισχύς (kW)	Εβδομάδες /Έτος	Ημέρες/ Εβδομάδα	Ώρες Λειτουργίας /Ημέρα	Σάββατα Λειτουργίας /Έτος	Ώρες Λειτουργίας /Σάββατο	Κατανάλωση Ενέργειας/ Έτος (kWh)
<b>Μονάδες Εξαερισμού</b>	19,4	48	5	15	14	8	71.969
<b>Μονάδες Αερισμού</b>	35,8	48	5	15	14	8	132.866
<b>Μονάδες Εισαγωγής Αέρα στις Αίθουσες (Α.Η.Υ.)</b>							
Λειτουργία Μόνο Συστήματος Εξαερισμού	59,7	8	5	15	2	8	36.748
Λειτουργία Συστήματος Θέρμανσης	59,7	24	5	5	5	2	36.390
Λειτουργία Συστήματος Ψύξης	59,7	16	5	6	7	2,5	29.679
<b>Σύνολο</b>	59,7						102.817
<b>Επανακυκλοφορία Αέρα</b>							
Λειτουργία Μόνο Συστήματος Εξαερισμού	23,9	8	5	15	2	8	14.699
Λειτουργία Συστήματος Θέρμανσης	23,9	24	5	5	5	2	14.556
Λειτουργία Συστήματος Ψύξης	23,9	16	5	6	7	2,5	11.872
<b>Σύνολο</b>	23,9						41.127
<b>Ανεμιστήρες</b>	35,8	48	5	15	12	8	132.293
<b>Σύνολο Καταναλισκόμενης Ισχύος</b>							<b>481.072</b>

Πίνακας 3-33 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ισχύς Συστήματος Εξαερισμού.

### 3.3.3.5 Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας από τον Ηλεκτρομηχανολογικό Εξοπλισμό (Η/Μ)

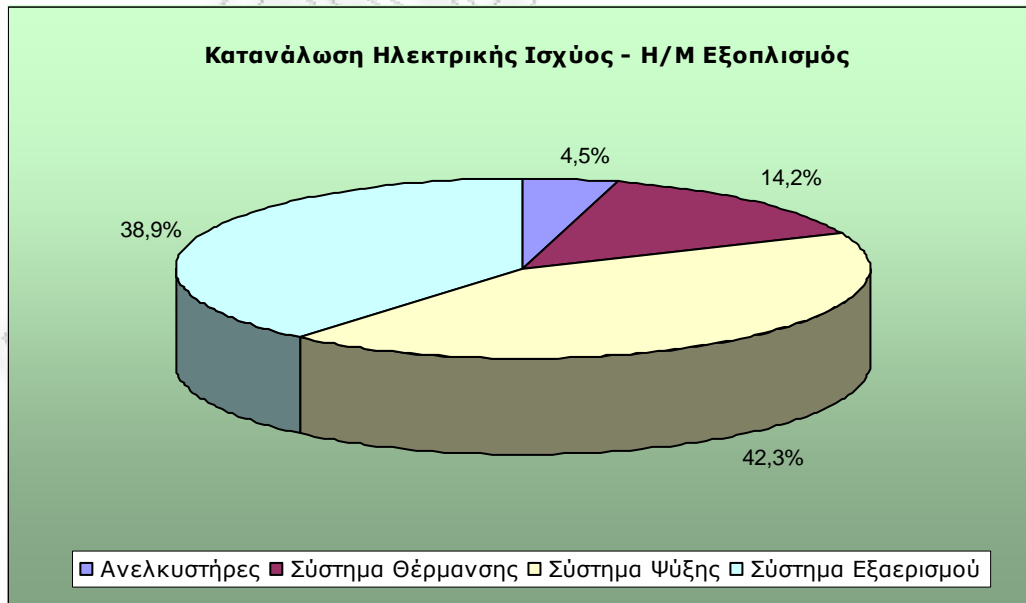
Σε αυτή την ενότητα παρουσιάζονται όλα τα στοιχεία που προέκυψαν από τους υπολογισμούς που πραγματοποιήθηκαν παραπάνω για κάθε κατηγορία ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (Η/Μ). Γνωρίζοντας την ετήσια εκτιμώμενη καταναλισκόμενη ισχύ ανά κατηγορία Η/Μ εξοπλισμού συνθέσαμε τον πίνακα 3-34 όπου απεικονίζεται η συνολική ετήσια εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από όλο τον εξοπλισμό που είναι εγκατεστημένος στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Τέλος υπολογίσαμε τα επιμέρους ποσοστά των κατηγοριών του Η/Μ εξοπλισμού ως προς τη συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον Η/Μ εξοπλισμό.

Η/Μ Εξοπλισμός	Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	Συνολική Ετήσια Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh)	Ποσοστό επί της Συνολικής Κατανάλωσης (%)
Ανελκυστήρες	23,4	56.124	4,5
Σύστημα Θέρμανσης	118,6	175.055	14,2
Σύστημα Ψύξης	551,7	523.064	42,3
Σύστημα Εξαερισμού	174,5	481.072	38,9
<b>Σύνολο</b>	<b>868,2</b>	<b>1.235.315</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 3-34 Ετήσια Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια Η/Μ Εξοπλισμού Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

Στο διάγραμμα 3-4 απεικονίζεται η συμμετοχή κάθε κατηγορίας Η/Μ εξοπλισμού στη συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον Η/Μ εξοπλισμό του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Παρατηρούμε πως οι πιο ενεργοβόρες κατηγορίες Η/Μ εξοπλισμού είναι το σύστημα ψύξης και το σύστημα εξαερισμού με περίπου 42% και 39% αντίστοιχα ενώ ακολουθούν οι υπόλοιπες κατηγορίες με μικρή συμμετοχή μιας και το ποσοστό τους κυμαίνεται από 4,5% έως 14%.



Διάγραμμα 3-4 Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας ανά Κατηγορία Η/Μ Εξοπλισμού Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.



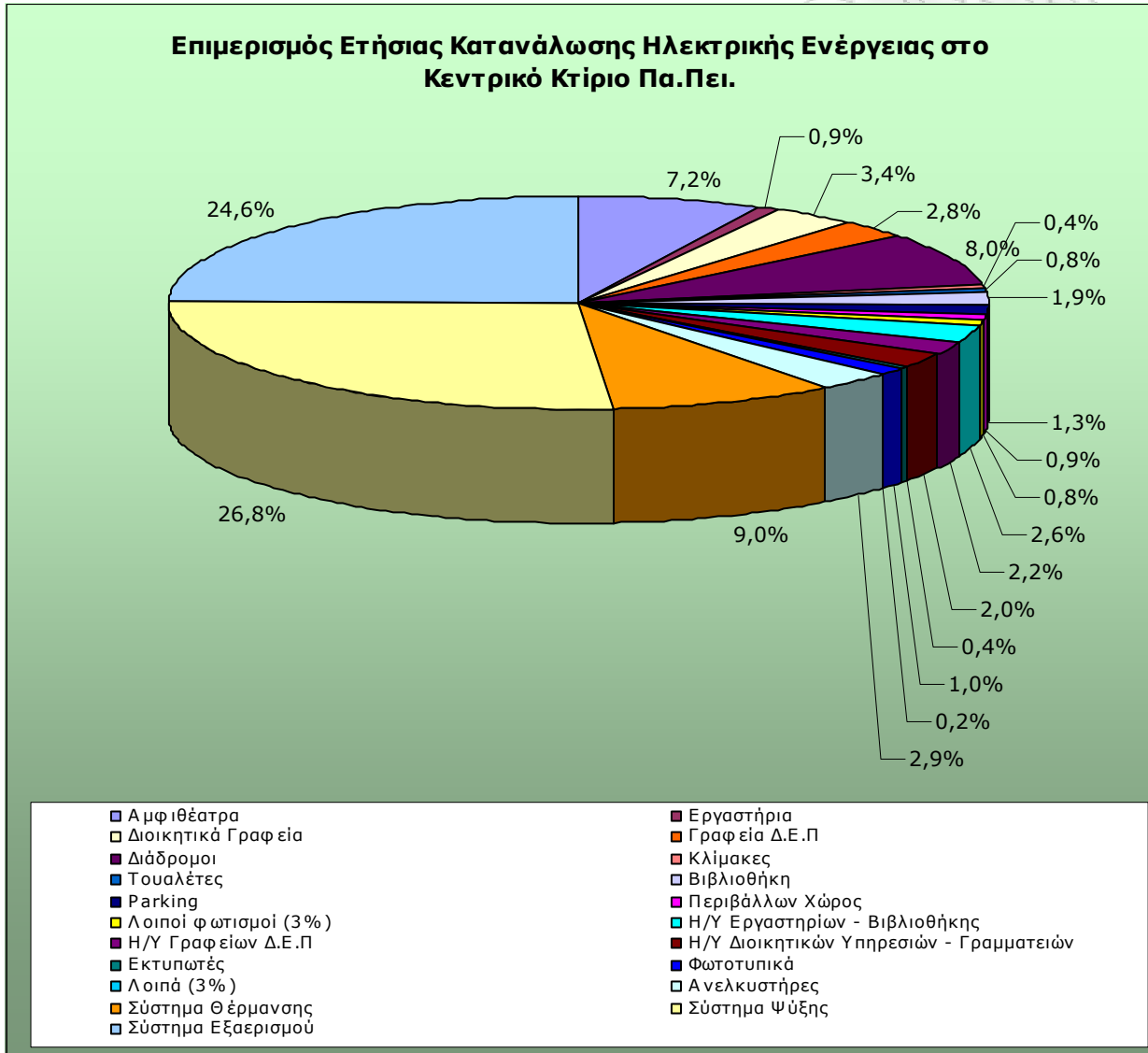
### 3.3.4 Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

Εφόσον, όπως παρουσιάστηκε στις προηγούμενες παραγράφους, υπολογίσαμε την συνολική ετήσια εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε μία από τις τρεις μεγάλες κατηγορίες στις οποίες διαχωρίστηκε ο εξοπλισμός του πανεπιστημίου τώρα είμαστε σε θέση να προσδιορίσουμε τη συνολική ετήσια εκτιμώμενη καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια του κεντρικού κτιρίου του πανεπιστημίου, η οποία είναι 1.954.046 kWh. Στη συνέχεια παρουσιάζεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας που περιέχει την ετήσια εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κάθε επιμέρους ομάδας εξοπλισμού καθώς και το ποσοστό αυτών ως προς τη συνολική ετήσια εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Εξοπλισμός	Ποσοστό Κατανάλωσης (%)	Εκτιμώμενη Ετήσια Κατανάλωση Ηλ/κής Ενέργειας (kWh)
<b>Φωτισμός</b>		
Αμφιθέατρα	7,2	140.629
Εργαστήρια	0,9	17.934
Διοικητικά Γραφεία	3,4	65.679
Γραφεία Δ.Ε.Π	2,8	54.950
Διάδρομοι	8,0	157.095
Κλίμακες	0,4	7.467
Τουαλέτες	0,8	14.790
Βιβλιοθήκη	1,9	38.095
Χώρος Στάθμευσης	1,3	24.542
Περιβάλλον Χώρος	0,9	16.904
Λοιποί Φωτισμοί (3%)	0,8	16.143
<b>Σύνολο Φωτισμού</b>	<b>28,4</b>	<b>554.229</b>
<b>Η/Υ &amp; Περιφερειακά</b>		
Η/Υ Εργαστηρίων - Βιβλιοθήκης	2,6	50.988
Η/Υ Γραφείων Δ.Ε.Π	2,2	42.804
Η/Υ Διοικητικών Υπηρεσιών - Γραμματειών	2,0	38.966
Εκτυπωτές	0,4	8.033
Φωτοτυπικά	1,0	18.920
Λοιπά (3%)	0,2	4.791
<b>Σύνολο Η/Υ &amp; Περιφ/κών</b>	<b>8,4</b>	<b>164.502</b>
<b>Η/Μ Εξοπλισμός</b>		
Ανελκυστήρες	2,9	56.124
Σύστημα Θέρμανσης	9,0	175.055
Σύστημα Ψύξης	26,8	523.064
Σύστημα Εξαερισμού	24,6	481.072
<b>Σύνολο Η/Μ</b>	<b>63,2</b>	<b>1.235.315</b>
<b>Σύνολο</b>	<b>100,00</b>	<b>1.954.046</b>

Πίνακας 3-35 Συνολική Ετήσια Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

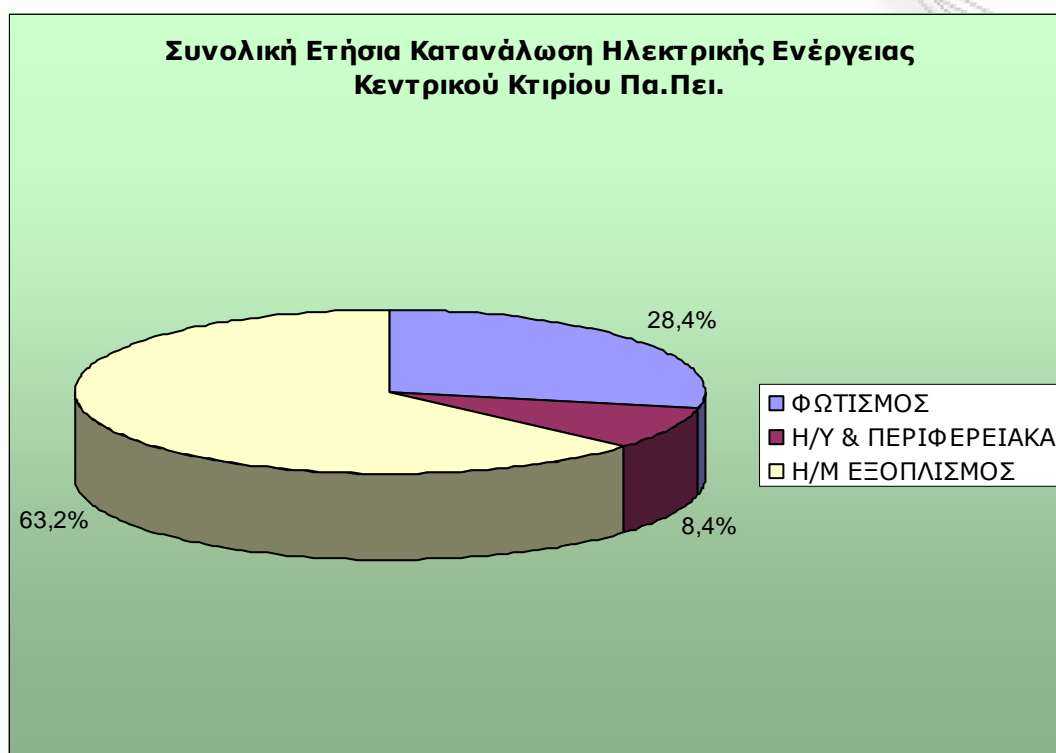
Έπειτα παρουσιάζουμε δύο διαγράμματα τα οποία θα μας δώσουν μία καλύτερη εικόνα της ετήσιας ποσοστιαίας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του πανεπιστημίου. Στο διάγραμμα 3-5 απεικονίζεται η συμμετοχή κάθε μίας από τις επιμέρους ομάδες εξοπλισμού στην συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς.



**Διάγραμμα 3-5 Επιμερισμός Ετήσιας Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.**

Στο διάγραμμα 3-6 απεικονίζεται η συμμετοχή κάθε μίας από τις τρεις μεγάλες κατηγορίες εξοπλισμού στη συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Παρατηρούμε πως το μεγαλύτερο μέρος

της κατανάλωσης (63,2%) απορροφάται από τον Η/Μ εξοπλισμό, ένα μικρότερο μέρος (28,4%) από το φωτισμό ενώ το υπόλοιπο (8,4%) από τους Η/Υ & τα περιφερειακά.



Διάγραμμα 3-6 Συνολική Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.

### 3.4 Σύγκριση εκτιμώμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με τη πραγματική

#### Ετήσια Σύγκριση

Το επόμενο βήμα της ανάλυσής μας είναι η σύγκριση μεταξύ της ετήσιας εκτιμώμενης καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και της πραγματικής ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Προκειμένου να βρούμε τις πραγματικές τιμές της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ανατρέξαμε στα αρχεία της Οικονομικής Υπηρεσίας του πανεπιστημίου για το έτος 2007 από όπου πήραμε τους μηνιαίους λογαριασμούς της Δ.Ε.Η. Στη συνέχεια, αθροίζοντας τις μηνιαίες καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίσαμε την πραγματική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς την οποία παρουσιάζουμε στον επόμενο πίνακα.

Μήνες	Πραγματική Μηνιαία Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια (kWh)
Ιανουάριος	168.600
Φεβρουάριος	103.200
Μάρτιος	110.400
Απρίλιος	139.200
Μάιος	216.000
Ιούνιος	283.200
Ιούλιος	189.600
Αύγουστος	177.600
Σεπτέμβριος	228.000
Οκτώβριος	187.200
Νοέμβριος	153.600
Δεκέμβριος	151.200
<b>Σύνολο</b>	<b>2.107.800</b>

**Πίνακας 3-36 Πραγματική Μηνιαία Καταναλισκόμενη Ηλεκτρική Ενέργεια Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει.**

Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι η πραγματική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι **2.107.800 kWh**. Η τιμή αυτή διαφέρει από την ετήσια εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, την οποία εμείς υπολογίσαμε, που είναι **1.954.052 kWh**. Η διαφορά των δύο τιμών, δηλαδή της πραγματικής και της εκτιμώμενης, είναι της τάξης του **7,3%** ή των **153.748 kWh**. Οι λόγοι για τους οποίους προέκυψε μια τέτοια διαφορά είναι οι εξής:

- Εκτίμηση μέσω χρόνων λειτουργίας των ομάδων εξοπλισμού από στοιχεία παρελθόντων ετών και όχι του έτους 2007.
- Εκτίμηση μέσω χρόνων λειτουργίας των ομάδων εξοπλισμού βασισμένη σε υποθέσεις.
- Εκτίμηση αριθμού Η/Υ, εκτυπωτών και φωτοτυπικών.
- Εκτίμηση μέσω καταναλώσεων Η/Υ, εκτυπωτών και φωτοτυπικών.
- Πιθανά σφάλματα στην καταμέτρηση διαφόρων ομάδων εξοπλισμού.
- Απώλειες δικτύου ηλεκτροδότησης λόγω παλαιότητας κτιριακών εγκαταστάσεων.
- Επιπλέον λειτουργία ομάδων εξοπλισμού(π.χ. φώτα διαδρόμων) κατά τις νυχτερινές ώρες.

Γνωρίζοντας εκ των προτέρων τα παραπάνω αναμέναμε ένα σφάλμα της τάξεως του 10% το οποίο και θεωρούμε λογικό. Βέβαια η τελική μας εκτίμηση ήταν αρκετά καλύτερη μιας και διαφέρει μόνο κατά 7,3% από τη πραγματική κατανάλωση. Επίσης στην κατά έτος

κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος υπεισέρχονται και άλλοι παράγοντες, όπως ειδικές καιρικές συνθήκες, διακοπή λειτουργίας πανεπιστημίου λόγω καταλήψεων, κτλ., που δεν μπορούν να προβλεφθούν και να ληφθούν υπόψη από ένα μοντέλο υπολογισμού κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

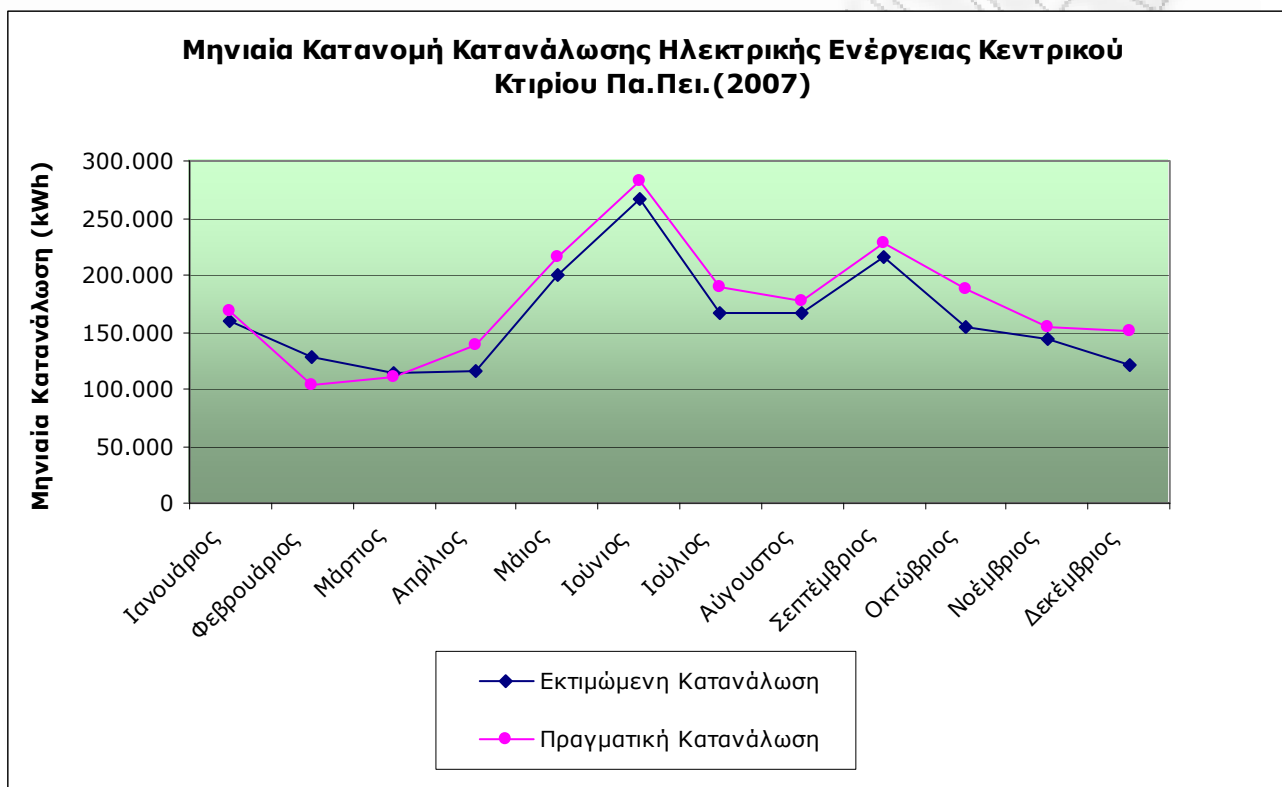
### Μηνιαία Σύγκριση

Στη συνέχεια ακολουθεί ο επιμερισμός της ετήσιας εκτιμώμενης καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε μηνιαία για το έτος 2007 έτσι ώστε να την συγκρίνουμε με τα πραγματικά μηνιαία στοιχεία κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του 2007. Προκειμένου να γίνει ο επιμερισμός της ετήσιας κατανάλωσης ανατρέξαμε στο ημερολόγιο του έτους 2007 και αφαιρώντας τις αργίες καταγράψαμε τις εργάσιμες ημέρες του πανεπιστημίου για κάθε μήνα. Γνωρίζοντας τον αριθμό των εργάσιμων ημερών ανά μήνα υπολογίσαμε το χρόνο λειτουργίας των διαφόρων ομάδων εξοπλισμού ανά μήνα. Για τον υπολογισμό μας αυτό θεωρήθηκε επίσης ότι οι καιρικές συνθήκες του έτους 2007 ήταν ομαλές. Το στοιχείο αυτό ήταν κρίσιμο έτσι ώστε να μπορέσουμε να κατανείμουμε σωστά το χρόνο που λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης και το σύστημα ψύξης. Τέλος, γνωρίζοντας την εγκατεστημένη ισχύ και τον χρόνο λειτουργίας κάθε ομάδας εξοπλισμού υπολογίσαμε τη μηνιαία κατανάλωσή του. Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι σαν αρχική και τελική ημερομηνία κάθε μήνα χρησιμοποιήσαμε την αρχική και τελική ημερομηνία των περιόδων χρέωσής του όπως αυτές αναφέρονται στους μηνιαίους λογαριασμούς της Δ.Ε.Η. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον παραπάνω υπολογισμό φαίνονται στον πίνακα 3-37.

ΜΗΝΙΑΙΑ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (kWh)												
	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
<b>Φωτισμός</b>												
Αμφιθέατρα	15.762	12.422	9.317	12.657	14.766	15.469	0	6.211	13.946	16.172	14.766	9.141
Εργαστήρια	2.578	1.121	1.681	2.018	2.354	1.121	0	0	672	2.578	2.354	1.457
Διοικητικά Γραφεία	6.332	4.786	4.149	5.757	6.362	5.392	4.848	3.877	5.089	6.968	6.362	5.757
Γραφεία Δ.Ε.Π	4.671	3.022	2.473	4.946	4.946	5.220	4.396	4.671	4.121	5.495	5.770	5.220
Διάδρομοι	14.728	14.437	10.800	12.727	13.746	14.073	10.473	11.455	13.746	14.728	13.746	12.437
Κλίμακες	700	591	513	560	653	669	498	544	653	700	793	591
Τουαλέτες	1.387	1.448	1.017	1.109	1.294	1.325	986	1.078	1.294	1.387	1.294	1.171
Βιβλιοθήκη	3.837	3.317	2.471	2.971	3.490	3.664	2.625	2.798	3.490	3.837	3.490	2.105
Χώρος Στάθμευσης	2.303	1.929	1.712	2.019	2.192	2.245	1.658	1.818	2.192	2.303	2.192	1.978
Περιβάλλον Χώρος	1.408	1.408	1.408	1.408	1.408	1.408	1.417	1.408	1.408	1.408	1.408	1.408
Λοιποί φωτισμοί (3%)	1.611	1.334	1.066	1.385	1.536	1.518	807	1.016	1.398	1.667	1.565	1.238
<b>Σύνολο Φωτισμού</b>	<b>55.315</b>	<b>45.816</b>	<b>36.608</b>	<b>47.555</b>	<b>52.748</b>	<b>52.104</b>	<b>27.707</b>	<b>34.877</b>	<b>48.010</b>	<b>57.243</b>	<b>53.741</b>	<b>42.505</b>
<b>Η/Υ &amp; Περιφερειακά</b>												
Η/Υ Εργαστηρίων - Βιβλιοθήκης	7.054	3.227	4.760	5.680	6.760	3.227	0	0	2.320	7.054	6.760	4.147
Γραφεία Δ.Ε.Π	4.280	3.638	2.568	3.210	3.852	4.066	2.782	2.996	3.852	4.280	3.852	3.424
Διοικητικές Υπηρεσίες - Γραμματείες	3.749	3.218	2.893	3.365	3.395	3.572	2.509	2.686	3.395	3.749	3.395	3.041
Εκτυπωτές	781	666	567	689	704	743	513	551	704	781	704	628
Φωτοτυπικά	1.828	1.570	1.420	1.548	1.656	1.742	1.226	1.312	1.656	1.828	1.656	1.484
Λοιπά (3%)	531	370	366	435	491	400	211	226	358	531	491	382
<b>Σύνολο Η/Υ &amp; Περιφερειακά</b>	<b>18.222</b>	<b>12.688</b>	<b>12.575</b>	<b>14.927</b>	<b>16.858</b>	<b>13.750</b>	<b>7.241</b>	<b>7.772</b>	<b>12.285</b>	<b>18.223</b>	<b>16.858</b>	<b>13.105</b>
<b>Η/Μ Εξοπλισμός</b>												
Ανελκυστήρες	5.190	4.638	4.538	4.804	4.872	5.106	3.703	3.936	4.872	5.190	4.872	4.404
Σύστημα Θέρμανσης	36.149	29.318	21.348	0	0	0	0	0	0	29.887	31.311	27.041
Σύστημα Ψύξης	0	0	0	0	80.684	151.713	99.303	86.890	104.475	0	0	0
Σύστημα Εξαερισμού	44.134	36.103	39.384	49.295	44.758	44.357	29.416	33.537	46.064	43.610	36.991	33.426
<b>Σύνολο Η/Μ</b>	<b>85.474</b>	<b>70.059</b>	<b>65.271</b>	<b>54.099</b>	<b>130.313</b>	<b>201.175</b>	<b>132.421</b>	<b>124.363</b>	<b>155.411</b>	<b>78.686</b>	<b>73.174</b>	<b>64.871</b>
<b>Μηνιαία Κατανάλωση</b>	<b>159.011</b>	<b>128.564</b>	<b>114.453</b>	<b>116.581</b>	<b>199.920</b>	<b>267.029</b>	<b>167.370</b>	<b>167.012</b>	<b>215.706</b>	<b>154.151</b>	<b>143.773</b>	<b>120.482</b>

Πίνακας 3-37 Μηνιαία Εκτιμώμενη Κατανάλωση ΗΛ/κής Ενέργειας στο Κεντρικό Κτίριο του Πα.Πει.

Η μηνιαία εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς φαίνεται στην τελευταία γραμμή του παραπάνω πίνακα. Εκ πρώτης όψεως μπορούμε να διακρίνουμε ότι υπάρχουν διαφορές με την πραγματική μηνιαία κατανάλωση του πανεπιστημίου. Αυτές οι διαφορές απεικονίζονται καλύτερα στο παρακάτω συγκριτικό διάγραμμα μεταξύ εκτιμώμενης και πραγματικής μηνιαίας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.



**Διάγραμμα 3-7 Μηνιαία Κατανομή Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει. (2007).**

Όπως βλέπουμε και από το διάγραμμα 3-7 η γραμμή της μηνιαίας εκτιμώμενης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας είναι, στα περισσότερα διαστήματα, παράλληλη με την γραμμή της πραγματικής κατανάλωσης. Το γεγονός αυτό μας δείχνει ότι η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε, προκειμένου να βρεθεί ο μηνιαίος καταμερισμός που έγινε παραπάνω, δίνει ορθά αποτελέσματα και είναι σωστή στις βασικές της υποθέσεις. Στα υπόλοιπα διαστήματα που αυτή η παραλληλία δεν ακολουθείται παρουσιάζονται και οι μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ εκτιμώμενης και πραγματικής κατανάλωσης. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, υπάρχουν αρκετές αιτίες για αυτές τις διαφορές. Καταρχάς, το έτος 2007 ήταν ένα από τα πιο θερμά έτη της τελευταίας 20ετίας και κατά συνέπεια στο πανεπιστήμιο είχαμε υπερβολική χρήση του συστήματος ψύξης κατά τους εαρινούς και θερινούς μήνες. Επίσης,

το γεγονός αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να αυξηθεί η χρήση του συστήματος ψύξης και του συστήματος εξαερισμού σε σχέση με το σύστημα θέρμανσης. Ένας άλλος παράγοντας είναι ότι κατά τον Φεβρουάριο του 2007 πραγματοποιήθηκαν μεγάλης χρονικής διάρκειας καταλήψεις με αποτέλεσμα αρκετά από τα συστήματα του πανεπιστημίου, όπως το σύστημα θέρμανσης να μην λειτουργεί αρκετά. Έτσι δικαιολογείται και η μεγάλη διαφορά που υπάρχει μεταξύ πραγματικής και εκτιμώμενης κατανάλωσης αυτόν το μήνα. Οι συνέπειες αυτών των καταλήψεων είναι ορατές και σε άλλους μήνες μιας και έγινε μετάθεση εξεταστικών περιόδων με αποτέλεσμα να επηρεαστεί η ομαλή λειτουργία του πανεπιστημίου άρα και η ομαλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα των δύο παραπάνω λόγων είναι η πολύ υψηλή κατανάλωση του Οκτωβρίου.

Επίσης, πρέπει να αναφέρουμε ότι το εμβαδόν του χώρου που περικλείεται μεταξύ των γραμμών της πραγματικής και της εκτιμώμενης κατανάλωσης είναι ίσο με 153.748 kWh, δηλαδή είναι το σφάλμα του 7,3% μεταξύ των δύο καταναλώσεων.

Τέλος, επιμερίζουμε την πραγματική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στις επιμέρους ομάδες εξοπλισμού του κεντρικού κτιρίου του πανεπιστημίου. Αυτό έγινε χρησιμοποιώντας την ποσοστιαία συμμετοχή της κατανάλωσης των ομάδων του εξοπλισμού στην εκτιμώμενη ετήσια καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας παρατίθενται στον ακόλουθο πίνακα.

Εξοπλισμός	Ποσοστό Κατανάλωσης (%)	Εκτιμημένη Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh)	Πραγματική Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας, 2007 (kWh)	Διαφορά (kWh)
<b>Φωτισμός</b>				
Αμφιθέατρα	<b>7,2</b>	140.629	<b>151.694</b>	11.065
Εργαστήρια	<b>0,9</b>	17.934	<b>19.345</b>	1.411
Διοικητικά Γραφεία	<b>3,4</b>	65.679	<b>70.847</b>	5.168
Γραφεία Δ.Ε.Π	<b>2,8</b>	54.950	<b>59.274</b>	4.324
Διάδρομοι	<b>8,0</b>	157.095	<b>169.456</b>	12.361
Κλίμακες	<b>0,4</b>	7.467	<b>8.055</b>	588
Τουαλέτες	<b>0,8</b>	14.790	<b>15.954</b>	1.164
Βιβλιοθήκη	<b>1,9</b>	38.095	<b>41.093</b>	2.998
Χώρος Στάθμευσης	<b>1,3</b>	24.542	<b>26.473</b>	1.931
Περιβάλλον Χώρος	<b>0,9</b>	16.904	<b>18.234</b>	1.330
Λοιποί φωτισμοί (3%)	<b>0,8</b>	16.143	<b>17.413</b>	1.270
<b>Σύνολο</b>	<b>28,4</b>	<b>554.229</b>	<b>597.838</b>	<b>43.610</b>
<b>Η/Υ &amp; Περιφερειακά</b>				
Η/Υ Εργαστηρίων - Βιβλιοθήκης	<b>2,6</b>	50.988	<b>55.000</b>	4.012
Η/Υ Γραφείων Δ.Ε.Π	<b>2,2</b>	42.804	<b>46.172</b>	3.368



Εξοπλισμός	Ποσοστό Κατανάλωσης (%)	Εκτιμημένη Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας (kWh)	Πραγματική Ετήσια Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας, 2007 (kWh)	Διαφορά (kWh)
Η/Υ Διοικητικών Υπηρεσιών - Γραμματειών	2,0	38.966	42.032	3.066
Εκτυπωτές	0,4	8.033	8.665	632
Φωτοτυπικά	1,0	18.920	20.409	1.489
Λοιπά (3%)	0,2	4.791	5.168	377
<b>Σύνολο</b>	<b>8,4</b>	<b>164.502</b>	<b>177.446</b>	<b>12.944</b>
<b>Η/Μ Εξοπλισμός</b>				
Ανελκυστήρες	2,9	56.124	60.541	4.416
Σύστημα Θέρμανσης	9,0	175.055	188.829	13.774
Σύστημα Ψύξης	26,8	523.064	564.222	41.157
Σύστημα Εξαερισμού	24,6	481.072	518.925	37.853
<b>Σύνολο</b>	<b>63,2</b>	<b>1.235.315</b>	<b>1.332.516</b>	<b>97.201</b>
<b>Σύνολο</b>	<b>100,00</b>	<b>1.954.046</b>	<b>2.107.800</b>	<b>153.754</b>

Πίνακας 3-38 Συνολική Ετήσια Καταναλισκόμενη Ηλ/κή Ενέργεια Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει (2007).

Με αυτήν την τεχνική μπορούμε να υπολογίσουμε την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει κάθε ομάδα εξοπλισμού του πανεπιστημίου για κάθε έτος αρκεί να γνωρίζουμε την ετήσια συνολική κατανάλωση του εκάστοτε έτους.

### 3.5 Θερμική Ενέργεια

Το σύστημα θέρμανσης του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς λειτουργεί με την καύση πετρελαίου στους τρεις καυστήρες που διαθέτει, οι οποίοι αποδίδουν 600.000 kcal / ώρα ο καθένας. Όσον αφορά την ετήσια κατανάλωση πετρελαίου βασιστήκαμε στις εκτιμήσεις που μας διέθεσε η Τεχνική Υπηρεσία του πανεπιστημίου. Σύμφωνα με αυτές το σύστημα θέρμανσης λειτουργεί 24 εβδομάδες ανά έτος, 5 ημέρες ανά εβδομάδα και 10 ώρες ανά ημέρα. Επιπλέον, το σύστημα είναι ενεργό, κατά μέσο όρο, 5 Σάββατα ανά έτος λόγω των μεταπτυχιακών μαθημάτων και της εξεταστικής περιόδου του Φεβρουαρίου που λαμβάνουν χώρα στο πανεπιστήμιο. Επομένως, η εκτιμώμενη ετήσια κατανάλωση πετρελαίου στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς υπολογίζεται στα 144.000 lt. Με σκοπό να επιβεβαιώσουμε αυτή την εκτιμώμενη κατανάλωση πετρελαίου απευθυνθήκαμε στην Οικονομική Υπηρεσία όπου διατηρούνται τα τιμολόγια που αφορούν την αγορά πετρελαίου του έτους 2007. Οι ποσότητες πετρελαίου που εξοφλήθηκαν, σύμφωνα με τις εντολές πληρωμής των τιμολογίων του έτους 2007 που μας διετέθησαν, δεν ταυτίζονται με την εκτιμώμενη ετήσια ποσότητα πετρελαίου αλλά ήταν κατά 40%

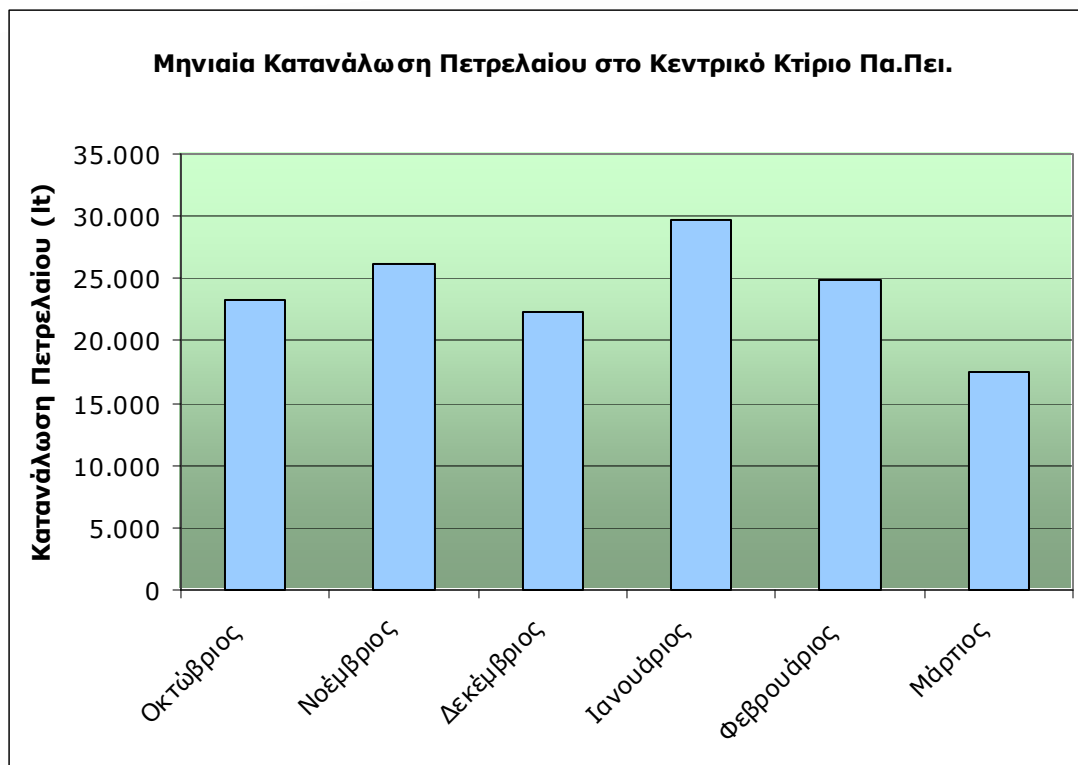
μικρότερες. Αυτό συνέβη διότι, όπως ενημερωθήκαμε από την Οικονομική Υπηρεσία, το Πανεπιστήμιο Πειραιώς, όπως και οι περισσότεροι δημόσιοι οργανισμοί, δεν εξοφλούν τα τιμολόγια με την παράδοση αλλά με μία χρονική καθυστέρηση κάποιων μηνών. Έτσι συμπεραίνουμε ότι στο πανεπιστήμιο έχουν καταναλωθεί επιπρόσθετες ποσότητες πετρελαίου κατά τη διάρκεια του έτους 2007 οι οποίες δεν έχουν πληρωθεί κατά τη διάρκεια αυτού του έτους. Άρα οι ποσότητες που δεν έχουν εξοφληθεί υποθέτουμε πως καλύπτουν τη διαφορά που απαιτείται για να ταυτιστούν με την εκτιμώμενη ετήσια κατανάλωση πετρελαίου, δηλαδή με τα 144.000 lt.

Στη συνέχεια, με βάση τις ημέρες λειτουργίας του Πανεπιστημίου Πειραιώς για το έτος 2007, και τις εκτιμήσεις της Τεχνικής Υπηρεσίας επιχειρήσαμε να επιμερίσουμε τη συνολική κατανάλωση πετρελαίου, για το κεντρικό κτίριο, στους μήνες κατά τους οποίους ενεργοποιείται το σύστημα θέρμανσης. Επιπροσθέτως, με σκοπό να υπάρχει μία λογική σύνδεση με τον επιμερισμό της ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, οι μήνες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης μετρώνται όπως ακριβώς εμφανίζονται στους λογαριασμούς της Δ.Ε.Η., δηλαδή δεν θεωρείται η αρχή ενός μήνα η 1<sup>η</sup> ημέρα αλλά η ημερομηνία που αναγράφει ο αντίστοιχος μηνιαίος λογαριασμός της Δ.Ε.Η. η οποία συνήθως είναι η 9<sup>η</sup> ή η 10<sup>η</sup> ημέρα κάθε μήνα.

Παρακάτω παρουσιάζονται ο πίνακας (3-39) και το διάγραμμα (3-8) του μηνιαίου επιμερισμού της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς για το έτος 2007. Παρατηρούμε πως η κατανάλωση είναι μεγαλύτερη τον Ιανουάριο καθώς αυτόν το μήνα λαμβάνουν χώρα τα μαθήματα των τμημάτων ενώ διεξάγεται και ένα μέρος της χειμερινής εξεταστικής περιόδου του πανεπιστημίου. Η μικρότερη κατανάλωση παρατηρείται το Μάρτιο αφού σε αυτόν το μήνα εμπεριέχονται οι διακοπές λόγω Πάσχα και επιπλέον οι καιρικές συνθήκες είναι πιο ήπιες.

Μήνας	Κατανάλωση Πετρελαίου (lt)	Ποσοστό (%)
Οκτώβριος	23.351	16,2
Νοέμβριος	26.168	18,2
Δεκέμβριος	22.244	15,4
Ιανουάριος	29.737	20,7
Φεβρουάριος	24.940	17,3
Μάρτιος	17.561	12,2
<b>Σύνολο</b>	<b>144.000</b>	<b>100,0</b>

Πίνακας 3-39 Επιμερισμός Ετήσιας Κατανάλωσης Πετρελαίου στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.



Διάγραμμα 3-8 Μηνιαία Κατανάλωση Πετρελαίου στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

### 3.6 Ανακυκλώσιμα Υλικά

Ο δεύτερος άξονας του μοντέλου υπολογισμού της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας και των ανακυκλώσιμων υλικών από το κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς περιλαμβάνει τις εκτιμήσεις των ποσοτήτων των ανακυκλώσιμων υλικών που χρησιμοποιούνται στο πανεπιστήμιο. Όπως σε όλα τα μεγάλα ιδρύματα έτσι και στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς ετησίως κατασπαταλούνται τεράστιες ποσότητες υλικών οι οποίες όχι μόνο έχουν οικονομικό κόστος αλλά κυρίως επιταχύνουν την μείωση των φυσικών πόρων και την καταστροφή του περιβάλλοντος.

Ύστερα από διεξοδική έρευνα στο διαδίκτυο παρατηρήθηκε πως οι περισσότεροι μεγάλοι οργανισμοί εφαρμόζουν προγράμματα ανακύκλωσης για τα εξής υλικά:

- Χαρτί
- Πλαστικό
- Αλουμίνιο
- Γυαλί
- Μελάνια και Toners
- Ηλεκτρικές Στήλες

- Ηλεκτρονικές Συσκευές
- Χάρτινες Συσκευασίες τύπου Tetra Pak.

Επομένως αυτά τα υλικά έχουν μεγάλη πιθανότητα να καταναλώνονται και στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Για τον υπολογισμό των ποσοτήτων αυτών των υλικών παρουσιάστηκαν αρκετές δυσκολίες καθώς δεν υπάρχουν ακριβή καταγεγραμμένα στοιχεία για τις ετήσιες καταναλώσεις τους. Αποτέλεσμα αυτού του γεγονότος ήταν η εφαρμογή δειγματοληπτικής έρευνας, για ορισμένα υλικά, με σκοπό να μπορέσουμε να πραγματοποιήσουμε εκτιμήσεις για τις ετήσιες καταναλώσεις τους. Στις ακόλουθες παραγράφους παρουσιάζονται αναλυτικά όλα τα στοιχεία που συλλέξαμε για τις ετήσιες καταναλώσεις των ανακυκλώσιμων υλικών που χρησιμοποιούνται ευρέως στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

### 3.6.1 Χαρτί

Για τον υπολογισμό της ετήσιας ποσότητας χαρτιού που καταναλώνεται στο πανεπιστήμιο απευθυνθήκαμε στην Οικονομική Υπηρεσία προκειμένου να συλλέξουμε τις απαραίτητες πληροφορίες. Οι υπεύθυνοι της υπηρεσίας μας ενημέρωσαν πως κάθε χρόνο καταναλώνονται περίπου 15.000 δεσμίδες φωτοαντιγραφικό χαρτί μεγέθους A4, όπου κάθε δεσμίδα εμπεριέχει 500 φύλλα. Επομένως ο συνολικός αριθμός φύλλων που καταναλώνονται ετησίως είναι 7.500.000 που αντιστοιχούν περίπου σε 37,4 tn. Επιπλέον, για τις ανάγκες του πανεπιστημίου καταναλώνονται και άλλοι τύποι χαρτιού, όπως φωτοαντιγραφικό χαρτί μεγέθους A3, αλλά οι ποσότητες είναι πολύ μικρότερες σε σχέση με το χαρτί μεγέθους A4 και δεν λαμβάνονται υπόψη.

Στον πίνακα 3-40 παρουσιάζονται όλα τα στοιχεία που αφορούν την ετήσια κατανάλωση φωτοαντιγραφικού χαρτιού μεγέθους A4 από το Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Είδος Χαρτιού	Αριθμός Δεσμιδών	Αριθμός Φύλλων/ Δεσμίδα	Συνολικός Αριθμός Φύλλων	Βάρος/ Φύλλο (Kg)	Συνολικό Βάρος Φύλλων (Kg)
A4	15.000	500	7.500.000	0,00499	37.425

Πίνακας 3-40 Ετήσια Κατανάλωση Φωτοαντιγραφικού Χαρτιού – A4 στο Πα.Πει.

### 3.6.2 Πλαστικό

Ο υπολογισμός του ετήσιου αριθμού πλαστικών υλικών που καταναλώνονται στο κεντρικό κτίριο του πανεπιστημίου επικεντρώθηκε στα πλαστικά μπουκάλια νερού και αναψυκτικών. Αυτό το εγχείρημα ήταν ιδιαίτερα δύσκολο καθώς οι υπεύθυνοι του αναψυκτηρίου του πανεπιστημίου δεν μπόρεσαν να μας παρέχουν τα απαραίτητα στοιχεία. Επομένως, εφαρμόσαμε τη δειγματοληπτική μέθοδο με σκοπό την εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης πλαστικών μπουκαλιών στο πανεπιστήμιο. Συγκεκριμένα επιλέξαμε τρεις μήνες (Μάρτιος, Απρίλιος, Μάιος), πέντε τυχαίες μέρες ανά μήνα και έξι ώρες ανά ημέρα από τις 10.00 πμ έως τις 4.00 μμ, δηλαδή τις ώρες αιχμής του πανεπιστημίου, για να καταγράψουμε τον αριθμό των πλαστικών μπουκαλιών που καταναλώνονται από το Αναψυκτήριο του πανεπιστημίου. Στη συνέχεια σε αυτόν τον αριθμό προστέθηκε και ένα εκτιμώμενο ποσοστό, 20%, που αντιστοιχεί στην κατανάλωση πλαστικών μπουκαλιών για τις υπόλοιπες πέντε ώρες λειτουργίας του αναψυκτηρίου, δηλαδή για το χρονικό διάστημα 8.00 π.μ. – 10.00πμ και 4.00 μ.μ. – 7.00μμ. Από τους αριθμούς που προέκυψαν υπολογίστηκαν ο συνολικός αριθμός πλαστικών μπουκαλιών, για τις πέντε μέρες δειγματοληψίας, για κάθε μήνα και κατ' επέκταση οι αντίστοιχοι ημερήσιοι μέσοι όροι. Με βάση αυτούς τους μέσους όρους εκτιμήθηκαν τα συνολικά πλαστικά μπουκάλια που καταναλώνονται κάθε μήνα που πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία (βλέπε πίνακα 3-41).

Μέρα Δειγματοληψίας	Αριθμός Πλαστικών Μπουκαλιών σε 6 Ώρες	Εκτίμηση Αριθμού Μπουκαλιών σε 11 ώρες	Συνολικός Αριθμός Πλαστικών Μπουκαλιών. 5 μέρες Δειγματοληψία	Μέσος Όρος Πλαστικών Μπουκαλιών. 5 μέρες Δειγματοληψία	Εκτίμηση Συνολικού Αριθμού Πλαστικών Μπουκαλιών/ Μήνα
<b>Μάρτιος</b>					
1η	146	175			
2η	133	159			
3η	168	202	<b>993</b>	<b>199</b>	<b>3.971</b>
4η	192	230			
5η	189	227			
<b>Απρίλιος</b>					
1η	184	220			
2η	196	235			
3η	213	255	<b>1.248</b>	<b>250</b>	<b>4.245</b>
4η	207	249			
5η	241	290			
<b>Μάιος</b>					
1η	349	419			
2η	225	270			
3η	238	285	<b>1.665</b>	<b>333</b>	<b>5.995</b>
4η	304	365			
5η	272	326			

Πίνακας 3-41 Δειγματοληψία Πλαστικών Μπουκαλιών.

Στη συνέχεια επιχειρήσαμε να υπολογίσουμε τον ετήσιο αριθμό πλαστικών μπουκαλιών με βάση τους αριθμούς που αντιστοιχούν στους μήνες της δειγματοληψίας. Αρχικά υπολογίσαμε τις πιθανές ημέρες λειτουργίας του αναψυκτηρίου του πανεπιστημίου με βάση το ημερολόγιο του έτους 2008. Στη συνέχεια με σημείο αναφοράς τους αριθμούς των πλαστικών μπουκαλιών που αντιστοιχούν στους μήνες που λήφθηκαν τα δείγματα, έγινε προσπάθεια με κάποιες λογικές υποθέσεις να υπολογιστούν και τα σύνολα των πλαστικών μπουκαλιών για τους υπόλοιπους μήνες. Άξιο αναφοράς είναι πως οι συσχετισμοί μεταξύ των μηνών δεν έγιναν αυθαίρετα αλλά στηρίζονται στις παρόμοιες ή διαφορετικές καιρικές συνθήκες που επικρατούν, στις διάφορες περιόδους (περίοδος μαθημάτων, περίοδος εξεταστικής κλπ.) του ακαδημαϊκού έτους που λαμβάνουν χώρα στο πανεπιστήμιο, στις πληροφορίες που συλλέξαμε από τους υπευθύνους του αναψυκτηρίου καθώς και στην εμπειρία μας ως ενεργά μέλη του ιδρύματος. Τέλος, στο ετήσιο σύνολο του αριθμού πλαστικών μπουκαλιών προστέθηκε και ένα ποσοστό της τάξης του 30 % που αντιπροσωπεύει:

1. Τον αριθμό των πλαστικών μπουκαλιών που δεν καταναλώνονται από το αναψυκτήριο του πανεπιστημίου αλλά από εξωτερικά καταστήματα και εισέρχονται στο κεντρικό κτίριο από όλες τις εισόδους.
2. Τον αριθμό των πλαστικών μπουκαλιών που καταναλώνονται από τους φοιτητές της εστίας του πανεπιστημίου, που στεγάζεται σε γειτονικό κτίριο.
3. Τον αριθμό των πλαστικών μπουκαλιών που προσκομίζονται στο πανεπιστήμιο από τους ενοίκους των γειτονικών, στο πανεπιστήμιο, κατοικιών.

Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε τα στοιχεία που αφορούν την κατανάλωση πλαστικών μπουκαλιών ανά μήνα καθώς και τις υποθέσεις – συσχετισμούς που μας οδήγησαν στις εκτιμήσεις αυτές. Παρατηρούμε ότι ο συνολικός εκτιμώμενος αριθμός των πλαστικών μπουκαλιών που καταναλώνονται στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς είναι περίπου 70.000 και αντιστοιχεί σε περίπου 300 kg.

Μήνας	Ημέρες Λειτουργίας / Μήνα	Εκτιμώμενος Αριθμός Μπουκαλιών / Μήνα	Συσχέτιση - Αιτιολόγηση Αριθμού Πλαστικών Μπουκαλιών
<b>Ιανουάριος</b>	18	2.895	Σχετίζεται με Δεκέμβριο.
<b>Φεβρουάριος</b>	20	5.146	Σχετίζεται με τον Ιανουάριο - Αυξημένος κατά 60% λόγω εξεταστικής περιόδου.
<b>Μάρτιος</b>	20	3.971	Δειγματοληψία.
<b>Απρίλιος</b>	17	4.245	Δειγματοληψία.
<b>Μάιος</b>	18	5.995	Δειγματοληψία.
<b>Ιούνιος</b>	20	8.659	Σχετίζεται με το Μάιο - Αυξημένος κατά 30% λόγω ζέστης και εξεταστικής περιόδου.
<b>Ιούλιος</b>	5	2.165	Σχετίζεται με τον Ιούνιο.

Μήνας	Ημέρες Λειτουργίας / Μήνα	Εκτιμώμενος Αριθμός Μπουκαλιών / Μήνα	Συσχέτιση - Αιτιολόγηση Αριθμού Πλαστικών Μπουκαλιών
Αύγουστος	5	2.165	Σχετίζεται με τον Ιούνιο.
Σεπτέμβριος	20	7.794	Σχετίζεται με τον Ιούνιο λόγω εξεταστικής περιόδου - Μειωμένος κατά 10% λόγω ψυχρότερων καιρικών συνθηκών.
Οκτώβριος	20	4.994	Σχετίζεται με τον Απρίλιο.
Νοέμβριος	20	3.574	Σχετίζεται με το Μάρτιο - Μειωμένος κατά 10% λόγω κρύου.
Δεκέμβριος	17	2.734	Σχετίζεται με το Νοέμβριο - Μειωμένος κατά 10% λόγω κρύου.
<b>Σύνολο</b>		<b>54.337</b>	
<b>Προσαύξηση 30%</b>		<b>16.301</b>	
<b>Σύνολο Πλαστικών Μπουκαλιών / Έτος</b>		<b>70.638</b>	

Πίνακας 3-42 Εκτίμηση Ετήσιας Κατανάλωσης Πλαστικών Μπουκαλιών στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα που ακολουθεί, το μήνα Ιούνιο και Σεπτέμβριο εμφανίζεται η μεγαλύτερη κατανάλωση πλαστικών μπουκαλιών στο πανεπιστήμιο καθώς αυτούς τους μήνες λαμβάνει χώρα η εξεταστική περίοδος και επιπλέον οι θερμές καιρικές συνθήκες αυξάνουν την κατανάλωση αυτή. Από την άλλη, τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο, παρόλο που επικρατούν θερμές καιρικές συνθήκες, η κατανάλωση είναι μικρή καθώς η παρουσία των φοιτητών και του προσωπικού στο πανεπιστήμιο είναι μειωμένη μιας και το πανεπιστήμιο δεν λειτουργεί όλες τις εβδομάδες των συγκεκριμένων μηνών. Τέλος, στους υπόλοιπους μήνες εμφανίζεται μία σταδιακή μείωση της κατανάλωσης καθώς πλησιάζουμε τους ψυχρούς μήνες και το αντίστροφο συμβαίνει όταν πλησιάζουμε τους θερμούς μήνες. Εξαιρεση αποτελεί ο Φεβρουάριος αφού σε εκείνο το χρονικό διάστημα διεξάγεται εξεταστική περίοδος.



Διάγραμμα 3-9 Μηνιαία Κατανάλωση Πλαστικών Μπουκαλιών στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

### 3.6.3 Αλουμίνιο

Το αλουμίνιο που καταναλώνεται στο πανεπιστήμιο αφορά τα κουτάκια αναψυκτικών. Η προσπάθεια εκτίμησης της ετήσιας κατανάλωσης αλουμινένιων κουτιών στο κεντρικό κτίριο του πανεπιστημίου αντιμετώπισε παρόμοιες δυσκολίες με τα πλαστικά μπουκάλια. Επομένως καταφύγαμε στη λύση της δειγματοληπτικής μεθόδου η οποία πραγματοποιήθηκε παράλληλα με αυτή για τα πλαστικά μπουκάλια. Στον πίνακα 3-43 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη δειγματοληψία.

Μέρα Δειγματοληψίας	Αριθμός Κουτιών από Αλουμινίου σε 6 Ώρες	Εκτίμηση Αριθμού Κουτιών από Αλουμινίου σε 11 ώρες	Συνολικός Αριθμός Αλουμινένιων Κουτιών. 5 μέρες Δειγματοληψία	Μέσος Όρος Αλουμινένιων Κουτιών. 5 μέρες Δειγματοληψία	Εκτίμηση Συνολικού Αριθμού Αλουμινένιων Κουτιών/ Μήνα
<b>Μάρτιος</b>					
1 <sup>η</sup>	43	52			
2 <sup>η</sup>	48	58			
3 <sup>η</sup>	35	42	<b>261</b>	<b>52</b>	<b>1.044</b>
4 <sup>η</sup>	53	63			
5 <sup>η</sup>	38	46			
<b>Απρίλιος</b>					
1 <sup>η</sup>	43	51			
2 <sup>η</sup>	71	86			
3 <sup>η</sup>	77	92	<b>363</b>	<b>73</b>	<b>1.235</b>
4 <sup>η</sup>	49	59			
5 <sup>η</sup>	63	75			
<b>Μάιος</b>					
1 <sup>η</sup>	68	82			
2 <sup>η</sup>	54	65			
3 <sup>η</sup>	90	108	<b>467</b>	<b>93</b>	<b>1.680</b>
4 <sup>η</sup>	77	93			
5 <sup>η</sup>	99	119			

Πίνακας 3-43 Δειγματοληψία Αλουμινένιων Κουτιών.

Με βάση τους αριθμούς αλουμινένιων κουτιών που εκτιμήθηκαν για τους μήνες όπου πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία καθώς και με τις ημέρες λειτουργίας του αναψυκτηρίου υπολογίστηκαν οι καταναλώσεις και για τους υπόλοιπους μήνες. Άξιο αναφοράς αποτελεί το γεγονός, πως και σε αυτή την περίπτωση έγιναν, για τους μήνες, κάποιες λογικές υποθέσεις και συσχετισμοί όσον αφορά τις καιρικές συνθήκες και τις περιόδους του ακαδημαϊκού έτους του πανεπιστημίου. Επιπλέον, στο ετήσιο σύνολο του αριθμού αλουμινένιων κουτιών προστέθηκε και ένα ποσοστό της τάξης του 30 % που αφορά τον αριθμό των αλουμινένιων κουτιών που δεν καταναλώνονται από το αναψυκτήριο του πανεπιστημίου αλλά από εξωτερικά καταστήματα και εισέρχονται στο

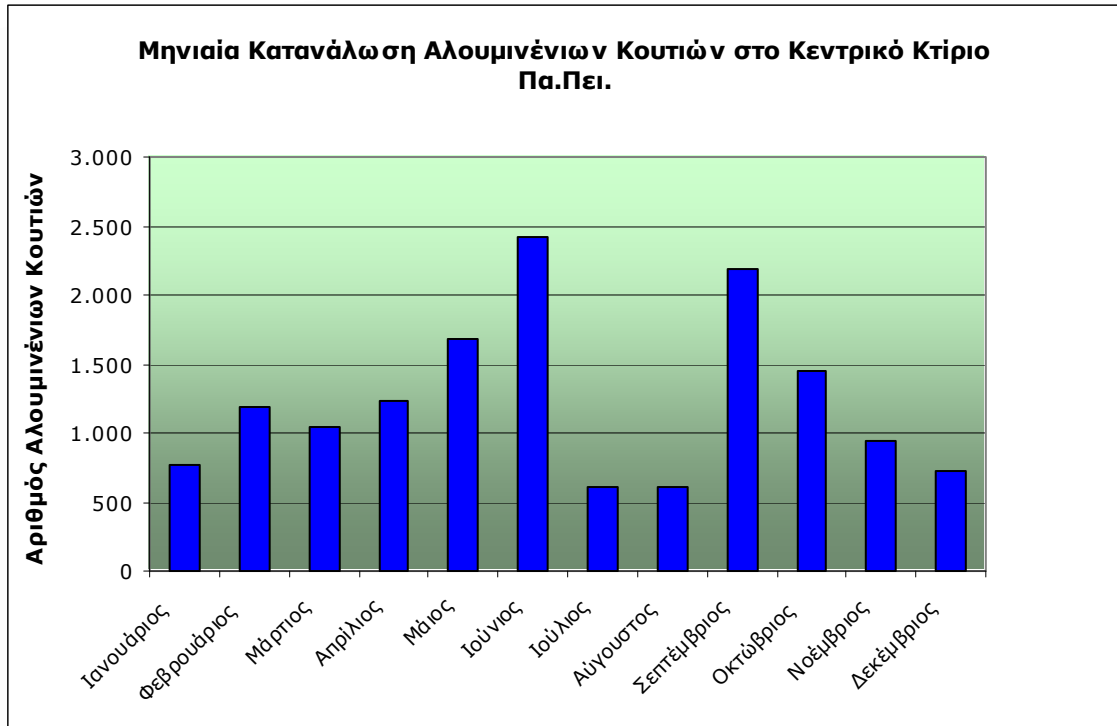


Κεντρικό κτίριο από όλες τις εισόδους, από τους φοιτητές της εστίας και από τους κατοίκους των γειτονικών, στο πανεπιστήμιο, οικιών. Παρατηρούμε ότι ο συνολικός εκτιμώμενος αριθμός των αλουμινένιων κουτιών που καταναλώνονται στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς είναι περίπου 19.200 και αντιστοιχεί περίπου σε 1,76 tn.

Μήνας	Ημέρες Λειτουργίας/ Μήνα	Εκτιμώμενος Αριθμός Κουτιών/ Μήνα	Συσχέτιση - Αιτιολόγηση Αριθμού Αλουμινένιων Κουτιών
Ιανουάριος	18	761	Σχετίζεται με Δεκέμβριο.
Φεβρουάριος	20	1.184	Σχετίζεται με τον Ιανουάριο - Αυξημένος κατά 40% λόγω εξεταστικής περιόδου.
Μάρτιος	20	1.044	Δειγματοληψία.
Απρίλιος	17	1.235	Δειγματοληψία.
Μάιος	18	1.680	Δειγματοληψία.
Ιούνιος	20	2.427	Σχετίζεται με τον Μάιο - Αυξημένος κατά 30% λόγω ζέστης και εξεταστικής.
Ιούλιος	5	607	Σχετίζεται με τον Ιούνιο.
Αύγουστος	5	607	Σχετίζεται με τον Ιούνιο.
Σεπτέμβριος	20	2.184	Σχετίζεται με τον Ιούνιο λόγω εξεταστικής περιόδου - Μειωμένος κατά 10% λόγω καιρικών συνθηκών.
Οκτώβριος	20	1.453	Σχετίζεται με τον Απρίλιο.
Νοέμβριος	20	940	Σχετίζεται με τον Μάρτιο - Μειωμένος κατά 10% λόγω κρύου.
Δεκέμβριος	17	719	Σχετίζεται με το Νοέμβριο - Μειωμένος κατά 10% λόγω κρύου.
<b>Σύνολο</b>		<b>14.839</b>	
<b>Προσαύξηση 30%</b>		<b>4.452</b>	
<b>Σύνολο Αλουμινένιων Κουτιών / Έτος</b>		<b>19.291</b>	

Πίνακας 3-44 Εκτίμηση Ετήσιας Κατανάλωσης Αλουμινένιων Κουτιών στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

Όπως και στην κατανάλωση πλαστικών μπουκαλιών έτσι και στα αλουμινένια κουτιά ισχύουν οι ίδιες μηνιαίες διακυμάνσεις για τους ίδιους λόγους (βλέπε διάγραμμα 3-10). Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη κατανάλωση παρατηρείται τους μήνες όπου διεξάγονται οι εξεταστικές περιόδους του ακαδημαϊκού έτους ενώ παράλληλα επικρατούν θερμές καιρικές συνθήκες, δηλαδή τον Ιούνιο και το Σεπτέμβριο. Τους υπόλοιπους μήνες η κατανάλωση αυξομειώνεται ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Εξαίρεση αποτελεί ο Φεβρουάριος όπου ενώ οι καιρικές συνθήκες είναι πολύ ψυχρές εντούτοις η εξεταστική περίοδος που διεξάγεται κατά τη διάρκεια αυτού του μήνα συμβάλλει στην μερικώς αυξημένη κατανάλωση αλουμινένιων κουτιών.



Διάγραμμα 3-10 Μηνιαία Κατανάλωση Αλουμινένιων Κουτιών στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

### 3.6.4 Χάρτινες Συσκευασίες τύπου Tetra Pak

Στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς καταναλώνονται ετησίως και χάρτινες συσκευασίες τύπου Tetra Pak. Οι συσκευασίες αυτές είναι ιδιαίτερες καθώς αποτελούνται από χαρτί κατά 77 %, από πλαστικό κατά 18 % και από αλουμίνιο κατά 5 %. Η εκτίμηση των ποσοτήτων αυτών των συσκευασιών υπολογίστηκε με την εφαρμογή της δειγματοληπτικής μεθόδου η οποία πραγματοποιήθηκε παράλληλα με αυτή για τα πλαστικά μπουκάλια και τα αλουμινένια κουτιά. Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τη δειγματοληψία που έλαβε χώρα τους ίδιους μήνες και μέρες όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις.

Μέρα Δειγματοληψίας	Αριθμός Χάρτινων Συσκευασιών (Tetra Pak) σε 6 Ώρες	Εκτίμηση Αριθμού Χάρτινων Συσκευασιών (Tetra Pak) σε 11 ώρες	Συνολικός Αριθμός Χάρτινων Συσκευασιών (Tetra Pak). 5 μέρες Δειγματοληψία	Μέσος Όρος Χάρτινων Συσκευασιών (Tetra Pak). 5 μέρες Δειγματοληψία	Εκτίμηση Συνολικού Αριθμού Χάρτινων Συσκευασιών (Tetra Pak)/ Μήνα
<b>Μάρτιος</b>					
1η	94	113	<b>520</b>	<b>104</b>	<b>2081</b>
2η	109	131			
3η	93	111			

Μέρα Δειγματοληψίας	Αριθμός Χάρτινων Συσκευασιών (Tetra Pak) σε 6 Ώρες	Εκτίμηση Αριθμού Χάρτινων Συσκευασιών (Tetra Pak) σε 11 ώρες	Συνολικός Αριθμός Χάρτινων Συσκευασιών (Tetra Pak). 5 μέρες Δειγματοληψία	Μέσος Όρος Χάρτινων Συσκευασιών (Tetra Pak). 5 μέρες Δειγματοληψία	Εκτίμηση Συνολικού Αριθμού Χάρτινων Συσκευασιών (Tetra Pak)/ Μήνα
4η	78	94			
5η	59	71			
<b>Απρίλιος</b>					
1η	92	110			
2η	116	139			
3η	100	120	<b>651</b>	<b>130</b>	<b>2213</b>
4η	139	167			
5η	95	114			
<b>Μάιος</b>					
1η	115	138			
2η	148	177			
3η	142	171	<b>788</b>	<b>158</b>	<b>2838</b>
4η	115	138			
5η	137	164			

Πίνακας 3-45 Δειγματοληψία Χάρτινων Συσκευασιών Tetra Pak.

Με βάση τους αριθμούς των χάρτινων συσκευασιών τύπου Tetra Pak που εκτιμήθηκαν για τους μήνες όπου πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία και τις ημέρες λειτουργίας του αναψυκτηρίου υπολογίστηκαν οι καταναλώσεις και για τους υπόλοιπους μήνες. Άξιο αναφοράς αποτελεί το γεγονός, πως και σε αυτή την περίπτωση έγιναν, για τους μήνες, κάποιες λογικές υποθέσεις και συσχετισμοί που αφορούν τις καιρικές συνθήκες και τις περιόδους του ακαδημαϊκού έτους του πανεπιστημίου. Επιπρόσθετα, στο ετήσιο σύνολο του αριθμού χάρτινων συσκευασιών τύπου Tetra Pak συμπεριελήφθη και ένα ποσοστό της τάξης του 30 % που αφορά τον αριθμό των χάρτινων συσκευασιών που δεν καταναλώνονται από το αναψυκτήριο του πανεπιστημίου αλλά από εξωτερικά καταστήματα και εισέρχονται στο κεντρικό κτίριο από όλες τις εισόδους, από τους φοιτητές της εστίας και από τους κατοίκους των γειτονικών, στο πανεπιστήμιο, κατοικιών. Παρατηρούμε ότι ο συνολικός εκτιμώμενος αριθμός των αλουμινένιων κουτιών που καταναλώνονται στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς είναι περίπου 35.000 και αντιστοιχεί περίπου σε 1 tn (βλέπε πίνακα 3-46).

Μήνας	Ημέρες Λειτουργίας/ Μήνα	Εκτιμώμενος Αριθμός Συσκευασιών/ Μήνα	Συσχέτιση - Αιτιολόγηση Αριθμού Χάρτινων Συσκευασιών (Tetra Pak)
<b>Ιανουάριος</b>	18	1.517	Σχετίζεται με Δεκέμβριο.
<b>Φεβρουάριος</b>	20	2.360	Σχετίζεται με τον Ιανουάριο - Αυξημένος κατά 40% λόγω εξεταστικής περιόδου.
<b>Μάρτιος</b>	20	2.081	Δειγματοληψία.

Μήνας	Ημέρες Λειτουργίας/ Μήνα	Εκτιμώμενος Αριθμός Συσκευασιών/ Μήνα	Συσχέτιση - Αιτιολόγηση Αριθμού Χάρτινων Συσκευασιών (Tetra Pak)
Απρίλιος	17	2.213	Δειγματοληψία.
Μάιος	18	2.838	Δειγματοληψία.
Ιούνιος	20	4.099	Σχετίζεται με τον Μάιο - Αυξημένος κατά 30% λόγω ζέστης και εξεταστικής.
Ιούλιος	5	1.025	Σχετίζεται με τον Ιούνιο.
Αύγουστος	5	1.025	Σχετίζεται με τον Ιούνιο.
Σεπτέμβριος	20	3.689	Σχετίζεται με τον Ιούνιο λόγω εξεταστικής περιόδου - Μειωμένος κατά 10% λόγω καιρικών συνθηκών.
Οκτώβριος	20	2.604	Σχετίζεται με τον Απρίλιο.
Νοέμβριος	20	1.873	Σχετίζεται με τον Μάρτιο - Μειωμένος κατά 10% λόγω κρύου.
Δεκέμβριος	17	1.433	Σχετίζεται με το Νοέμβριο - Μειωμένος κατά 10% λόγω κρύου.
<b>Σύνολο</b>		<b>26.757</b>	
<b>Προσαύξηση 30%</b>		<b>8.027</b>	
<b>Σύνολο Χάρτινων Συσκευασιών / Έτος</b>		<b>34.783</b>	

Πίνακας 3-46 Εκτίμηση Ετήσιας Κατανάλωσης Χάρτινων Συσκευασιών Τύπου Tetra Pak στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

Η κατανάλωση των χάρτινων συσκευασιών τύπου Tetra Pak για τις ίδιες αιτίες παρουσιάζει παρόμοιες μηνιαίες διακυμάνσεις με τις καταναλώσεις των πλαστικών μπουκαλιών και αλουμινένιων κουτιών. Όπως παρουσιάζονται και στο διάγραμμα 3-11, τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο, στους οποίους επικρατούν θερμές καιρικές συνθήκες και διεξάγονται οι εξεταστικές περιόδου του ακαδημαϊκού έτους, η κατανάλωση είναι υψηλή. Τους υπόλοιπους μήνες η κατανάλωση αυξομειώνεται ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Εξάιρεση αποτελεί ο Φεβρουάριος όπου, παρόλο που οι καιρικές συνθήκες είναι πολύ ψυχρές, η εξεταστική περίοδος που διεξάγεται κατά τη διάρκεια αυτού του μήνα συμβάλλει στην μερικώς αυξημένη κατανάλωση χάρτινων συσκευασιών.



Διάγραμμα 3-11 Μηνιαία Κατανάλωση Αλουμινένιων Κουτιών στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

### 3.6.5 Λοιπά Ανακυκλώσιμα Υλικά

Εκτός από το χαρτί, το πλαστικό και το αλουμίνιο στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς χρησιμοποιούνται και άλλα ανακυκλώσιμα υλικά καθώς και ανακυκλώσιμες συσκευές. Συγκεκριμένα στο πανεπιστήμιο χρησιμοποιούνται γυάλινα προϊόντα τόσο από το προσωπικό όσο και από τους φοιτητές αλλά η εκτίμηση της ετήσιας ποσότητάς τους δεν ήταν δυνατή λόγω έλλειψης στοιχείων.

Όπως και για το γυαλί έτσι και για τις ηλεκτρικές στήλες, που χρησιμοποιούνται ευρέως από τα μέλη του ιδρύματος, δεν ήταν δυνατό να γίνει εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσής τους. Παρόλα αυτά και οι ηλεκτρικές στήλες θα μπορούσαν να περιλαμβάνονται σε ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης.

Το Πανεπιστήμιο Πειραιώς τα τελευταία χρόνια προέβη σε σταδιακή αντικατάσταση των παλαιών ηλεκτρονικών υπολογιστών του με νέους και σύγχρονους. Για την εκτίμηση του αριθμού των ηλεκτρονικών υπολογιστών που απεσύρθησαν απευθυνθήκαμε στην Διεύθυνση Μηχανοργάνωσης του πανεπιστημίου, στην οποία όμως δεν είχε γίνει πλήρης καταγραφή αυτών. Εντούτοις, από την εικόνα που μας δόθηκε από τους υπευθύνους της Μηχανοργάνωσης, συμπεράναμε ότι ο αριθμός των Η/Υ που έχουν αποσυρθεί είναι αρκετά μεγάλος ώστε να μπορούσε να ανακυκλωθεί. Πλέον αυτών, στην ανακύκλωση θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν και διάφορες άλλες προσωπικές ηλεκτρονικές συσκευές που ανήκουν τόσο στο προσωπικό του πανεπιστημίου όσο και στους φοιτητές μιας και οι περισσότερες είναι ανακυκλώσιμες.

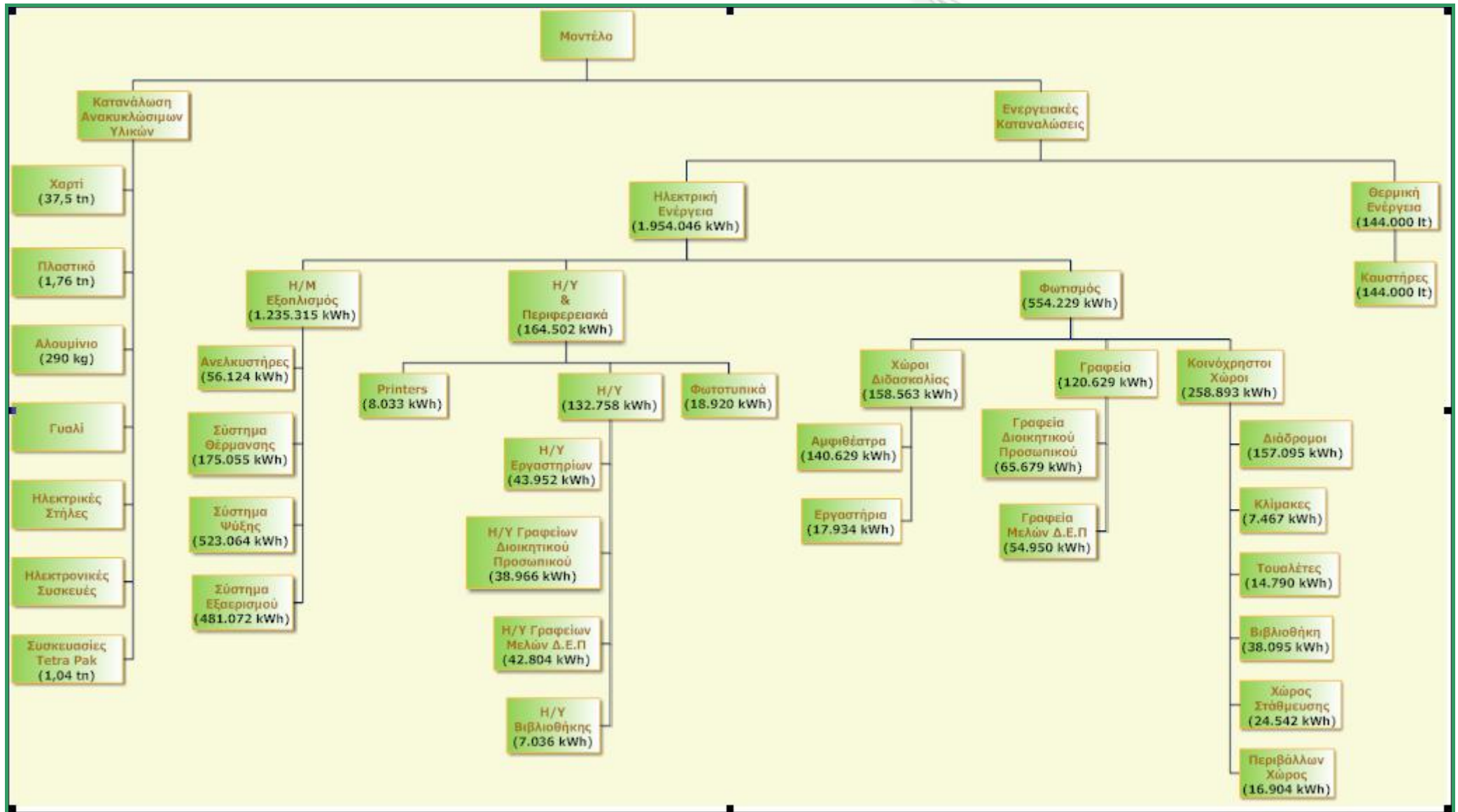
Τέλος, ιδιαίτερη περίπτωση αποτελούν οι μελανωτές και τα toner που χρησιμοποιούνται στους εκτυπωτές και τα φωτοτυπικά του πανεπιστημίου. Για την εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσής τους αναζητήσαμε στοιχεία από την Οικονομική Υπηρεσία του πανεπιστημίου, όμως συναντήσαμε αρκετές δυσκολίες οι οποίες σχετίζονται με το γεγονός πως στο πανεπιστήμιο χρησιμοποιούνται διάφορα είδη εκτυπωτών και φωτοτυπικών, άρα και διαφορετικά είδη μελανωτών και toner. Επιπλέον η παραγγελία αυτών δεν γίνεται συγκεντρωτικά αλλά τμηματικά όταν παρουσιασθεί έλλειψη σε κάποιο από αυτά. Παρά την έλλειψη στοιχείων, θεωρούμε ότι ο αριθμός των μελανωτών και των toner που καταναλώνονται στο πανεπιστήμιο κατ' έτος είναι αρκετά υψηλός. Βέβαια, αυτά τα υλικά δεν είναι ανακυκλώσιμα αλλά μπορούν να αναγομωθούν. Η αναγόμωση ενός μελανωτή ή ενός toner κοστίζει κατά πολύ λιγότερο από την αγορά ενός καινούριου ενώ υπάρχει και η δυνατότητα αναγόμωσής του μέχρι και πέντε φορές χωρίς να επηρεάζεται η ποιότητα της εκτύπωσης. Τα οικονομικά οφέλη που θα προκύψουν από μια τέτοια δράση υπολογίζεται να είναι αρκετά σημαντικά.

### 3.6.6 Συμπεράσματα

Από την ανάλυση που έγινε σε αυτό το κεφάλαιο προκύπτουν κάποια πολύτιμα, για την πορεία της εργασίας, αποτελέσματα. Τα αποτελέσματα αυτά αφορούν την κατά κατηγορία εξοπλισμού ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο πανεπιστήμιο καθώς και τις ετήσιες καταναλισκόμενες ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών στο πανεπιστήμιο. Τα μεγέθη αυτά εκτιμήθηκαν για πρώτη φορά και μας δίνουν μία πολύ καλή εικόνα της πραγματικότητας μιας και συγκρινόμενα συνολικά με τις πραγματικές καταναλώσεις ηλεκτρικού ρεύματος, που προέκυψαν από τα τιμολόγια της Δ.Ε.Η., παρουσίασαν ελάχιστες αποκλίσεις οι οποίες ήταν αναμενόμενες. Στο διάγραμμα 3-12 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά όλα τα αποτελέσματα του μοντέλου που αναπτύξαμε.

Γνωρίζοντας πλέον τις ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας ανά κατηγορία εξοπλισμού είμαστε σε θέση να υπολογίσουμε τους ρύπους που παράγονται για την δημιουργία τέτοιων ποσοτήτων ενέργειας. Επίσης, ξέροντας τις ετήσιες καταναλισκόμενες ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών που σπαταλούνται στο πανεπιστήμιο μπορούμε να υπολογίσουμε τις ποσότητες των φυσικών πόρων (νερό, χαρτί, κ.α.) που χρειάζονται προκειμένου να παρασκευασθούν αυτά τα υλικά.

Οι παραπάνω υπολογισμοί θα πραγματοποιηθούν στο επόμενο κεφάλαιο έτσι ώστε να καταγράψουμε τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που δημιουργεί το Πανεπιστήμιο Πειραιώς, οι οποίες σίγουρα είναι αρκετά σημαντικές.



Διάγραμμα 3-12 Μοντέλο Υπολογισμού Ετήσιων Εκτιμώμενων Καταναλώσεων Ενέργειας και Ποσοτήτων Ανακυκλώσιμων Υλικών από το κεντρικό κτίριο Πα.Πει.





# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

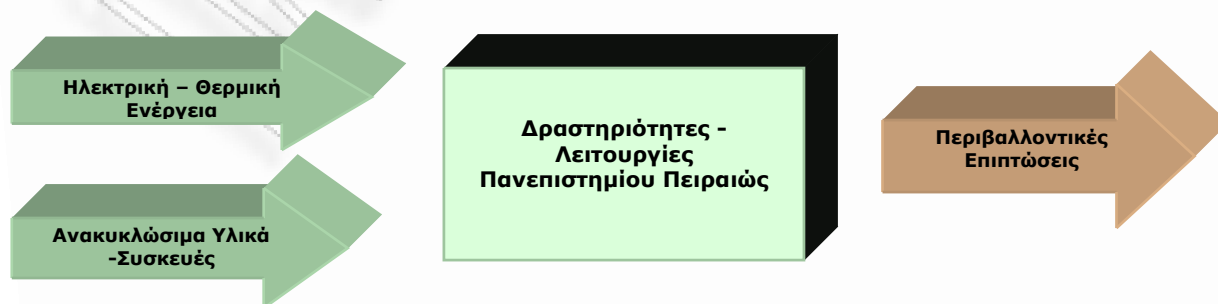
## 4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΕΙΣ

### 4.1 Εισαγωγή

Οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, από τις διάφορες λειτουργίες και παρεμβάσεις του ανθρώπου, αποτελούν ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα, ειδικά τις τελευταίες δεκαετίες με την αύξηση του πληθυσμού του πλανήτη και την ολοένα αυξανόμενη εξάρτηση του ανθρώπου από μη φιλικές προς το περιβάλλον πηγές ενέργειας. Οι επιπτώσεις της παγκόσμιας ανάπτυξης για το περιβάλλον είναι σχεδόν μη αναστρέψιμες και καταστροφικές για το μέλλον του πλανήτη. Η παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας από συμβατικά καύσιμα από τη μία συμβάλλει στην εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, ενώ από την άλλη επιταχύνει εκθετικά τη μείωση των διαθέσιμων φυσικών πόρων. Στη μείωση των φυσικών πόρων οδηγεί και η ανεξέλεγκτη κατανάλωση υλικών, όπως το χαρτί, το πλαστικό, το αλουμίνιο κ.α., τα οποία αποτελούν τη βάση για τη δημιουργία πολλών καθημερινά χρησιμοποιούμενων προϊόντων.

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις πηγάζουν τόσο από τη ρύπανση που προκαλεί ο άνθρωπος, με τις καθημερινές του λειτουργίες, όσο και από τις ενεργοβόρες βιομηχανίες που ρυπαίνουν ακατάπαυστα το περιβάλλον. Επομένως, και οι πολύ-πληθυσμιακοί οργανισμοί που στεγάζονται σε μεγάλα κτίρια συμβάλλουν σε μεγάλο βαθμό στην ρύπανση του περιβάλλοντος και στην κατασπατάληση των φυσικών πόρων. Ένας τέτοιος οργανισμός είναι και το Πανεπιστήμιο Πειραιώς.

Στο Πανεπιστήμιο καταναλώνονται ετησίως μεγάλα ποσά ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, αναλώσιμων υλικών καθώς και συσκευών τα οποία είναι ως επί το πλείστον ανακυκλώσιμα.



Εικόνα 4-1 Περιβαλλοντικές Επιβαρύνσεις.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα στο πανεπιστήμιο είναι το χαρτί (φωτοαντιγραφικό χαρτί μεγέθους A4 και A3, χάρτινες συσκευασίες κλπ.), το πλαστικό (μπουκάλια νερού και αναψυκτικών, κλπ.), το αλουμίνιο (κουτιά αναψυκτικών) και το γυαλί (αναψυκτικά, κλπ.). Επιπλέον, από το προσωπικό του πανεπιστημίου χρησιμοποιούνται υλικά συντήρησης, καθαριστικά γραφείων, γραφίτες, ηλεκτρικές στήλες και μελάνια. Επιπρόσθετα, στο πανεπιστήμιο χρησιμοποιείται και ηλεκτρονικός εξοπλισμός, όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, φωτοαντιγραφικά μηχανήματα, κ.α. για την περάτωση διαφόρων λειτουργιών. Στις ακόλουθες παραγράφους παρουσιάζονται αναλυτικά οι εκτιμώμενες ή οι πραγματικές ποσότητες της εισρεόμενης ενέργειας, των εισρεόμενων υλικών και του ηλεκτρονικού εξοπλισμού στο πανεπιστήμιο σε συνδυασμό με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που επιφέρουν.

#### 4.2 Επιπτώσεις από την Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας

Όλα τα ηλεκτρικά συστήματα που είναι εγκατεστημένα στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς τροφοδοτούνται με ηλεκτρική ενέργεια, μέσω του δικτύου της Δ.Ε.Η., που παράγεται στα διάφορα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια της Δ.Ε.Η. με την καύση λιγνίτη. Επομένως το πανεπιστήμιο έμμεσα ρυπαίνει το περιβάλλον ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του έτους.

Οι κύριοι ρύποι που δημιουργούνται από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι οι εξής:

- Το διοξείδιο του άνθρακα – CO<sub>2</sub>, το οποίο είναι ένα από τα βασικά αέρια που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- Το διοξείδιο του θείου – SO<sub>2</sub>, το οποίο σε μεγάλες συγκεντρώσεις προκαλεί σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα και προβλήματα στο νευρικό σύστημα ενώ μαζί με τα οξείδια του αζώτου συμβάλλει στην δημιουργία όξινης βροχής.
- Το μονοξείδιο του άνθρακα – CO, το οποίο είναι δηλητηριώδες, διαταράζει τη μεταφορά οξυγόνου στο ανθρώπινο σώμα, προκαλεί καρδιαγγειακές παθήσεις και αναπνευστικά προβλήματα ή ακόμα και θάνατο.
- Τα οξείδια του αζώτου – NO<sub>x</sub>, παρακλύδοντας την οξυγόνωση του ανθρωπίνου σώματος, συμβάλουν στην εμφάνιση αναπνευστικών προβλημάτων, ενώ ακόμα επηρεάζουν αρνητικά το ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπου. Επιπλέον καταστρέφουν το όζον και δημιουργούν όξινη βροχή.
- Οι άκαυστοι Υδρογονάνθρακες – HCs, οι οποίοι έχει αποδειχθεί ότι προκαλούν καρκινογενέσεις.

- Τα μικροσωματίδια, τα οποία θεωρούνται ως ρύπος «προτεραιότητας» από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας. Η χημική σύσταση αυτών των αιωρούμενων μικροσωματιδίων αποτελείται από μέταλλα (σίδηρος, νικέλιο, χαλκός, κλπ.), οργανικές ενώσεις, συστατικά βιολογικής προέλευσης (ιοί, βακτήρια, κλπ.) και ιόντα (θειικά, νιτρικά, όξινα, H<sup>+</sup>). Τα μικροσωματίδια, ειδικά αυτά με μικρή διάμετρο (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>), προκαλούν βλάβες στο DNA, αλλεργίες και προβλήματα στο ανοσοποιητικό σύστημα ενώ η χρόνια έκθεση του ανθρώπου σε αυτά προκαλεί καρδιακά προβλήματα και καρκινογενέσεις.

Με βάση την εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς επιχειρήσαμε να υπολογίσουμε την ετήσια εκπομπή των παραπάνω ρύπων κατά την παραγωγή της αντίστοιχης ηλεκτρικής ενέργειας. Για τον υπολογισμό των ποσοτήτων των ρύπων στηριχθήκαμε στις μοναδιαίες τιμές αυτών που είναι καταγεγραμμένες στο παράρτημα του «Οδηγού Ενεργειακών Επενδύσεων» του Υπουργείου Ανάπτυξης (βλέπε πίνακα 4-1).

Μοναδιαίες Τιμές Εκπομπής Ρύπων					
CO <sub>2</sub> (kg/kWh)	SO <sub>2</sub> (kg/kWh)	CO (kg/kWh)	NO <sub>x</sub> (kg/kWh)	HC (kg/kWh)	Σωματίδια (PM) (kg/kWh)
0,85	0,0155	0,00018	0,0012	0,00005	0,0008

Πίνακας 4-1 Μοναδιαίες Τιμές Εκπομπής Ρύπων.

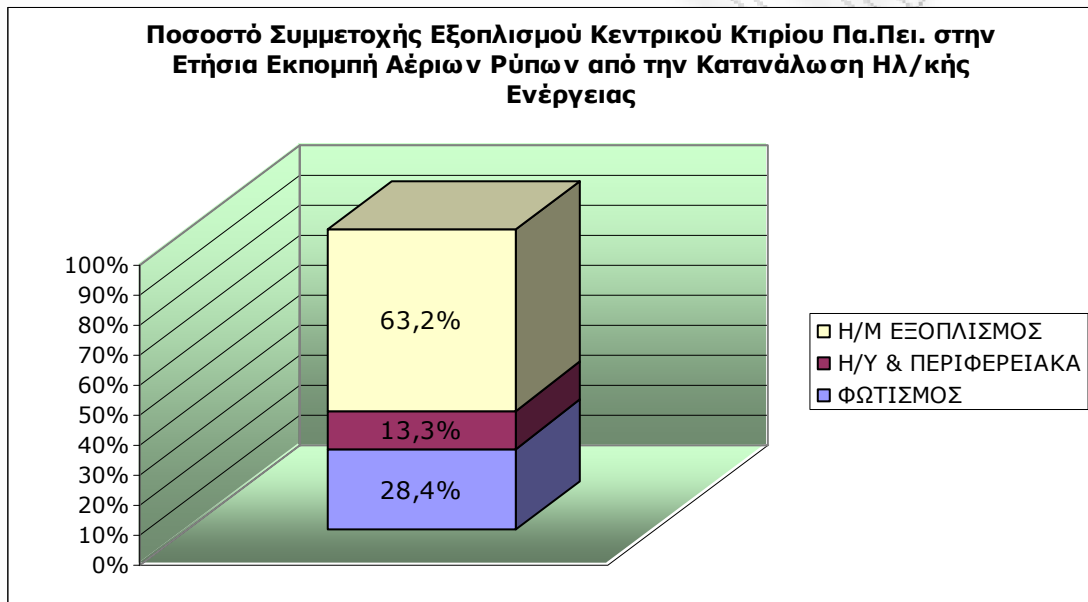
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ετήσιες ποσότητες εκπομπής των διαφόρων ρύπων από την εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των τριών μεγάλων κατηγοριών εξοπλισμού που είναι εγκατεστημένες στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Παρατηρούμε ότι η συνολική ποσότητα εκπομπής CO<sub>2</sub> ανά έτος είναι περίπου 1.660 tn, του SO<sub>2</sub> περίπου 30 tn ανά έτος, του CO 352 kg ανά έτος, των NO<sub>x</sub> περίπου 2.3 tn ανά έτος, των HCs 98 kg ανά έτος και των αιωρούμενων σωματιδίων (PM) περίπου 1.5 tn ανά έτος.

Εκτιμώμενες Εκπομπές Αέριων Ρύπων από την Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας						
Είδη Ρύπων / Εξοπλισμός	CO <sub>2</sub> (kg/Έτος)	SO <sub>2</sub> (kg/Έτος)	CO (kg/Έτος)	NO <sub>x</sub> (kg/Έτος)	HCS (kg/Έτος)	Σωματίδια (PM) (kg/Έτος)
Φωτισμός	471.094	8.591	100	665	28	443
Η/Υ & Περιφερειακά	139.827	2.550	30	197	8	132

Είδη Ρύπων / Εξοπλισμός	CO <sub>2</sub> (kg/Έτος)	SO <sub>2</sub> (kg/Έτος)	CO (kg/Έτος)	NO <sub>x</sub> (kg/Έτος)	HCs (kg/Έτος)	Σωματίδια (PM) (kg/Έτος)
<b>Η/Μ Εξοπλισμός</b>	1.050.018	19.147	222	1.482	62	988
<b>Σύνολο</b>	<b>1.660.939</b>	<b>30.288</b>	<b>352</b>	<b>2.345</b>	<b>98</b>	<b>1.563</b>

Πίνακας 4-2 Εκτιμώμενες Εκπομπές Αέριων Ρύπων από την Κατανάλωση Ηλ/κής Ενέργειας στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

Στο διάγραμμα 4-1 παρουσιάζεται η συνεισφορά της κάθε κατηγορίας εξοπλισμού του πανεπιστημίου στην ετήσια εκπομπή αέριων ρύπων από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.



Διάγραμμα 4-1 Ποσοστό Συμμετοχής Εξοπλισμού Κεντρικού Κτιρίου Πα.Πει. στην Ετήσια Εκπομπή Αέριων Ρύπων από την Κατανάλωση ΗΛ/κής Ενέργειας.

Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα ο Ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός συμβάλλει στην ετήσια εκπομπή αέριων ρύπων κατά 63,2 %, όπως αναμενόταν, καθώς είναι η πιο ενεργοβόρα κατηγορία εξοπλισμού του πανεπιστημίου, ο Φωτισμός συμβάλλει κατά 28,4 % ενώ η κατηγορία των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και των Περιφερειακών συμμετέχει κατά 13,3 %.

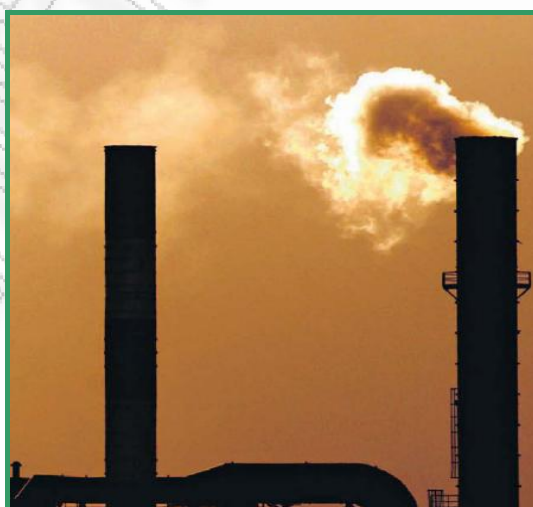
Οι παραπάνω υπολογισμοί πραγματοποιήθηκαν με βάση την εκτιμημένη ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή τις 1.954.046 kWh. Με σκοπό να υπολογίσουμε τις πραγματικές εκπομπές των αέριων ρύπων για το έτος 2007 βασιστήκαμε στον επιμερισμό της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας στις τρεις κατηγορίες εξοπλισμού

του πανεπιστημίου θεωρώντας ότι η διαφορά της τάξης 7,3 % μεταξύ της ετήσιας πραγματικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με την ετήσια εκτιμώμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας εμφανίζεται και στις τρεις κατηγορίες εξοπλισμού. Με βάση αυτή την υπόθεση, οι τιμές των ποσοτήτων των αέριων ρύπων για το έτος 2007 είναι αυξημένες κατά 7,3 % για κάθε κατηγορία εξοπλισμού, επομένως και οι συνολικές ποσότητες ετήσιων εκπομπών αέριων ρύπων θα είναι αυξημένες. Άρα, η ποσότητα εκπομπής CO<sub>2</sub> είναι περίπου 1.800 tn, του SO<sub>2</sub> είναι 32,5 tn, του CO 377 kg, των NO<sub>x</sub> περίπου 2,5 tn, των HC<sub>s</sub> 105 kg και των αιωρούμενων σωματιδίων (PM) περίπου 1,7 tn. Ο πίνακας 4-3 εμπεριέχει τις πραγματικές ποσότητες εκπομπής αέριων ρύπων για το έτος 2007.

<b>Πραγματικές Εκπομπές Αέριων Ρύπων από Κατανάλωση Ηλεκτρικής Ενέργειας 2007</b>						
<b>Είδη Ρύπων / Εξοπλισμός</b>	<b>CO<sub>2</sub> (kg/Έτος)</b>	<b>SO<sub>2</sub> (kg/Έτος)</b>	<b>CO (kg/Έτος)</b>	<b>NO<sub>x</sub> (kg/Έτος)</b>	<b>HC<sub>s</sub> (kg/Έτος)</b>	<b>Σωματίδια (PM) (kg/Έτος)</b>
<b>Φωτισμός</b>	505.484	9.218	107	714	30	476
<b>Η/Υ &amp; Περιφερειακά</b>	150.034	2.736	32	212	9	141
<b>Η/Μ Εξοπλισμός</b>	1.126.669	20.545	239	1.591	66	1.060
<b>Σύνολο</b>	<b>1.782.187</b>	<b>32.499</b>	<b>377</b>	<b>2.516</b>	<b>105</b>	<b>1.677</b>

Πίνακας 4-3 Πραγματικές Εκπομπές Αέριων Ρύπων από την Κατανάλωση ΗΛ/κής Ενέργειας στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

#### 4.3 Οικονομικές Επιπτώσεις Εκπομπής Διοξειδίου του Άνθρακα από Ηλεκτροπαραγωγή



Εικόνα 4-2 Ηλεκτροπαραγωγή

Οι ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> εκτός από περιβαλλοντικές επιπτώσεις επιφέρουν και οικονομικές. Αυτό συμβαίνει διότι, η Ευρωπαϊκή Ένωση, με σκοπό να πετύχει το στόχο της μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου κατά 8 % σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, θέσπισε το ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας εκπομπών αερίων ρύπων. Αυτός είναι ένας τρόπος προκειμένου οι 10.500 ευρωπαϊκές επιχειρήσεις που υπάγονται στο σύστημα και ευθύνονται για το 50 % των συνολικών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> στη «γηραιά ήπειρο» να μειώσουν τα εκπεμπόμενα αέρια θερμοκηπίου, με σχετικά ανώδυνο οικονομικό τρόπο. Στο πλαίσιο αυτό τους παρέχεται το δικαίωμα να εκπέμπουν «δωρεάν» κάποια ποσότητα, σε τόνους, διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>, με την προϋπόθεση ότι οποιαδήποτε επιπλέον ποσότητα εκπέμψουν θα είναι αναγκασμένες να την αγοράσουν από κάποια άλλη επιχείρηση που κατάφερε να μειώσει τους δικούς της ρύπους. Τα δωρεάν δικαιώματα παρέχονται στις επιχειρήσεις μέσω του εθνικού σχεδίου κατανομής δικαιωμάτων που υποβάλει κάθε κράτος - μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

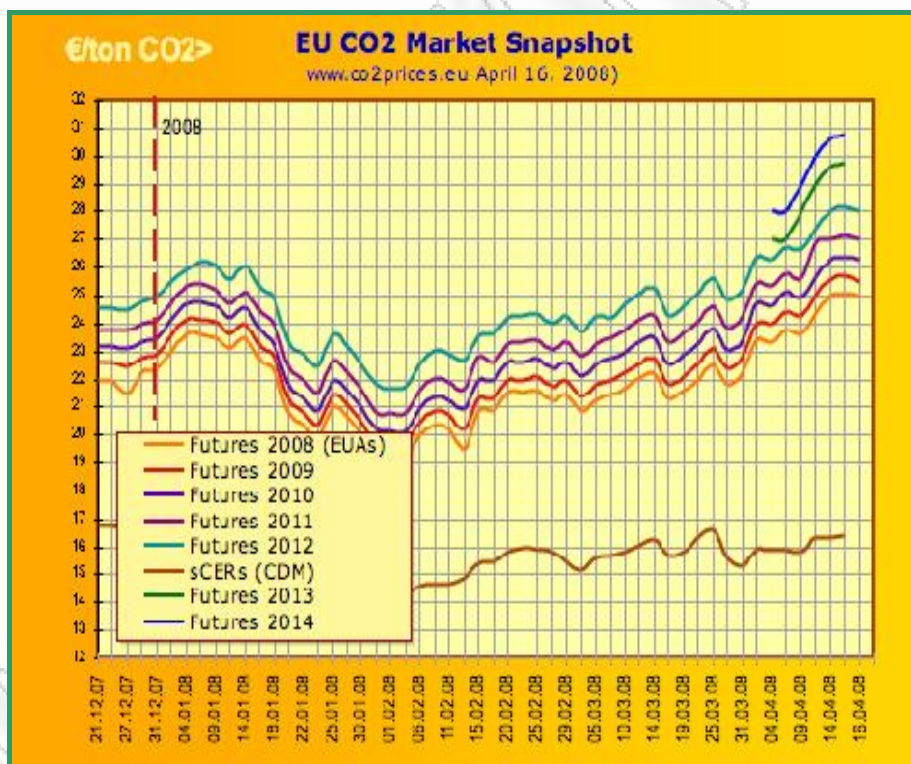
Η Ελλάδα για να πετύχει τον περιορισμό της αύξησης των αερίων του θερμοκηπίου στο 25 % (σε σύγκριση με το 1990) διένειμε σε 152 επιχειρήσεις, για την πρώτη περίοδο εφαρμογής του συστήματος 2005 – 2007, δωρεάν δικαιώματα εκπομπής 213.790.596 τν διοξειδίου του άνθρακα. Από αυτά περισσότερα από τα μισά έλαβαν τα εργοστάσια της Δ.Ε.Η. που υπάγονται στο σχέδιο και τα οποία μπορούσαν να εκπέμπουν 156 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα «δωρεάν».

Για τη δεύτερη περίοδο εφαρμογής του συστήματος εμπορίας ρύπων (2008 – 2012) τα δικαιώματα που δόθηκαν στις 152 επιχειρήσεις είναι κατά 90 % «δωρεάν» σε σχέση με την προηγούμενη περίοδο. Και σε αυτό το σχέδιο το μεγαλύτερο ποσοστό το κατέχει η ηλεκτροπαραγωγή που δικαιούται να εκπέμψει, χωρίς οικονομικές επιβαρύνσεις, 230 εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>. Αν η Δ.Ε.Η. εκπέμπει μεγαλύτερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα από τα δικαιώματα που της δόθηκαν δωρεάν, θα πρέπει να αγοράζει αντίστοιχα δικαιώματα είτε από το ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας είτε από άλλες πηγές, διαφορετικά αντιμετωπίζει τον κίνδυνο επιβολής προστίμων. Και οι δύο επιλογές είναι οικονομικά επώδυνες για τη Δ.Ε.Η., καθώς το κόστος αγοράς των δικαιωμάτων εκπομπής CO<sub>2</sub> εκτιμάται ότι θα κυμανθεί στα 25 – 45 ευρώ ανά τόνο διοξειδίου του άνθρακα, ενώ το πρόστιμο σε περίπτωση μη συμμόρφωσης είναι 100 ευρώ ανά τόνο.

Η γενική εικόνα είναι πάντως ότι κατά τη δεύτερη φάση εφαρμογής του συστήματος εμπορίας ρύπων η κατάσταση για τη Δ.Ε.Η. επιδεινώνεται σε σχέση με την πρώτη περίοδο κατά την οποία ουσιαστικά η Δ.Ε.Η. δεν επιβαρύνθηκε για τις εκπομπές της. Είναι

ενδεικτικό ότι το 2007 πλήρωσε 7,4 εκ. € για την αγορά δικαιωμάτων εκπομπών CO<sub>2</sub> έναντι 13,8 εκ. το 2006 και 12,6 εκ. το 2005. Μεγάλο μέρος από αυτά τα δικαιώματα ανταλλάσσονται με δικαιώματα του επόμενου έτους, καθώς οι εκπομπές της καλύφθηκαν από τη δωρεάν κατανομή δικαιωμάτων.

Στην αγορά δικαιωμάτων εκπομπής ρύπων από τη Δ.Ε.Η. συμβάλλει και το Πανεπιστήμιο Πειραιώς μέσω της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Από την εκτιμώμενη ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίσαμε ότι το πανεπιστήμιο συμβάλλει στην εκπομπή 1.660.939 kg διοξειδίου του άνθρακα. Αυτή η ποσότητα αντιστοιχεί, με βάση σημερινές τιμές αγοράς CO<sub>2</sub>, σε 41.525€ για την αγορά των αντίστοιχων δικαιωμάτων εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα από τη Δ.Ε.Η. Η αγορά δικαιωμάτων εκπομπής ενός τόνου διοξειδίου του άνθρακα είναι σήμερα 25 – 30€ και η διακύμανσή της παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 4-3 Διακύμανση Τιμής Αγοράς Δικαιώματος Εκπομπής ενός τόνου CO<sub>2</sub>.

#### 4.4 Θερμική Ενέργεια

Κατά την παραγωγή θερμικής ενέργειας μέσω της καύσης πετρελαίου στους τρεις καυστήρες που είναι εγκατεστημένοι στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς εκλύονται οι ίδιοι αέριοι ρύποι όπως και κατά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Επομένως, τα 144.000 lt που καταναλώνονται κατά μέσο όρο ετησίως, με βάση τις

μοναδιαίες τιμές εκπομπής αέριων ρύπων του «Οδηγού Ενεργειακών Επενδύσεων» του Υπουργείου Ανάπτυξης, εκπέμπουν τις ποσότητες ρύπων όπως παρουσιάζονται στους πίνακες 4-4 και 4-5.

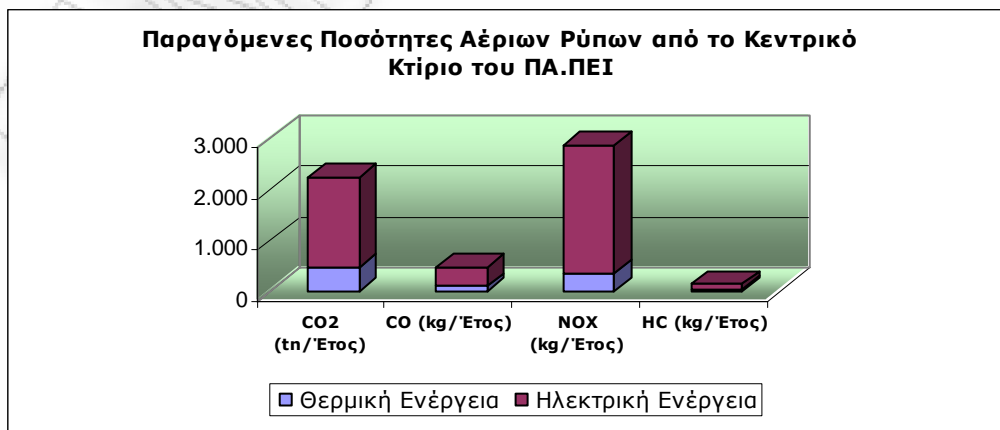
Μοναδιαίες Τιμές Εκπομπής Ρύπων						
Ρύπος(kg) /Καύσιμο (lt)	CO <sub>2</sub> (kg/lt)	SO <sub>2</sub> (kg/lt)	CO (kg/lt)	NO <sub>x</sub> (kg/lt)	HC (kg/lt)	Σωματίδια (PM) (kg/lt)
Πετρέλαιο	3,142	0,0007	0,000572	0,002384	0,000191	0,000286

Πίνακας 4-4 Μοναδιαίες Τιμές Εκπομπής Ρύπων από την καύση Πετρελαίου.

Εκτιμώμενες Εκπομπές Αέριων Ρύπων από την Κατανάλωση Θερμικής Ενέργειας						
Είδη Ρύπων/ Κατανάλωση Πετρελαίου (lt)	CO <sub>2</sub> (kg/Έτος)	SO <sub>2</sub> (kg/Έτος)	CO (kg/Έτος)	NO <sub>x</sub> (kg/Έτος)	HC (kg/Έτος)	Σωματίδια (PM) (kg/Έτος)
144.000	452.448	101	82	343	28	41

Πίνακας 4-5 Εκτιμώμενες Εκπομπές Αέριων Ρύπων από την Κατανάλωση Θερμικής Ενέργειας στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

Από τον πίνακα παρατηρούμε ότι η ετήσια εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα από την καύση πετρελαίου είναι περίπου 452 tη, αρκετά υψηλή αν την συγκρίνουμε με την ποσότητα που εκπέμπεται από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, οι εκπομπές του μονοξειδίου του άνθρακα, των οξειδίων του αζώτου και των άκαυστων υδρογονανθράκων είναι αντίστοιχα 82 kg ανά έτος, 343 kg ανά έτος και 28 kg ανά έτος και δεν είναι αμελητέες σε σύγκριση με την ετήσια εκπομπή αυτού του ρύπου από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Στο διάγραμμα 4-2 παρουσιάζονται οι ετήσιες ποσότητες των αέριων ρύπων που εκπέμπονται από το κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς από την κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε τη συνεισφορά κάθε μορφής καταναλισκόμενης ενέργειας στην παραγωγή των ρύπων.



Διάγραμμα 4-2 Παραγόμενες Ποσότητες Αέριων Ρύπων από το Κεντρικό Κτίριο του Πα.Πει.



## **4.5 Ανακυκλώσιμα Υλικά – Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός**

### **4.5.1 Χαρτί**

Η άσκοπη κατανάλωση χαρτιού δημιουργεί σημαντικό περιβαλλοντικό κόστος αρκεί να αναλογιστούμε πως οι χαρτοβιομηχανίες καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες πετρελαίου και νερού ενώ το κόψιμο των δέντρων για την παραγωγή χαρτιού εκτοπίζει και συρρικνώνει τα φυσικά ή τεχνητά οικοσυστήματα των δασών και δεντροστοιχιών. Συγκεκριμένα, για την παραγωγή ενός τόνου χαρτιού καταναλώνονται 125 – 130 lt πετρελαίου, 31.000 lt νερού και 17 – 20 δέντρα. Επομένως, το Πανεπιστήμιο Πειραιώς, όπου καταναλώνονται περίπου 37,5 τn φωτοαντιγραφικού χαρτιού ανά έτος, έμμεσα συμβάλει στην κατανάλωση περίπου 4.763 lt πετρελαίου, 1.162.500 lt νερού και περίπου 700 δέντρων. Παρατηρούμε πως οι συνέπειες για το οικοσύστημα είναι πολύ σημαντικές αλλά με συντονισμένες δράσεις, όπως η ανακύκλωση, θα μπορέσουν να μειωθούν αυτές οι καταναλώσεις.

### **4.5.2 Αλουμίνιο**

Το αλουμίνιο είναι ένα ακόμα υλικό που χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα από το Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Από τις εκτιμήσεις που πραγματοποιήσαμε διαπιστώσαμε πως το κεντρικό κτίριο του πανεπιστημίου, η εστία η οποία γειτνιάζει με το κεντρικό κτίριο, καθώς και μέρος των γειτονικών κατοικιών του πανεπιστημίου καταναλώνουν ετησίως περίπου 300 kg αλουμινίου (κουτιά αναψυκτικών). Αυτή η ποσότητα για να παραχθεί απαιτούνται 1,2 τn βωξίτη, περίπου 250 lt πετρελαίου, αρκετές ποσότητες νερού και μεγάλες ποσότητες χημικών ουσιών (150kg σόδα κλπ). Επιπλέον, κατά την παραγωγή του αλουμινίου προκαλείται σημαντική μόλυνση στα ύδατα και τον αέρα λόγω των τοξικών ουσιών που χρησιμοποιούνται. Λαμβάνοντας υπόψη αυτές τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, η ανακύκλωση του αλουμινίου είναι απαραίτητη για την μείωση της ρύπανσης και την διατήρηση των διαθέσιμων φυσικών πόρων.

### **4.5.3 Πλαστικό**

Το πλαστικό όπως σε όλες τις καθημερινές λειτουργίες του ανθρώπου έτσι και στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα. Στην διαδικασία παραγωγής των πλαστικών προϊόντων χρησιμοποιούνται τοξικές ουσίες ενώ για την αποσύνθεσή τους χρειάζονται περίπου 450 χρόνια. Η εκτίμηση που πραγματοποιήσαμε για το κεντρικό κτίριο

του πανεπιστημίου έδειξε ότι ετησίως καταναλώνονται περίπου 1,76 τη πλαστικών μπουκαλιών που εμπεριέχουν νερό ή αναψυκτικό. Η ποσότητα είναι μεγάλη και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον ακόμα μεγαλύτερες, άρα η εφαρμογή ενός προγράμματος ανακύκλωσης θα επιφέρει σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον.

#### **4.5.4 Χάρτινες Συσκευασίες Τύπου Tetra Pak**

Οι χάρτινες συσκευασίες τύπου Tetra Pak καταναλώνονται σε μεγάλη κλίμακα από τη κοινότητα του πανεπιστημίου. Η κατανάλωση αυτή προκαλεί συνδυασμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς η σύσταση των συσκευασιών αποτελείται από χαρτί κατά 77 %, πλαστικό κατά 18 % και αλουμίνιο κατά 5 %. Από την εκτίμηση που πραγματοποιήσαμε συμπεράναμε πως στο κεντρικό κτίριο του πανεπιστημίου καταναλώνονται ετησίως περίπου 35.000 χάρτινες συσκευασίες τύπου Tetra Pak που αντιστοιχούν περίπου σε 1.044 kg. Με βάση τη χημική σύσταση των συσκευασιών, στο πανεπιστήμιο καταναλώνονται ετησίως 803 kg χαρτί, 188 kg πλαστικό και 52 kg αλουμίνιο. Η παραγωγή των 803 kg απαιτεί την κατανάλωση περίπου 103 lt πετρελαίου, 24.900 lt νερού και 100 δέντρων. Επιπλέον, η παραγωγή του αλουμινίου απαιτεί περίπου 750 kg βωξίτη, 250 lt πετρελαίου, μεγάλες ποσότητες ύδατος και αρκετές ποσότητες χημικών ουσιών (94 kg σόδας, κλπ.). Όσον αφορά το πλαστικό, όπως αναφέραμε και προηγουμένως, για να παραχθεί χρησιμοποιούνται τοξικές ουσίες ενώ για αποσυντεθεί χρειάζονται 450 χρόνια. Από αυτούς τους υπολογισμούς παρατηρούμε πως οι περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις από την κατανάλωση τέτοιων συσκευασιών είναι τεράστιες. Για το λόγο αυτό η ανακύκλωσή τους χρήζει απαραίτητης εφαρμογής στο πανεπιστήμιο.

#### **4.5.5 Λοιπά Ανακυκλώσιμα Υλικά και Ηλεκτρονικός Εξοπλισμός**

Εκτός από τα προαναφερθέντα υλικά στο πανεπιστήμιο χρησιμοποιούνται και άλλα τα οποία είτε είναι ρυπογόνα για το περιβάλλον, όπως οι μελανωτές των εκτυπωτών, τα toner των φωτοτυπικών, οι ηλεκτρικές στήλες και τα διάφορα υλικά συντήρησης, είτε συρρικνώνουν τους φυσικούς πόρους. Όπως για το πλαστικό και για το αλουμίνιο έτσι και για αυτά τα υλικά μπορούν είτε να γίνουν προσπάθειες μείωσης της κατανάλωσή τους είτε να ενταχθούν σε ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης με σκοπό την μείωση των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων.

Όσον αφορά τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται στο πανεπιστήμιο, περιλαμβάνει κυρίως ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Οι επιπτώσεις από την μελλοντική απόρριψή τους στο περιβάλλον είναι σημαντικές αρκεί να αναλογιστούμε τη σύσταση αυτών των συσκευών (κινητά τηλέφωνα, ηλεκτρονικοί υπολογιστές, κλπ.). Παρόλο, που επιχειρήσαμε να υπολογίσουμε τον αριθμό των πεπαλαιωμένων – ανενεργών ηλεκτρονικών υπολογιστών που βρίσκονται στο πανεπιστήμιο δεν καταφέραμε να εξάγουμε αριθμητικά αποτελέσματα. Όμως, τέτοιου είδους συσκευές υπάρχουν στο πανεπιστήμιο και μπορούν να ανακυκλωθούν προς όφελος του περιβάλλοντος.

#### 4.6 Συμπεράσματα

Η παραπάνω ανάλυση μας δείχνει ότι το Πανεπιστήμιο Πειραιώς είναι ένας αρκετά ρυπογόνος, προς το περιβάλλον, οργανισμός. Οι τεράστιες ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις διοχετεύουν, είτε έμμεσα είτε άμεσα, στον ατμοσφαιρικό αέρα επικίνδυνους, για την υγεία του ανθρώπου, αέριους ρύπους. Όπως υπολογίσαμε οι ετήσιες ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub>, του μονοξειδίου του άνθρακα CO, των οξειδίων του αζώτου NO<sub>x</sub>, του διοξειδίου του θείου SO<sub>2</sub>, των άκαυστων υδρογονανθράκων HC<sub>s</sub> καθώς και των αιωρούμενων σωματιδίων PM είναι περίπου 2.200 tn, 460 kg, 2,8 tn, 32 tn, 130 kg και 1,7 tn αντίστοιχα. Επιπλέον, οι εκπεμπόμενες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα από την ηλεκτροπαραγωγή επιβαρύνουν τη Δ.Ε.Η. με την αγορά δικαιωμάτων εκπομπής 1.661 tn διοξειδίου του άνθρακα μέσω του ευρωπαϊκού συστήματος εμπορίας αερίων ρύπων. Αυτές οι ετήσιες εκπομπές των ρύπων είναι δυνατόν να μειωθούν κατά μεγάλο ποσοστό με την κατάλληλη εφαρμογή δράσεων και πρακτικών εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και με την εγκατάσταση σύγχρονου εξοπλισμού με φιλικές προς το περιβάλλον προδιαγραφές.

Επιπροσθέτως, στο πανεπιστήμιο καταναλώνονται ετησίως αρκετές ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών οι οποίες όχι μόνο ρυπαίνουν τον ατμοσφαιρικό αέρα και τον υδροφόρο ορίζοντα, με επικίνδυνες επιπτώσεις για την δημόσια υγεία, αλλά συμβάλλουν και στην μείωση των φυσικών πόρων. Συγκεκριμένα, στο πανεπιστήμιο καταναλώνονται ετησίως περίπου 37,5 tn φωτοαντιγραφικού χαρτιού μεγέθους A4, 300 kg αλουμινίου, 1,76 tn πλαστικού καθώς και ποσότητες γυαλιού, μελανωτών, toner, ηλεκτρικών στηλών, υλικών συντήρησης κ.α. απροσδιορίστου μεγέθους. Επιπλέον, υπάρχουν και ηλεκτρονικές συσκευές οι οποίες μετά από τη μακροχρόνια χρήση τους παραμένουν ανενεργές. Η αλόγιστη χρήση αυτών των υλικών προκαλεί μεγάλες επιβαρύνσεις στο περιβάλλον,

επομένως είναι αναγκαίο να εφαρμοστούν ορισμένες δράσεις μείωσης της κατανάλωσής τους, δράσεις ανακύκλωσης καθώς και δράσεις επαναχρησιμοποίησής τους.

Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται όλες οι διεθνώς διαδεδομένες περιβαλλοντικές δράσεις που εφαρμόζονται από τους πιο απλούς μέχρι τους πιο πολύπλοκους οργανισμούς με σκοπό τη μείωση των οικονομικών δαπανών αλλά κυρίως τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## 5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΕΙΣ

### 5.1 Εισαγωγή

Τα περισσότερα μεγάλα δημόσια κτίρια, λόγω παλαιότητας και ελλιπούς σχεδιασμού, καταναλώνουν πολύ μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως είδαμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, το κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς δεν θα μπορούσε να ξεφύγει από αυτή τη διαπίστωση. Οι ποσότητες ηλεκτρικού ρεύματος που κατασπαταλώνονται στο πανεπιστήμιο είναι τεράστιες με αποτέλεσμα αντιστοίχως μεγάλες να είναι και οι συνέπειες αυτής της κατανάλωσης στο περιβάλλον μιας και για την παραγωγή τέτοιων ποσοτήτων ηλεκτρικού ρεύματος εκπέμπονται στο περιβάλλον πολύ μεγάλες ποσότητες αέριων ρύπων. Οι ρύποι αυτοί, όπως περιγράφηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς και για την ανθρώπινη υγεία.

Επιπροσθέτως, εκτός από την σπατάλη ηλεκτρικής ενέργειας στο πανεπιστήμιο καταναλώνονται και πολύ μεγάλες ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών, όπως το χαρτί. Η χρήση αυτών των υλικών γίνεται χωρίς μέτρο και χωρίς καμία δράση για τη διαχείριση αυτών των πολύτιμων για το περιβάλλον υλικών.

Η αλόγιστη αυτή χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος και των ανακυκλώσιμων υλικών, εκτός από το περιβαλλοντικό κόστος, έχει και μεγάλο οικονομικό κόστος για το πανεπιστήμιο. Βέβαια, μιας και το πανεπιστήμιο είναι κοινωνικός φορέας, το μεγαλύτερο του ενδιαφέρον εστιάζεται στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις λειτουργίες του. Παρόλα αυτά, ο περιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και της διαχείρισης των ανακυκλώσιμων υλικών, θα σημάνει ταυτοχρόνως και μια αρκετά σεβαστή εξοικονόμηση πόρων οι οποίοι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για άλλους σκοπούς.

Προκειμένου αυτό να γίνει εφικτό, θα πρέπει να σχεδιαστούν δράσεις που θα αφορούν την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας και την καλύτερη διαχείριση των ανακυκλώσιμων υλικών.

Στη συνέχεια, λοιπόν, του κεφαλαίου, θα αναφερθούμε σε δράσεις με βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο ορίζοντα που θα βελτιώσουν την κατάσταση στο πανεπιστήμιο, μιας και αποτελούν διεθνείς καλές πρακτικές για την αντιμετώπιση τέτοιων θεμάτων.

## 5.2 Άμεσες / Βραχυπρόθεσμες Περιβαλλοντικές Δράσεις

Οι βραχυπρόθεσμες δράσεις αφορούν ενέργειες που είναι εύκολο να πραγματοποιηθούν από τα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας σε σύντομο χρονικό διάστημα. Αυτό συμβαίνει διότι αυτές οι ενέργειες δεν απαιτούν ιδιαίτερο σχεδιασμό και μελέτη. Δεν σημαίνει όμως ότι θα έχουν και μικρό αποτέλεσμα. Η σωστή και άμεση υιοθέτησή τους είναι δυνατόν να έχει εντυπωσιακά αποτελέσματα. Ουσιαστικά πρόκειται για μια σειρά απλών ενεργειών που δεν απαιτούν ειδικές τεχνικές γνώσεις και κατάλληλη εκπαίδευση για να εφαρμοστούν. Οι δράσεις που παραθέτουμε παρακάτω αφορούν την εξοικονόμηση ενέργειας και τη διαχείριση ανακυκλώσιμων υλικών.

### 5.2.1 Άμεσες Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας

Με τις άμεσες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας προσπαθούμε να επιτύχουμε μείωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης του πανεπιστημίου χωρίς να επιφέρουμε μεγάλης έκτασης αλλαγές στο πανεπιστήμιο. Οι προτεινόμενες δράσεις για το Πανεπιστήμιο Πειραιώς είναι οι παρακάτω:

- Ορισμός υπευθύνου, ο οποίος κάθε βράδυ (σε προκαθορισμένη ώρα) θα θέτει εκτός λειτουργίας τους λαμπτήρες και τα κλιματιστικά σε όλους τους χώρους του πανεπιστημίου (γραφεία, αμφιθέατρα, εργαστήρια κ.α.).
- Ενημέρωση όλων των μελών της πανεπιστημιακής κοινότητας (με χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου) για εύκολες πρακτικές εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Αντικατάσταση υφιστάμενων λαμπτήρων στο κεντρικό κτίριο του πανεπιστημίου, όπου είναι εφικτό, με λαμπτήρες φθορισμού χαμηλής κατανάλωσης οι οποίοι απαιτούν 4 έως 5 φορές λιγότερη ενέργεια και διαρκούν 8 – 12 φορές περισσότερο.
- Αντικατάσταση των υφιστάμενων καλυμμάτων των λαμπτήρων με νέα, λόγω του περιορισμού της διάχυσης του φωτός που αυτά προκαλούν.
- Επιφόρτιση με το καθήκον της απενεργοποίησης των ηλεκτρονικών συσκευών των εργαστηρίων (ηλεκτρονικοί υπολογιστές, εκτυπωτές) στους διδάσκοντες και υπευθύνους εργαστηρίων, όταν αυτές δεν χρησιμοποιούνται.
- Μετάβαση όλων των ηλεκτρονικών υπολογιστών του πανεπιστημίου σε κατάσταση sleep / standby mode όταν είναι ανοιχτοί και δεν χρησιμοποιούνται ώστε να έχουμε ελαχιστοποίηση της κατανάλωσής τους.

- Επιφόρτιση, στους διδάσκοντες, με το καθήκον της απενεργοποίησης των λαμπτήρων των αμφιθεάτρων μετά το πέρας των μαθημάτων τους.
- Εγκατάσταση επιτραπέζιων φωτιστικών χαμηλής κατανάλωσης στα έδρανα του αναγνωστηρίου της βιβλιοθήκης έτσι ώστε να περιοριστεί η χρήση μεγάλου αριθμού λαμπτήρων του αναγνωστηρίου.
- Χρήση του συστήματος θέρμανσης και κλιματισμού μόνο όταν το επιβάλλουν οι καιρικές συνθήκες.
- Τοποθέτηση στα αμφιθέατρα, στα γραφεία Μελών Δ.Ε.Π. και στα διοικητικά γραφεία καλαίσθητων πινακίδων που θα προτρέπουν τους χρήστες να σβήνουν τους λαμπτήρες όταν δεν χρειάζονται.
- Δημιουργία ερωτηματολογίου, που θα μοιραστεί σε όλα τα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας (φοιτητές, διδακτικό προσωπικό, διοικητικούς υπαλλήλους, θυρωρούς, συνεργεία καθαρισμού), με σκοπό να αποτυπωθεί η πρόθεση τους να συμμετάσχουν σε δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

### **5.2.2 Άμεσες Δράσεις Διαχείρισης Ανακυκλώσιμων Υλικών**

Με τις άμεσες δράσεις διαχείρισης ανακυκλώσιμων υλικών προσπαθούμε να επιτύχουμε μια πιο λελογισμένη χρήση, από τα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας, των υλικών αυτών. Ουσιαστικά οι ενέργειες αυτές αλλάζουν κάποιες «κακές συνήθειες» των μελών του πανεπιστημίου και θέτουν κανόνες όσον αφορά την χρήση κάποιων υλικών. Οι προτεινόμενες δράσεις για το Πανεπιστήμιο Πειραιώς είναι οι εξής:

- Παρότρυνση των μελών της ακαδημαϊκής κοινότητας για χρήση και των δύο όψεων στην εκτύπωση και στην φωτοαντιγραφή.
- Εμφάνιση ειδοποιητικού μηνύματος, λ.χ «Σκέψου πριν τυπώσεις», στην οθόνη του υπολογιστή και στα φωτοτυπικά πριν την εκτύπωση κάποιου εγγράφου.
- Εκπαίδευση κυρίως του διοικητικού προσωπικού στη σωστή χρήση των εκτυπωτών και των φωτοτυπικών.
- Τοποθέτηση προσωπικών κωδικών στα φωτοτυπικά μηχανήματα, έτσι ώστε να χρησιμοποιούνται μόνο για τις ανάγκες του πανεπιστημίου.
- Αναπαραγωγή σημειώσεων και φυλλαδίων μετά από ακριβή προσδιορισμό των αναγκών.

- Προσπάθεια επέκτασης της χρήσης της ηλεκτρονικής αλληλογραφίας από τα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας.
- Παρότρυνση για επαναχρησιμοποίηση παλαιών χαρτιών για πρόχειρες σημειώσεις ή εργασίες.
- Τήρηση ονομαστικού αρχείου και ορίου στην παράδοση του χαρτιού έτσι ώστε να αποφεύγεται η κατασπατάληση χαρτιού από συγκεκριμένα άτομα ή Διευθύνσεις.
- Δημιουργία ερωτηματολογίου, που θα μοιραστεί σε όλα τα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας (φοιτητές, διδακτικό προσωπικό, διοικητικούς υπαλλήλους, θυρωρούς, συνεργεία καθαρισμού), με σκοπό να αποτυπωθεί η πρόθεση τους να συμμετάσχουν σε δράσεις ανακύκλωσης υλικών.
- Διερεύνηση δυνατότητας εφαρμογής συστήματος ανακύκλωσης για τα εξής υλικά (χαρτί, αλουμίνιο, πλαστικό, γυαλί, ηλεκτρονικών συσκευών, ηλεκτρικών σπηλών, κ.α.) καθώς και πραγματοποίηση έρευνας ανταποδοτικών οφελών από την ανακύκλωση αυτών των υλικών με στόχο την χρηματοδότηση περιβαλλοντικών δράσεων.

### **5.3 Έμμεσες / Μακροπρόθεσμες Περιβαλλοντικές Δράσεις**

Οι μακροπρόθεσμες δράσεις αφορούν ενέργειες που για να πραγματοποιηθούν χρειάζεται η συνεργασία των μελών της πανεπιστημιακής κοινότητας με εξωτερικούς φορείς εξειδικευμένους σε κάποια ειδικά θέματα, χωρίς βέβαια αυτό να είναι και απαραίτητο. Η χρονική διάρκεια εφαρμογής αυτών των ενεργειών είναι αρκετά μεγάλη μιας και απαιτούν ιδιαίτερο σχεδιασμό και μελέτη. Ο σωστός σχεδιασμός όμως αυτών των ενεργειών μας εξασφαλίζει και τα επιθυμητά αποτελέσματα. Βέβαια, συχνά η εφαρμογή τους είναι ιδιαίτερα δύσκολη, μιας και απαιτεί συντονισμένες κινήσεις από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη. Για την όσο το δυνατόν ορθότερη και άμεση εφαρμογή τους είναι επιβεβλημένο να γίνουν σεμινάρια και εκπαιδευτικές ημερίδες των μελών της πανεπιστημιακής κοινότητας. Οι δράσεις που θα δούμε παρακάτω αφορούν την εξοικονόμηση ενέργειας και τη διαχείριση ανακυκλώσιμων υλικών.

#### **5.3.1 Έμμεσες Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας**

Με τις έμμεσες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας προσπαθούμε να επιτύχουμε μείωση της ηλεκτρικής κατανάλωσης του πανεπιστημίου παρεμβαίνοντας ουσιαστικά στα ηλεκτρικά κυκλώματα του πανεπιστημίου καθώς και στα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και



εξαερισμού. Πρόκειται για ενέργειες που απαιτούν ιδιαίτερες και εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις με τη συνδρομή τόσο της Τεχνικής Υπηρεσίας του πανεπιστημίου όσο και εξειδικευμένων εξωτερικών συνεργατών. Οι ενέργειες που προτείνονται για το Πανεπιστήμιο Πειραιώς είναι οι παρακάτω:

- Αγορά Η/Υ, εκτυπωτών και φωτοτυπικών με ειδική σήμανση, που πιστοποιεί την χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.
- Τοποθέτηση αισθητήρων κίνησης σε γραφεία, εργαστήρια, διαδρόμους τουαλέτες, χώρο στάθμευσης κ.α.
- Χρήση φυσικού αερίου αντί πετρελαίου. Αντικατάσταση των καυστήρων πετρελαίου με καυστήρες φυσικού αερίου.
- Τεχνικές παρεμβάσεις στο σύστημα θέρμανσης του πανεπιστημίου έτσι ώστε να αυξηθεί η αποδοτικότητά του και να περιοριστούν οι απώλειές του.
- Τεχνικές παρεμβάσεις στα συστήματα ψύξης και εξαερισμού, έτσι ώστε να αυξηθεί η αποδοτικότητά τους και να περιοριστούν οι απώλειές τους.
- Έλεγχος και συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και εξαερισμού.
- Τοποθέτηση ειδικού φιλμ απορρόφησης θερμότητας στα τζάμια του πανεπιστημίου έτσι ώστε να περιορίζεται η ζέστη κατά τους θερινούς μήνες.
- Αντικατάσταση των μονώσεων των παραθύρων του κεντρικού κτιρίου του πανεπιστημίου, όπου αυτό χρειάζεται.
- Δημιουργία εικονογραφημένων οδηγιών με καλές πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας.
- Ευαισθητοποίηση χρηστών του κεντρικού κτιρίου (αφίσες σε εμφανή σημεία, φυλλάδια) για ορθολογική χρήση ενέργειας (περιορισμός χρήσης ανελκυστήρων, σβήσιμο λαμπτήρων, κ.α.).
- Μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων στην οροφή του κεντρικού κτιρίου του πανεπιστημίου προκειμένου να καλυφθεί ένα μέρος της ετήσιας ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνει ο φωτισμός.

### 5.3.2 Έμμεσες Δράσεις Διαχείρισης Ανακυκλώσιμων Υλικών

Με τις έμμεσες δράσεις διαχείρισης ανακυκλώσιμων υλικών προσπαθούμε να επιτύχουμε την όσο το δυνατόν καλύτερη χρήση, από τα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας, των υλικών αυτών. Οι ενέργειες αυτές δεν είναι μόνο διαχειριστικού χαρακτήρα, όπως ήταν οι άμεσες, αλλά έχουν σκοπό να δημιουργήσουν νέες διαδικασίες στο πανεπιστήμιο που θα έχουν μόνιμο χαρακτήρα και θα ενταχθούν στις ήδη υπάρχουσες. Πρόκειται συνήθως για ενέργειες που, μέσω της εφαρμογής τους, θα προσδώσουν στα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας ένα νέο τρόπο σκέψης και λειτουργίας στο χώρο του πανεπιστημίου. Επίσης οι αλλαγές που επιφέρουν αυτές οι ενέργειες είναι ευδιάκριτες στο χώρο του πανεπιστημίου και του προσδίδουν μία καλύτερη εικόνα. Οι προτεινόμενες δράσεις για το Πανεπιστήμιο Πειραιώς είναι οι εξής:

- Καταγραφή τύπου μελανωτών που χρησιμοποιούνται στους εκτυπωτές του πανεπιστημίου και προσπάθεια ομαδοποίησής τους έτσι ώστε να είναι δυνατή η αναγόμωση και η επαναχρησιμοποίησή τους.
- Προτεραιότητα στους διαγωνισμούς προμηθειών του πανεπιστημίου (έστω και με συμβολικού χαρακτήρα ποσόστωση) υπηρεσιών και προϊόντων με οικολογικές προδιαγραφές.
- Προμήθεια και χρήση ανακυκλωμένου χαρτιού στην αλληλογραφία του πανεπιστημίου.
- Προμήθεια και χρήση φακέλων με πολλαπλούς αποστολείς αλληλογραφίας, έτσι ώστε να είναι δυνατή η επαναλαμβανόμενη χρήση τους.
- Προσπάθεια μείωσης της χρήσης αφισών στο πανεπιστήμιο και τύπωμα μέρους αυτών σε ανακυκλωμένο χαρτί.
- Αγορά και τοποθέτηση εξοπλισμού καταστροφής χαρτιού σε εμφανή και προσβάσιμα σημεία κάθε ορόφου του κτιρίου του πανεπιστημίου, προκειμένου να μειωθεί ο όγκος των απορριμμάτων.
- Εφαρμογή προγράμματος ανακύκλωσης χαρτιού, πλαστικού και αλουμινίου σε συνεργασία με κάποια ιδιωτική εταιρία ανακύκλωσης.
- Τοποθέτηση κάδων συλλογής ηλεκτρικών σπηλών και γυαλιού σε εμφανή και κεντρικά σημεία του πανεπιστημίου.
- Περιοδική συλλογή από όλα τα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας ηλεκτρονικού υλικού για ανακύκλωση.

- Διερεύνηση ανάπτυξης προγράμματος ανακύκλωσης ηλεκτρονικών υπολογιστών και άλλων ηλεκτρονικών συσκευών.

#### 5.4 Καμπάνια Προωθητικών Ενεργειών & Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης

Η επιτυχία ή η αποτυχία τέτοιων εγχειρημάτων επαφίεται κατά πολύ στη συμμετοχή σε αυτά των ατόμων, δηλαδή, στη συγκεκριμένη περίπτωση των μελών της πανεπιστημιακής κοινότητας. Και αν θεωρήσουμε ως δεδομένο ότι η συμμετοχή, σε αυτές τις δράσεις, του διδακτικού προσωπικού είναι εξασφαλισμένη τότε δεν είναι καθόλου σίγουρη η συμμετοχή σε αυτές των φοιτητών αλλά και του διοικητικού προσωπικού του πανεπιστημίου. Προκειμένου να ενεργοποιηθεί αυτό το μεγάλο κομμάτι της πανεπιστημιακής κοινότητας πρέπει να πραγματοποιηθούν στο πανεπιστήμιο προωθητικές ενέργειες των περιβαλλοντικών δράσεων καθώς και εκδηλώσεις ευαισθητοποίησης του κοινού για θέματα περιβάλλοντος. Όσο καλύτερα οργανωθεί και εφαρμοστεί αυτή η «καμπάνια περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης» τόσο πιο αποδοτικές θα είναι και οι δράσεις που θα λάβουν χώρα στο πανεπιστήμιο. Όπως γίνεται κατανοητό, είναι αναγκαίο να σχεδιαστούν και να οργανωθούν προωθητικές ενέργειες έτσι ώστε να παρακινηθούν οι φοιτητές, κυρίως, να συμμετάσχουν με προθυμία στις περιβαλλοντικές δράσεις του πανεπιστημίου. Οι διεθνώς ενδεδειγμένες ενέργειες που πρέπει να γίνουν προς αυτόν τον τομέα, είναι οι ακόλουθες:

- Διοργάνωση σεμιναρίων, σε συνεργασία με υπευθύνους εταιριών ανακύκλωσης, «Ορθές πρακτικές ανακύκλωσης στο πανεπιστήμιο», στα οποία θα συμμετέχουν όλα τα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας.
- Διοργάνωση ημερίδων στο πανεπιστήμιο με προσκεκλημένους ομιλητές εκπροσώπους οικολογικών οργανώσεων.
- Δημιουργία και τοποθέτηση αφισών σε κεντρικά και εμφανή σημεία του χώρου του πανεπιστημίου, με περιεχόμενο περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης.
- Διανομή έντυπου και ηλεκτρονικού υλικού με οδηγίες για την εφαρμογή του συστήματος ανακύκλωσης και με απλές πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας, κ.τ.λ.
- Διερεύνηση δυνατότητας συνεργασίας με τον Δήμο Πειραιώς σε θέματα ανακύκλωσης.
- Διοργάνωση εκδηλώσεων περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης φοιτητών.
- Δημιουργία «Πράσινης» ιστοσελίδας στον ιστοχώρο του πανεπιστημίου. Καταγραφή στην ιστοσελίδα των «πράσινων δράσεων» του πανεπιστημίου.

- Ορισμός υπευθύνου καθηγητή για τις περιβαλλοντικές δράσεις που λαμβάνουν χώρα στο πανεπιστήμιο. Αναφορά του υπευθύνου στην «πράσινη» ιστοσελίδα του πανεπιστημίου όπου όλα τα μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας θα μπορούν να επικοινωνούν μαζί του για τον εντοπισμό προβλημάτων ή την υποβολή προτάσεων.
- Διοργάνωση «Πράσινης Ημέρας» (1 φορά το χρόνο) στην οποία εκπρόσωποι της πανεπιστημιακής κοινότητας θα αναλύουν τις ενέργειες που έγιναν και ποια θα είναι τα επόμενα βήματά τους. Κατά τη διάρκεια της «πράσινης ημέρας» θα διεξάγεται ανοιχτή συζήτηση, με τη συμμετοχή των φοιτητών, για τις περιβαλλοντικές δράσεις που λαμβάνουν χώρα στο πανεπιστήμιο.
- Δημιουργία εθελοντικής ομάδας φοιτητών που θα είναι υπεύθυνη για τις περιβαλλοντικές δράσεις.
- Δημιουργία μηχανισμών παρακολούθησης της πορείας της ανακύκλωσης με συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων φοιτητών.
- Διοργάνωση εκδηλώσεων (Συναυλίες, εκθέσεις φωτογραφίας, ζωγραφικής με θέμα το περιβάλλον) στα πλαίσια του εορτασμού της Παγκόσμιας Ημέρας Περιβάλλοντος από τα οικονομικά οφέλη που θα προκύπτουν από τις περιβαλλοντικές δράσεις του πανεπιστημίου.
- Διοργάνωση εκπαιδευτικών εκδρομών για τα μέλη της περιβαλλοντικής ομάδας εθελοντών φοιτητών.
- Βράβευση του φοιτητή με τη μεγαλύτερη περιβαλλοντική συνεισφορά ή την καλύτερη ιδέα νέων δράσεων.
- Προσθήκη στο πρόγραμμα σπουδών όλων των τμημάτων του πανεπιστημίου ενός μαθήματος με θέμα το Περιβάλλον και τις Πρακτικές Εξοικονόμησης Ενέργειας.

## 5.5 Συμπεράσματα

Όπως είδαμε και πιο πάνω, στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής μιας πληθώρας δράσεων τόσο για την εξοικονόμηση ενέργειας όσο και για τη διαχείριση ανακυκλώσιμων υλικών και ηλεκτρονικού εξοπλισμού. Κάποιες από αυτές τις δράσεις έχουν βραχυπρόθεσμο ορίζοντα εφαρμογής (άμεσες) και κάποιες έχουν μακροπρόθεσμο ορίζοντα εφαρμογής (έμμεσες). Τα αποτελέσματα και των δύο κατηγοριών δράσεων μπορεί να είναι από απλά ικανοποιητικά μέχρι, σε κάποιες περιπτώσεις, και εντυπωσιακά. Βέβαια, η αποδοτικότητα των περισσότερων δράσεων κρίνεται από το βαθμό επιτυχίας που θα έχει η καμπάνια προωθητικών ενεργειών και περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης, εκτός από τις δράσεις που απαιτούν τεχνικές παρεμβάσεις στα

συστήματα του πανεπιστημίου των οποίων οι εξοικονομήσεις, που προκύπτουν από την εφαρμογή τους, είναι δεδομένες.

Όσον αφορά την ποσοτικοποίηση των εξοικονομήσεων που προκύπτουν από την εφαρμογή των παραπάνω δράσεων, θα αναφερθούμε διεξοδικά στο επόμενο κεφάλαιο όπου θα δημιουργήσουμε και ένα διάστημα εμπιστοσύνης μέσα στο οποίο θα κινούνται οι τιμές των εξοικονομήσεων ανάλογα με το βαθμό επιτυχίας της κάθε δράσης.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΠΑ



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## 6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΚΑΙΡΙΩΝ

### 6.1 Εισαγωγή

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας, όπως καθορίστηκε κατά τη φάση του σχεδιασμού της, ήταν τριπλός. Τον πρώτο στόχο αποτελούσε ο υπολογισμός των ενεργειακών δαπανών και των ποσοτήτων ανακυκλώσιμων υλικών που καταναλώνονται στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς ενώ το δεύτερο στόχο αποτελούσε η περιγραφή «πράσινων» δράσεων ικανών να επιφέρουν εξοικονομήσεις στους καταναλισκόμενους πόρους του πανεπιστημίου. Από τη μέχρι τώρα πρόοδο της παρούσας εργασίας οι δύο παραπάνω στόχοι έχουν επιτευχθεί.

Το παρόν κεφάλαιο εκπληρώνει τον τρίτο στόχο της παρούσας εργασίας που δεν είναι άλλος από την ποσοτικοποίηση των εξοικονομήσεων που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της εφαρμογής των δράσεων που περιγράφηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο.

Η διάρθρωση του παρόντος κεφαλαίου, προκειμένου να φτάσουμε στον τρίτο στόχο, είναι η εξής. Στην παράγραφο 6.2 πραγματοποιείται μία εκτίμηση των ανώτατων εξοικονομήσεων των πόρων που είναι δυνατόν να προκύψουν από την εφαρμογή των δράσεων που αναφέρθηκαν στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο. Στην ενότητα 6.3 γίνεται μία απόπειρα προσέγγισης της εφαρμογής των δράσεων στο πανεπιστήμιο σαν ένα έργο (project) και παρουσιάζεται η χρονική αλληλουχία εφαρμογής των δράσεων μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα. Στην παράγραφο 6.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ενός ερωτηματολογίου που μοιράσθηκε στους φοιτητές του πανεπιστημίου, τα οποία μας φανερώνουν τις τάσεις συμμετοχής αυτών σε ενδεχόμενα περιβαλλοντικά προγράμματα που ίσως εφαρμοστούν στο πανεπιστήμιο. Με οδηγό τις απαντήσεις των φοιτητών στην παράγραφο 6.5 γίνεται ανάλυση ευαισθησίας των ανώτατων εξοικονομήσεων που προέκυψαν στην παράγραφο 6.2 από κάθε ομάδα δράσεων και αναπτύσσονται κάποια σενάρια εξοικονομήσεων.

Τέλος, στην παράγραφο 6.6 παρουσιάζεται μία μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων στην οροφή του κεντρικού κτιρίου του πανεπιστημίου. Από την εφαρμογή των φωτοβολταϊκών συστημάτων φιλοδοξούμε να καλύψουμε ένα αρκετά σεβαστό ποσοστό της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στο πανεπιστήμιο.

## 6.2 Περιβαλλοντικές Δράσεις και Εξοικονόμηση Πόρων

Η εφαρμογή των «πράσινων» δράσεων, που περιγράφηκαν στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο, είναι μια διαδικασία που απαιτεί άρτιο σχεδιασμό πριν την υλοποίησή της προκειμένου να επιτύχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα. Αυτό συμβαίνει διότι όλες οι δράσεις, προκειμένου να εφαρμοστούν, δεν απαιτούν ανάλογο χρόνο προετοιμασίας και δεν επιφέρουν και τα ίδια αποτελέσματα. Έτσι βάσει των παραπάνω κάνουμε έναν νέο διαχωρισμό των δράσεων, σε τρεις κατηγορίες:

1. Σε αυτές τις δράσεις που απαιτούν σχεδιασμό και μελέτη πριν την εφαρμογή τους και επιφέρουν σημαντικές εξοικονομήσεις στις καταναλώσεις του πανεπιστημίου. Συγκεκριμένα, απαιτούν τεχνικές παρεμβάσεις στα εγκατεστημένα συστήματα του πανεπιστημίου. Η εξοικονόμηση που θα προκύψει είναι δεδομένη και εξαρτάται μόνο από τη δυνατότητα τεχνικών παρεμβάσεων και όχι από την ευαισθητοποίηση των μελών της πανεπιστημιακής κοινότητας.
2. Σε αυτές τις δράσεις που δεν απαιτούν ιδιαίτερο σχεδιασμό αλλά επιφέρουν αρκετά καλές εξοικονομήσεις στις καταναλώσεις του πανεπιστημίου. Συνήθως δεν απαιτούν τεχνικές παρεμβάσεις για την εφαρμογή τους μιας και ουσιαστικά αποτελούν νόρμες καλής περιβαλλοντικής συμπεριφοράς στα πλαίσια των δραστηριοτήτων των μελών της πανεπιστημιακής κοινότητας. Η αποτελεσματικότητα τέτοιου είδους δράσεων εξαρτάται άμεσα από την επιτυχία της περιβαλλοντικής καμπάνιας ευαισθητοποίησης.
3. Σε αυτές τις δράσεις που δεν συμβάλλουν στην εξοικονόμηση πόρων στο πανεπιστήμιο αλλά αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις προκειμένου να εισαχθούν στο πανεπιστήμιο λογικές και διαδικασίες που να φανερώνουν την περιβαλλοντική ευαισθησία του ιδρύματος. Η συνεισφορά τους είναι η βελτίωση της εικόνας του πανεπιστημίου στην κοινωνία και η πιθανή προσέλκυση περισσότερων αριστούχων υποψηφίων σπουδαστών. Τέτοιου τύπου δράσεις είναι η δημιουργία «πράσινης» ιστοσελίδας, οι «πράσινες» προμήθειες, η «Πράσινη» ημέρα κτλ.

Στον πίνακα 6-1 παρουσιάζονται οι ανώτατες εξοικονομήσεις πόρων του πανεπιστημίου που προκύπτουν από την εφαρμογή μεμονωμένων ή ομαδοποιημένων δράσεων των δύο πρώτων κατηγοριών.



Περιβαλλοντικές Δράσεις και Εξοικονόμηση									
Δράσεις	Ετήσιο Ποσοστό Εξοικονόμησης	Ετήσια Εξοικονόμηση	Ετήσιο Οικονομικό Όφελος (€)	Ετήσια Εξοικονόμηση Ρύπου CO <sub>2</sub> (kg)	Ετήσιο Κόστος Ρύπου CO <sub>2</sub> (€)	Ετήσια Εξοικονόμηση Φυσικών Πόρων			
						Πετρέλαιο (lt)	Νερό (lt)	Δέντρα	Βωξίτης (kg)
Αντικατάσταση Υφιστάμενων Λαμπτήρων με Λαμπτήρες Φθορισμού υψηλής απόδοσης	30,0	166.200 kWh	14.500	141.330	3.530	-	-	-	-
Αντικατάσταση Παλαιού Τύπου Φωτιστικών με Σύγχρονα	20,0	62.700 kWh	5.400	53.280	1.330	-	-	-	-
Απενεργοποίηση Φωτισμού Αμφιθεάτρων μετά τη περάτωση των μαθημάτων	15,0	21.100 kWh	1.800	17.930	450	-	-	-	-
Τοποθέτηση Αισθητήρων Κίνησης									
Διάδρομοι	15,0	8.700 kWh	760	7.400	185	-	-	-	-
Τουαλέτες	50,0	7.400 kWh	640	6.300	155	-	-	-	-
Χώρος Στάθμευσης	10,0	2.450 kWh	210	2.100	50	-	-	-	-
Τοποθέτηση Επιτραπέζιων Φωτιστικών στο Αναγνωστήριο της Βιβλιοθήκης και Απενεργοποίηση μέρους των υπαρχόντων Φωτιστικών	25,0	7.200 kWh	630	6.120	150	-	-	-	-
Απενεργοποίηση Η/Υ και Μετάβαση σε κατάσταση Sleep / Standby Mode	50,0	66.300 kWh	5.800	56.420	1.410	-	-	-	-
Μείωση Χρήσης Ανελκυστήρων	20,0	11.200 kWh	980	9.450	240	-	-	-	-

Περιβαλλοντικές Δράσεις και Εξοικονόμηση									
Δράσεις	Ετήσιο Ποσοστό Εξοικονόμησης	Ετήσια Εξοικονόμηση	Ετήσιο Οικονομικό Όφελος (€)	Ετήσια Εξοικονόμηση Ρύπου CO <sub>2</sub> (kg)	Ετήσιο Κόστος Ρύπου CO <sub>2</sub> (€)	Ετήσια Εξοικονόμηση Φυσικών Πόρων			
						Πετρέλαιο (lt)	Νερό (lt)	Δέντρα	Βωξίτης (kg)
Ενημερωτική Καμπάνια Καλών Πρακτικών Εξοικονόμησης Ενέργειας	10,0	57.500 kWh	5.010	4.260	110	-	-	-	-
Ενεργειακές Επεμβάσεις στα Συστήματα Ψύξης - Θέρμανσης και Αντικατάσταση Μονώσεων Κτιρίου	10,0	69.800 kWh	6.080	59.340	1.480	-	-	-	-
Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας με καύση Φυσικού Αερίου αντί Πετρελαίου	20,0	-	17.280	97.000	-	-	-	-	-
Μείωση Κατανάλωσης Χαρτιού									
Επαναχρησιμοποίηση Παλαιού Χαρτιού, Σημειώσεις και Φυλλάδια Βάση Αναγκών, Ονομαστικό Αρχείο	20,0	7,5 tn	7.700	-	-	975	232.500	150	-
Χρήση Φακέλων Αλληλογραφίας	50,0	Δεν Υπάρχουν Στοιχεία για την Ετήσια Κατανάλωσή τους							
Ανακύκλωση									
Ανακύκλωση Χαρτιού	20,0	7,5 tn	*	-	-	975	232.500	150	-
Ανακύκλωση Πλαστικού	40,0	705 kg	*	-	-	-	-	-	-
Ανακύκλωση Αλουμινίου	40,0	115 kg	*	-	-	100	-	-	480
Ανακύκλωση Χάρτινων Συσκευασιών τύπου Tetra Pak	40,0	420 kg	*	-	-	140	10.000	40	300

\* Οικονομικά οφέλη από την ανακύκλωση υλικών δεν προβλέπονται καθώς οι εταιρίες ανακύκλωσης παρέχουν δωρεάν τη συλλογή των υλικών ως "ανταποδοτικά οφέλη".

Πίνακας 6-1 Περιβαλλοντικές Δράσεις και Εκτίμηση Εξοικονόμησης Πόρων.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, στον παραπάνω πίνακα απεικονίζεται η ανώτατη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας και φυσικών πόρων που προκύπτει από την εφαρμογή συγκεκριμένων δράσεων. Η ποσοτικοποίηση των δράσεων έγινε βάσει συνδυασμού των ακόλουθων παραγόντων:

- Εκτιμήσεις. Αυτές έγιναν με γνώμονα συγκεκριμένες λογικές που αφορούσαν το χρόνο λειτουργίας των φωτιστικών, το χρόνο λειτουργίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών, την επισκεψιμότητα κάποιων χώρων του πανεπιστημίου, την εμπειρία ανθρώπων του πανεπιστημίου με πολυετή παρουσία σε αυτό κτλ.
- Τεχνικές προδιαγραφές σύγχρονων λαμπτήρων και φωτιστικών που αντικαθιστούν τα παλαιά.
- Αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τη διεθνή εμπειρία, δηλαδή από την εφαρμογή ανάλογων δράσεων σε παρόμοιους οργανισμούς μεγάλης κλίμακας του εξωτερικού.

Όσον αφορά τις δράσεις της ανακύκλωσης, προκειμένου να υπολογίσουμε το ποσοστό ανακύκλωσης του κάθε υλικού απευθυνθήκαμε σε αρκετές εταιρίες ανακύκλωσης που είναι εγκατεστημένες στην ευρύτερη περιοχή της Αττικής. Από τις συζητήσεις μας με τους υπευθύνους των εταιριών καταλήξαμε στα αντίστοιχα ποσοστά, που φαίνονται στον πίνακα 6-1, για κάθε ανακυκλούμενο υλικό.

Στη συνέχεια μετατρέψαμε τα ποσοστά των εξοικονομήσεων που προκύπτουν από όλες τις δράσεις σε ποσοτικοποιημένα μεγέθη δηλαδή σε ετήσιες εξοικονομήσεις ενέργειας και φυσικών πόρων. Γνωρίζοντας αυτά τα μεγέθη, υπολογίσαμε και τα οικονομικά οφέλη του πανεπιστημίου από κάθε εξοικονόμηση με βάση την μέση τιμή της κιλοβατώρας για το 2008, την μέση τιμή του φυσικού αερίου για το 2008 και την τιμή της δεσμίδας του φωτοαντιγραφικού χαρτιού. Εδώ πρέπει να αναφέρουμε ότι για τα ανακυκλούμενα υλικά δεν προκύπτει κάποιο οικονομικό όφελος μιας και οι εταιρίες ανακύκλωσης το μόνο που προσφέρουν είναι η συλλογή και μεταφορά των απορριμμάτων από τις εγκαταστάσεις του πανεπιστημίου στα εργοστάσια ανακύκλωσης. Βέβαια από τις συνομιλίες μας μαζί τους διακρίναμε ένα περιθώριο διεκδίκησης οικονομικού αντιτίμου εφόσον εξασφαλιστούν κάποιες προϋποθέσεις, όπως αρκετά μεγάλες ποσότητες ανακυκλώσιμων υλικών.

Έπειτα υπολογίσαμε τις περιβαλλοντικές εξοικονομήσεις που προέκυπταν από αυτές τις δράσεις. Για την ηλεκτρική και θερμική ενέργεια προκύπτουν σημαντικές μειώσεις των άμεσα και έμμεσα εκπεμπόμενων ρύπων CO<sub>2</sub> που δημιουργούν και τις μεγαλύτερες επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Για κάθε ανακυκλώσιμο υλικό, στην αρχή,

υπολογίσαμε τους συστατικούς φυσικούς πόρους του που καταναλώνονται προκειμένου να παραχθεί ένα τόνος του κάθε ανακυκλώσιμου υλικού και στη συνέχεια υπολογίσαμε τις ποσότητες των συστατικών φυσικών πόρων του κάθε υλικού που θα είχαν παραχθεί αν δεν ανακυκλώναμε τις συγκεκριμένες ποσότητες αυτών των υλικών.

Τέλος, υπολογίσαμε το οικονομικό όφελος που θα έχει η Δ.Ε.Η. από τη μείωση της εκπομπής των ρύπων της εξοικονομούμενης ηλεκτρικής ενέργειας από το πανεπιστήμιο. Ως τιμή χρησιμοποιήσαμε αυτή των 25€/tn εκπεμπόμενων ρύπων CO<sub>2</sub>. Αυτή η τιμή προκύπτει από το ευρωπαϊκό σύστημα εμπορίας δικαιωμάτων αερίων ρύπων το οποίο δίνει τη δυνατότητα σε επιχειρήσεις που εκπέμπουν μεγαλύτερες ποσότητες αερίων ρύπων από όσες τους επιτρέπονται, όπως η Δ.Ε.Η., να αγοράσουν επιπλέον δικαιώματα.

### **6.3 Σχεδιασμός Έργου Εφαρμογής Περιβαλλοντικών Δράσεων στο Κεντρικό Κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς**

Η εφαρμογή των περιβαλλοντικών δράσεων, που περιγράφηκαν στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο, στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς είναι μια διαδικασία που απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και προγραμματισμό εργασιών ώστε να καταστεί επιτυχής. Η δυσκολία και η ιδιαίτερη προσοχή που πρέπει να δοθεί κατά τη φάση του σχεδιασμού δεν προέρχεται μόνο από τις ιδιαιτερότητες των εργασιών αλλά και από το δημόσιο καθεστώς στο οποίο ανήκει το πανεπιστήμιο που δεν επιτρέπει μεγάλη ευελιξία κινήσεων και μεγάλη ταχύτητα αποφάσεων μιας και π.χ. για να γίνει επιλογή προμηθευτή θα πρέπει καταρχήν να γίνει προκήρυξη διαγωνισμού, να προσέλθουν σε αυτόν τουλάχιστον 3 προμηθευτές και στην συνέχεια να εξεταστούν οι οικονομικές προσφορές προκειμένου να γίνει η επιλογή του κατάλληλου προμηθευτή. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι πρόκειται για αρκετά χρονοβόρα διαδικασία. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι διαδικασία απευθείας ανάθεσης προβλέπεται, αλλά μόνο σε εξαιρετικές περιπτώσεις.

Με όλα τα παραπάνω υπόψη, στη συνέχεια γίνεται μία απόπειρα προσέγγισης της εφαρμογής των δράσεων στο πανεπιστήμιο σαν ένα έργο(project) και παρουσιάζεται η χρονική αλληλουχία εφαρμογής των δράσεων μέσα σε έναν συγκεκριμένο χρονικό ορίζοντα ενός έτους. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε κάποιες παρατηρήσεις σχετικά με το σχεδιαζόμενο έργο:

1. Οι χρονικές διάρκειες που παρουσιάζονται στο έργο για κάθε δράση είναι ενδεικτικές και δεν αποτελούν ακριβή χρονική αποτίμηση της εφαρμογής τους.
2. Το μεγάλο χρονικό διάστημα που απαιτείται για την εφαρμογή κάποιων δράσεων δικαιολογείται από το γεγονός ότι σε αυτό συμπεριλαμβάνεται και ο χρόνος που

απαιτείται για την μελέτη της δράσης, την προκήρυξη του έργου, την επιλογή αναδόχου και τέλος την εφαρμογή της.

Επιπροσθέτως θα πρέπει να αναφερθούμε στην ύπαρξη επιτροπής περιβάλλοντος που θεωρούμε ότι πρέπει να υπάρχει σε οποιοδήποτε έργο ανάλογου χαρακτήρα, η οποία σαν αρμοδιότητες θα έχει τις ανά τακτά χρονικά διαστήματα συσκέψεις, τον καθορισμό των δράσεων και την επίβλεψη της εφαρμογής των δράσεων μέσω του υπευθύνου του έργου (project manager) που θα έχει οριστεί από την ίδια και καθήκον του θα είναι ολοκλήρωση του έργου και η πλήρης ενημέρωση της επιτροπής περιβάλλοντος για την πορεία των εργασιών. Οι διευκρινίσεις αυτές γίνονται διότι μέχρι τώρα, στην διπλωματική εργασία, δεν είχαμε αναφερθεί καθόλου στην επιτροπή περιβάλλοντος.

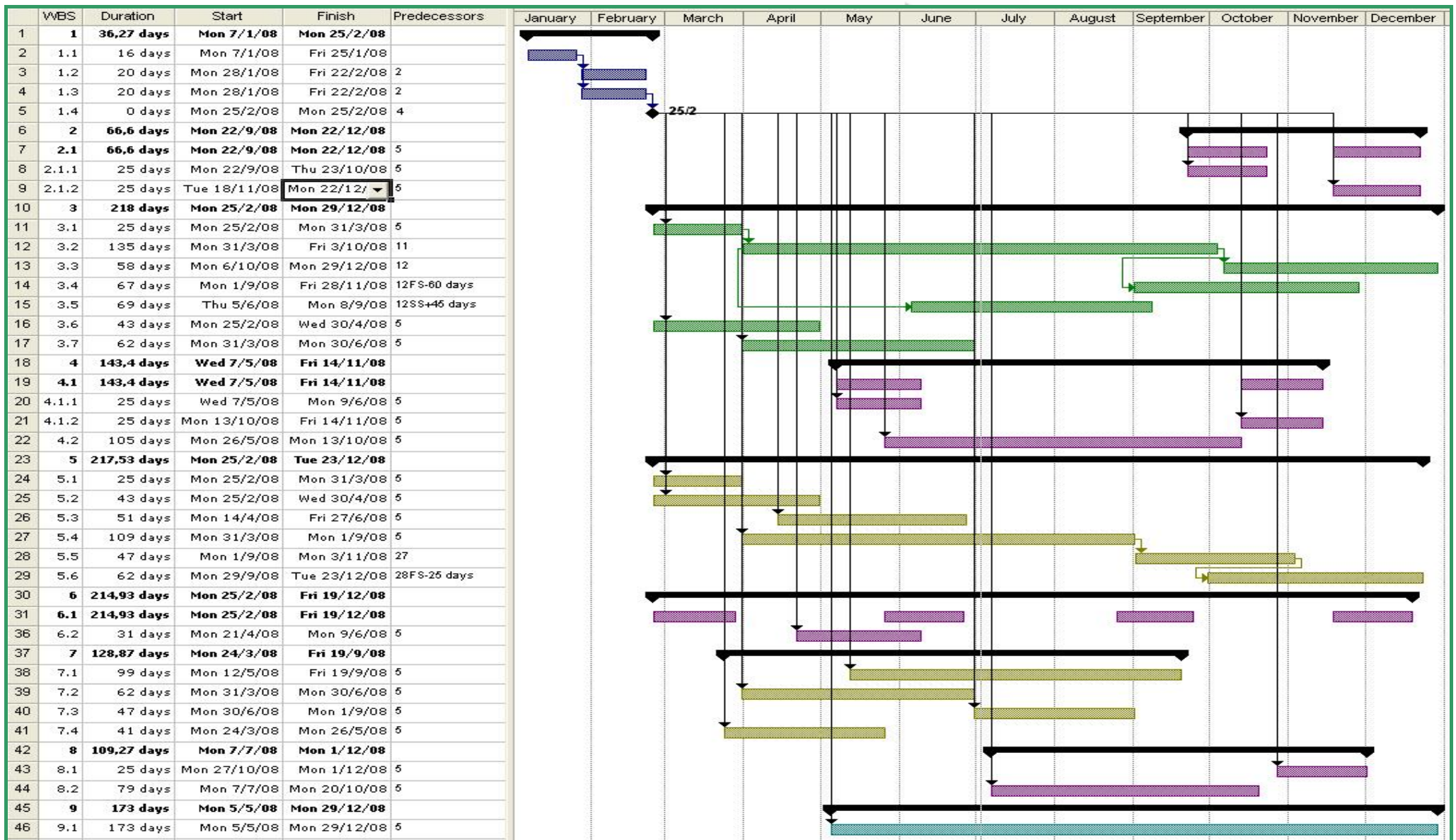
Τέλος, πριν περάσουμε στην παρουσίαση του διαγράμματος ροής των εργασιών, πρέπει να κάνουμε κάποιες διευκρινίσεις σχετικά με αυτό, ώστε να γίνει πιο εύκολα αντιληπτό, οι οποίες είναι οι εξής:

- Οι δραστηριότητες (tasks) της επιτροπής περιβάλλοντος απεικονίζονται στο διάγραμμα με μπλε χρώμα.
- Οι δραστηριότητες των δράσεων ανακύκλωσης και μείωσης κατανάλωσης χαρτιού απεικονίζονται στο διάγραμμα με πράσινο χρώμα.
- Οι δραστηριότητες των δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας απεικονίζονται στο διάγραμμα με λαδί χρώμα.
- Οι δραστηριότητες των δράσεων της καμπάνιας προωθητικών δράσεων και περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης απεικονίζονται στο διάγραμμα με μοβ χρώμα
- Η δραστηριότητα που αφορά τα φωτοβολταϊκά συστήματα απεικονίζεται στο διάγραμμα με γαλάζιο χρώμα.

Έπειτα, παρουσιάζουμε πρώτα τη δομική ανάλυση των εργασιών (Work Breakdown Structure – WBS) των περιβαλλοντικών δράσεων (βλέπε εικόνα 6-1) και στη συνέχεια παρουσιάζουμε το διάγραμμα Gantt των εργασιών των περιβαλλοντικών δράσεων (βλέπε διάγραμμα 6-1).

WBS	Task Name
1	<b>1</b> <input type="checkbox"/> <b>Επιτροπή Περιβάλλοντος</b>
2	1.1 Σύσταση Επιτροπής Περιβάλλοντος
3	1.2 Συζήτηση κ' καθορισμός δράσεων
4	1.3 Ορισμός υπευθύνου κ' ομάδας εφαρμογής των δράσεων
5	1.4 Έναρξη Εφαρμογής Δράσεων
6	<b>2</b> <input type="checkbox"/> <b>Καμπάνια Προωθητικών Δράσεων κ' Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης</b>
7	<b>2.1</b> <input type="checkbox"/> <b>Τοποθέτηση αφισών, μοίρασμα εντύπων, αποστολή e-mail με οδηγίες ανακύκλωσης</b>
8	2.1.1 Τοποθέτηση αφισών, μοίρασμα εντύπων, αποστολή e-mail με οδηγίες ανακύκλωσης 1
9	2.1.2 Τοποθέτηση αφισών, μοίρασμα εντύπων, αποστολή e-mail με οδηγίες ανακύκλωσης 2
10	<b>3</b> <input type="checkbox"/> <b>Δράσεις Ανακύκλωσης κ' Μείωσης Κατανάλωσης Χαρτιού</b>
11	3.1 Δημιουργία ερωτηματολογίου για να ανιχνεύσουμε την πρόθεση των φοιτητών να συμμετάσχουν σε πρόγραμμα ανακύκλωσης.
12	3.2 Έναρξη προγράμματος ανακύκλωσης για χαρτί, πλαστικό, αλουμίνιο κ' συσκευασίες Tetra Pak
13	3.3 Πιλοτική έναρξη προγράμματος ανακύκλωσης ηλεκτρικών στήλων, ηλεκτρονικών συσκευών και γυαλιού
14	3.4 Δημιουργία μηχανισμών παρακολούθησης της ανακύκλωσης
15	3.5 Τοποθέτηση εξοπλισμού καταστροφής χαρτιού
16	3.6 Καταγραφή τύπου μελανωτών και ομαδοποίηση τους
17	3.7 Προμήθεια φακέλων αλληλογραφίας με πολλαπλούς αποστολές
18	<b>4</b> <input type="checkbox"/> <b>Καμπάνια Προωθητικών Δράσεων κ' Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης</b>
19	<b>4.1</b> <input type="checkbox"/> <b>Σεμινάρια σε καθηγητές, φοιτητές κ' διοικητικό προσωπικό για την ορθή χρήση του χαρτιού κ' πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας</b>
20	4.1.1 Σεμινάρια σε καθηγητές, φοιτητές κ' διοικητικό προσωπικό για την ορθή χρήση του χαρτιού κ' πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας 1
21	4.1.2 Σεμινάρια σε καθηγητές, φοιτητές κ' διοικητικό προσωπικό για την ορθή χρήση του χαρτιού κ' πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας 2
22	4.2 Προσθήκη μαθήματος Περιβαλλοντικού περιεχομένου σε όλα τα τμήματα του πανεπιστημίου
23	<b>5</b> <input type="checkbox"/> <b>Δράσεις Εξοικονόμησης Ηλεκτρικής Ενέργειας από παρεμβάσεις στο σύστημα φωτισμού κ' στους Η/Υ</b>
24	5.1 Επιφόρτηση καθηγητών κ' υπευθύνων εργαστηρίων για απενεργοποίηση φωτιστικών κ' Η/Υ αντίστοιχα μετά το πέρας των μαθημάτων
25	5.2 Ρυθμίσεις χαμηλής κατανάλωσης στους Η/Υ του πανεπιστημίου από Διεύθυνση Μηχανοργάνωσης
26	5.3 Εγκατάσταση επιτραπέζιων φωτιστικών χαμηλής εγκατάστασης στην βιβλιοθήκη
27	5.4 Αντικατάσταση των παλαιού τύπου φωτιστικών με σύγχρονα
28	5.5 Αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού χαμηλής απόδοσης με νέους υψηλής απόδοσης
29	5.6 Τοποθέτηση αισθητήρων κίνησης σε επιλεγμένους χώρους
30	<b>6</b> <input type="checkbox"/> <b>Καμπάνια Προωθητικών Δράσεων κ' Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης</b>
31	<b>6.1</b> <input type="checkbox"/> <b>Τοποθέτηση αφισών, μοίρασμα εντύπων, αποστολή e-mail με καλές πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας</b>
36	6.2 Διοργάνωση εκδηλώσεων για την Παγκόσμια Ημέρα Περιβάλλοντος
37	<b>7</b> <input type="checkbox"/> <b>Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας από Παρεμβάσεις στα Συστήματα Ψύξης κ' Θέρμανσης</b>
38	7.1 Αντικατάσταση καυστήρων πετρελαίου με καυστήρες φυσικού αερίου
39	7.2 Τεχνικές παρεμβάσεις στα συστήματα θέρμανσης, ψύξης και εξαερισμού
40	7.3 Αντικατάσταση κ' Επιδιόρθωση Μονώσεων Παράθυρων
41	7.4 Τοποθέτηση ειδικού φιλμ απορρόφησης θερμότητας στα παράθυρα
42	<b>8</b> <input type="checkbox"/> <b>Καμπάνια Προωθητικών Δράσεων κ' Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης</b>
43	8.1 Διοργάνωση "Πράσινης" Ημέρας
44	8.2 Δημιουργία "Πράσινης" Ιστοσελίδας
45	<b>9</b> <input type="checkbox"/> <b>Φωτοβολταϊκά Συστήματα</b>
46	9.1 Μελέτη κ' Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην οροφή του κεντρικού κτιρίου του ΠΑ.ΠΕΙ

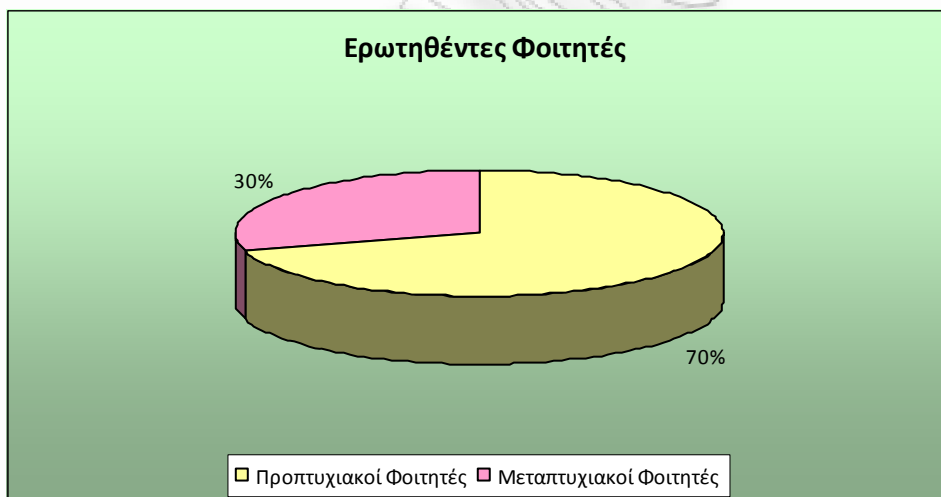
Εικόνα 6-1 Δομική Ανάλυση Εργασιών Περιβαλλοντικών Δράσεων.



Εικόνα 6-2 Διάγραμμα Gantt Περιβαλλοντικών Δράσεων.

#### 6.4 Αποτύπωση Διάθεσης Εμπλεκομένων για Συμμετοχή στις Περιβαλλοντικές Δράσεις

Η υλοποίηση ενός έργου περιβαλλοντικής και ενεργειακής διαχείρισης στο πανεπιστήμιο δεν εξαρτάται μόνο από τους οικονομικούς πόρους, οι οποίοι είναι απαραίτητο να απορροφηθούν προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι ενεργειακές παρεμβάσεις καθώς και το πρόγραμμα ανακύκλωσης, αλλά και από την «διάθεση» συμμετοχής καθενός από τους εμπλεκόμενους. Αν θεωρήσουμε ότι η συμμετοχή του διδακτικού προσωπικού στις περιβαλλοντικές δράσεις είναι δεδομένη δεν μπορούμε να ισχυριστούμε ότι συμβαίνει το ίδιο και για τους φοιτητές του πανεπιστημίου. Με σκοπό να διερευνήσουμε τις προθέσεις των φοιτητών του Πανεπιστημίου Πειραιώς για την συμμετοχή τους στην ενδεχόμενη εφαρμογή τέτοιων δράσεων συντάξαμε και διανεμίσαμε ένα ερωτηματολόγιο (βλέπε παράρτημα) σε έναν σημαντικό αριθμό φοιτητών. Οι 182 φοιτητές που ανταποκρίθηκαν στην έρευνά μας αποτελούνται από 128 προπτυχιακούς φοιτητές και 54 μεταπτυχιακούς φοιτητές.



Διάγραμμα 6-1 Ερωτηθέντες φοιτητές.

Από τη μελέτη των απαντημένων ερωτηματολογίων (βλέπε παράρτημα) οδηγηθήκαμε σε ορισμένα χρήσιμα συμπεράσματα. Καταρχάς, το 25 % των φοιτητών πραγματοποιεί σε μεγάλο βαθμό δράσεις ανακύκλωσης στην κατοικία του ενώ το 65 % σε μικρότερη κλίμακα. Όλοι οι φοιτητές θεωρούν απαραίτητη την εφαρμογή στο πανεπιστήμιο ενός προγράμματος ανακύκλωσης και το 54 % από αυτούς θα συμμετείχε στο πρόγραμμα σε μεγάλο βαθμό ενώ το 42 % θα συμμετείχε λιγότερο. Όσον αφορά τα υλικά που θα μπορούσαν οι φοιτητές να ανακυκλώσουν είναι:



- Χαρτί – 95 %
- Γυαλί – 51 %
- Αλουμίνιο – 53 %
- Πλαστικό – 71 %
- Ηλεκτρικές Στήλες – 70 %
- και Ηλεκτρονικές Συσκευές – 25 %.

Από τους 182 φοιτητές το 71 % γνωρίζει αρκετές πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας ενώ το 29 % είναι λιγότερο ενημερωμένο. Επιπλέον, το 96 % των φοιτητών εφαρμόζει αυτές τις πρακτικές στην ιδιωτική του κατοικία ενώ μόλις το 4 % καθόλου.

Από τις καθημερινές συνήθειες των φοιτητών στο πανεπιστήμιο συμπεραίνουμε πως οι περισσότεροι είτε συνειδητά είτε «μηχανικά» πράττουν προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας στο πανεπιστήμιο (λ.χ. το 72 % απενεργοποιεί τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές μετά το πέρας των εργαστηρίων). Επιπλέον, ορισμένοι φοιτητές, είτε συνειδητά είτε «μηχανικά», ενεργούν και προς την κατασπατάληση των ενεργειακών πόρων του πανεπιστημίου (λ.χ. το 34 % δεν απενεργοποιεί τα φώτα των αμφιθεάτρων μετά τη περάτωση των μαθημάτων). Παρόλα αυτά, το 100 % των φοιτητών απάντησαν πως θα επιθυμούσαν να συμβάλλουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας του πανεπιστημίου, μέσω της υιοθέτησης συνθηκών που οδηγούν σε αυτή, εφόσον γίνουν συντονισμένες προσπάθειες από τη διοίκηση του πανεπιστημίου για την εξοικονόμηση ενέργειας. Από αυτούς το 67 % είναι διατεθειμένο να εφαρμόσει οποιαδήποτε ενέργεια που θα συμβάλει στην μείωση των ενεργειακών δαπανών του πανεπιστημίου ενώ οι υπόλοιποι θα πραγματοποιούσαν μέρος αυτών των ενεργειών. Τέλος, όσον αφορά τη πιθανή συμμετοχή των φοιτητών σε περιβαλλοντικές εκδηλώσεις, σεμινάρια καθώς και σε άλλες περιβαλλοντικές δράσεις ευαισθητοποίησης και ενημέρωσης το 69 % των φοιτητών θα συμμετείχε με μεγάλη ευχαρίστηση ενώ το 8 % θα συμμετείχε μόνο από υποχρέωση.

Από τα παραπάνω απορρέει το συμπέρασμα πως το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηθέντων φοιτητών είναι διατεθειμένο να συνεισφέρει στην πιθανή προσπάθεια μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης του πανεπιστημίου και στην μείωση της κατασπατάλησης των φυσικών πόρων.

## 6.5 Ανάλυση Ευαισθησίας

Όπως παρουσιάσαμε και σε προηγούμενη ενότητα, η ορθή εφαρμογή των προτεινόμενων περιβαλλοντικών δράσεων θα προσφέρει στο πανεπιστήμιο σημαντικά

οφέλη τόσο για την προσδοκώμενη εξοικονόμηση ενέργειας όσο και για τη μείωση της σπατάλης των φυσικών πόρων. Τα αποτελέσματα που παρουσιάσαμε στον πίνακα 6-1 αφορούν τις εκτιμώμενες μέγιστες εξοικονομήσεις ενέργειας και φυσικών πόρων που μπορούν να επιτευχθούν στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Εντούτοις, οι τιμές αυτές αντιπροσωπεύουν ένα αρκετά αισιόδοξο σενάριο καθώς οι «απολαβές» από την εφαρμογή περιβαλλοντικών δράσεων δεν είναι δεδομένες για κάθε τύπο κτιρίου στο οποίο λαμβάνουν χώρα. Βέβαια, όπως αναφέραμε και προηγουμένως, οι δράσεις που περιλαμβάνουν τεχνικές επεμβάσεις επιφέρουν σχεδόν πάντα τις ίδιες εξοικονομήσεις αλλά αφήνουν και σημαντικά περιθώρια σφάλματος λόγω της εξάρτησή τους από την ορθή εφαρμογή και λειτουργία τους. Από την άλλη μεριά οι δράσεις που στηρίζονται στην υποκίνηση των εμπλεκόμενων επιφέρουν αποτελέσματα τα οποία εξαρτώνται πάρα πολύ από το βαθμό επιτυχίας της περιβαλλοντικής καμπάνιας.

Όλα τα παραπάνω μας οδήγησαν στην πραγματοποίηση ανάλυσης ευαισθησίας των ανώτατων εξοικονομήσεων που προκύπτουν από την εφαρμογή των περιβαλλοντικών δράσεων. Προκειμένου να γίνει αυτό εφικτό δημιουργήσαμε δύο επιπλέον λιγότερο αισιόδοξα σενάρια εξοικονομήσεων. Το πρώτο από τα δύο ονομάζεται «μέτριο σενάριο» και αντικατοπτρίζει τις μέσες εξοικονομήσεις από τις εφαρμοζόμενες δράσεις ενώ το δεύτερο ονομάζεται «κακό σενάριο» και αντικατοπτρίζει τις κατώτερες εξοικονομήσεις που είναι δυνατό να επέλθουν από την εφαρμογή των δράσεων. Η λογική από την οποία προήλθαν τα ποσοστά εξοικονόμησης για κάθε σενάριο θα παρουσιασθεί στη συνέχεια.

Στον πίνακα 6-2 παραθέτουμε τα στοιχεία της ανάλυσης ευαισθησίας καθώς και τα τρία σενάρια εξοικονομήσεων.

Ανάλυση Ευαισθησίας									
Δράσεις	Ετήσια Εκτιμώμενη Κατανάλωση	Καλό Σενάριο		Μέτριο Σενάριο		Κακό Σενάριο		Διάστημα Εμπιστοσύνης	
		Ποσοστό Εξοικονόμησης (%) / Έτος	Εξοικονόμηση / Έτος	Ποσοστό Εξοικονόμησης (%) / Έτος	Εξοικονόμηση / Έτος	Ποσοστό Εξοικονόμησης (%) / Έτος	Εξοικονόμηση / Έτος		
1	Αντικατάσταση Υφιστάμενων Λαμπτήρων με Λαμπτήρες Φθορισμού	554.229 kWh	30,0	166.200 kWh	27,5	152.410 kWh	25,0	138.560 kWh	27.640 kWh
2	Αντικατάσταση Παλαιού Φωτιστικών Σύγχρονα Τύπου με	384.544 kWh	20,0	77.000 kWh	15,0	57.680	10,0	38.450	38.550
3	Απενεργοποίηση Φωτισμού Αμφιθεάτρων μετά τη περάτωση των μαθημάτων	140.629 kWh	15,0	21.100 kWh	12,5	17.580 kWh	10,0	14.060 kWh	7.040 kWh
4	Αισθητήρες Κίνησης Αισθητήρες Κίνησης στους Διαδρόμους	58.013 kWh	15,0	8.700 kWh	10,0	5.800 kWh	5,0	2.900 kWh	5.800 kWh
5	Αισθητήρες Κίνησης στις Τουαλέτες	14.790 kWh	50,0	7.400 kWh	45,0	6.660 kWh	40,0	5.920 kWh	1.480 kWh
6	Αισθητήρες Κίνησης στο Χώρο Στάθμευσης	24.542 kWh	10,0	2.450 kWh	7,5	1.840 kWh	5,0	1.230 kWh	1.220 kWh
7	Τοποθέτηση Επιτραπέζιων Φωτιστικών Αναγνώστηριο στο Βιβλιοθήκης και Απενεργοποίηση κάποιων Φωτιστικών	28.829 kWh	25,0	7.200 kWh	22,5	6.490 kWh	20,0	5.770 kWh	1.430 kWh
8	Απενεργοποίηση Η/Υ και Μετάβαση σε κατάσταση Sleep/Standby Mode	132.758 kWh	50,0	66.300 kWh	35,0	46.460 kWh	20,0	26.550 kWh	39.750 kWh
9	Μείωση Χρήσης Ανελκυστήρων	56.124 kWh	20,0	11.200 kWh	15,0	8.420 kWh	10,0	5.610 kWh	5.590 kWh

Ανάλυση Ευαισθησίας									
Δράσεις	Ετήσια Εκτιμώμενη Κατανάλωση	Καλό Σενάριο		Μέτριο Σενάριο		Κακό Σενάριο		Διάστημα Εμπιστοσύνης	
		Ποσοστό Εξοικονόμησης (%) / Έτος	Εξοικονόμηση / Έτος	Ποσοστό Εξοικονόμησης (%) / Έτος	Εξοικονόμηση / Έτος	Ποσοστό Εξοικονόμησης (%) / Έτος	Εξοικονόμηση / Έτος		
10	Ενεργειακές Επεμβάσεις στα Συστήματα Ψύξης - Θέρμανσης και Αντικατάσταση Μονώσεων Κτιρίου	698.119 kWh	10,0	69.800 kWh	7,5	52.360 kWh	5,0	34.900 kWh	34.890 kWh
11	Παραγωγή Θερμικής Ενέργειας με καύση Φυσικού Αερίου αντί Πετρελαίου	-	20,0	-	17,5	-	15,0	-	-
12	Μείωση Κατανάλωσης Χαρτιού Επαναχρησιμοποίηση Παλαιού Χαρτιού, Σημειώσεις και Φυλλάδια Βάσει Αναγκών, Ονομαστικό Αρχείο	37,5 tn	20,0	7,5 tn	17,5	6,6 tn	15,0	5,6 tn	1,9 tn
13	Χρήση Φακέλων Αλληλογραφίας	-	50,0	<i>Δεν Υπάρχουν Στοιχεία για την Ετήσια Κατανάλωσή τους</i>	40,0	-	30,0	-	-
14	Ανακύκλωση Χαρτιού	37,5 tn	20,0	7,5 tn	17,5	6,6 tn	15,0	5,6 tn	1,9 tn
15	Ανακύκλωση Πλαστικού	1.766 kg	40,0	706 kg	35,0	618 kg	30,0	530 kg	176 kg
16	Ανακύκλωση Αλουμινίου	289 kg	40,0	115 kg	30,0	87 kg	20,0	58 kg	57 kg
17	Ανακύκλωση Χάρτινων Συσκευασιών τύπου Tetra Pak	1.044 kg	40,0	420 kg	30,0	313 kg	20,0	209 kg	211 kg

Πίνακας 6-2 Ανάλυση Ευαισθησίας Ετήσιων Εξοικονομήσεων Ενέργειας και Φυσικών Πόρων στο Κεντρικό Κτίριο Πα.Πει.

Τα ποσοστά που χρησιμοποιήσαμε για την ανάλυση ευαισθησίας διαφέρουν ανάλογα με το τύπο της δράσης. Συγκεκριμένα:

- Για τη δράση αντικατάστασης των υφιστάμενων λαμπτήρων με λαμπτήρες φθορισμού μικρότερης κατανάλωσης ενέργειας, τα ποσοστά για τα τρία σενάρια είναι 30 %, 27,5 % και 25 % αντίστοιχα. Αυτά τα ποσοστά επιλέχθηκαν με μικρή απόκλιση με γνώμονα τις έρευνες και τις τεχνικές προδιαγραφές που υπάρχουν για αυτού του τύπου τους λαμπτήρες. Η διαφορά των ποσοστών έγκειται στην πιθανότητα σφάλματος του ποσοστού εξοικονόμησης που υπολογίζεται από τις έρευνες.
- Για τη δράση αντικατάστασης των φωτιστικών παλαιού τύπου στο πανεπιστήμιο με σύγχρονα λιγότερο ενεργοβόρα, τα ποσοστά για τα τρία σενάρια είναι 20 %, 15 % και 10 %. Η διαφορά τους βασίζεται στο γεγονός πως η σωστή απόδοση αυτής της δράσης δεν εξαρτάται μόνο από την εγκατάσταση των νέων φωτιστικών αλλά και από τη σωστή διάταξή τους στο χώρο (με σκοπό τη μείωση του συνολικού αριθμού των φωτιστικών).
- Όσον αφορά τη δράση απενεργοποίησης του φωτισμού των αμφιθεάτρων μετά το πέρας των μαθημάτων (και όσο το δυνατό τις ηλιόλουστες μέρες) τα ποσοστά των τριών σεναρίων είναι τα εξής: 15 %, 12,5 %, 10 %. Τα ποσοστά αυτά παρουσιάζουν μικρές αποκλίσεις καθώς λάβαμε υπόψη τη μεγάλη πρόθεση των φοιτητών να εφαρμόσουν αυτή τη δράση, όπως φάνηκε από την έρευνα που πραγματοποιήσαμε μέσω του ερωτηματολογίου, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας στο πανεπιστήμιο. Επιπροσθέτως, θεωρούμε ότι οι διδάσκοντες του πανεπιστημίου θα ανταποκριθούν σε μεγάλο βαθμό στην εφαρμογή μιας τέτοιας δράσης.
- Όσον αφορά την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας από την εγκατάσταση μηχανισμών ανίχνευσης κίνησης – φωτοκύτταρων τα ποσοστά για τα τρία σενάρια διαφέρουν ανάλογα με το χώρο εγκατάστασής τους. Αναλυτικά:
  - Για την εγκατάσταση αισθητήρων κίνησης στους διαδρόμους τα ποσοστά εξοικονόμησης για τα τρία σενάρια είναι 15 %, 10 % και 5 %. Η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός πως δεν μπορούμε να εκτιμήσουμε με ακρίβεια την «ανθρώπινη παρουσία» στους διαδρόμους κατά τη διάρκεια της ημέρας.
  - Για την εγκατάσταση αισθητήρων κίνησης στις τουαλέτες τα ποσοστά εξοικονόμησης των τριών σεναρίων είναι 50 %, 45 % και 40 %. Τα υψηλά ποσοστά αυτών οφείλονται στο γεγονός ότι οι συγκεκριμένοι χώροι δεν είναι πολυσύχναστοι κατά μεγάλα διαστήματα της ημέρας, ιδιαίτερα στις τουαλέτες των ανώτερων ορόφων του πανεπιστημίου.

- ο Τέλος, για την εγκατάσταση αισθητήρων κίνησης στο χώρο στάθμευσης τα ποσοστά των τριών σεναρίων είναι 10 %, 7,5 % και 5 %. Τα ποσοστά αυτά είναι μικρά καθώς η υλοποίηση ενός τέτοιου εγχειρήματος απαιτεί σχολαστική μελέτη καθώς ο χώρος στάθμευσης βρίσκεται στο υπόγειο του πανεπιστημίου και δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί ο αριθμός των φώτων ασφαλείας που είναι απαραίτητα να είναι μονίμως αναμμένα. Η διαφορά των ποσοστών είναι μικρή λόγω του γεγονότος ότι ο χώρος στάθμευσης δεν είναι πολυσύχναστος όλες τις ώρες της ημέρας συνεπώς θεωρούμε δύσκολο να προκύψουν διακυμάνσεις.
- Για τη δράση τοποθέτησης επιτραπέζιων φωτιστικών στο αναγνωστήριο της βιβλιοθήκης σε συνδυασμό με την απενεργοποίηση κάποιων υφιστάμενων φωτιστικών τα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας είναι 25 %, 22,5 % και 20 %. Η επιλογή των ποσοστών αυτών πραγματοποιήθηκε με βάση την εκτίμησή μας για την πιθανή απενεργοποίηση ορισμένου αριθμού φωτιστικών, πιθανώς και το 1/3 αυτών, με βάση τη μικρή κατανάλωση των επιτραπέζιων φωτιστικών και με βάση τη μικρή προσέλευση των φοιτητών κατά τη διάρκεια της ημέρας (εξαιρέση αποτελούν οι εξεταστικοί περίοδοι). Όπως και ο χώρος στάθμευσης, έτσι και το αναγνωστήριο της βιβλιοθήκης βρίσκεται στο ημιυπόγειο του πανεπιστημίου γεγονός που αποτρέπει την περαιτέρω απενεργοποίηση των φωτιστικών για λόγους ασφαλείας.
- Για τη δράση που αφορά την απενεργοποίηση των ηλεκτρονικών υπολογιστών, όποτε είναι εφικτό, και τη μετάβασή τους σε κατάσταση «sleep / standby mode» τα ποσοστά των σεναρίων εξοικονόμησης είναι 50 %, 35 % και 20 % αντίστοιχα. Τα ποσοστά είναι υψηλά λόγω αντίστοιχων μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί σε πανεπιστήμια του εξωτερικού. Επιπλέον, όταν ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής βρίσκεται σε κατάσταση «sleep / standby mode» η ενεργειακή κατανάλωση βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Η διαφορά των ποσοστών οφείλεται στην αβεβαιότητα της συμμόρφωσης που θα επιδείξουν τα μέλη της επιστημονικής κοινότητας στην οδηγία αυτή. Επίσης, οι φοιτητές παρόλη τη διάθεση που μας επέδειξαν, στα ερωτηματολόγια, για εφαρμογή αυτής της δράσης δεν έχουν πρόσβαση στο σύνολο των ηλεκτρονικών υπολογιστών του πανεπιστημίου παρά μόνο σε ένα συγκεκριμένο αριθμό αυτών που βρίσκεται στα εργαστήρια.
- Για τη δράση που αφορά τη μείωση χρήσης του ανελκυστήρα τα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας των τριών σεναρίων είναι 20 %, 15 % και 10 %. Τα ποσοστά αυτά είναι αρκετά μεγάλα διότι ένα μεγάλο ποσοστό των φοιτητών μας ενημέρωσαν, μέσω των ερωτηματολογίων, πως θα εφήρμοζαν αυτή τη δράση με σκοπό την

εξοικονόμηση ενέργειας. Η διαφορά των ποσοστών έγκειται στο γεγονός ότι δεν γνωρίζουμε ακριβώς τις προθέσεις της πανεπιστημιακής κοινότητας να ακολουθήσει μία τέτοια οδηγία καθώς η πλειονότητα των γραφείων βρίσκεται στους ανώτερους ορόφους του πανεπιστημίου οπότε είναι δύσκολη και επίπονη η πρόσβαση σε αυτούς χωρίς την χρησιμοποίηση των ανελκυστήρων.

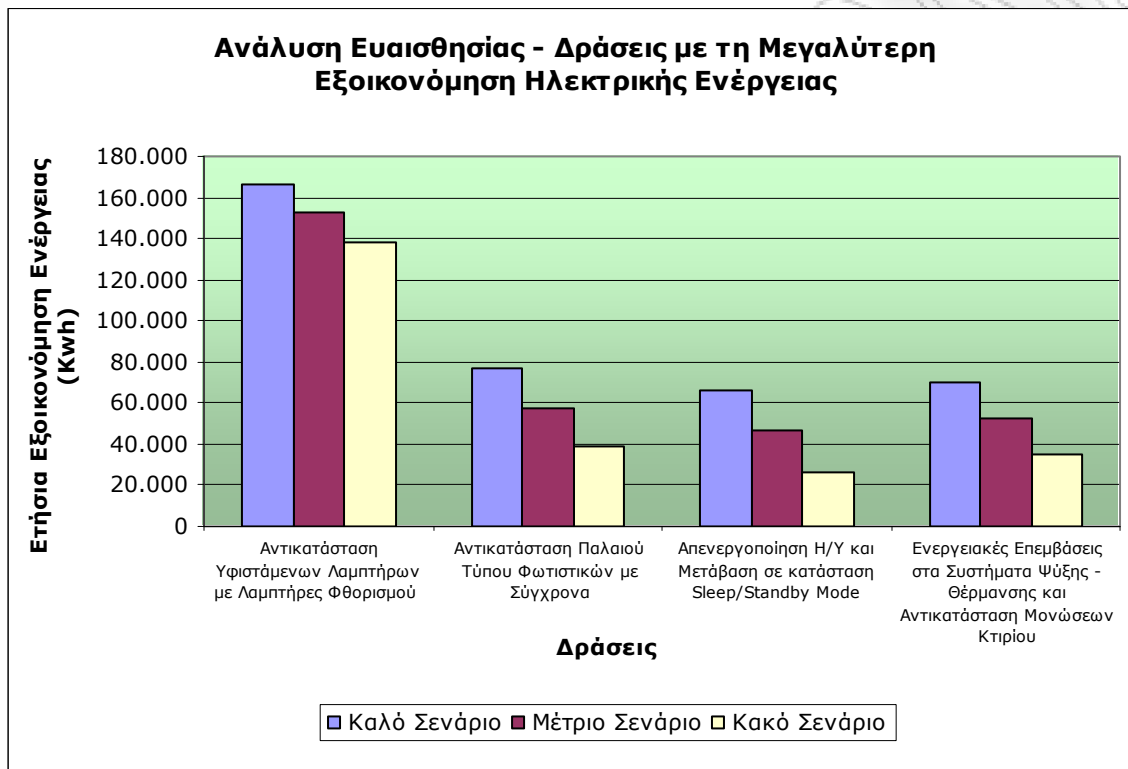
- Όσον αφορά τις ενεργειακές επεμβάσεις στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε συνδυασμό με την αντικατάσταση των μονώσεων του κτιρίου, όπου αυτό είναι δυνατό να πραγματοποιηθεί, τα ποσοστά εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας των τριών σεναρίων είναι 10 %, 7,5 % και 5 %. Τα ποσοστά αυτά είναι ανάλογα με το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας που έχουν πετύχει διάφορα πανεπιστημιακά ιδρύματα του εξωτερικού με την εφαρμογή τέτοιου είδους επεμβάσεων.
- Τα ποσοστά εξοικονόμησης από την παραγωγή θερμικής ενέργειας με τη καύση φυσικού αερίου αντί πετρελαίου των τριών σεναρίων είναι 20 %, 17,5 % και 15 %. Τα ποσοστά αυτά προκύπτουν από πληροφορίες που συλλέξαμε από την Εταιρία Παροχής Αερίου (Ε.Π.Α.). Η Ε.Π.Α. αναφέρει πως η χρησιμοποίηση φυσικού αερίου αντί πετρελαίου θα οδηγήσει στην εξοικονόμηση χρημάτων κατά 20 %. Βέβαια το ποσοστό αυτό δεν θεωρείται ότι είναι «κανόνας» διότι έρευνες αναφέρουν πως σε αρκετές περιπτώσεις είναι μικρότερο οπότε θεωρήσαμε πως είναι λογικό να συμπεριλάβουμε και μικρότερα ποσοστά σε σχέση με το ιδεατό.
- Όσον αφορά τα ποσοστά μείωσης κατανάλωσης χαρτιού εξαρτώνται από το είδος της δράσης. Συγκεκριμένα:
  - Από την επαναχρησιμοποίηση παλαιού χαρτιού, από τη δημιουργία σημειώσεων και φυλλαδίων βάση αναγκών και από τη δημιουργία ονομαστικού αρχείου τα ποσοστά της ετήσιας εξοικονόμησης χαρτιού των τριών σεναρίων είναι 20 %, 17,5 % και 15 %. Το ύψος των ποσοστών επιλέχθηκε με βάση τα ποσοστά εξοικονόμησης χαρτιού που έχουν πετύχει πολλά πανεπιστήμια του εξωτερικού. Η διαφορά τους έγκειται στο γεγονός πως οι συγκεκριμένες δράσεις εξαρτώνται από την ευαισθητοποίηση των μελών της πανεπιστημιακής κοινότητας.
  - Η χρησιμοποίηση των χάρτινων φακέλων πολλαπλών χρήσεων θα μείωνε τη κατανάλωση των φακέλων κατά 50 %, 40 % και 30 % για κάθε σενάριο αντίστοιχα. Το ύψος των ποσοστών επιλέχθηκε με γνώμονα τις πολλαπλές χρήσεις αυτών των φακέλων. Στα ιδρύματα του εξωτερικού χρησιμοποιούνται ευρέως τέτοιου είδους φάκελοι. Η διαφορά των ποσοστών βασίζεται στο γεγονός πως η σωστή χρησιμοποίηση αυτών των φακέλων εξαρτάται από την ευαισθητοποίηση του

διοικητικού και του διδακτικού προσωπικού του πανεπιστημίου. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός πως δεν ήταν εφικτό να παρουσιάσουμε ποσοτικά αποτελέσματα, διότι δεν υπάρχουν στοιχεία για την ετήσια κατανάλωση χάρτινων φακέλων στο πανεπιστήμιο.

- Τέλος, όσον αφορά τις δράσεις ανακύκλωσης παρατηρούμε τα εξής:
  - Τα ποσοστά της ετήσιας έμμεσης εξοικονόμησης χαρτιού μέσω της ανακύκλωσης για τα τρία σενάρια είναι 20 %, 17,5 % και 15 % αντίστοιχα. Τα ποσοστά αυτά επιλέχθηκαν με βάση τις πληροφορίες που συλλέξαμε από διάφορες εταιρίες ανακύκλωσης οι οποίες έχουν εγκαταστήσει αντίστοιχα προγράμματα ανακύκλωσης σε μεγάλα ιδρύματα και διαθέτουν εμπειρία. Η διαφορά των ποσοστών των τριών σεναρίων έγκειται στο γεγονός πως η επίτευξη των στόχων ενός προγράμματος ανακύκλωσης στο πανεπιστήμιο εξαρτάται από το ποσοστό συμμετοχής σε αυτό των μελών της πανεπιστημιακής κοινότητας. Να σημειωθεί πως το μεγαλύτερο ποσοστό των φοιτητών (94,5%) μας ενημέρωσε, μέσω της έρευνας που πραγματοποιήσαμε, πως είναι πρόθυμο να συνεισφέρει σε μία τέτοια δράση.
  - Τα ποσοστά της ετήσιας έμμεσης εξοικονόμησης πλαστικού μέσω της ανακύκλωσης για τα τρία σενάρια είναι 40 %, 35 % και 30 % αντίστοιχα. Όπως και για την προηγούμενη δράση, τα ποσοστά αυτά στηρίζονται στις εκτιμήσεις που λάβαμε από τις εταιρίες ανακύκλωσης. Η μικρή διαφορά των ποσοστών βασίζεται στη μεγάλη διάθεση των φοιτητών (71,4%) να συμμετέχουν σε ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης πλαστικού.
  - Τα ποσοστά της ετήσιας έμμεσης εξοικονόμησης αλουμινίου μέσω της ανακύκλωσης των τριών σεναρίων είναι 40 %, 30 % και 20 %. Οι λόγοι επιλογής αυτών των ποσοστών είναι παρόμοιοι με αυτούς για τις προηγούμενες δράσεις ανακύκλωσης. Οι διαφορές των ποσοστών βασίζονται στις απαντήσεις των φοιτητών, που μας δόθηκαν στα ερωτηματολόγια, καθώς το 53,3 %, μικρότερο σε σχέση με το 71,4 % για το πλαστικό, θα συμμετείχε σε ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης αλουμινίου.
  - Τέλος, τα ποσοστά ανακύκλωσης χάρτινων συσκευασιών τύπου Tetra Pak για τα τρία σενάρια είναι 40 %, 30 % και 20 %. Τα ποσοστά αυτά επιλέχθηκαν βάσει των προαναφερθέντων λόγων.



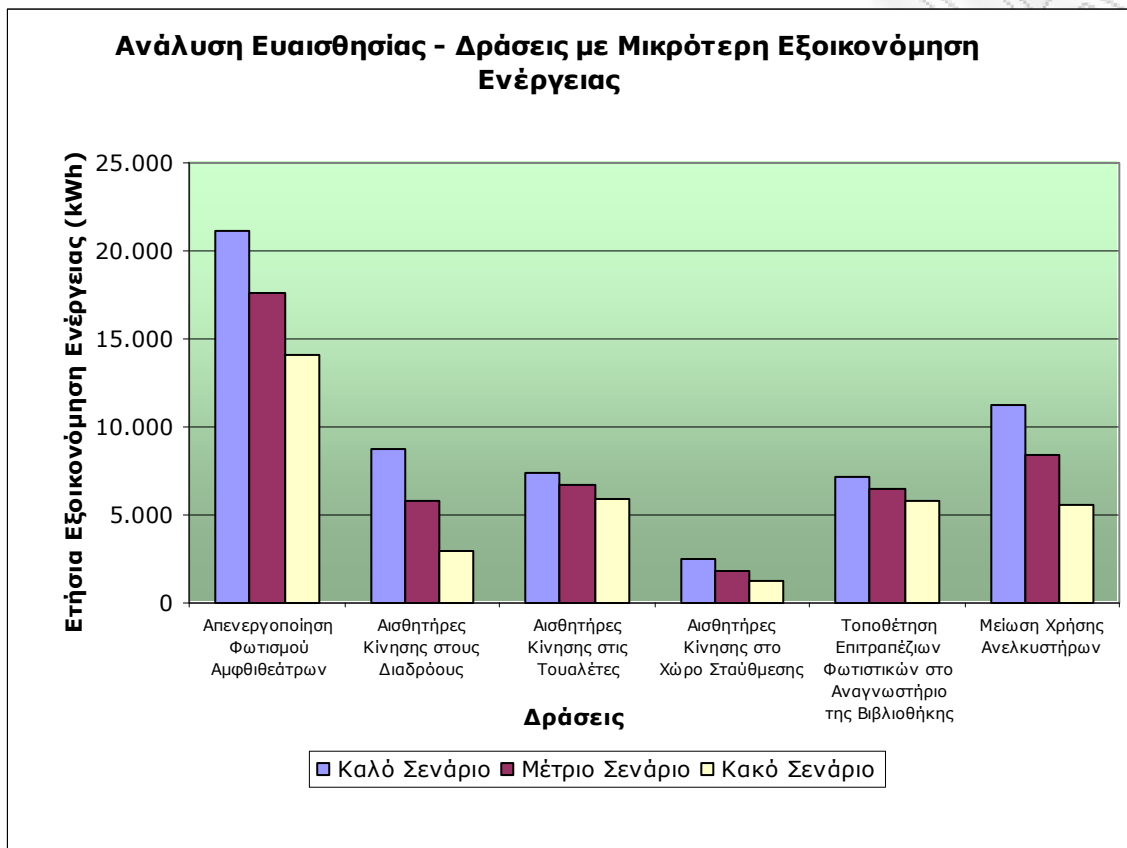
Στη συνέχεια παρουσιάζουμε κάποια διαγράμματα που μας δείχνουν την διακύμανση των εξοικονομήσεων και για τα τρία σενάρια για κάθε ομάδα δράσης. Στο διάγραμμα 6-2 παρουσιάζεται η διακύμανση των εξοικονομήσεων ηλεκτρικής ενέργειας για τις δράσεις με τη μεγαλύτερη δυνατότητα εξοικονόμησης στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς.



**Διάγραμμα 6-2 Ανάλυση Ευαισθησίας – Δράσεις με τη Μεγαλύτερη Εξοικονόμηση Ηλεκτρικής Ενέργειας.**

Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί με την αντικατάσταση των υφιστάμενων λαμπτήρων με λαμπτήρες φθορισμού με λιγότερη κατανάλωση με ένα διάστημα εμπιστοσύνης των 27.649 kWh (διάστημα μεταξύ καλού – κακού σεναρίου). Η αντικατάσταση των φωτιστικών παλαιού τύπου με σύγχρονα θα εξοικονομούσε ενέργεια μεταξύ 38.450 - 77.000 kWh. Οι ενεργειακές επεμβάσεις στα συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε συνδυασμό με την αντικατάσταση των μονώσεων του κτιρίου όπου είναι δυνατό θα εξοικονομούσαν ηλεκτρική ενέργεια μεταξύ του διαστήματος 34.900 - 69.800 kWh, ενώ η ορθή χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών (απενεργοποίηση αυτών όταν είναι εφικτό και μετάβαση σε κατάσταση «sleep / standby mode») είναι πιθανό να οδηγήσει στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ 26.550 - 66.300 kWh.

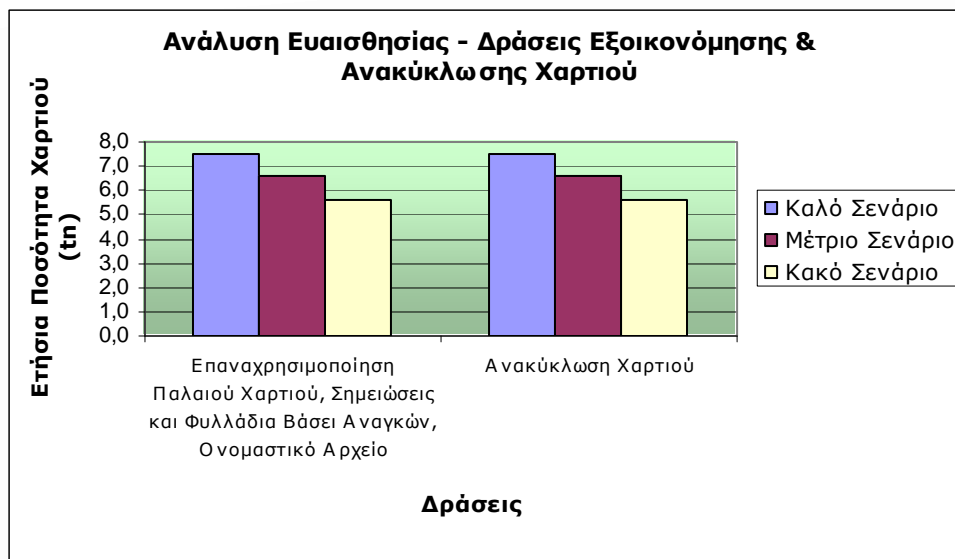
Στο διάγραμμα 6-3 παρουσιάζεται η διακύμανση των εξοικονομήσεων ηλεκτρικής ενέργειας για τις δράσεις με τη μικρότερη δυνατότητα εξοικονόμησης στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς.



**Διάγραμμα 6-3 Ανάλυση Ευαισθησίας – Δράσεις με Μικρότερη Εξοικονόμηση Ενέργειας.**

Τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας από τις δράσεις που φαίνονται στο διάγραμμα επιτυγχάνει αυτή που αφορά την απενεργοποίηση του φωτισμού των αμφιθεάτρων μετά το πέρας των μαθημάτων με διάστημα εξοικονόμησης 14.060 - 21.000 kWh. Η μείωση της χρήσης των ανελκυστήρων θα εξοικονομήσει ενέργεια μεταξύ 5.590 - 11.200 kWh ενώ η τοποθέτηση επιτραπέζιων φωτιστικών στο αναγνωστήριο της βιβλιοθήκης, σε συνδυασμό με την απενεργοποίηση κάποιων υφιστάμενων φωτιστικών, θα εξοικονομήσει ενέργεια μεταξύ 5.760 – 7.200 kWh. Τέλος, η τοποθέτηση αισθητήρων κίνησης θα επιτύχει εξοικονόμηση ενέργειας στους διαδρόμους μεταξύ 2.900 – 8.700 kWh, στις τουαλέτες μεταξύ 5.910 – 7.400 kWh και στο χώρο στάθμευσης μεταξύ 1.230 – 2.450 kWh.

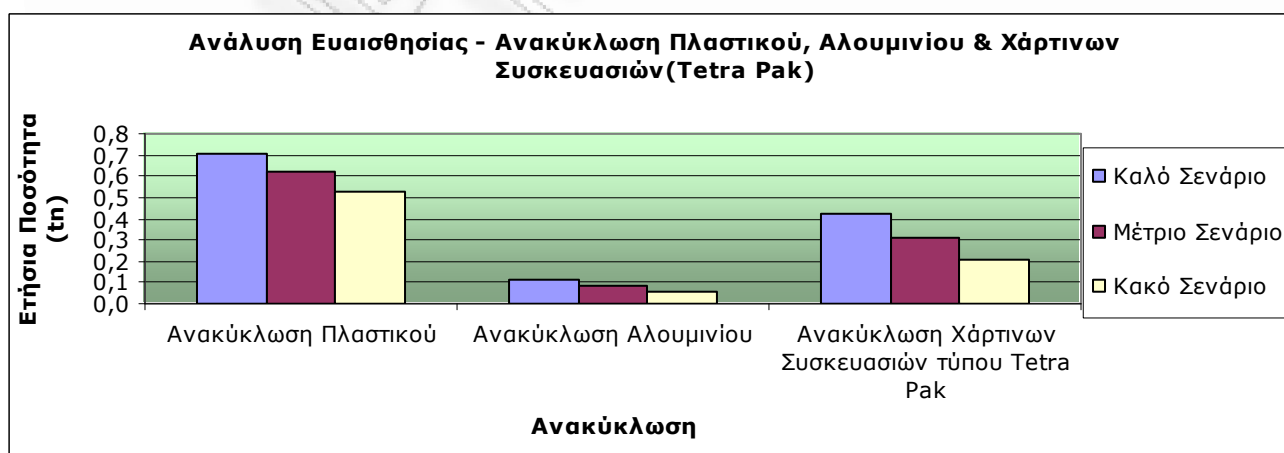
Στο διάγραμμα 6-4 παρουσιάζονται οι διακυμάνσεις μεταξύ των τιμών των τριών σεναρίων που αφορούν τις δράσεις εξοικονόμησης και ανακύκλωσης χαρτιού.



Διάγραμμα 6-4 Ανάλυση Ευαισθησίας – Δράσεις Εξοικονόμησης & Ανακύκλωσης Χαρτιού.

Όπως παρατηρούμε στο διάγραμμα από την επαναχρησιμοποίηση παλαιού χαρτιού, από τη δημιουργία σημειώσεων και φυλλαδίων βάσει των αναγκών και από τον ορισμό ονομαστικού αρχείου είναι δυνατό να εξοικονομηθεί ποσότητα χαρτιού μεταξύ 5,6 – 7,5 tn ετησίως. Επιπλέον, η ανακύκλωση χαρτιού μπορεί να αποφέρει έμμεση εξοικονόμηση χαρτιού μεταξύ 5,6 – 7,5 tn.

Στο τελευταίο διάγραμμα παρουσιάζονται οι ετήσιες ποσότητες πλαστικού, αλουμινίου και χάρτινων συσκευασιών τύπου Tetra Pak που μπορούν να ανακυκλωθούν στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς για τα τρία σενάρια. Η ετήσια ποσότητα πλαστικού που είναι δυνατό να ανακυκλωθεί στο πανεπιστήμιο, και να εξοικονομηθεί έμμεσα, κυμαίνεται μεταξύ 530 – 706 kg, για το αλουμίνιο κυμαίνεται μεταξύ 57 – 115 kg και για τις χάρτινες συσκευασίες τύπου Tetra Pak κυμαίνεται μεταξύ 211 – 420 kg.



Διάγραμμα 6-5 Ανάλυση Ευαισθησίας – Ανακύκλωση Πλαστικού, Αλουμινίου & Χάρτινων Συσκευασιών(Tetra Pak).

Τέλος, πρέπει να αναφέρουμε κάποιες παρατηρήσεις για τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των εξοικονομήσεων που προκύπτουν από τις δράσεις που αφορούν την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας και την μείωση της κατανάλωσης χαρτιού και για τα τρία σενάρια.

#### A. Εξοικονομήσεις από Δράσεις Μείωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας

Προσθέτοντας τις εξοικονομήσεις ηλεκτρικής ενέργειας για κάθε σενάριο βλέπουμε τα εξής :

- Σύνολο εξοικονόμησης «καλού σεναρίου» → 440.000 kWh/έτος.
- Σύνολο εξοικονόμησης «μέτριου σεναρίου» → 355.000 kWh/έτος.
- Σύνολο εξοικονόμησης «κακού σεναρίου» → 270.000 kWh/έτος.

Βλέπουμε ότι και για τα τρία σενάρια οι εξοικονομήσεις που προκύπτουν είναι σημαντικές μιας και μειώνουν την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος κατά 21 %, 17% και 12 % αντίστοιχα.

Επίσης αν λάβουμε υπόψη τις τρέχουσες τιμές πώλησης ηλεκτρικού ρεύματος από τη Δ.Ε.Η. για την κάθε κιλοβατώρα (0,08715 €/kWh) βλέπουμε ότι προκύπτουν και σημαντικά οικονομικά οφέλη τα οποία αντιστοιχούν σε 38.000 €/έτος, 31.000 €/έτος και 24.000 €/έτος αντίστοιχα. Τα ποσά αυτά είναι αρκετά σημαντικά και θα μας βοηθήσουν στον μικρό χρόνο αποπληρωμής των εφαρμοζόμενων δράσεων.

Τέλος, εκτός από οικονομικά έχουμε και περιβαλλοντικά οφέλη από την εφαρμογή των δράσεων. Τα οφέλη που προκύπτουν για τα τρία σενάρια είναι 374 tn CO<sub>2</sub> ανά έτος, 302 tn CO<sub>2</sub> ανά έτος και 230 tn CO<sub>2</sub> ανά έτος αντίστοιχα. Τα ποσά αυτά είναι οι εξοικονομήσεις από τις έμμεσες εκπομπές ρύπων της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος.

#### B. Εξοικονομήσεις από Δράσεις Μείωσης Κατανάλωσης Χαρτιού

Βλέπουμε ότι και για τα τρία σενάρια οι εξοικονομήσεις που προκύπτουν είναι σημαντικές μιας και μειώνουν την κατανάλωση χαρτιού κατά 20 %, 15% και 10 % αντίστοιχα.

Επίσης αν λάβουμε υπόψη την τιμή αγοράς χαρτιού του 2008 από το πανεπιστήμιο η οποία είναι 1.020 €/tn βλέπουμε ότι προκύπτουν και σημαντικά οικονομικά οφέλη τα

οποία αντιστοιχούν σε 7.650 €/έτος, 6.730 €/έτος και 5.710 €/έτος αντίστοιχα. Τα ποσά αυτά είναι αρκετά σημαντικά

Τέλος, εκτός από οικονομικά έχουμε και περιβαλλοντικά οφέλη από την εφαρμογή των δράσεων εξοικονόμησης χαρτιού. Τα οφέλη που προκύπτουν για τα τρία σενάρια είναι (975 lt πετρέλαιο, 232.500 lt νερό και 150 δέντρα) ανά έτος, (855 lt πετρέλαιο, 204.600 lt νερό και 132 δέντρα) ανά έτος και (725 lt πετρέλαιο, 173.600 lt νερό και 112 δέντρα) ανά έτος αντίστοιχα. Τα ποσά αυτά είναι έμμεσα οφέλη για το πανεπιστήμιο και άμεσα για το περιβάλλον μιας και συμβάλουν στην διατήρηση των φυσικών πόρων που χρειάζονται για την παρασκευή αυτών των ποσοτήτων χαρτιού.

### Γ. Εξοικονομήσεις από Δράσεις Ανακύκλωσης

Από τις δράσεις ανακύκλωσης δεν προκύπτουν οικονομικά οφέλη για το πανεπιστήμιο μιας και δεν υπάρχει ανταποδοτικό όφελος από τις πιθανές εταιρίες που θα αναλάβουν την ανακύκλωση.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη είναι σημαντικά μιας και συμβάλουν στην διατήρηση των φυσικών πόρων του πλανήτη, γιατί αποτρέπουν την παραγωγή υλικών που αντιστοιχούν στις ανακυκλούμενες ποσότητες στο πανεπιστήμιο.

Συμπερασματικά, αναφέρουμε ότι τα ελάχιστα συνολικά μεγέθη των εξοικονομήσεων σε ηλεκτρική ενέργεια είναι αρκετά σημαντικά για να τα αγνοήσουμε. Λαμβάνοντας υπόψη, επίσης, τα οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν θεωρούμε ότι η επένδυση από μέρος του πανεπιστημίου σε δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας κρίνεται αποδοτική.

## **6.6 Μελέτη Εγκατάστασης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς**

Όπως είδαμε και πιο πάνω, η εφαρμογή των περιβαλλοντικών δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς είναι ικανή να επιφέρει κατ' ελάχιστον μείωση χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας της τάξης των 270.000 kWh. Πρόκειται για μια σημαντική εξοικονόμηση στην κατανάλωση του πανεπιστημίου. Βέβαια η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας για το Πανεπιστήμιο Πειραιώς δεν τελειώνει με αυτές τις δράσεις, μιας και αφήσαμε για το τέλος την δράση της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων στην οροφή του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς.



Εικόνα 6-3 Φωτοβολταϊκά Συστήματα στις Οροφές Δημόσιων Κτιρίων.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) αυτό που κάνουν είναι να μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική και στη συνέχεια να την διοχετεύουν στο κτίριο. Πρόκειται για τεχνολογία καθαρή που δεν επιβαρύνει καθόλου το περιβάλλον. Επίσης, επειδή δεν χρησιμοποιούν κάποιο καύσιμο, παρά μόνο την ηλιακή ακτινοβολία, εντάσσονται στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Η τεχνολογία που χρησιμοποιούν είναι σχετικά απλή και περιγράφεται στη συνέχεια. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούνται από ένα ή περισσότερα πάνελ φωτοβολταϊκών στοιχείων (βλέπε εικόνα 6-3), μαζί με τις απαραίτητες συσκευές και διατάξεις για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας στην επιθυμητή μορφή.

Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι συνήθως τετράγωνο, με πλευρά 120 – 160 mm, και για τη δημιουργία του χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη το πυρίτιο (Si). Στο εμπόριο διατίθενται φωτοβολταϊκά πάνελ – τα οποία δεν είναι τίποτε άλλο παρά πολλά φωτοβολταϊκά στοιχεία συνδεδεμένα μεταξύ τους, επικαλυμμένα με ειδικές μεμβράνες και εγκιβωτισμένα σε γυαλί με πλαίσιο από αλουμίνιο – σε διάφορες τιμές ονομαστικής ισχύος, ανάλογα με τον αριθμό των φωτοβολταϊκών στοιχείων που τα αποτελούν. Τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν την φωτοβολταϊκή συστοιχία, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει από δύο έως και αρκετές εκατοντάδες φωτοβολταϊκές κυψέλες.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια Φ/Β συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται μέσω ειδικών συσκευών (inverters) σε εναλλασσόμενο ρεύμα το οποίο και χρησιμοποιούν οι περισσότερες συσκευές που βρίσκονται στα σύγχρονα κτίσματα.

Τα Φ/Β συστήματα προκειμένου να παράγουν μεγάλες ποσότητες ηλεκτρικής ενέργειας απαιτούν για την εγκατάστασή τους μεγάλες εκτάσεις αρκετών χιλιάδων τετραγωνικών μέτρων. Στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς τέτοιου τύπου εκτάσεις υπάρχουν μόνο στην οροφή του κεντρικού κτιρίου (σύνηθες μέρος για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων). Η οροφή του κτιρίου είναι σχεδόν 1.500 m<sup>2</sup> εκ των οποίων εκμεταλλεύσιμα είναι μόνο τα 1.200 m<sup>2</sup> λόγω των διαφόρων μονάδων εξοπλισμού (πύργοι ψύξης) που υπάρχουν. Στην συνέχεια παρουσιάζεται μία φωτογραφία της οροφής του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς που είναι τραβηγμένη από δορυφόρο μέσω του προγράμματος Google Earth.



Εικόνα 6-4 Οροφή Κεντρικού Κτιρίου Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Παρακάτω παρουσιάζεται μία μελέτη εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων στην οροφή του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Σύμφωνα με τις τεχνικές μελέτες εγκατάστασης Φ/Β συστημάτων, στο διαθέσιμο χώρο των 1.200 m<sup>2</sup>, μπορούν να εγκατασταθούν Φ/Β πάνελ συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 130 kW. Το συνολικό κόστος εγκατάστασης αναλύεται στα παρακάτω στοιχεία κόστους:

**1. Κόστος φωτοβολταϊκών πάνελ και λοιπού εξοπλισμού ( πλαίσια, inverters, κ.λ.π.).**

Το μέσο κόστος των παραπάνω υπολογίζεται σε 4,5 € ανά εγκατεστημένο Watt, άρα για την εγκατάσταση Φ/Β ισχύος 130 kW απαιτούνται 585.000 €.

2. **Αντικεραυνική προστασία (Αλεξικέραυνο).** Για την αποφυγή τυχών βλαβών από την πτώση κεραυνού είναι απαραίτητη η τοποθέτηση αλεξικέραυνου συνολικής αξίας 6.000 €.
3. **Εξοπλισμός Η/Υ και λογισμικού.** Για τον έλεγχο και τη λειτουργία του Φ/Β συστήματος απαραίτητη προϋπόθεση είναι η σύνδεσή του με ηλεκτρονικό υπολογιστή στον οποίο να είναι εγκατεστημένο κατάλληλο λογισμικό. Το κόστος αυτών ανέρχεται στα 2.000 €.
4. **Άδειες.** Για την εγκατάσταση τέτοιου είδους συστημάτων απαιτούνται από τη νομοθεσία μια σειρά από άδειες των οποίων το κόστος έκδοσης ανέρχεται στα 10.000 €.
5. **Λοιπές εργασίες.** Παράλληλα με την εγκατάσταση των συστημάτων απαιτούνται να πραγματοποιηθούν και κάποιες συμπληρωματικές εργασίες των οποίων το κόστος υπολογίζεται στα 10.000 €.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία κόστους προκύπτει το συνολικό κόστος επένδυσης που φαίνεται στον πίνακα 6-3.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ & ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΚΟΣΤΟΣ (€)
Φωτοβολταϊκά - Πλαίσια - Inverters	585.000
Αντικεραυνική προστασία	6.000
Εξοπλισμός Η/Υ και λογισμικό	2.000
Άδειες	10.000
Λοιπές εργασίες	10.000
ΦΠΑ (19%)	116.470
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>729.470</b>

Πίνακας 6-3 Συνολικό Κόστος Επένδυσης Φ/Β Συστημάτων

Παρατηρούμε ότι το κόστος της επένδυσης είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Προκειμένου να καλυφθεί αυτό το κόστος θα εκμεταλλευτούμε τις διατάξεις του αναπτυξιακού νόμου για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Σύμφωνα με το νόμο αυτό, επενδύσεις σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επιδοτούνται σε ποσοστό 40% έως 60% ανάλογα με την περιοχή στην οποία θα γίνουν. Για την ευρύτερη περιοχή του νομού Αττικής και του Δήμου Πειραιά το προβλεπόμενο ποσοστό επιδότησης της προς υλοποίηση επένδυσης είναι 50 %. Το υπόλοιπο 50 %, βάσει του αναπτυξιακού νόμου, πρέπει να καλυφθεί είτε εξ' ολοκλήρου από ίδια κεφάλαια είτε από ίδια κεφάλαια σε ποσοστό τουλάχιστον 20 % και τραπεζικό δανεισμό.



Για την συγκεκριμένη επένδυση επιλέγουμε να χρηματοδοτήσουμε το 25 % με ίδια κεφάλαια και το υπόλοιπο 25 % από την σύναψη δανείου 15ετούς διάρκειας με κάποιον τραπεζικό οργανισμό.

Έτσι το χρηματοδοτικό σχήμα που επιλέχθηκε για την υλοποίηση της εν λόγω επένδυσης στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα.

ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ	Ποσοστό (%)	Ποσό (€)
Επιχορήγηση Αναπτυξιακού Νόμου	50	364.735
Ίδια Κεφάλαια	25	182.368
Δανεισμός 15 ετών	25	182.368
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>100</b>	<b>729.470</b>

Πίνακας 6-4 Χρηματοδοτικό Σχήμα Επένδυσης

Προκειμένου να γίνει η αξιολόγηση της επένδυσης πρέπει να γνωρίζουμε και κάποια άλλα μεγέθη τα οποία θα μας βοηθήσουν στην ανάλυση αποπληρωμής του συγκεκριμένου έργου. Τα μεγέθη αυτά παρουσιάζονται στον πίνακα 6-5.

ΥΠΟΘΕΣΙΣ		ΕΡΜΗΝΕΙΑ
Επιτόκιο Δανεισμού	4,80%	Ετήσιο επιτόκιο 15ετούς δανείου
Ποσοστό αποπληρωμής	4,10%	Ετήσιο ποσοστό αποπληρωμής δανείου
Ετήσια αύξηση δόσης	7,00%	Ετήσια προσαρμογή δόσεων δανείου
Αύξηση κύκλου εργασιών	7,00%	Ετήσια αύξηση κύκλου εργασιών
Φόροι	25,00%	Ποσοστό φορολόγησης
Επιτόκιο Προεξόφλησης	6%	
Συμβόλαια συντήρησης Η/Υ & Λογισμικού	3%	Ετήσιο κόστος συντήρησης εκφρασμένο ως ποσοστό της αξίας κτήσης του εξοπλισμού
Συμβόλαια συντήρησης εξοπλισμού	2%	Ετήσιο κόστος συντήρησης εκφρασμένο ως ποσοστό της αξίας κτήσης του εξοπλισμού
Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ	0,14 €	Έμμεσα έσοδα ανά kWh ηλεκτρικής ενέργειας
Συντελεστής ενεργειακής απόδοσης (KWh/KW)	1,45	
Μείωση πρόβλεψης	2%	«Συντελεστής Σφάλματος»

Πίνακας 6-5 Υποθέσεις Μεγεθών για την Αξιολόγηση της Επένδυσης

Με τα παραπάνω μεγέθη ως δεδομένα προχωρούμε στην πραγματοποίηση της ανάλυσης αποπληρωμής της επένδυσης με σκοπό την αξιολόγησή της. Βέβαια ο δημόσιος χαρακτήρας του ιδρύματος δεν μας επιτρέπει την αξιολόγησή της με καθαρά χρηματοοικονομικά μεγέθη μιας και σκοπός της δεν είναι η πώληση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας παρά μόνο η υποκατάσταση ενός μέρους της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας του πανεπιστημίου από το δίκτυο της ΔΕΗ. Η ανάλυση αποπληρωμής παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Έτος	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	ΣΥΝΟΛΑ
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
1. Δάνειο Τράπεζας	182.368	174.890	166.890	158.329	149.170	139.369	128.882	117.661	105.654	92.807	79.061	64.352	48.614	31.775	13.756	0	
2. Τόκοι	8.754	8.395	8.011	7.600	7.160	6.690	6.186	5.648	5.071	4.455	3.795	3.089	2.333	1.525	660		79.372
3. Αποπληρωμή Δανείου	7.477	8.000	8.560	9.160	9.801	10.487	11.221	12.007	12.847	13.746	14.709	15.738	16.840	18.019	13.756		182.368
<b>4. Σύνολο ετήσιων πληρωμών (2+3)</b>	<b>16.231</b>	<b>16.395</b>	<b>16.571</b>	<b>16.760</b>	<b>16.961</b>	<b>17.177</b>	<b>17.407</b>	<b>17.654</b>	<b>17.918</b>	<b>18.201</b>	<b>18.503</b>	<b>18.827</b>	<b>19.173</b>	<b>19.544</b>	<b>14.416</b>	<b>0</b>	<b>261.739</b>
<b>5. Έσοδα</b>	<b>25.862</b>	<b>27.673</b>	<b>29.610</b>	<b>31.682</b>	<b>33.900</b>	<b>36.273</b>	<b>38.812</b>	<b>41.529</b>	<b>44.436</b>	<b>47.547</b>	<b>50.875</b>	<b>54.436</b>	<b>58.247</b>	<b>62.324</b>	<b>66.687</b>	<b>71.355</b>	
6. Έξοδα Λειτουργίας	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7. Έξοδα Συντήρησης Η/Υ & Λογισμικού	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
8. Έξοδα Συντήρησης Εξοπλισμού	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	11.700	
<b>9. Συνολικές Δαπάνες (6+7+8)</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	<b>11.760</b>	
11. Μικτά έσοδα (5-9-4)	-2.129	-483	1.278	3.163	5.179	7.336	9.645	12.115	14.758	17.586	20.611	23.849	27.313	31.020	40.510	59.595	271.347
12. Αποσβέσεις	1.880	1.880	1.880	1.480	1.280	1.280	1.280	1.280	1.280	1.280	1.280	1.280	640	0	0	0	
13. Έσοδα προ φόρων (μικτά - αποσβέσεις) (11+3-12)	3.469	5.638	7.959	10.842	13.700	16.543	19.586	22.841	26.325	30.052	34.040	38.307	43.513	49.039	54.266	59.595	
14. Φόροι (25%)	867	1.409	1.990	2.711	3.425	4.136	4.896	5.710	6.581	7.513	8.510	9.577	10.878	12.260	13.567	14.899	
<b>15. Καθαρά κέρδη (ζημίες) (13-14)</b>	<b>2.601</b>	<b>4.228</b>	<b>5.969</b>	<b>8.132</b>	<b>10.275</b>	<b>12.408</b>	<b>14.689</b>	<b>17.131</b>	<b>19.744</b>	<b>22.539</b>	<b>25.530</b>	<b>28.730</b>	<b>32.635</b>	<b>36.779</b>	<b>40.700</b>	<b>44.696</b>	<b>326.786</b>
16. Συσσωρευτικά καθαρά κέρδη	2.601	6.830	12.799	20.931	31.206	43.613	58.303	75.434	95.177	117.716	143.246	171.976	204.611	241.390	282.090	326.786	
<b>17. Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV)</b>	<b>2.601</b>	<b>3.989</b>	<b>5.313</b>	<b>6.828</b>	<b>8.139</b>	<b>9.272</b>	<b>10.355</b>	<b>11.393</b>	<b>12.387</b>	<b>13.341</b>	<b>14.256</b>	<b>15.135</b>	<b>16.219</b>	<b>17.243</b>	<b>18.002</b>	<b>18.650</b>	<b>183.122</b>
<b>18. Συσσωρευτικό NPV</b>	<b>2.601</b>	<b>6.590</b>	<b>11.903</b>	<b>18.731</b>	<b>26.869</b>	<b>36.141</b>	<b>46.496</b>	<b>57.890</b>	<b>70.277</b>	<b>83.618</b>	<b>97.873</b>	<b>113.008</b>	<b>129.227</b>	<b>146.470</b>	<b>164.472</b>	<b>183.122</b>	
19. Operational gross income (5-9)	14.102	15.913	17.850	19.922	22.140	24.513	27.052	29.769	32.676	35.787	39.115	42.676	46.487	50.564	54.927	59.595	

Πίνακας 6-6 Ανάλυση Αποπληρωμής Επένδυσης

Για την καλύτερη κατανόηση του παραπάνω πίνακα πρέπει να γίνουν κάποια σχόλια καθώς και κάποιες παρατηρήσεις. Συγκεκριμένα :

- Τα έξοδα λειτουργίας της επένδυσης, όπως φαίνεται και στον πίνακα, είναι μηδενικά μιας και στο πανεπιστήμιο υπάρχουν ήδη τα απαιτούμενα άτομα και δομές που θα την υποστηρίξουν. Τα έξοδα λειτουργίας αποτελούνται από το μισθό του υπευθύνου λειτουργίας της εγκατάστασης και από το φύλακα. Και τα δύο αυτά μεγέθη είναι μηδενικά μιας και τη λειτουργία της εγκατάστασης θα αναλάβει η Τεχνική Υπηρεσία καθώς και το πανεπιστήμιο φυλάσσεται ήδη.
- Οι ετήσιες αποσβέσεις που φαίνονται στον πίνακα αποτελούν το άθροισμα των επιμέρους ετήσιων λογιστικών αποσβέσεων κάθε μονάδας εξοπλισμού. Τα επιμέρους ετήσια ποσοστά αποσβέσεων για κάθε μονάδα εξοπλισμού είναι, 8 % για την αντικεραυνική προστασία και για τις λοιπές εργασίες και 30 % για τον εξοπλισμό Η/Υ και το λογισμικό.
- Τα ετήσια έσοδα προκύπτουν από την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο της ΔΕΗ η οποία αντικαθίσταται με την ετήσια παραγόμενη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας των Φ/Β στοιχείων. Τα Φ/Β πάνελ παράγουν κατά μέσο όρο  $1,45 \text{ kWh/kW} * 130.000 \text{ kW} = 188.500 \text{ kWh}$  ανά έτος των οποίων η αξία είναι 26.390 € μειωμένο κατά 2 %, δηλαδή 25.862 €, αν λάβουμε υπόψη τον συντελεστή μείωσης πρόβλεψης. Η τιμή αυτή ισχύει μόνο για το 1<sup>ο</sup> έτος μιας και από εκεί και πέρα λαμβάνουμε υπόψη και την ετήσια αύξηση του κύκλου εργασιών που είναι της τάξης του 7 %.
- Η αποπληρωμή των ιδίων κεφαλαίων επιτυγχάνεται στο 16ο έτος.

Τέλος, είναι φανερό πως το χρονικό διάστημα αποπληρωμής της επένδυσης είναι αρκετά μεγάλο. Το γεγονός αυτό ήταν αναμενόμενο καθώς η μελέτη βασίστηκε στην ιδιόχρηση του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος και όχι στην πώληση αυτού, που θα είχε σαφώς μικρότερη περίοδο αποπληρωμής και θα καθιστούσε την επένδυση πιο ελκυστική. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι το Πανεπιστήμιο είναι δημόσιος οργανισμός και σκοπός του δεν είναι το κέρδος αλλά η συνεισφορά του στη βελτίωση της περιβαλλοντικής συνείδησης των φοιτητών και των πολιτών. Επίσης, με αυτόν τον τρόπο συμβάλλει και στην βελτίωση του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας μέσω της μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικά καύσιμα. Η ενέργεια που θα προμηθεύεται το Πανεπιστήμιο μέσω των φωτοβολταϊκών συστημάτων αποτελεί περίπου το 10 % της συνολικής ετήσιας καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε αυτό. Αυτό συνεπάγεται και

μία αντίστοιχη μείωση της εκπομπής αέριων ρύπων, δηλαδή 166.000 kg/έτος CO<sub>2</sub>, 3.000 kg/έτος SO<sub>2</sub>, 35,2 kg/έτος CO, 230 kg/έτος Nox, 9,8 kg/έτος HC και 150 kg/έτος σωματιδίων.

Από τα παραπάνω κατανοούμε το σημαντικό ρόλο που μπορούν να διαδραματίσουν τα Φ/Β συστήματα, και ευρύτερα όλες οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας (Α.Π.Ε.), στην εξοικονόμηση οικονομικών και φυσικών πόρων καθώς και στην προστασία και διατήρηση του φυσικού πλούτου. Συνεπώς, είναι αναγκαία η όσο το δυνατόν ευρύτερη εξάπλωση της χρήσης τους έτσι ώστε να επιτευχθεί και ο μεγάλος στόχος της χώρας που είναι η συμμετοχή των Α.Π.Ε., σε ποσοστό 20 %, στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας τα επόμενα χρόνια.

## 6.7 Συμπεράσματα

Όπως είδαμε και πιο πάνω, προκύπτουν αρκετές ευκαιρίες εξοικονόμησης ενέργειας και διαχείρισης των ανακυκλώσιμων υλικών του πανεπιστημίου, εφόσον η διοίκησή του λάβει μια απόφαση προς αυτή τη κατεύθυνση. Από τη στιγμή που θα παρθεί η απόφαση αυτή, τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει η διοίκηση είναι συγκεκριμένα, ανάλογα πάντα με το ποιες δράσεις θα επιλέξει να εφαρμόσει, οι οποίες φαίνονται στην ενότητα 6.3 όπου περιγράφεται η πορεία εφαρμογής περιβαλλοντικών δράσεων στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Από την επιτυχημένη ή μη εφαρμογή αυτών των δράσεων θα κριθεί και το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που θα εξοικονομήσει τελικά το πανεπιστήμιο (ενότητα 6.5) το οποίο μπορεί να κυμαίνεται από 440.000kWh ανά έτος στην καλύτερη περίπτωση έως 270.000 kWh ανά έτος στην χειρότερη περίπτωση. Και στις δύο περιπτώσεις η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας θα φέρει στο πανεπιστήμιο σημαντικά οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Δηλαδή, αν επιβεβαιωθεί η χειρότερη περίπτωση το οικονομικό όφελος θα είναι της τάξης των 24.000 € ανά έτος και το περιβαλλοντικό όφελος θα είναι η αποφυγή εκπομπής έμμεσων ρύπων της τάξης των 230 tn CO<sub>2</sub> ανά έτος.

Επιπλέον, η διοίκηση του πανεπιστημίου θα μπορούσε να προχωρήσει και σε μία άλλη κίνηση προς την κατεύθυνση της εξοικονόμησης ενέργειας και αυτή είναι η εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων στην οροφή του κεντρικού κτιρίου του Πανεπιστημίου Πειραιώς (ενότητα 6.6). Η ενέργεια αυτή θα του επιφέρει μια σημαντική μείωση στο ηλεκτρικό ρεύμα που καταναλώνει από τη ΔΕΗ μιας και θα μπορέσει να το αντικαταστήσει από το παραγόμενο ρεύμα των Φ/Β συστημάτων.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

## 7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει σαν σκοπό τον υπολογισμό των ενεργειακών εξοικονομήσεων και των ποσοτήτων ανακυκλώσιμων υλικών που εξοικονομούνται από την εφαρμογή ενεργειακών και περιβαλλοντικών δράσεων στο κεντρικό κτίριο του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Δεδομένων των δυνατοτήτων που υπήρχαν, το τελικό αποτέλεσμα της διπλωματικής εργασίας κρίνεται επιτυχημένο αν και βασίστηκε, για τα περισσότερα υπολογιζόμενα μεγέθη, σε εκτιμήσεις. Βέβαια αυτές οι εκτιμήσεις δεν έγιναν πρόχειρα μιας και βασίστηκαν σε έναν μεγάλο αριθμό παραγόντων, όπως:

- Γνωμοδοτήσεις έμπειρων στελεχών της Τεχνικής Υπηρεσίας και της Διεύθυνσης Μηχανογράφησης του Πανεπιστημίου.
- Γνωμοδοτήσεις των υπευθύνων των εργαστηρίων του Πανεπιστημίου.
- Λήψη στοιχείων από Γραμματείες τμημάτων.
- Αξιολόγηση εμπειριών συνεργαζόμενων καθηγητών.
- Λήψη στοιχείων από άλλα ανώτατα ιδρύματα που προχώρησαν σε παρόμοιες με εμάς ενέργειες.
- Αξιολόγηση δικών μας εμπειριών σαν ενεργά μέλη της πανεπιστημιακής κοινότητας.

Η επεξεργασία όλων αυτών των στοιχείων μας οδήγησε στο να εξάγουμε ασφαλής εκτιμήσεις, οι οποίες μας βοήθησαν στο να πάρουμε στο τέλος αξιόπιστα αποτελέσματα.

Βάσει των αποτελεσμάτων που εξάγαμε από τη διπλωματική εργασία φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι η εφαρμογή περιβαλλοντικών δράσεων και δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς είναι επιτακτική μιας και πρόκειται για έναν ενεργοβόρο οργανισμό που δεν έχει καμία μέριμνα για την περιβαλλοντική του απόδοση.

Τα οφέλη από την εφαρμογή τέτοιων δράσεων είναι πολύ σημαντικά για το Πανεπιστήμιο, και τα κυριότερα από αυτά είναι τα εξής:

- **Οικονομικά οφέλη Πανεπιστημίου Πειραιώς.** Οι παρεμβάσεις στις εγκαταστάσεις του πανεπιστημίου, στα πλαίσια των δράσεων ενεργειακών εξοικονομήσεων, αναμένεται να έχουν πολλαπλά οφέλη. Συγκεκριμένα, οι ενεργειακές παρεμβάσεις θα μειώσουν δραστικά τις καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας και το ίδρυμα θα έχει οικονομικό

όφελος από 24.000 € - 38.000 € ανά έτος. Επίσης, οικονομικό όφελος θα έχουμε και από τη χρήση φυσικού αερίου αντί πετρελαίου, το οποίο θα κυμαίνεται μεταξύ 15 % και 20 % σε σχέση με την τιμή του πετρελαίου. Τέλος, οικονομικό όφελος 5.700 € - 7.650 € θα έχουμε από τη μείωση της κατανάλωσης του χαρτιού.

- **Περιβαλλοντικά Οφέλη Πανεπιστημίου Πειραιώς.** Οι παραπάνω παρεμβάσεις, εκτός από την εξοικονόμηση χρημάτων στο πανεπιστήμιο, συμβάλλουν και στην εξοικονόμηση και καλύτερη διαχείριση φυσικών πόρων όπως το πετρέλαιο, το νερό, τα δέντρα και η ενέργεια. Η εξοικονόμηση των πόρων αυτών είναι οφέλη που δεν μπορούν να εκτιμηθούν με οικονομικούς όρους μιας και συμβάλλουν στην βελτίωση του επιπέδου ζωής του ανθρώπου. Η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς έχει σαν άμεση επίπτωση και τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα κατά 230 tn έως 374 tn ανά έτος. Το CO<sub>2</sub> όπως έχει ήδη αναφερθεί είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, τη ρύπανση της ατμόσφαιρας και την στρέβλωση των κλιματικών συνθηκών παγκοσμίως. Οι δράσεις για τη μείωση της κατανάλωσης χαρτιού αναμένεται να αναμένεται να βοηθήσουν σημαντικά στη διατήρηση των φυσικών πόρων, μιας και θα επέλθει μείωση από 5,6 tn έως 7,5 tn. Η ποσότητα αυτή χαρτιού αναλογεί στο κόψιμο 112 -150 δέντρων, κατανάλωση 725 lt -975 lt πετρελαίου και 173.600 lt – 232.500 lt νερού. Τέλος η επιτυχία του προγράμματος ανακύκλωσης αναμένεται να συντελέσει στη διατήρηση των φυσικών πόρων, να μειώσει την κατανάλωση των πρώτων υλών, να εξοικονομήσει ενέργεια και να μειώσει τους παραγόμενους ρύπους από την κατανάλωση της αλλά και τις ποσότητες των απορριμμάτων που προορίζονται για τελική απόθεση και ρυπαίνουν σημαντικά το περιβάλλον.
- **Οφέλη από τη βελτίωση της δημόσιας εικόνας του Πανεπιστημίου Πειραιώς.** Η επιτυχημένη εφαρμογή περιβαλλοντικών δράσεων και δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς αναμένεται να έχει πολλαπλά οφέλη για την εξωτερική εικόνα του ιδρύματος. Το πανεπιστήμιο θα καθιερωθεί στις συνειδήσεις των πολιτών του Πειραιά κυρίως ως ένας περιβαλλοντικά φιλικός οργανισμός με αποτέλεσμα τη βελτίωση της δημόσιας εικόνας του. Επίσης, η βελτίωση της εικόνας του θα κάνει το πανεπιστήμιο περισσότερο ελκυστικό σε μελλοντικούς αριστούχους φοιτητές. Τέλος, η προβολή του πανεπιστημίου μόνο θετικά αναμένεται να επιδράσει στην προσέλκυση προσωπικού υψηλής ποιότητας και ικανοτήτων.

- **Περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση των εργαζομένων και των φοιτητών του πανεπιστημίου:** Η εφαρμογή των δράσεων στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς θα έχει και σημαντικά, έμμεσα οφέλη όσον αφορά στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση του προσωπικού και των φοιτητών του ιδρύματος. Μέσα από την πληροφόρηση που παρέχεται με τη διοργάνωση των περιβαλλοντικών ημερίδων, την έκδοση ενημερωτικών φυλλαδίων και την ενσωμάτωση στα προγράμματα σπουδών μαθημάτων για το περιβάλλον, το προσωπικό και οι φοιτητές του ιδρύματος ενημερώνονται για τα περιβαλλοντικά προβλήματα και την αναγκαιότητα για σωστή διαχείριση των φυσικών πόρων. Η εκπαίδευση που θα λάβουν στα πλαίσια της καμπάνιας που θα γίνει αναμένεται να αλλάξει τον τρόπο περιβαλλοντικής συμπεριφοράς τους και στην καθημερινή τους ζωή. Τα οφέλη αυτά είναι τα πλέον σημαντικά, καθώς μόνο με αλλαγή της νοοτροπίας και των καθημερινών πρακτικών του καθενός στην προσωπική του ζωή μπορούν να επιτευχθούν οι στόχοι της προστασίας του περιβάλλοντος.

Τα προαναφερθέντα σημαντικότερα οφέλη θεωρούμε ότι είναι αρκετά σημαντικά για να τα προσπεράσει κάποιος. Έτσι πιστεύουμε ότι η εφαρμογή περιβαλλοντικών δράσεων και δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας είναι μονόδρομος για όλα τα ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα και τους δημόσιους οργανισμούς όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και παγκοσμίως.



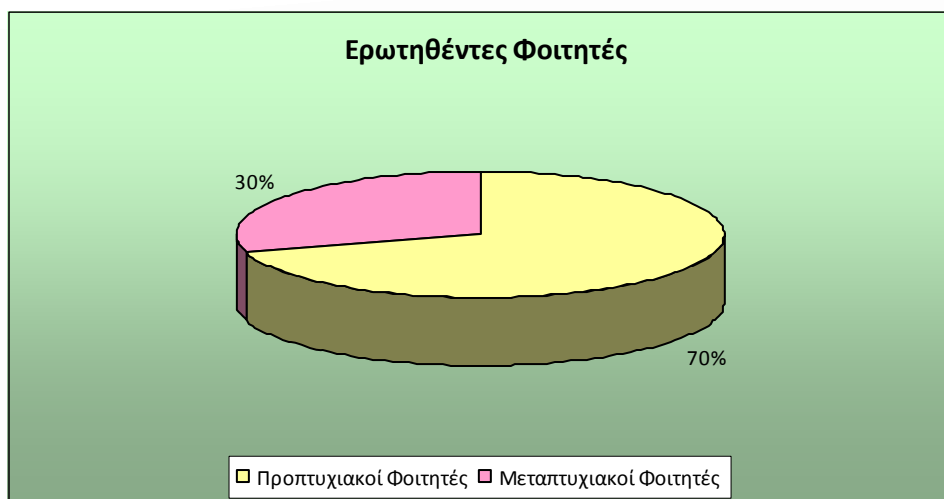


# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## Π.1.Το Ερωτηματολόγιο

Παρακάτω παραθέτουμε το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήσαμε στην έρευνα που διενεργήσαμε προκειμένου να εξακριβώσουμε τις τάσεις συμμετοχής των φοιτητών στις εφαρμοζόμενες περιβαλλοντικές δράσεις στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς. Τα ερωτηματολόγια απαντήθηκαν από 182 φοιτητές εκ των οποίων οι 128 είναι προπτυχιακοί ενώ οι 54 είναι μεταπτυχιακοί, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα Π1.

Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει ερωτήσεις για τις προθέσεις των φοιτητών να συμμετάσχουν δυνητικά σε ένα πιθανό πρόγραμμα ανακύκλωσης στο πανεπιστήμιο καθώς και ερωτήσεις για να αποσαφηνιστεί η τάση των φοιτητών όσον αφορά την συμβολή τους στην εφαρμογή πρακτικών εξοικονόμησης ενέργειας στο πανεπιστήμιο. Συγκεκριμένα, οι πέντε πρώτες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου αφορούν τις δράσεις ανακύκλωσης. Οι φοιτητές ρωτήθηκαν για το «ρόλο» που κατέχει η ανακύκλωση στη ζωή τους καθώς και εάν δεν κατέχει κάποιο ιδιαίτερο ρόλο, για ποιο λόγο συμβαίνει αυτό. Επιπλέον, οι φοιτητές ερωτήθηκαν για την αναγκαιότητα εφαρμογής ενός προγράμματος ανακύκλωσης στο πανεπιστήμιο, για την πιθανή συμμετοχή τους σε αυτό καθώς και για τα υλικά που θα ανακύκλωναν σε περίπτωση συμμετοχής αυτών. Οι επόμενες πέντε ερωτήσεις αφορούν το βαθμό ευαισθητοποίησης των φοιτητών όσον αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας. Οι πρώτες ερωτήσεις αφορούν το βαθμό της γνώσης που έχουν οι φοιτητές για τις δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και για το ποσοστό εφαρμογής αυτών στην ιδιωτική τους ζωή. Στη συνέχεια επιχειρήσαμε να μάθουμε μέσω των καθημερινών «συνηθειών» των φοιτητών το ποσοστό αυτών που είτε συνειδητά είτε «μηχανικά» συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας ή στην κατασπατάλησή της. Οι επόμενες ερωτήσεις αναδεικνύουν το ενδιαφέρον των φοιτητών για τη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας στο πανεπιστήμιο καθώς και τις δράσεις που θα ήταν πρόθυμοι να εφαρμόσουν για να επιτευχθεί αυτό. Τέλος, το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει και μία ερώτηση που φανερώνει τις προθέσεις των φοιτητών όσον αφορά τη συμμετοχή τους σε «Πράσινες Εκδηλώσεις», όπως ο εορτασμός της παγκόσμιας μέρας του περιβάλλοντος, σεμινάρια κ.α., που μελλοντικά θα μπορούσαν να λάβουν χώρα στο πανεπιστήμιο.



Διάγραμμα Π1: Ερωτηθέντες φοιτητές.



**ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ  
ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ  
& ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ  
ΤΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΠΕΙΡΑΙΩΣ**

Παρακαλούμε πολύ συμπληρώστε με χαρά το παρακάτω ερωτηματολόγιο. Η συνεισφορά σας στην έρευνα μας θα είναι πολύτιμη.

Ιδιότητα στο Πανεπιστήμιο:  Προπτυχιακός Φοιτητής  
 Μεταπτυχιακός Φοιτητής

1) Πραγματοποιείτε στην ιδιωτική σας ζωή (κατοικία) δράσεις που αφορούν την ανακύκλωση υλικών;

Καθόλου  Λίγο  Πολύ

2) Αν όχι, για ποιο λόγο συμβαίνει αυτό;

- Δεν με ενδιαφέρει  
 Δεν το είχα σκεφτεί  
 Δεν υπάρχει στην περιοχή μου ανάλογη υποδομή

3) Θεωρείτε ότι στο πανεπιστήμιό μας θα έπρεπε να πραγματοποιείται κάποιο πρόγραμμα ανακύκλωσης;

Όχι  Ναι

4) Θα συμμετείχατε σε ένα τέτοιο πρόγραμμα στο πανεπιστήμιό μας;

Καθόλου  Λίγο  Πολύ

5) Ποια υλικά πιστεύετε ότι θα μπορούσατε να ανακυκλώσετε;

- Χαρτί  Γυαλί  Αλουμίνιο  
 Πλαστικό  Μπαταρίες  ΗΛ./ Συσσκευές

6) Γνωρίζετε πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας (σβήσιμο φωτιστικών, χρησιμοποίηση λαμπών φθορισμού κλπ);

Ναι  Όχι  Λίγο

7) Τις χρησιμοποιείτε στο σπίτι σας;

Καθόλου

Λίγο

Πολύ

8) Τι από τα παρακάτω κάνετε σήμερα στο πανεπιστήμιο;

- Ανεβαίνω με το ασανσέρ σε όλους τους ορόφους.(προσφέρει ξεκούραση!)
- Ανεβαίνω στον 1<sup>ο</sup> και στον 2<sup>ο</sup> όροφο με τα πόδια.
- Αφήνω τον Η/Υ ανοιχτό μετά το εργαστήριο.
- Πάντα θυμάμαι να σβήσω τον Η/Υ πριν φύγω από το εργαστήριο.
- Δεν σβήνω τα φώτα στα αμφιθέατρα μετά το τέλος των μαθημάτων (Τζάμπα είναι...)
- Σβήνω τα φώτα στα αμφιθέατρα όταν έχει λιακάδα και όταν φεύγω από το μάθημα.

9) Αν σας λέγανε ότι το πανεπιστήμιό μας είναι πολύ ρυπογόνο για το περιβάλλον θα προσπαθούσατε να μειώσετε την κατανάλωση ενέργειας;

Δεν με νοιάζει

Εννοείται

10) Ποιο ή ποια από τα παρακάτω θα κάνατε με ευχαρίστηση;

- Λιγότερη χρήση του ασανσέρ (αλλά περισσότερη σωματική καταπόνηση!).
- Σβήσιμο των φώτων στις αίθουσες διδασκαλίας όταν έχει ήλιο ή όταν τελειώνει το μάθημα.
- Σβήσιμο του Η/Υ μετά το εργαστήριο.
- Όλα τα παραπάνω.

11) Θα συμμετείχατε σε εκδηλώσεις εορτασμού της Παγκόσμιας Μέρας του Περιβάλλοντος, σε εκδρομές με θέμα το περιβάλλον, σεμινάρια και ανοιχτές συζητήσεις; (Δεν θα έχει διάβασμα...)

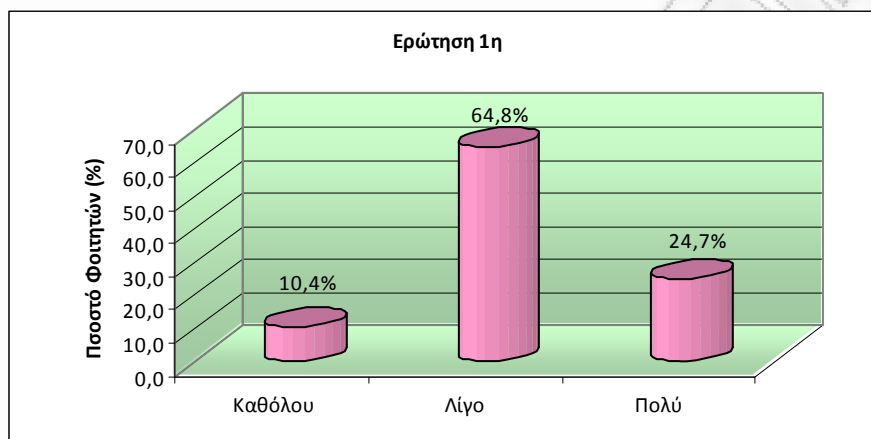
Δεν με νοιάζει

Από υποχρέωση

Με χαρά

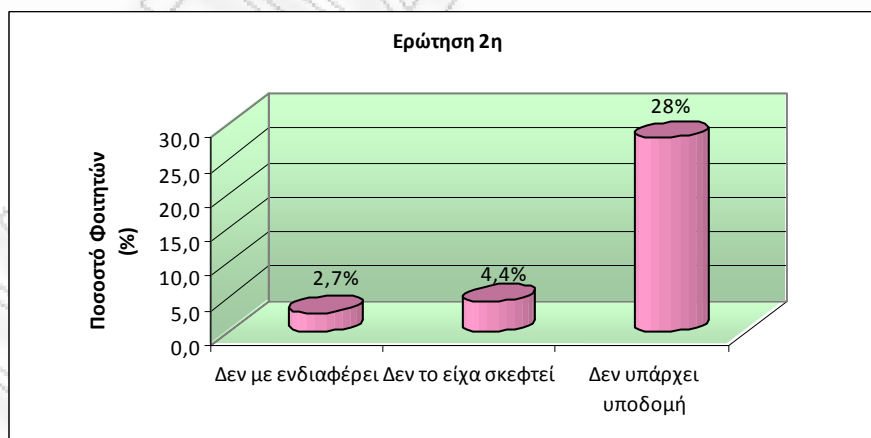
## Π.2. Αποτελέσματα

Στην ερώτηση αν οι φοιτητές πραγματοποιούν στην ιδιωτική τους ζωή δράσεις που αφορούν την ανακύκλωση υλικών το 10,4 % απάντησε αρνητικά, το 64,8 % ανακυκλώνει σε μικρό βαθμό ενώ το 24,7 % σε μεγάλο βαθμό. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο διάγραμμα Π2.



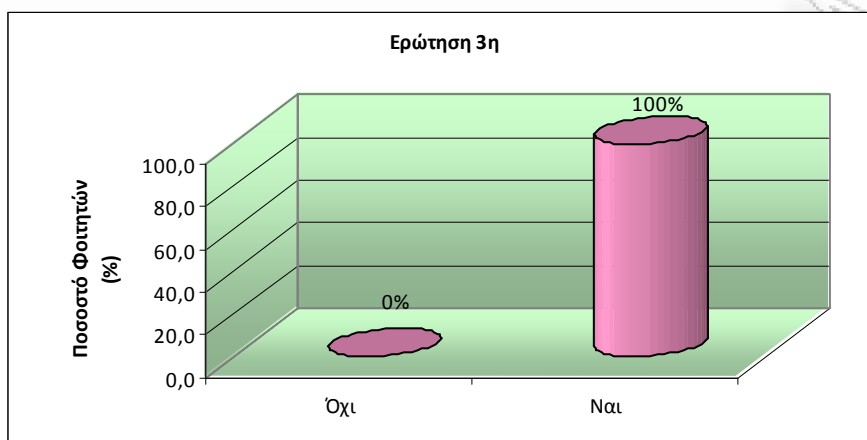
**Διάγραμμα Π2: Πραγματοποίηση δράσεων ανακύκλωσης στη προσωπική ζωή των φοιτητών.**

Στην ερώτηση για το λόγο μη πραγματοποίησης δράσεων ανακύκλωσης στην ιδιωτική ζωή των φοιτητών το 2,7 % απάντησε ότι δεν ενδιαφέρονται, το 4,4 % πως δεν το είχαν σκεφτεί ενώ το 28 % λόγω έλλειψης υποδομής στην περιοχή τους (βλέπε διάγραμμα Π3).



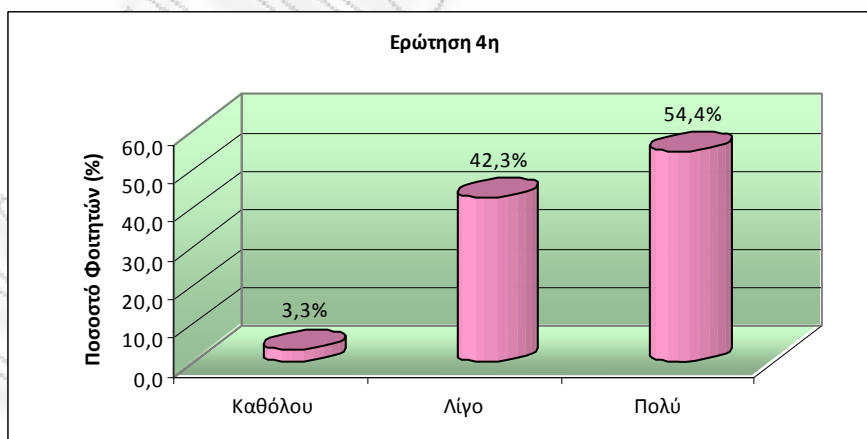
**Διάγραμμα Π3: Λόγος μη πραγματοποίησης δράσεων ανακύκλωσης.**

Στην επόμενη ερώτηση που αφορά την αναγκαιότητα εφαρμογής ενός προγράμματος ανακύκλωσης στο πανεπιστήμιο όλοι οι φοιτητές απάντησαν θετικά (διάγραμμα Π4).



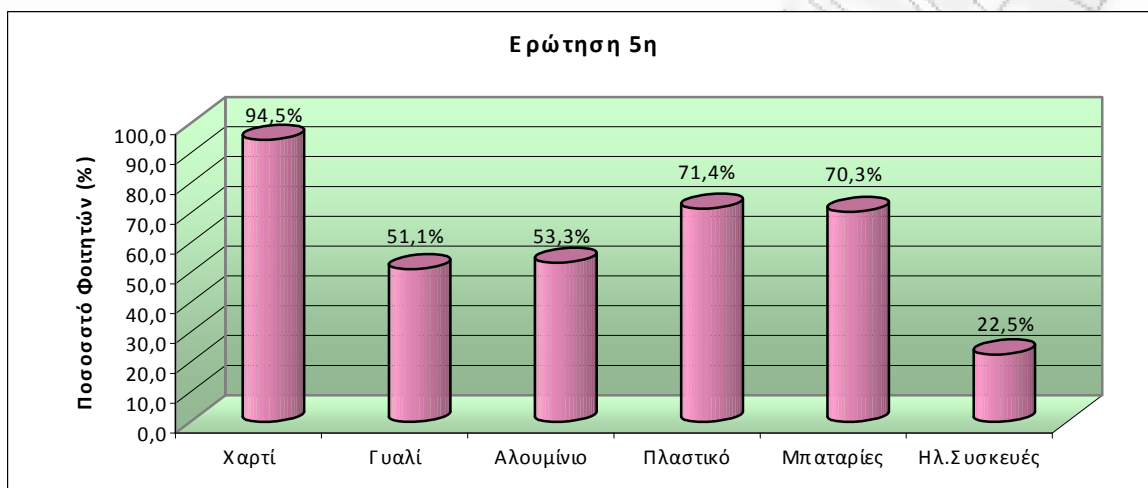
**Διάγραμμα Π4: Αναγκαιότητα πραγματοποίησης προγράμματος ανακύκλωσης στο πανεπιστήμιο.**

Η τέταρτη ερώτηση αφορά τη πιθανή συμμετοχή των φοιτητών σε ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης του πανεπιστημίου. Παρατηρήσαμε πως το 3,3 % δεν θα συμμετείχε, το 42,3 % θα συμμετείχε σε μικρό βαθμό ενώ το 54,4 % θα είχε μεγάλη συμμετοχή (βλέπε διάγραμμα Π5). Από τα ποσοστά αυτά διακρίνουμε το μεγάλο βαθμό ευαισθητοποίησης των φοιτητών όσον αφορά τη συμμετοχή τους σε ένα πρόγραμμα ανακύκλωσης στο πανεπιστήμιο.



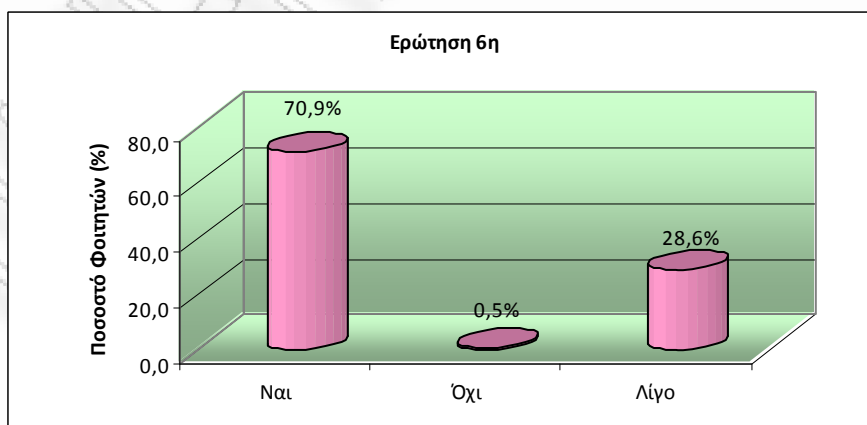
**Διάγραμμα Π5: Συμμετοχή φοιτητών σε πρόγραμμα ανακύκλωσης του πανεπιστημίου.**

Στην επόμενη ερώτηση οι φοιτητές απάντησαν για το είδος των υλικών που θα ανακύκλωναν στο πανεπιστήμιο. Όπως διακρίνουμε από το διάγραμμα Π6 οι φοιτητές θα ανακύκλωναν τα εξής υλικά: 94,5 % χαρτί, 51,1 % γυαλί, 53,3 % αλουμίνιο, 71,4 % πλαστικό, 70,3 % ηλεκτρικές στήλες και 22,5 % ηλεκτρονικές συσκευές. Τα ποσοστά αυτά μπορούν να φανούν χρήσιμα όσον αφορά την επιλογή των υλικών προς ανακύκλωση σε περίπτωση εφαρμογής ενός τέτοιου προγράμματος στο πανεπιστήμιο.



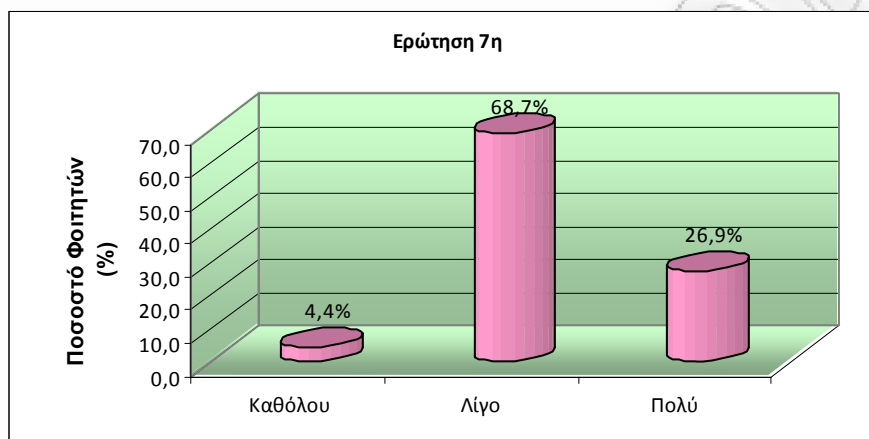
**Διάγραμμα Π6: Υλικά ανακύκλωσης από τους φοιτητές.**

Στην έκτη ερώτηση οι φοιτητές μας ενημέρωσαν για το βαθμό γνώσης που έχουν για τις πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας. Όπως παρατηρούμε και από το διάγραμμα Π7, το 70,9 % των φοιτητών είναι γνώστες των πρακτικών αυτών, το 28,6 % γνωρίζει λίγο για τέτοιου είδους δράσεις ενώ μόλις το 0,5 % είναι ανενημέρωτο.



**Διάγραμμα Π7: Γνώση πρακτικών εξοικονόμησης ενέργειας.**

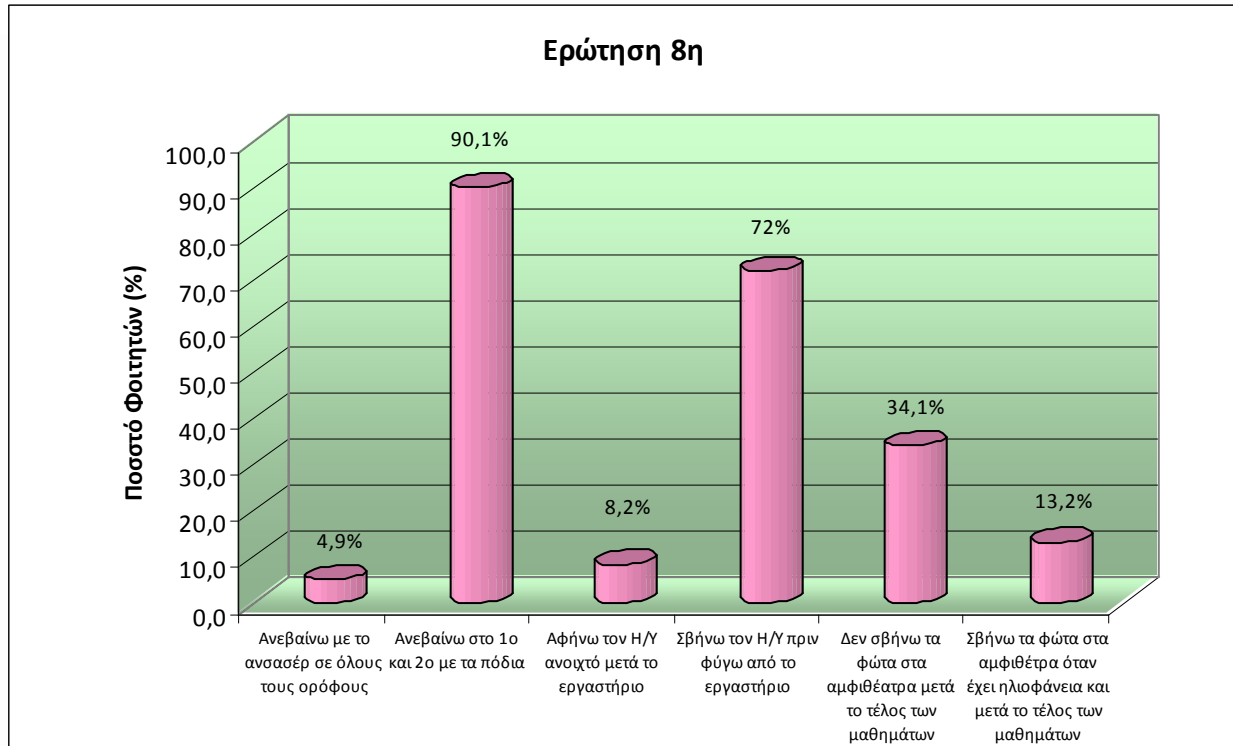
Παρόλο που από την προηγούμενη ερώτηση παρατηρήσαμε πως το συντριπτικό ποσοστό των φοιτητών γνωρίζει σε μεγάλο βαθμό πρακτικές εξοικονόμησης ενέργειας μόνο το 26,9 % τις εφαρμόζει σε ευρεία κλίμακα στην κατοικία του. Το 68,7 % των φοιτητών εφαρμόζει αυτές τις δράσεις σε μικρότερο βαθμό ενώ μόλις το 4,4 % δεν τις εφαρμόζει καθόλου. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζονται στο διάγραμμα Π8.



**Διάγραμμα Π8: Εφαρμογή πρακτικών εξοικονόμησης ενέργειας στην ιδιωτική ζωή των φοιτητών.**

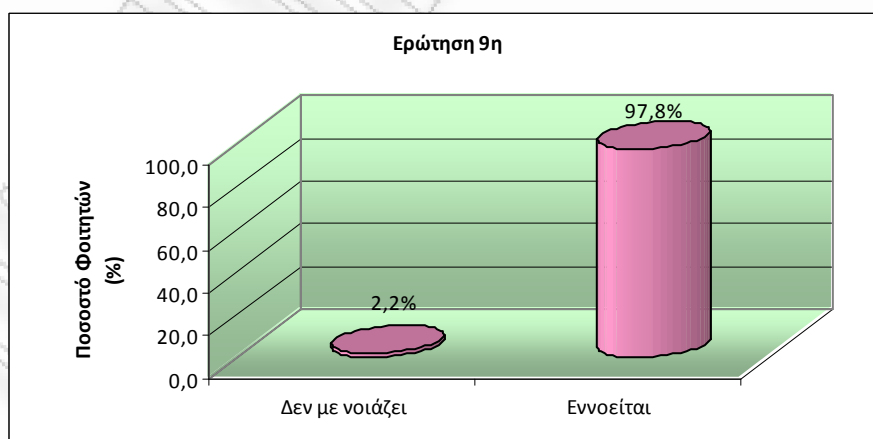
Η όγδοη ερώτηση αφορούσε τις καθημερινές «συνήθειες» των φοιτητών στο πανεπιστήμιο. Σκοπός αυτής της ερώτησης ήταν να καταγράψουμε ποιες ενέργειες πραγματοποιούν οι φοιτητές στο πανεπιστήμιο, είτε συνειδητά είτε «μηχανικά», οι οποίες μπορεί να είναι ζημιογόνες ή ευεργετικές σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας. Συγκεκριμένα, όπως φαίνεται στο διάγραμμα Π9, το 4,9 % των φοιτητών χρησιμοποιεί τους ανελκυστήρες του πανεπιστημίου για να μεταβεί σε όλους τους ορόφους, ενώ το 90,1 % απάντησε πως δεν χρησιμοποιεί τους ανελκυστήρες για την ανάβαση στους δύο πρώτους ορόφους του πανεπιστημίου. Το 8,2 % των φοιτητών μας ενημέρωσε πως δεν απενεργοποιεί τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές μετά την περάτωση των εργαστηρίων, ενώ το 72 % πράττει ακριβώς το αντίθετο. Τέλος, το 34,1 % καθημερινά δεν σβήνει τα φώτα των αμφιθεάτρων μετά το τέλος των μαθημάτων, ενώ το 13,2 % των φοιτητών πράττει το αντίθετο. Αυτά τα αποτελέσματα μας δείχνουν πως οι φοιτητές ενεργούν, καθημερινά, τόσο προς όφελος της μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας όσο και προς την κατασπατάλησή της.





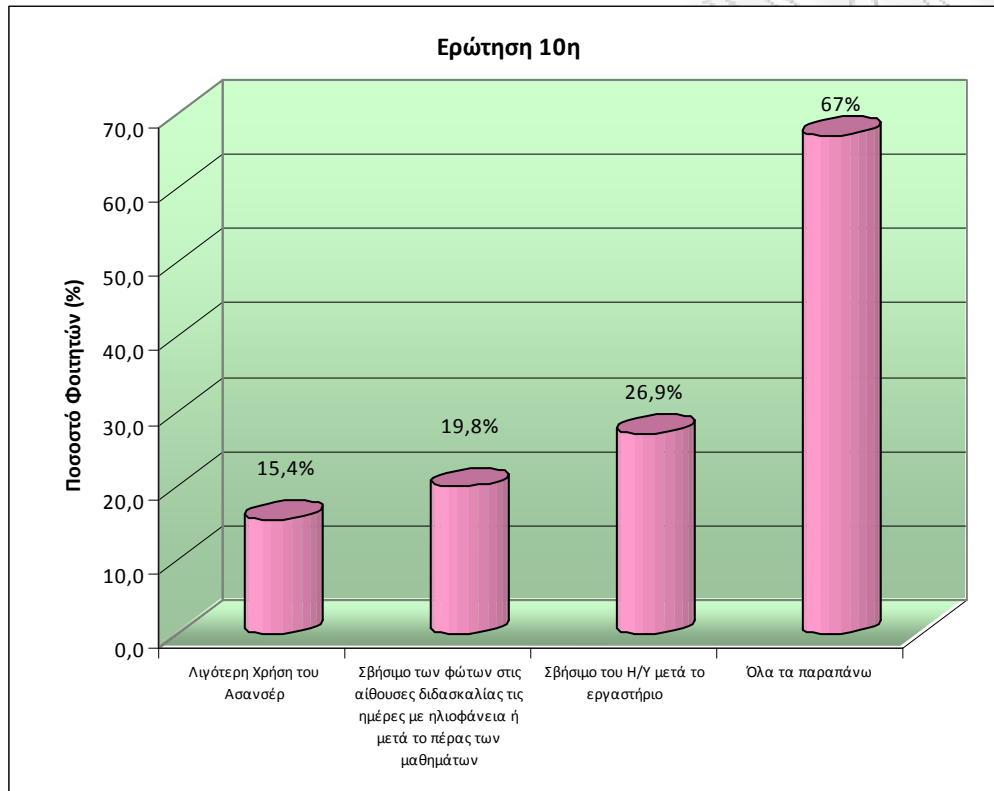
**Διάγραμμα Π9: Σχετιζόμενες με την εξοικονόμηση ενέργειας συνήθειες των φοιτητών.**

Η ένατη ερώτηση φανερώνει την ευαισθητοποίηση των φοιτητών όσον αφορά την πιθανή συμμετοχή τους σε δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο πανεπιστήμιο. Από το επόμενο διάγραμμα διακρίνουμε ότι το 97,8 % των φοιτητών ενδιαφέρεται για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας ενώ μόνο το 2,2 % απάντησε αρνητικά.



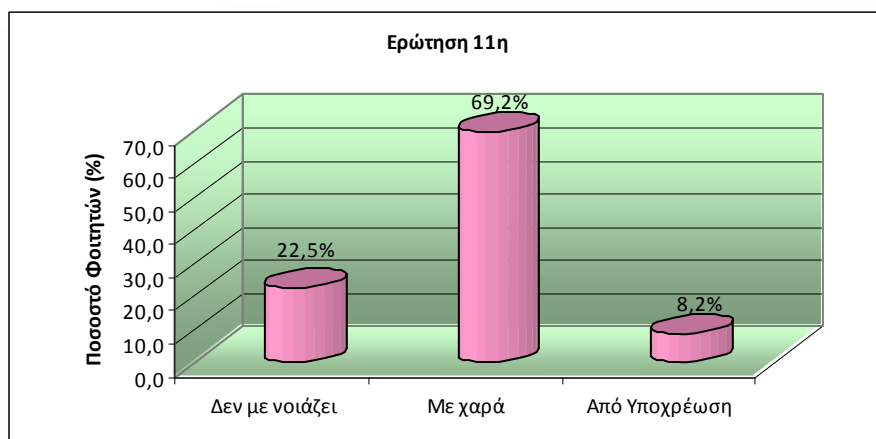
**Διάγραμμα Π10: Συμμετοχή φοιτητών σε προσπάθειες μείωσης της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στο πανεπιστήμιο.**

Στην επόμενη ερώτηση οι φοιτητές απάντησαν για τις δράσεις που θα εφήρμοζαν, στο πανεπιστήμιο, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας. Από το παρακάτω διάγραμμα παρατηρούμε πως το 15,4 % θα έκανε λιγότερη χρήση των ανεκυστήρων, το 19,8 % θα απενεργοποιούσε τα φώτα των αμφιθεάτρων τις ημέρες με ηλιοφάνεια ή μετά τη περάτωση των μαθημάτων, το 26,9 % θα απενεργοποιούσε τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές των εργαστηρίων και το 67 % θα έπραττε όλες τις προαναφερθείσες ενέργειες.



**Διάγραμμα Π11: Δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας που θα πραγματοποιούσαν οι φοιτητές.**

Η τελευταία ερώτηση αφορούσε την πιθανή συμμετοχή των φοιτητών σε «Πράσινες Εκδηλώσεις», όπως ο εορτασμός της παγκόσμιας μέρας του περιβάλλοντος, σεμινάρια, εκδρομές με περιβαλλοντικό χαρακτήρα κ.α. Οι απαντήσεις των φοιτητών είναι ενθαρρυντικές (βλέπε διάγραμμα Π12) μιας και το 69,2 % θα συμμετείχε με ευχαρίστηση, μόλις το 8,2 % από υποχρέωση ενώ το 22,5 %, μας δήλωσε, ότι δεν ενδιαφέρεται καθόλου για τέτοιου είδους εκδηλώσεις.



Διάγραμμα Π12: Συμμετοχή φοιτητών σε «Πράσινες Εκδηλώσεις»



## Βιβλιογραφία

- [1] Aaron, S., Allen, *“Greening the Campus, Institutional Environmental Change at Tulane University”*, 1999.
- [2] Di Stefano, J., *“Energy Efficiency and the Environment: The Potential for Energy Efficient Lighting to Save Energy and Reduce Carbon Dioxide Emissions at Melbourne University, Australia”*, 2000.
- [3] Energy Star, *“Guide to an Energy – Smart Office”*, 2005.
- [4] Levy, J.I., Dilwali, K.M, *“Economic Incentives for Sustainable Consumption at a large University: Past Performance and Future Consideration”*, International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 1, No.3, pp 252-256, 2000.
- [5] Noeke,J., *“Environmental management systems for universities, A case study”*, International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 1, No. 3, pp. 237-251, 2000.
- [6] Simpon, W., *“The University at Buffalo’s Green Computing Guide”*, University at Buffalo 2000.
- [7] United States Agency for International Development Office of Energy, Environment and Technology, *“Best Practices Guide: Economic and Financial Evaluation of Energy Efficiency Projects and Programms”*.
- [8] United States Department of Energy, *“School Operations and Maintenance: Best Practices for Controlling Energy Costs”*, 2004.
- [9] World Commission On Enviroment and Development, *“Our Common Future”*, Oxford University Press, Oxford 1987.
- [10] Εμίρης, Μ.Δ., *“Οδηγός Βασικών Γνώσεων στη Διοίκηση Έργων”*, 2006
- [11] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *“Πράσινη Βίβλος για την Ενεργειακή Απόδοση”*, 2005.
- [12] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *“Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Green Building: Οδηγίες για την Ενεργειακή Διαχείριση”*, 2005.
- [13] Ευρωπαϊκή Επιτροπή, *“Το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Life: Αναλυτικός Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας για την Προστασία του Περιβάλλοντος”*, 2004.
- [14] Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, *“Οδηγία 2003/87/ΕΚ σχετικά με τη Θέσπιση Συστήματος Εμπορίας Δικαιωμάτων Εκπομπής Αερίων του Θερμοκηπίου εντός της Κοινότητας και την Τροποποίηση της Οδηγίας 96/61/ΕΚ του Συμβουλίου”*, 2003.
- [15] Λύτρας, Κ., *“Οδηγός Ενεργειακής Διαχείρισης στα Κτίρια”*, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Αθήνα 1996.

- [16] Πανεπιστήμιο Μακεδονίας Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών, “Μελέτη Κόστους – Οφέλους Εφαρμογής Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης Πανεπιστημίου Μακεδονίας”, 2005.
- [17] Πανεπιστήμιο Μακεδονίας Οικονομικών και Κοινωνικών Επιστημών, “Οδηγός Εφαρμογής Συστήματος Περιβαλλοντικής Διαχείρισης EMAS”, 2005.
- [18] Σιούλας, Κ., “Οδηγός Εφαρμογής του Συστήματος Εμπορίου Δικαιωμάτων Εκπομπών στην Ελλάδα”, Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Αθήνα 2005.
- [19] Υπουργείο Ανάπτυξης, “Οδηγός Ενεργειακών Επενδύσεων”, Αθήνα 2005.
- [20] Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων, “Δημόσια Κτίρια για μια Αειφόρο Ανάπτυξη, Οδηγός Εφαρμογής της ΚΥΑ 21475/1/707 για τη Βελτίωση της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων”.
- [21] GreenPeace, “Πράσινη Κατανάλωση, ένας Οδηγός από την Green Peace”.

## Ηλεκτρονικές Διευθύνσεις

- [1] Analysis of EU CO<sub>2</sub> Market, <http://www.co2prices.eu/>
- [2] Energy Star, <http://www.energystar.gov/>
- [3] GreenPeace, <http://www.greenpeace.org/greece/>
- [4] The State University of New York at Buffalo, <http://wings.buffalo.edu/ubgreen/index.htm>
- [5] The University of Technology Sydney, <http://www.green.uts.edu.au/initiatives/energy/index.html>
- [6] Tufts University, Tufts Climate Initiative, <http://www.tufts.edu/tie/tci/index.htm>
- [7] Tulane University, Office of Environmental Affairs, <http://www.tulane.edu/~eaffairs/index.html>
- [8] United States Department of Energy, <http://www.doe.gov/>
- [9] United States Department of Energy – Energy Efficiency and Renewable Energy, <http://www.eere.energy.gov/>
- [10] United States Protection Agency, <http://www.epa.gov/>
- [11] University of Helsinki, <http://www.helsinki.fi/en/index.html>
- [12] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, <http://www.cres.gr/kape/index.htm>
- [13] Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης Πανεπιστημίου Μακεδονίας, <http://www.greenuniversity.gr/gr/>
- [14] Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, <http://www.rae.gr/>

[15] Υπουργείο Ανάπτυξης, [http://www.ypan.gr/index\\_c cms.htm](http://www.ypan.gr/index_c cms.htm)

[16] Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας & Δημόσιων Έργων, <http://www.minenv.gr/>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΡΠΑ