



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

**Ενεργειακή Επιθεώρηση στο κτίριο Θεοχάρη της  
Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Τρίχας Χαράλαμπος**

**Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς**

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Νοέμβριος 2011





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

## Ενεργειακή Επιθεώρηση στο κτίριο Θεοχάρη της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου

### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τρίχας Χαράλαμπος

**Επιβλέπων : Ιωάννης Ψαρράς**

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 9<sup>η</sup> Νοεμβρίου 2011.

.....

Ιωάννης Ψαρράς

.....

Δημήτριος Ασκούνης

.....

Βασίλειος Ασημακόπουλος

Αθήνα, Νοέμβριος 2011

.....

Τρίχας Χαράλαμπος

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

Copyright © ΤΡΙΧΑΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ, 2011

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

## Περίληψη

Η ραγδαία αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης παγκοσμίως είναι ένα αρνητικό φαινόμενο που εξελίσσεται με ταχυτάτους ρυθμούς τα τελευταίες δεκαετίες και που οι σύγχρονες κοινωνίες έχουν κληθεί να αντιμετωπίσουν. Ειδικότερα ο κτιριακός τομέας εκτιμάται πως είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε ευρωπαϊκό αλλά και εθνικό επίπεδο συνεισφέροντας έτσι στην επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με εκπομπές ρύπων.

Για την εξασφάλιση εξοικονόμησης ενέργειας, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει προβεί σε ενέργειες και πρωτοβουλίες για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, όπως η Οδηγία 2002/91/EK, σύμφωνα με την οποία είναι απαραίτητη η εφαρμογή των αρχών του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων. Στην Ελλάδα η νομοθεσία εναρμονίζεται με την οδηγία της Ε.Ε μέσω Κανονισμού Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ. - Ν3661/2008). Με τον νόμο αυτό καθορίζεται η επίσημη διαδικασία για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων στην Ελλάδα. Η ενεργειακή επιθεώρηση είναι μία συστηματική διαδικασία με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας τόσο στον κτιριακό τομέα όσο και στη βιομηχανία και αφορά όλες τις ενεργειακές τεχνολογίες.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελείται από δυο μέρη. Το πρώτο μέρος, που είναι κατά βάση βιβλιογραφικό, αφορά το πρόγραμμα επιδότησης του Υ.ΠΕ.Κ.Α. για εγκατάσταση Φ/Β στις στέγες των κτιρίων από ιδιώτες και μικρές επιχειρήσεις. Το δεύτερο μέρος και κυριότερο κομμάτι της διπλωματικής αφορά την διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης σε κτίριο του τριτογενούς τομέα και συγκεκριμένα στο κτίριο Θεοχάρη του Ε.Μ.Π.. Έγινε αναλυτική καταγραφή των ηλεκτρικών καταναλώσεων στους χώρους του κτιρίου, μελετήθηκε η θερμομονωτική επάρκεια του κτιρίου και χρησιμοποιήθηκαν πλήθος από όργανα μέτρησης όπως η θερμοκάμερα, ο αναλυτής καυσαερίων και ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας για την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Τέλος η ενεργειακή μελέτη του κτιρίου ολοκληρώθηκε με την πρόταση δράσεων ενεργειακής βελτίωσης οι οποίες και αξιολογήθηκαν οικονομοτεχνικά.

### Λέξεις Κλειδιά:

Ενεργειακή επιθεώρηση, Εξοικονόμηση ενέργειας, Θερμογραφία, Αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας, Συντελεστής Θερμοπερατότητας, Αναλυτής Καυσαερίων, Φωτοβολταϊκά στις στέγες

## **Abstract**

The rapid increase in energy consumption worldwide is a negative phenomenon that is evolving rapidly in the recent decades and that modern societies have been invited to address. In particular, the building sector is estimated to be responsible for 40% of total energy consumption both at European and national level, thus contributing to the burden of the air emissions.

To ensure savings, the European Union has taken steps and initiatives to improve energy efficiency in buildings, such as Directive 2002/91/EC, whereby it is necessary to apply the principles of energy design of buildings. In Greece, the law that harmonizes with the line of the directive by the EU is the Energy Efficiency Building Regulation (K.EN.A.K. – Law3661/2008). This law defines the formal procedure for the energy audit of buildings in Greece. The energy audit is a systematic process aimed at saving energy both in buildings and industry and for all energy technologies.

This thesis consists of two parts. The first part, which is basically bibliography, has to do with the subsidy program of the Y.PE.K.A. ministry for installation of P/V on the roofs of buildings by individuals and small businesses. The second and main part of the thesis conduct energy audit in a building of the tertiary sector and in particular in the building Theohari of NTUA. A detailed recording of electrical consumption on the premises of the building took place, a study for the thermal efficiency of the building and several instruments were used such as Thermal exhaust gas analyzer and the electricity analyzer to make useful conclusions on the energy performance of the building. Finally, the energy study of the building was completed with proposed and evaluated economically actions to improve the energy efficiency of the building.

### **Keywords:**

Energy audit, Energy saving, Thermography, Power analyzer, U-Value, Gas analyzer, Photovoltaic's on rooftops

## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στον τομέα Ηλεκτρικών και Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Υπεύθυνος κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας ήταν ο Καθηγητής κ. Ιωάννης Ψαρράς, τον οποίο ευχαριστώ για την ανάθεση αυτής και την δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στους επιβλέποντες της διπλωματικής, διδάκτορα Ε.Μ.Π. Αλεξάνδρα Παπαδοπούλου και στον υποψήφιο διδάκτορα Βαγγέλη Μαρινάκη, για την καθοδήγηση και υποστήριξη που μου παρείχαν. Οι υποδείξεις και οι συμβουλές τους υπήρξαν απαραίτητες για την επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

Ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω επίσης και στον κ. Παντελή Ανδρουλιδάκη από την Πολυδύναμη Μονάδα των Σ.Ε.Μ.Φ.Ε. για τις πληροφορίες που μου παρείχε κατά την διάρκεια της εκπόνησης αυτής της διπλωματικής σχετικά με το κτίριο Θεοχάρη.

Αφιερώνω τη διπλωματική αυτή στους γονείς μου και θα ήθελα να τους ευχαριστήσω, για τη συνεχή υποστήριξη τους κατά την διάρκεια της φοίτησης μου στο Ε.Μ.Π. χωρίς την οποία δεν θα ήταν εφικτή η ολοκλήρωση των σπουδών μου στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.



## *Περιεχόμενα*

<b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή .....</b>	<b>11</b>
1.1 Αντικείμενο – Σκοπός .....	13
1.2 Φάσεις Υλοποίησης .....	14
1.3 Οργάνωση Τόμου .....	15
<b>Κεφάλαιο 2: Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε Κτιριακές Εγκαταστάσεις .....</b>	<b>17</b>
2.1 Εισαγωγή.....	19
2.2 Ισχύον Νομοθετικό Πλαίσιο .....	19
2.3 Σκοπός – Πεδίο εφαρμογής .....	20
2.4 Προϋποθέσεις ένταξης στο Πρόγραμμα .....	24
2.5 Συμβάσεις .....	25
2.6 Εγκατάσταση και λειτουργία Φωτοβολταϊκού Συστήματος – Σύνδεση με το Δίκτυο .....	26
2.7 Φορολογική Αντιμετώπιση .....	29
2.8 Πολεοδομική αντιμετώπιση .....	29
2.9 Χαρακτηριστικά χώρου εγκατάστασης.....	31
2.10 Στατική επάρκεια της στέγης – Μόνωση οροφής – Υπερθέρμανση ταράτσας.....	32
2.11 Φωτοβολταϊκό & Πράσινη στέγη .....	33
2.12 Απαιτούμενος εξοπλισμός.....	34
2.13 Τύποι Φ/Β που χρησιμοποιούνται σε κτίρια.....	35
2.14 Παραγόμενη ενέργεια φωτοβολταϊκού .....	36
2.15 Κόστος εγκατάστασης – Δυνατότητες χρηματοδότησης – Παραδείγματα εφαρμογών .....	37
2.16 Στατιστικά στοιχεία.....	44
2.17 Περιβαλλοντικό όφελος.....	44
<b>Κεφάλαιο 3: Ενεργειακή επιθεώρηση .....</b>	<b>45</b>
3.1 Περιγραφή Κτιριακής εγκατάστασης .....	47
3.1.1 Γενικές πληροφορίες.....	47
3.1.2 Κατανομή Χώρων του κτιρίου .....	49
3.1.3 Επεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στο κτίριο-Δράσεις ΑΠΕ/ΕΞΕΝ.....	53
3.2 Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου Θεοχάρη .....	55

3.2.1 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα φορτία φωτισμού .....	57
3.2.2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη.....	60
3.2.3 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση.....	63
3.2.4 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών .....	64
3.2.5 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των υπολοίπων ηλεκτρικών συσκευών (οικιακές και λεύκες συσκευές) .....	70
3.2.6 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των ανεκυστήρων .....	71
3.2.7 Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου Θεοχάρη.....	73
3.2.8 Δείκτης ηλεκτρικής κατανάλωσης του κτιρίου Θεοχάρη.....	75
3.3 Ενεργειακή κατανάλωση πτέρυγας Εργαστηρίου Οδοποιίας.....	76
3.4 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου Θεοχάρη .....	78
3.4.1 Εισαγωγή, Βασικές έννοιες και σχέσεις .....	78
3.4.2 Μεθοδολογία Υπολογισμού.....	82
<b>Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα μετρήσεων με καταγραφικό εξοπλισμό .....</b>	<b>101</b>
4.1 Ηλεκτρονικός Αναλυτής Καυσαερίων.....	103
4.1.1 Εισαγωγή στην ανάλυση καυσαερίων .....	103
4.1.2 Μετρήσεις με τον αναλυτή καυσαερίων στους λέβητες του κτιρίου Θεοχάρη ..	104
4.2 Αναλυτής Ηλεκτρικής ενέργειας.....	108
4.2.1 Όργανο μέτρησης.....	108
4.2.2 Γραφικές παραστάσεις από αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας.....	110
4.2.3 Μέτρηση με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας στην παροχή του Cluster .....	121
4.3 Θερμογράφηση κτιρίου .....	124
4.3.1 Εισαγωγή στην υπέρυθρη θερμογραφία.....	124
4.3.2 Παρουσίαση της θερμοκάμερας FLIR b50 .....	126
4.4 Άλλα όργανα μέτρησης.....	147
<b>Κεφάλαιο 5: Προτεινόμενες Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας.....</b>	<b>149</b>
5.1 Εισαγωγή.....	151
5.2 Κριτήρια οικονομικής αξιολόγησης.....	151
5.2.1 Καθαρή Παρούσα Αξία (Κ.Π.Α).....	151
5.2.2 Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Ε.Β.Α) .....	152
5.2.3 Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (Ε.Π.Α).....	152
5.3 Προτεινόμενες δράσεις ενεργειακής βελτίωσης .....	153
5.3.1 Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον φωτισμό.....	153

5.3.2 Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας από την αντικατάσταση των κουφωμάτων μονού υαλοπίνακα του κτιρίου .....	164
5.3.3 Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας από την θερμομόνωση του κελύφους.....	173
5.3.4 Πρόταση εγκατάστασης συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (B.E.M.S) .....	184
5.3.5 Πρόταση εγκατάστασης Φ/Β συστήματος στην οροφή του κτιρίου .....	187
5.4 Άλλες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας.....	192
5.5 Διαμόρφωση προτάσεων .....	193
<b>Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα και Προοπτικές .....</b>	<b>197</b>
6.1 Συμπεράσματα.....	199
6.2 Προοπτικές.....	201
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....</b>	<b>203</b>
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΚΑΤΟΨΕΙΣ ΤΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ .....	205
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΧΩΡΟΙ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ .....	210
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ.....	214
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	218
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ .....	226
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΓΙΑ ΨΥΞΗ .....	229
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ.....	233
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ .....	238
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ SERVERS.....	250
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΑ: Καταγραφή μηχανών και εργαστηριακού εξοπλισμού κτ. Θεοχάρη:.....	255
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΒ: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΤΗΝ ΠΤΕΡΥΓΑ ΕΡΓ. ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ.....	268
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>273</b>



# ***Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή***



## 1.1 Αντικείμενο – Σκοπός

Τα κτίρια αποτελούν ένα μεγάλο ενεργειακό καταναλωτή στις σύγχρονες κοινωνίες που ταυτοχρόνως, διαθέτει εξαιρετικές προοπτικές εξοικονόμησης ενέργειας. Με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών και αποτελεσματικών τεχνολογιών είναι δυνατή η επίτευξη σημαντικής βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων με αντίστοιχα περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη.

Ένα κτίριο καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του καταναλώνει ενέργεια για:

- Την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων
- Τη θέρμανση χώρων
- Την ψύξη χώρων
- Την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης

Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια αλλά και η υποκατάσταση συμβατικών πηγών ενέργειας με ανανεώσιμες πηγές συνεπάγεται:

- Μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος
- Οικονομικό όφελος για τους χρήστες των κτιρίων
- Μείωση της κατανάλωσης συμβατών καυσίμων τα οποία αποτελούν εξαντλήσιμους και εισαγόμενους φυσικούς πόρους

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια είναι η διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης σ' αυτά, δηλαδή η ενεργειακή διάγνωση ή ο ενεργειακός έλεγχός τους, που θα μας παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για την πιθανή ενεργειακή σπατάλη τους. Η ενεργειακή επιθεώρηση είναι όρος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας συστηματικής διαδικασίας καταγραφής και εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν, καθώς και των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτήριο ή κτιριακό συγκρότημα, με την υπόδειξη προτάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων.

Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι η διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης σε κτίριο του τριτογενούς τομέα και συγκεκριμένα στο κτίριο Θεοχάρη της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου.

Η ενεργειακή επιθεώρηση θα περιλαμβάνει:

- την αναλυτική καταγραφή των καταναλώσεων ενέργειας ανά είδος συσκευής/εξοπλισμού αλλά και ανά χώρο του κτιρίου
- υπολογισμό της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου
- εκτέλεση μετρήσεων με καταγραφικό εξοπλισμό
- υπέρυθρη θερμογράφηση του κτιρίου

- επεξεργασία των αποτελεσμάτων ενεργειακής κατανάλωσης και επαλήθευση τους από τις μετρήσεις με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας
- προσδιορισμός δράσεων ενεργειακής βελτίωσης του κτιρίου και αξιολόγηση της βιωσιμότητας τους με οικονομικούς δείκτες.

## 1.2 Φάσεις Υλοποίησης

Η διπλωματική εκπονήθηκε από τον Οκτώβριο του 2010 μέχρι τον Οκτώβριο του 2011 και ακολουθήθηκαν οι εξής φάσεις για την υλοποίηση της:

- **Φάση 1η:** Ανάλυση διπλωματικής και βιβλιογραφική μελέτη γενικά για την ενεργειακή επιθεώρηση και άλλων διπλωματικών με συναφή θέμα. Πρώτη επίσκεψη στο κτίριο.
- **Φάση 2η:** Επικοινωνία με τις τεχνικές υπηρεσίες του ΕΜΠ και την Πολυδύναμη μονάδα στην οποία ανήκει το κτίριο. Ενημέρωση για το κτίριο. Συγκέντρωση των αρχιτεκτονικών σχεδίων των κατόψεων όλων των ορόφων του κτιρίου και των χαρακτηριστικών επιφανειών κάθε χώρου.
- **Φάση 3η:** Αναζήτηση στο διαδίκτυο για το πρόγραμμα του Υ.ΠΕ.Κ.Α για τα Φ/Β στις στέγες οικιακών καταναλωτών ή μικρών επιχειρήσεων.
- **Φάση 4η:** Αναλυτική καταγραφή του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτιρίου. Καταγραφή φωτιστικών, κλιματιστικών, Η/Υ, ηλεκτρικών συσκευών κ.α.. Ερωτήσεις προς τους χρήστες για την εκτίμηση της διάρκειας φορτίου κάθε συσκευής. Διενέργεια μετρήσεων με καταγραφικό εξοπλισμό όπως αναλυτή ενέργειας, αναλυτή καυσαερίων, θερμοκάμερα.
- **Φάση 5η:** Επεξεργασία των στοιχείων που προέκυψαν από την καταγραφή και την επιθεώρηση. Υπολογισμοί δεικτών και εκτίμηση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου. Επαλήθευση με μετρήσεις από καταγραφικό εξοπλισμό.
- **Φάση 6η:** Αναζήτηση στη βιβλιογραφία και στο διαδίκτυο σχετικά με τις δυνατές δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε υφιστάμενα κτίρια. Για τις επιλέξιμες δράσεις έγινε εκτίμηση της δυνατότητας εφαρμογής τους στο κτίριο Θεοχάρη. Συλλογή στοιχείων για το κόστος κάθε επέμβασης ενεργειακής βελτίωσης.
- **Φάση 7η:** Αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας των επεμβάσεων με τρεις οικονομικούς δείκτες.
- **Φάση 8η:** Εξαγωγή συμπερασμάτων και προοπτικές.

### 1.3 Οργάνωση Τόμου

Το **Κεφάλαιο 1** αποτελεί την εισαγωγή της διπλωματικής εργασίας όπου εξηγείται το αντικείμενο που πραγματεύεται και ο σκοπός της.

Το **Κεφάλαιο 2** αποτελεί το θεωρητικό κομμάτι της διπλωματικής και έχει θέμα το πρόγραμμα επιδότησης από το Υ.ΠΕ.Κ.Α. για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στις στέγες από ιδιώτες και μικρές επιχειρήσεις. Μελετήθηκε το νομοθετικό πλαίσιο, οι προϋποθέσεις που πρέπει να ισχύουν, η διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί αλλά και φορολογικά ζητήματα.

Στο **Κεφάλαιο 3** παρουσιάζεται το κτίριο Θεοχάρη και σχηματίζεται το ενεργειακό προφίλ του. Περιγράφεται η κτιριακή εγκατάσταση και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ενεργειακής καταγραφής ανάλογα με το είδος χρήσης της ενέργειας και ανάλογα με τον όροφο του κτιρίου. Επίσης γίνεται έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου με βάση την ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 και υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου.

Στο **Κεφάλαιο 4** παρατίθενται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της ενεργειακής επιθεώρησης με καταγραφικό εξοπλισμό. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης καυσαερίων, της ανάλυσης ηλεκτρικής ενέργειας και επίσης τα αποτελέσματα της υπέρυθρης δερμογραφίας. Γίνεται έλεγχος των εκτιμήσεων των καταναλώσεων που έγιναν στο Κεφάλαιο 3 και επαλήθευση τους με τα αποτελέσματα του αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζονται δράσεις ενεργειακής βελτίωσης με διάφορες επενδύσεις και γίνεται οικονομική αξιολόγηση αυτών με τους οικονομικούς δείκτες της ΚΠΑ, του ΕΒΑ και της ΕΠΑ ώστε να ελεγχθεί ποιες από αυτές μπορούν να τεθούν σε εφαρμογή.

Το τελευταίο **Κεφάλαιο 6** αφιερώνεται στη συγκεντρωτική παρουσίαση των σημαντικότερων σημείων - συμπερασμάτων που προέκυψαν από την επιθεώρηση του κτιρίου σχετικά με την ενεργειακή του συμπεριφορά και τις περαιτέρω δυνατότητες για ενεργειακή βελτίωση.



***Κεφάλαιο 2: Ειδικό Πρόγραμμα  
Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών  
Συστημάτων σε Κτιριακές  
Εγκαταστάσεις***



## 2.1 Εισαγωγή

Η εκμετάλλευση του ηλιακού δυναμικού της χώρας, η στήριξη του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της μεγάλης διασποράς των φωτοβολταϊκών συστημάτων, η αντιμετώπιση της αιχμής της ζήτησης ενέργειας που εμφανίζεται το καλοκαίρι, λόγω της αυξημένης χρήσης των κλιματιστικών συστημάτων, και η συνδρομή στην επίτευξη του στόχου διείσδυσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην τελική κατανάλωση, σύμφωνα με την **Οδηγία 2001/77/ΕΚ ("Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας"** που προέβλεπε στο παράρτημα της για την Ελλάδα ενδεικτικό στόχο κάλυψης από ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές, περιλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, σε ποσοστό της ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας κατά το έτος 2010 ίσο με 20,1%), αποτέλεσαν κάποιους από τους βασικούς λόγους που ώθησαν στο να τεθεί σε εφαρμογή το **«Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων»**.

## 2.2 Ισχύον Νομοθετικό Πλαίσιο

Στις 4/6/2009 υπογράφηκε από τα συναρμόδια υπουργεία Οικονομικών, Ανάπτυξης και ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ η Κοινή Υπουργική Απόφαση, που δημοσιεύτηκε στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, με αριθμό φύλλου 1079, σύμφωνα με την οποία από την 1η Ιουλίου του 2009 ισχύει ένα ειδικό πρόγραμμα για την εγκατάσταση μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων στον οικιακό-κτιριακό τομέα.

Στις 6/9/2010 δημοσιεύεται η «Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικόπεδα εντός σχεδίου περιοχών, και σε οικισμούς (Αριθμός 36.720 ΦΕΚ Α 376, 06-09-2010).

Στις 22/9/2010 δημοσιεύεται η «Συμπλήρωση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις» (Αριθμός 18.513, ΦΕΚ Β 1.557, 22-09-2010) προκειμένου να δοθεί ώθηση για την υλοποίηση μικρών διεσπαρμένων εφαρμογών, ειδικά σε κτίρια που θα έχουν έντονο επιδεικτικό χαρακτήρα και θα συμβάλλουν στην επίτευξη των εθνικών στόχων, βάση και της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ, που προβλέπει για την Ελλάδα το 2020 μείωση των εκπομπών αερίων ρύπων του θερμοκηπίου κατά 4% στους τομείς εκτός εμπορίας σε σχέση με τα επίπεδα του 2005, και 18% διείσδυση των ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση.

Σημειώνεται το γεγονός πως στην Ελλάδα, όπως και σε άλλες χώρες, δεν υπάρχουν νομοθετημένοι κανονισμοί για την εγκατάσταση κτηριακών Φ/Β συστημάτων. Εξαιρέση αποτελούν οι κανονισμοί και τα πρότυπα που έχουν υιοθετηθεί από χώρες

που έχουν μεγάλη εμπειρία στον τομέα των κτηριακών Φ/Β συστημάτων, όπως οι Η.Π.Α, η Γερμανία, η Αυστραλία και η Αγγλία.

Σε αυτές τις περιπτώσεις έχουν υιοθετηθεί (ή νομοθετηθεί) κανονισμοί, οι οποίοι αφ' ενός είναι συμβατοί με τον Κανονισμό Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων της εκάστοτε χώρας (όπως ο HD384) και αφορούν στη διαμόρφωση και υλοποίηση της ηλεκτρικής εγκατάστασης στη μεριά του ηλεκτρικού δικτύου E.P., αφ' ετέρου λαμβάνουν υπόψη τους τα ειδικά πρότυπα τα οποία αναφέρονται στις ιδιαιτερότητες των Φ/Β γεννητριών (όπως οι EN-IEC 61215, EN-IEC 61646, IEC 61730-1 και IEC 60364-7-712 Ed. 1.0).

Ειδικότερα επισημαίνεται ότι, ο EN-IEC 61215 πραγματεύεται τις ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές για φωτοβολταϊκά κρυσταλλικού πυριτίου, ο EN-IEC 61646 πραγματεύεται τα φωτοβολταϊκά τεχνολογίας λεπτών υμενίων, ο IEC 61730-1 πραγματεύεται θέματα που αφορούν στις προδιαγραφές ασφαλείας τις οποίες πρέπει να πληρούν τα Φ/Β πλαίσια και τα υλικά σύνδεσης τους και ο IEC 60364-7-712 Ed. 1.0 πραγματεύεται θέματα τα οποία αφορούν στην εγκατάσταση Φ/Β πλαισίων σε κτηριακές εγκαταστάσεις.

Παρά ταύτα, δεν υπάρχουν ενιαία αποδεκτοί κανονισμοί οι οποίοι να αναφέρονται στην υλοποίηση της ηλεκτρολογικής σύνδεσης στην πλευρά Συνεχούς Ρεύματος (Σ.Ρ.) ή E.P.

## **2.3 Σκοπός – Πεδίο εφαρμογής**

Καταρτίζεται Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι 10kWp, σε κτιριακές εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται για κατοικία ή στέγαση πολύ μικρών επιχειρήσεων από την 1η Ιουλίου του 2009 έως και τις 31.12.2019.

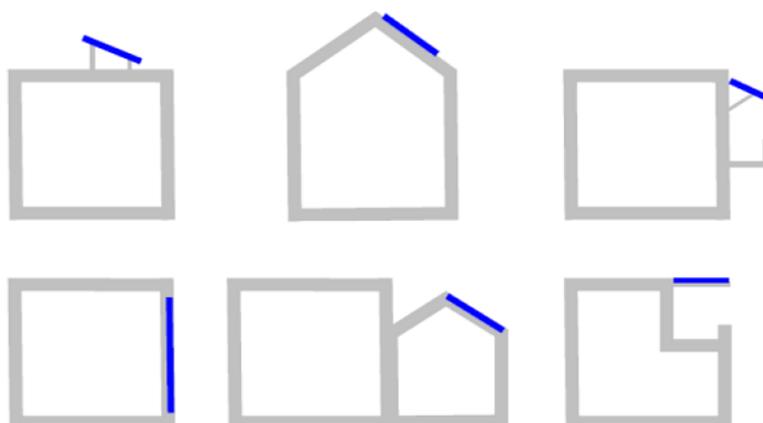
Πρακτικά, πολύ μικρή επιχείρηση θεωρείται αυτή που απασχολεί έως δέκα άτομα και έχει κύκλο εργασιών και σύνολο ενεργητικού έως 2 εκατομμύρια € ετησίως.

Το πρόγραμμα αφορά σε φωτοβολταϊκά συστήματα για παραγωγή ενέργειας που εγγέται στο Δίκτυο, τα οποία εγκαθίστανται στο δώμα ή τη στέγη νομίμως υφιστάμενου κτιρίου, συμπεριλαμβανομένων στεγάστρων βεραντών, προσόψεων και σκιάστρων, καθώς και βοηθητικών χώρων του κτιρίου, όπως αποθήκες και χώροι στάθμευσης.

Στις Εικόνες 2.1 και 2.2 απεικονίζονται οι πιθανοί τρόποι ενσωμάτωσης των Φ/Β στο κτιριακό κέλυφος ενώ στην Εικόνα 2.3 παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα εφαρμογών τους.



Εικόνα 2.1: Τοποθέτηση Φ/Β σε κτιριακές κατασκευές



Εικόνα 2.2: Τρόποι ενσωμάτωσης Φ/Β σε κτίρια



*Εικόνα 2.3: Παραδείγματα εφαρμογών Φ/Β συστημάτων*

Από τον Σεπτέμβριο του 2010 το Πρόγραμμα αφορά όλη την Επικράτεια. Ως μέγιστη ισχύς των φωτοβολταϊκών συστημάτων ανά εγκατάσταση στο πλαίσιο του Προγράμματος ορίζεται, για την ηπειρωτική χώρα, τα Διασυνδεδεμένα με το Σύστημα νησιά (Εύβοια, Ιόνια, Σποράδες, νησιά Αργοσαρωνικού), και την Κρήτη τα 10kW<sub>p</sub> και για τα λοιπά Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά (Κυκλάδες, νησιά Βορειοανατολικού Αιγαίου, Δωδεκάνησα) τα 5kW<sub>p</sub>.

***Δικαίωμα ένταξης στο Πρόγραμμα έχουν :***

- Φυσικά Πρόσωπα Μη Επιτηδευματίες, τα οποία έχουν στην κυριότητά τους το χώρο στον οποίο εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα,
- Φυσικά Ή Νομικά Πρόσωπα Επιτηδευματίες, που κατατάσσονται στις πολύ μικρές επιχειρήσεις, τα οποία έχουν στην κυριότητά τους το χώρο στον οποίο εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα,

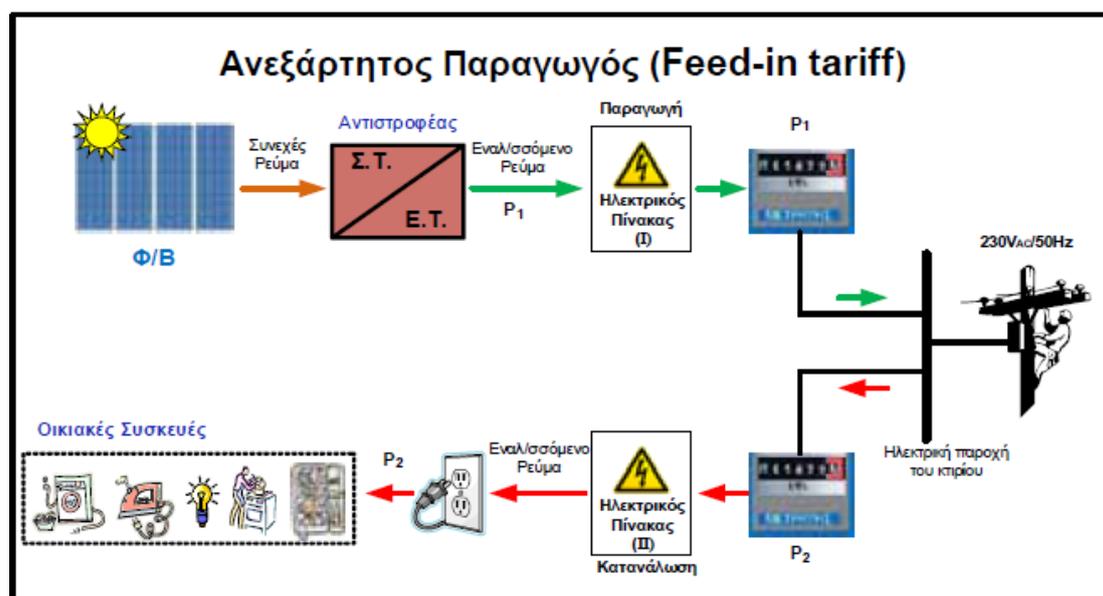
- Νομικά Πρόσωπα Δημοσίου Δικαίου (Ν.Π.Δ.Δ.) και τα Νομικά Πρόσωπα Ιδιωτικού Δικαίου (Ν.Π.Ι.Δ.) μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, τα οποία έχουν στην κυριότητά τους το χώρο στον οποίο εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα. Το δικαίωμα εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος σε κτίριο ιδιοκτησίας Νομικού Προσώπου Δημοσίου Δικαίου (Ν.Π.Δ.Δ.), τη χρήση του οποίου έχει αναλάβει διαχειριστής (π.χ. σχολική επιτροπή), παρέχεται στο διαχειριστή, μετά από συναίνεση του κυρίου του κτιρίου.

Στην περίπτωση φωτοβολταϊκού συστήματος σε κοινόχρηστο ή κοινόκτητο χώρο κτιρίου, επιτρέπεται η εγκατάσταση ενός και μόνο συστήματος. Δικαίωμα ένταξης στο Πρόγραμμα έχουν οι κύριοι οριζόντιων ιδιοκτησιών εκπροσωπούμενοι από το διαχειριστή ή ένας εκ των κυρίων των οριζοντίων ιδιοκτησιών μετά από παραχώρηση της χρήσης του κοινόχρηστου ή κοινόκτητου χώρου από τους λοιπούς συνιδιοκτήτες. Προϋπόθεση αποτελεί η συμφωνία του συνόλου των συνιδιοκτητών που αποδεικνύεται με πρακτικό ομόφωνης απόφασης της γενικής συνέλευσης ή με έγγραφη συμφωνία όλων των συνιδιοκτητών του κτιρίου, με ευθύνη των ενδιαφερομένων. Αν το σύστημα μπει σε στέγαστρο βεράντας διαμερίσματος, προφανώς μπορούν να μπουν περισσότερα συστήματα σε μια πολυκατοικία.

Σημειώνεται ότι επιτρέπεται η παραχώρηση χρήσης χώρου για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος, μετά από έγγραφη συμφωνία του κυρίου του χώρου αυτού, σε κύριο οριζόντιας ιδιοκτησίας του κτιρίου όπου βρίσκεται ο χώρος.

Τονίζεται το γεγονός ότι τα Διασυνδεδεμένα Φωτοβολταϊκά Συστήματα που εμπíπτουν στο πεδίο εφαρμογής της ΚΥΑ (ΦΕΚ Β' 1079, 4/6/2009) εντάσσονται στο καθεστώς του ανεξάρτητου παραγωγού (Feed in tariff). Δηλαδή, το σύνολο της ενέργειας που παράγεται από την ηλεκτροπαραγωγική μονάδα πωλείται στη ΔΕΗ και δεν χρησιμοποιείται για τη μερική ή ολική τροφοδότηση των φορτίων της κτηριακής εγκατάστασης (ιδιοκαταναλώσεις του κτιρίου).

Η υλοποίηση της ηλεκτρικής εγκατάστασης απαιτεί την εγκατάσταση δύο ξεχωριστών ηλεκτρικών πινάκων (ενός για τις ιδιοκαταναλώσεις του κτηρίου και ενός δεύτερου για τη σύνδεση της ηλεκτροπαραγωγικής μονάδας), οι οποίοι εν συνεχεία, συνδέονται στους μετρητές καταναλισκόμενης και αποδιδόμενης ενέργειας αντίστοιχα. Τόσο η ενέργεια που αποδίδει ο παραγωγός στο ηλεκτρικό δίκτυο όσο και αυτή που απορροφά από αυτό για τις ιδιοκαταναλώσεις του κτηρίου, μεταφέρονται πάντοτε μέσω της ίδιας ηλεκτρικής παροχής.



Εικόνα 2.4: Δομή Διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος στην περίπτωση του ανεξάρτητου παραγωγού

## 2.4 Προϋποθέσεις ένταξης στο Πρόγραμμα

Οι προϋποθέσεις για την ένταξη φωτοβολταϊκού συστήματος στο Πρόγραμμα είναι οι εξής:

- Η ύπαρξη ενεργής σύνδεσης κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος στο όνομα του κυρίου του φωτοβολταϊκού στο κτίριο όπου το σύστημα εγκαθίσταται (ή στον κοινόχρηστο λογαριασμό της πολυκατοικίας αν επιλεγεί η συλλογική εγκατάσταση),
- Μέρος των θερμικών αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης της ιδιοκτησίας του κυρίου του φωτοβολταϊκού, εφόσον αυτή χρησιμοποιείται για κατοικία, πρέπει να καλύπτεται με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ενδεικτικά ηλιοθερμικά, ηλιακοί θερμοσίφωνες,
- Για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών σε κτιριακές εγκαταστάσεις όπου στεγάζονται μικρές επιχειρήσεις, αυτές να μην έχουν πάρει κάποια άλλη επιδότηση για το φωτοβολταϊκό από εθνικά ή κοινοτικά προγράμματα (π.χ. ΕΣΠΑ).

## 2.5 Συμβάσεις

Η Σύμβαση Συμψηφισμού για φωτοβολταϊκό σύστημα συνάπτεται μεταξύ κυρίου του φωτοβολταϊκού και ΔΕΗ ΑΕ ή άλλου προμηθευτή που ηλεκτροδοτεί τις καταναλώσεις του στο κτίριο, όπου εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα, για είκοσι πέντε (25) έτη, με έναρξη ισχύος την ημερομηνία ενεργοποίησης της σύνδεσης του φωτοβολταϊκού συστήματος. Η εν λόγω Σύμβαση συνομολογείται με σταθερή τιμή αναφοράς και αντιστοιχεί στο έτος που αυτή συνάπτεται, υπό την προϋπόθεση ενεργοποίησης της σύνδεσης του φωτοβολταϊκού συστήματος εντός 6 μηνών από τη σύναψη της Σύμβασης Συμψηφισμού. Σε αντίθετη περίπτωση, ως τιμή αναφοράς θα λαμβάνεται η τιμή που αντιστοιχεί στο έτος που πραγματοποιείται η ενεργοποίηση της σύνδεσης του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Στην περίπτωση που ο κύριος του φωτοβολταϊκού αλλάξει προμηθευτή για την ηλεκτροδότηση των καταναλώσεών του στο κτίριο, λήγει αυτοδικαίως η Σύμβαση Συμψηφισμού και συνάπτεται νέα Σύμβαση Συμψηφισμού για το υπολειπόμενο εκ των είκοσι πέντε (25) ετών διάστημα μεταξύ κύριου του φωτοβολταϊκού και του νέου προμηθευτή.

Σε περίπτωση μεταβολής στο πρόσωπο του κυρίου του φωτοβολταϊκού συστήματος λόγω μεταβίβασης της σχετικής ιδιοκτησίας του στο κτίριο όπου βρίσκεται εγκατεστημένο το φωτοβολταϊκό σύστημα, ο νέος κύριος υπεισέρχεται αυτοδικαίως στα δικαιώματα και τις υποχρεώσεις του μεταβιβάζοντος που απορρέουν από τη Σύμβαση Συμψηφισμού.

Η τιμή της παραγόμενης από το φωτοβολταϊκό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο ορίζεται σε 0,55 Ευρώ/kWh για τις Συμβάσεις Συμψηφισμού που συνάπτονται τα έτη 2009, 2010 και 2011. Η τιμή μειώνεται κατά 5% ετησίως για τις Συμβάσεις Συμψηφισμού που συνάπτονται το διάστημα από 1.1.2012 μέχρι και 31.12.2019.

Ωστόσο ο καταναλωτής συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από τη ΔΕΗ και να το πληρώνει στην τιμή που το πλήρωνε και σήμερα. Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι η ΔΕΗ θα εγκαταστήσει ένα νέο μετρητή για να καταγράφει την παραγόμενη ενέργεια. Αν, για παράδειγμα, στο δίμηνο το φωτοβολταϊκό σύστημα παράγει ηλεκτρική ενέργεια αξίας 250 € και καταναλώνεται ενέργεια αξίας 100 €, θα έρθει πιστωτικός λογαριασμός 150 €, ποσό που θα καταθέσει η ΔΕΗ στον αντίστοιχο τραπεζικό λογαριασμό.

Μάλιστα, η τιμή στην οποία συνομολογείται η Σύμβαση Συμψηφισμού αναπροσαρμόζεται κάθε έτος, κατά ποσοστό 25% του δείκτη τιμών καταναλωτή του προηγούμενου έτους, όπως αυτός καθορίζεται από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία της Ελλάδος ή τον εκάστοτε αρμόδιο φορέα. Αν η τιμή που προκύπτει με την ανωτέρω αναπροσαρμογή, είναι μικρότερη της μέσης Οριακής Τιμής του Συστήματος, όπως αυτή διαμορφώνεται κατά το προηγούμενο έτος, προσαυξημένης

κατά 40%, η τιμολόγηση γίνεται με βάση τη μέση Οριακή Τιμή του Συστήματος του προηγούμενου έτους, προσαυξημένη κατά τον αντίστοιχο ως άνω συντελεστή.

Οι Συμβάσεις Συμψηφισμού κοινοποιούνται από τον εκάστοτε προμηθευτή στη ΡΑΕ εντός ενός (1) μηνός από την υπογραφή τους. Η καταμέτρηση της παραγόμενης ενέργειας πραγματοποιείται ταυτόχρονα με την καταμέτρηση της ενέργειας που καταναλώνεται. Ως παραγόμενη ενέργεια νοείται η ενέργεια που παράγεται από το φωτοβολταϊκό σύστημα μείον την ενέργεια που τυχόν αυτό απορροφά από το Δίκτυο για ίδια κατανάλωση. Η πίστωση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ακολουθεί τους κύκλους χρέωσης της καταναλισκόμενης. Η εκκαθάριση γίνεται από τη ΔΕΗ ΑΕ ή άλλο προμηθευτή, ο οποίος για το σκοπό αυτό καταχωρεί στο λογαριασμό κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος του κυρίου του φωτοβολταϊκού συστήματος σχετική πιστωτική εγγραφή. Στην περίπτωση αυτή ο εν λόγω λογαριασμός επέχει θέση τιμολογίου αγοράς για την ενέργεια που διατίθεται από τον κύριο του φωτοβολταϊκού συστήματος. Παράλληλα, η ΔΕΗ ΑΕ ή άλλος προμηθευτής χρεώνει τον ΔΕΣΜΗΕ που τηρεί τον Ειδικό Λογαριασμό των διατάξεων του άρθρου 40 του ν. 2773/1999, με το συνολικό ποσό της δαπάνης των εκκαθαρίσεων όλων των κυρίων των φωτοβολταϊκών που του αναλογούν σε μηνιαία βάση επισυνάπτοντας σχετική αναλυτική κατάσταση.

Ο κύριος του φωτοβολταϊκού οφείλει να:

- Έχει συνάψει και να διατηρεί τη σύμβαση σύνδεσης στο όνομά του.
- Μην προβαίνει σε μεταβολές της ισχύος του φωτοβολταϊκού συστήματος, χωρίς προηγούμενη ενημέρωση του προμηθευτή.
- Μην παρεμβαίνει στην εγκατάσταση και λειτουργία του φωτοβολταϊκού συστήματος, πλην των απαραίτητων εργασιών συντήρησης και αποκατάστασης βλαβών.
- Ενημερώνει άμεσα και επιμελώς τον προμηθευτή για οποιαδήποτε διακοπή της λειτουργίας του φωτοβολταϊκού συστήματος για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των πέντε (5) ημερών, που δεν οφείλεται σε γεγονός ανωτέρας βίας.
- Ενημερώνει άμεσα και επιμελώς τον προμηθευτή για κάθε θέμα που επηρεάζει την ομαλή εκπλήρωση των υποχρεώσεων από την παρούσα σύμβαση.

## **2.6 Εγκατάσταση και λειτουργία Φωτοβολταϊκού Συστήματος – Σύνδεση με το Δίκτυο**

Το φωτοβολταϊκό σύστημα συνδέεται στο Δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης. Για τη σύνδεση η ΔΕΗ ΑΕ ως Διαχειριστής του Δικτύου, κάνει χρήση της παροχής μέσω της οποίας τροφοδοτούνται οι καταναλώσεις της ιδιοκτησίας του κυρίου όπου εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα, όταν αυτό είναι τεχνικά δυνατό. Σε κάθε περίπτωση η σύνδεση αντιστοιχεί σε υφιστάμενο αριθμό παροχής της ιδιοκτησίας του κυρίου του φωτοβολταϊκού συστήματος.

*Για τη σύνδεση φωτοβολταϊκού συστήματος ακολουθείται η εξής διαδικασία:*

- **Βήμα 1ο: Προσφορά από τον έμπορο των Φ/Β συστημάτων**

Ο ενδιαφερόμενος παίρνει προσφορά από τον έμπορο-εταιρεία Φ/Β συστημάτων, η οποία πρέπει να περιέχει όλες τις τεχνικές προδιαγραφές.

- **Βήμα 2ο: Υποβολή αίτησης σύνδεσης στην τοπική μονάδα Δικτύου της ΔΕΗ (περιοχή)**

Για τη σύνδεση φωτοβολταϊκού συστήματος υποβάλλεται αίτηση προς την ΔΕΗ Α.Ε (Τοπική Υπηρεσία, Περιοχή), ως Διαχειριστή του Δικτύου, που περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον, τα εξής:

- ✓ στοιχεία του κυρίου του φωτοβολταϊκού,
- ✓ στοιχεία της εγκατάστασης, με το έντυπο αίτησης που χορηγείται από τη ΔΕΗ ΑΕ,
- ✓ στοιχεία των φωτοβολταϊκών πλαισίων και του αντιστροφέα, καθώς και λοιπά τεχνικά στοιχεία για την εγκατάσταση και τη λειτουργία, υπεύθυνες δηλώσεις ότι πληρούνται όλες οι απαιτήσεις που έχουν τεθεί, καθώς και δήλωση σχετικά με τα στοιχεία που αποδεικνύουν την ιδιότητα ΜΜΕ μίας επιχείρησης, σύμφωνα με το έντυπο αίτησης που χορηγείται από τη ΔΕΗ ΑΕ.

Μετά την υποβολή της αίτησης και των πιο πάνω στοιχείων, η ΔΕΗ ΑΕ, ως Διαχειριστής του Δικτύου, εξετάζει το αίτημα κατά προτεραιότητα και προβαίνει εντός είκοσι (20) ημερών σε διατύπωση προσφοράς σύνδεσης προς τον ενδιαφερόμενο κύριο του φωτοβολταϊκού που περιλαμβάνει την περιγραφή και την δαπάνη των έργων σύνδεσης, η οποία ισχύει για τρεις (3) μήνες από την ημερομηνία έκδοσής της. Η ΔΕΗ ΑΕ γνωστοποιεί στον κύριο του φωτοβολταϊκού κάθε στοιχείο που θα ζητηθεί για την τεκμηρίωση της ανάγκης υλοποίησης των συγκεκριμένων έργων σύνδεσης και του κόστους αυτών.

- **Βήμα 3ο: Υποβολή αίτησης κατάρτισης της Σύμβασης Σύνδεσης στην Περιοχή ΔΕΗ**

Στην αίτηση θα αναφέρεται ότι γίνεται αποδεκτή η προσφορά σύνδεσης.

- **Βήμα 4ο: Υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης με ταυτόχρονη καταβολή της σχετικής δαπάνης**

Υπογράφεται η Σύμβαση Σύνδεσης μεταξύ κυρίου του φωτοβολταϊκού και ΔΕΗ ΑΕ ως Διαχειριστή του Δικτύου και καταβάλλεται η σχετική δαπάνη. Η κατασκευή των έργων σύνδεσης ολοκληρώνεται από τη ΔΕΗ εντός είκοσι (20) ημερών από την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης, εφόσον δεν απαιτούνται νέα έργα Δικτύου (πέραν της εγκατάστασης νέου μετρητή).

- **Βήμα 5ο: Υποβολή αίτησης κατάρτισης της Σύμβασης Συμψηφισμού**

Μετά την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης υποβάλλεται αίτηση για τη σύναψη Σύμβασης Συμψηφισμού προς τη ΔΕΗ ΑΕ (Τοπική Υπηρεσία Εμπορίας) ή άλλο προμηθευτή που ηλεκτροδοτεί τις καταναλώσεις της ιδιοκτησίας του κυρίου όπου εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα.

- **Βήμα 6ο: Υπογραφή της Σύμβασης Συμψηφισμού με τη ΔΕΗ ή άλλο προμηθευτή**

Η ανωτέρω διαδικασία ολοκληρώνεται εντός δεκαπέντε (15) ημερών από την παραλαβή του αιτήματος.

- **Βήμα 7ο: Υποβολή αίτησης ενεργοποίησης της σύνδεσης στην Περιοχή ΔΕΗ**

Για την ενεργοποίηση της σύνδεσης του φωτοβολταϊκού συστήματος υποβάλλεται αίτημα προς την ΔΕΗ ΑΕ (Τοπική Υπηρεσία, Περιοχή), ως Διαχειριστή του Δικτύου, με το οποίο συνυποβάλλονται:

- ✓ αντίγραφο της Σύμβασης Συμψηφισμού,
- ✓ υπεύθυνη δήλωση μηχανικού κατάλληλης ειδικότητας για τη συνολική εγκατάσταση, με συνημμένα: τεχνική περιγραφή του τρόπου αποφυγής του φαινομένου της νησιδοποίησης και μονογραμμικό ηλεκτρολογικό σχέδιο της εγκατάστασης, στην οποία θα αναφέρονται οι ρυθμίσεις των ορίων τάσεως και συχνότητας στην έξοδο του αντιστροφέα, που σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να βρίσκονται εκτός των ορίων +15% έως -20% της ονομαστικής τάσης και +0,5 Hz έως -0,5 Hz της ονομαστικής συχνότητας καθώς επίσης και ότι έχει γίνει πρόβλεψη σε περίπτωση υπέρβασης των εν λόγω ορίων ο αντιστροφέας να τίθεται εκτός (αυτόματη απόζευξη) με τις ακόλουθες χρονικές ρυθμίσεις:
  - θέση εκτός του αντιστροφέα σε 0,5 δευτερόλεπτα,
  - επανάζευξη του αντιστροφέα μετά από τρία λεπτά,
  - αναφορά σε χρόνο λειτουργίας της προστασίας έναντι νησιδοποίησης.
- ✓ υπεύθυνη δήλωση του κυρίου του φωτοβολταϊκού συστήματος όπου θα αναφέρεται ότι καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του φωτοβολταϊκού δεν θα τροποποιηθούν οι ρυθμίσεις όπως ορίστηκαν από τις παραπάνω απαιτήσεις.

Προϋποθέσεις συνεπώς σε αυτό το στάδιο είναι η ετοιμότητα της εγκατάστασης και η ολοκλήρωση των έργων σύνδεσης.

Η ΔΕΗ ειδοποιεί τηλεφωνικά τον ενδιαφερόμενο για τον ορισμό της ημερομηνίας διενέργειας του ελέγχου της εγκατάστασης.

- **Βήμα 8ο: Ενεργοποίηση της σύνδεσης**

Γίνεται αμέσως μετά από την επιτυχή ολοκλήρωση του ελέγχου. Εάν κατά τη διενέργεια του ελέγχου διαπιστωθούν ελλείψεις ή δυσλειτουργίες στις εγκαταστάσεις του ενδιαφερομένου, η σύνδεση θα παραμείνει ανενεργή μέχρις ότου ο ενδιαφερόμενος προβεί στις διορθωτικές ενέργειες που θα του υποδείξει η ΔΕΗ.

## **2.7 Φορολογική Αντιμετώπιση**

Η μικρή ισχύς των φωτοβολταϊκών συστημάτων εξασφαλίζει ότι η παραγόμενη ενέργεια αντιστοιχεί σε αυτήν που απαιτείται για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κυρίου του φωτοβολταϊκού συστήματος. Με την έγχυση της παραγόμενης ενέργειας στο Δίκτυο επιτυγχάνεται η καταγραφή της στο πλαίσιο επίτευξης των στόχων διείσδυσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που τίθενται από την Οδηγία 2001/77/EK αλλά και από την υπό δημοσίευση νέα Οδηγία.

Συνεπώς, όπως αναφέρει η σχετική κοινή υπουργική απόφαση, “δεν υφίστανται για τον κύριο του φωτοβολταϊκού συστήματος φορολογικές υποχρεώσεις για τη διάθεση της ενέργειας αυτής στο δίκτυο”. Με άλλα λόγια, τα όποια έσοδα προκύπτουν από την πώληση της ενέργειας δεν φορολογούνται.

Ο οικιακός μικροπαραγωγός ηλιακού ηλεκτρισμού δεν θεωρείται πια επιτηδευματίας, με αποτέλεσμα να απαλλάσσεται από το άνοιγμα βιβλίων στην εφορία.

Η απαλλαγή από τη φορολόγηση των εσόδων ισχύει και για τις πολύ μικρές επιχειρήσεις, με την προϋπόθεση ότι τα κέρδη εμφανίζονται σε ειδικό λογαριασμό αφορολόγητου αποθεματικού. Σε περίπτωση διανομής ή κεφαλαιοποίησής τους, ισχύει η τρέχουσα φορολογία για τα κέρδη που διανέμονται.

Σημειώνεται ότι κατά το πρώτο διάστημα εφαρμογής του Προγράμματος, οι οικιακοί καταναλωτές δικαιούνται επιπλέον και έκπτωση δαπανών από το εισόδημα (εξέλιπτε το 20% της δαπάνης για Φ/Β εγκατάσταση και μέχρι 700 Ευρώ ανά σύστημα) .

Με βάση τον ισχύοντα φορολογικό νόμο, για το έτος 2011, ποσοστό 10% της δαπάνης αυτής αφαιρείται από το φόρο και το ποσό της δαπάνης επί της οποίας υπολογίζεται η μείωση δε μπορεί να υπερβεί τις 6.000 ευρώ.

## **2.8 Πολεοδομική αντιμετώπιση**

Πλέον δεν απαιτείται καμία άδεια για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις, εκτός από την περίπτωση της τοποθέτησης Φ/Β σε διατηρητέα κτίρια και παραδοσιακούς οικισμούς, όπου απαιτείται η έγκριση της Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (ΕΠΑΕ).

Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση “Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και

οικόπεδα εντός σχεδίου περιοχών και σε οικισμούς” (25-8-2010) δεν χρειάζεται πλέον ούτε η άδεια εργασιών μικρής κλίμακας από την Πολεοδομία, όπως ίσχυε μέχρι πρότινος. Απλώς γνωστοποιείται η έναρξη εργασιών στη ΔΕΗ όταν κατατίθεται σε αυτήν ο φάκελος για τη σύνδεση του συστήματος με το δίκτυο.

Ωστόσο υπάρχουν πολεοδομικοί όροι που θα πρέπει να τηρούνται.

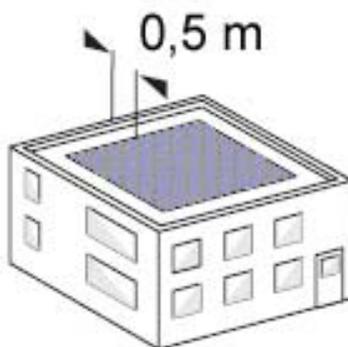
Δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πάνω από την απόληξη του κλιμακοστασίου και του φρεατίου ανελκυστήρα. Η διάταξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων δεν θα πρέπει να δημιουργεί χώρο κύριας ή βοηθητικής χρήσης ή ημιυπαίθριο ή να εμποδίζει την απρόσκοπτη προσπέλαση σε κοινόχρηστους χώρους. Σε περίπτωση ορόφου σε υποχώρηση, οι εγκαταστάσεις αυτές θα περιορίζονται στο περίγραμμα του ορόφου.

Σε περίπτωση τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών σε υπάρχουσα στέγη, θα πρέπει αυτή να γίνεται εντός του όγκου της στέγης, ακολουθώντας την κλίση της, ώστε να εξασφαλίζεται η αισθητική εικόνα του κτιρίου.



*Εικόνα 2.5: Τοποθέτηση Φ/Β σε υπάρχουσα στέγη*

Αν τα φωτοβολταϊκά τοποθετούνται σε δώμα, θα πρέπει η απόσταση από το στηθαίο του δώματος να είναι κατ' ελάχιστο μισό μέτρο για λόγους ασφαλείας.



*Εικόνα 2.6: Τοποθέτηση Φ/Β σε δώμα*

## 2.9 Χαρακτηριστικά χώρου εγκατάστασης

Για να είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της ενεργειακής παραγωγικότητας των φωτοβολταϊκών πλαισίων, θα πρέπει να επιτυγχάνεται βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Για την πιο βιώσιμη οικονομικά επένδυση, λαμβάνοντας υπόψη και τους περιορισμούς που προκύπτουν από τις διαθέσιμες επιφάνειες των κτιρίων, προτιμώνται γενικά επιφάνειες νότιου προσανατολισμού και κλίσης κοντά στις 30 μοίρες. Βέβαια, σημαντικός παράγοντας που επιδρά καθοριστικά στην ενεργειακή αποδοτικότητα ενός κτιριακού φωτοβολταϊκού συστήματος, είναι η ύπαρξη σκιασμών, επομένως ο χώρος που θα επιλεγεί για την εγκατάσταση Φ/Β θα πρέπει να είναι ασκίαστος.

Αν δεν συμβαίνει αυτό (αν δηλαδή η στέγη σκιάζεται ή ο προσανατολισμός της δεν είναι νότιος), το φωτοβολταϊκό θα έχει μειωμένη απόδοση, χωρίς αυτό να σημαίνει απαραίτητα ότι δεν είναι βιώσιμη οικονομικά η επένδυση.

Ένας απλός κανόνας για να διαπιστωθεί ότι το προς εγκατάσταση φωτοβολταϊκό σύστημα δε θα αποδίδει λιγότερο λόγω σκιάσεων είναι ο εξής: η απόσταση από το τυχόν εμπόδιο (κτίριο, δέντρο, κλπ.) πρέπει να είναι διπλάσια του ύψους του εμποδίου.

Το πόσα τετραγωνικά μέτρα απαιτούνται, εξαρτάται από το χώρο εγκατάστασης (δώμα ή κεκλιμένη στέγη) και από την τεχνολογία των φωτοβολταϊκών που θα επιλεγούν. Σε ένα δώμα, για παράδειγμα, θα χρειαστούν περίπου 15 τετραγωνικά μέτρα για κάθε κιλοβάτ, ενώ σε μια κεραμοσκεπή 7-10 τ.μ. Η εταιρία που θα προμηθεύσει τον εξοπλισμό θα υπολογίσει ακριβώς το χώρο που χρειάζεται.

Προσανατολισμός	Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο		
	0 °	30 °	90 °
Ανατολικός - Δυτικός	90%	85%	50%
Νοτιοανατολικός- Νοτιοδυτικός	90%	95%	60%
Νότιος	90%	100%	60%
Βορειοανατολικός- Βορειοδυτικός	90%	67%	30%
Βόρειος	90%	60%	20%

Εικόνα 2.7: Βέλτιστος προσανατολισμός & Κλίση Φ/Β πλαισίων

Όπως παρουσιάζεται και στην πιο πάνω εικόνα με νότιο προσανατολισμό και στη βέλτιστη κλίση λαμβάνουμε το 100% της απόδοσης.

## **2.10 Στατική επάρκεια της στέγης – Μόνωση οροφής – Υπερθέρμανση ταράτσας**

Το μέσο βάρος των φωτοβολταϊκών μαζί με τη βάση στήριξης είναι περί τα 20-25 κιλά ανά τετραγωνικό μέτρο. Συνεπώς, κατά τεκμήριο δεν υπάρχει πρόβλημα, ιδιαίτερα σε νεόδμητα κτίρια, αφού η στέγη σχεδιάζεται για να αντέχει πολύ μεγαλύτερα βάρη. Σε κάθε περίπτωση πάντως, θα προηγηθεί έλεγχος για τη στατική επάρκεια της στέγης.

Όσον αφορά τη μόνωση της οροφής, ακόμη και αν χρειαστεί να τραυματιστεί η θερμομόνωση ή η υγραμόνωση της ταράτσας για να στηθούν οι βάσεις στήριξης του φωτοβολταϊκού, γίνονται πάντα εργασίες αποκατάστασης, οπότε δεν υπάρχει πρόβλημα.

Ένα επίσης σημαντικό θέμα είναι το γεγονός ότι η τοποθέτηση των Φ/Β δεν προκαλεί υπερθέρμανση της ταράτσας στην οποία εγκαθίστανται. Μάλιστα, τα φωτοβολταϊκά απορροφούν και αξιοποιούν την ακτινοβολία που ούτως ή άλλως θα έπεφτε στη συγκεκριμένη επιφάνεια.

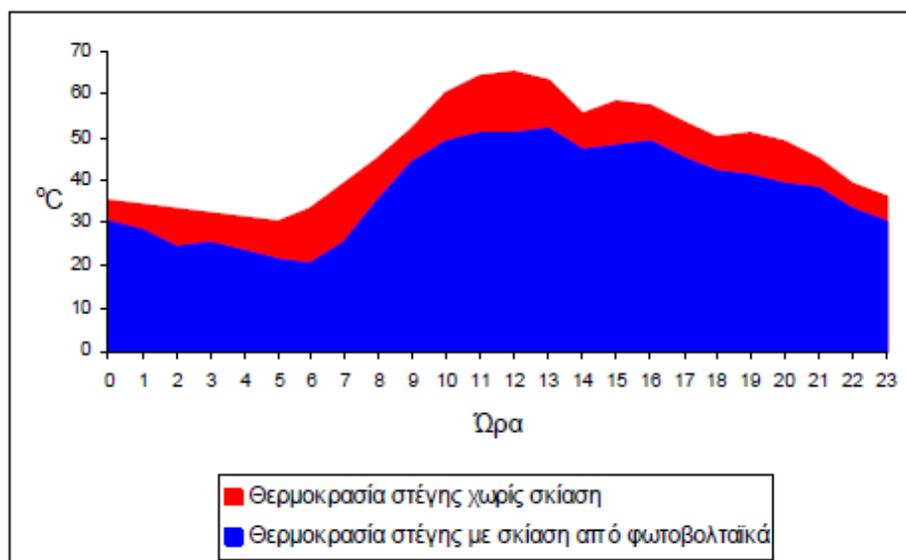
Προκειμένου να απορροφήσουν τη μέγιστη δυνατή ηλιακή ακτινοβολία, τα φωτοβολταϊκά πλαίσια έχουν σκουρόχρωμη επιφάνεια η οποία μάλιστα καλύπτεται από μία αντιανακλαστική στρώση για να παγιδεύεται η ηλιακή ακτινοβολία. Χάρη σ' αυτή την αντιανακλαστική επιφάνεια άλλωστε, τα φωτοβολταϊκά δε “γυαλίζουν” και έχουμε μειωμένα φαινόμενα αντανάκλασης που ορισμένες φορές θα μπορούσαν να είναι ενοχλητικά. Όπως έδειξαν σχετικές μετρήσεις, τα φωτοβολταϊκά “γυαλίζουν” λιγότερο από τα αυτοκίνητα όταν πέσει πάνω τους η ηλιακή ακτινοβολία.

Συνέπεια της σκουρόχρωμης επιφάνειας είναι βέβαια ότι αυξάνεται η θερμοκρασία του φωτοβολταϊκού πλαισίου σε σχέση με τον περιβάλλοντα αέρα. Αυτή η θερμότητα που φεύγει από τα πλαίσια διαχέεται στο περιβάλλον και δεν μπορεί να αυξήσει σημαντικά τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος ιδιαίτερα σε μία στέγη, για τον λόγο ότι η μάζα του αέρα είναι πρακτικά άπειρη σε σχέση με τη μάζα των φωτοβολταϊκών και είναι αδύνατο να αυξηθεί η θερμοκρασία του αέρα σε κάποια απόσταση από τα πλαίσια. Για την ακρίβεια, μόλις 1-2 εκατοστά από την επιφάνεια των πλαισίων, η θερμοκρασία είναι αυτή του περιβάλλοντος. Άλλωστε, μεταξύ φωτοβολταϊκού και στέγης υπάρχει ένα κενό για να περνάει ο αέρας δροσίζοντας το φωτοβολταϊκό (κάτι που, συν τοις άλλοις, αυξάνει και την απόδοσή του).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η θερμοκρασία του δώματος κάτω ακριβώς από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι χαμηλότερη απ’ ότι η θερμοκρασία του ακάλυπτου δώματος.

Σε μια ζεστή καλοκαιρινή μέρα με άπνοια, η θερμοκρασία του δώματος κάτω από τα φωτοβολταϊκά μπορεί να είναι και 13 βαθμούς χαμηλότερη απ’ ότι αν ο ήλιος χτυπούσε κατ’ ευθείαν το δώμα.

Τα παραπάνω συμπεράσματα αποτυπώνονται και στο Διάγραμμα 2.1 που δίνεται παρακάτω.

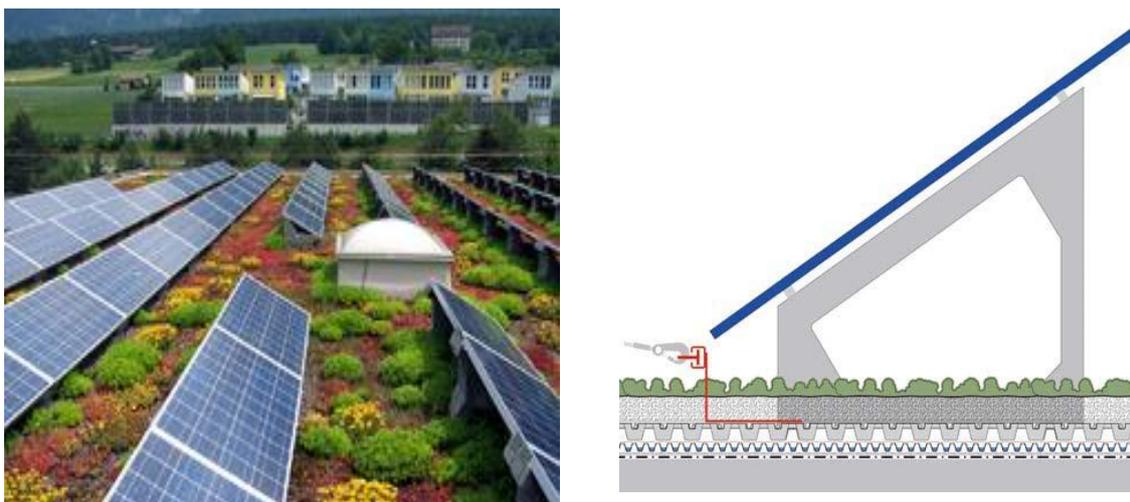


Διάγραμμα 2.1: Συγκριτικά αποτελέσματα Θερμοκρασίας στέγης χωρίς σκίαση – Θερμοκρασία στέγης με σκίαση από φωτοβολταϊκά

## 2.11 Φωτοβολταϊκό & Πράσινη στέγη

Στην περίπτωση αυτή έχουμε πολλαπλά οφέλη. Η μεν πράσινη στέγη δροσίζει το φωτοβολταϊκό και αυξάνει την απόδοσή του, το δε φωτοβολταϊκό εμποδίζει τη γρήγορη εξάτμιση και απαιτείται λιγότερο νερό για την πράσινη στέγη.

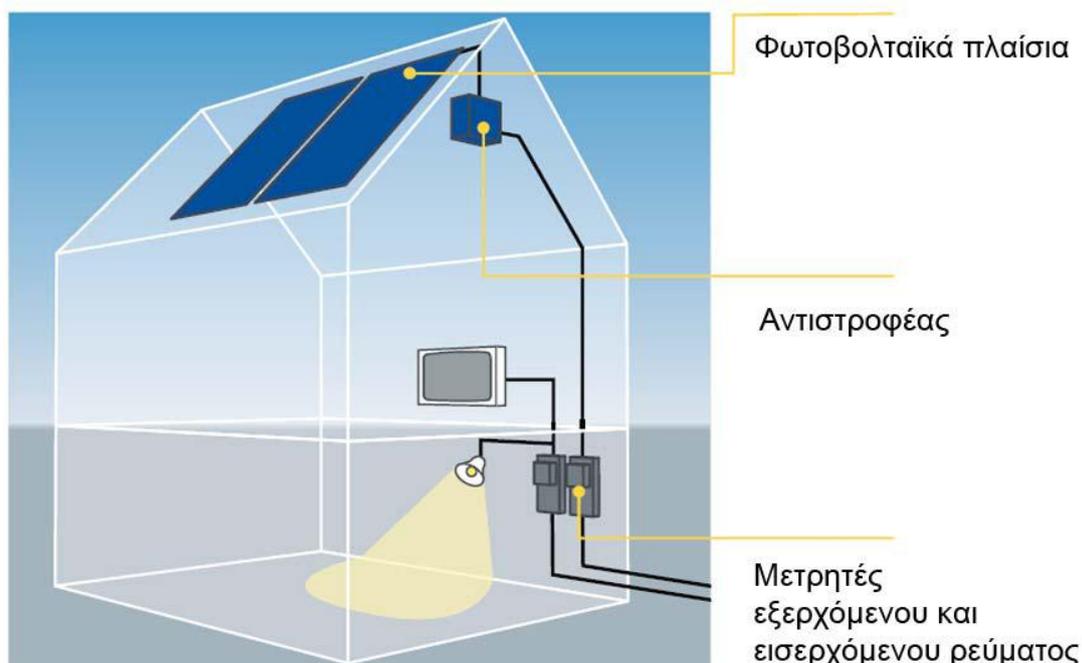
Επιπλέον, μετρήσεις έδειξαν ότι αυξάνει και η βιοποικιλότητα της πράσινης στέγης στα σημεία που σκιάζεται από τα φωτοβολταϊκά.



Εικόνα 2.8: Φωτοβολταϊκό & Πράσινη στέγη

## 2.12 Απαιτούμενος εξοπλισμός

Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια (φωτοβολταϊκή γεννήτρια που ακουμπά σε κάποια μεταλλική βάση στήριξης), και τον αντιστροφέα (inverter) που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγουν τα φωτοβολταϊκά σε εναλλασσόμενο της ίδιας ποιότητας με το ρεύμα της ΔΕΗ. Το ρεύμα αυτό περνά από ένα μετρητή και διοχετεύεται στο δίκτυο.



Εικόνα 2.9: Εξοπλισμός για εγκατάσταση Φ/Β στις κτιριακές εγκαταστάσεις

## 2.13 Τύποι Φ/Β που χρησιμοποιούνται σε κτίρια

Το υλικό που χρησιμοποιείται περισσότερο για την κατασκευή φωτοβολταϊκών στοιχείων στη βιομηχανία είναι το πυρίτιο. Είναι ίσως και το μοναδικό υλικό που παράγεται με τόσο μαζικό τρόπο. Το πυρίτιο σήμερα αποτελεί την πρώτη ύλη για το 90% της αγοράς των φωτοβολταϊκών.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του πυριτίου είναι:

- Μπορεί να βρεθεί πάρα πολύ εύκολα στη φύση. Είναι το δεύτερο σε αφθονία υλικό που υπάρχει στον πλανήτη μετά το οξυγόνο. Το διοξείδιο του πυριτίου (ή κοινώς η άμμος) και ο χαλαζίτης αποτελούν το 28% του φλοιού της γης. Είναι ιδιαίτερα φιλικό προς το περιβάλλον.
- Μπορεί εύκολα να λιώσει και να μορφοποιηθεί. Επίσης είναι σχετικά εύκολο να μετατραπεί στη μονοκρυσταλλική του μορφή.
- Οι ηλεκτρικές του ιδιότητες μπορούν να διατηρηθούν μέχρι και στους 125°C κάτι που επιτρέπει τη χρήση του πυριτίου σε ιδιαίτερα δύσκολες περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτός είναι και ο λόγος που τα φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου ανταπεξέρχονται σε ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών.
- Πολύ σημαντικό στοιχείο, που συνέβαλε στη γρήγορη ανάπτυξη των φωτοβολταϊκών στοιχείων τα τελευταία χρόνια, ήταν η ήδη αναπτυγμένη τεχνολογία στη βιομηχανία της επεξεργασίας του πυριτίου.

Οι κυριότεροι τύποι των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι οι εξής:

- Μονοκρυσταλλικού Πυριτίου πλαίσια (στοιχεία)

Αποτελούνται από ένα μονοκόμματο κρύσταλλο σιλικόνης. Είναι τα πιο αποδοτικά φωτοβολταϊκά πάνελ (απόδοση 11% - 19%) και τα πιο ακριβά. Χρειάζονται τη μικρότερη επιφάνεια. Πρόκειται για τον πρώτο τύπο φωτοβολταϊκών πάνελ που παρήχθη.

- Πολυκρυσταλλικού Πυριτίου πλαίσια (στοιχεία)

Αποτελούνται από πολλών κομμάτια κρυστάλλων σιλικόνης. Είναι εξίσου αποδοτικά (11%- 16% απόδοση) αλλά είναι και πιο οικονομικά σε σχέση με τα μονοκρυσταλλικά πάνελ πυριτίου. Δεν χρειάζονται μεγάλη επιφάνεια τοποθέτησης. Χρησιμοποιούνται κατά κόρον στις στέγες ενώ έχουν τις υψηλότερες πωλήσεις στον κόσμο.

- Άμορφου Πυριτίου πλαίσια (στοιχεία) – Thin Film

Τα φωτοβολταϊκά αυτής της κατηγορίας αποτελούνται από ένα λεπτό άμορφο υμένα σιλικόνης. Είναι η 2ης γενιάς φωτοβολταϊκών ενώ δεν είναι γνωστό ακόμη με σιγουριά το πόσο αντέχουν. Ενώ το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην απορρόφηση του φωτός, εντούτοις η φωτοβολταϊκή

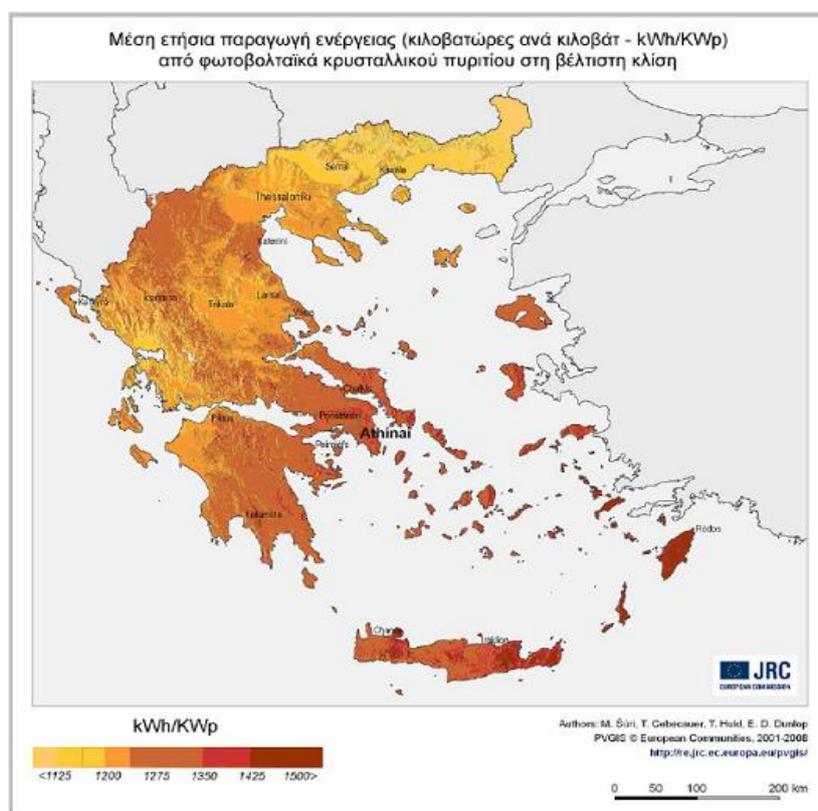
απόδοση του είναι μικρότερη των κρυσταλλικών, περίπου 6%. Το φθινό όμως κόστος κατασκευής τους τα κάνει ιδανικά σε εφαρμογές όπου δεν απαιτείται υψηλή απόδοση.

## 2.14 Παραγόμενη ενέργεια φωτοβολταϊκού

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι εξαιρετικά προβλέψιμη. Αυτό που ενδιαφέρει, είναι πόσες κιλοβατώρες θα δώσει το σύστημά σε ετήσια βάση.

Σε γενικές γραμμές, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περί τις 1.150-1.500 κιλοβατώρες ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kWh/kWp ανά έτος). Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ' ότι στις βόρειες.

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας από φωτοβολταϊκά κρυσταλλικού πυριτίου στη βέλτιστη κλίση, σε κιλοβατώρες ανά κιλοβάτ (kWh/kWp).



Εικόνα 2.10: Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας Φ/Β στον Ελλαδικό χώρο

## **2.15 Κόστος εγκατάστασης – Δυνατότητες χρηματοδότησης – Παραδείγματα εφαρμογών**

Το κόστος εγκατάστασης εξαρτάται από το φωτοβολταϊκό σύστημα που θα τοποθετηθεί (μέγεθος Φ/Β, τεχνολογία και προέλευση των χρησιμοποιούμενων πάνελ), καθώς και από τη δυσκολία και την απόσταση της εγκατάστασης από το δίκτυο της ΔΕΗ.

Σε αντίθεση με τα περισσότερα προϊόντα και υπηρεσίες που καταναλώνουμε, το κόστος των φωτοβολταϊκών πέφτει διαχρονικά. Η νέα νομοθεσία δίνει κίνητρα ώστε, σε κάθε περίπτωση, να γίνεται απόσβεση του συστήματος και ο επενδυτής να απολαμβάνει ένα λογικό κέρδος.

Το κόστος εξοπλισμού κυμαίνεται από 36.000 € έως 45.000 € για τα 10 kWp ανάλογα με την ποιότητα του εξοπλισμού. Σε μακροχρόνιου τύπου επενδύσεις, όπως είναι το φωτοβολταϊκό σύστημα, ενδείκνυται η επιλογή ποιοτικού εξοπλισμού. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η απόσβεση του συστήματος γίνεται σε 6-7 χρόνια. Για αυτό η επιλογή του εξοπλισμού πρέπει να γίνεται προσεκτικά έτσι ώστε η διάρκεια ζωής του να εξασφαλίζεται πως θα ξεπερνάει τα 25 χρόνια που είναι και η διάρκεια του συμβολαίου που υπογράφεται με τη ΔΕΗ.

Το κόστος συντήρησης ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι, σχετικά πάντα, χαμηλό. Πιο συγκεκριμένα, για τα υπό μελέτη συστήματα το κόστος συντήρησης κυμαίνεται γύρω στα 100€ - 300€ ετησίως για τον γενικό έλεγχο.

Είναι σημαντικό το γεγονός ότι το φωτοβολταϊκό πρόκειται να επιφέρει κέρδη για πάνω από 25 χρόνια, με σταθερές και εγγυημένες αποδόσεις καθ' όλη τη διάρκεια του χρονικού αυτού διαστήματος.

Σε κάθε περίπτωση, οι αποδόσεις που προκύπτουν από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών θα είναι καλύτερες απ' ό,τι αν γινόταν αποταμίευση των χρημάτων σε κάποιο προθεσμιακό λογαριασμό ή επένδυση σε ομόλογα ή στο χρηματιστήριο.

Ακολουθεί μία τυπική παρουσίαση των ετησίων εσόδων που αναμένεται να προκύψουν, ανάλογα πάντα με το μέγεθος της εγκατάστασης που θα πραγματοποιηθεί.

## ΗΛΙΑΚΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

Ισχύς φωτοβολταϊκού (κιλοβάτ, kWp)	Ετήσια έσοδα (€) εγγυημένα για 25 χρόνια
1	650 – 800
3	1.950 – 2.400
5	3.250 – 4.000
7	4.550 – 5.600
10	6.500 – 8.000

Εικόνα 2.11: Αναμενόμενες αποδόσεις Φ/Β συστήματος σε κτιριακές εγκαταστάσεις

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι ο επενδυτής δε χρειάζεται να καταβάλλει εξ' ολοκλήρου το απαιτούμενο χρηματικό ποσό από μόνος του. Μπορεί να καλύψει ένα μικρό μόνο μέρος της δαπάνης (π.χ. 25%) και το υπόλοιπο να το καλύψει με δάνειο από κάποια τράπεζα. Οι περισσότερες τράπεζες πλέον καλύπτουν έως και το 100% της αξίας του φωτοβολταϊκού συστήματος με ιδιαίτερα ευνοϊκά επιτόκια.

Ενδεικτικά αναφέρονται μερικά από αυτά:

- Η Εθνική έχει λανσάρει το «Πράσινο Δάνειο» με κυμαινόμενο επιτόκιο 7,5% και το «Φωτοβολταϊκό Σπίτι». Αναλυτικά, η Εθνική στοχεύει να χορηγήσει «πράσινα δάνεια» σε περισσότερα από 100.000 νοικοκυριά.
- Η Eurobank έχει λανσάρει το «Πράσινο Δάνειο Κατοικίας». Η τράπεζα Eurobank ανακοίνωσε ότι χορηγεί το δάνειο Πράσινο Κατοικίας – Φωτοβολταϊκά, για εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στις στέγες ή τις ταράτσες των σπιτιών.

Με αυτό τον τρόπο οι πελάτες θα μπορούν να παράγουν ενέργεια που θα έχουν τη δυνατότητα να τη μεταπωλούν στη ΔΕΗ, με μια ιδιαίτερα συμφέρουσα τιμή, γεγονός που μπορεί να τους αποφέρει ετήσιο εισόδημα μέχρι και 7.500 ευρώ.

Το συγκεκριμένο έσοδο αφού υπερκαλύψει την ετήσια αποπληρωμή του δανείου και τους ετήσιους λογαριασμούς κατανάλωσης της ΔΕΗ, αποφέρει σε κάθε νοικοκυριό ένα σημαντικό αφορολόγητο ετήσιο εισόδημα για 25 χρόνια.

Το εν λόγω δάνειο χορηγείται είτε με προσημείωση ακινήτου, είτε με εκχώρηση της σύμβασης που υπογράφει ο κάτοχος του Φωτοβολταϊκού Συστήματος με τη ΔΕΗ.

- Η Τράπεζα Πειραιώς προσφέρει το καταναλωτικό δάνειο «Green» με τελικό επιτόκιο 8,8%. Το ίδιο δάνειο προσφέρεται και ως επισκευαστικό (με ή χωρίς εξασφαλίσεις), αλλά και για τοποθέτηση φωτοβολταϊκών. Η Τράπεζα Πειραιώς

έχει ανακοινώσει επενδυτικό πρόγραμμα ύψους 1,5 δισ. ευρώ, για «πράσινες» επιχειρήσεις και περιβαλλοντικές υποδομές.

- Η Εμπορική χορηγεί το δάνειο «SolarΕcολογικό», που απευθύνεται σε ιδιώτες και το «EasyΕcολογικό», που απευθύνεται σε επιχειρήσεις με ετήσιο κύκλο εργασιών έως 2.000.000 € και έως 10 άτομα προσωπικό. Με τα δύο αυτά προϊόντα η Εμπορική Τράπεζα μπορεί να χρηματοδοτήσει με ή χωρίς εγγραφή προσημείωσης ακινήτου, μέχρι το 100% της αξίας της επένδυσης ενώ προσφέρει μεγάλη διάρκεια αποπληρωμής έως 25 έτη και δυνατότητα περιόδου χάριτος έως 6 μήνες. Το ποσό χρηματοδότησης μπορεί να ανέλθει έως 60.000€.
- Το Ταχυδρομικό Ταμιευτήριο χορηγεί το δάνειο εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων «Ηλιακή Ταράτσα». Το Ταχυδρομικό Ταμιευτήριο λάνσαρε στην αγορά ένα «πράσινο» προϊόν, το οποίο απευθύνεται σε εκείνους που έχουν μια ταράτσα ή στέγη από 50 έως 150 τετραγωνικά μέτρα, προκειμένου να εγκαταστήσουν φωτοβολταϊκά στις στέγες. Ο καταναλωτής μπορεί να κερδίσει μέχρι και 4.000 ευρώ το χρόνο πουλώντας το παραγόμενο ρεύμα στη ΔΕΗ. Η μόνη προϋπόθεση του προγράμματος είναι ο ενδιαφερόμενος να διαθέτει μία ταράτσα ή στέγη και να καταθέσει αίτηση στο Τ.Τ, που με τη σειρά του αναλαμβάνει τα πάντα: από τη δανειοδότηση, τη μελέτη και το σχεδιασμό της τεχνικής λύσης μέχρι και τη διεκπεραίωση όλων των απαιτούμενων διαδικασιών.
- Η Alpha Bank προωθεί το «Alpha Πράσινες Λύσεις – Ενεργειακό Σπίτι – Φωτοβολταϊκά», με ύψος δανείου από 1.500€ - 40.000€.

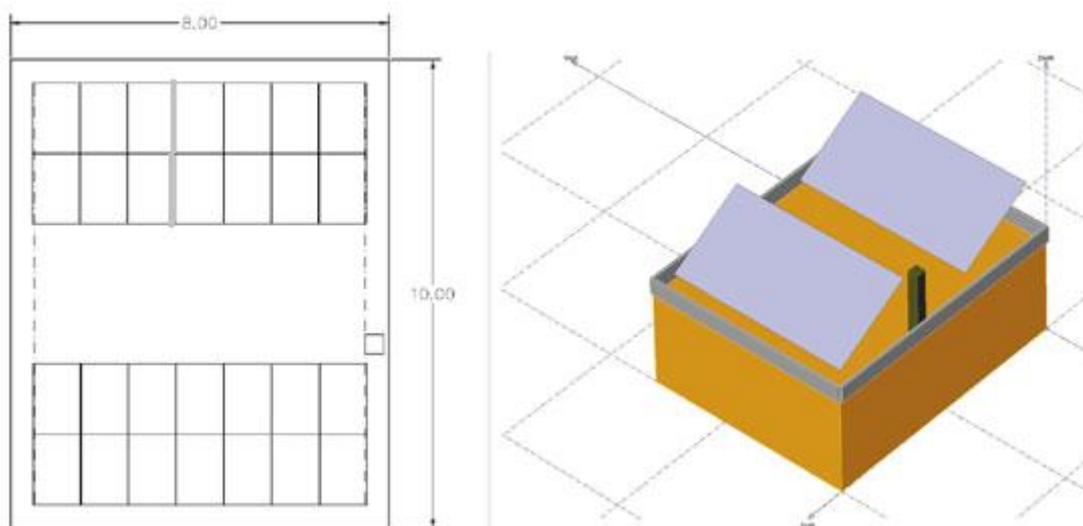
Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο *παραδείγματα τοποθέτησης φωτοβολταϊκού συστήματος σε κτιριακές εγκαταστάσεις* καθώς και ένα προσφερόμενο πακέτο εγκατάστασης από εταιρεία που ανήκει στον Σύνδεσμο Εταιρειών Φωτοβολταϊκών (ΣΕΦ).

▪ **Φωτοβολταϊκά σε ταράτσα 80 τ.μ.**

○ Δεδομένα εγκατάστασης

*Εξετάζεται η τοποθέτηση φωτοβολταϊκών σε μία ταράτσα*, με διαστάσεις 80 τ.μ., στην ανατολική πλευρά της οποίας υπάρχει καμινάδα διαστάσεων 0,40 × 0,40 μ., ύψους 2μ, (με το περιμετρικό τοίχιο να είναι ύψους 0,5μ.). Σε αυτήν την περίπτωση, σύμφωνα με εμπειριστατωμένη μελέτη, **ενδείκνυται να τοποθετηθεί ένα σύστημα αποτελούμενο από 28 πάνελ, ονομαστικής ισχύος 230W<sub>p</sub> έκαστο**, με διαστάσεις 166×99×5 εκ., τοποθετημένο σε δύο διπλές τράπεζες, σε κάθετη διάταξη, με κλίση 25 μοίρες.

○ Κάτοψη Χωροθέτησης –Τρισδιάστατη Απεικόνιση



Εικόνα 2.12: Χωροθέτηση Φ/Β πλαισίων στην υπό μελέτη ταράτσα

ο **Κόστος & Κέρδη**

Στον Πίνακα 2.1 που ακολουθεί δίνονται τα αναμενόμενα ετήσια έσοδα ανά μήνα, λαμβάνοντας υπόψη τα στοιχεία για την ετήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στην **περιοχή της Αθήνας** όπου αναφέρεται το εν λόγω παράδειγμα, όπως αυτά δημοσιεύονται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στο σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών για τα Φωτοβολταϊκά.

Πίνακας 2.1: Εκτίμηση ετήσιας απόδοσης ΦΒΣ στην Αθήνα

Μήνας	kWh	Αξία με 0,55€/kWh
Ιανουάριος	476	262
Φεβρουάριος	541	298
Μάρτιος	804	442
Απρίλιος	881	485
Μάιος	982	540
Ιούνιος	1.008	555
Ιούλιος	1.065	586
Αύγουστος	1.037	570
Σεπτέμβριος	802	441
Οκτώβριος	684	376
Νοέμβριος	461	253
Δεκέμβριος	363	199
<b>Σύνολο</b>	<b>9.104</b>	<b>5.007</b>

Σύμφωνα με τα πιο πάνω δεδομένα το σύστημα θα είναι **ονομαστικής ισχύος 6,44kW<sub>p</sub>** και υπολογίζεται ότι θα παράγει 9.104 kWh ετησίως οι οποίες με βάση το ισχύον κατά τη περίοδο μελέτης τιμολόγιο της ΔΕΗ αναμένεται να αποφέρει 5.007 € σε ετήσια βάση. Όσον αφορά στο τελικό κόστος ενός τέτοιου εγκατεστημένου συστήματος με επώνυμα πιστοποιημένα πάνελ και αντιστροφέα με βάσεις στήριξης από αλουμίνιο και solar καλωδίωση, κυμαίνεται από 25.000-27.000€ (στην τιμή συμπεριλαμβάνεται ΦΠΑ 23% και 1.000-1.300€ κόστος σύνδεσης με τη ΔΕΗ).

Εξετάζονται 2 περιπτώσεις:

- Αγορά φωτοβολταϊκού συστήματος με ίδια κεφάλαια.
- Αγορά φωτοβολταϊκού συστήματος, με 100% δανειοδότηση από τράπεζα, με επιτόκιο 6% , για αποπληρωμή σε 10 χρόνια.

Στο Πίνακα 2.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της οικονομικής μελέτης των δύο παραπάνω προτάσεων.

Με βάση τα στοιχεία που δίνονται σε αυτήν προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- για την κάλυψη του ολικού κόστους με ίδια κεφάλαια, το συνολικό καθαρό κέρδος στην 25ετία ανέρχεται περίπου στα 92.000€, η απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου επιτυγχάνεται σε 5 χρόνια και 3 μήνες, ενώ η ετήσια απόδοση της επένδυσης ανέρχεται κατά μέσο όρο στο 13,81%.
- με την αγορά του φωτοβολταϊκού συστήματος με 100% δανειοδότηση από την τράπεζα, το συνολικό καθαρό κέρδος στην 25ετία ανέρχεται περίπου στα 83.000€ ενώ η ετήσια απόδοση της επένδυσης κατά μέσο όρο στο 12,50%.

Πίνακας 2.2: Οικονομικά στοιχεία της πρότασης εγκατάστασης Φ/Β συστήματος σε ταράτσα στην Αθήνα

Έτος	Συνολική ετήσια απόδοση ευρώ	Χωρίς προσημείωση Επιτόκιο 6,00% για 10 έτη			Με ίδια κεφάλαια		
		Ετήσιες δόσεις δανείου ευρώ	Καθαρό ετήσιο όφελος ευρώ	Προοδευτικό όφελος ευρώ	Ετήσιες πληρωμές ευρώ	Καθαρό ετήσιο όφελος ευρώ	Προοδευτικό όφελος ευρώ
2011	5.007	-3.532	1.475	1.475	-26.648	-21.641	-21.641
2012	4.982	-3.532	1.449	2.924	0	4.982	-16.659
2013	4.956	-3.532	1.424	4.348	0	4.956	-11.702
2014	4.930	-3.532	1.398	5.746	0	4.930	-6.772
2015	4.904	-3.532	1.371	7.117	0	4.904	-1.868
2016	4.877	-3.532	1.344	8.461	0	4.877	3.008
2017	4.850	-3.532	1.317	9.779	0	4.850	7.858
2018	4.822	-3.532	1.290	11.068	0	4.822	12.680
2019	4.794	-3.532	1.262	12.330	0	4.794	17.474
2020	4.766	-3.532	1.233	13.563	0	4.766	22.240
2021	4.737	0	4.737	18.300	0	4.737	26.977
2022	4.725	0	4.725	23.026	0	4.725	31.703
2023	4.714	0	4.714	27.739	0	4.714	36.416
2024	4.701	0	4.701	32.441	0	4.701	41.118
2025	4.689	0	4.689	37.130	0	4.689	45.807
2026	4.677	0	4.677	41.806	0	4.677	50.483
2027	4.664	0	4.664	46.470	0	4.664	55.147
2028	4.651	0	4.651	51.121	0	4.651	59.798
2029	4.638	0	4.638	55.759	0	4.638	64.436
2030	4.624	0	4.624	60.383	0	4.624	69.060
2031	4.610	0	4.610	64.993	0	4.610	73.670
2032	4.596	0	4.596	69.590	0	4.596	78.267
2033	4.582	0	4.582	74.172	0	4.582	82.849
2034	4.568	0	4.568	78.739	0	4.568	87.416
2035	4.553	0	4.553	83.292	0	4.553	91.969

Με βάση αυτά τα δεδομένα επιβεβαιώνεται ότι η επένδυση σε φωτοβολταϊκά συστήματα κρίνεται ως από τις πιο συμφέρουσες επενδύσεις.

▪ **Ενδεικτικό πακέτο εγκατάστασης Φ/Β συστήματος 5kW, αξίας 14.490€**

ο **Πληροφορίες προϊόντων**

5kW με φωτοβολταϊκά σε στέγες, φωτοβολταϊκά με BP Solar 230W Πολυκρυσταλλικού πυριτίου με εγκατάσταση.

Παράγει κατά μέσο όρο 6.500kW το έτος ( για περιοχές Αττικής και νοτιότερα ) ενώ καλύπτει επιφάνεια 70 - 80 τετραγωνικών μέτρων. Εξοικονομεί 3.500-4.000 ευρώ το χρόνο και αποσβένει το κόστος εγκατάστασης σε 4.5-5 χρόνια.

**Το πακέτο αποτελείται από τα ακόλουθα:**

21 τεμάχια φωτοβολταϊκών πλαισίων BP Solar BP Solar 3230T, 230 W (4.830 W εγκατεστημένης ισχύος),

SMA SB 5000-TL-20,

21 τεμάχια βάσεις αλουμινίου στήριξης φωτοβολταϊκών.

Η προσφορά και διαθεσιμότητα αφορά την πλήρη αγορά πακέτου.

Παρέχεται μέσω πιστοποιήσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης εργοστασιακή εγγύηση για την απόδοση της ισχύος των φωτοβολταϊκών πλαισίων 25 ετών για το 80%. Διάρκεια ζωής των φωτοβολταϊκών πλαισίων 45-50 χρόνια.

**Στην τιμή συμπεριλαμβάνεται** εγκατάσταση + Διαδικασία υποβολής φακέλου, Συμπλήρωση Αίτησης + υποδείξεις για Πολεοδομία + ΔΕΗ (εφόσον υπάρχουν κατόψεις της ταράτσας)

Δεν συμπεριλαμβάνεται Μεταφορά-Καλωδιώσεις

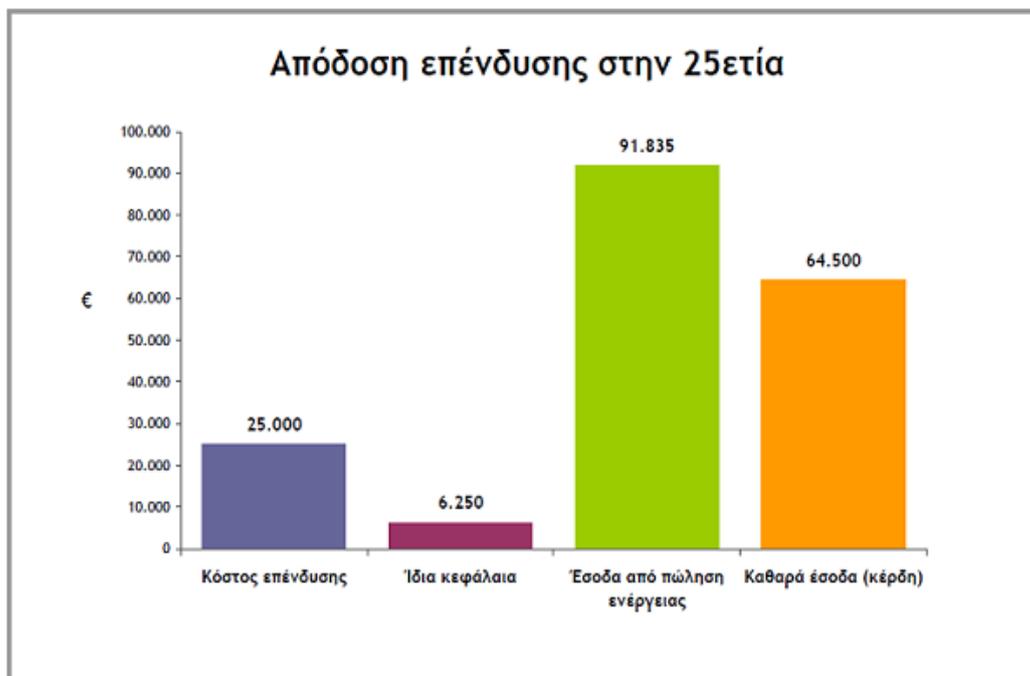
▪ **Ενδεικτικό παράδειγμα οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος, με 25% ίδια κεφάλαια και 75% δανεισμό για δέκα χρόνια**

Στον Πίνακα 2.3 παρουσιάζονται τα στοιχεία του Φ/Β συστήματος που πρόκειται να εγκατασταθεί καθώς και οι οικονομικοί δείκτες της επένδυσης.

Πίνακας 2.3: Μελέτη οικιακού Φ/Β συστήματος

Ενδεικτικό παράδειγμα οικιακού φωτοβολταϊκού συστήματος (υποθέτουμε 25% ίδια κεφάλαια και 75% δανεισμό για 10 χρόνια)		
Ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος	5	kWp
Ενδεικτικό κόστος επένδυσης	25.000	€
Ίδια κεφάλαια	6.250	€
Δεκαετές δάνειο (π.χ. με επιτόκιο 6,5%)	18.750	€
Ετήσια παραγωγή ενέργειας (πρώτο έτος)	6.500	kWh
Παραγωγή ενέργειας στην 25ετία (υποθέτουμε μείωση της απόδοσης κατά 0,5% ετησίως)	152.750	kWh
Έσοδα στην 25ετία	91.835	€
Λειτουργικά έξοδα στην 25ετία (ασφάλιση συστήματος & δανείου)	1.785	€
Τόκοι δανείου	6.800	€
Καθαρά έσοδα (κέρδη) στην 25ετία	64.500	€
Απλή περίοδος αποπληρωμής	6,6	έτη
Απόσβεση επένδυσης	8,7	έτη
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης επένδυσης (IRR επί των ιδίων κεφαλαίων)	21,1%	

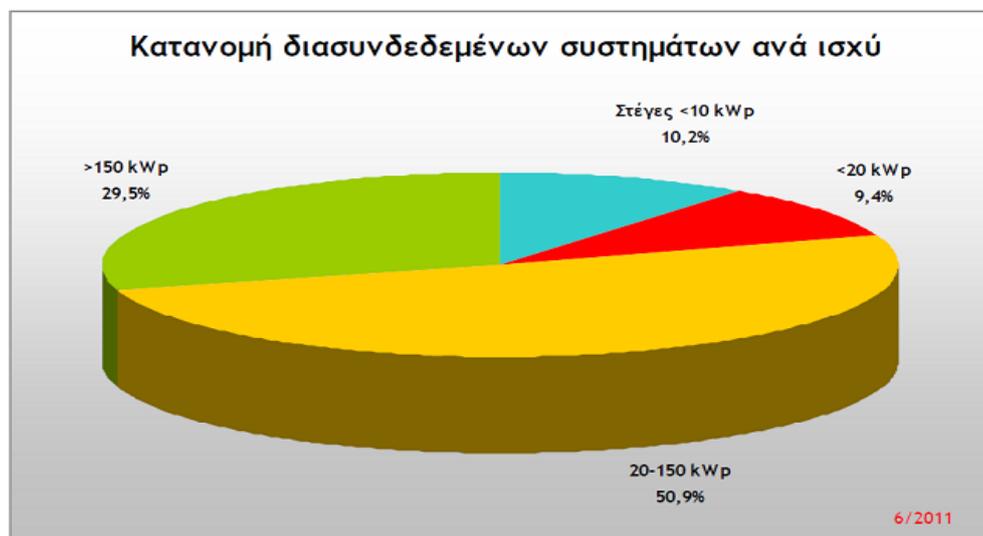
Όπως προκύπτει από τα παραπάνω στοιχεία το ενδεικτικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται στα 25.000€ για Φ/Β σύστημα, ισχύος 5kW<sub>p</sub> ενώ τα καθαρά έσοδα στην 25ετία στα 64.500€. Σχηματική απεικόνιση των πιο πάνω υπολογισμών δίνεται στο Διάγραμμα 2.2.



Διάγραμμα 2.2: Καθαρά έσοδα της υπό μελέτη επένδυσης

## 2.16 Στατιστικά στοιχεία

Στο Διάγραμμα 2.3 που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή των διασυνδεδεμένων στο δίκτυο συστημάτων ανά ισχύ, όπως αυτά προέκυψαν με βάση τα στοιχεία μέχρι και για το πρώτο εξάμηνο του 2011.



Διάγραμμα 2.3: Κατανομή Διασυνδεδεμένων συστημάτων (ανά ισχύ)-06/2011

Τα στατιστικά στοιχεία της ελληνικής αγοράς, όπως αυτά δίνονται στην ιστοσελίδα του Συνδέσμου Εταιρειών Φωτοβολταϊκών, υπολογίζουν την **συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτοβολταϊκών διασυνδεδεμένων στο δίκτυο, για στέγες <10kW<sub>p</sub>, έως και τον Ιούνιο του 2011, στα 35,6MW<sub>p</sub>.**

## 2.17 Περιβαλλοντικό όφελος

**Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά ρυπογόνα καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.** Ένα κιλοβάτ (kW<sub>p</sub>) φωτοβολταϊκών αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους (ή αντίστοιχα 100 δέντρα). Για να παραχθεί η ίδια ηλεκτρική ενέργεια με πετρέλαιο, απαιτούνται 2,2 βαρέλια πετρελαίου κάθε χρόνο. Από περιβαλλοντική άποψη, αποφεύγοντας 1,3 τόνους διοξειδίου του άνθρακα ετησίως είναι σαν να κάνει ένα μέσο αυτοκίνητο 7.000 χιλιόμετρα λιγότερα κάθε χρόνο. Επιπλέον, έχουμε λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κλπ). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

## *Κεφάλαιο 3:*

# *Ενεργειακή Επιθεώρηση*



### 3.1 Περιγραφή Κτιριακής εγκατάστασης

#### 3.1.1 Γενικές πληροφορίες

Το κτίριο που μελετήθηκε για την εκπόνηση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας βρίσκεται στο συγκρότημα της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου στην Αθήνα. Το συγκρότημα κτιρίων στο οποίο ανήκει το κτίριο Θεοχάρη, αποτελεί το παλαιότερο κτίσμα της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου αφού κατασκευάστηκε την περίοδο 1954-60 και ήταν αρχικά γνωστό ολόκληρο, ως κτίριο Αντοχής Υλικών. Μετέπειτα το κεντρικό κτίριο του συγκροτήματος αυτού ονομάστηκε κτίριο Θεοχάρη προς τιμήν του διακεκριμένου καθηγητή Περικλή Σ. Θεοχάρη.



*Εικόνα 3.1: Κτίριο Θεοχάρη*

Τα υπόλοιπα τμήματα του συγκροτήματος που συνορεύουν με το κτίριο Θεοχάρη, είναι το Εργαστήριο Οπλισμένου σκυροδέματος και ο Τομέας Σιδηροδρομικής και Μεταφορών τα οποία και επεκτάθηκαν προς την βόρεια πλευρά με την κατασκευή νέων περύγων το 1997. Επίσης να αναφερθεί πως ο Τομέας Σιδηροδρομικής και Μεταφορών επεκτάθηκε και κατά το παρελθόν με την παραχώρηση σε αυτόν, του 1<sup>ου</sup> ορόφου από το κεντρικό κτίριο (Θεοχάρη) και με αλλαγή της εσωτερικής διαρρύθμισης αυτού ούτως ώστε να υπάρχει πρόσβαση μόνο από το κτίριο του Τομέα Σιδηροδρομικής και Μεταφορών. Στην Εικόνα 3.2 φαίνεται μια κάτοψη του συγκροτήματος από δορυφόρο. Η οροφή με πιο σκούρο χρώμα ανήκει στο κτίριο Θεοχάρη ενώ στο κέντρο φαίνεται η οροφή του εργαστηρίου Αντοχής Υλικών.



*Εικόνα 3.2: Φωτογραφία από Google Earth*

Το κτίριο Θεοχάρη βρίσκεται σε υψόμετρο 171 μέτρα πάνω από την στάθμη της θάλασσας με γεωγραφικό πλάτος και μήκος:

Γεωγραφικό πλάτος(φ):  $37^{\circ}58'42.80''$  (Βόρεια)

Γεωγραφικό μήκος(λ):  $23^{\circ}46'26'48''$  (Ανατολικά)

Στις Εικόνες 3.3 και 3.4 παρουσιάζονται σε αεροφωτογραφίες η νότια και η βόρεια πλευρά του συγκροτήματος. Με τον αριθμό 1 απεικονίζεται το κτίριο Θεοχάρη (στο κέντρο είναι το εργαστήριο Αντοχής Υλικών). Το εργαστήριο σκυροδέματος απεικονίζεται με τον αριθμό 2 και η νέα πτέρυγα αυτού με τον αριθμό 4. Ο αριθμός 3 απεικονίζει τον Τομέα Σιδηροδρομικής και Μεταφορών ενώ με τον αριθμό 5 απεικονίζεται η νέα πτέρυγα αυτού.



*Εικόνα 3.3: Αεροφωτογραφία από Bing - Νότια πλευρά του κτιρίου(πρόσοψη)*



*Εικόνα 3.4: Αεροφωτογραφία από Bing – Βόρεια πλευρά του κτιρίου*

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ η έκθεση του κτιρίου στον άνεμο χαρακτηρίζεται ως ενδιάμεση με παράγοντα προστασίας από τον άνεμο  $f_w=0,05$  αφού περιμετρικά του κτιρίου υπάρχουν δέντρα αραιά τοποθετημένα, κυρίως στην βόρεια και ανατολική πλευρά του κτιρίου, ενώ οι όγκοι των υπόλοιπων κτιρίων που το περιστοιχίζουν είναι αραιά τοποθετημένοι και μέτριου μεγέθους.

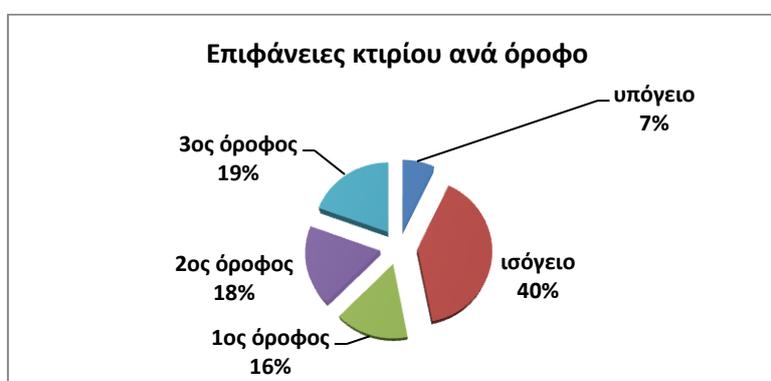
### 3.1.2 Κατανομή Χώρων του κτιρίου

Το κτίριο αποτελείται από 4 ορόφους (ισόγειο, 1<sup>ος</sup>, 2<sup>ος</sup>, 3<sup>ος</sup>) και 1 υπόγειο και έχει συνολική ωφέλιμη επιφάνεια 6.750,8 m<sup>2</sup> και συνολικό ωφέλιμο όγκο 30.639,78 m<sup>3</sup>. Αναλυτικά οι επιφάνειες και ο όγκος που αντιστοιχούν σε κάθε όροφο φαίνονται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1: Επιφάνειες και όγκοι ορόφων

Όροφος	Ωφέλιμη επιφάνεια m <sup>2</sup>	Ύψος ορόφου	Ωφέλιμος όγκος m <sup>3</sup>
Υπόγειο	482,090	3,186	1.535,939
Ισόγειο	1.475,22	3,909	5.766,635
Ισόγειο (Εργαστήριο Αντοχής Υλικών)	1.212,94	7,512	9.134,651
1 <sup>ος</sup> όροφος	1.044,44	3,958	4.133,894
2 <sup>ος</sup> όροφος	1.222,16	3,981	4.865,419
3 <sup>ος</sup> όροφος	1.313,95	3,960	5.203,242
Συνολική επιφάνεια:	<b>6.750,8 m<sup>2</sup></b>	Συνολικός όγκος:	<b>30.639,78 m<sup>3</sup></b>

Όπως παρατηρείται από τον Πίνακα 3.1 την μεγαλύτερη επιφάνεια την καταλαμβάνει ο όροφος του ισογείου με συνολική επιφάνεια 2.688 m<sup>2</sup> ενώ την μικρότερη ο χώρος του υπογείου. Οι όροφοι δεν έχουν όλοι την ίδια επιφάνεια διότι όπως έχει αναφερθεί ένα μέρος του 1<sup>ου</sup> ορόφου του κτιρίου δεν ανήκει στο κτίριο Θεοχάρη ενώ και ένα μικρό μέρος του 2<sup>ου</sup> ορόφου επίσης δεν ανήκει στο κτίριο Θεοχάρη αλλά έχει δοθεί στην νέα πτέρυγα του γειτονικού κτιρίου.



Γράφημα 3.1: Επιφάνειες κτιρίου Θεοχάρη ανά όροφο

Τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου παρουσιάζονται στο Παράρτημα Α και αναλυτικά οι επιφάνειες ανά χώρο του κτιρίου παρουσιάζονται στο Παράρτημα Β.

Το κτίριο Θεοχάρη ως εκπαιδευτικός χώρος τριτοβάθμιας εκπαίδευσης αποτελείται κυρίως από εργαστηριακούς χώρους, από χώρους διδασκαλίας, από κοινόχρηστους χώρους, από γραφεία καθηγητών και μεταπτυχιακών ερευνητών, όπως και από χώρους τεχνικής και γραμματειακής υποστήριξης. Αναλυτική περιγραφή της χρήσης κάθε ορόφου δίνεται παρακάτω:

Στο υπόγειο υπάρχει ο υποσταθμός της ΔΕΗ, το λεβητοστάσιο, τμήμα του εργαστηρίου σύνθετων υλικών το οποίο χρησιμοποιείται σπάνια, αλλά και το μηχανουργείο του κτιρίου σε καθημερινή βάση.

Το ισόγειο το οποίο αποτελεί και το 40% της επιφάνειας του κτιρίου Θεοχάρη, αποτελείται από το εργαστήριο Αντοχής Υλικών (το οποίο έχει ξεχωριστή οροφή από το υπόλοιπο κτίριο), από γραφεία καθηγητών, από την γραμματεία του κτιρίου, από άλλους εργαστηριακούς χώρους αλλά και από αίθουσες συνεδριάσεων με σπάνια χρήση. Επίσης υπάρχει χώρος με το Cluster (9 υπολογιστές IBM παράλληλα) το οποίο λειτουργεί όλο το έτος 24h την μέρα. Στην εικόνα 3.5 φαίνεται μια άποψη από την οροφή του εργαστηρίου Αντοχής Υλικών.



*Εικόνα 3.5: Φωτογραφία οροφής εργαστηρίου Αντοχής Υλικών*

Ο 1<sup>ος</sup> όροφος αποτελείται από γραφεία καθηγητών μερικά από τα οποία έχουν σπάνια χρήση ή και μηδενική λόγω συνταξιοδότησης, από 3 εργαστήρια/ερευνητικούς χώρους, αλλά και από ένα βατό δώμα για την πρόσβαση στην οροφή του εργαστηρίου Αντοχής Υλικών.

Στον 2<sup>ο</sup> όροφο υπάρχουν κυρίως γραφεία καθηγητών και χώροι διδασκαλίας (2 αμφιθέατρα και 2 αίθουσες διδασκαλίας). Επίσης υπάρχουν 3 εργαστηριακοί χώροι όπως και μια αίθουσα με τον server του εργαστηρίου Γεωλικών.

Ο 3<sup>ος</sup> όροφος χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τις ανάγκες της σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Ε.Μ.Π και αποτελείται από ένα χώρο γραμματείας και ένα γραφείο Δ.Ε.Π. με καθημερινή χρήση, αλλά και από ένα αμφιθέατρο και από εργαστηριακούς χώρους οι οποίοι δεν χρησιμοποιούνται και τόσο συχνά.

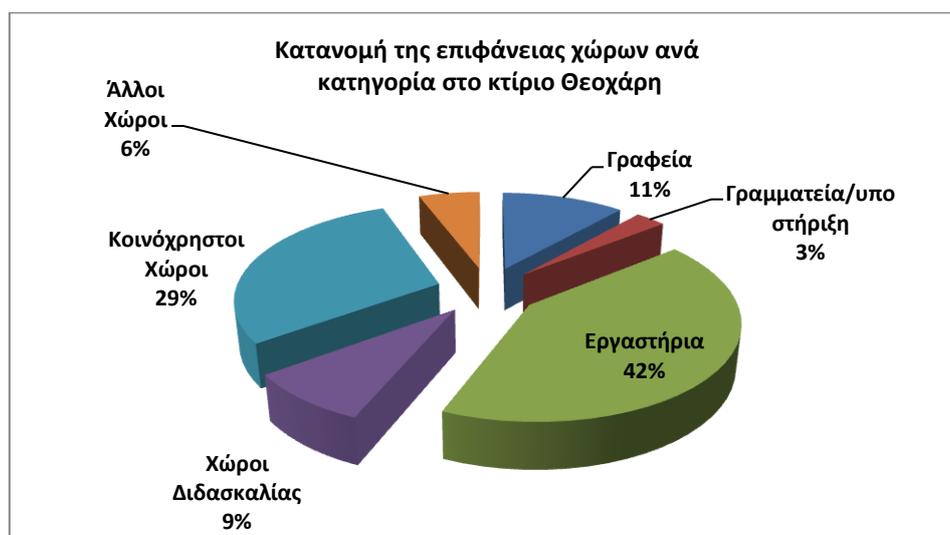
Στον Πίνακα 3.2 φαίνονται αναλυτικά ο αριθμός και το είδος των χώρων που υπάρχουν σε κάθε όροφο ενώ στο Γράφημα 3.2 παρουσιάζεται το ποσοστό της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου που καταλαμβάνει κάθε κατηγορία χώρου.

Πίνακας 3.2: Αριθμός χώρων ανά όροφο και κατηγορία

	Γραφεία	Γραμματεία και υποστήριξη	Εργαστήρια	Χώροι διδασκαλίας	Κοινόχρηστοι χώροι	Άλλοι χώροι
Υπόγειο	-	-	1	-	3	4
Ισόγειο	7	4	7	2	9	-
1 <sup>ος</sup>	10	-	3	-	7	1
2 <sup>ος</sup>	17	-	4	4	9	3
3ος	2	1	6	1	9	4

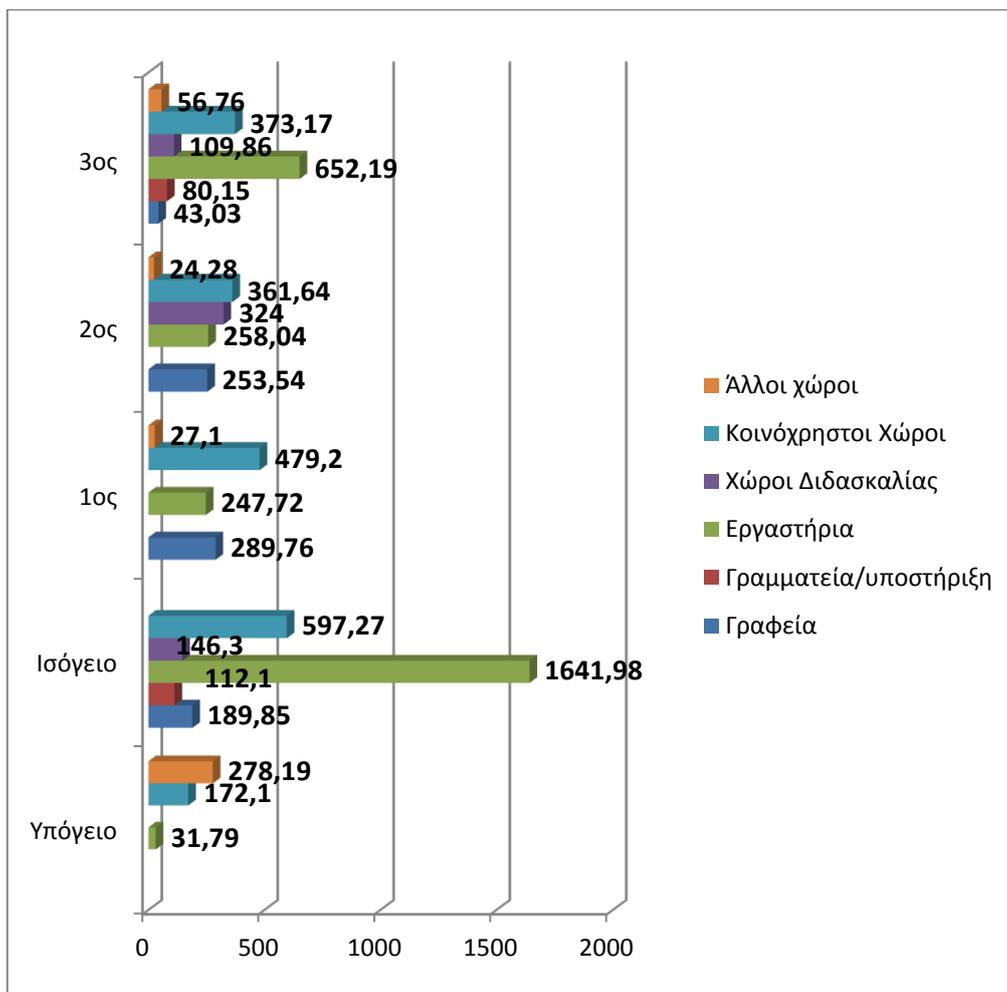
#### Κατηγορίες Χώρων:

- **Γραφεία:** γραφεία καθηγητών, μεταπτυχιακών, επισκεπτών καθηγητών
- **Γραμματεία και υποστήριξη:** γραμματείες, γραφείο διοίκησης γραφείο δοκιμών, θυρωρείο
- **Εργαστήρια:** εργαστηριακοί χώροι, χώροι έρευνας, χώροι υπολογιστών
- **Χώροι διδασκαλίας:** αμφιθέατρα, αίθουσες διδασκαλίας και σεμιναρίων
- **Κοινόχρηστοι χώροι:** διάδρομοι, κλιμακοστάσια, είσοδοι κτιρίου, WC, δώμα
- **Άλλοι χώροι:** λεβητοστάσιο, υποσταθμός, μηχανουργείο, αποθήκες, βιβλιοθήκη



Γράφημα 3.2: Κατανομή της επιφάνειας των χώρων του κτιρίου ανά είδος

Στο Γράφημα 3.3 φαίνονται αναλυτικότερα οι επιφάνειες σε τετραγωνικά μέτρα που καταλαμβάνει κάθε κατηγορία χώρων ανά όροφο.



Γράφημα 3.3: Συνολική επιφάνεια σε  $m^2$  ανά κατηγορία χώρου και ανά όροφο

Όπως παρατηρείται λοιπόν και από τα Γραφήματα 3.2 και 3.3 το μεγαλύτερο μέρος του κτιρίου καταλαμβάνουν οι εργαστηριακοί χώροι οι οποίοι περιέχουν εργαστηριακό εξοπλισμό μεγάλης ισχύος ωστόσο δεν χρησιμοποιείται συχνά παρά μόνο μερικές φορές το ακαδημαϊκό έτος. Οι χώροι γραφείων καταλαμβάνουν το 11% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου ενώ οι χώροι διδασκαλίας το 9%.

**Το κτίριο Θεοχάρη χρησιμοποιείται** λοιπόν από τους φοιτητές καθηγητές, μεταπτυχιακούς ερευνητές αλλά και από το μόνιμο προσωπικό του κτιρίου σε καθημερινή βάση **5 ημέρες/εβδομάδα και 10 μήνες/έτος**. Το κτίριο παραμένει ανοικτό από τις **7 το πρωί μέχρι τις 8 το βράδυ**, ωστόσο **η κύρια χρήση του γίνεται από τις 9 το πρωί ως τις 2 το μεσημέρι** ώρες δηλαδή τις οποίες εργάζεται το μόνιμο προσωπικό και που έρχονται στο κτίριο οι περισσότεροι καθηγητές. Επίσης τα εργαστήρια και οι παραδόσεις των διαλέξεων γίνονται συνήθως πρωινές ώρες.

### 3.1.3 Επεμβάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί στο κτίριο-Δράσεις ΑΠΕ/ΕΞΕΝ

Στο κτίριο Θεοχάρη *δεν έχουν πραγματοποιηθεί δράσεις ΑΠΕ ή δράσεις ΕΞΕΝ*. Ωστόσο έχουν ληφθεί στο παρελθόν σημαντικές δράσεις συντήρησης αλλά και κάποιες αλλαγές στον Η/Μ εξοπλισμό:

α) Τοποθέτηση υαλοστασίου διπλών τζαμιών πάνω από τα υφιστάμενα τζάμια στην οροφή του εργαστηρίου Αντοχής Υλικών το 2007. Ο στόχος ήταν να αντικατασταθούν τα υφιστάμενα με καινούργια περισσότερο για λόγους στεγανοποίησης του εργαστηρίου αλλά τελικά λόγω τεχνικής δυσκολίας τοποθετήθηκαν πάνω από τα υφιστάμενα.

β) Αφαίρεση κατεστραμμένου ασφαλτόπανου από την οροφή του εργαστηρίου Αντοχής υλικών και βάψιμο με ειδική υγρομονωτική μπογιά.

γ) Μόνωση/στεγάνωση οροφής κτιρίου Θεοχάρη με τοποθέτηση ασφαλτόπανου στις αρχές της δεκαετίας 1990.

δ) Αντικατάσταση λόγω χαμηλής φωτεινότητας των λαμπτήρων φθορισμού T8 στο εργαστήριο Αντοχής Υλικών με λάμπες βιομηχανικού τύπου μεγάλης ισχύος.

Στις Εικόνες 3.6 και 3.7 παρουσιάζεται η κατάσταση της οροφής του εργαστηρίου Αντοχής Υλικών πριν και μετά την επιδιόρθωση και την τοποθέτηση του υαλοστασίου, ενώ στην Εικόνα 3.8 φαίνεται η οροφή του κτιρίου Θεοχάρη με το ασφαλτόπανο όπως είναι σήμερα.



Εικόνα 3.6: Κατάσταση οροφής εργαστηρίου Αντοχής Υλικών το έτος 2006

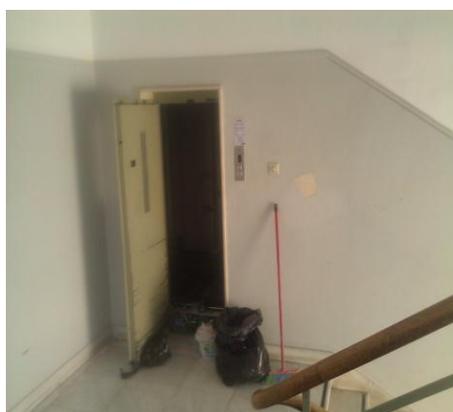


*Εικόνα 3.7: Κατάσταση οροφής εργαστηρίου αντοχής υλικών σήμερα*



*Εικόνα 3.8: Οροφή κτιρίου Θεοχάρη*

Κατά διαστήματα διάφορες άλλες επεμβάσεις και εργασίες συντήρησης/επισκευών λαμβάνουν χώρα στο κτίριο όπως η αντικατάσταση των θυρών εισόδου με άλλες σιδερένιες το 2009, εργασίες αποκατάστασης επιχρισμάτων όπως αυτή στο εργαστήριο Αντοχής Υλικών το 2009 και το 2006 και εργασίες συντήρησης των ανελκυστήρων (Εικόνα 3.9), του λέβητα και του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού. Στην Εικόνα 3.10 φαίνονται οι εργασίες αποκατάστασης των εσωτερικών επιχρισμάτων του εργαστηρίου Αντοχής Υλικών που έγιναν το 2006.



*Εικόνα 3.9: Συντήρηση Ανελκυστήρων το έτος 2011*



*Εικόνα 3.10: Εργασίες αποκατάστασης των εσωτερικών επιχρισμάτων στο εργαστήριο Αντοχής Υλικών το έτος 2006*

Οι πιο πάνω πληροφορίες προέρχονται από την Γενική Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών του Ε.Μ.Π., όπως επίσης και από την Πολυδύναμη μονάδα των ΣΕΜΦΕ στην οποία ανήκει το κτίριο.

### **3.2 Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου Θεοχάρη**

Οι μορφές ενέργειας που καταναλώνονται στο κτίριο Θεοχάρη είναι ο ηλεκτρισμός και το φυσικό αέριο.

Ο **ηλεκτρισμός** χρησιμοποιείται για τον φωτισμό του κτιρίου, την ψύξη μέσω αυτόνομων διαιρούμενων μονάδων, την λειτουργία των Η/Υ, των περιφερειακών συσκευών όπως και για την λειτουργία του εργαστηριακού εξοπλισμού του κτιρίου, αλλά και για ένα πλήθος από άλλες ηλεκτρικές συσκευές.

Το **φυσικό αέριο** χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την θέρμανση των χώρων του κτιρίου. Στο λεβητοστάσιο του κτιρίου υπάρχουν 2 λέβητες οι οποίοι λειτουργούν την χειμερινή περίοδο από τον Νοέμβριο μέχρι τον Απρίλιο και θερμαίνουν το νερό το οποίο κυκλοφορεί στα 196 σώματα καλοριφέρ τύπου ΑΚΑΝ αλλά και στα 15 fan coils του κτιρίου. Η κεντρική θέρμανση λειτουργεί για 3h τους μήνες Νοέμβριο/Απρίλιο και για 9h τους υπόλοιπους μήνες του χειμώνα τις καθημερινές ημέρες.

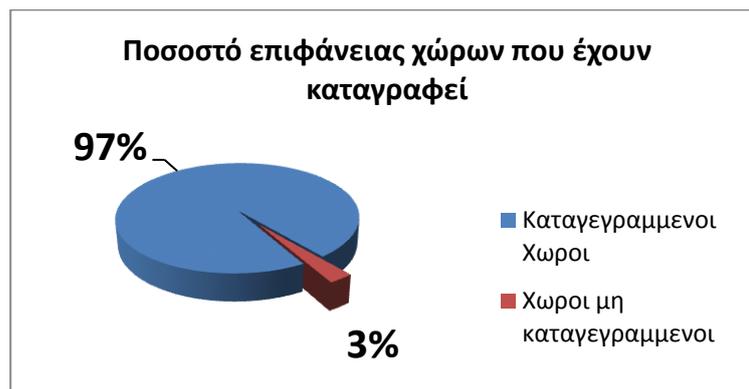
Το Ε.Μ.Π. είναι καταναλωτής μέσης τάσης και χρεώνεται με βάση το τιμολόγιο γενικής χρήσης Μ.Τ της ΔΕΗ. Εδώ σημειώνεται πως οι χρεώσεις γίνονται συλλογικά για όλη την Πολυτεχνειούπολη (δηλαδή υπάρχει μόνο ένας μετρητής για όλη την Πολυτεχνειούπολη) με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν διαθέσιμα τιμολόγια για το κτίριο Θεοχάρη.

Όσον αφορά την κεντρική θέρμανση του κτιρίου δεν υπάρχουν στοιχεία από τιμολόγια (υπάρχει ενιαίος λογαριασμός για όλη την Πολυτεχνειούπολη) αλλά ούτε και από μετρητές που να καταδεικνύουν την κατανάλωση του φυσικού αερίου.

Η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου Θεοχάρη που παρουσιάζεται παρακάτω υπολογίστηκε: α) με αναλυτική καταγραφή όλου του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού του κτιρίου, β) με ερωτηματολόγιο προς τους χρήστες του κάθε χώρου με σκοπό την εκτίμηση της διάρκειας φορτίου κάθε συσκευής, γ) πολλαπλασιάζοντας την ονομαστική ισχύ κάθε συσκευής με την αντίστοιχη διάρκεια φορτίου για ένα έτος.

#### **Βασικές παραδοχές :**

- 1) Γίνεται η παραδοχή ότι η εκτίμηση της διάρκειας φορτίου για κάθε συσκευή που δόθηκε από τους χρήστες αν και υποκειμενική ήταν προς την σωστή κατεύθυνση.
- 2) Το εργαστήρια όπως και το μηχανουργείο του κτιρίου Θεοχάρη περιέχουν εξοπλισμό μεγάλης ισχύος και ο οποίος έχει καταγραφεί αναλυτικά στο Παράρτημα ΙΑ, ωστόσο η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία του εξοπλισμού αυτού δεν εκτιμήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία για τους κάτωθι λόγους:
  - α) δεν υπάρχουν στοιχεία για σημαντικό αριθμό εργαστηριακών μηχανών από τους κατασκευαστές σχετικά με την ισχύ του εξοπλισμού αυτού
  - β) η κατανάλωση ισχύος των μηχανών του εργαστηρίου αντοχής υλικών αλλά και άλλων εργαστηρίων όταν αυτές βρίσκονται σε λειτουργία, εξαρτάται συχνά από το δοκίμιο και το επίπεδο καταπόνησης που θα επιλεγεί. Αυτό έχει παρατηρηθεί και από μετρήσεις που πάρθηκαν με καταγραφικό εξοπλισμό την στιγμή λειτουργίας μερικών από των μηχανών αυτών.
  - γ) η ακανόνιστη και σπάνια συνήθως χρήση του εργαστηριακού εξοπλισμού κατέστησαν αδύνατη την εκτίμηση της διάρκειας φορτίου αυτού.
- 3) Κατά την διάρκεια καταγραφής του εξοπλισμού του κτιρίου Θεοχάρη κάποιοι χώροι παρέμειναν κλειστοί σε μόνιμη βάση και μη προσβάσιμοι για καταγραφή πως κάποιες αποθήκες, γραφεία που δεν χρησιμοποιούνται λόγω συνταξιοδότησης των καθηγητών και 2 χώροι εργαστηρίων η χρήση των οποίων είναι από σπάνια έως μηδενική. Γίνεται λοιπόν η παραδοχή πως η κατανάλωση ενέργειας αυτών των χώρων είναι μηδενική πράγμα το οποίο δεν απέχει από την πραγματικότητα. Συνολικά το ποσοστό επιφάνειας των χώρων που δεν έχουν καταγραφεί όπως και αυτών που κατεγράφησαν είναι:



Γράφημα 3.4: Ποσοστό επιφάνειας καταγεγραμμένων χώρων

### 3.2.1 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στα φορτία φωτισμού

Για τον προσδιορισμό μιας εκτίμησης της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στα φορτία φωτισμού, καταγράφησαν αναλυτικά όλοι οι λαμπτήρες φωτισμού ανά είδος και ανά χώρο του κτιρίου και επίσης εκτιμήθηκε η διάρκεια του φορτίου για κάθε λαμπτήρα ξεχωριστά, ανάλογα με τον χώρο που βρίσκονται αυτοί και με ερωτήσεις προς τους χρήστες του κάθε χώρου.

Οι χώροι στο κτίριο Θεοχάρη φωτίζονται από τα πιο κάτω είδη φωτιστικών/λαμπτήρων:

α) Τετραγωνικό φωτιστικό πλαίσιο οροφής με μεταλλικό ανακλαστήρα που περιέχει 4 σωλήνες φθορισμού των 18W διαμέτρου T8 και μήκους 60 cm ο καθένας. Για την λειτουργία του φωτιστικού χρησιμοποιούνται 2 ηλεκτρομαγνητικά στραγγαλιστικά πηνία με απώλειες  $2 \times 8W = 16W$ . Άρα συνολικά το φωτιστικό πλαίσιο έχει κατανάλωση ίση με  $4 \times 18W + 16W = 88W$ .



β) Ορθογώνιο φωτιστικό πλαίσιο με ανακλαστήρα ή και χωρίς που περιέχει 2 σωλήνες φθορισμού των 36W διαμέτρου T8 και μήκους 120cm. Για την λειτουργία του φωτιστικού χρησιμοποιούνται 2 ηλεκτρομαγνητικά στραγγαλιστικά πηνία με απώλειες  $2 \times 8W = 16W$ . Άρα συνολικά το φωτιστικό πλαίσιο έχει κατανάλωση ίση με  $2 \times 36W + 16W = 88W$ .



γ) Σωλήνες φθορισμού των 36W διαμέτρου T8 και μήκους 120cm. Για την λειτουργία του φωτιστικού χρησιμοποιείται 1 ηλεκτρομαγνητικό στραγγαλιστικό πηνίο με απώλειες 8W. Άρα συνολικά ο λαμπτήρας έχει κατανάλωση  $36W+8W=44W$

δ) Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού βιδωτοί των 11W.

ε) Λαμπτήρες πυράκτωσης των 60W.

ζ) Φωτιστικά τύπου καμπάνας με λαμπτήρες νατρίου υψηλής πίεσης των 250W. Συνολικά καταμετρήθηκαν 29 φωτιστικά αποκλειστικά στον χώρο του εργαστηρίου Αντοχής Υλικών.

η) Προβολείς εξωτερικού χώρου των 250W στην οροφή του κτιρίου για νυκτερινό φωτισμό ασφαλείας.



Στον Πίνακα 3.3 παρουσιάζεται ο αριθμός των φωτιστικών ανά είδος και ανά όροφο που κατεγράφησαν κατά την διάρκεια της επιθεώρησης. Συνολικά κατεγράφησαν 22 φωτιστικά πλαίσια με 4 λαμπτήρες φθορισμού T8 των 18W, 468 φωτιστικά πλαίσια με 2 λαμπτήρες φθορισμού T8 των 36W, 126 λαμπτήρες φθορισμού T8 των 36W, 139 απλοί λαμπτήρες φθορισμού των 11W, 79 λαμπτήρες πυράκτωσης των 60W, 29 φωτιστικά τύπου καμπάνας των 250W και 8 προβολείς εξωτερικού χώρου των 250W.

Ο αριθμός των λαμπτήρων ανά χώρο αλλά και η διάρκεια φορτίου αυτών παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα Η, όπου υπολογίζονται επίσης και οι ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις για φωτισμό ξεχωριστά για κάθε όροφο.

Πίνακας 3.3: Αριθμός φωτιστικών ανά είδος και όροφο, εγκατεστημένη ισχύς φωτιστικών και ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά όροφο

ΤΥΠΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΑΝΑ ΟΡΟΦΟ					ΟΡΟΦΗ
	ΥΠΟΓΕΙΟ	ΙΣΟΓΕΙΟ	1 <sup>ος</sup>	2 <sup>ος</sup>	3 <sup>ος</sup>	
Τετράγωνο πλαίσιο με 4 λαμπτήρες T8 με ανακλαστήρα (88W)	-	7	15	-	-	-
Ορθογώνιο πλαίσιο με 2 λαμπτήρες T8 με ή χωρίς ανακλαστήρα (88W)	52	79	66	157	114	-
Μονός λαμπτήρας T8 (44W)	-	3	3	-	120	-
Απλός βιδωτός λαμπτήρας φθορισμού (11W)	-	137	-	-	2	-
Λαμπτήρας πυράκτωσης (60W)	11	25	13	3	27	-
Φωτιστικά τύπου καμπάνας νατρίου υψηλής πίεσης(250W)	-	29	-	-	-	-
Προβολείς εξωτερικού χώρου (250W)	-	-	-	-	-	8

<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΝΑ ΟΡΟΦΟ (kW):</b>	<b>5,24</b>	<b>17,96</b>	<b>8,04</b>	<b>14</b>	<b>16,95</b>	<b>2</b>
<b>ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΟΡΟΦΟ (kWh/y):</b>	<b>4.277</b>	<b>14.259,92</b>	<b>7.282,16</b>	<b>11.529,36</b>	<b>8.618,64</b>	<b>7.200</b>

Όπως παρατηρείται και από τον Πίνακα 3.3 με απλή άθροιση, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού για όλο το κτίριο Θεοχάρη είναι **64,19 kW** όπου σε αυτή την ισχύ συμπεριλαμβάνεται και η ισχύς των ηλεκτρομαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων για την λειτουργία των σωλήνων φθορισμού T8. Επίσης παρατηρείται ότι η συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό είναι ίση με **53.167,08 kWh/y**.

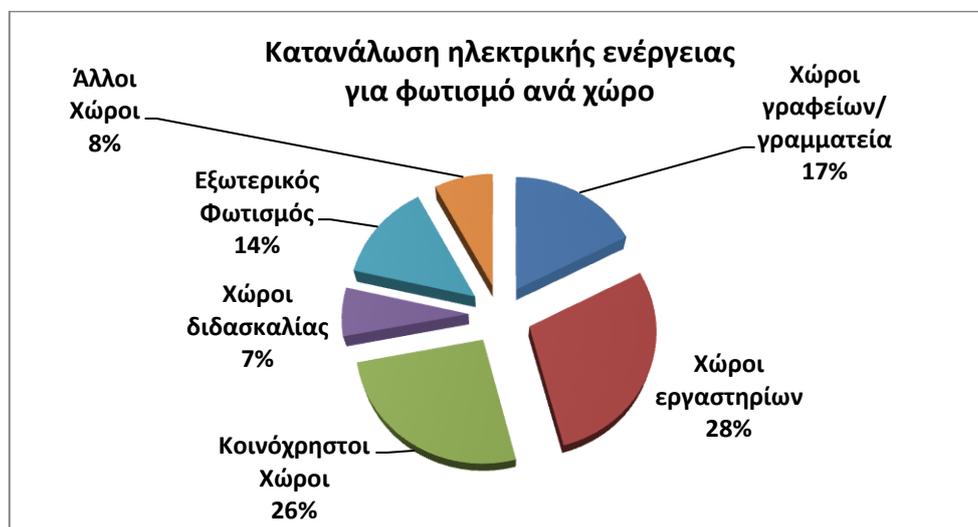
Ο νυκτερινός φωτισμός του κτιρίου καλύπτεται από τους 8 προβολείς εξωτερικού χώρου που βρίσκονται στην οροφή του κτιρίου και λειτουργούν καθημερινά όλο το έτος. Επίσης για νυκτερινό φωτισμό χρησιμοποιούνται και τα φωτιστικά κάποιων χώρων του ισόγειου και συγκεκριμένα του θυρωρείου, της κύριας εισόδου και του κύριου διαδρόμου στο ισόγειο. Η συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τις ανάγκες του νυκτερινού φωτισμού ανέρχεται στις 10.401 kWh/y ποσοστό ίσο με το **19,56%** της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης για τον φωτισμό του κτιρίου.

Στο Γράφημα 3.5 παρουσιάζεται η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό του κτιρίου Θεοχάρη ανάλογα με τον όροφο του κτιρίου. Όπως αναμενόταν λόγω μεγαλύτερης επιφάνειας και μεγαλύτερης εγκατεστημένης ισχύς φωτιστικών, την μεγαλύτερη κατανάλωση έχει το ισόγειο. Παρατηρείται επίσης ότι ο 2<sup>ος</sup> όροφος έχει μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας από τον 3<sup>ο</sup> όροφο παρά το γεγονός ότι στον 3<sup>ο</sup> όροφο έχουμε μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο 3<sup>ος</sup> όροφος έχει κυρίως χώρους εργαστηρίων που χρησιμοποιούνται σπανιότερα από τους χώρους που βρίσκονται στον 2<sup>ο</sup> όροφο.



Γράφημα 3.5: Κατανομή της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό του κτιρίου Θεοχάρη ανά όροφο

Στο Γράφημα 3.6 παρουσιάζεται η κατανομή της ετήσιας ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για φωτισμό ανά είδος χώρου. Παρατηρείται πως το μεγαλύτερο μέρος αυτής της ενέργειας χρησιμοποιείται για τον φωτισμό εργαστηριακών χώρων, ενώ ένα μεγάλο ποσοστό επίσης χρησιμοποιείται για τον φωτισμό κοινόχρηστων χώρων.



Γράφημα 3.6: Κατανομή της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό ανά είδος χώρου

### 3.2.2 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη

Στο κτίριο Θεοχάρη δεν υπάρχει σύστημα κεντρικού/ημικεντρικού κλιματισμού με αποτέλεσμα η ψύξη των διάφορων χώρων να γίνεται αποκλειστικά με αυτόνομες διαιρούμενες κλιματιστικές συσκευές (AC split units). Συνολικά κατεγράφησαν 73 κλιματιστικά συνολικής εγκατεστημένης ισχύος **118,83 kW** και απόδοσης των 9000/12000/17000/18000/24000 BTU/h. Αναλυτικότερα στο Παράρτημα Ζ παρουσιάζονται ανά χώρο οι κλιματιστικές συσκευές που χρησιμοποιούνται όπως και η ετήσια κατανάλωση ενέργειας της κάθε μιας από αυτές.

Για την μετατροπή της ισχύος των κλιματιστικών από BTU/h σε kW χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$1 \frac{btu}{h} = 2,931 \times 10^{-4} kW$$

ενώ, στη συνέχεια για να βρεθεί η κατανάλωση του κάθε κλιματιστικού για ψύξη λαμβάνεται υπόψη η ενεργειακή κλάση του κλιματιστικού. Συγκεκριμένα διαιρείται η ισχύς του κλιματιστικού με τον συντελεστή απόδοσης ενεργειακής κλάσης για ψύξη EER του κάθε κλιματιστικού. Όλα τα κλιματιστικά στο κτίριο Θεοχάρη λόγω

παλαιότητας θεωρήθηκαν ότι ανήκουν στην ενεργειακή κλάση D με συντελεστή απόδοσης ενεργειακής κλάσης για ψύξη EER=2,7, εκτός από τα ελάχιστα καινούργια κλιματιστικά τύπου inverter στο ισόγειο όπου θεωρήθηκε EER=3,5.

Τα περισσότερα κλιματιστικά βρίσκονται σε χώρους γραφείων όπως επίσης και στις γραμματείες αλλά και σε αρκετά εργαστήρια. Η διάρκεια φορτίου για την λειτουργία των κλιματιστικών για σκοπούς ψύξης, θεωρήθηκε για τους περισσότερους χώρους στους 3 μήνες/έτος, όσοι δηλαδή οι καλοκαιρινοί μήνες αν εξαιρέσουμε τον μήνα Αύγουστο όπου το κτίριο είναι κλειστό.

Σε κλιματιστικά στα οποία δεν ήταν δυνατή η διάκριση των χαρακτηριστικών τους, αυτά κατετάγησαν σε κλίμακα ισχύος ανάλογη με την επιφάνεια του χώρου που κλιματίζουν ή ακόμα και με βάση την ισχύ των κλιματιστικών διπλανών παρόμοιων χώρων.

Συνολικά *οι κλιματιζόμενοι χώροι* στο κτίριο Θεοχάρη *καταλαμβάνουν επιφάνεια 2038,75 m<sup>2</sup>*, ποσοστό ίσο δηλαδή με το 30,2% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου. Το ποσοστό αυτό δικαιολογείται αν αναλογιστεί κανείς ότι στους μη κλιματιζόμενους χώρους ανήκουν όλοι οι κοινόχρηστοι χώροι, όλο το υπόγειο εκτός του μηχανουργείου, το εργαστήριο Αντοχής Υλικών στο ισόγειο το οποίο καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια, αλλά και τα εργαστήρια του 3<sup>ου</sup> ορόφου.

Στον Πίνακα 3.4 φαίνεται ο αριθμός των κλιματιστικών συσκευών ανά όροφο όπως επίσης και η εγκατεστημένη ισχύς αυτών, αλλά και η ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνουν αυτές οι συσκευές (και σε κατάσταση Off- 0,9W) για την ψύξη των χώρων του κτιρίου.

Πίνακας 3.4: Αριθμός κλιματιστικών ανά όροφο, εγκατεστημένη ισχύς και κατανάλωση ενέργειας ανά όροφο

Όροφος	Αριθμός κλιματιστικών συσκευών (AC split units)	Εγκατεστημένη ισχύς ανά όροφο (kW)	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά όροφο (kWh/y)	Κατάσταση Off But plugged in (kWh/y)	Συνολική κατανάλωση ανά όροφο (kWh/y)
Υπόγειο	2	3,91	1.172,40	16,92	1.189,32
Ισόγειο	28	47,50	44.963,23	193,85	45.157,08
1 <sup>ος</sup>	17	27,03	5.901,08	145,32	6.046,40
2 <sup>ος</sup>	21	31,92	10.496,9	177,91	10.674,81
3 <sup>ος</sup>	5	8,47	2.204,11	42,53	2.246,64
<b>ΣΥΝΟΛΟ:</b>		<b>118,83</b>	<b>64.737,72</b>	<b>576,53</b>	<b>65.314,25</b>



Γράφημα 3.7: Κατανομή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για σκοπούς ψύξης ανά όροφο

Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (μαζί με την κατανάλωση σε κατάσταση off) για σκοπούς ψύξης των κλιματιζόμενων χώρων στο κτίριο Θεοχάρη, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.4 ανέρχεται στις **65.314,25 kWh/y**, ενώ στο Γράφημα 3.7 παρουσιάζεται η κατανομή ανά όροφο του κτιρίου αυτής της κατανάλωσης ενέργειας. Όπως παρατηρείται στο Γράφημα 3.7 την μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για σκοπούς ψύξης έχει το ισόγειο και μάλιστα με μεγάλη διαφορά από τους άλλους ορόφους. Αυτό εξηγείται από την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ των κλιματιστικών στο ισόγειο, αλλά κυρίως οφείλεται στο γεγονός ότι στο ισόγειο υπάρχει η αίθουσα του Cluster. Το Cluster έχει ανάγκη από συνεχή κλιματισμό όλο το έτος ώστε να υπάρχει μια σταθερή θερμοκρασία στην αίθουσα και να αποφεύγεται η υπερθέρμανση των επεξεργαστών. Αυτό επιτυγχάνεται με την ύπαρξη και λειτουργία 4 κλιματιστικών τύπου inverter στην αίθουσα του Cluster εκ των οποίων τα 2 λειτουργούν όλο το έτος 24h/ημερησίως ενώ και τα άλλα 2 λειτουργούν συνεχόμενα τους 6 πιο θερμούς μήνες του έτους. Αυξημένη κατανάλωση φαίνεται να έχει και ο 2<sup>ος</sup> όροφος γεγονός που οφείλεται σε ένα μεγάλο βαθμό και στην συνεχή λειτουργία 24h/ημερησίως τους 4 θερμότερους μήνες του έτους του κλιματιστικού στην αίθουσα του server. Αναμενόμενη είναι η μικρή κατανάλωση στους χώρους του υπογείου και του 3<sup>ου</sup> ορόφου αφού η εγκατεστημένη ισχύς των κλιματιστικών είναι μειωμένη σε αυτούς τους χώρους.

### 3.2.3 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση

Στο κτίριο Θεοχάρη υπάρχει εγκατεστημένο σύστημα κεντρικής θέρμανσης με φυσικό αέριο στο οποίο 2 λέβητες θερμαίνουν το νερό το οποίο κυκλοφορεί στα 196 θερμαντικά σώματα τύπου ΑΚΑΝ και στα 15 fan coils του κτιρίου Θεοχάρη. Η συνολική κατανάλωση του Φ.Α. εκτιμάται σε 153.981 m<sup>3</sup>/y.

Στο Παράρτημα Δ παρουσιάζεται αναλυτικά ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός του κεντρικού συστήματος θέρμανσης. Να σημειωθεί πως η συνολική ηλεκτρική ισχύς του εξοπλισμού αυτού είναι 11,4 kW (κυκλοφορητές-καυστήρες).

Σε ένα μικρό βαθμό χρησιμοποιείται και η ηλεκτρική ενέργεια για την θέρμανση των χώρων. Ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται για σκοπούς θέρμανσης:

- 1) στα fan coils για την λειτουργία του ανεμιστήρα αυτών
- 2) σε περιορισμένο αριθμό αυτόνομων κλιματιστικών συσκευών A/C
- 3) σε μικρό αριθμό φορητών ηλεκτρικών θερμαντικών συσκευών

Στο Παράρτημα Ε παρουσιάζονται αναλυτικά οι χώροι στους οποίους γίνεται χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση όπως επίσης η διάρκεια φορτίου και η κατανάλωση ενέργειας των θερμαντικών σωμάτων. Να σημειωθεί πως για τα A/C χρησιμοποιήθηκε συντελεστής απόδοσης ενεργειακής κλάσης για θέρμανση COP=3, δηλαδή κατηγορία ενεργειακής κλάσης D όπως και για την ψύξη.

Στον Πίνακα 3.5 παρουσιάζεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τις 3 κατηγορίες θερμαντικών συσκευών που αναφέρθηκαν πιο πάνω.

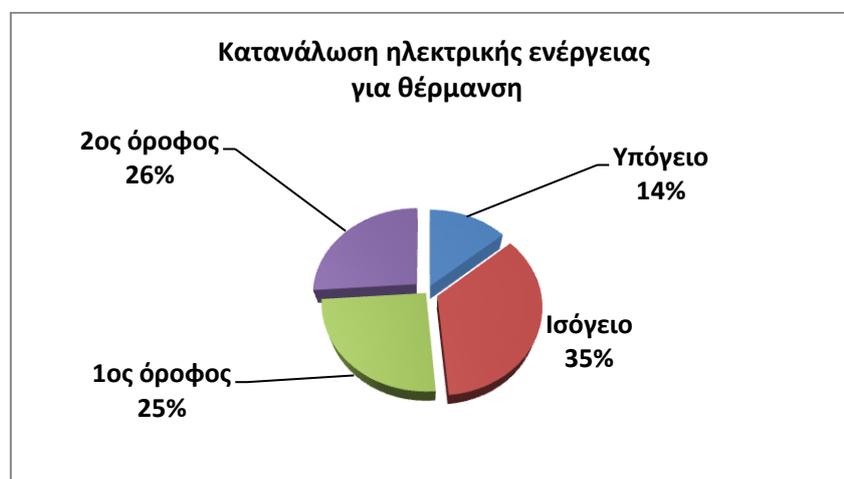
*Πίνακας 3.5: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση ανά είδος θερμαντικής συσκευής*

Είδος θέρμανσης με ηλεκτρική ενέργεια	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση (kWh/y)
Θέρμανση με A/C	4.662,92
Θέρμανση με fan coils	159,13
Θέρμανση με φορητά ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα	1.298,4

Πίνακας 3.6: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση ανά όροφο

Όροφος:	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση (kWh/y)
Υπόγειο	843,84
Ισόγειο	2.134,45
1 <sup>ος</sup> όροφος	1.545,00
2 <sup>ος</sup> όροφος	1.597,16
3 <sup>ος</sup> όροφος	-
<b>Σύνολο:</b>	<b>6.120,45</b>

Στον Πίνακα 3.6 όπως και στο Γράφημα 3.8 παρουσιάζεται η κατανομή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιείται για θέρμανση, ανά όροφο του κτιρίου Θεοχάρη. Όπως παρατηρείται την μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για σκοπούς θέρμανσης έχει το ισόγειο και την μικρότερη το υπόγειο.



Γράφημα 3.8: Κατανομή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση ανά όροφο

### 3.2.4 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών

Στο κτίριο Θεοχάρη κατεγράφησαν συνολικά 86 επιτραπέζιοι υπολογιστές όλοι με LCD οθόνη, 24 φορητοί υπολογιστές laptop, 8 servers και ένα Cluster. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς όλων των τύπων των ηλεκτρονικών υπολογιστών ανέρχεται στα **28,28 kW**. Στον Πίνακα 3.7 παρουσιάζεται ο αριθμός και ο τύπος των Η/Υ ανά όροφο όπως και η εγκατεστημένη ισχύς αυτών ανά όροφο. Στο Παράρτημα Θ παρατίθενται αναλυτικότερες πληροφορίες σχετικά με το είδος και τον αριθμό των Η/Υ ανά χώρο, όπως επίσης η διάρκεια φορτίου και η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των Η/Υ.

Πίνακας 3.7: Αριθμός Η/Υ ανά όροφο και τύπο υπολογιστή

Τύπος Η/Υ	Αριθμός Η/Υ ανά όροφο			
	Ισόγειο	1 <sup>ος</sup> όροφος	2 <sup>ος</sup> όροφος	3 <sup>ος</sup> όροφος
Desktop PC	26	18	36	6
Laptop	8	8	7	1
Server	-	5	3	-
Cluster	1	-	-	-
<i>Εγκατεστημένη ισχύς ανά όροφο (kW):</i>	<b>9,7</b>	<b>6,48</b>	<b>10,55</b>	<b>1,55</b>

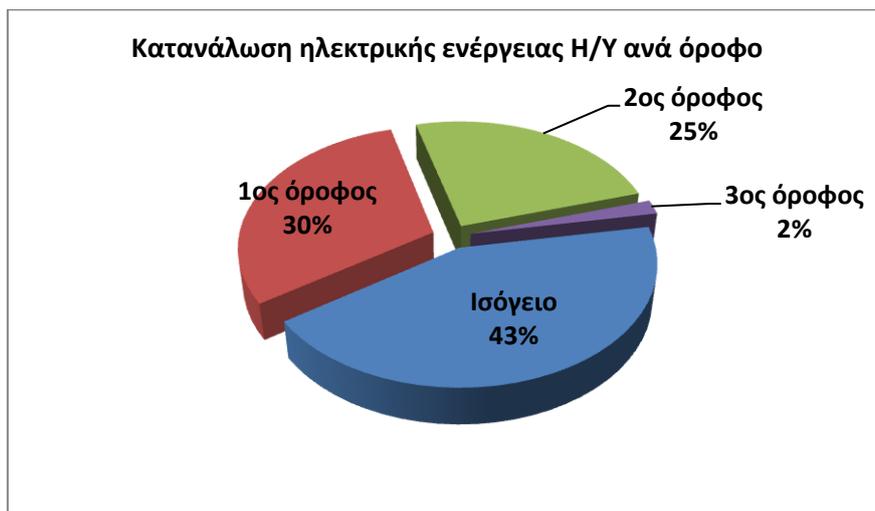
Η ετήσια ηλεκτρική ενέργεια που απαιτείται για την λειτουργία των ηλεκτρονικών υπολογιστών υπολογίστηκε πολλαπλασιάζοντας την ισχύ του κάθε υπολογιστή επί την αντίστοιχη διάρκεια φορτίου ενώ έχει ληφθεί υπόψη και η κατανάλωση που έχουν οι υπολογιστές desktop σε μη ενεργή λειτουργία αλλά συνδεδεμένοι στην παροχή ρεύματος (off but plugged in). Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για όλα τα είδη Η/Υ του κτιρίου Θεοχάρη ανέρχεται στις **66.531,82 kWh/y**. Σύμφωνα με στοιχεία στην επίσημη ιστοσελίδα του Lawrence Berkeley National Laboratory, οι υπολογιστές desktop καταναλώνουν ισχύ ίση με 4W (2,86W desktop + 1,16W LCD Monitor) όταν είναι σε κατάσταση μη λειτουργίας αλλά συνδεδεμένοι στην παροχή ρεύματος (Off but plugged in). Με βάση αυτό και με την παραδοχή ότι όλοι οι υπολογιστές desktop μένουν στην πρίζα όλη την διάρκεια του έτους υπολογίστηκε όπως παρουσιάζεται στο Παράρτημα Θ ότι σε αυτήν την κατάσταση οι υπολογιστές καταναλώνουν συνολικά ενέργεια ίση με **2.302,6 kWh/y** ποσοστό ίσο δηλαδή με το 3,37% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας των Η/Υ.

Πίνακας 3.8: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των Η/Υ ανά όροφο

Όροφος:	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των Η/Υ (kWh/y)
Ισόγειο	28.820,08
1ος όροφος	20.176,02
2 <sup>ος</sup> όροφος	16.290,2
3 <sup>ος</sup> όροφος	1.245,52
Σύνολο:	<b>66.531,82</b>

Στον Πίνακα 3.8 όπως και στο Γράφημα 3.9 φαίνεται η κατανομή της κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας των Η/Υ ανά όροφο του κτιρίου. Παρατηρείται πως την μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας έχει το ισόγειο. Αυτό οφείλεται κυρίως λόγω του Cluster το οποίο λειτουργεί αδιάλειπτα όλο το έτος. Επίσης παρατηρείται μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας στον 1<sup>ο</sup> όροφο παρά στον 2<sup>ο</sup>, όπου η εγκατεστημένη ισχύς των Η/Υ είναι μεγαλύτερη. Αυτό εξηγείται λόγω του ότι στον 1<sup>ο</sup> όροφο υπάρχουν περισσότεροι servers αλλά και υπολογιστές που λειτουργούν 24h

ημερησίως. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των servers του κτιρίου παρουσιάζονται στο Παράρτημα Ι.

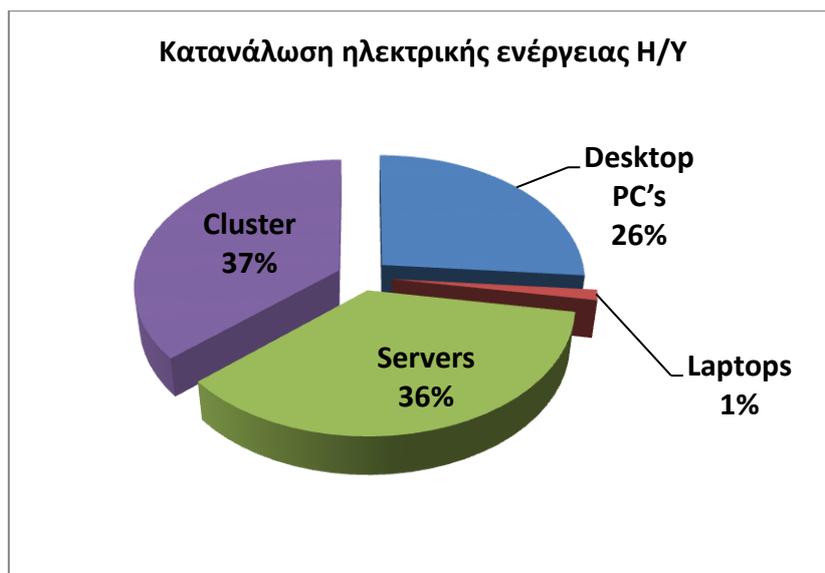


Γράφημα 3.9: Κατανομή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των Η/Υ ανά όροφο

Στον Πίνακα 3.9 όπως και στο Γράφημα 3.10 φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο κατανέμεται η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας των Η/Υ ανάλογα με τον τύπο του υπολογιστή. Παρατηρούμε πως την μεγαλύτερη κατανάλωση έχουν οι servers και το Cluster πράγμα αναμενόμενο αφού λειτουργούν επί 24h την ημέρα για όλο το έτος. Την μικρότερη κατανάλωση έχουν τα laptops και δικαιολογημένα αφού έχουν πολύ μικρή εγκατεστημένη ισχύ.

Πίνακας 3.9: Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία των Η/Υ ανά κατηγορία υπολογιστή

Τύπος Η/Υ	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας kWh/y
Desktop PC's	17.510,1
Laptops	871
Servers	23.958,72
Cluster	24.192
<b>Συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για την λειτουργία των Η/Υ:</b>	<b>66.531,82 kWh/y</b>



*Γράφημα 3.10: Κατανομή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των Η/Υ ανά τύπο υπολογιστή*

Όπως παρατηρούμε και πιο πάνω το Cluster που βρίσκεται σε ειδική αίθουσα στο ισόγειο του κτιρίου έχει αρκετά μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Το συγκεκριμένο Cluster αποτελείται από 9 επεξεργαστές IBM SYSTEM x3650 M2, 5 επεξεργαστές IBM SYSTEM x3650 και 2 διακόπτες δικτύου 2xCisco Catalyst 2960. Το Cluster είναι συνδεδεμένο στην παροχή μέσω ενός UPS της εταιρείας APC μοντέλο MGE GALAXY 3500 40KVA/32KW. Μετρώντας με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας παρατηρήθηκε πως η ισχύς του Cluster ανέρχεται στα 2,8 kW.



Εικόνα 3.11: Cluster της IBM

### 3.2.5 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των περιφερειακών συσκευών Η/Υ, Φωτοτυπικών μηχανημάτων και συσκευών Fax

Στο κτίριο Θεοχάρη κατεγράφησαν συνολικά 30 εκτυπωτές inkjet, 14 εκτυπωτές laser, 6 scanners, 6 φωτοτυπικά μηχανήματα, 6 συσκευές φαξ και 1 προτζέκτορας. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του συγκεκριμένου εξοπλισμού ανέρχεται στα **19,57 kW** όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.10. Αναλυτικότερες πληροφορίες για τις συσκευές και για την ενέργεια που καταναλώνει η κάθε μια από αυτές υπάρχουν στο Παράρτημα Θ.

Πίνακας 3.10: Αριθμός και εγκατεστημένη ισχύς των ηλεκτρικών συσκευών ανά όροφο και ανά είδος συσκευής

Συσκευή	Αριθμός συσκευών ανά όροφο				Σύνολο:
	Ισόγειο	1 <sup>ος</sup> όροφος	2 <sup>ος</sup> όροφος	3 <sup>ος</sup> όροφος	
Εκτυπωτής Inkjet	8	5	12	5	30
Εκτυπωτές Laser	4	4	4	2	14
Σαρωτές-Scanners	-	1	5	-	6
Φωτοτυπικό Μηχάνημα	3	-	2	1	6
Συσκευές Fax	1	2	1	2	6
Projector	1	-	-	-	1
Εγκατεστημένη ισχύς ανά όροφο:	<b>6,68 kW</b>	<b>4,26 kW</b>	<b>4,86 kW</b>	<b>3,77 kW</b>	<b>19,57 kW</b>

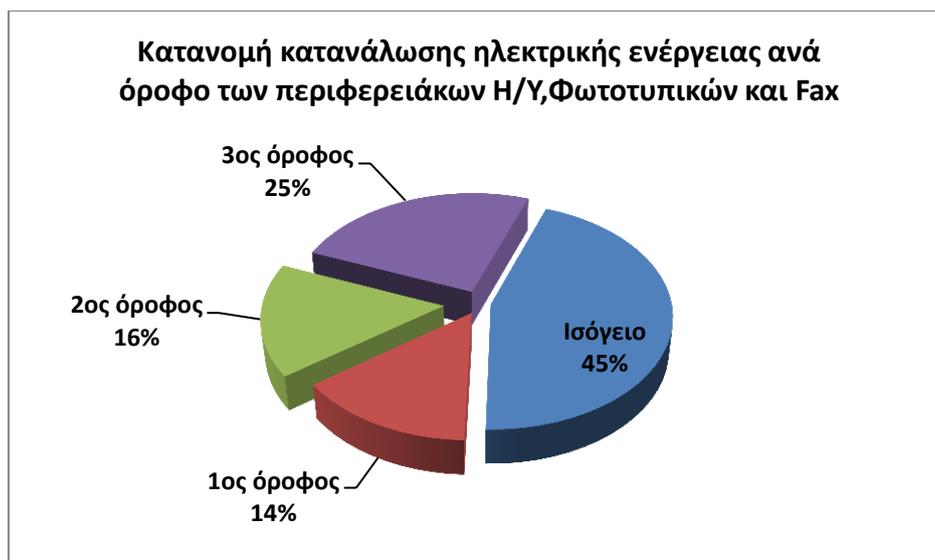
Η συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την χρήση των περιφερειακών συσκευών των Η/Υ, των φωτοτυπικών μηχανημάτων και των συσκευών φαξ ανέρχεται στις **3.951,2 kWh/y**. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.11 έχει ληφθεί υπόψη και η κατανάλωση των συσκευών σε κατάσταση Stand By. Η ισχύς των συσκευών σε κατάσταση λειτουργίας όπως και σε κατάσταση Stand By έχει ληφθεί από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συσκευών με αναζήτηση τους στο διαδίκτυο.

Πίνακας 3.11: Κατανομή της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των συσκευών ανά όροφο και ανά κατάσταση λειτουργίας (Operating/Stand By)

Όροφος:	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας όταν οι συσκευές βρίσκονται σε λειτουργία (OPERATING MODE) - kWh/y	Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας όταν οι συσκευές βρίσκονται σε κατάσταση αναμονής (STAND BY MODE) - kWh/y	Συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των συσκευών ανά όροφο
Ισόγειο	1007,2	768,38	1.775,58
1ος όροφος	312,05	258,66	570,71
2 <sup>ος</sup> όροφος	289,62	349,13	638,75
3 <sup>ος</sup> όροφος	276,7	689,46	966,16
<b>Σύνολο kWh/y:</b>	<b>1.885,57</b>	<b>2.065,63</b>	<b>3.951,2 kWh/y</b>

Όπως παρατηρείται στον Πίνακα 3.11 η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας για τις συσκευές όταν είναι σε κατάσταση Stand By αποτελεί το 52,27% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας των συσκευών. Εδώ να αναφερθεί πως έχει γίνει η μετριοπαθής παραδοχή πως οι συσκευές βρίσκονται σε κατάσταση Stand By μόνο κατά τις ώρες και μέρες που οι αντίστοιχοι χρήστες βρίσκονται στο χώρο τους (εκτός από τα φαξ που βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία). Στην πραγματικότητα πολλές συσκευές και ιδιαίτερα οι εκτυπωτές αφήνονται σε κατάσταση Stand By ακόμη και κατά την διάρκεια μακράς απουσίας των χρηστών από το κτίριο (διακοπές Χριστουγέννων, Πάσχα, Καλοκαίρι). Όπως παρατηρείται και από τους πίνακες στο Παράρτημα Θ, συσκευές όπως τα φωτοτυπικά μηχανήματα και οι εκτυπωτές Laser έχουν μεγάλη ισχύ όταν βρίσκονται σε κατάσταση Stand By με αποτέλεσμα η καταναλισκόμενη ενέργεια σε αυτές να είναι αρκετά μεγάλη. Μεγάλη κατανάλωση έχουν και οι συσκευές φαξ παρά την μικρή τους ισχύ σε κατάσταση Stand by λόγω της μεγάλης διάρκειας φορτίου που έχουν.

Στο Γράφημα 3.11 όπου παρουσιάζεται η κατανομή της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των περιφερειακών Η/Υ, φωτοτυπικών και φαξ ανά όροφο παρατηρείται πως την μεγαλύτερη κατανάλωση έχει το ισόγειο πράγμα αναμενόμενο λόγω και της μεγαλύτερης εγκατεστημένης ισχύος των συσκευών στον όροφο αυτόν. Παρατηρείται επίσης πως στον 3<sup>ο</sup> όροφο υπάρχει μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας από ότι στον 2<sup>ο</sup> παρά την μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύ που υπάρχει στον 2<sup>ο</sup> όροφο. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός πως στον 3<sup>ο</sup> όροφο υπάρχουν κάποιες συσκευές με μεγάλη ισχύ σε κατάσταση Stand By και επίσης επειδή βρίσκονται στον χώρο της γραμματείας έχουν και μεγάλη διάρκεια φορτίου με αποτέλεσμα να έχουν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας.



Γράφημα 3.11: Κατανομή της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των περιφερειακών Η/Υ, Φωτοτυπικών και φαξ ανά όροφο

### 3.2.5 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των υπολοίπων ηλεκτρικών συσκευών (οικιακές και λεύκες συσκευές)

Στον Πίνακα 3.12 παρουσιάζεται η κατανομή και το είδος των συσκευών στο κτίριο Θεοχάρη. Συνολικά κατεγράφησαν 16 ψυγεία, 3 ραδιόφωνα, 3 τηλεοράσεις, 1 φουρνάκι, 1 ψύκτης νερού, 4 θερμοσίφωνες για χρήση ζεστού νερού στα εργαστήρια και 11 καφετιέρες συνολικής ισχύος **27,99 kW**. Στο Παράρτημα Θ μπορούν να βρεθούν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις πιο πάνω συσκευές και για την καταναλισκόμενη ενέργεια κάθε μιας εξ' αυτών.

Πίνακας 3.12: Αριθμός ηλεκτρικών συσκευών ανά είδος συσκευής και ανά όροφο, εγκατεστημένη ισχύς και καταναλισκόμενη ενέργεια συσκευών ανά όροφο

Συσκευή	Αριθμός συσκευών ανά όροφο				
	Υπόγειο	Ισόγειο	1 <sup>ος</sup> όροφος	2 <sup>ος</sup> όροφος	3 <sup>ος</sup> όροφος
Ψυγείο	1	6	6	2	1
Ραδιόφωνο	-	2	1	-	-
Τηλεόραση	-	2	-	1	-
Φουρνάκι	-	-	1	-	-
Ψύκτης νερού	-	1	-	-	-
Θερμοσίφωνα	-	2	1	1	-
Καφετιέρα	1	2	3	3	2
<b>Εγκατεστημένη ισχύς ανά όροφο (kW):</b>	<b>1,07</b>	<b>10,68</b>	<b>8,93</b>	<b>5,24</b>	<b>2,07</b>
<b>Ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά όροφο (kWh/y):</b>	<b>704,8</b>	<b>5008</b>	<b>4011,8</b>	<b>1495,6</b>	<b>804,08</b>

Η συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για την λειτουργία των πιο πάνω συσκευών ανέρχεται στις **12.024,28 kWh/y**. Η κατανομή αυτής της ενέργειας ανά όροφο του κτιρίου παρουσιάζεται στο Γράφημα 3.12. Από το Γράφημα 3.12 παρατηρείται πως την μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας στις συγκεκριμένες συσκευές έχει το ισόγειο και έπειτα ο 1<sup>ος</sup> όροφος πράγμα που συμφωνεί και με την εγκατεστημένη ισχύ των συσκευών σε αυτούς τους 2 ορόφους. Το ίδιο συμβαίνει και με τους υπόλοιπους ορόφους του κτιρίου, δηλαδή υπάρχει μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας εκεί όπου υπάρχει μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύς των συσκευών.

Οι ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες λειτουργούν συνεχώς 24h ημερησίως και όλο το έτος, δηλαδή τα ψυγεία και ο ψύκτης του νερού, όπως αναμενόταν έχουν πολύ μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τις άλλες συσκευές οι οποίες δεν έχουν και τόσο συχνή χρήση. Συγκεκριμένα η κατανάλωση ενέργειας των 16 ψυγείων και του ενός ψύκτη νερού ανέρχεται στις **10.108,8 kWh/y** ποσοστό ίσο με το 84,07% της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης όλων των οικιακών και λευκών συσκευών .



Γράφημα 3.12: Κατανομή της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των οικιακών, λευκών συσκευών, ανά όροφο

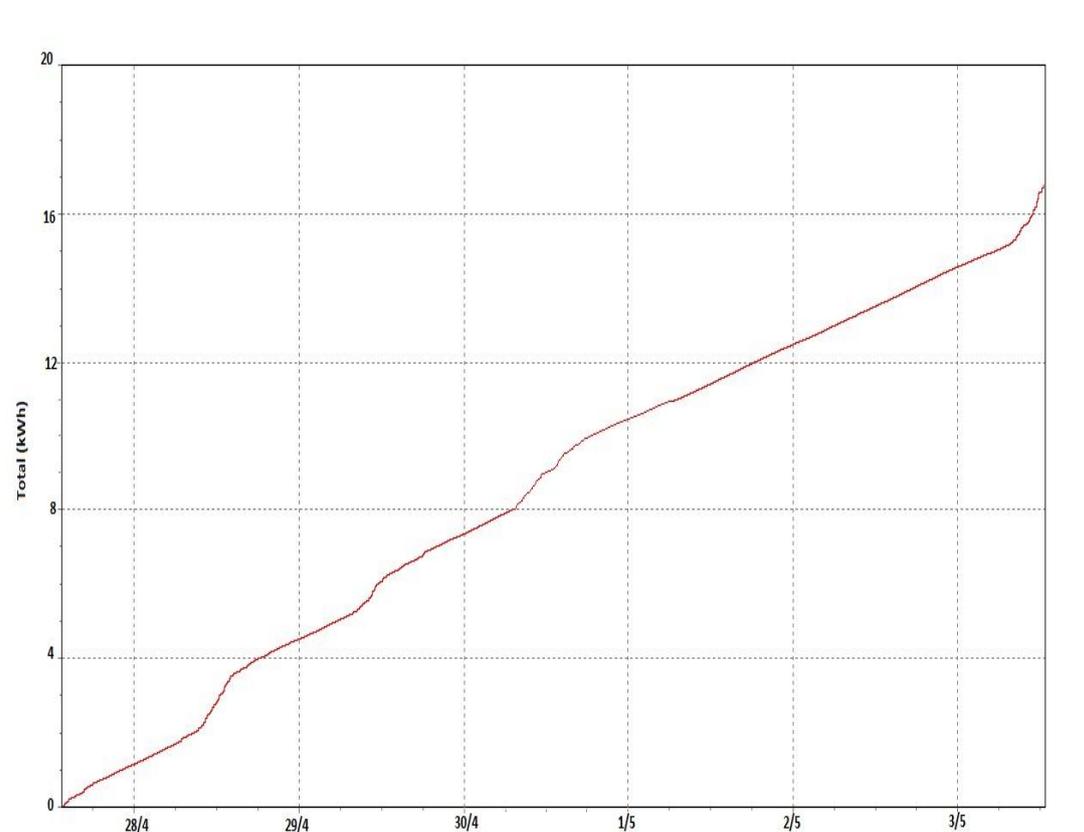
### 3.2.6 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας των ανελκυστήρων

Το κτίριο Θεοχάρη διαθέτει για την εξυπηρέτηση των χρηστών του 2 μηχανικούς ανελκυστήρες της εταιρείας G.E.C δυναμικότητας των 500kg (6 άτομα). Για την εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των ανελκυστήρων χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανικό ανελκυστήρα σε τριώροφο κτίριο εντός της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου. Έτσι με βάση αυτές τις μετρήσεις από τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας και με την παραδοχή ότι και οι μηχανικοί ανελκυστήρες του κτιρίου Θεοχάρη έχουν περίπου την ίδια κατανάλωση, εκτιμήθηκε η ετήσια κατανάλωση των ανελκυστήρων του κτιρίου.

Ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας συνδέθηκε σε μηχανικό ανελκυστήρα σε τριώροφο κτίριο της Πολυτεχνειούπολης την περίοδο 27/04/2010 – 03/05/2010 δηλαδή για χρονική διάρκεια μιας εβδομάδας. Όπως φαίνεται και στο Γράφημα 3.13 την συγκεκριμένη εβδομάδα ο ανελκυστήρας του κτιρίου κατανάλωσε συνολικά 17 kWh. Με την παραδοχή ότι και τις υπόλοιπες εβδομάδες η κατανάλωση είναι ίδια μπορεί να υπολογιστεί η ετήσια κατανάλωση ενός μηχανικού ανελκυστήρα.

Συγκεκριμένα στο κτίριο Θεοχάρη το οποίο διαθέτει 2 μηχανικούς ανελκυστήρες και για διάρκεια φορτίου 44 εβδομάδων το έτος έχουμε συνολική ετήσια ηλεκτρική κατανάλωση ίση με:

$$2 \times 17 \frac{kWh}{εβδομάδα} \times 44 \frac{εβδομάδες}{έτος} = 1.496 \frac{kWh}{έτος}$$



Γράφημα 3.13: Κατανάλωση ενέργειας μηχανικού ανελκυστήρα σε κτίριο της Πολυτεχνειούπολης για διάρκεια μιας εβδομάδας

### 3.2.7 Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου Θεοχάρη

Στον Πίνακα 3.13 παρουσιάζονται συγκεντρωτικά όλες οι ετήσιες καταναλώσεις ανά χρήση και ανά όροφο του κτιρίου Θεοχάρη όπως αυτές υπολογίστηκαν αναλυτικά στις προηγούμενες σελίδες. Η συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου Θεοχάρη ανέρχεται όπως παρατηρείται και στον πίνακα 3.13 στις 208.605 kWh/y ή ισοδύναμα στις **208,6 MWh/y**.

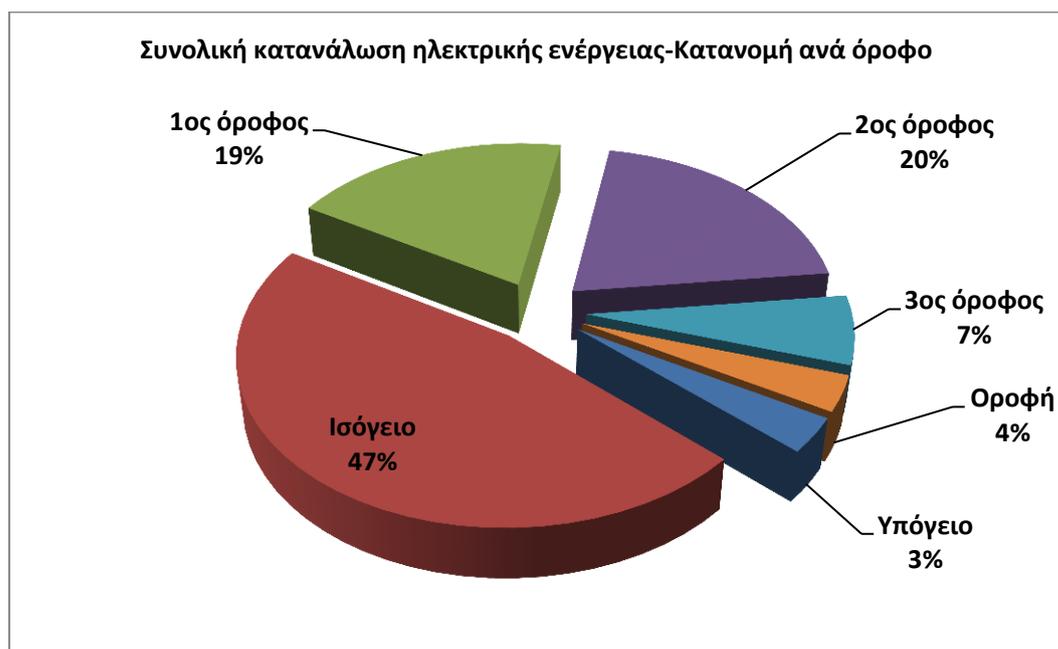
Πίνακας 3.13: Συγκεντρωτικός Πίνακας καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας ανά όροφο και ανά είδος χρήσης του κτιρίου Θεοχάρη

Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	Όροφος κτιρίου Θεοχάρη						Συνολική ενέργεια ανά χρήση (kWh/y):
	Υπόγειο	Ισόγειο	1 <sup>ος</sup> όροφος	2 <sup>ος</sup> όροφος	3 <sup>ος</sup> όροφος	Οροφή	
Φωτισμός	4.277	14.259,92	7.282,16	11.529,36	8.618,64	7.200	<b>53.167,08</b>
Ψύξη	1.189,32	45.157,08	6.046,40	10.674,81	2.246,64	-	<b>65.314,25</b>
Θέρμανση	843,84	2.134,45	1.545	1.597,16	-	-	<b>6.120,45</b>
H/Y	-	28.820,08	20.176,02	16.290,2	1.245,52	-	<b>66.531,82</b>
Περιφερειακές συσκευές, φωτοτυπικά, φαξ	-	1.775,58	570,71	638,75	966,16	-	<b>3.951,2</b>
Λοιπές συσκευές (οικιακές και λευκές συσκευές)	704,8	5.008	4011,8	1495,6	804,08	-	<b>12.024,28</b>
Ανελκυστήρες	-	-	-	-	-	-	<b>1.496</b>
<b>Συνολική ενέργεια ανά όροφο (kWh/y):</b>	<b>7.015</b>	<b>97.155,11</b>	<b>39.632,09</b>	<b>42.225,88</b>	<b>13.881,04</b>	<b>7.200</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ: 208.605</b>

Υπενθυμίζεται πως για την εκτίμηση της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας του κτιρίου Θεοχάρη **δεν λήφθηκε υπόψη η κατανάλωση του εργαστηριακού και ερευνητικού εξοπλισμού** για τους λόγους που προαναφέρθηκαν στην αρχή της παραγράφου 3.2. Παρόλα αυτά ο εργαστηριακός εξοπλισμός του κτιρίου καταγράφηκε αναλυτικά στο Παράρτημα ΙΑ και λήφθηκαν ακόμα και μετρήσεις σε κάποιες μηχανές εργαστηρίων με τον αναλυτή ενέργειας DIY Kyoto Wattson energy meter αλλά και με το μετρητή ισχύος HQ Power Consumption meter. Δυστυχώς όμως δεν υπήρξε δυνατή η γνώση των ονομαστικών ισχύων και η διάρκεια φορτίου όλων των μηχανών λόγω της τεχνικής ιδιαιτερότητας των μηχανών αυτών αλλά και λόγω της ακανόνιστης χρήσης τους στην διάρκεια του έτους. Εξάλλου η χρήση μεγάλου μέρους του εργαστηριακού εξοπλισμού είναι σπάνια (μερικές φορές το έτος) έως και μηδενική. Γενικά όμως στην πραγματικότητα ο εργαστηριακός εξοπλισμός του κτιρίου είναι αρκετά ενεργοβόρος με εγκατεστημένη ισχύ που ξεπερνά τα 74,4 kW όπως υπολογίστηκε και στο Παράρτημα ΙΑ και σίγουρα θα καταλαμβάνει ένα σεβαστό ποσοστό στην συνολική κατανάλωση του κτιρίου.

Στο Γράφημα 3.14 παρουσιάζεται η κατανομή της συνολικής ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας στο κτίριο Θεοχάρη ανά όροφο του κτιρίου. Την μεγαλύτερη κατανάλωση έχει ο όροφος του ισόγειου και μάλιστα κατέχει ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της τάξης του 47% της συνολικής κατανάλωσης. Αυτό οφείλεται

στο ότι στο ισόγειο έχουμε αρκετά μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη και για χρήση Η/Υ τόσο λόγω της μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος όσο και λόγω της ύπαρξης του Cluster και των κλιματιστικών στην αίθουσα του Cluster που λειτουργούν συνεχώς όλο το έτος και έχουν μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Ο 1<sup>ος</sup> και 2<sup>ος</sup> όροφος έχουν σχεδόν το ίδιο ποσοστό επί της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης του κτιρίου με μεγάλο μέρος της κατανάλωσης σε αυτούς τους ορόφους να οφείλεται στην ύπαρξη και συνεχή λειτουργία όλο το έτος των servers και κάποιων υπολογιστών που μένουν ανοικτοί για ερευνητικό σκοπό.

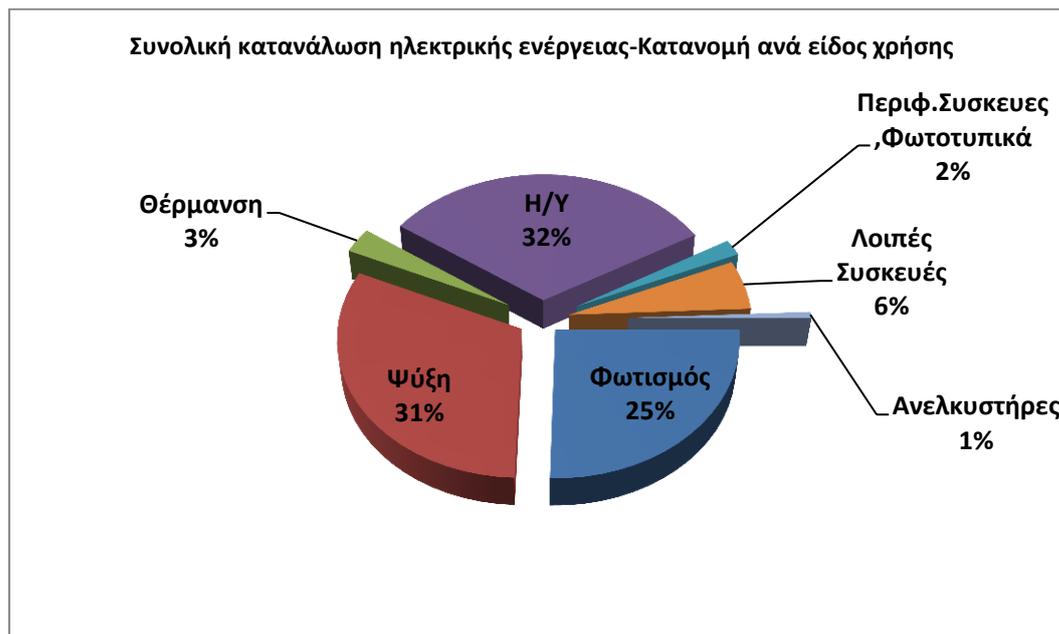


*Γράφημα 3.14: Κατανομή ανά όροφο της συνολικής ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας στο κτίριο Θεοχάρη*

Στον 3<sup>ο</sup> όροφο υπάρχει μικρότερη κατανάλωση ενέργειας κυρίως λόγω της μικρής εγκατεστημένης ισχύος σε κλιματιστικά και Η/Υ αλλά και της μικρότερης χρήσης που γίνεται στον όροφο αυτό. Υπενθυμίζεται πως ο 3<sup>ος</sup> όροφος του κτιρίου Θεοχάρη χρησιμοποιείται από την σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. για την διεξαγωγή κάποιων εργαστηρίων και μαθημάτων σε κάθε εξάμηνο αλλά και από το ελάχιστο μόνιμο προσωπικό που εργάζεται σε αυτόν τον όροφο. Στην οροφή υπάρχει μόνο η κατανάλωση ενέργειας για την χρήση του νυκτερινού εξωτερικού φωτισμού, ενώ στο υπόγειο ο μόνος χώρος που έχει αξιόλογη κατανάλωση είναι ο χώρος του μηχανουργείου.

Στο Γράφημα 3.15 παρουσιάζεται η κατανομή της συνολικής ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας στο κτίριο Θεοχάρη ανά είδος χρήσης. Παρατηρείται πως το 1/3 της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας οφείλεται στην χρήση των Η/Υ δικαιολογημένα αφού Cluster, servers και μερικοί υπολογιστές desktop έχουν συνεχή και αδιάκοπη λειτουργία όλο το έτος με αποτέλεσμα να καταναλώνουν μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Εξίσου μεγάλο ποσοστό καταλαμβάνει και η χρησιμοποίηση της ενέργειας για την ψύξη του κτιρίου με τις συσκευές κλιματισμού

τύπου split. Όπως παρατηρείται και στον Πίνακα 3.13 πολύ μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για σκοπούς ψύξης υπάρχει στο ισόγειο αφού εκεί υπάρχουν τα κλιματιστικά της αίθουσας του Cluster που λειτουργούν συνεχώς όλο το έτος. Αντίθετα πολύ μικρό ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιείται για την θέρμανση χώρων του κτιρίου δικαιολογημένα αφού στο κτίριο υπάρχει κεντρική θέρμανση με καύσιμο το φυσικό αέριο. Παρατηρείται πως μεγάλα ποσά ενέργειας χρησιμοποιούνται και για τον φωτισμό του κτιρίου και των εξωτερικών χώρων, ενώ μικρότερα ποσά ενέργειας χρησιμοποιούνται για την λειτουργία των υπολοίπων ηλεκτρικών συσκευών και την λειτουργία των 2 ανελκυστήρων του κτιρίου.



Γράφημα 3.15: Κατανομή ανά είδος χρήσης της συνολικής ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας στο κτίριο Θεοχάρη

### 3.2.8 Δείκτης ηλεκτρικής κατανάλωσης του κτιρίου Θεοχάρη

Ο δείκτης της ηλεκτρικής κατανάλωσης για τα φορτία που μετρήθηκαν στο κτίριο προκύπτει ως το πηλίκο της εκτιμώμενης ετήσιας ηλεκτρικής κατανάλωσης του κτιρίου προς την συνολική επιφάνεια του κτιρίου. Το κτήριο Θεοχάρη έχει συνολική επιφάνεια ίση με  $6750,8\text{m}^2$  και η συνολική ετήσια κατανάλωση εκτιμήθηκε στις 208,6 MWh. Κατά συνέπεια ο δείκτης είναι ίσος με:

$$\text{Δείκτης ηλεκτρικής κατανάλωσης} = \frac{\text{Ετήσια κατανάλωση ηλ. ενέργειας}}{\text{Συνολική επιφάνεια κτιρίου}}$$

$$= \frac{208.605 \text{ kWh/y}}{6750,8\text{m}^2} = 30,9 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{έτος}}$$

Σημειώνεται πως στην τιμή αυτή δεν έχει ληφθεί υπόψη η ηλεκτρική κατανάλωση για την λειτουργία του εργαστηριακού εξοπλισμού λόγω της πρακτικής δυσκολίας υπολογισμού της όπως εξηγήθηκε προηγουμένως, αλλά ούτε και η ετήσια κατανάλωση φυσικού αερίου για την λειτουργία της θέρμανσης. Κατά συνέπεια για το κτίριο Θεοχάρη δεν μπορεί να υπολογιστεί ο δείκτης ενεργειακής κατανάλωσης και να καταταγεί το κτίριο σε κάποια ενεργειακή κατηγορία σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ.

### 3.3 Ενεργειακή κατανάλωση πτέρυγας Εργαστηρίου Οδοποιίας

Όπως έχει αναφερθεί στην αρχή αυτού του κεφαλαίου κατά το παρελθόν «αφαιρέθηκε» η ανατολική πτέρυγα του 1<sup>ου</sup> ορόφου από το κεντρικό κτίριο του συγκροτήματος για σκοπούς επέκτασης του Τομέα Σιδηροδρομικής και Μεταφορών δηλαδή του δίπλα κτιρίου που συνορεύει με το κεντρικό.



*Εικόνα 3.12: Νότια όψη του συγκροτήματος - Πτέρυγα εργαστηρίου Οδοποιίας στον 1<sup>ο</sup> όροφο του κεντρικού κτιρίου*

Ο χώρος αυτός χρησιμοποιείται για την κάλυψη των αναγκών του τμήματος Οδοποιίας του Τομέα Σιδηροδρομικής και Μεταφορών. Έχει συνολική επιφάνεια ίση με 460 m<sup>2</sup> και αποτελείται από 4 γραφεία, 2 χώρους γραμματείας και από το εργαστήριο οδοποιίας.

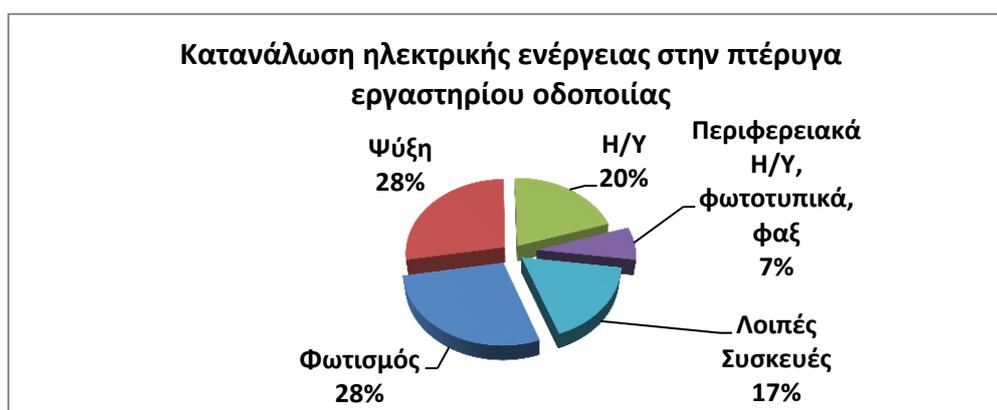
Η ενεργειακή επιθεώρηση σε αυτή την πτέρυγα γίνεται όπως θα εξηγηθεί και στο επόμενο κεφάλαιο για σκοπούς επαλήθευσης των αποτελεσμάτων από τις μετρήσεις με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας που συνδέθηκε στον Μ/Σ του κτιρίου Θεοχάρη. Ο Μ/Σ αυτός υπάρχει πιθανότητα να τροφοδοτεί και την πτέρυγα αυτή έκτος από το κτίριο Θεοχάρη και γι'αυτό το λόγο είναι αναγκαίο να εκτιμηθεί η ετήσια κατανάλωση ενέργειας του συνολικού φορτίου του ώστε να συγκριθούν τα αποτελέσματα με τις μετρήσεις από τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας.

Συνολικά κατεγράφησαν 40 φωτιστικά πλαίσια με διπλή σωλήνα φθορισμού T8, 10 κλιματιστικά τύπου split που χρησιμοποιούνται μόνο για ψύξη το καλοκαίρι, 11 υπολογιστές desktop, 7 εκτυπωτές laser, 3 εκτυπωτές inkjet, 1 φωτοτυπικό, 1 συσκευή φαξ, 1 scanner, 2 ψυγεία, 1 ψύκτης νερού, 1 θερμοσίφωνα, 2 καφετιέρες και ο εργαστηριακός εξοπλισμός (μηχάνημα έλεγχου ασφαλτομιγμάτων, αεροσυμπιεστής). Όπως και στο κτίριο Θεοχάρη δεν υπήρχαν στοιχεία για την ισχύ της εργαστηριακής συσκευής η οποία δεν χρησιμοποιείται συχνά και η κατανάλωση της δεν λήφθηκε υπόψη. Τα αποτελέσματα της καταγραφής παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα ΙΒ.

Στον Πίνακα 3.14 παρουσιάζεται η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην πτέρυγα οδοποιίας και η εγκατεστημένη ισχύς ανά είδος χρήσης και στο γράφημα 3.16 φαίνεται η κατανομή αυτής της ενέργειας. Παρατηρείται πως η συνολική εγκατεστημένη ισχύς της πτέρυγας Οδοποιίας είναι **34,85 kW** ενώ η ετήσια καταναλισκόμενη ενεργεία ανέρχεται στις **10.876,54 kWh/y**. Η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας χρησιμοποιείται για την λειτουργία του φωτισμού και της χρήσης των κλιματιστικών το καλοκαίρι.

Πίνακας 3.14: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην πτέρυγα οδοποιίας και εγκατεστημένη ισχύς ανά χρήση

Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	Εγκατεστημένη ισχύς ανά χρήση (kW)	Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/y)
Φωτισμός	2,9	3.030,4
Ψύξη με A/C	16,96	2.976,7
H/Y	2,75	2.211
Περιφερειακά H/Y, Φωτοτυπικά, συσκευές fax	6,05	776,75
Λοιπές συσκευές	6,19	1.881,6
<b>Σύνολο:</b>	<b>34,85</b>	<b>10.876,45</b>



Γράφημα 3.16: Κατανομή ανά χρήση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην πτέρυγα οδοποιίας του Τομέα Σιδηροδρομικής και Μεταφορών

### 3.4 Έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας κτιρίου Θεοχάρη

#### 3.4.1 Εισαγωγή, Βασικές έννοιες και σχέσεις

Ο έλεγχος της θερμικής επάρκειας του κτιρίου αποσκοπεί στον περιορισμό της ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και συνεπώς στη μείωση των απαιτήσεων για θέρμανση και ψύξη και διασφαλίζει ταυτόχρονα την επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης, καθώς και την αποφυγή προσβολής των δομικών στοιχείων από υγρασία λόγω συμπύκνωσης των υδρατμών σε ασθενή σημεία του κελύφους.

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου Θεοχάρη σύμφωνα με την μεθοδολογία που περιγράφεται στην *Τεχνική Οδηγία του Τ.Ε.Ε 20701-2/2010* «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».

Ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου αξιολογείται σε δύο στάδια:

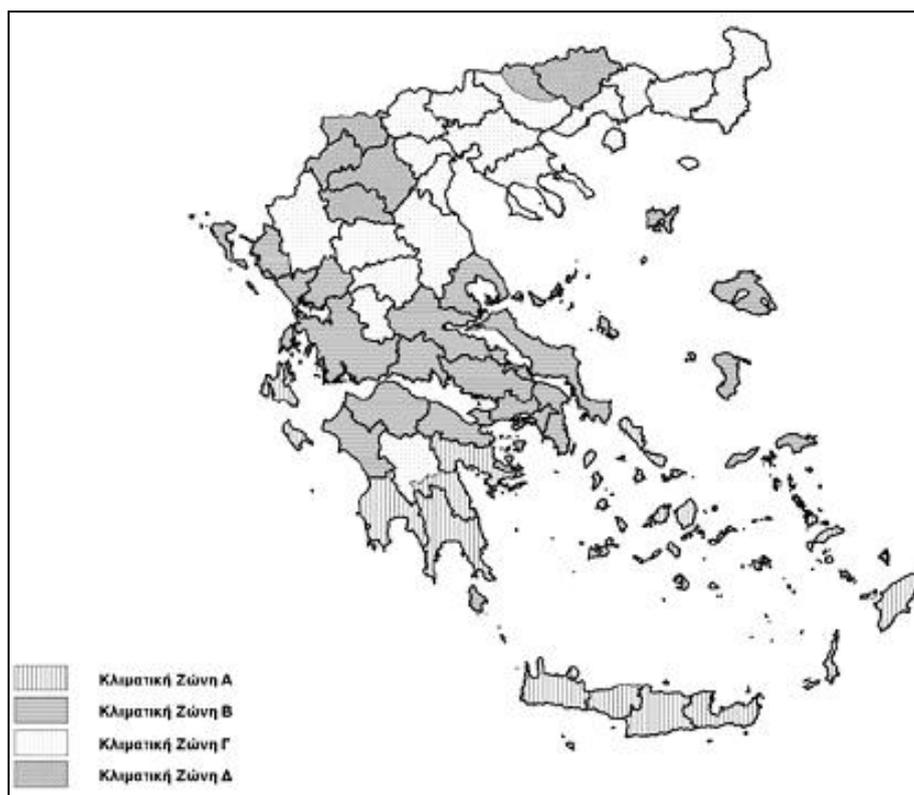
- 1) τον έλεγχο της επάρκειας των διαφανών και αδιαφανών στοιχείων του κελύφους μέσω του προσδιορισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας τους, ο οποίος οφείλει να είναι μικρότερος από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή που ορίζει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ ανά κλιματική ζώνη. Πρέπει δηλαδή να ισχύει:

$$U_{\text{εξεταζ}} \leq U_{\text{max}} \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

- 2) τον έλεγχο της επάρκειας του κτιριακού κελύφους στο σύνολό του, μέσω του προσδιορισμού του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου, ο οποίος οφείλει να είναι μικρότερος από τη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή που ορίζει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ ανά κλιματική ζώνη. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_{m,max}$ ) υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου της εξωτερικής περιμετρικής επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του ( $A/V$ ). Πρέπει δηλαδή να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m,max} \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

Σύμφωνα με το γράφημα της Εικόνας 3.13 που απεικονίζει τις κλιματικές ζώνες της ελληνικής επικράτειας **το κτίριο Θεοχάρη ανήκει στην κλιματική ζώνη Β** αφού αυτό βρίσκεται στην Αθήνα. Στον Πίνακα 3.15 παρουσιάζονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας, ενώ στον Πίνακα 3.16 παρουσιάζονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτιρίου συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του, ανά κλιματική ζώνη σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ.



Εικόνα 3.13: Κλιματικές ζώνες Ελλάδος

Πίνακας 3.15: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη (πηγή: Κ.ΕΝ.Α.Κ.)

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U <sub>D</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U <sub>W</sub>	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πιλοτές)	U <sub>DL</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>WU</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U <sub>WE</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>FU</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U <sub>FE</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων	U <sub>K</sub>	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	U <sub>GF</sub>	2,20	2,00	1,80	1,80

Πίνακας 3.16: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτιρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του (πηγή: Κ.ΕΝ.Α.Κ.)

Λόγος A/V [ m <sup>-1</sup> ]	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U <sub>m</sub> [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Η αντίσταση που προβάλλει μια ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από τον γενικό τύπο:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [m^2 \cdot \frac{K}{W}]$$

όπου:

$R$  [W/(m<sup>2</sup>·K)] : η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση

$d$  [m] : το πάχος της στρώσης

$\lambda$  [W/(m·K)] : ο *συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας* του υλικού της στρώσης

Το σύνολο των θερμικών αντιστάσεων όλων των στρώσεων ενός πολυστρωματικού δομικού στοιχείου, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζει την *αντίσταση θερμοδιαφυγής* και προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης κατά τη γενικευμένη σχέση:

$$R_{\Lambda} = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j=1}^n R_j \quad [m^2 \frac{K}{W}]$$

Η συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζεται από το άθροισμα των αντιστάσεων των επί μέρους στρώσεων και των αντιστάσεων του στρώματος αέρα εκατέρωθεν των όψεών του κατά την εξίσωση:

$$R_{o\lambda} = R_i + R_{\Lambda} + R_a \quad [m^2 K/W]$$

όπου:

$R_{ολ}$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]: η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο

$R_i$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]: η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο

$R_a$  [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]: η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον

Στον Πίνακα 3.17 παρουσιάζονται οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης όπως αυτές δίνονται στην TOTEE 20701-2/2010.

Πίνακας 3.17: Τιμές συντελεστών και αντιστάσεις θερμικής μετάβασης εξειδικευμένες ανά δομικό στοιχείο (πηγή: TOTEE 20701-2/2010)

Α/Α	Δομικό στοιχείο	Συντελεστές θερμικής μετάβασης		Αντιστάσεις θερμικής μετάβασης	
		$1/R_i$	$1/R_a$	$R_i$	$R_a$
		$W/(m^2K)$	$W/(m^2K)$	$(m^2K)/W$	$(m^2K)/W$
1	Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	7,70	25,00	0,13	0,04
2	Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	7,70	7,70	0,13	0,13
3	Τοίχος σε επαφή με έδαφος	7,70	–	0,13	0,00
4	Στέγη, δώμα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	25,00	0,10	0,04
5	Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	10,00	10,00	0,10	0,10
6	Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (πυλωτή) (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	25,00	0,17	0,04
7	Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροή θερμότητας)	5,88	5,88	0,17	0,17
8	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	5,88	–	0,17	0,00

Οι θερμικές απώλειες μέσω ενός δομικού στοιχείου ορίζονται από το συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U$ ), που δίνει την ποσότητα θερμότητας που μεταφέρεται στη μονάδα του χρόνου σε σταθερό θερμοκρασιακό πεδίο μέσω της μοναδιαίας επιφάνειας ενός δομικού στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα στις δύο όψεις του δομικού στοιχείου ισούται με τη μονάδα. Ο **συντελεστής θερμοπερατότητας** ενός δομικού στοιχείου ορίζεται από τη σχέση:

$$U = \frac{1}{R_{ολ}} \quad \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

### 3.4.2 Μεθοδολογία Υπολογισμού

Κατά τον έλεγχο του πρώτου σταδίου εξετάζονται ως προς τη θερμομονωτική τους επάρκεια όλα τα επιμέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου κτηρίου, διαφανή και αδιαφανή.

Ειδικότερα, οφείλουν να είναι θερμομονωμένα και να ελέγχονται ως προς τη θερμική τους επάρκεια όλα τα δομικά στοιχεία του κελύφους που περικλείουν τη θεωρούμενη ως θερμαινόμενη περιοχή του κτηρίου.

Είναι σκόπιμο, χωρίς ωστόσο αυτό να αποτελεί υποχρέωση, να είναι θερμομονωμένα και όλα τα οριζόντια και κατακόρυφα δομικά στοιχεία που διαχωρίζουν μεταξύ τους δύο διαφορετικά διαμερίσματα του ίδιου κτηρίου ή χώρους με διαφορετική χρήση ή χώρους με διαφορετικά ωράρια λειτουργίας.

Γενικές παρατηρήσεις σχετικά με τους χώρους που θα συμπεριληφθούν στη μελέτη θερμομονωτικής προστασίας του κτιρίου Θεοχάρη:

- 1) Όλοι **οι κοινόχρηστοι χώροι** όπως χώροι κίνησης, χώροι εισόδων, κλιμακοστάσιο (έκτος από την απόληξη του στο δώμα) και WC **είναι θερμαινόμενοι** και ως τέτοιοι οφείλουν να προστατεύονται και ισχύει και για αυτούς ότι ισχύει για κάθε θερμαινόμενο χώρο.
- 2) **Μικρές αποθήκες** που συνυπολογίζονται στον ωφέλιμο χώρο και έχουν συνεχή χρήση στη λειτουργικότητα του κτηρίου **θεωρούνται θερμαινόμενοι χώροι, άσχετα αν θερμαίνονται ή όχι** σύμφωνα με την Τ.Ο.ΤΕΕ 20701-2/2010.
- 3) **Ο υπόγειος χώρος είναι στο σύνολο του μη θερμαινόμενος χώρος**, και κατά συνέπεια τα δομικά στοιχεία του δεν συμπεριλαμβάνονται στη μελέτη θερμομονωτικής προστασίας του κτιρίου.
- 4) **Οι χώροι του εργαστηρίου Αντοχής Υλικών είναι μη θερμαινόμενοι χώροι**, και κατά συνέπεια τα δομικά στοιχεία τους δεν συμπεριλαμβάνονται στη μελέτη θερμομονωτικής προστασίας του κτηρίου.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι **δεν υπήρχαν διαθέσιμα κατασκευαστικά σχέδια (τομές)** σχετικά με τις στρώσεις και τον τύπο των δομικών υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του κελύφους του υπό μελέτη κτιρίου. Όλα τα στοιχεία που παρουσιάζονται στην μελέτη που ακολουθεί έχουν προκύψει κατόπιν συνεννόησης με την Πολυδύναμη Μονάδα ΣΕΜΦΕ και την τεχνική υπηρεσία του Ε.Μ.Π, ενώ για το πάχος των δαπέδων και της εξωτερικής τοιχοποιίας πάρθηκαν μετρήσεις.

### 3.4.2.1 Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου  $n$  στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_\alpha} \quad \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

όπου:

- $d$  : το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου σε[m],
- $\lambda$  : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης σε [W/ (m×K)],
- $R_\delta$ : η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος, σε [m<sup>2</sup>×K/W],
- $R_i$  : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο, σε [m<sup>2</sup>×K/W],
- $R_\alpha$ : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον, σε [m<sup>2</sup>×K/W].

Η υπολογιζόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου, αναλόγως της θέσης του στο κτίριο, θα πρέπει να προκύπτει μικρότερη ή ίση της μέγιστης επιτρεπόμενης τιμής, όπως αυτή ορίζεται στον Πίνακα 6 στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010, για κάθε κλιματική ζώνη του ελλαδικού χώρου. Οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές έχουν παρατεθεί για ευκολία στον Πίνακα 3.15.

Οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης των επιφανειακών στρωμάτων αέρα εκατέρωθεν των όψεων των δομικών στοιχείων λαμβάνονται σύμφωνα με τους Πίνακες 3α & 3β της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010.

Για τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  των υπό εξέταση δομικών στοιχείων χρησιμοποιήθηκαν ενδεικτικές τιμές, βάση του Πίνακα 2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010.

Το κτίριο Θεοχάρη έρχεται σε επαφή με όμορα κτίρια στα ανατολικά, δυτικά και βόρεια. Σε αυτή την περίπτωση σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 τα αντίστοιχα δομικά στοιχεία θεωρούνται ως ελεύθερα προς τον εξωτερικό αέρα.

Τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτιρίου Θεοχάρη, κατακόρυφα και οριζόντια, που περιλαμβάνουν την θεωρούμενη ως θερμαινόμενη περιοχή του κτιρίου είναι τα εξής:

Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία:

- Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με όμορο κτίριο
- Τοιχοποιία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο
- Εξωτερική τοιχοποιία με επένδυση πέτρας εξωτερικά σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα
- Κρεμάσεις των δοκών σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με όμορο κτίριο

Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία:

- Οροφή – ταράτσα
- Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο (1<sup>η</sup> περίπτωση)
- Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο (2<sup>η</sup> περίπτωση)
- Δάπεδο σε επαφή με έδαφος (1<sup>η</sup> περίπτωση)
- Δάπεδο σε επαφή με έδαφος (2<sup>η</sup> περίπτωση)

Πιο κάτω παρουσιάζεται αναλυτικά ο υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας όλων των πιο πάνω αδιαφανών δομικών στοιχείων και γίνεται έλεγχος με τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές όπως αυτές παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 3.15 για κτίριο που ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

***Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με όμορο κτίριο:***

Στον Πίνακα 3.18 παρουσιάζεται ο αναλυτικός υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με όμορο κτίριο. Υπολογίστηκαν:

$$\text{Αντίσταση θερμοδιαφυγής: } R_{\Lambda} = \sum_{j=1}^3 \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j=1}^3 R_j = 0,723 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

$$\text{Συνολική αντίσταση: } R_{o\lambda} = R_i + R_{\Lambda} + R_a = 0,893 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

$$\text{Συντελεστής θερμοπερατότητας: } U = \frac{1}{R_{o\lambda}} = 1,119 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.15 ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας για αυτή την περίπτωση είναι  $U_T = 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Άρα η απαίτηση αυτή **δεν ικανοποιείται διότι  $U > U_T$** .

Πίνακας 3.18: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με όμορο κτίριο

Τύπος κατασκευής:		Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με όμορο κτίριο			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική αντίσταση Υλικού R=d/λ (m <sup>2</sup> K/W)	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια
1	Επίχρισμα Ασβεστοκονίαμα	0,025	0,870	0,029	
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητους οπτόπλινθους (1200kg/m <sup>3</sup> )	0,300	0,450	0,666	
3	Επίχρισμα Ασβεστοκονίαμα	0,025	0,870	0,029	
Αντίσταση θερμοδιαφυγής R <sub>λ</sub> :				<b>0,723</b>	
Ροή Θερμότητας:		R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> K)	
Οριζόντια		0,130	0,040	<b>1,119</b>	
Σημείωση:		Δεν ικανοποιείται η απαίτηση για U ≤ 0,50 W/(m <sup>2</sup> K)			

#### Τοιχοποιία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο:

Στον Πίνακα 3.19 παρουσιάζεται ο αναλυτικός υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας τοιχοποιίας που έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο. Υπολογίστηκαν:

$$\text{Αντίσταση θερμοδιαφυγής: } R_{\lambda} = \sum_{j=1}^3 \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j=1}^3 R_j = 0,723 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

$$\text{Συνολική αντίσταση: } R_{o\lambda} = R_i + R_{\lambda} + R_a = 0,983 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

εδώ είναι  $R_a = R_i$ .

$$\text{Συντελεστής θερμοπερατότητας: } U = \frac{1}{R_{o\lambda}} = 1,017 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.15 ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας για αυτή την περίπτωση είναι  $U_{TU} = 1,00 \text{ W}/(m^2 K)$ . Άρα η απαίτηση αυτή *δεν ικανοποιείται* διότι είναι οριακά  $U > U_{TU}$ .

Πίνακας 3.19: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας τοιχοποιίας που έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο

Τύπος κατασκευής:		Τοιχοποιία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική αντίσταση Υλικού R=d/λ (m <sup>2</sup> K/W)	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια
1	Επίχρισμα Ασβεστοκονίαμα	0,025	0,870	0,029	
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητους οπτόπλινθους (1200kg/m <sup>3</sup> )	0,300	0,450	0,666	
3	Επίχρισμα Ασβεστοκονίαμα	0,025	0,870	0,029	
Αντίσταση θερμοδιαφυγής R <sub>Λ</sub> :				<b>0,723</b>	
Ροή Θερμότητας:		R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> K)	
Οριζόντια		0,130	0,130	<b>1,017</b>	
Σημείωση:		Δεν ικανοποιείται η απαίτηση για U ≤ 1,00 W/(m <sup>2</sup> K)			

**Εξωτερική τοιχοποιία με επένδυση πέτρας εξωτερικά σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα:**

Στον Πίνακα 3.20 παρουσιάζεται ο αναλυτικός υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας με επένδυση πέτρας εξωτερικά, που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Υπολογίστηκαν:

$$\text{Αντίσταση θερμοδιαφυγής: } R_{\Lambda} = \sum_{j=1}^4 \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j=1}^4 R_j = 0,762 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

$$\text{Συνολική αντίσταση: } R_{o\lambda} = R_i + R_{\Lambda} + R_a = 0,932 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

$$\text{Συντελεστής θερμοπερατότητας: } U = \frac{1}{R_{o\lambda}} = 1,073 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.15 ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας για αυτή την περίπτωση είναι  $U_T = 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Άρα η απαίτηση αυτή **δεν ικανοποιείται** διότι  $U > U_T$ .

Πίνακας 3.20: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας με επένδυση πέτρας εξωτερικά σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα

Τύπος κατασκευής:		Εξωτερική τοιχοποιία με επένδυση πέτρας εξωτερικά σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα			
A/A	Όνομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική αντίσταση Υλικού R=d/λ (m <sup>2</sup> K/W)	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια
1	Επίχρισμα Ασβεστοκονίαμα	0,025	0,870	0,029	
2	Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους (1200kg/m <sup>3</sup> )	0,300	0,450	0,666	
3	Επίχρισμα Ασβεστοκονίαμα	0,025	0,870	0,029	
4	Διακοσμητική τεχνητή πέτρα	0,050	1,300	0,039	
Αντίσταση θερμοδιαφυγής R <sub>Λ</sub> :				<b>0,762</b>	
Ροή Θερμότητας:		R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> K/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> K)	
Οριζόντια		0,130	0,040	<b>1,073</b>	
Σημείωση:		Δεν ικανοποιείται η απαίτηση για U ≤ 0,50 W/(m <sup>2</sup> K)			

**Κρεμάσεις των δοκών σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με όμορο κτίριο:**

Στον Πίνακα 3.21 παρουσιάζεται ο αναλυτικός υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας κρεμάσεων δοκών που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με όμορο κτίριο. Υπολογίστηκαν:

$$\text{Αντίσταση θερμοδιαφυγής: } R_{\Lambda} = \sum_{j=1}^3 \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j=1}^3 R_j = 0,256 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

$$\text{Συνολική αντίσταση: } R_{o\lambda} = R_i + R_{\Lambda} + R_a = 0,426 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

$$\text{Συντελεστής θερμοπερατότητας: } U = \frac{1}{R_{o\lambda}} = 2,345 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.15 ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας για αυτή την περίπτωση είναι  $U_T = 0,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Άρα η απαίτηση αυτή **δεν ικανοποιείται διότι**  $U > U_T$ .

Πίνακας 3.21: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας κρεμάσεων δοκών που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με όμορο κτίριο.

Τύπος κατασκευής:		Κρεμάσεις των δοκών σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με όμορο κτίριο			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mk)	Θερμική αντίσταση Υλικού R=d/λ (m <sup>2</sup> k/W)	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια
1	Επίχρισμα Ασβεστοκονίαμα	0,025	0,870	0,029	
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα παλαιού τύπου B120	0,300	1,510	0,199	
3	Επίχρισμα Ασβεστοκονίαμα	0,025	0,870	0,029	
Αντίσταση θερμοδιαφυγής R <sub>Λ</sub> :				<b>0,256</b>	
Ροή Θερμότητας:		R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> k/W)	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> k/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> k)	
Οριζόντια		0,130	0,040	<b>2,345</b>	
Σημείωση:		Δεν ικανοποιείται η απαίτηση για U ≤ 0,50 W/(m <sup>2</sup> k)			

### Οροφή – ταράτσα:

Στον Πίνακα 3.22 παρουσιάζεται ο αναλυτικός υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής του κτιρίου Θεοχάρη. Υπολογίστηκαν:

$$\text{Αντίσταση θερμοδιαφυγής: } R_{\Lambda} = \sum_{j=1}^4 \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j=1}^4 R_j = 0,197 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

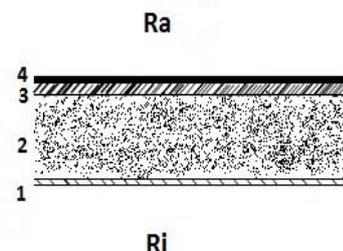
$$\text{Συνολική αντίσταση: } R_{o\lambda} = R_i + R_{\Lambda} + R_a = 0,397 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

$$\text{Συντελεστής θερμοπερατότητας: } U = \frac{1}{R_{o\lambda}} = 2,520 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.15 ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας για αυτή την περίπτωση είναι  $U_R = 0,45 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Άρα η απαίτηση αυτή *δεν ικανοποιείται* διότι  $U > U_R$ .

Πίνακας 3.22: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής του κτιρίου

Τύπος κατασκευής:		Οροφή - ταράτσα			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mk)	Θερμική αντίσταση Υλικού R=d/λ (m <sup>2</sup> k/W)	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια
1	Επίχρισμα Ασβεστοκονίαμα	0,015	0,870	0,017	
2	Οπλισμένο σκυρόδεμα παλαιού τύπου B120	0,170	1,510	0,113	
3	Γαρμπιλοσκυρόδεμα (1900kg/m <sup>3</sup> )	0,050	1,100	0,045	
4	Ασφαλτόπανο	0,005	0,230	0,022	
Αντίσταση θερμοδιαφυγής R <sub>Λ</sub> :				<b>0,197</b>	
Ροή Θερμότητας:	R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> k/W)	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> k/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> k)		
Κατακόρυφη προς τα άνω	0,100	0,100	<b>2,520</b>		
<b>Σημείωση:</b>	Δεν ικανοποιείται η απαίτηση για U ≤ 0,45 W/(m <sup>2</sup> k)				



**Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο (1<sup>η</sup> περίπτωση):**

Στον Πίνακα 3.23 παρουσιάζεται ο αναλυτικός υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου που έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο. Υπολογίστηκαν:

Αντίσταση θερμοδιαφυγής:  $R_{\Lambda} = \sum_{j=1}^3 \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j=1}^3 R_j = 0,167 \text{ [m}^2 \frac{K}{W}]$

Συνολική αντίσταση:  $R_{o\lambda} = R_i + R_{\Lambda} + R_a = 0,507 \text{ [m}^2 \frac{K}{W}]$

εδώ είναι  $R_a=R_i$ .

Συντελεστής θερμοπερατότητας:  $U = \frac{1}{R_{o\lambda}} = 1,971 \text{ [} \frac{W}{m^2 K} \text{]}$

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.15 ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας για αυτή την περίπτωση είναι  $U_{FU} = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Άρα η απαίτηση αυτή **δεν ικανοποιείται διότι U > U<sub>FU</sub>**.

Πίνακας 3.23: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο (1<sup>η</sup> περίπτωση)

Τύπος κατασκευής:		Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mk)	Θερμική αντίσταση Υλικού R=d/λ (m <sup>2</sup> k/W)	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια
1	Οπλισμένο σκυρόδεμα παλαιού τύπου B120	0,170	1,510	0,113	
2	Τσιμεντοκονίαμα	0,030	1,400	0,021	
3	Μωσαϊκό	0,040	1,200	0,033	
Αντίσταση θερμοδιαφυγής R <sub>Λ</sub> :				<b>0,167</b>	
Ροή Θερμότητας:		R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> k/W)	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> k/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> k)	
Κατακόρυφη προς τα κάτω		0,170	0,170	<b>1,971</b>	
Σημείωση:		Δεν ικανοποιείται η απαίτηση για U ≤ 0,90 W/(m <sup>2</sup> k)			

**Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ( 2<sup>η</sup> περίπτωση ):**

Στον Πίνακα 3.24 παρουσιάζεται ο αναλυτικός υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου που έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο. Υπολογίστηκαν:

$$\text{Αντίσταση θερμοδιαφυγής: } R_{\Lambda} = \sum_{j=1}^3 \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j=1}^3 R_j = 0,145 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

$$\text{Συνολική αντίσταση: } R_{o\lambda} = R_i + R_{\Lambda} + R_a = 0,345 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

εδώ είναι  $R_a=R_i$ .

$$\text{Συντελεστής θερμοπερατότητας: } U = \frac{1}{R_{o\lambda}} = 2,895 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.15 ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας για αυτή την περίπτωση είναι  $U_{FU} = 0,90 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Άρα η απαίτηση αυτή **δεν ικανοποιείται διότι U > U<sub>FU</sub>**.

Πίνακας 3.24: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο (2<sup>η</sup> περίπτωση)

Τύπος κατασκευής:		Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mk)	Θερμική αντίσταση Υλικού R=d/λ (m <sup>2</sup> k/W)	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια
1	Οπλισμένο σκυρόδεμα παλαιού τύπου B120	0,170	1,510	0,113	
2	Τσιμεντοκονίαμα	0,030	1,400	0,021	
3	Μάρμαρο	0,040	3,500	0,011	
Αντίσταση θερμοδιαφυγής R <sub>Λ</sub> :				<b>0,145</b>	
Ροή Θερμότητας:		R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> k/W)	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> k/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> k)	
Κατακόρυφη προς τα άνω		0,100	0,100	<b>2,895</b>	
Σημείωση:		Δεν ικανοποιείται η απαίτηση για U ≤ 0,90 W/(m <sup>2</sup> k)			

**Δάπεδο σε επαφή με έδαφος (1<sup>η</sup> περίπτωση):**

Στον Πίνακα 3.25 παρουσιάζεται ο αναλυτικός υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Υπολογίστηκαν:

$$\text{Αντίσταση θερμοδιαφυγής: } R_{\Lambda} = \sum_{j=1}^3 \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j=1}^3 R_j = 0,167 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

$$\text{Συνολική αντίσταση: } R_{o\lambda} = R_i + R_{\Lambda} + R_a = 0,337 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

εδώ είναι  $R_a=0$ .

$$\text{Συντελεστής θερμοπερατότητας: } U = \frac{1}{R_{o\lambda}} = 2,965 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.15 ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας για αυτή την περίπτωση είναι  $U_{FB} = 0,90 \text{ W}/(m^2 K)$ . Άρα η απαίτηση αυτή **δεν ικανοποιείται** διότι  $U > U_{FB}$ .

Πίνακας 3.25: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με το έδαφος (1<sup>η</sup> περίπτωση)

Τύπος κατασκευής:		Δάπεδο σε επαφή με έδαφος (1)			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mk)	Θερμική αντίσταση Υλικού R=d/λ (m <sup>2</sup> k/W)	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια
1	Οπλισμένο σκυρόδεμα παλαιού τύπου B120	0,170	1,510	0,113	
2	Τσιμεντοκονίαμα	0,030	1,400	0,021	
3	Μωσαϊκό	0,040	1,200	0,033	
Αντίσταση θερμοδιαφυγής R <sub>Λ</sub> :				<b>0,167</b>	
Ροή Θερμότητας:		Ri (m <sup>2</sup> k/W)	Ra (m <sup>2</sup> k/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> k)	
Κατακόρυφη προς τα κάτω		0,170	0	<b>2,965</b>	
Σημείωση:		Δεν ικανοποιείται η απαίτηση για U ≤ 0,90 W/(m <sup>2</sup> k)			

Στην περίπτωση οριζόντιων δομικών στοιχείων που έρχονται σε επαφή με το έδαφος θα πρέπει να υπολογιστεί και ο *ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας U'*, ο οποίος υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας U<sub>m</sub>.

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας μιας πλάκας που εδράζεται σε βάθος z δίνεται από τον Πίνακα 9α της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 συναρτήσει :

-του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας U

-του βάθους έδρασης z

-και της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας  $B' = 2 \times \frac{A}{\Pi}$

όπου A:το εμβαδόν της πλάκας

Π: η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας

Στην συγκεκριμένη περίπτωση όπου είναι:  $B' = 2 \times \frac{457}{50,8} = 18$ ,  $z=0$ ,  $U=2,97$  βρίσκεται ότι:

$$U' = 0,28 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right].$$

**Δάπεδο σε επαφή με έδαφος (2<sup>η</sup> περίπτωση):**

Στον Πίνακα 3.26 παρουσιάζεται ο αναλυτικός υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος. Υπολογίστηκαν:

$$\text{Αντίσταση θερμοδιαφυγής: } R_{\Lambda} = \sum_{j=1}^4 \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j=1}^4 R_j = 0,185 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

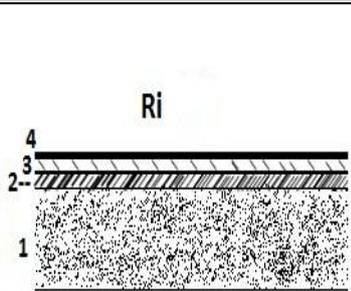
$$\text{Συνολική αντίσταση: } R_{o\lambda} = R_i + R_{\Lambda} + R_a = 0,355 \left[ m^2 \frac{K}{W} \right]$$

εδώ είναι  $R_a=0$ .

$$\text{Συντελεστής θερμοπερατότητας: } U = \frac{1}{R_{o\lambda}} = 2,818 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Πίνακα 3.15 ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας για αυτή την περίπτωση είναι  $U_{FB} = 0,90 \text{ W}/(m^2 K)$ . Άρα η απαίτηση αυτή **δεν ικανοποιείται διότι  $U > U_{FB}$** .

Πίνακας 3.26: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου σε επαφή με το έδαφος (2<sup>η</sup> περίπτωση)

Τύπος κατασκευής:		Δάπεδο σε επαφή με έδαφος (2)			
A/A	Ονομασία Υλικού	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mk)	Θερμική αντίσταση Υλικού R=d/λ (m <sup>2</sup> k/W)	Τυπική σχεδιαστική λεπτομέρεια  
1	Οπλισμένο σκυρόδεμα παλαιού τύπου B120	0,170	1,510	0,113	
2	Τσιμεντοκονίαμα	0,030	1,400	0,021	
3	Μωσαϊκό	0,040	1,200	0,033	
4	Δάπεδο Linoleum (λινέλαιο)	0,003	0,170	0,018	
Αντίσταση θερμοδιαφυγής R <sub>Λ</sub> :				<b>0,185</b>	
Ροή Θερμότητας:		R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> k/W)	R <sub>a</sub> (m <sup>2</sup> k/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> k)	
Κατακόρυφη προς τα κάτω		0,170	0	<b>2,818</b>	
Σημείωση:		Δεν ικανοποιείται η απαίτηση για $U \leq 0,90 \text{ W}/(m^2 k)$			

Στην περίπτωση οριζόντιων δομικών στοιχείων που έρχονται σε επαφή με το έδαφος θα πρέπει να υπολογιστεί και ο **ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U'$** , ο οποίος υπεισέρχεται στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$ .

Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας μιας πλάκας που εδράζεται σε βάθος  $z$  δίνεται από τον Πίνακα 9α της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 συναρτήσει :

-του ονομαστικού συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$

-του βάθους έδρασης  $z$

-και της χαρακτηριστικής διάστασης της πλάκας  $B' = 2 \times \frac{A}{\Pi}$

όπου  $A$ : το εμβαδόν της πλάκας

$\Pi$ : η εκτεθειμένη περίμετρος της πλάκας

Στην συγκεκριμένη περίπτωση όπου είναι:  $B' = 2 \times \frac{398}{50,4} = 15,80$ ,  $z=0$ ,  $U=2,82$

βρίσκεται ότι:  $U' = 0,33 \frac{W}{m^2K}$ .

#### 3.4.2.2 Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των διαφανών δομικών στοιχείων

Στα διαφανή δομικά στοιχεία δηλαδή στα κουφώματα, **η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_w$**  του κουφώματος προκύπτει από τους συντελεστές θερμοπερατότητας του πλαισίου του κουφώματος και του υαλοπίνακα, κατά την ποσοστιαία αναλογία των εμβαδών των δυο υλικών στην επιφάνεια του κουφώματος. Στον Πίνακα 3.27 δίνονται τιμές του συντελεστή  $U_w$  βάση της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010, για διαφορετικούς τύπους κουφώματος συναρτήσει του υλικού κατασκευής του πλαισίου, του τύπου του υαλοπίνακα, της ικανότητας θερμικής εκπομπής, του τύπου του αερίου του διακένου μεταξύ των φύλλων των υαλοπινάκων και της ποσοστιαίας αναλογίας πλαισίου –υαλοπίνακα.

Πίνακας 3.27: Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων

Τύπος πλαισίου	Ποσοστό πλαισίου F <sub>f</sub>	Υαλοπίνακας μονός	Δίδυμος υαλοπίνακας		Δίδυμος υαλοπίνακας με επίστρωση μεμβράνης χαμηλής εκπεμφιμότητας	
			με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο αέρα 12 mm	με διάκενο αέρα 6 mm	με διάκενο Αέρα 12 mm
	[ % ]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]
Μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή.	20%	6,0	4,1	3,7	3,6	3,0
	30%	6,1	4,5	4,1	4,0	3,5
	40%	6,2	4,8	4,5	4,4	4,0
Μεταλλικό πλαίσιο με θερμοδιακοπή 12 mm	20%	–	3,6	3,2	3,1	2,6
	30%	–	3,5	3,2	3,1	2,7
	40%	–	3,5	3,2	3,0	2,8
Μεταλλικά πλαίσια με θερμοδιακοπή 24 mm	20%	–	3,4	3,0	3,0	2,3
	30%	–	3,3	3,0	2,9	2,4
	40%	–	3,2	3,0	2,9	2,4
Συνθετικό πλαίσιο	20%	–	3,4	3,0	2,9	2,2
	30%	–	3,3	2,9	2,9	2,3
	40%	–	3,2	2,9	2,9	2,4
Ξύλινο πλαίσιο	20%	5,0	3,2	2,9	2,7	2,1
	30%	4,7	3,1	2,8	2,6	2,1
	40%	4,3	3,0	2,7	2,6	2,1
Διπλό παράθυρο (ξύλινο)*	20%	2,4	–	–	–	–
	30%	2,3	–	–	–	–
	40%	2,1	–	–	–	–
<b>Εξωτερικές Πόρτες</b>						
Υλικό	Χωρίς υαλοπίνακες [W/(m <sup>2</sup> K)]					
Μέταλλο	6,0					
Συνθετικό	3,5					
Ξύλο	3,5					

Στο κτίριο Θεοχάρη υπάρχουν κουφώματα (παράθυρα) με μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή και με μονό υαλοπίνακα με ποσοστό αναλογίας πλαισίου-υαλοπίνακα 20%. Έτσι από τον Πίνακα 3.27 για αυτά τα χαρακτηριστικά δίνεται:

$$U_{w, \text{κουφωμάτων}} = 6,0 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Επίσης για τις **θύρες εισόδου** του κτιρίου Θεοχάρη οι οποίες αποτελούνται από μεταλλικό πλαίσιο χωρίς θερμοδιακοπή, με μονό υαλοπίνακα και ποσοστό αναλογίας πλαισίου-υαλοπίνακα 30% δίνεται από τον Πίνακα 3.27 ότι:

$$U_{w, \text{θύρας εισόδου}} = 6,1 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Για τις θύρες του εργαστηρίου Αντοχής Υλικών (επαφή θερμαινόμενου χώρου με μη θερμαινόμενο χώρο) οι οποίες αποτελούνται πλήρως από μέταλλο χωρίς υαλοπίνακες δίνεται από τον Πίνακα 3.27 ότι:

$$U_w, \text{ θύρες εργαστηρίου} = 6,0 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Όμως σύμφωνα με τον Πίνακα 3.15 η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας για κουφώματα ανοιγμάτων σε κλιματική ζώνη Β είναι:

$$U_w, \text{ max} = 3,0 \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Άρα η απαίτηση για  $U_w \leq U_{w,max}$  για τα διαφανή δομικά στοιχεία *δεν ικανοποιείται*.

### 3.4.2.3 Υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου  $U_m$  προκύπτει από το συνυπολογισμό των συντελεστών όλων των επί μέρους δομικών στοιχείων του περιβλήματος του θερμαινόμενου χώρου του κτιρίου κατά την ποσοστιαία αναλογία των αντίστοιχων εμβαδών τους. Στον υπολογισμό του  $U_m$  θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι γραμμικές θερμογέφυρες που αναπτύσσονται στα δομικά στοιχεία, ιδίως στα όρια της περιμέτρου των δομικών στοιχείων.

Στη γενική του έκφραση ο υπολογισμός του  $U_m$  προκύπτει από τον τύπο:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \times U_j \times b + \sum_{i=1}^v l_i \times \Psi_i \times b}{\sum_{j=1}^n A_j} \left[ \frac{W}{m^2 K} \right]$$

Όπου:

$U_m$ : ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κελύφους όλου του κτιρίου

$n$ : το πλήθος των επί μέρους δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου

$v$ : το πλήθος των θερμογεφυρών που αναπτύσσονται στα εξωτερικά ή εσωτερικά όρια κάθε επιφάνειας  $F$  του κελύφους

$A_j$ : εμβαδό επιφάνειας που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο στη συνολική επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου

$l_i$ : το συνολικό μήκος του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου

$U_j$ : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου  $j$

$\Psi_i$ : συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του κάθε τύπου θερμογέφυρας που αναπτύσσεται στο περίβλημα του κτιρίου

$b$ : μειωτικός συντελεστής

Το ευρισκόμενο πηλίκο  $U_m$  συγκρίνεται με αυτό που ορίζεται ως μέγιστο επιτρεπόμενο  $U_{m,max}$  από το λόγο  $A/V$  του Πίνακα 3.16 ανάλογα με την κλιματική ζώνη που ανήκει το κτίριο. Πρέπει πάντα να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m,max}$$

**Παραδοχή:** Η *συνεισφορά των θερμογεφυρών* στον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου δεν θα ληφθεί από τον πιο πάνω αναλυτικό τύπο αλλά θα ληφθούν υπόψη προσεγγιστικά προσαναζάνοντας το συντελεστή θερμοπερατότητας κάθε δομικού στοιχείου κατά  $\Delta U = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , εξαιρουμένων των κουφωμάτων και των δομικών στοιχείων σε επαφή με το έδαφος σύμφωνα με την *T.O.T.E.E 20701-1/2010* παράγραφος 3.2.2.6.

**Ο μειωτικός συντελεστής  $b$**  προσαρμόζει τις υπολογισθείσες θερμικές απώλειες από κάθε επιφάνεια του κελύφους του κτιρίου στις πραγματικές θερμοκρασιακές συνθήκες. και λαμβάνει τιμές όπως ορίζονται σε κάθε μια από τις παρακάτω περιπτώσεις:

- Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα: Ο συντελεστής λαμβάνει τιμή  $b = 1,0$ , καθώς η ποσότητα  $A \cdot U$  θεωρείται η πραγματικά υπολογισθείσα. Η τιμή  $b = 1,0$  ισχύει τόσο για κατακόρυφες επιφάνειες, όσο και για οριζόντιες, είτε είναι η ροή θερμότητας στις τελευταίες από επάνω προς τα κάτω είτε από κάτω προς τα επάνω
- Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με θερμαινόμενους χώρους του ίδιου κτιρίου: Σε περίπτωση που υφίστανται χώροι του ίδιου κτιρίου οι οποίοι, αν και θερμαινόμενοι, δεν συνυπολογίζονται στη μελέτη θερμικής προστασίας και επομένως παραμένουν ενδεχομένως αδιαβατικοί, τα διαχωριστικά δομικά στοιχεία προς αυτούς τους χώρους λαμβάνονται κατά τον υπολογισμό κατά απλοποιητική παραδοχή με τιμή μειωτικού συντελεστή  $b = 0,5$

- Σε οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη: Ο μειωτικός συντελεστής διατηρεί την τιμή  $b = 1,0$ , καθώς η διόρθωση στην απόκλιση έχει ήδη γίνει κατά τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  της διατομής, λαμβάνοντας υπόψη την αντίσταση  $R_{RU}$  του στρώματος αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης. Σε αυτήν την τιμή, όπως έχει, συμπεριλαμβάνεται και η θερμική αντίσταση των στρώσεων της μη θερμομονωμένης στέγης
- Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με το έδαφος: Για επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με έδαφος θεωρείται ότι η διόρθωση των θερμικών ροών με χρήση του ισοδύναμου συντελεστή θερμοπερατότητας είναι επαρκής και δεν απαιτείται περεταίρω διόρθωση. Συνεπώς σε αυτήν την περίπτωση λαμβάνεται  $b = 1,0$
- Σε επιφάνεια που έρχεται σε επαφή με κλειστό μη θερμαινόμενο χώρο: Παρέχεται η δυνατότητα σε όλες τις περιπτώσεις που το δομικό στοιχείο έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο να ληφθεί κατά απλοποιητική παραδοχή ως τιμή του μειωτικού συντελεστή το  $b = 0,5$
- Σε επιφάνειες που έρχονται σε επαφή με όμορο κτίριο: Αν και στην περίπτωση ενός όμορου κτιρίου η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που εφάπτεται σε αντίστοιχο δομικό στοιχείο του όμορου είναι μειωμένη συγκριτικά με τη μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας θα πρέπει να παραμένει υπερεκτιμημένη με τιμή συντελεστή  $b = 1,0$ , διότι είναι απροσδιόριστος ο χρόνος ζωής του όμορου κτιρίου. Ίδια θα είναι η αντιμετώπιση είτε οι χώροι του όμορου κτιρίου είναι θερμαινόμενοι είτε όχι.

Με βάση τα πιο πάνω και τους συντελεστές θερμοπερατότητας  $U_j$  όλων των δομικών στοιχείων που υπολογίστηκαν στις προηγούμενες σελίδες κατασκευάζεται ο Πίνακας 3.27. Σε αυτόν τον Πίνακα φαίνονται και οι επιφάνειες  $A_j$  που καταλαμβάνει το κάθε δομικό στοιχείο. Η συνολική επιφάνεια όλων των δομικών στοιχείων είναι  $6.272,52 \text{ m}^2$  και το άθροισμα  $\sum U \times A \times b$  είναι ίσο με  $12.268 \text{ W/K}$ .

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_m$  όλου του κτιρίου υπολογίζεται από την πιο κάτω σχέση στην οποία έχει ληφθεί και η επίδραση των θερμογεφυρών με την προσεγγιστική παραδοχή που αναφέρθηκε προηγουμένως:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \times U_j \times b}{\sum_{j=1}^n A_j} = \frac{12268}{6272,52} = 1,956 \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \right]$$

Πίνακας 3.28: Συγκεντρωτικός πίνακας στοιχείων προς υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτιρίου Θεοχάρη

A/A	Δομικό στοιχείο	Επιφάνεια A (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U ( $\frac{W}{m^2K}$ )	U+ΔU Σ.Θ με προσαύξηση λόγω της επίδρασης θερμογεφυρών ΔU=0,1( $\frac{W}{m^2K}$ )	Μειωτικός Συντελεστής b	U×A×b ( $\frac{W}{K}$ )
<b>Κουφώματα:</b>						
1	Κουφώματα (παράθυρα)	595,500	6,000	-	1,000	3.573
2	Κουφώματα (Θύρες εισόδου)	27,300	6,100	-	1,000	166,530
3	Κουφώματα (Θύρες εργαστηρίου)	17,400	6,000	-	1,000	104,400
<b>Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία:</b>						
4	Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με όμορο κτίριο	2.246,970	1,119	1,219	1,000	2.739,040
5	Εξωτερική τοιχοποιία με επένδυση πέτρας εξωτερικά σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	237,180	1,073	1,173	1,000	278,210
6	Τοιχοποιία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	178,660	1,017	1,117	0,500	99,780
7	Κρεμάσεις των δοκών σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με όμορο κτίριο	497	2,345	2,445	1,000	1.215,170
<b>Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία:</b>						
8	Οροφή	1241	2,520	2,620	1,000	3.251,420
9	Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο (1 <sup>η</sup> περίπτωση)	511,350	1,971	2,071	0,500	529,500
10	Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο (2 <sup>η</sup> περίπτωση)	72,900	2,895	2,995	0,500	109,170
11	Δάπεδο σε επαφή με έδαφος (1 <sup>η</sup> περίπτωση):	227,550	U'=0,280	-	1,000	63,714
12	Δάπεδο σε επαφή με έδαφος (2 <sup>η</sup> περίπτωση):	419,710	U'=0,330	-	1,000	138,504
<b>Σύνολο:</b>		<b>6.272,520</b>			<b>Σύνολο:</b>	<b>12.268,000</b>

### 3.4.2.4 Σύγκριση του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας όλου του κτιρίου $U_m$ με τον μέγιστο επιτρεπόμενο $U_{m,max}$

Ο μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας  $U_{m,max}$  δίνεται από τον Πίνακα 3.16 συναρτήσει του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτιρίου προς τον όγκο του κτιρίου  $A/V$ .

Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 στον όγκο  $V$  του κτιρίου δεν περιλαμβάνονται, όλοι οι μη θερμαινόμενοι χώροι του κτιρίου δηλαδή το υπόγειο, το εργαστήριο Αντοχής Υλικών και η απόληξη του κλιμακοστασίου στο δώμα, ενώ οι εξωτερικές επιφάνειες των πιο πάνω εφόσον αποτελούν διαχωριστικά στοιχεία με θερμαινόμενο χώρο, υπεισέρχονται στον υπολογισμό της επιφάνειας  $A$  στο σύνολο τους πολλαπλασιασμένες με τον μειωτικό συντελεστή  $b$ . Όπως πάντα επιφάνειες του κτιρίου που έρχονται σε επαφή με εξωτερική επιφάνεια άλλου κτιρίου είτε αυτό το κτίριο βρίσκεται εντός του ίδιου οικοπέδου είτε στο όμορο (δηλαδή τα δύο κτίρια βρίσκονται σε επαφή στο διαχωριστικό όριο των δύο οικοπέδων) λαμβάνονται ως συνορεύουσες με το εξωτερικό περιβάλλον και δεν υπάρχει κάποια ξεχωριστή αντιμετώπιση.

Σύμφωνα με τα πιο πάνω ο όγκος  $V$  του κτιρίου υπολογίζεται ίσος με **19.684,070 m<sup>3</sup>** ενώ η περιβάλλουσα επιφάνεια  $A$  του κτιρίου είναι ίση με **5891,065m<sup>2</sup>**.

Άρα ο λόγος  $A/V$  υπολογίζεται ίσος με:

$$\frac{A}{V} = \frac{5891,065}{19684,070} = 0,299 \approx 0,300$$

και από τον Πίνακα 3.16 για  $A/V=0,3$  και κλιματική ζώνη B δίνεται ότι:

$$U_{m,max} = 1,09 \left[ \frac{W}{m^2K} \right]$$

Ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου Θεοχάρη *δεν ικανοποιεί την απαίτηση* για:

$$U_m \leq U_{m,max}$$

αφού:

$$U_m = 1,956 \left[ \frac{W}{m^2K} \right] > 1,09 \left[ \frac{W}{m^2K} \right]$$

***Κεφάλαιο 4:***  
***Αποτελέσματα μετρήσεων με***  
***καταγραφικό εξοπλισμό***



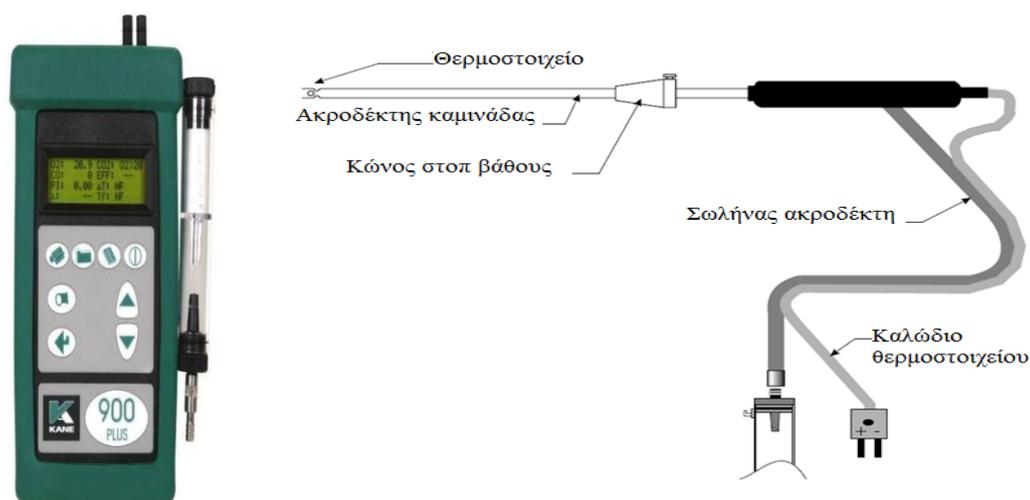
## 4.1 Ηλεκτρονικός Αναλυτής Καυσαερίων

### 4.1.1 Εισαγωγή στην ανάλυση καυσαερίων

Η ανάλυση των καυσαερίων προσφέρει το μέσο για τον προσδιορισμό των ρυπογόνων συγκεντρώσεων στα καυσαέρια, ενώ αποτελεί παράλληλα ένα βασικό εργαλείο εντοπισμού προβλημάτων στην καύση που μπορεί να οδηγεί σε αυξημένες απώλειες του συστήματος.

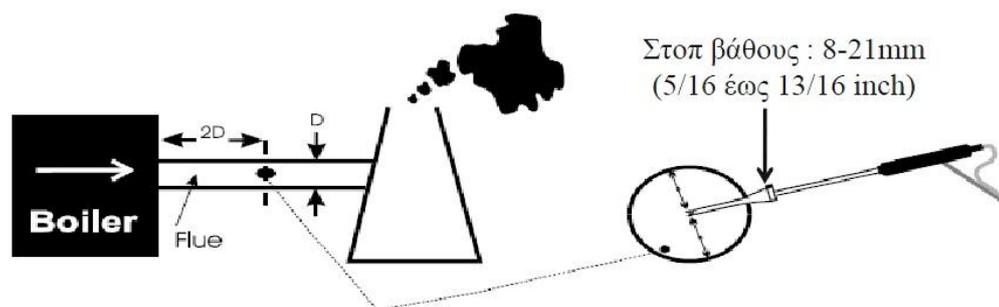
Σύμφωνα με την **TOTEE 20701-4/2010** η διαδικασία ανάλυσης καυσαερίων είναι υποχρεωτική για όλα τα κτίρια που διαθέτουν συστήματα λέβητα/ καυστήρα μία φορά τον χρόνο για συνολική θερμική ισχύ μικρότερη από 400.000 Kcal/h και κάθε μήνα για συνολική θερμική ισχύ ίση ή μεγαλύτερη των 400.000 Kcal/h.

Η μέτρηση της απόδοσης καύσης του λέβητα καθώς και της ανάλυσης των καυσαερίων γίνεται με ειδικό όργανο, τον αναλυτή καυσαερίων. Για την μέτρηση στους 2 λέβητες του κτιρίου Θεοχάρη χρησιμοποιήθηκε ο ηλεκτρονικός αναλυτής καυσαερίων **KANE 900 PLUS**.



Εικόνα 4.1: Αναλυτής καυσαερίων KANE 900 PLUS και ακροδέκτης δειγματοληψίας

Η μέτρηση με τον αναλυτή καυσαερίων KANE 900 PLUS γίνεται εισάγοντας τον ακροδέκτη δειγματοληψίας στην τρύπα της καπνοσωλήνας (η οποία πρέπει να βρίσκεται σε σημείο τουλάχιστον 2 διαμέτρων του καπνοσωλήνα μετά τον λέβητα) κατάντη οποιασδήποτε γωνίας, οπότε και αρχίζει η δειγματοληψία των καυσαερίων χάρη στο θερμοστοιχείο που βρίσκεται στο άκρο του ακροδέκτη. Το βάθος στο οποίο θα εισαχθεί ο ακροδέκτης ρυθμίζεται με τη βοήθεια ενός στοπ βάθους που μπορεί να μετακινηθεί κατά μήκος του ακροδέκτη και να σταθεροποιηθεί στο επιθυμητό σημείο. Αυτά εικονίζονται και στο επόμενο σχήμα.



Εικόνα 4.2: Τοποθέτηση του ακροδέκτη δειγματοληψίας για λήψη μέτρησης

Ο αναλυτής καυσαερίων KANE 900 PLUS μπορεί να μετρήσει και να υπολογίσει:

- Οξυγόνο ως και 21%
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO) ως 10,000ppm με αισθητήρα υδρογόνου εναλλακτικά CO ως 100,000ppm με αισθητήρα μεγάλου εύρους)
- Οξείδιο του αζώτου (NO) ως 5000ppm με υπολογισμένη NOx (εναλλακτικά NO ως 100ppm με καλύτερη ακρίβεια μικρού εύρους)
- Διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) ως και 5000ppm
- (Εναλλακτικά κάθε αισθητήρας τοξικότητας μπορεί να αντικατασταθεί με αισθητήρα των 1000ppm διοξειδίου του αζώτου (NO<sub>2</sub>))
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος 0-50 °C
- Θερμοκρασία καυσαερίων 0-600 °C
- Διαφορική πίεση
- Διοξείδιο του άνθρακα
- Απόδοση καύσης
- Απώλειες καυσαερίων
- Διαφορά Θερμοκρασίας 0-600 °C
- Λόγος μονοξειδίου του άνθρακα προς διοξείδιο του άνθρακα
- Δείκτης τοξικών αερίων
- Περίσσεια αέρα

#### 4.1.2 Μετρήσεις με τον αναλυτή καυσαερίων στους λέβητες του κτιρίου Θεοχάρη

Στο κτίριο Θεοχάρη υπάρχουν δυο λέβητες. Ένας της εταιρείας ΠΥΡΚΑΛ θερμικής ισχύος 1.100.000 kcal/h ή ισοδύναμα 1.280 kW και ένας της εταιρείας ELINOX ισχύος 1.200.000 kcal/h ή ισοδύναμα 1.410 kW. Οι καυστήρες είναι της εταιρείας Lamborghini συνολικής ηλεκτρικής ισχύος 3,8kW. Οι μετρήσεις έγιναν την χειμερινή περίοδο (συγκεκριμένα στις 04/04/2011) όταν οι λέβητες βρίσκονταν σε κανονική θερμοκρασία λειτουργίας και παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 4.1:

Πίνακας 4.1 : Μετρήσεις με τον αναλυτή καυσαερίων στους λέβητες του κτιρίου Θεοχάρη

ΚΤΙΡΙΟ	ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ (ΘΕΟΧΑΡΗ)			
	1.280 kW (ΔΕΞΙΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ)		1.410 kW (ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ)	
ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ			
ΕΤΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	2006 (έτος ρύθμισης)	2011	2006 (έτος ρύθμισης)	2011
ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ	236,4 °C	214 °C	207,8 °C	201 °C
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	254 °C	237 °C	225 °C	224 °C
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ	17,6 °C	22,4 °C	17,2 °C	23,1 °C
ΟΞΥΓΟΝΟ - O <sub>2</sub>	3,8 %	3,6 %	3,4 %	7,3 %
ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ - CO <sub>2</sub>	9,7 %	9,8 %	10 %	7,7 %
SMOKE (Brigon smoke scale 0-9)	-	-	-	-
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ - CO	42 ppm	18 ppm	32 ppm	4 ppm
ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ - NO	78 ppm	61 ppm	70 ppm	43 ppm
ΟΞΕΙΔΙΑ ΤΟΥ ΑΖΩΤΟΥ - NO <sub>x</sub>	81 ppm	64 ppm	73 ppm	45 ppm
ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ ΑΕΡΑ - λ	22,2 %	20,8 %	19,4 %	53,6 %
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	9,5 %	8,3 %	8,1 %	10,2 %
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ - EFF (N)*	90,5 %	91,7 %	91,9 %	89,8 %

Σύμφωνα με την *Ενότητα 4.2 «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΛΕΒΗΤΩΝ ΚΑΙ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ» του ΚΕΝΑΚ και την ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010* σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις, και για λέβητες φυσικού αερίου ανεξαρτήτως ισχύος, ισχύουν τα εξής όρια εκπομπών:

- Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή απωλειών θερμότητας: 11 %
- Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή περιεκτικότητας των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα(CO): 60 ppm
- Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή περιεκτικότητας των καυσαερίων σε οξείδια του αζώτου(NO<sub>x</sub>): 65 ppm
- Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του δείκτη αιθάλης: 0 ΒΑΧΑΡΑΧ
- Ελάχιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία καυσαερίων: 180 °C
- Μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία καυσαερίων: 280 °C
- Ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή περιεκτικότητας των καυσαερίων σε διοξείδιο του άνθρακα: 9 %

Σύμφωνα λοιπόν με τα πιο πάνω **παρατηρούνται τα έξης:**

- Η απόδοση καύσης του δεξιού λέβητα κρίνεται αρκετά ικανοποιητική αφού ανέρχεται στο 91,7%, ενώ η απόδοση καύσης του αριστερού λέβητα κρίνεται οριακά ικανοποιητική με μόλις 0,8% πάνω από το όριο (σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ η ελάχιστη απόδοση καύσης λέβητα πρέπει να είναι στο 89% αφού η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή απωλειών θερμότητας είναι 11 %).
- Η περίσσεια αέρα στον δεξί λέβητα είναι ικανοποιητική σε σχέση με την περίσσεια αέρα στο έτος ρύθμισης ενώ αντίθετα στον αριστερό λέβητα είναι αυξημένη σε σχέση με το έτος ρύθμισης. Περίσσεια αέρα είναι ο λόγος του παρεχόμενου αέρα στον καυστήρα προς τον στοιχειομετρικά απαιτούμενο για ιδανική καύση. Όταν έχουμε αυξημένη περίσσεια αέρα έχουμε αυξημένες απώλειες και επομένως μικρότερο βαθμό απόδοσης του λέβητα. Άρα θα πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα η αυξημένη και άσκοπη θέρμανση αέρα στον αριστερό λέβητα.
- Η ποσότητα οξυγόνου στον αριστερό λέβητα είναι αυξημένη και οφείλεται στην περίσσεια αέρα που υπάρχει ενώ στον δεξί λέβητα το οξυγόνο είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα αφού δεν υπάρχει και μεγάλη περίσσεια αέρα. Το οξυγόνο της περιπτώσεως αέρα δεν λαμβάνει μέρος στην καύση αλλά απάγεται από τον λέβητα με τα καυσαέρια αφού προηγουμένως θερμανθεί.
- Το ποσοστό του διοξειδίου του άνθρακα στα καυσαέρια του δεξιού λέβητα είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα αφού βρίσκεται πάνω από το όριο του 9%, ενώ αντιθέτως **το ποσοστό του διοξειδίου του άνθρακα στα καυσαέρια του αριστερού λέβητα παραβιάζει το όριο αυτό και θα πρέπει να αυξηθεί για να γίνει καλύτερη η καύση.** Αυτό συμβαίνει λόγω της αυξημένης περιπτώσεως αέρα που είναι αντιστρόφως ανάλογη με το ποσοστό CO<sub>2</sub>.
- Η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα CO και στους 2 λέβητες είναι αρκετά μικρή και κάτω από την μέγιστη επιτρεπτή τιμή των 60ppm, που σημαίνει ότι η καύση και ανάμιξη του καύσιμου με τον αέρα είναι πολύ καλή.
- Η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε οξείδια του αζώτου(NO<sub>x</sub>) και στους 2 λέβητες δεν ξεπερνά την μέγιστη επιτρεπτή τιμή των 65ppm, παρατηρείται όμως πως η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε οξείδια του αζώτου στον δεξί λέβητα είναι αυξημένη και πολύ κοντά στο όριο.
- Η θερμοκρασία καυσαερίων πρέπει να είναι πάνω από μία τέτοια θερμοκρασία έτσι ώστε να αποφεύγονται οι συμπυκνώσεις των καυσαερίων που οδηγούν σε διαβρώσεις και επίσης όχι πολύ υψηλή για να μην αυξάνονται οι θερμικές απώλειες των καυσαερίων. Και στους δύο λέβητες η θερμοκρασία των καυσαερίων είναι μέσα στα όρια καλής λειτουργίας έτσι ώστε να μην γίνεται συμπύκνωση της υγρασίας η οποία με το τριοξείδιο του Θείου (SO<sub>3</sub>) που περιέχεται στα καυσαέρια δημιουργεί θειικό οξύ (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) και διαβρώσεις.
- Από την περίσσεια αέρα καθώς και από τη θερμοκρασία καυσαερίων εξαρτάται και η ποσότητα μονοξειδίου του αζώτου(NO) που πρέπει να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερη.

Γενικά από τα πιο πάνω παρατηρείται πως θα πρέπει να μειωθεί η περίσσεια αέρα στον αριστερό λέβητα με ρύθμιση της αναλογίας αέρα / καυσίμου στα κανονικά επίπεδα. Μειώνοντας την περίσσεια αέρα στον αριστερό λέβητα θα μειωθεί και η περιεκτικότητα σε οξυγόνο στα καυσαέρια και θα αυξηθεί η περιεκτικότητα σε διοξείδιο του άνθρακα  $\text{CO}_2$  πράγμα το οποίο είναι επιθυμητό διότι η μέτρηση ήταν κάτω από το ελάχιστο επιτρεπτό όριο. Επίσης θα μειωθούν οι απώλειες καυσαερίων αφού η περίσσεια αέρα προκαλεί διαφυγή μεγαλύτερης ποσότητας θερμότητας στο περιβάλλον, αλλά ταυτόχρονα θα μειωθεί και η ήδη ικανοποιητική θερμοκρασία καυσαερίων και θα αυξηθεί ο βαθμός απόδοσης της καύσης. Στο γράφημα φαίνεται η σχέση της παροχής αέρα και του βαθμού απόδοσης της καύσης.

Γενικά η συνολική εγκατάσταση σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 κρίνεται καλή(επαρκής) αφού και για τους 2 λέβητες ο βαθμός απόδοσης καύσης είναι  $>87\%$  και υπάρχει ευκολία συντήρησης και πρόσβασης στο λεβητοστάσιο.



Γράφημα 4.1: Σχέση παροχής αέρα προς την απόδοση του λέβητα και την θολερότητα των καυσαερίων.



Εικόνα 4.3: Οι δυο λέβητες και καυστήρες το κτιρίου Θεοχάρη

## 4.2 Αναλυτής Ηλεκτρικής ενέργειας

### 4.2.1 Όργανο μέτρησης

Ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένα όργανο που χρησιμοποιείται για τις μετρήσεις ηλεκτρικών μεγεθών. Για τη διεξαγωγή των μετρήσεων συνδέεται στον ηλεκτρικό πίνακα του κτιρίου. Συγκεκριμένα το όργανο που χρησιμοποιήθηκε είναι ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας τριών φάσεων **Fluke 1735** ο οποίος αποτελείται από 4 καλώδια, τα οποία συνδέονται στις 3 φάσεις και στον ουδέτερο. Ο αναλυτής αυτός μπορεί να υπολογίσει ενεργές τιμές τάσης και ρεύματος, τις γωνίες των φάσεων, THD για ρεύματα και τάσεις, αρμονικές ως και την 50ή, ενεργό και άεργο ισχύ, ενέργεια, και συντελεστή ισχύος. Η περίοδος δειγματοληψίας των μετρήσεων καθορίζεται από τον χρήστη και υπάρχει η δυνατότητα αποθήκευσης των μετρήσεων στη μνήμη για μεγάλο χρονικό διάστημα έως και για 45 μέρες. Οι αποθηκευμένες στη μνήμη μετρήσεις αναλύονται και επεξεργάζονται με το λογισμικό πακέτο **FLUKE Power Log 2.9 Software**. Από την επεξεργασία των μετρήσεων με το λογισμικό δημιουργούνται γραφήματα σαν αυτά που θα παρουσιαστούν στην συνέχεια.



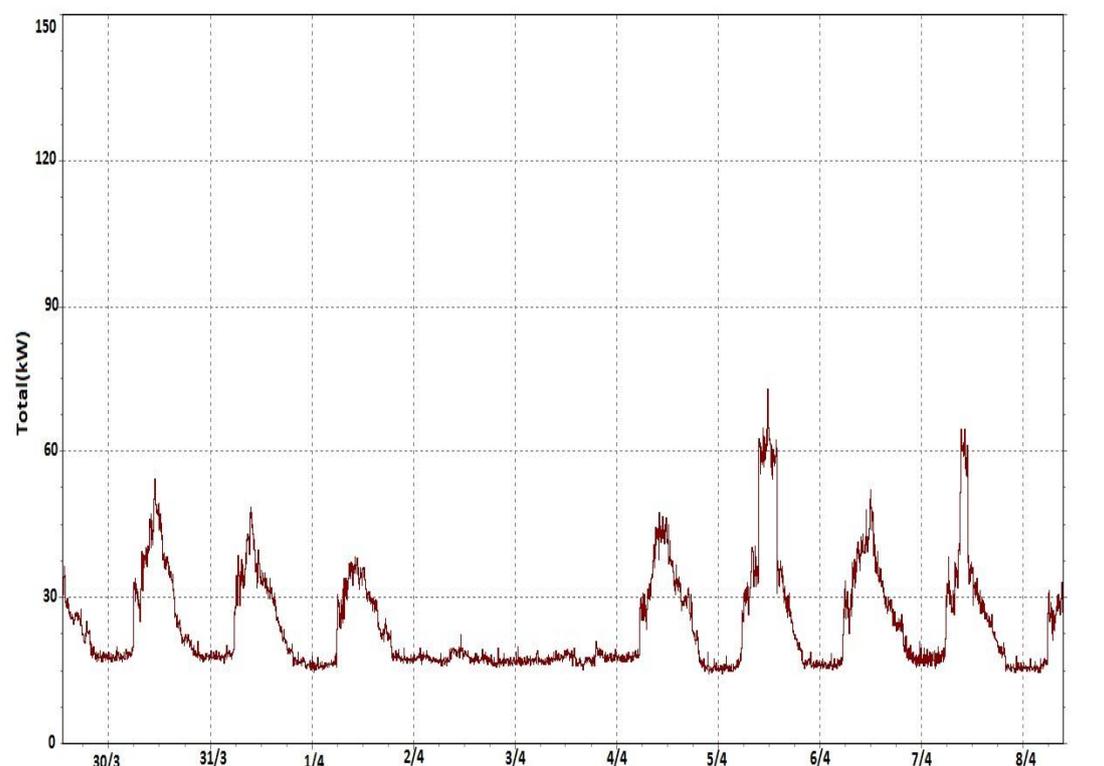
*Εικόνα 4.4: Ο αναλυτής ενέργειας FLUKE 1735*

Ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας FLUKE 1735 εγκαταστάθηκε στον τριφασικό μετασχηματιστή που βρίσκεται στο υπόγειο του κτιρίου Θεοχάρη και τροφοδοτεί με ηλεκτρική ενέργεια το κτίριο. Εδώ σημειώνεται πως δεν ήταν σαφές εάν ο συγκεκριμένος Μ/Σ τροφοδοτεί με ενέργεια και την πτέρυγα στον 1<sup>ο</sup> όροφο που ανήκει μεν αρχιτεκτονικά στο κεντρικό κτίριο αλλά δεν ανήκει στο κτίριο Θεοχάρη και δεν υπάρχει πρόσβαση μέσα από αυτό. Υπενθυμίζεται πως η πτέρυγα αυτή χρησιμοποιείται για τις ανάγκες του διπλανού κτιρίου του Τομέα Σιδηροδρομικής και Μεταφορών και συγκεκριμένα είναι χώροι το τμήματος οδοποιίας οι οποίοι κατεγράφησαν αναλυτικά στο Παράρτημα IB και η κατανάλωση ενέργειας τους παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 3. Παρόλα αυτά η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αυτού του χώρου δεν είναι τόσο μεγάλη ώστε να επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα του αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας όπως θα εξηγηθεί και στην συνέχεια.

Ο αναλυτής εγκαταστάθηκε στο μετασχηματιστή του κτιρίου Θεοχάρη για συνολική χρονική περίοδο 10 ημερών περίπου και συγκεκριμένα από το μεσημέρι της Τρίτης 29/04/2011 μέχρι το πρωί της Παρασκευής 08/04/2011. Η περίοδος δειγματοληψίας των μετρήσεων ρυθμίστηκε στα 5 λεπτά.

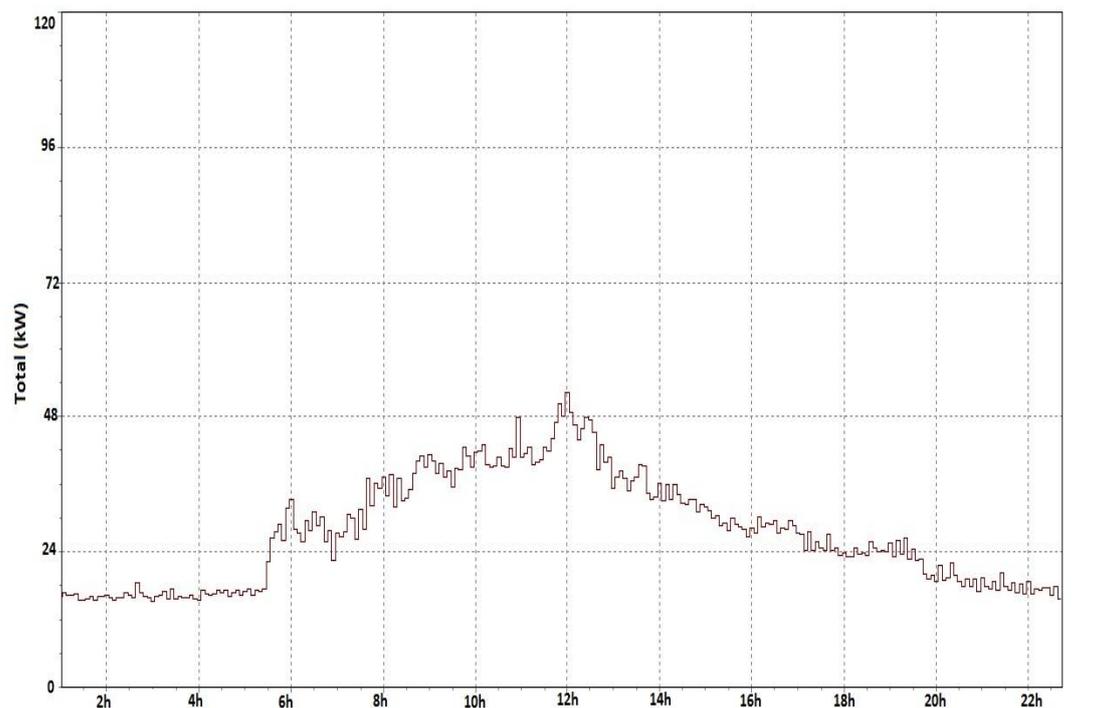
#### 4.2.2 Γραφικές παραστάσεις από αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας

Στο **Γράφημα 4.2** παρουσιάζεται η μέση απορρόφηση ενεργού ισχύος (kW) από όλο τον εξοπλισμό του κτιρίου Θεοχάρη για όσο χρονικό διάστημα ήταν συνδεδεμένος ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας. Παρατηρείται πως υπάρχουν έντονες διακυμάνσεις της ισχύος κατά τις δέκα ημέρες που ήταν συνδεδεμένος ο αναλυτής στο κτίριο οι όποιες έχουν μια όμοια μορφή που επαναλαμβάνεται κατά τρόπο “περιοδικό” ανά 24h για τις οκτώ εργάσιμες ημέρες που ήταν συνδεδεμένος ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ για το Σαββατοκύριακο 2/4-3/4 η μορφή της παράστασης είναι σταθερή και ίση με το φορτίο βάσης του κτιρίου.



*Γράφημα 4.2: Διάγραμμα μέσης απορρόφησης ενεργού ισχύος από το συνολικό φορτίο του κτιρίου Θεοχάρη για την χρονική περίοδο 29/3/2011-8/4/2011*

Στο **Γράφημα 4.3** παρουσιάζεται το διάγραμμα της μέσης απορρόφησης ενεργού ισχύος από το συνολικό φορτίο του κτιρίου Θεοχάρη σε μια καθημερινή εργάσιμη ημέρα και συγκεκριμένα την Τετάρτη στις 6/4/2011.



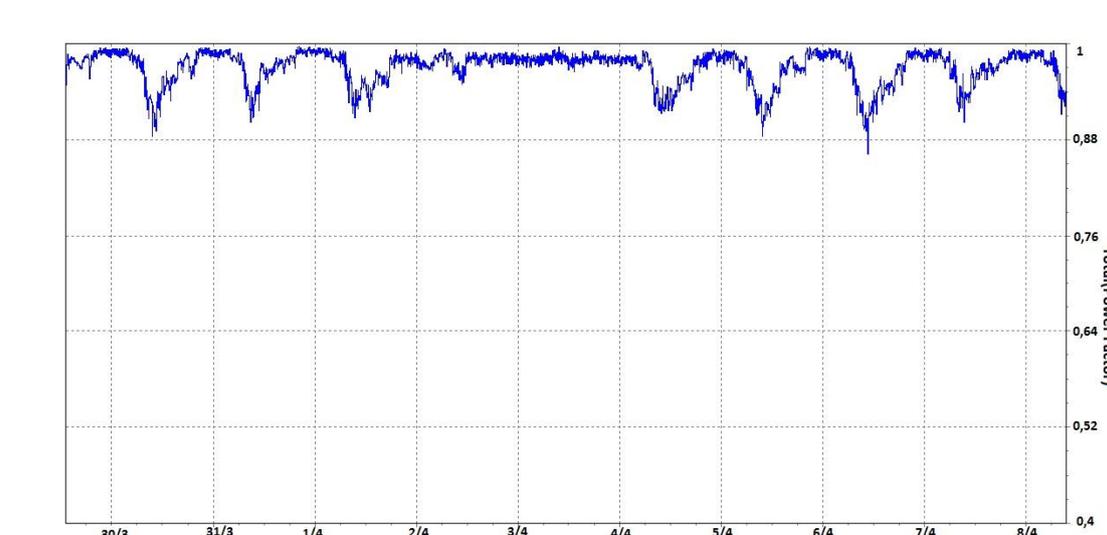
Γράφημα 4.3: Διάγραμμα μέσης απορρόφησης ενεργού ισχύος σε εργάσιμη ημέρα (Τετάρτη 6/4/2011)

Από τα πιο πάνω Γραφήματα *παρατηρούνται τα εξής:*

- 1) Η απορρόφηση ενεργού ισχύος από τον εξοπλισμό του κτιρίου παρουσιάζει μια όμοια επαναλαμβανόμενη μορφή για τις εργάσιμες ημέρες η οποία είναι αυξανόμενη από νωρίς το πρωί κάθε εργάσιμης ημέρας μέχρι και στις 12:00 η ώρα περίπου το μεσημέρι όπου και κορυφώνεται η ζήτηση σε ενεργό ισχύ. Η κορύφωση αυτή μπορεί να συμβεί και σε λίγο πιο πρωινές ώρες όπως παρατηρείται και στο Γράφημα 4.2 αλλά ποτέ μετά το μεσημέρι. Από κει και πέρα η ζήτηση σε ενεργό ισχύ αρχίζει σταδιακά να μειώνεται μέχρι και τις 20:00 περίπου η ώρα όπου μετά σταθεροποιείται στο λεγόμενο φορτίο βάσης. Τα πιο πάνω δικαιολογούνται αφού το μόνιμο προσωπικό του κτιρίου καταφθάνει σε αυτό μετά τις 8:00 η ώρα το πρωί και τελειώνει την εργασία του μέχρι τις 2:00 η ώρα το μεσημέρι. Επίσης μαθήματα και εργαστήρια στο κτίριο γίνονται κατά κύριο λόγο τις πρωινές ώρες όπως επίσης και οι περισσότεροι καθηγητές παραμένουν στο κτίριο μέχρι αργά το μεσημέρι. Άρα δικαιολογημένα η μέγιστη ζήτηση σε ενεργό ισχύ παρουσιάζεται την συγκεκριμένη περίοδο της ημέρας, ενώ επίσης δικαιολογημένα μειώνεται μετέπειτα και μέχρι τις 20:00 η ώρα όπου και το κτίριο κλείνει.
- 2) Το σαββατοκύριακο 2/4/2011–3/4/2011 η μέση απορρόφηση ενεργού ισχύος παραμένει σταθερή και ίση με το *φορτίο βάσης* του κτιρίου το οποίο είναι *περίπου 17,5 kW* αφού το κτίριο το Σαββατοκύριακο παραμένει κλειστό και δεν υπάρχει περεταίρω ζήτηση φορτίου.

- 3) **Το νυκτερινό φορτίο** του κτιρίου δηλαδή η απορρόφηση ενεργού ισχύος από το κτίριο από τις 20:00 μέχρι τις 6:00 περίπου η ώρα το πρωί, παραμένει σταθερό και είναι ίσο με περίπου **17,5 kW** όσο και το φορτίο το οποίο παρατηρείται το σαββατοκύριακο.
- 4) Όπως ειπώθηκε και πριν οι αιχμές της απορρόφησης ενεργού ισχύος παρουσιάζονται γύρω στις 11:00-12:00 η ώρα το πρωί για τις εργάσιμες μέρες. **Η μεγαλύτερη ζήτηση φορτίου παρουσιάζεται την Τρίτη 5/4/2011 στις 11:45** όπου η ζήτηση εκτοξεύεται στα **72 kW** ενώ μεγάλη αιχμή υπάρχει και την Πέμπτη 7/4/2011 στις 10:50 όπου η ζήτηση φορτίου είναι 64 kW. **Τις υπόλοιπες εργάσιμες μέρες η μέγιστη αιχμή είναι περίπου στα 50 kW** όπως φαίνεται και στο Γράφημα 4.3 για την Τετάρτη 6/4. Αυτή η διαφορά ανάμεσα στις αιχμές ζήτησης πιθανότατα οφείλεται στην χρήση μέρους του εργαστηριακού εξοπλισμού του κτιρίου. Επίσης στην δημιουργία αυτής της διαφοράς στις αιχμές ίσως συντέλεσε και το γεγονός ότι από την Τρίτη 5/4 και μετά εργαζόταν στον εξωτερικό χώρο του κτιρίου και κατά τις πρωινές ώρες συνεργείο, για την δημιουργία μεταλλοκατασκευής με παροχή ενέργειας από το εργαστήριο Αντοχής Υλικών, χωρίς να υπάρχει περαιτέρω πληροφόρηση για την κατανάλωση και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήσαν.
- 5) Στα πιο πάνω γραφήματα παρατηρείται μια **αύξηση στην απορρόφηση ενεργού ισχύος γύρω στα 11,5 kW για τις καθημερινές ημέρες** αρκετά νωρίς το πρωί γύρω στις 5:45. Η αύξηση αυτή συνδέεται με την λειτουργία του συστήματος κεντρικής θέρμανσης του κτιρίου και είναι προγραμματισμένη να συμβαίνει τους χειμερινούς μήνες την συγκεκριμένη ώρα ώστε να θερμαίνεται το νερό το οποίο θα κυκλοφορήσει στα θερμαντικά σώματα. Συγκεκριμένα οι λέβητες του κτιρίου είναι ρυθμισμένοι με χρονοδιακόπτη να ξεκινούν την λειτουργία τους πριν καταφθάσουν σε αυτό οι χρήστες ώστε το κτίριο να αποκτήσει μια θερμική άνεση μέχρι την ώρα που θα φτάσουν οι χρήστες. Το μέγεθος της αύξησης δικαιολογείται απόλυτα από την ηλεκτρική ισχύ των καυστήρων 3,8 kW και την ισχύ των 13 κυκλοφορητών 7,62 kW (βλπ: Παράρτημα Δ).  
Σημειώνεται πως την περίοδο στην οποία συνδέθηκε ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας το σύστημα κεντρικής θέρμανσης λειτουργούσε κανονικά και υπενθυμίζεται πως το κτίριο ανοίγει από τον θυρωρό γύρω στις 7:30 το πρωί άρα δεν υπάρχει κάποια άλλη χρήση στο κτίριο πριν από αυτή την ώρα.

Στο **Γράφημα 4.4** παρουσιάζεται το διάγραμμα της μέσης τιμής του συντελεστή ισχύος για τη συνολική χρονική περίοδο που ήταν συνδεδεμένος ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας στο κτίριο. Παρατηρούνται οι διάφορες αυξομειώσεις στο συντελεστή ισχύος κατά την διάρκεια των εργάσιμων ημερών όπου και η κατανάλωση άεργου ισχύος από τα φορτία του κτιρίου αυξομειωνόταν αντίστοιχα ενώ το σαββατοκύριακο παραμένει σχεδόν σταθερός. Γενικά ο συντελεστής ισχύος είναι αρκετά καλός με μέσο ορό γύρω στο 0,93 αλλά αναμένεται να είναι χαμηλότερος την περίοδο του καλοκαιριού όπου θα έχουμε μεγάλη αύξηση του επαγωγικού φορτίου των αυτόνομων κλιματιστικών τύπου split.



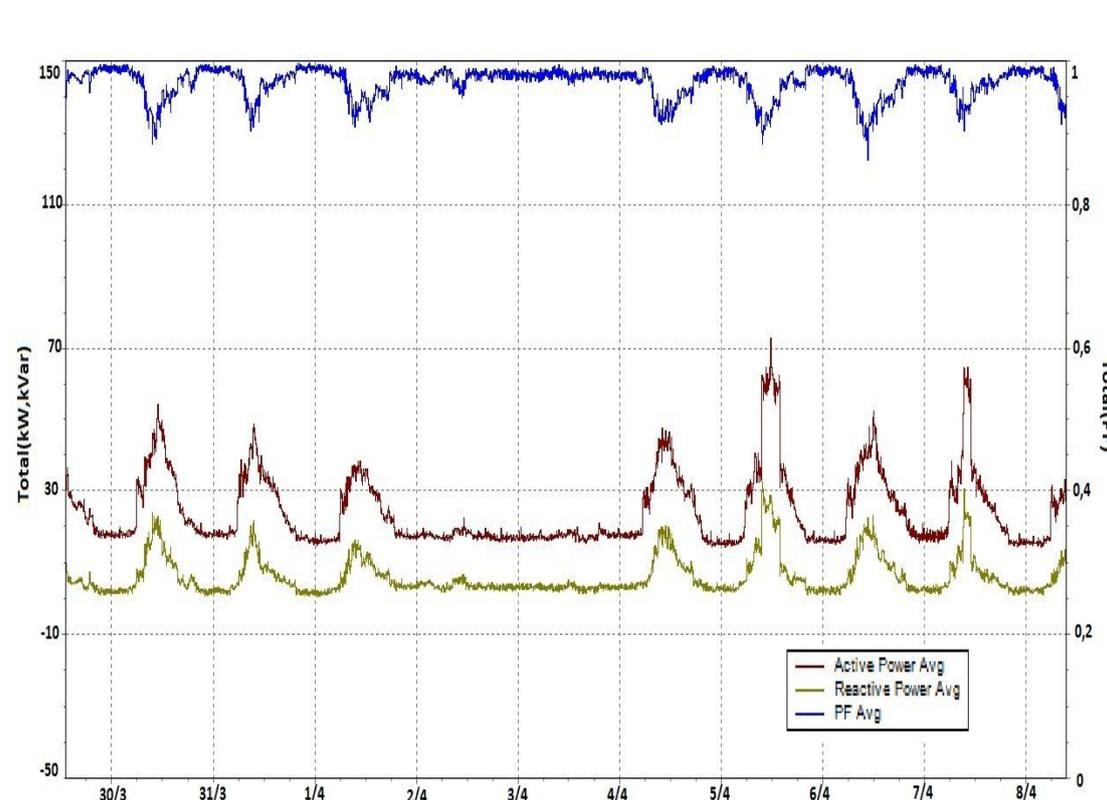
Γράφημα 4.4: Διάγραμμα μέσης τιμής του συντελεστή ισχύος για την χρονική περίοδο 29/3/2011-8/4/2011

Στο **Γράφημα 4.5** παρουσιάζεται το διάγραμμα μέσης απορρόφησης άεργου ισχύος από το συνολικό φορτίο του κτιρίου Θεοχάρη για την συνολική χρονική περίοδο που ήταν συνδεδεμένος ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας στο κτίριο. Παρατηρούνται αυξομειώσεις τις εργάσιμες μέρες ενώ το σαββατοκύριακο η απορρόφηση άεργου ισχύος είναι σταθερή γύρω στα 2,8 kVar. Η άεργος ισχύς είναι μη παραγωγική ισχύς, η οποία είναι αναγκαία για τη λειτουργία φορτίων που περιλαμβάνουν κινητήρες, πηνία, και εν γένει εξοπλισμό η λειτουργία του οποίου απαιτεί τη δημιουργία μαγνητικών πεδίων. Παράδειγμα τέτοιων φορτίων είναι οι ασύγχρονοι κινητήρες που χρησιμοποιούνται σε μέρος του εργαστηριακού εξοπλισμού, οι ανελκυστήρες, τα κλιματιστικά μηχανήματα, τα ψυγεία και τα φωτιστικά πλαίσια φθορισμού.



Γράφημα 4.5: Διάγραμμα μέσης απορρόφησης άεργου ισχύος από το συνολικό φορτίο του κτιρίου Θεοχάρη για την χρονική περίοδο 29/3/2011-8/4/2011

Στο Γράφημα 4.6 παρουσιάζεται η μέση απορρόφηση ενεργού αλλά και άεργου ισχύος όπως και συντελεστής ισχύος του κτιρίου Θεοχάρη για την χρονική περίοδο 29/3/2011-8/4/2011. Παρατηρείται πως η αύξηση της απορρόφησης άεργου ισχύος έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του συντελεστή ισχύος και συμβαίνει ταυτόχρονα με την αύξηση της ζήτησης του φορτίου σε kW. Επίσης παρατηρείται ότι η ζήτηση σε άεργο ισχύ είναι μικρότερη από την ζήτηση ενεργού ισχύος. Αυτό αναμένεται να αλλάξει κατά τους θερινούς μήνες και ίσως η άεργος ισχύς να ξεπεράσει την ενεργό, διότι θα υπάρχει αυξημένη χρήση των κλιματιστικών τύπου split το οποίο έχει ως αποτέλεσμα αυξημένο επαγωγικό φορτίο και περεταίρω μείωση του ΣΙ.



Γράφημα 4.6: Διάγραμμα μέσης απορρόφησης ενεργού, άεργου ισχύος και συντελεστή ισχύος για την χρονική περίοδο 29/3/2011-8/4/2011

**Επαλήθευση της εκτιμώμενης ισχύος από την ενεργειακή καταγραφή και από την μέτρηση με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας:**

- 1) Η μέγιστη ενεργός ισχύς που καταγράφηκε με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας την περίοδο από 29/3/2011 μέχρι 8/4/2011 είναι 72 kW. Προφανώς αυτή η αιχμή θα πρέπει να είναι μικρότερη από την συνολική εγκατεστημένη ισχύ του κτιρίου αλλιώς η μέτρηση αυτή είναι άτοπη και λανθασμένη. Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς του κτιρίου όπως και οι εγκατεστημένες ισχύεις ανά χρήση όπως προέκυψαν από την ενεργειακή καταγραφή του κτιρίου στο Κεφάλαιο 3.

Πίνακας 4.2: Συνολική εγκατεστημένη ισχύς στο κτίριο Θεοχάρη και στον όροφο του τμήματος οδοποιίας

Χρήση ηλεκτρικής ενέργειας	Εγκατεστημένη ισχύς kW
Φωτισμός	64,19
Κλιματιστικά AC	118,83
Fan Coils	0,51
Φορητές θερμαντικές συσκευές	11,80
H/Y	28,28
Περιφερειακά H/Y και Φωτοτυπικά	19,57
Λοιπές Συσκευές	27,99
Όροφος τμήματος Οδοποιίας	34,85
Εργαστηριακός εξοπλισμός	> 74,40
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς kW:	> <b>380,42 kW</b>

Παρατηρείται πως η **συνολική εγκατεστημένη ισχύς** του κτιρίου Θεοχάρη μαζί με τον όροφο του τμήματος Οδοποιίας ανέρχεται στα **380,4 kW τουλάχιστον**. Εάν από την τιμή αυτή αφαιρέσουμε: 1) την ισχύ των κλιματιστικών αφού την εποχή που έγινε η μέτρηση με τον αναλυτή ενέργειας δεν ήταν σε χρήση η πλειοψηφία των κλιματιστικών αφού αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για ψύξη το καλοκαίρι, 2) την ισχύ του εργαστηριακού εξοπλισμού υποθέτοντας ότι δεν χρησιμοποιήθηκε καθόλου κατά την περίοδο της μέτρησης (την περίοδο αυτή δεν υπήρχαν προγραμματισμένα εργαστήρια όμως ο εξοπλισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για άλλους έκτακτους σκοπούς έρευνας/εργασίας, 3) την ισχύ του ορόφου του τμήματος οδοποιίας υποθέτοντας ότι ο Μ/Σ δεν τροφοδοτεί αυτό το κομμάτι του κτιρίου, τότε η τιμή της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος πέφτει στα **151,9 kW**. Παρατηρείται πως ακόμα και σε αυτή την περίπτωση η εγκατεστημένη ισχύς είναι μεγαλύτερη από την αιχμή της ισχύος που παρουσιάστηκε στις 5/4/2011 και η μέτρηση δεν οδηγείται σε άτοπο.

- 2) Από την μέτρηση με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας παρατηρείται πως το βασικό φορτίο (δηλαδή το φορτίο που απορροφά μόνιμα ενεργό ισχύ πχ: η ενεργός ισχύς που απορροφάται από τον εξοπλισμό αργά το βράδυ) κυμαίνεται γύρω στα **17.5 kW**. Στον Πίνακα 4.3 παρουσιάζεται μια εκτίμηση του βασικού φορτίου όπως αυτή προκύπτει από την ενεργειακή καταγραφή στο κεφάλαιο 3 και στα αντίστοιχα παραρτήματα. Παρατηρείται πως το εκτιμώμενο βασικό φορτίο από την καταγραφή πρόεκυψε ίσο με **13,35 kW** δηλαδή μικρότερο από αυτό που μετρήθηκε με τον αναλυτή ενέργειας. Αυτό είναι λογικό να συμβαίνει διότι στην εκτίμηση αυτή έγινε η πολύ συντηρητική παραδοχή ότι οι χρήστες φεύγοντας από το κτίριο κλείνουν όλες τις συσκευές τους και δεν τις αφήνουν σε κατάσταση Stand By πράγμα που είναι σχεδόν απίθανο να συμβαίνει. Μάλιστα κάποιες από τις συσκευές τις οποίες οι χρήστες τείνουν να αφήνουν σε λειτουργία έχουν σχετικά μεγάλη ισχύ σε κατάσταση Stand By όπως για παράδειγμα τα φωτοτυπικά και οι εκτυπωτές Laser. Επίσης στο εκτιμώμενο βασικό φορτίο δεν λήφθηκε υπόψη λόγω έλλειψης στοιχείων η ισχύς που

καταναλώνουν σε κατάσταση «*Off but Plugged In*», τα μηχανήματα του εργαστηριακού και ερευνητικού εξοπλισμού τα περισσότερα εκ των οποίων είναι συνδεδεμένα μόνιμα στην παροχή ρεύματος με καλώδια που οδεύουν προς το πάτωμα ή στην τοιχοποιία παρακάμπτοντας τον κλασικό ρευματοδότη.

Πίνακας 4.3: Εκτίμηση βασικού φορτίου από την ενεργειακή καταγραφή

Χρήση/Συσκευή	Εγκατεστημένη ισχύς kW
Cluster	2,80 kW
A/C αίθουσα Cluster	2,43 kW
8 Servers	2,77 kW
3 Desktop PC's σε λειτουργία	0,75 kW
85 Desktop PC's σε κατάσταση OFF	0,34 kW
16 Ψυγεία + 1 ψύκτης νερού	1,17 kW
6 Συσκευές Fax	0,06 kW
Νυχτερινός Φωτισμός	3,07 kW
Τμήμα Οδοποιίας	0,26 kW
<b>Εκτιμώμενο βασικό φορτίο:</b>	<b>13,65 kW</b>

Στον παρακάτω Πίνακα 4.4 παρουσιάζεται η ενέργεια σε kWh ανά ημέρα που κατέγραψε ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας όσο ήταν συνδεδεμένος στο κτίριο.

Πίνακας 4.4: Μετρήσεις ενέργειας με τον αναλυτή ανά ημέρα

Ημέρα		Ενέργεια kWh
29/3/2011	Τρίτη σύνδεση στις 13:22:46	241,16
30/3/2011	Τετάρτη	649,37
31/3/2011	Πέμπτη	605,47
1/4/2011	Παρασκευή	560,86
2/4/2011	Σάββατο	420,8
3/4/2011	Κυριακή	419,1
4/4/2011	Δευτέρα	632,9
5/4/2011	Τρίτη	713,4
6/4/2011	Τετάρτη	644,1
7/4/2011	Πέμπτη	622,7
8/4/2011	Παρασκευή αποσύνδεση στις 9:12:46	184,2

Παρατηρείται όπως ήταν αναμενόμενο πως τις καθημερινές η κατανάλωση είναι αυξημένη σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας που συμβαίνει το Σαββατοκύριακο. Το Σάββατο και την Κυριακή η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ταυτίζεται και είναι ίση κατά μέσο όρο με **420 kWh** περίπου. Τις καθημερινές η κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζει αυξομειώσεις ανάλογα και με το φορτίο που χρησιμοποιείται στο κτίριο και είναι κατά μέσο όρο περίπου **633 kWh** ανά εργάσιμη ημέρα. Παρατηρείται επίσης πως η μέγιστη κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζεται στις 5/4/2011 όπου έχουμε και την μέγιστη ζήτηση φορτίου.

Στο *Γράφημα 4.7* παρουσιάζεται η *συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας* συναρτήσει του χρόνου για τις *10 ημέρες* που αναλυτής είχε συνδεθεί στο κτίριο Θεοχάρη και η οποία ανέρχεται συνολικά στις *5694,1 kWh* ή *5,69 MWh*.



*Γράφημα 4.7: Συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας συναρτήσει του χρόνου*

Η κατανάλωση ενέργειας που καταγράφηκε την συγκεκριμένη περίοδο από τον αναλυτή ενέργειας αναμένεται να είναι αυξημένη κατά τους καλοκαιρινούς μήνες λόγω της χρήσης των κλιματιστικών.

**Επαλήθευση της εκτιμώμενης κατανάλωσης ενέργειας από την ενεργειακή καταγραφή και από την μέτρηση με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας:**

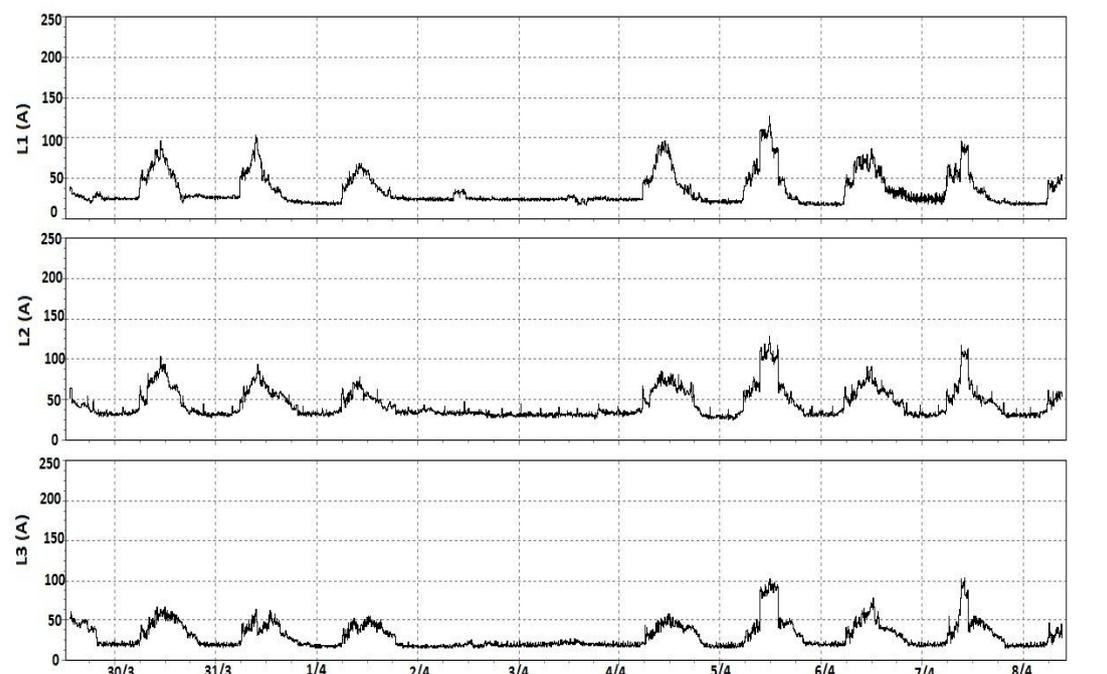
Υπενθυμίζεται πως η *εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας* στο κτίριο Θεοχάρη ήταν *208,6 MWh/y* και στο τμήμα της οδοποιίας ήταν *10,9 MWh/y* *σύνολο δηλαδή 219,5 MWh/y* χωρίς να έχει ληφθεί υπόψη η κατανάλωση από την *χρήση του εργαστηριακού εξοπλισμού και η ηλεκτρική κατανάλωση της κεντρικής θέρμανσης με Φ.Α (καυστήρες, αντλίες)*. Εάν από αυτή την κατανάλωση αφαιρέσουμε την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για σκοπούς ψύξης σε όλους τους χώρους έκτος της αίθουσας Cluster που λειτουργεί και τον χειμώνα τότε η ετήσια κατανάλωση ενέργειας εκτιμάται στις *172,2 MWh/y* χωρίς πάλι να συνυπολογίζεται η κατανάλωση από την χρήση του εργαστηριακού εξοπλισμού.

Από τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίστηκε ότι για περίοδο μιας εβδομάδας συμπεριλαμβανομένου και του σαββατοκύριακου καταναλώθηκαν συνολικά 4 MWh. Όπως ειπώθηκε και πριν, κατά την περίοδο της μέτρησης με τον αναλυτή ο κλιματισμός για τις ανάγκες της ψύξης δεν χρησιμοποιείται και είναι επίσης γνωστό ότι δεν υπήρχαν προγραμματισμένα εργαστήρια στο κτίριο.

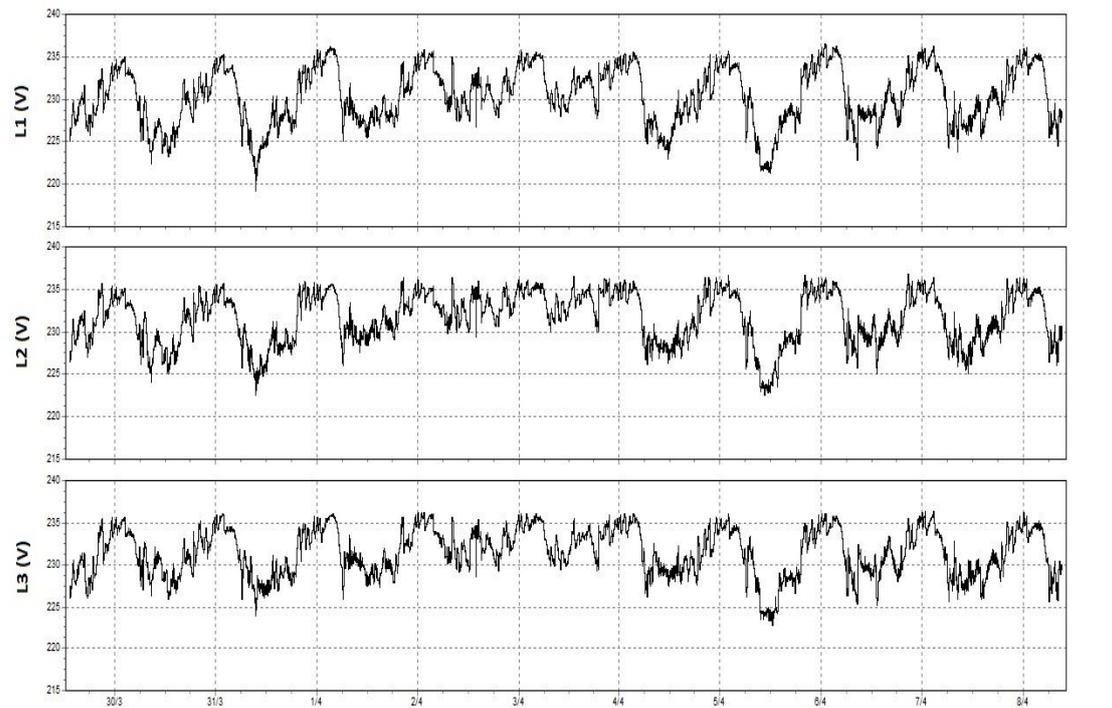
Υπολογίζεται λοιπόν πως η ετήσια κατανάλωση του κτιρίου χωρίς να λαμβάνεται υπόψη ο εργαστηριακός εξοπλισμός και η ενέργεια για ψύξη ανέρχεται στις **199,94 MWh/y** ( $\frac{44\text{εβδ}}{\text{ετος}} \times \frac{4\text{MWh}}{\text{εβδ}} + 57\text{ημερ.} \times \frac{0,42\text{MWh}}{\text{ημερα}} = 199,94 \text{ MWh/ετος}$ ).

Εάν λάβουμε υπόψη και το γεγονός ότι εργαστηριακός εξοπλισμός και τα μηχανήματα δεν χρησιμοποιούνται μόνο κατά την διενέργεια των εργαστηριακών ασκήσεων των φοιτητών (μπορεί να χρησιμοποιείται και για έρευνα ή και για την χρήση από το μόνιμο προσωπικό του κτιρίου όπως στο μηχανουργείο), αλλά και το γεγονός ότι δεν εκτιμήθηκε η ηλεκτρική κατανάλωση των καυστήρων και αντλιών τότε παρατηρείται πως η εκτίμηση από την ενεργειακή καταγραφή επαληθεύεται πλήρως από την μέτρηση με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας.

Στα πιο κάτω **Γραφήματα 4.8 και 4.9** παρουσιάζεται η **διακύμανση της rms τιμής του ρεύματος και της τάσης σε κάθε φάση** για την περίοδο από 29/3/2011 μέχρι 8/4/2011 όπως και η διακύμανση της συχνότητας την περίοδο αυτή. Παρατηρείται πως η διακύμανση του ρεύματος ακολουθεί την ίδια μορφή με αυτή της διακύμανσης της ενεργού ισχύος, ενώ η τιμή της τάσης κυμαίνεται μεταξύ 222,7V και 236,4V με μέση τιμή τα 229,5V δηλαδή μέσα στα όρια διακύμανσης  $230 \pm 10\%$  που ορίζει το πρότυπο ΕΛΟΤ 50160.

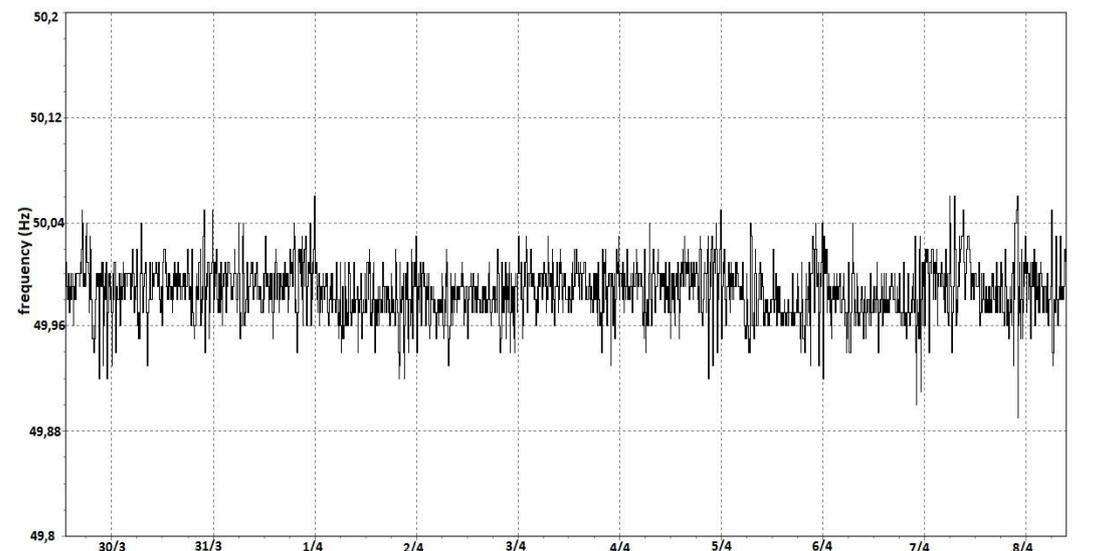


Γράφημα 4.8: Διακύμανση της rms τιμής του ρεύματος σε κάθε φάση για την περίοδο από 29/3/2011 μέχρι 8/4/2011



Γράφημα 4.9: Διακύμανση της rms τιμής τάσης κάθε φάσης για την περίοδο από 29/3/2011 μέχρι 8/4/2011

Η συχνότητα όπως φαίνεται και από το Γράφημα 4.10 είναι όπως αναμενόταν στα 50Hz με πολύ μικρές αυξομειώσεις από τα 49,9Hz μέχρι τα 50,05Hz.



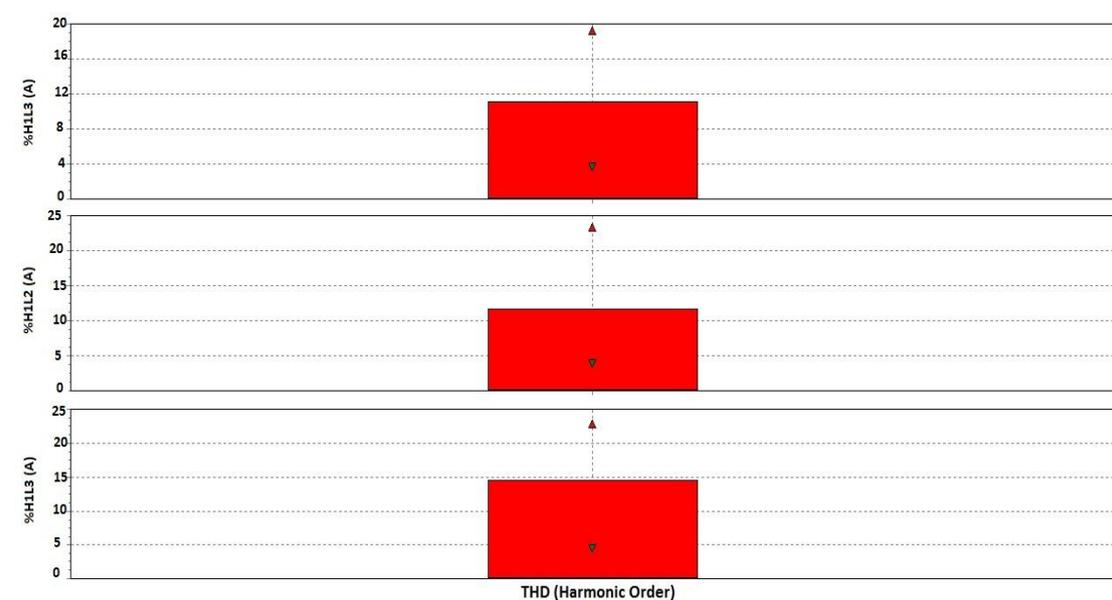
Γράφημα 4.10: Διακύμανση της τιμής της συχνότητας για την περίοδο από 29/3/2011 μέχρι 8/4/2011

**Αρμονικές ρεύματος και τάσης:**

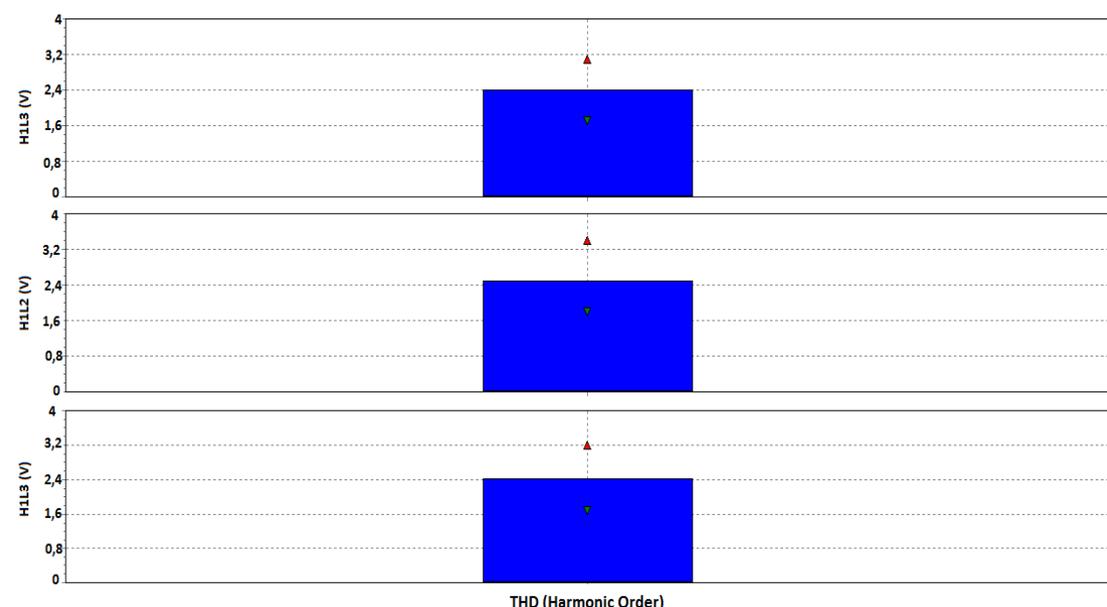
Η ύπαρξη διατάξεων ηλεκτρονικών ισχύος, ανορθωτικών διατάξεων AC-DC και γενικότερα η ύπαρξη μη γραμμικών φορτίων επηρεάζει και αλλοιώνει την ημιτονοειδή μορφή της τάσης. Αποτελέσματα της αλλοίωσης αυτής είναι η δημιουργία και εισαγωγή αρμονικών τάσης και έντασης στο δίκτυο. Αρμονικές καλούνται τα ημιτονοειδή ρεύματα ή τάσεις που έχουν συχνότητα πολλαπλάσια της θεμελιώδους συχνότητας του δικτύου. Οι αρμονικές που εγχέονται στο δίκτυο επηρεάζουν τον υπόλοιπο εξοπλισμό δημιουργώντας τα ακόλουθα προβλήματα: α) αυξημένες απώλειες β) θέρμανση κινητήρων, καλωδίων και μετασχηματιστών γ) παρεμβολές σε ηλεκτρονικό εξοπλισμό και ευαίσθητες ηλεκτρονικές διατάξεις.

Η μέτρηση των αρμονικών γίνεται υπολογίζοντας τον μέσο όρο των αρμονικών για κάποιο χρονικό διάστημα. Δύο μεγέθη που χρησιμοποιούνται ευρέως, ως άμεση εικόνα της ποιότητας του δικτύου σε ένα συγκεκριμένο σημείο, είναι η συνολική διαταραχή λόγω αρμονικών (Total Harmonic Distortion, THD) τόσο για την τάση όσο και για το ρεύμα. Προκύπτει από την ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων του πλάτους κάθε αρμονικής διαιρεμένου με το τετράγωνο της συνιστώσας στην θεμελιώδη συχνότητα (50 Hz). Το μέγεθος αυτό χρησιμοποιείται επίσης και για τον καθορισμό ορίων που αφορούν τις αρμονικές. Συγκεκριμένα σύμφωνα με τις διεθνείς προδιαγραφές, τα όρια που ορίζονται για τις αρμονικές THD ρεύματος και τάσης είναι  $THD(A) \leq 8\%$  και  $THD(V) \leq 2\%$ .

Στα *Γραφήματα 4.11 και 4.12* παρουσιάζονται οι συνολικές αρμονικές διαταραχές THD των ρευμάτων και τάσεων για την περίοδο που ήταν συνδεδεμένος ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας στο κτίριο Θεοχάρη.



*Γράφημα 4.11: Αρμόνικες ρεύματος THD κάθε φάσης για την περίοδο από 29/3/2011 μέχρι 8/4/2011*



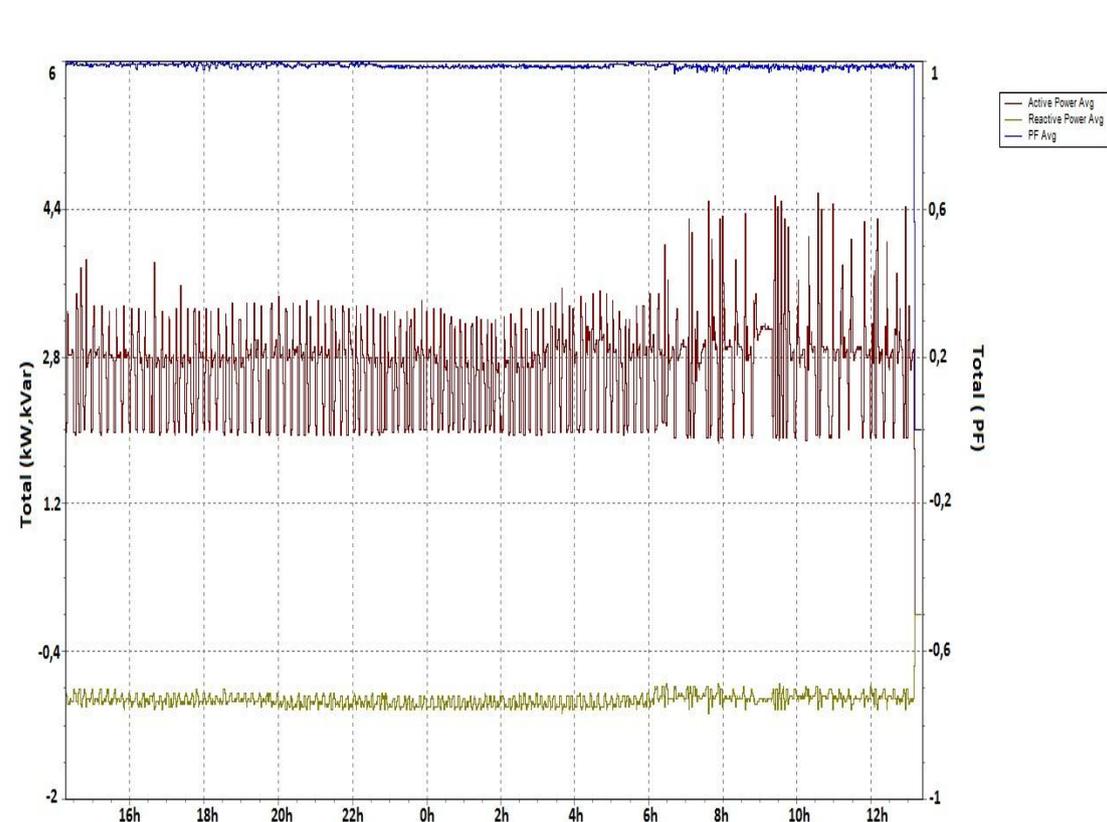
Γράφημα 4.12: Αρμόνικες τάσης THD κάθε φάσης για την περίοδο από 29/3/2011 μέχρι 8/4/2011

Από τα πιο πάνω γραφήματα παρατηρούμε πως οι αρμονικές THD για την τάση (~2,4%) και το ρεύμα (~12%) δεν πληρούν τις προδιαγραφές THD (A)  $\leq 8\%$  και THD (V)  $\leq 2\%$  που ορίζει το πρότυπο ΕΛΟΤ.

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούνται από αρμονικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν παθητικά ή ενεργά φίλτρα τα οποία παγιδεύουν τις αρμονικές και δεν επιτρέπουν την διείσδυση τους στο δίκτυο.

#### 4.2.3 Μέτρηση με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας στην παροχή του Cluster

Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3 το Cluster που βρίσκεται στο ισόγειο του κτιρίου Θεοχάρη αποτελείται από 9 επεξεργαστές IBM SYSTEM x3650 M2, 5 επεξεργαστές IBM SYSTEM x3650 και 2 διακόπτες δικτύου 2xCisco Catalyst 2960. Το Cluster είναι συνδεδεμένο στην παροχή μέσω ενός UPS της ισχύος 40KVA/32KW. Για τον υπολογισμό της ισχύος και της ενέργειας που καταναλώνει το Cluster χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής ηλεκτρικής ενέργειας ο οποίος συνδέθηκε στην παροχή του Cluster για διάρκεια περίπου μιας μέρας. Συγκεκριμένα ο αναλυτής ενέργειας συνδέθηκε στις 19/4/2011 στις 14:17 και αποσυνδέθηκε την επομένη μέρα στις 13:21 δηλαδή για διάρκεια 23h περίπου. Τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις του αναλυτή παρουσιάζονται στα επόμενα γραφήματα.

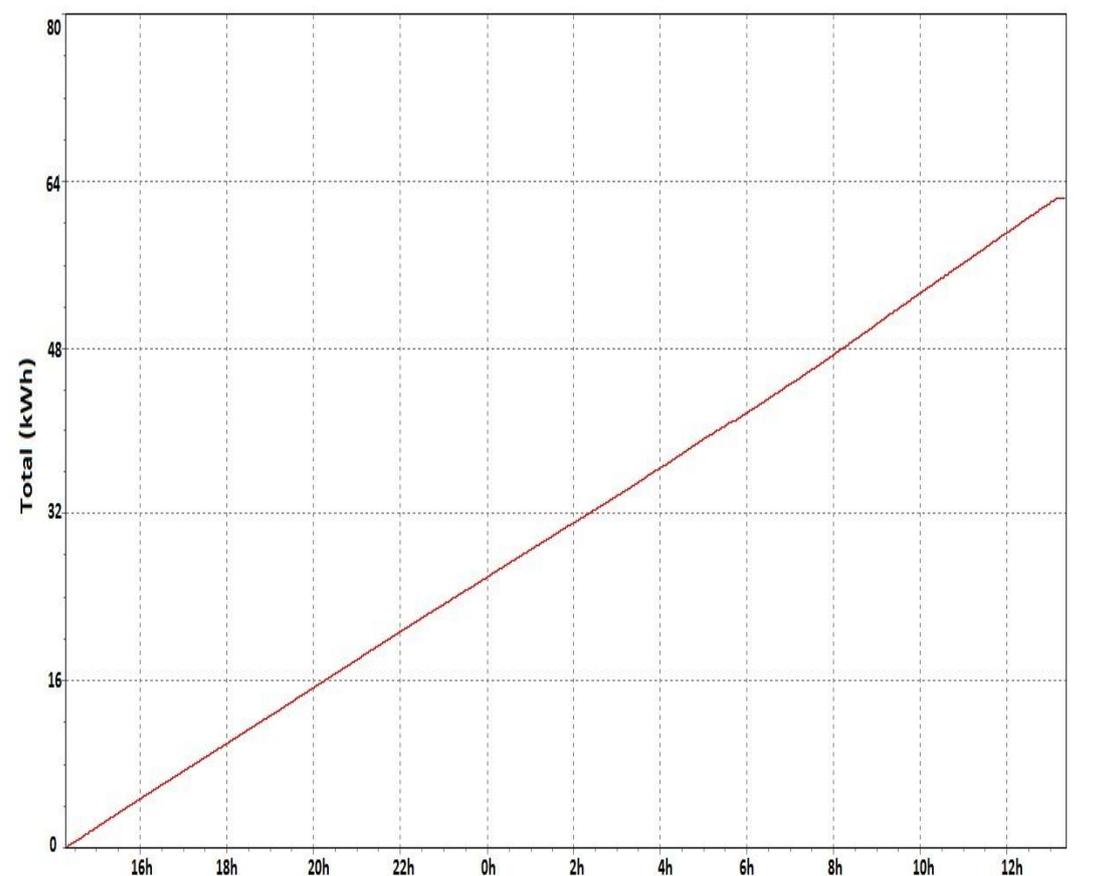


*Γράφημα 4.13: Διάγραμμα μέσης απορρόφησης ενεργού, άεργου ισχύος και συντελεστή ισχύος*

Από το **Γράφημα 4.13** παρατηρείται πως η ενεργός ισχύς που απορροφάται από το Cluster έχει μεν απότομες διακυμάνσεις αλλά κυμαίνεται γύρω από τα 2,8 kW. Επίσης παρατηρείται ότι το φορτίο του Cluster έχει ελαφρώς χωρητική συμπεριφορά με αρνητική άεργο ισχύ και επίσης λειτουργεί με πολύ υψηλό συντελεστή ισχύος.

Στο Κεφάλαιο 3 επιλέχθηκε μια σταθερή τιμή για την ισχύ του Cluster στα 2,8 kW και με βάση αυτή υπολογίστηκε η καταναλισκόμενη ενέργεια από το Cluster η οποία βρέθηκε ίση με 24192 kWh ανά έτος ή ισοδύναμα 67,2 kWh ανά ημέρα.

Η επιλογή της ισχύος στα 2,8 kW δικαιολογείται και το **Γράφημα 4.14** στο οποίο παρατηρείται ότι η κατανάλωση ενέργειας στο Cluster μετρήθηκε ίση με 64 kWh για διάρκεια λειτουργίας ίση με 23h δηλαδή αν θεωρήσουμε εντελώς σταθερή την ισχύ του Cluster αυτή θα ήταν ίση με 2,79 kW.



Γράφημα 4.14: Αθροιστική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας Cluster

## 4.3 Θερμογράφηση κτιρίου

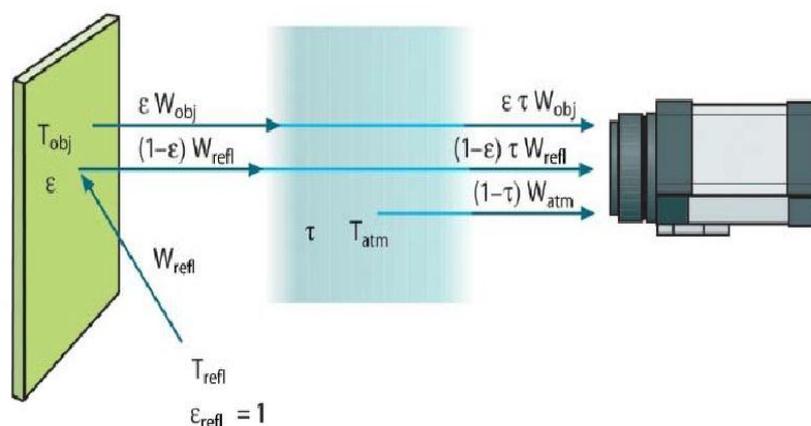
### 4.3.1 Εισαγωγή στην υπέρυθρη θερμογραφία

Η *υπέρυθρη θερμογραφία* είναι η επιστημονική μέθοδος αποτύπωσης της θερμοκρασίας διαφόρων αντικειμένων, κατά την οποία με ειδική συσκευή (θερμοκάμερα) λαμβάνεται η ακτινοβολία που εκπέμπουν τα σώματα στο υπέρυθρο φάσμα και μετατρέπεται σε εικόνα. Αποτελεί την κυριότερη και αποτελεσματικότερη μέθοδο μη καταστρεπτικού ελέγχου.

Η υπέρυθρη θερμογραφία βασίζεται στην αρχή ότι *κάθε σώμα με θερμοκρασία μεγαλύτερη του απόλυτου μηδενός, εκπέμπει ενέργεια υπό τη μορφή ακτινοβολίας προς όλες τις κατευθύνσεις*. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται εξαρτάται από την θερμοκρασία. Αυξανόμενης της θερμοκρασίας το μήκος κύματος γίνεται βραχύτερο και στην περίπτωση πολύ μεγάλων θερμοκρασιών βρίσκεται στο ορατό φάσμα. Η ακτινοβολία ανιχνεύεται με κατάλληλες ανιχνευτικές διατάξεις (θερμοκάμερες), οι οποίες παράγουν ηλεκτρικό σήμα ανάλογο της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, το οποίο με κατάλληλη βαθμονόμηση εκφράζεται σε θερμοκρασία. Δεδομένου ότι η ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπει κάθε σώμα είναι διαφορετική, δημιουργούνται θερμοκρασιακές διαφορές που οπτικοποιούνται με τη θερμοκάμερα. Η ανάλυση των θερμικών εικόνων που λαμβάνονται με την θερμοκάμερα γίνεται με ειδικά προγράμματα στον Η/Υ και μας επιτρέπει να έχουμε ακριβείς μετρήσεις θερμοκρασίας στα σημεία ενδιαφέροντος.

Η ακτινοβολία που καταφθάνει και ανιχνεύεται από την θερμοκάμερα κατά την διαδικασία της θερμογράφησης ενός αντικειμένου αποτελείται από τρεις συνιστώσες:

- Ακτινοβολία που εκπέμπεται από το ίδιο το αντικείμενο
- Ακτινοβολία που εκπέμπεται μέσω ανάκλασης από πηγή του περιβάλλοντος
- Ακτινοβολία που εκπέμπεται από την ατμόσφαιρα



Εικόνα 4.5: Ανίχνευση των συνιστωσών της ακτινοβολίας από την θερμοκάμερα

Οι **παράμετροι που επηρεάζουν την υπέρυθρη ακτινοβολία** που μετράται κατά την θερμογράφηση είναι:

- Η ικανότητα εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας της επιφάνειας η οποία εκφράζεται από τον συντελεστή εκπομπής του αντικειμένου και συγκρίνεται με εκείνη του μέλανος σώματος.
- Η φαινόμενη θερμοκρασία ανάκλασης η οποία αντισταθμίζει την ακτινοβολία του περιβάλλοντος που ανακλάται πάνω στο αντικείμενο και επιστρέφει στη θερμοκάμερα.
- Η απόσταση της θερμοκάμερας από το αντικείμενο.
- Η απόσταση της θερμοκάμερας από το αντικείμενο.
- Η σχετική υγρασία.
- Η θερμική αγωγιμότητα και η θερμοχωρητικότητα του αντικειμένου.
- Το πάχος του θερμαινόμενου στρώματος και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας.

**Βασικά πλεονεκτήματα** της υπέρυθρης θερμογραφίας είναι:

- Αποτελεί μια μη καταστρεπτική μέθοδο (*NDT-Non Destructive Testing*), δηλαδή διατηρείται αλώβητη η δομή του στοιχείου που εξετάζεται.
- Υπάρχει άμεση εξαγωγή συμπερασμάτων από τα λαμβανόμενα θερμογραφήματα είτε απευθείας είτε μέσω λογισμικού σε Η/Υ.
- Ο χρήστης δεν χρειάζεται να έρθει σε άμεση επαφή με το υπό εξέταση αντικείμενο αποφεύγοντας έτσι πιθανούς κινδύνους.
- Μπορεί να γίνεται γρήγορη επιθεώρηση μεγάλων επιφανειών για την ανίχνευση μη ορατών σφαλμάτων και τον έγκαιρο εντοπισμό αστοχιών.

Η υπέρυθρη θερμογραφία εφαρμόζεται στην επιθεώρηση κτιρίων αλλά και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Κάποιες από τις **εφαρμογές της υπέρυθρης θερμογραφίας σε κτίρια** είναι οι πιο κάτω:

- Αποτύπωση ενεργειακών απωλειών από το κέλυφος του κτηρίου (από όψεις, οροφές, δάπεδα, κουφώματα και γενικά όλες τις εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου).
- Έλεγχος πληρότητας και απόδοσης της μόνωσης.
- Αναγνώριση διαφόρων δομικών υλικών.
- Εντοπισμός θερμογεφυρών.
- Εντοπισμός υγρασίας.
- Εντοπισμός διαρροών στο υδραυλικό σύστημα του κτηρίου.
- Έλεγχος της ενδοδαπέδιας θέρμανσης και του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού του κτηρίου.
- Εντοπισμός και έλεγχος εγκιβωτισμένων σωληνώσεων.
- Έλεγχος διαρροών αέρα.
- Έλεγχος μετά από επισκευή φθορών που εντοπίστηκαν.
- Έλεγχος κτιρίων πριν από την ανακαίνισή τους για εντοπισμό υγρασιών, κρυφών καλωδίων και θερμικών απωλειών.

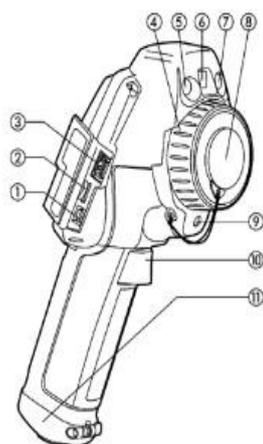
### 4.3.2 Παρουσίαση της θερμοκάμερας FLIR b50

Η θερμοκάμερα που χρησιμοποιήθηκε για την θερμογράφιση του κτιρίου Θεοχάρη είναι η **FLIR b50** και τα θερμογραφήματα επεξεργαστήκαν σε Η/Υ με το **λογισμικό FLIR QuickReport**. Κάποια βασικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης θερμοκάμερας είναι τα εξής:

- Ενσωματωμένος φωτισμός LED.
- Ανάλυση υπέρυθρης φωτογραφίας 140\*140 pixels.
- Βάρος: 600g.
- Σκόπευση με λέιζερ.
- Δυνατότητα απευθείας αντιγραφής σε USB.
- Μίξη εικόνας (τριπλή λειτουργία) και εικόνα μέσα σε εικόνα.
- Σφάλμα ακρίβειας  $\pm 2\%$ .
- Μπαταρία λιθίου διάρκειας 5 ωρών.
- Μεγάλο εύρος θερμοκρασίας από  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  έως  $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Κατάλογος 21 γλωσσών.
- Συναγερμός μόνωσης και σημείου δρόσου.
- Micro SD κάρτα μνήμης για αποθήκευση έως και 2000 JPEG εικόνες.
- Διαθέσιμο λογισμικό πρόγραμμα για ανάλυση και επεξεργασία κάθε εικόνας.

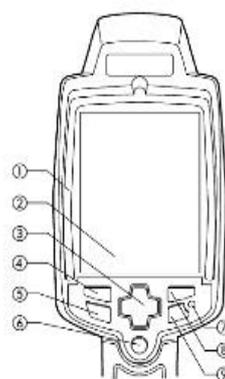


Εικόνα 4.6: Θερμοκάμερα FLIR b50



1. υποδοχή σύνδεσης USB mini-B (για τη σύνδεση της κάμερας με υπολογιστή)
2. κάρτας μνήμης MicroSD™.
3. υποδοχή σύνδεσης USB A (για τη σύνδεση μιας συσκευής κάρτας μνήμης (memory stick) USB ή άλλης συσκευής USB με την κάμερα)
4. δακτύλιος εστίασης πάνω στο φακό υπέρυθρων
5. λυχνία ψηφιακής κάμερας
6. ψηφιακή κάμερα
7. λυχνία ψηφιακής κάμερας
8. καπάκι φακού
9. δείκτης λέιζερ
10. προγραμματιζόμενο πλήκτρο για την αποθήκευση εικόνων
11. κάλυμμα για τη υποδοχή της μπαταρίας, συμπεριλαμβανομένου του κουμπιού απασφάλισης.

1. Προστατευτικό ελαστικό πλαίσιο
2. Οθόνη LCD
3. Κουμιά κατεύθυνσης
4. Αριστερό κουμπί επιλογής
5. Κουμπί κάμερας/αρχειοθέτησης
6. Κουμπί για την ενεργοποίηση του δείκτη λέιζερ.
7. Ενδεικτική λυχνία λειτουργίας.
8. Δεξί κουμπί επιλογής
9. Κουμπί On/Off.



Εικόνα 4.7: Βασικά χαρακτηριστικά της θερμοκάμερας FLIR b50

Για την ορθή υπέρυθρη θερμογράφιση ενός κτιρίου θα πρέπει τα τηρούνται κάποιες **βασικές συνθήκες κατά την διάρκεια της θερμογράφισης:**

- Η διαφορά θερμοκρασιών αέρα εντός του σχετικού τμήματος του κτιρίου πρέπει να είναι τουλάχιστον +10 °C επί αρκετές ώρες πριν τη διενέργεια θερμογραφικής απεικόνισης και για όσο διάστημα διαρκεί η διαδικασία. Για την ίδια χρονική περίοδο, η διαφορά θερμοκρασιών περιβάλλοντος δεν πρέπει να ποικίλλει περισσότερο από το  $\pm 30\%$  της διαφοράς, όταν ξεκινά η θερμογραφική απεικόνιση.
- Κατά τη διάρκεια της θερμογραφικής απεικόνισης, η εσωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος δεν πρέπει να μεταβάλλεται περισσότερο από  $\pm 2$  °C .
- Για αρκετές ώρες πριν από την έναρξη της θερμογραφικής απεικόνισης και για όσο διάστημα συνεχίζεται αυτή, το σχετικό τμήμα του κτιρίου δεν πρέπει να φωτίζεται απ' ευθείας από τον ήλιο.
- Αρνητική πίεση στο εσωτερικό της κατασκευής  $\approx 10-50$  Pa για τον εντοπισμό διαρροών αέρα στο κτίριο.
- Κατά τη διενέργεια θερμογραφικής απεικόνισης προκειμένου να εντοπιστούν μόνον διαρροές αέρα στα περιβάλλοντα τμήματα του κτιρίου, οι απαιτήσεις ως προς τις συνθήκες μέτρησης μπορεί να είναι χαμηλότερες. Μια διαφορά 5 °C

μεταξύ της εσωτερικής και της εξωτερικής θερμοκρασίας περιβάλλοντος θα πρέπει να είναι αρκετή για τον εντοπισμό τέτοιων ατελειών. Ωστόσο για να είναι δυνατός ο εντοπισμός διαρροών αέρα, ορισμένες απαιτήσεις θα πρέπει να ικανοποιούνται αναφορικά με τη διαφορική πίεση: μια τιμή γύρω στα 10 Pa θα πρέπει να επαρκεί.

- Στα θερμοφωτογραφίες εξωτερικών χώρων θα πρέπει να προτιμάται να μην απεικονίζεται τμήμα του ουρανού ή θερμές πηγές για τους εσωτερικούς χώρους γιατί αυτό διευρύνει κατά πολύ το θερμοκρασιακό εύρος των εικόνων και αλλοιώνει την ακρίβεια και την εξαγωγή ορθών συμπερασμάτων από τον θερμογράφο.
- Να μην γίνεται έλεγχος σε επιφάνειες με νερό πάγο ή χιόνι. Αποφεύγεται η θερμογράφιση κατά τη διάρκεια ή αμέσως μετά από βροχή. Οι υγρές επιφάνειες πρέπει να στεγνώσουν επί τουλάχιστον ένα εικοσιτετράωρο (εκτός των περιπτώσεων ανίχνευσης νερού μέσα στα υλικά).
- Αποφεύγεται η θερμογράφιση με πολύ ισχυρό άνεμο.

### 4.3.3 Διαξαγωγή θερμογράφισης στο κτίριο Θεοχάρη

Η υπέρυθη θερμογράφιση του κτιρίου Θεοχάρη της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου έγινε κατά τον μήνα Μάρτιο του 2011 σε ώρες και συνθήκες τέτοιες ώστε να ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις για ορθή θερμογράφιση που αναπτύχθηκαν πιο πάνω. Αναλυτικά η θερμογράφιση του κτιρίου Θεοχάρη διεξήχθη κατά τις ημερομηνίες *4/3/2011, 8/3/2011, 9/3/2011 και 16/3/2011* και οι φωτογραφίες πάρθηκαν σε πρωινές και βραδινές ώρες της ημέρας.

Κατά την διάρκεια της θερμογράφισης χρησιμοποιήθηκε υγρασιόμετρο για την μέτρηση της υγρασίας και της θερμοκρασίας την στιγμή της λήψης κάθε θερμογραφήματος. Η επεξεργασία των θερμογραφημάτων έγινε με το πρόγραμμα FLIR QuickReport 1.2, όπου για να επιτευχθεί μια πιο σωστή απεικόνιση των διαφορών θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκαν οι μετρήσεις θερμοκρασίας και υγρασίας του υγρασιόμετρου.

Για την απεικόνιση των θερμογραφημάτων χρησιμοποιήθηκε η παλέτα «σιδήρου» με αποτέλεσμα τα σκούρα χρώματα όπως το μωβ και το μπλε (με ψυχρότερο χρώμα το μαύρο) να απεικονίζουν δροσερές και ψυχρές επιφάνειες, ενώ τα φωτεινότερα χρώματα όπως το κόκκινο και το κίτρινο (με θερμότερο χρώμα το λευκό) απεικονίζουν επιφάνειες με υψηλότερη θερμοκρασία.

Η κατασκευή του κτιρίου Θεοχάρη ξεκίνησε το 1954 και απουσιάζει εντελώς σε αυτό η θερμομονωτική στρώση (ο νόμος περί θερμομόνωσης των κτιρίων στην Ελλάδα ψηφίστηκε το 1979). Ως εκ τούτου προβλήματα όπως θερμογέφυρες, διαρροή αέρα και υγρασία παρουσιάζονται έντονα στο κτίριο.

Στην συνέχεια παρατίθενται οι φωτογραφίες που τραβήχτηκαν με τη θερμοκάμερα τόσο σε ψηφιακή όσο και σε υπέρυθη μορφή στους εξωτερικούς και εσωτερικούς χώρους του κτιρίου Θεοχάρη και γίνεται σχολιασμός αυτών.

#### 4.3.3.1 Θερμογράφιση εξωτερικών χώρων:

Σε αρκετά θερμογραφήματα που λήφθηκαν στο κέλυφος του κτιρίου Θεοχάρη παρουσιάζονται θερμογέφυρες. **Θερμογέφυρα** ορίζεται ως το τμήμα εκείνο του περιβλήματος του κτιρίου, στο οποίο η θερμική του αντίσταση εμφανίζεται μειωμένη συγκριτικά με τη θερμική αντίσταση στο υπόλοιπο κέλυφος και κατά συνέπεια στη θέση εκείνη η θερμική ροή είναι αυξημένη. Γι' αυτό το λόγο και οι θερμογέφυρες θεωρούνται ως τα "ασθενή" σημεία του κτιριακού κελύφους και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία, ευνοώντας την εκδήλωση του φαινομένου της συμπύκνωσης των υδρατμών και την ανάπτυξη μυκήτων μούχλας στην επιφάνεια των δομικών στοιχείων.

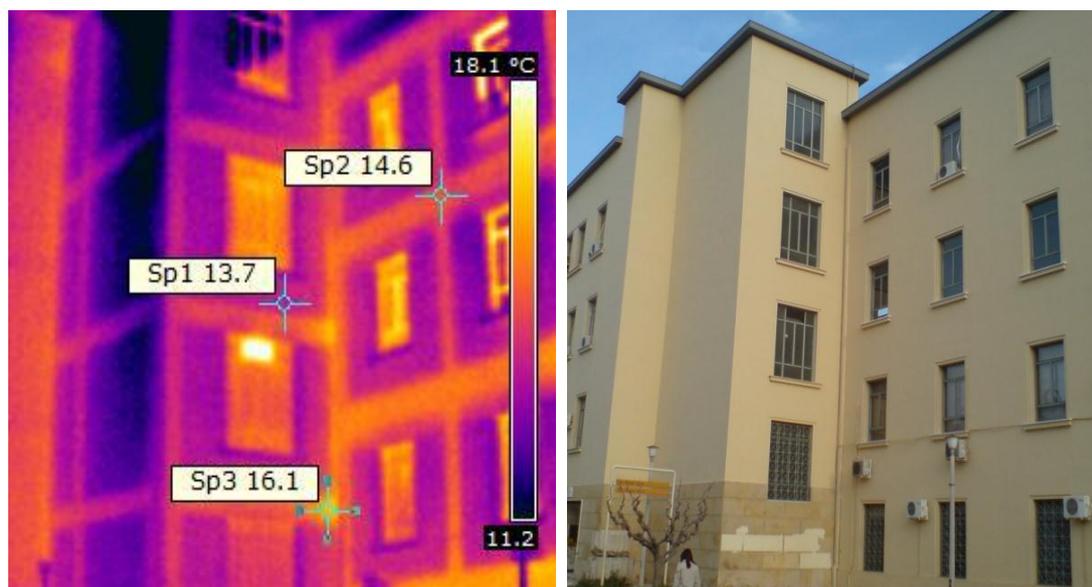
Στην **Εικόνα 4.8** όπου παρουσιάζεται θερμογράφημα της νότιας πλευράς του κτιρίου Θεοχάρη παρατηρούνται αισθητές θερμοκρασιακές διαφορές στο κέλυφος του κτιρίου. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται θερμογέφυρες στα σημεία του φέροντος οργανισμού δηλαδή στο μέτωπο της πλάκας, στην κρέμαση του δοκαριού όπως και στις κολώνες του κτιρίου. Σε αυτά τα σημεία παρατηρείται μεγαλύτερη θερμοκρασία στην θερμοφωτογραφία που λήφθηκε. Αυτό εξηγείται ως εξής: Τα συγκεκριμένα σημεία παρουσιάζουν μειωμένη θερμική αντίσταση σε σχέση με την τοιχοποιία πλήρωσης (βλπ: μελέτη θερμοπερατότητας) με αποτέλεσμα να μην μπορούν να συγκρατήσουν την θερμότητα η οποία διαφεύγει από το θερμότερο εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου προς το ψυχρότερο εξωτερικό. Έτσι υπάρχει ροή θερμότητας από το εσωτερικό στο εξωτερικό της κατασκευής.



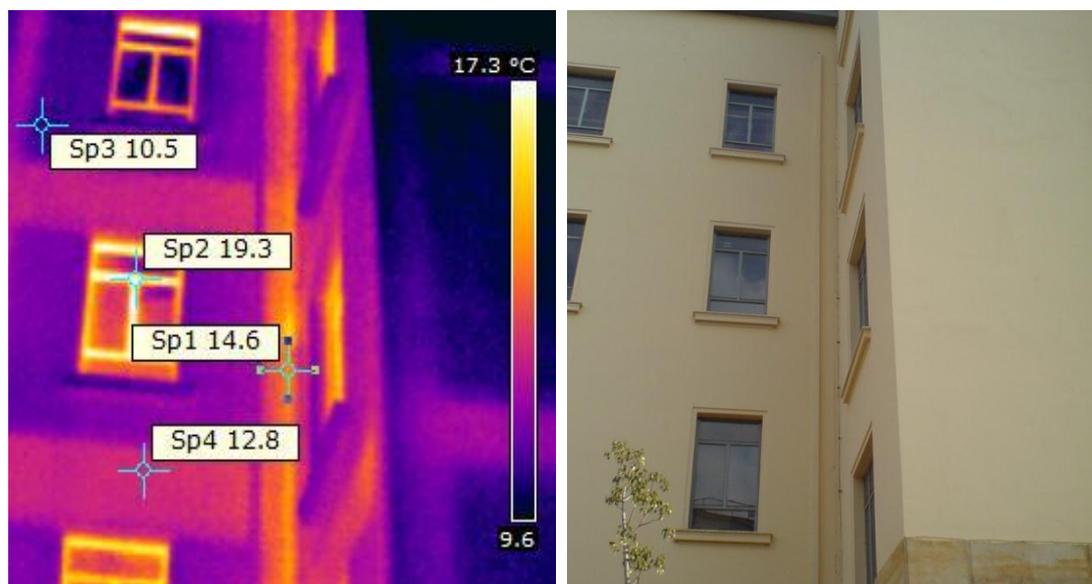
*Εικόνα 4.8 : Νότια όψη κτιρίου Θεοχάρη – Διαφορές θερμοκρασίας λόγω μη ύπαρξης μόνωσης – Εμφάνιση Θερμογεφυρών*

Στις **Εικόνες 4.9, 4.10, 4.11** πιο κάτω φαίνονται σημεία όπου παρουσιάζονται θερμογέφυρες στο κέλυφος. Όπως παραειπώθηκε από αυτά τα σημεία υπάρχουν μεγαλύτερες απώλειες ενέργειας από το κέλυφος του κτιρίου λόγω της μειωμένης θερμικής αντίστασης που παρουσιάζει ο φέρων οργανισμός. Και αυτές οι εικόνες είναι από την νότια πλευρά του κτιρίου. Γενικά θερμογράφιση της βόρειας πλευράς από ικανοποιητική απόσταση ήταν αδύνατη λόγω της πυκνής και υψηλής βλάστησης

που υπάρχει πίσω από το κτίριο ενώ υπενθυμίζεται πως δυτικά και ανατολικά το κτίριο συνορεύει με όμορα κτίρια.

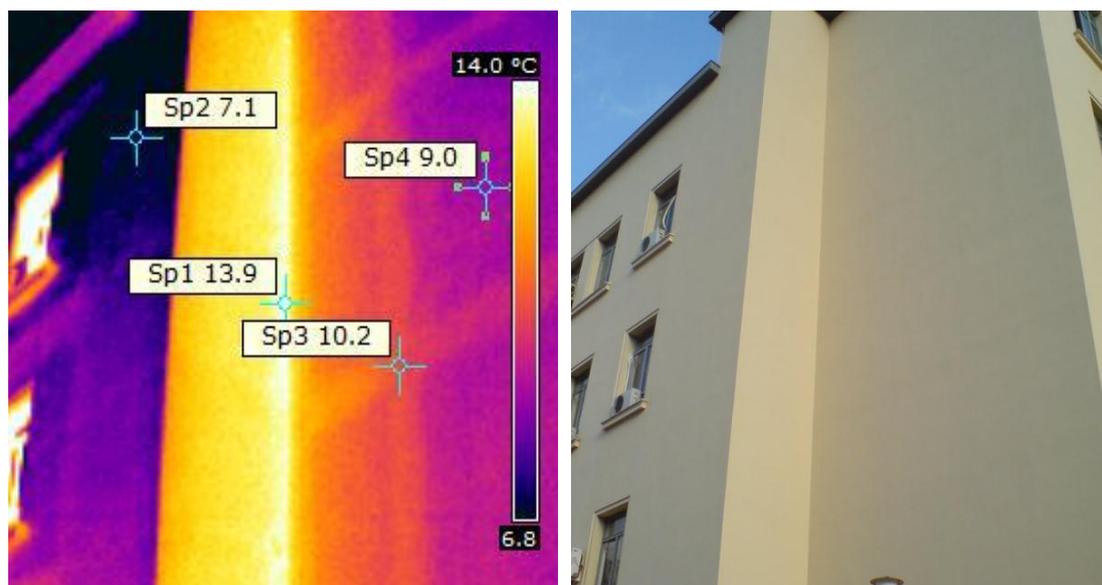


Εικόνα 4.9: Θερμογέφυρες στα σημεία ενώσεως της τοιχοποιίας πλήρωσης με τον φέροντα οργανισμό (μέτωπο πλάκας-κρέμαση δοκαριών-κολώνες)



Εικόνα 4.10: Θερμογέφυρες στην νότια όψη του κτιρίου

Θερμογέφυρα μπορεί να παρουσιαστεί και σε γωνιακά δομικά στοιχεία λόγω της διαφοράς εμβαδού μεταξύ της εσωτερικής γωνιακής επιφάνειας και της εξωτερικής αντιδιαμετρικής επιφάνειας που επιτρέπει την αυξημένη ροή θερμότητας. Τέτοια περίπτωση παρουσιάζεται στην **Εικόνα 4.11** πιο κάτω όπου παρατηρείται έντονη απώλεια θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου που είναι θερμότερο, προς τα έξω.



Εικόνα 4.11: Εμφάνιση θερμογέφυρας στη γωνία ενώσεως της τοιχοποιίας

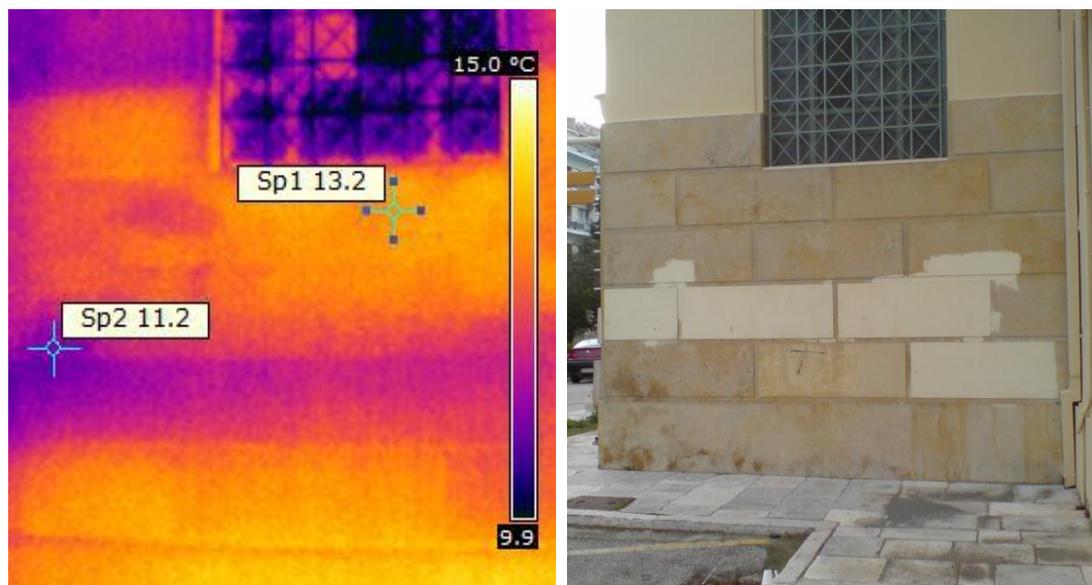
Στην πιο κάτω θερμοφωτογραφία της **Εικόνας 4.12** φαίνεται η έντονη διαφυγή θερμότητας από τα σημεία συναρμογής των κουφωμάτων με τις τοιχοποιίες και από τα παλιά μεταλλικά πλαίσια των κουφωμάτων. Επίσης παρατηρούνται θερμογέφυρες κάτω από την αρχιτεκτονικές προεξοχές στην οποίες κάθονται οι μαρμαροποδιές των παραθύρων.



Εικόνα 4.12: Διαφυγή θερμότητας από τα κουφώματα – Θερμογέφυρες κάτω από τα περβάζια των παραθύρων

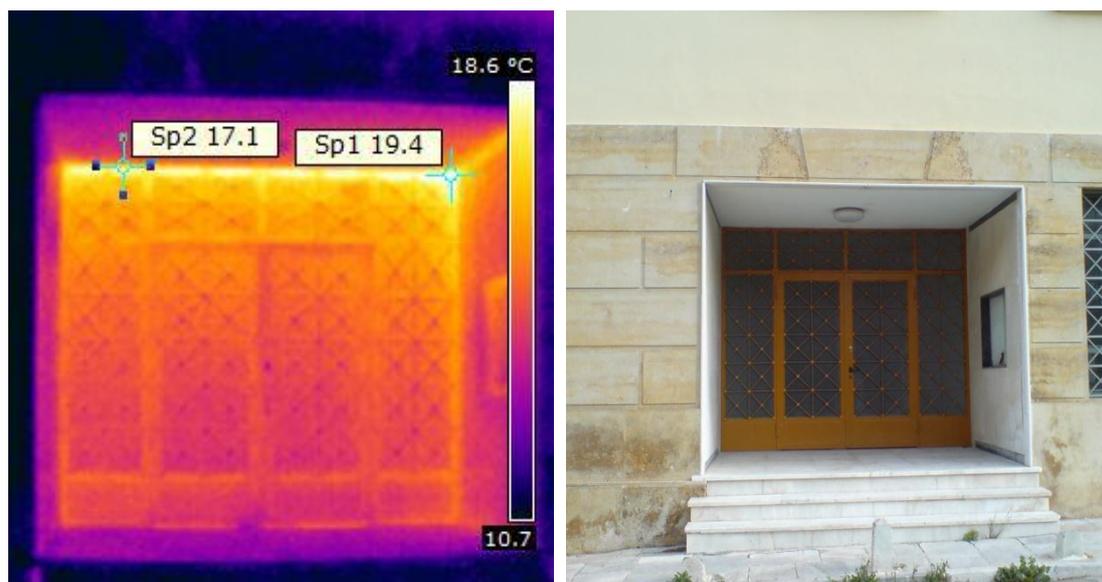
Στην **Εικόνα 4.13** παρουσιάζεται ένα σημείο στα οποίο επιδιορθώθηκε κατά το παρελθόν η διακοσμητική πλάκα του κτιρίου λόγω αποκόλλησης της. Τα σημεία αυτά φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη θερμική αντίσταση πράγμα παράξενο αφού είναι από το ίδιο υλικό. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί είτε λόγω της διαφορετικής κόλλας που χρησιμοποιήθηκε για την συγκόλληση της πέτρας η οποία όπως φαίνεται παραδόξως

επαλείφθηκε και εξωτερικά της πέτρας, είτε λόγω ύπαρξης «εγκλωβισμένου» αέρα κάτω από την πέτρα.



Εικόνα 4.13: Σημείο επιδιόρθωσης της διακοσμητικής πλάκας – Διαφορές θερμοκρασίας λόγω διαφορετικών υλικών

Στην **Εικόνα 4.14** πιο κάτω παρατηρείται δημιουργία θερμογέφυρας και διαφυγή θερμότητας από τα σημεία συναρμογής του κουφώματος της εξώπορτας της εισόδου του κτιρίου με την τοιχοποιία και την οροφή λόγω κακής επαφής. Οι απώλειες αυτές θα μπορούσαν να αποφευχθούν με την κάλυψη των σημείων αυτών με μονωτικό αφρό πολυουρεθάνης ή με άλλα ειδικά μονωτικά υλικά ανοιγμάτων που κυκλοφορούν στην αγορά.

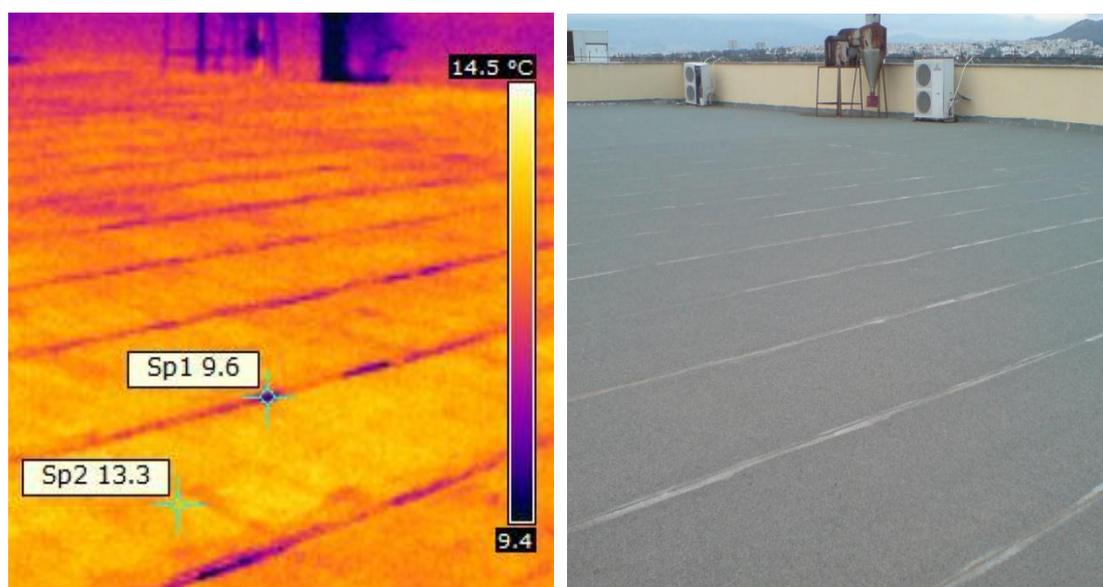


Εικόνα 4.14 : Διαφυγή θερμότητας λόγω κακής εφαρμογής της εξώπορτας

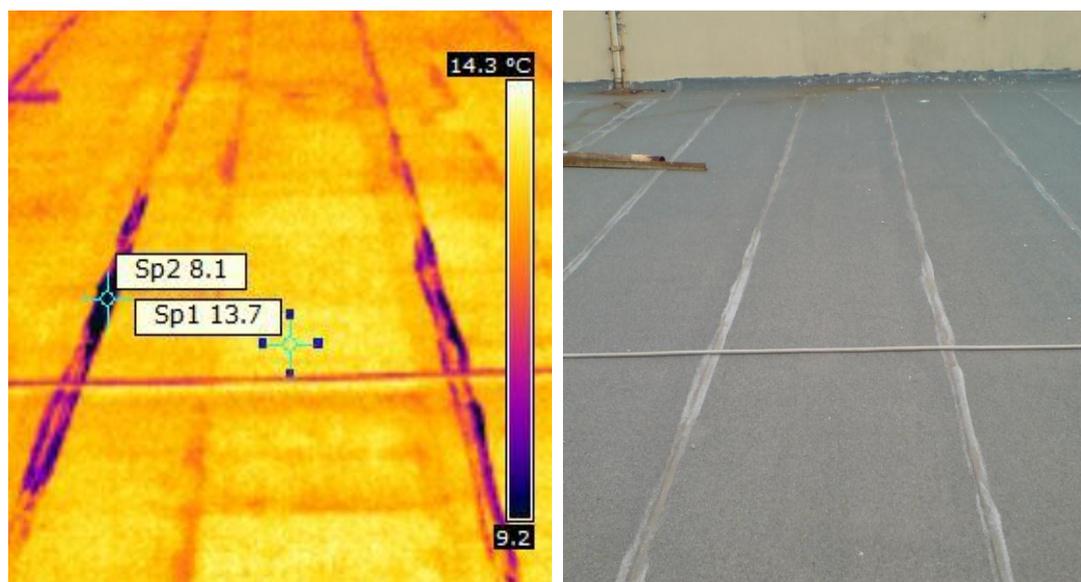
Στην **οροφή του κτιρίου Θεοχάρη** υπάρχει μόνωση με ασφαλτόπανο. Σε γενικές γραμμές η μόνωση διατηρείται ακόμη σε καλή κατάσταση χωρίς σημαντικές φθορές, παρά την παλαιότητα της αν και στο σύντομο μέλλον διαφαίνεται αναγκαία η επισκευή της. Σημειώνεται επίσης πως αφού η τελική επιφάνεια της μόνωσης είναι ασφαλική μεμβράνη θα έπρεπε αυτή τουλάχιστον να φέρει αντηλιακή προστασία από φολιδωτή ορυκτή ψηφίδα πράγμα που δεν συμβαίνει.

Η τοποθέτηση της μόνωσης φαίνεται να έγινε με σωστό τρόπο από το συνεργείο εγκατάστασης και δεν παρουσιάζονται βασικά και συνήθη λάθη όπως η δημιουργία σταυρού σε αλληλοεπικαλύψεις των ασφαλικών φύλλων και η λάθος τοποθέτηση των ασφαλικών μεμβρανών, έτσι ώστε η αλληλοεπικάλυψη να βρίσκεται κόντρα στη ροή των ομβρίων υδάτων στην κίνησή τους προς τις υδρορροές. Το μόνο λάθος που έχει η συγκεκριμένη εγκατάσταση στο κτίριο Θεοχάρη είναι ότι τα ασφαλικά φύλλα ανυψώνονται και επικολλούνται στα στηθαία, ενώ κανονικά, το φύλλο πρέπει να διακόπτεται πριν από αυτά και στα στηθαία πρέπει να εφαρμόζεται ειδική λωρίδα.

Τα σημεία που έχουν φθαρεί περισσότερο είναι τα σημεία ενώσεως των ασφαλικών μεμβρανών λόγω και της συνεχής καταπόνησης από τις συστολικές και διαστολικές κινήσεις του υποστρώματος κατά την διάρκεια του έτους. Όπως φαίνεται και από την πιο κάτω εικόνα κατά μήκος των σημείων αυτών εντοπίζεται υγρασία με αποτέλεσμα να έχουν πιο χαμηλή θερμοκρασία από άλλα σημεία της μόνωσης. Αυτό συμβαίνει λόγω της μεγάλης ειδικής θερμοχωρητικότητας του νερού που επιβραδύνει τις αλλαγές στην θερμοκρασία του, με αποτέλεσμα όπως φαίνεται και στις θερμοφωτογραφίες των **Εικόνων 4.15, 4.16** οι οποίες τραβήχτηκαν πρωί, το νερό να μην έχει απορροφήσει ακόμη αρκετή θερμότητα από τον ήλιο και να υπάρχει μια εμφανής διαφορά θερμοκρασίας περίπου  $3^{\circ}\text{C}$  για γειτονικά σημεία.

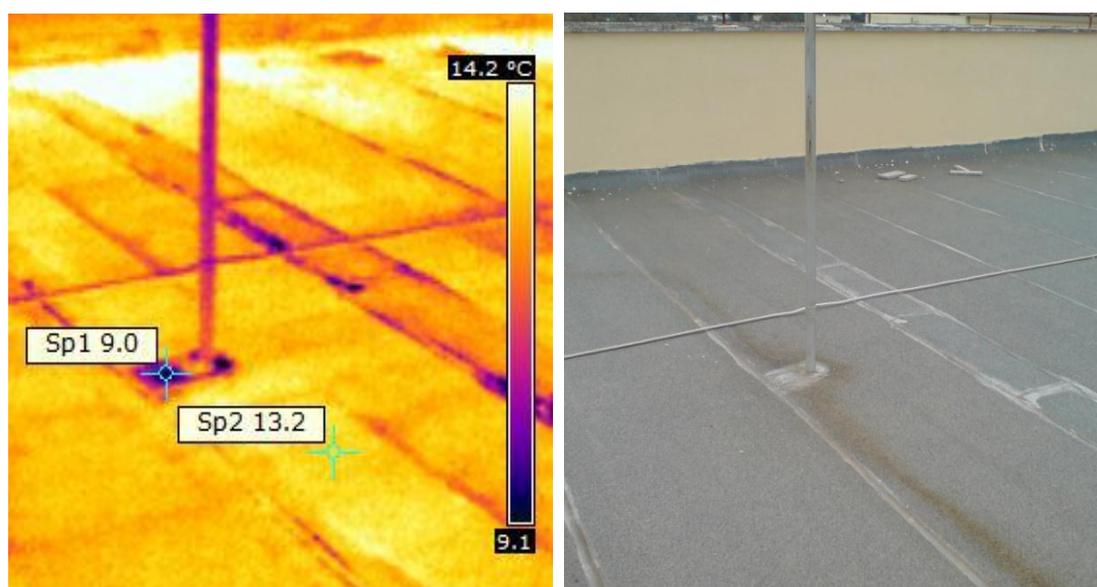


Εικόνα 4.15: Μονωμένη με ασφαλτόπανο οροφή κτίριο Θεοχάρη



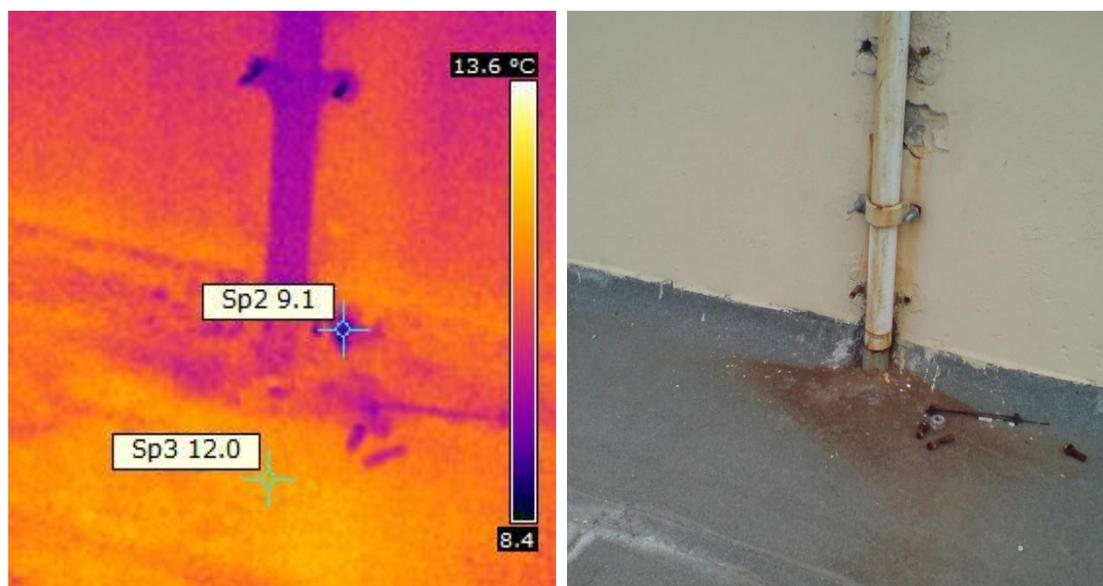
Εικόνα 4.16: Οροφή κτιρίου Θεοχάρη - Φθορά και υγρασία στις ενώσεις των ασφαλτικών μεμβρανών

Εκτός από την φθορά στις ενώσεις των ασφαλτικών μεμβρανών εντοπίστηκαν προβλήματα γύρω από διάφορους σωλήνες που στερεώνονται στη στέγη ή στα περιμετρικά στηθαία και διαπερνάνε την μόνωση (**Εικόνες 4.17, 4.18**). Οι σωλήνες στερέωσης οι οποίες εισχωρούν μέσα στη μόνωση, όπως αυτή της πιο κάτω εικόνας στο κτίριο Θεοχάρη, συνήθως είναι ανοικτές από πάνω με αποτέλεσμα να δημιουργείται «υδρογέφυρα» από τα όμβρια ύδατα τα οποία συσσωρεύονται μέσα στο σωλήνα και σταδιακά διεισδύουν κάτω από την μόνωση με αποτέλεσμα να προκαλούνται φθορές στην μόνωση, στα υποστρώματα της πλάκας όπως επίσης και στα επιχρίσματα του κάτω ορόφου λόγω της συσσώρευσης υγρασίας.



Εικόνα 4.17: Οροφή κτιρίου Θεοχάρη - Σωλήνας στερέωσης και συσσώρευση υγρασίας

Στην **Εικόνα 4.18** παρουσιάζεται η θερμογράφιση στο περιμετρικό στηθαίο της οροφής του κτιρίου Θεοχάρη και συγκεκριμένα φαίνεται ο σωλήνας στήριξης της ελληνικής σημαίας. Παρατηρείται η προχωρημένη οξείδωση του σωλήνα, οι κατεστραμμένοι και οξειδωμένοι κοχλίες και δεσμοί στήριξης όπως επίσης και η φθορά της μόνωσης και του επιχρίσματος του στηθαίου. Αυτό συνέβη αφενός από τις αυξημένες καταπονήσεις λόγω των δυνάμεων που ασκεί ο αέρας στη σωλήνα της σημαίας, και αφετέρου οφείλεται στην συσσώρευση υγρασίας λόγω της «υδρογέφυρας» που δημιουργείται από την ανοικτή οπή της σωλήνας στην άκρη της. Επίσης στην εικόνα παρατηρείται ότι η ασφαλτική μεμβράνη απολήγει και επικολλάται στο στηθαίο από τούβλα και επίχρισμα. Επειδή το επίχρισμα έχει αποσαθρωθεί, μπορεί να εισχωρήσει νερό μέσα από αυτό και διαβρέχοντας το να καταλήξει κάτω από τη μονωτική μεμβράνη στην ουσία παρακάμπτοντάς την. Επίσης το σημείο αυτό είναι ευάλωτο στο φαινόμενο της παγοπληξίας (σε περίπτωση παγετού θα αυξηθεί ο όγκος του νερού) και αναμένεται να επεκταθεί η αποσάθρωση του επιχρίσματος γύρω από αυτό.



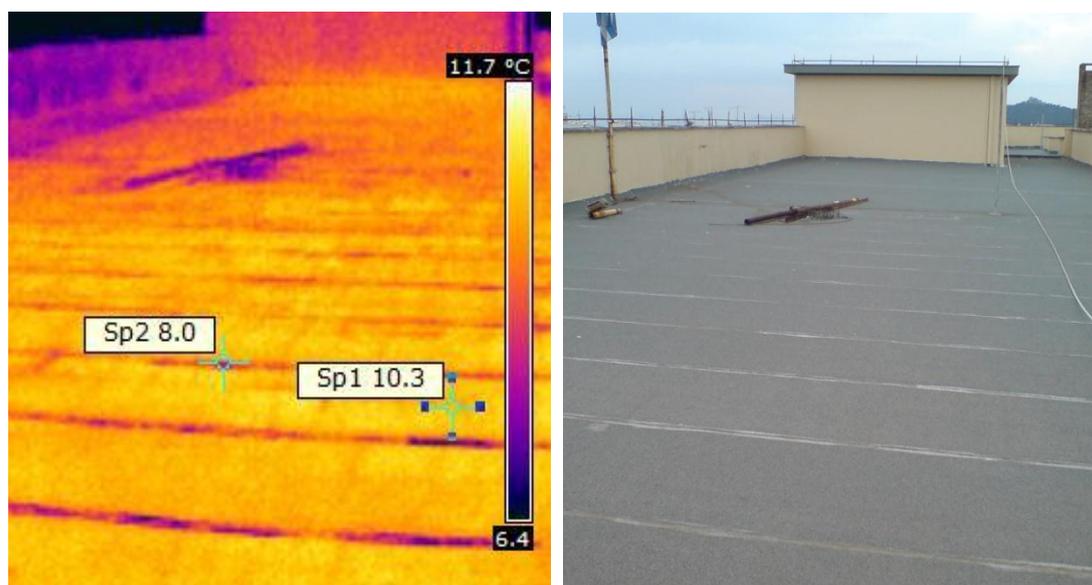
*Εικόνα 4.18 : Οξείδωση σωλήνας στήριξης λόγω συσσώρευσης υγρασίας - Κίνδυνος εισχώρησης υγρασίας μέσα από το σαθρό επίχρισμα κάτω από την μόνωση*

Συνεπώς προτείνεται η άμεση επισκευή του επιχρίσματος αλλά και η αντικατάσταση της σωλήνας στήριξης με καινούργια με κλειστή οπή στην άκρη της. Σε περίπτωση επαναμόνωσης της οροφής θα πρέπει οι όλες οι σωλήνες να ανυψώνονται τουλάχιστον 10cm από το δάπεδο, προκειμένου να υπάρχει συνέχεια της μονωτικής στρώσης και κάτω από αυτές. Επίσης θα πρέπει να σφραγιστούν οι οπές των σωλήνων στερέωσης, με ακρυλικούς στόχους ή πολυουρεθανικές μαστίχες.

Οι σωλήνες στερέωσης όπως και τα διάφορα σπειρώματα και κοχλίες είναι από μέταλλο το οποίο σταδιακά οξειδώνεται και χάνει τις αντοχές του. Αυτό συνήθως έχει ως αποτέλεσμα την αποκοπή και πτώση των μετάλλων αυτών τα οποία μπορεί να τραυματίσουν τα στεγανωτικά φύλλα, όταν έχουμε τέτοια ως τελική κάλυψη του δώματος. Όταν μια σωλήνα εγκαταλειφθεί τότε γίνεται ακόμη πιο επικίνδυνη. Αν εγκαταλειφθεί στη βάση της και πέσει σκουριασμένη πλέον στην οροφή μπορεί να

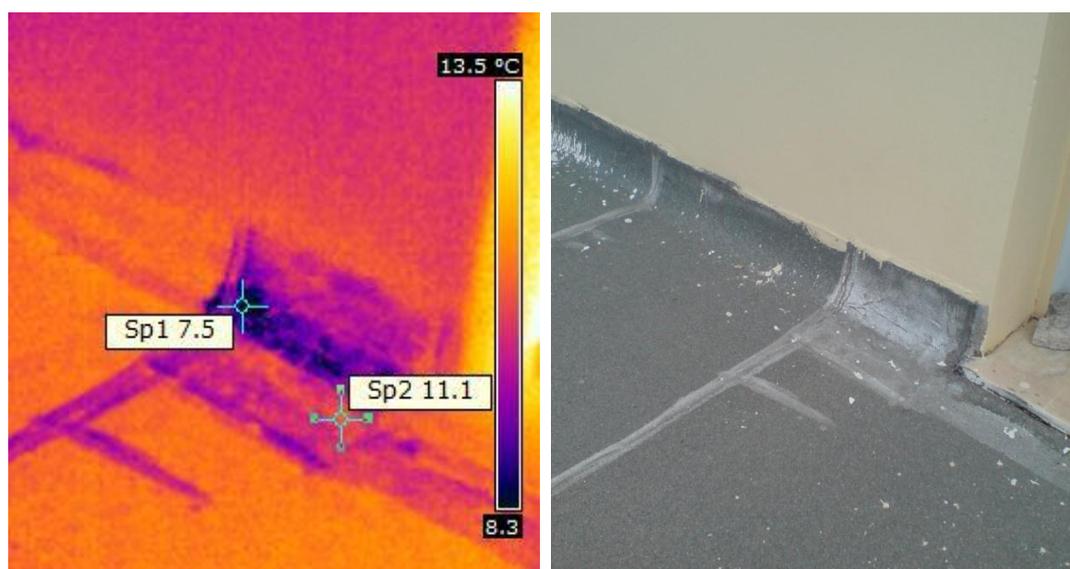
τραυματίζει τη μόνωση ενώ αν πέσει και αποκοπεί μπορεί να καταλήξει στο δρόμο, ή στο έδαφος καθιστώντας την επικίνδυνη για υλικές ζημιές ή ακόμη και για ατύχημα.

Στην **Εικόνα 4.19** φαίνεται πως τέτοιες περιπτώσεις υπήρξαν στο παρελθόν και στο κτίριο Θεοχάρη και μάλιστα υπάρχουν ακόμη εγκαταλελειμμένες οι σκουριασμένες σωλήνες στην οροφή του κτιρίου. Επίσης και πολλές άλλες σωλήνες βρίσκονται σε κατάσταση προχωρημένης οξείδωσης και υπάρχει κίνδυνος ακόμη και να πέσουν στο δρόμο.



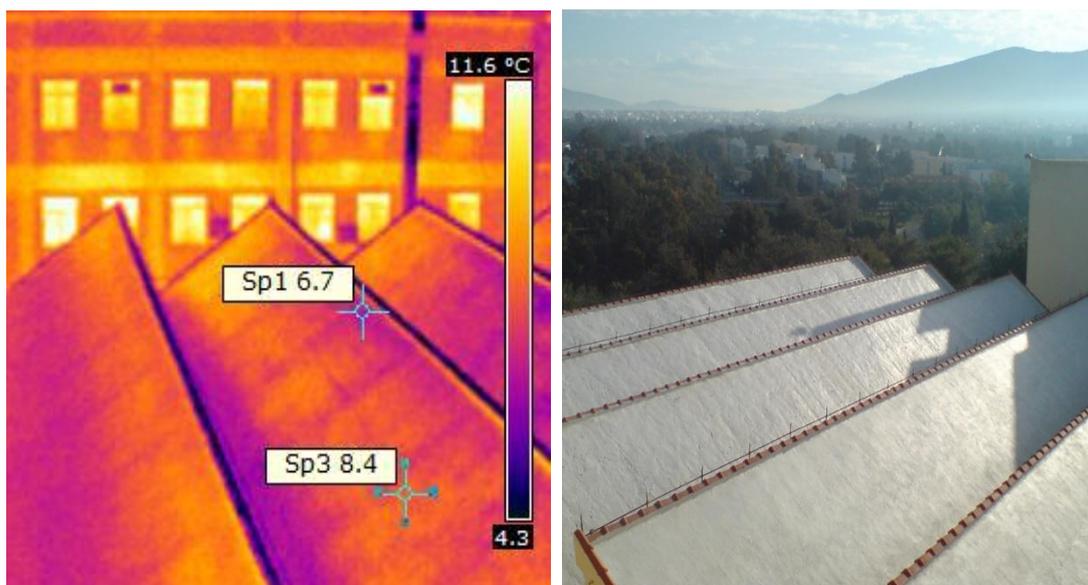
*Εικόνα 4.19: Κατεστραμμένες σωλήνες από οξείδωση εγκαταλελειμμένες στην οροφή*

Στην **Εικόνα 4.20** παρουσιάζεται ακόμη ένα σημείο της μόνωσης δίπλα στην είσοδο του δώματος όπου υπάρχει συγκέντρωση υγρασίας.



*Εικόνα 4.20 : Υγρασία στην ένωση της ασφαλτικής μεμβράνης και δίπλα στην είσοδο του δώματος*

Στην κεκλιμένη στέγη του εργαστηρίου *Αντοχής Υλικών* όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3, κατά το παρελθόν υπήρξε μεγάλη ζημιά στην μόνωση λόγω της τεράστιας συγκέντρωσης υγρασίας από τα όμβρια ύδατα τα οποία και εισχωρούσαν και στο εσωτερικό του εργαστηρίου από τα κουφώματα με αποτέλεσμα να ξηλωθεί όλη η μόνωση σε πρώτη φάση και σε δεύτερη φάση να μπογιατιστεί η στέγη με ειδικό στεγανωτικό ελαστομερές χρώμα. Παρά την όλη προσπάθεια ανακατασκευής και εξυγίανσης του προβλήματος όπως φαίνεται και στην πιο θερμοφωτογραφία της *Εικόνας 4.21* εξακολουθεί να υπάρχει κάποια υγρασία στη στέγη αν και τα μεγάλα προβλήματα του παρελθόντος απόφευχθηκαν.

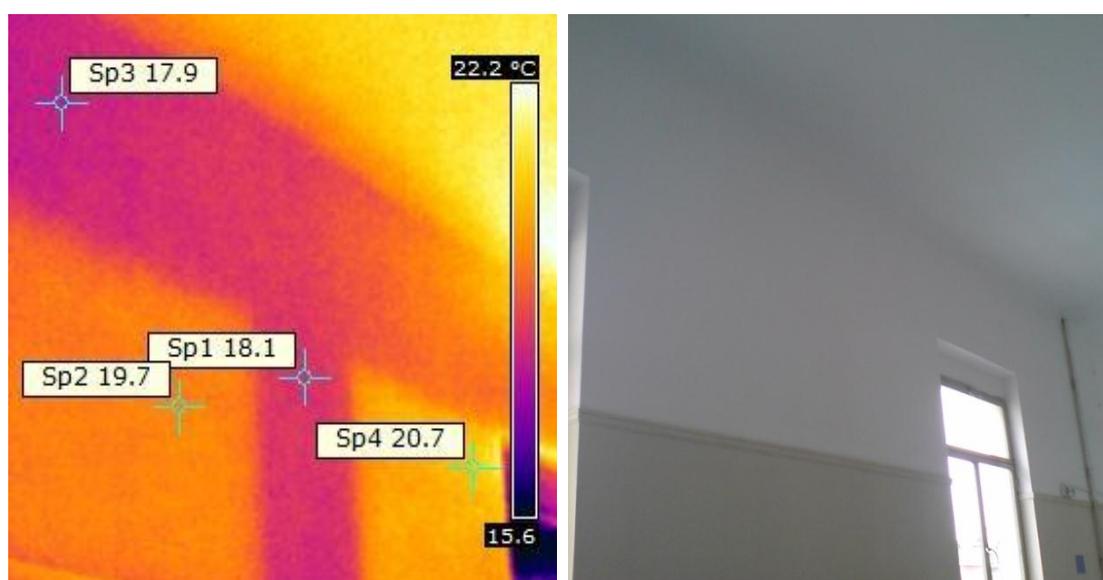


*Εικόνα 4.21: Υγρασία στη στέγη του εργαστηρίου Αντοχής Υλικών*

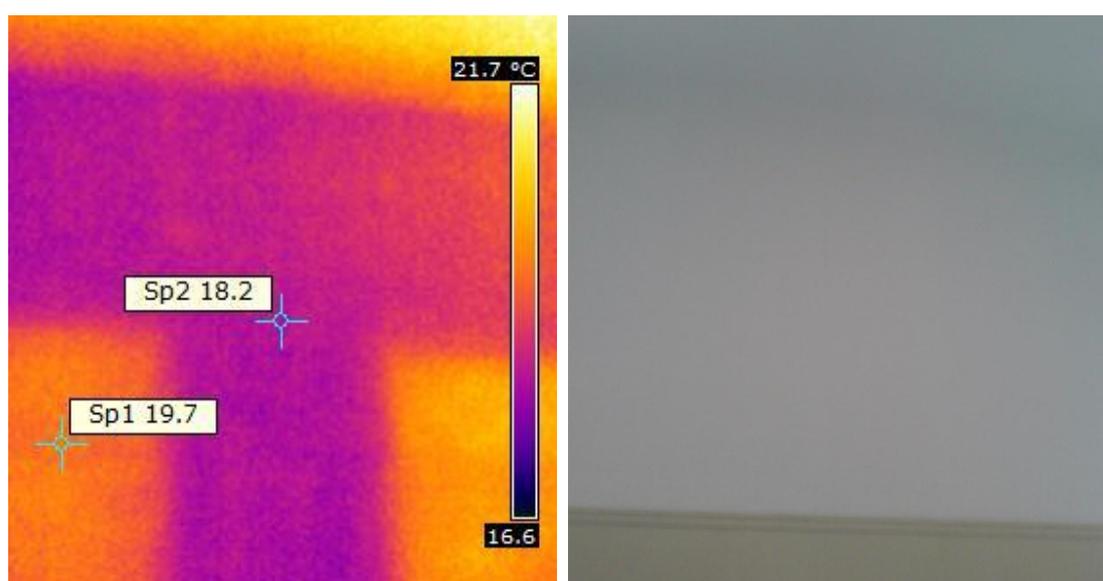
#### 4.3.3.2 Θερμογράφιση εσωτερικών χώρων:

Για την θερμογράφιση στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου Θεοχάρη πρέπει να τονιστεί πως προβλήματα απωλειών θερμότητας ή ύπαρξη υγρασίας θα εμφανίζονται με ψυχρότερο χρώμα. Αυτό συμβαίνει διότι η θερμογράφιση γίνεται σε θερμότερο περιβάλλον από το εξωτερικό του κτιρίου, συνεπώς ερευνάται ο εντοπισμός ψυχρών σημείων δηλαδή σημείων από όπου υπάρχει απώλεια ενέργειας προς τα έξω.

Στις *Εικόνες 4.22, 4.23* παρουσιάζονται διάφορες θερμογέφυρες που εντοπίστηκαν στο εσωτερικό του κτιρίου και εμφανίζονται με ψυχρότερο χρώμα. Από αυτά τα σημεία υπάρχει διαρροή θερμότητας προς τα έξω λόγω της μειωμένης θερμικής τους αντίστασης (βλπ: *μελέτη θερμοπερατότητας*). Τέτοια σημεία είναι οι κολώνες του κτιρίου και οι κρεμάσεις των δοκών.

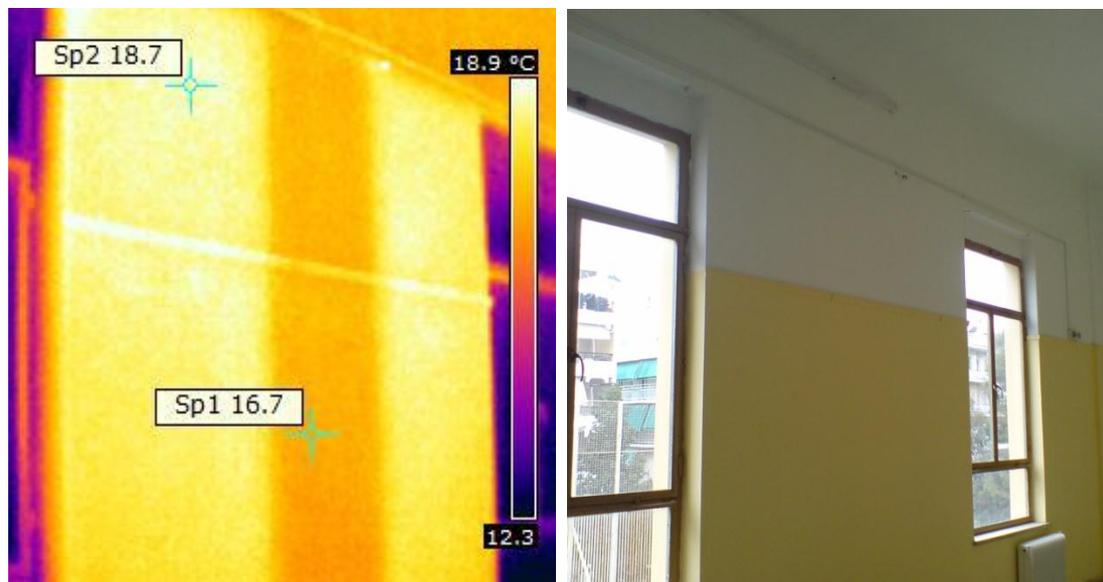


Εικόνα 4.22: Δημιουργία θερμογέφυρας στην κρέμαση του δοκαριού και στην κολώνα



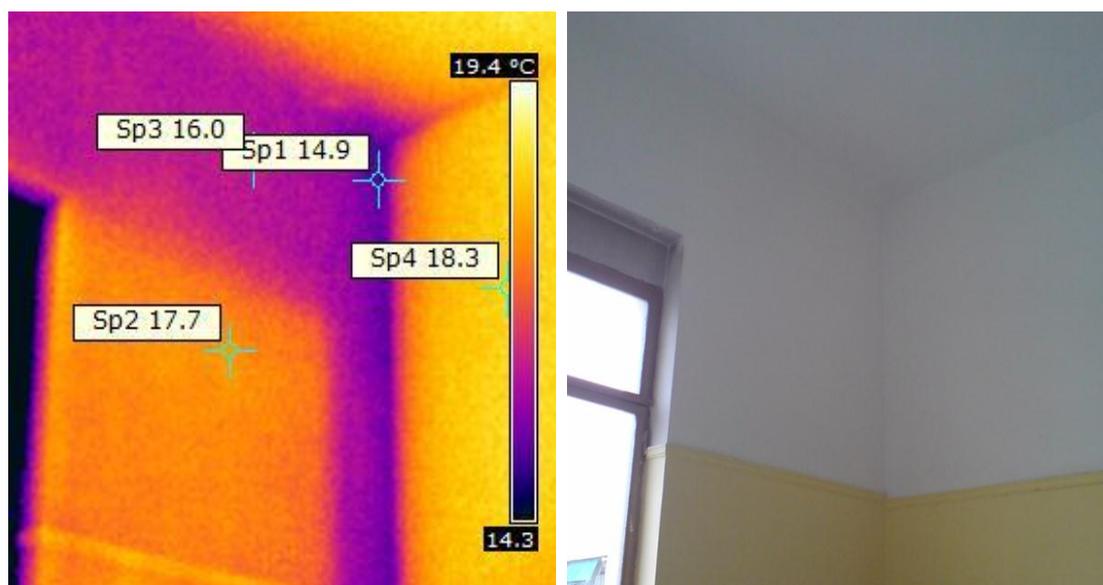
Εικόνα 4.23: Θερμογέφυρα στα δοκάρια και στην κολώνα του κτιρίου

Στην θερμοφωτογραφία της **Εικόνας 4.24** φαίνεται καθαρά η θερμογέφυρα σε μια κολώνα του κτιρίου Θεοχάρη με το ψυχρότερο χρώμα. Η υπερμπατική τοιχοποιία πλήρωσης φαίνεται να συγκρατεί καλύτερα την θερμότητα στο εσωτερικό του κτιρίου.



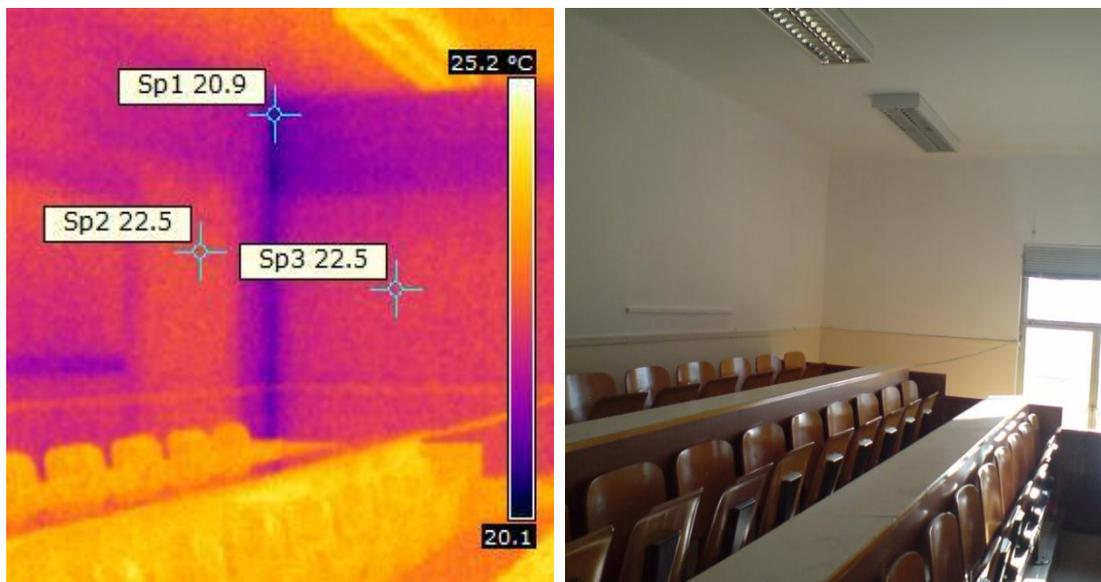
*Εικόνα 4.24 : Θερμογέφυρα σε κολώνα του κτιρίου Θεοχάρη*

Στην **Εικόνα 4.25** παρουσιάζεται θερμογέφυρα στην γωνία που σχηματίζει η τοιχοποιία πλήρωσης (δεξιά) με τον φέρων οργανισμό (κολώνα και δοκάρι). Σε γωνιακά δομικά στοιχεία όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα, είναι πιο εύκολη η ροή θερμότητας λόγω της διαφοράς εμβαδού μεταξύ της εσωτερικής γωνιακής επιφάνειας και της εξωτερικής αντιδιαμετρικής επιφάνειας.



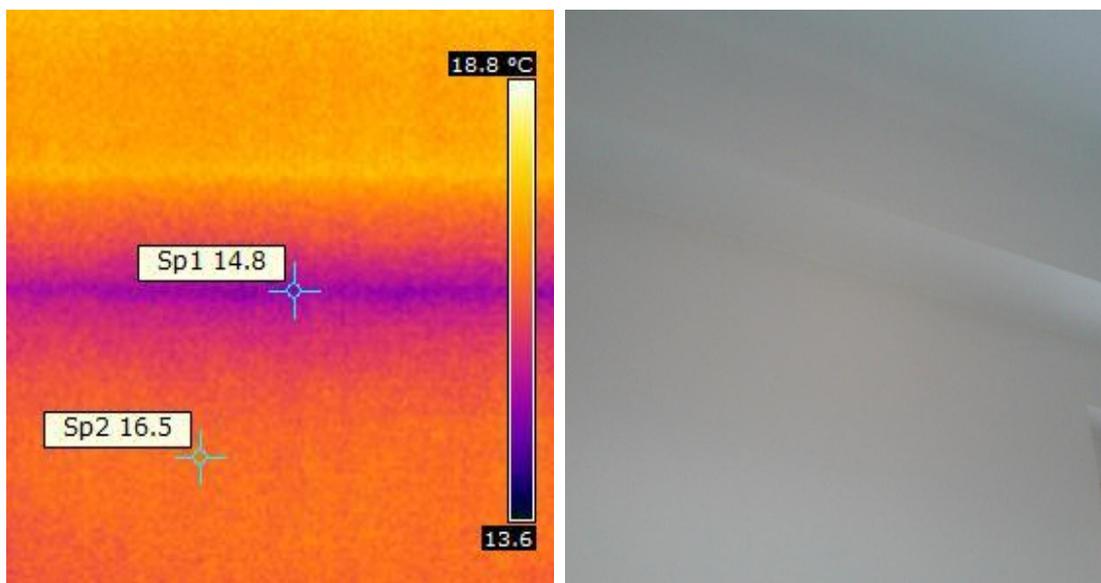
*Εικόνα 4.25 : Θερμογέφυρα σε γωνιακά δομικά στοιχεία – Ένωση τοιχοποιίας με τον φέρων οργανισμό*

Στην **Εικόνα 4.26** φαίνεται η δημιουργία θερμογέφυρας στην γωνία ένωσης μεταξύ κάθετων τοιχοποιιών πλήρωσης. Στα σημεία αυτά υπάρχουν απώλειες θερμότητας προς το εξωτερικό του κτιρίου λόγω της μειωμένης θερμικής αντίστασης που παρουσιάζουν.



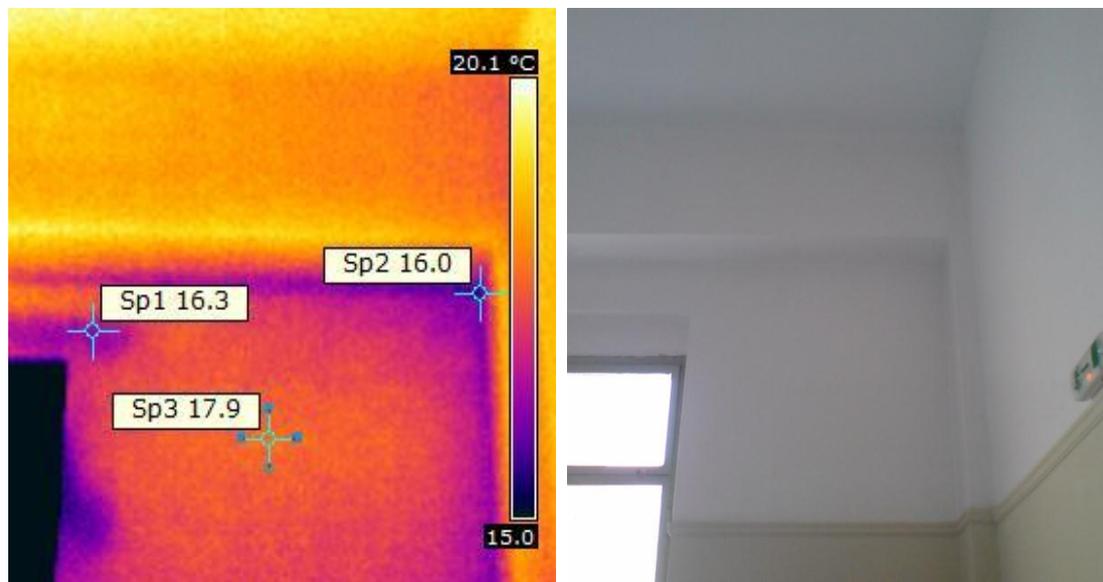
*Εικόνα 4.26 : Δημιουργία θερμογέφυρας σε κάθετη ένωση τοιχοποιίας*

Πιο κάτω στην **Εικόνα 4.27** παρουσιάζεται ακόμα μια θερμογέφυρα στα σημεία επαφής της τοιχοποιίας πλήρωσης με στοιχείο από μπετόν (δοκάρι).

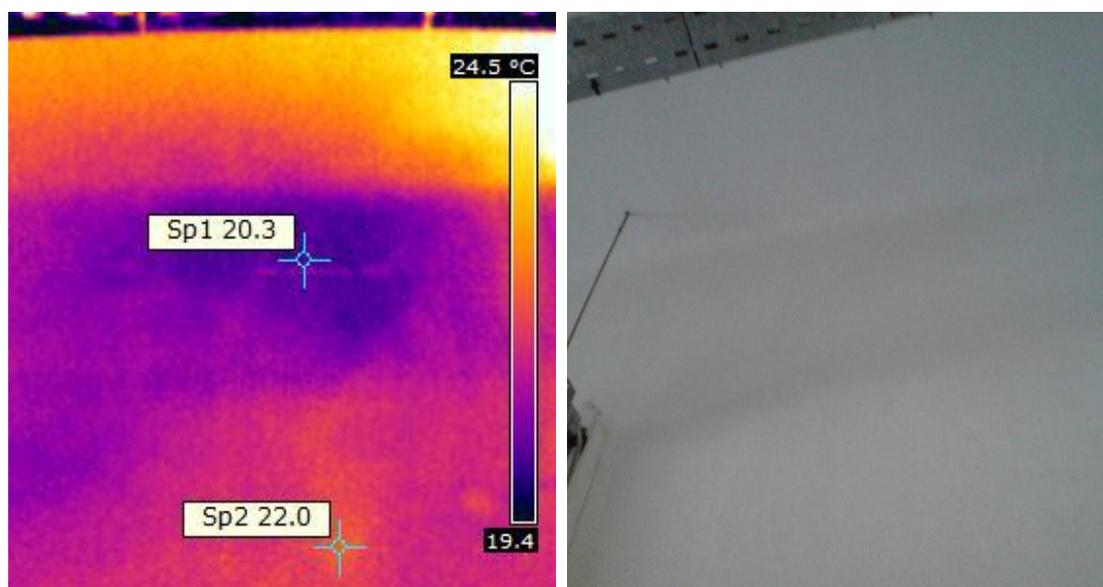


*Εικόνα 4.27: Θερμογέφυρα στην επαφή δοκαριού με την τοιχοποιία πλήρωσης*

Στις **Εικόνες 4.28, 4.29** παρακάτω παρουσιάζονται σημεία εντοπισμού υγρασίας στην τοιχοποιία πλήρωσης. Η υγρασία εμφανίζεται με ψυχρότερο χρώμα εξαιτίας της ειδικής θερμοχωρητικότητας του νερού που το αναγκάζει να μεταβάλει πιο αργά την θερμοκρασία του. Η υγρασία μπορεί να προκαλέσει φαινόμενα συμπύκνωσης και φθορά στην τοιχοποιία όπως επίσης και την δημιουργία μούχλας.

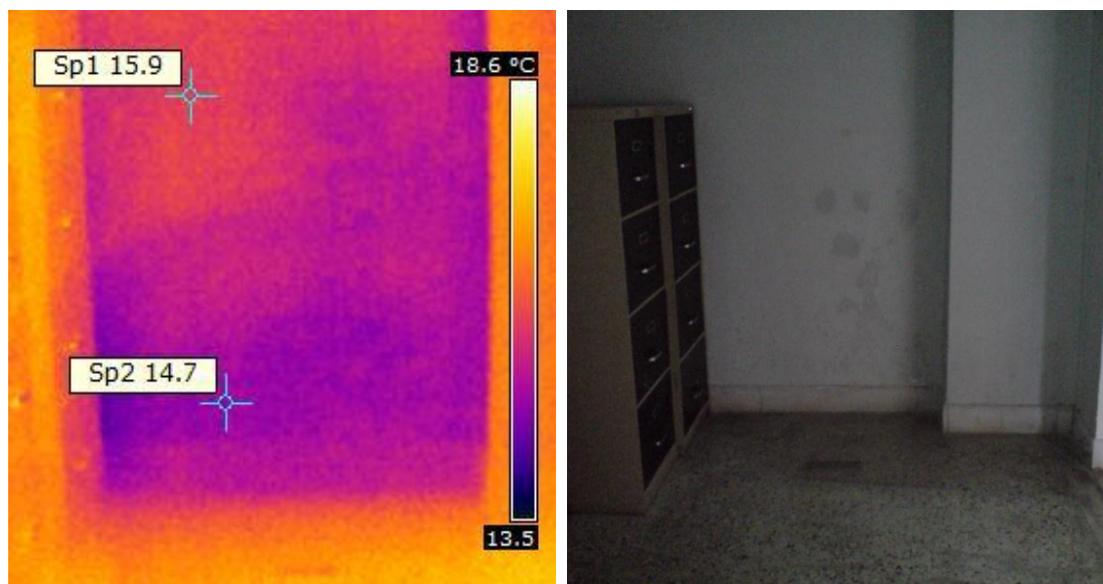


*Εικόνα 4.28: Σημεία υγρασίας γύρω από το παράθυρο και θερμογέφυρα στην ένωση του δοκαριού με την τοιχοποιία πλήρωσης*

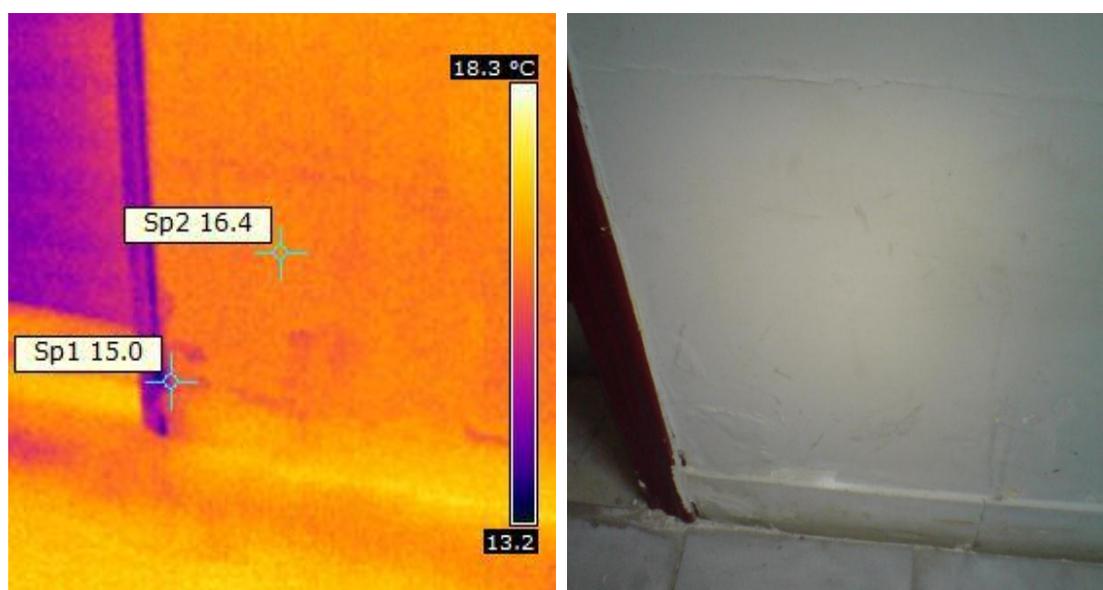


*Εικόνα 4.29 : Υγρασία στην τοιχοποιία πλήρωσης*

Στις **Εικόνες 4.30, 4.31** πιο κάτω δίνονται μερικά παραδείγματα ανερχόμενης υγρασίας από το έδαφος. Η ανιούσα αυτή ροή υγρασίας οφείλεται στα τριχοειδή φαινόμενα που αναπτύσσονται στο σύστημα των πόρων του υλικού και μπορεί να προκαλέσει φθορές στην τοιχοποιία.

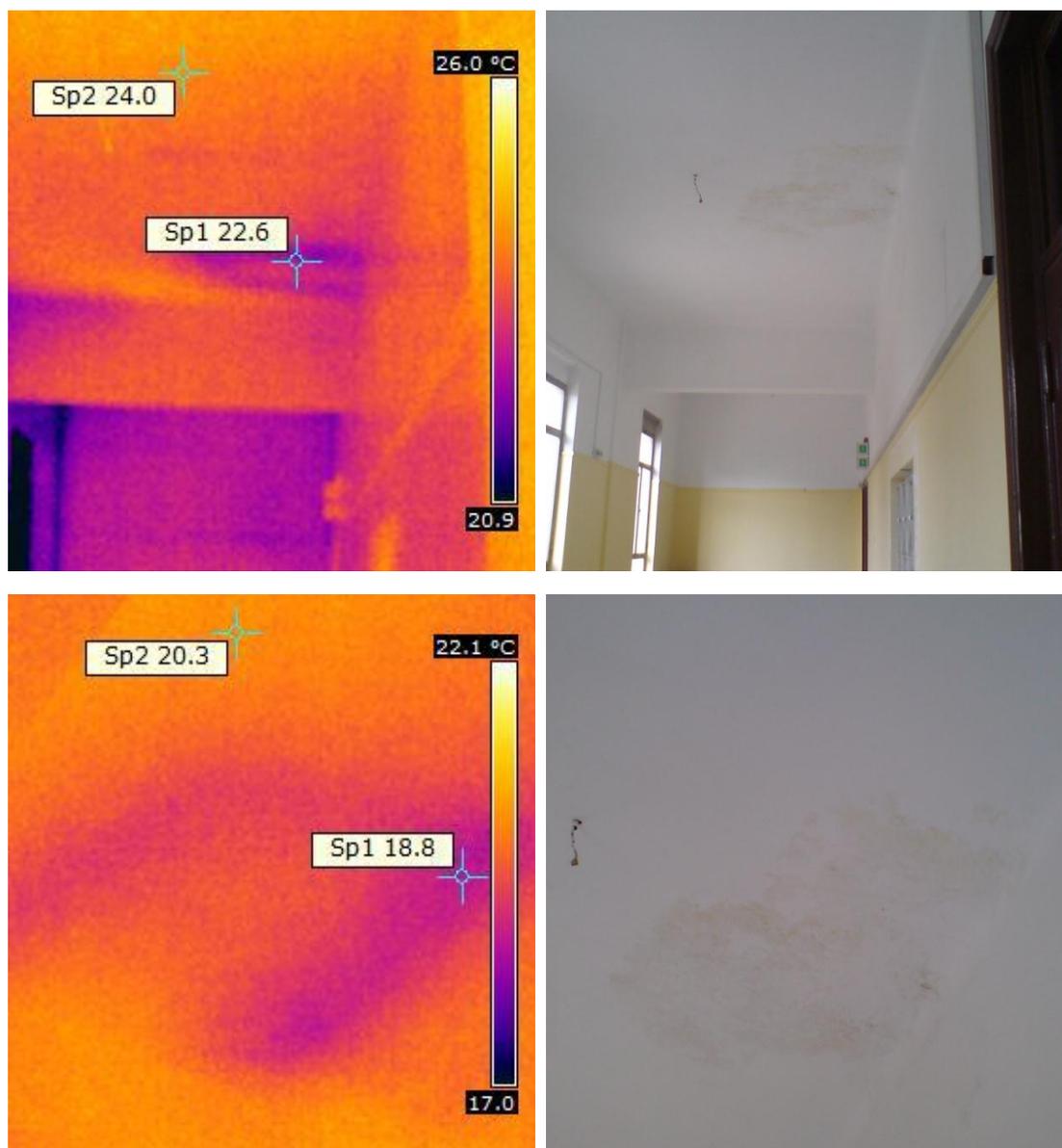


*Εικόνα 4.30: Ανερχόμενη υγρασία από το έδαφος*



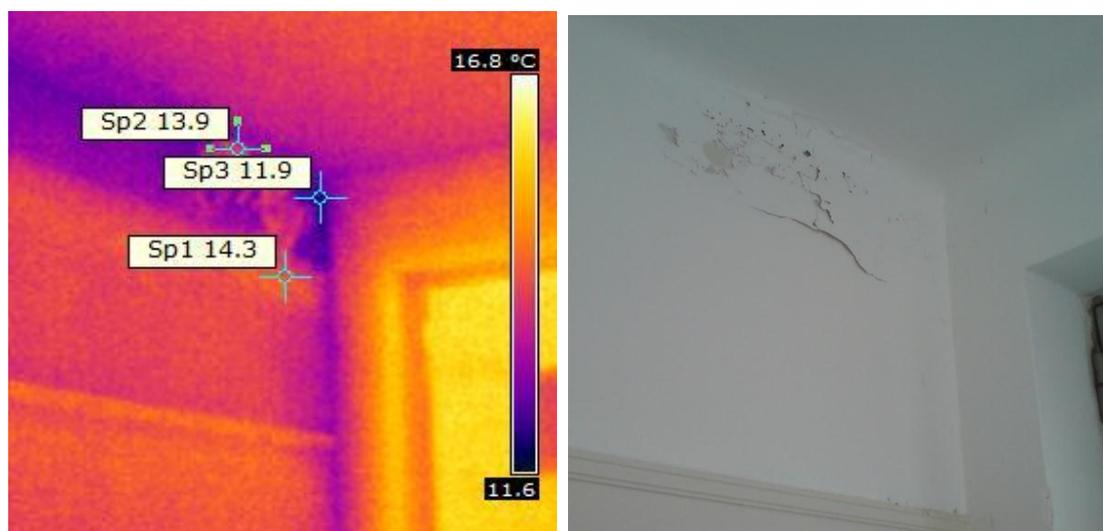
*Εικόνα 4.31: Ανερχόμενη υγρασία και φθορά στο επίχρισμα της τοιχοποιίας*

Στα θερμογραφήματα της **Εικόνας 4.32** πιο κάτω εντοπίστηκε σε ταβάνι χώρου κίνησης στο 2<sup>ο</sup> όροφο του κτιρίου Θεοχάρη υγρασία η οποία προκαλεί την αρχή δημιουργίας μούχλας στο σημείο αυτό. Η μούχλα είναι επικίνδυνη για την υγεία των ανθρώπων που χρησιμοποιούν το χώρο αυτό και προτείνεται η άμεση απομάκρυνση της με αντιμυκητιακό υλικό και η επιδιόρθωση του σημείου με αντισυμπυκνωτική βαφή που αποτρέπει την συμπύκνωση υδρατμών και τη δημιουργία μούχλας.

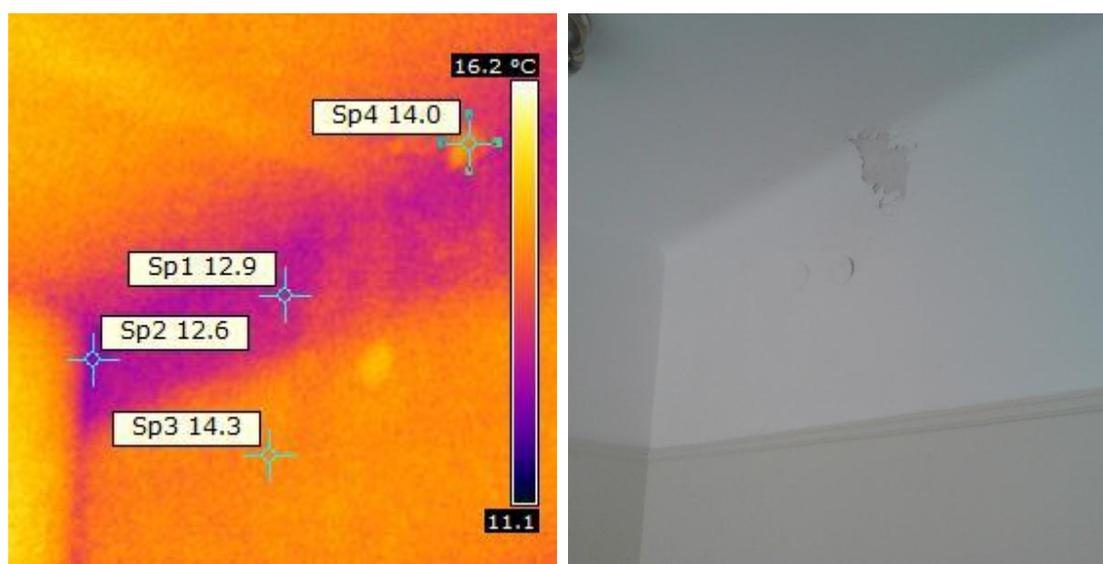


*Εικόνα 4.32 : Εντοπισμός υγρασίας και αρχή δημιουργίας μούχλας στην οροφή χώρου κίνησης του 2<sup>ου</sup> ορόφου*

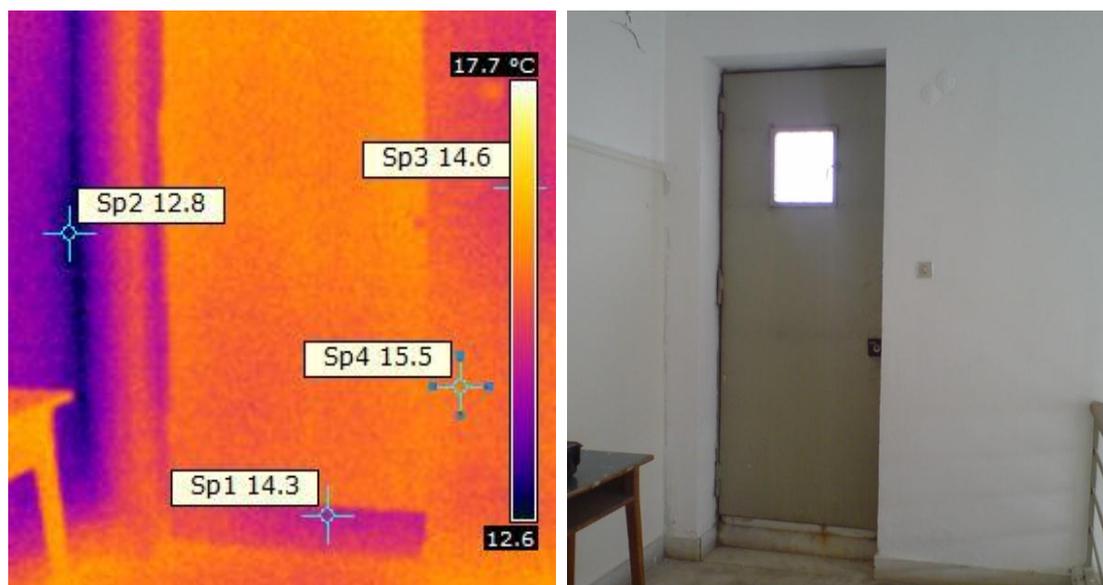
Στις **Εικόνες 4.33, 4.34, 4.35** πιο κάτω παρατίθενται θερμογραφήματα από την απόληξη του κλιμακοστασίου στο δώμα του κτιρίου Θεοχάρη. Στο χώρο αυτό παρατηρούνται θερμογέφυρες όπως επίσης και αρκετές φθορές στα επιχρίσματα της τοιχοποιίας λόγω του φαινομένου της συμπύκνωσης υγρασίας. Η παρουσία υγρασίας στις απολήξεις των κλιμακοστασίων στα δώματα και οι φθορές στα επιχρίσματα είναι σύνηθες φαινόμενο μιας και αυτοί οι χώροι είναι περισσότερο εκτεθειμένοι στις καιρικές συνθήκες από άλλα σημεία του κτιρίου. Η συμπύκνωση της υγρασίας πάνω σε δομικά στοιχεία μπορεί να έχει οχληρές συνέπειες για αυτά όπως το «φούσκωμα» της σοβατοποιίας, η ανάπτυξη μούχλας, αποκολλήσεις των επιχρισμάτων και η διάβρωση των υλικών. Συνήθως πλήττει την εξωτερική παρειά της τοιχοποιίας και δεν εισχωρεί σε βάθος. Τέτοιες περιπτώσεις παρουσιάζονται και στις απολήξεις των κλιμακοστασίων στο δώμα του κτιρίου Θεοχάρη όπου παρατηρούνται αποκολλήσεις του επιχρίσματος σε μερικά σημεία και «φούσκωμα» της σοβατοποιίας.



*Εικόνα 4.34: Απολήξεις των κλιμακοστασίων στο δώμα: Θερμογέφυρες, Φθορά επιχρίσματος και «φούσκωμα» σοβά λόγω συμπύκνωσης υγρασίας*

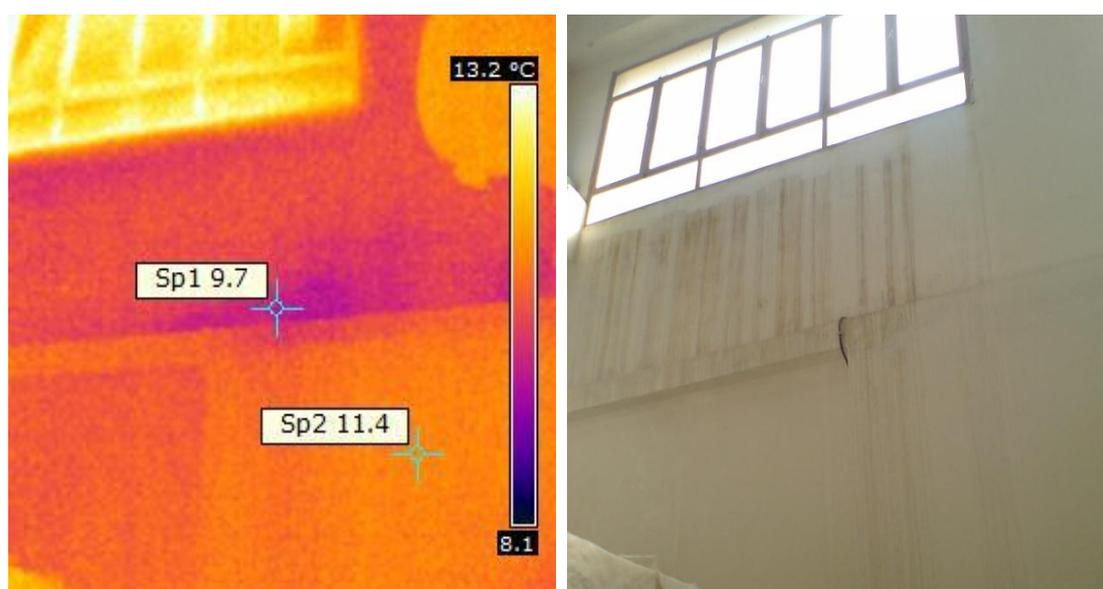


*Εικόνα 4.34: Απολήξεις των κλιμακοστασίων στο δώμα: Θερμογέφυρα στην κρέμαση του δοκαριού, όπως επίσης και φθορά του επιχρίσματος λόγω συμπύκνωσης υγρασίας*



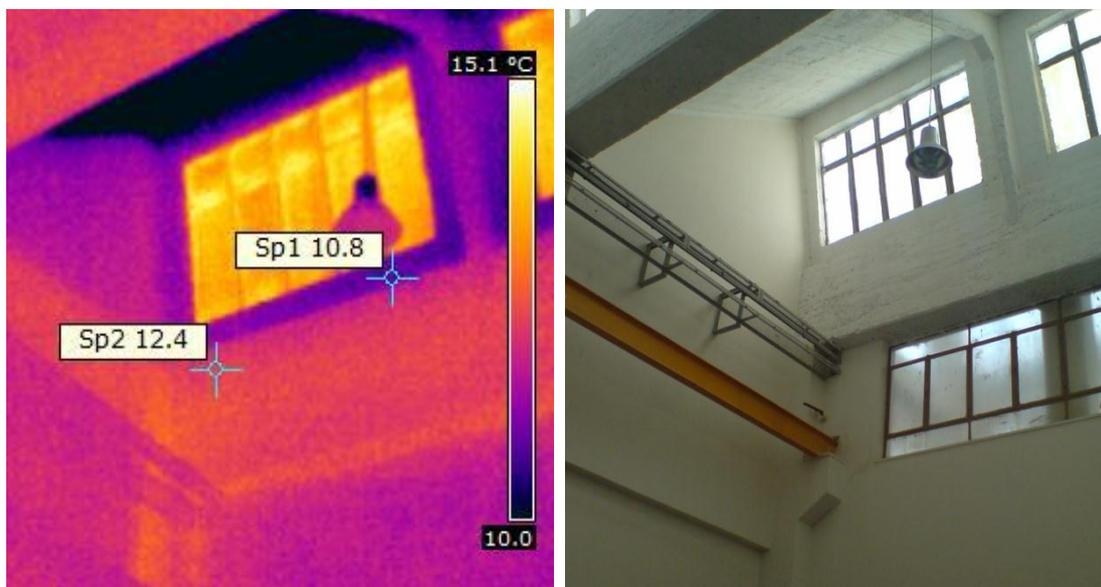
*Εικόνα 4.35: Θερμογέφυρες στην γωνία ενώσεως της τοιχοποιίας και στο περβάζι της πόρτας, εισροή αέρα από το κούφωμα.*

Στις παρακάτω εικόνες δίνονται **θερμογραφήματα και ψηφιακές φωτογραφίες από το εργαστήριο Αντοχής Υλικών**. Υπενθυμίζεται πως κατά το παρελθόν υπήρξε μεγάλο πρόβλημα υγρασίας και εισβολής των όμβριων υδάτων από τα παλιά κουφώματα που οδήγησαν στην εφαρμογή επιπλέον υαλοστασίων εξωτερικά λόγω τεχνικής δυσκολίας που είχε η αφαίρεση των παλιών. Στην **Εικόνα 4.36** πιο κάτω φαίνονται σημεία εντοπισμού υγρασίας κάτω από τα παράθυρα. Παρατηρείται στην ψηφιακή φωτογραφία ο σχηματισμός γραμμών από σκουριά που δημιουργήθηκε από τον συνδυασμό της οξείδωσης του μεταλλικού πλαισίου των παραθύρων μαζί με την εισβολή όμβριων υδάτων από έξω.



*Εικόνα 4.36: Υγρασία κάτω από τα παράθυρα στο εργαστήριο Αντοχής Υλικών – Εισβολή όμβριων υδάτων από το κούφωμα.*

Στις **Εικόνες 4.37, 4.38** παρατηρείται απώλεια θερμότητας προς το εξωτερικό περιβάλλον από τις θερμογέφυρες που δημιουργούνται γύρω από τα ανοίγματα άλλα και στη κεκλιμένη στέγη λόγω μειωμένης θερμικής αντίστασης των σημείων αυτών.

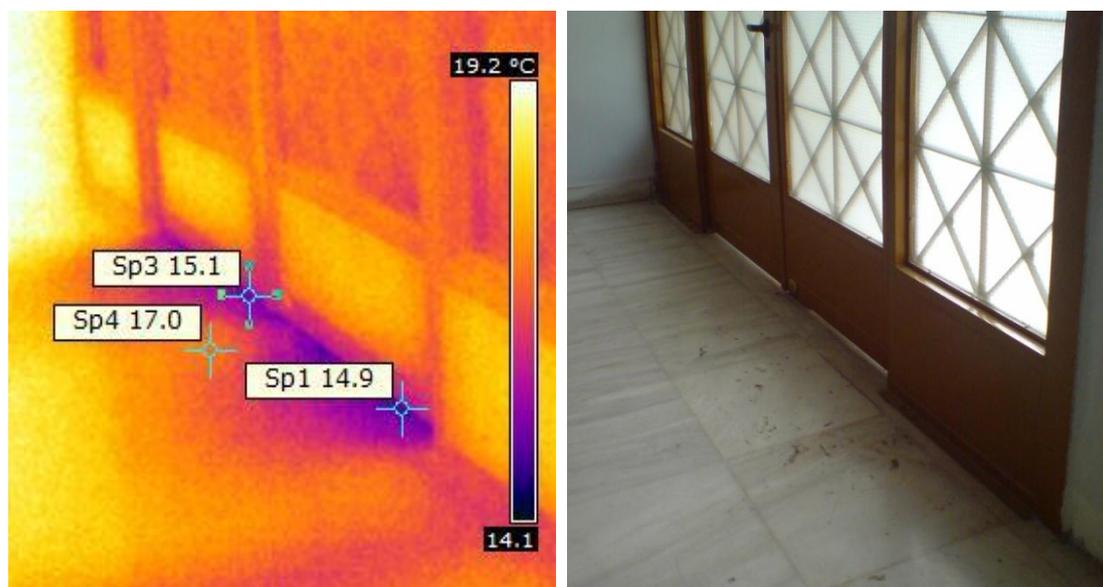


*Εικόνα 4.37: Θερμογέφυρα γύρω από τα ανοίγματα του παραθύρου*



*Εικόνα 4.38 : Δημιουργία θερμογέφυρας στη κεκλιμένη στέγη του εργαστηρίου και στη γωνία ενώσεως των δομικών στοιχείων*

Στην θερμοφωτογραφία της **Εικόνας 4.39** πιο κάτω παρατηρείται εισροή αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό του κτιρίου μέσω της χαραμάδας κάτω από την πόρτα. Παρατηρείται ότι ο αέρας που εισρέει έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από την θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου δημιουργώντας ψυχρότερες περιοχές κοντά στο άνοιγμα. Προτείνεται η εφαρμογή μονωτικών υλικών που υπάρχουν στο εμπόριο ειδικά για αυτό το σκοπό και τα οποία αποτρέπουν την είσοδο κρύων ρευμάτων αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου.



Εικόνα 4.39: Εισροή ψυχρού αέρα από την χαραμάδα της εξώπορτας του κτιρίου

#### 4.4 Άλλα όργανα μέτρησης

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν υποβοηθητικά για τους σκοπούς επιθεώρησης του κτιρίου Θεοχάρη και άλλα όργανα μέτρησης τα οποία αναφέρονται συνοπτικά παρακάτω:

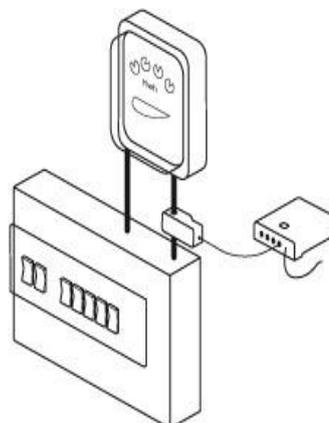
- **Υγρασιόμετρο/Θερμοκρασιόμετρο:** Όπως ειπώθηκε και πριν, για την ορθή επεξεργασία των θερμογραφημάτων (με το λογισμικό πρόγραμμα FLIR QuickReport 1.2), που πάρθηκαν κατά την διάρκεια της θερμογράφησης του κτιρίου Θεοχάρη χρησιμοποιήθηκε ένα υγρασιόμετρο με δυνατότητα μέτρησης και τις θερμοκρασίας. Κατεγράφησαν έτσι τα δεδομένα υγρασίας και θερμοκρασίας σε κάθε χώρο και στιγμή όπου πάρθηκαν θερμοφωτογραφίες και χρησιμοποιήθηκαν στην επεξεργασία με το λογισμικό FLIR QuickReport 1.2.
- **Ηλεκτρονικό Αποστασιόμετρο:** Για τις ανάγκες της μελέτης θερμομονωτικής επάρκειας αλλά και για την ακριβή γνώση των αποστάσεων (κυρίως ύψη ορόφων) χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικό αποστασιόμετρο.

- **Οικιακός μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας *DIY Kyoto Wattson energy meter*:** Αυτός ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιήθηκε περιορισμένα για τη λήψη ενδεικτικών μετρήσεων στις μηχανές του εργαστηρίου Αντοχής Υλικών (Μηχανή Θλίψης-Κάμψης 600 tn, Μηχανή Εφελκυσμού, Μηχανή Στρέψης) όμως οι μετρήσεις αυτές δεν χρησιμοποιήθηκαν στην ενεργειακή ανάλυση διότι δεν είναι αντιπροσωπευτικές της πραγματικής κατανάλωσης που θα είχαν οι μηχανές με πραγματικό φορτίο.



Εικόνα 4.41: HQ Power Consumption Meter

- **Μετρητής ισχύος συσκευών *HQ Power Consumption Meter*:** Ο μετρητής αυτός είναι ευκολόχρηστος διότι συνδέεται σαν μια απλή πρίζα σούκο στον ρευματοδότη και μπορεί να μετρήσει την ισχύ (μέχρι 2kW) συσκευών που είναι συνδεδεμένες με τον ρευματοδότη αυτό. Χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την επαλήθευση της ισχύος οικιακών και ηλεκτρονικών συσκευών σε λειτουργία, σε κατάσταση off αλλά και σε κατάσταση αναμονής.



Εικόνα 4.40: *DIY Kyoto Wattson energy meter*

## ***Κεφάλαιο 5:***

# ***Προτεινόμενες Δράσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας***



## 5.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ μετά από κάθε ενεργειακή επιθεώρηση, ο επιθεωρητής συντάσσει έκθεση η οποία περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της επιθεώρησης όπως επίσης και προτάσεις ενεργειακής βελτίωσης του κτιρίου που επιθεωρείται.

Ο στόχος του ενεργειακού ελέγχου και καταγραφής είναι η εξεύρεση επεμβάσεων που θα βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας. Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο έχει ως αποτέλεσμα αφενός την οικονομική ελάφρυνση του λειτουργικού κόστους του κτιρίου και αφετέρου την μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων προς το περιβάλλον.

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο κτίριο Θεοχάρη οι οποίες επιφέρουν ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη και αξιολογείται η οικονομική βιωσιμότητα των προτάσεων αυτών.

## 5.2 Κριτήρια οικονομικής αξιολόγησης

Για την αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας ενός έργου ενεργειακής βελτίωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι οικονομικοί δείκτες. Συγκεκριμένα στην παρούσα διπλωματική εργασία χρησιμοποιήθηκαν ως κριτήρια οι οικονομικοί δείκτες της Καθαρής Παρούσας Αξίας (Κ.Π.Α), του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (Ε.Β.Α), και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (Ε.Π.Α).

### 5.2.1 Καθαρή Παρούσα Αξία (Κ.Π.Α)

Η Καθαρή Παρούσα Αξία είναι το συνολικό καθαρό όφελος μιας επένδυσης, που προκύπτει ως διαφορά μεταξύ του λειτουργικού κόστους και του συνόλου των δαπανών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της επένδυσης. Όλα τα ποσά εκφράζονται σε παρούσα αξία, ανηγμένα συνήθως στην αρχή του πρώτου έτους λειτουργίας της επένδυσης. Η Καθαρή Παρούσα Αξία προσδιορίζεται από την εξίσωση:

$$Κ. Π. Α = -K + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+d)^t} + \frac{SV_N}{(1+d)^N}$$

όπου:

K: αρχική επένδυση

F<sub>t</sub>: ετήσιο καθαρό όφελος

N: οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης

d: επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία (επιθυμητή απόδοση κεφαλαίου)

SV<sub>N</sub>: υπολειμματική αξία της επένδυσης στο τέλος του οικονομικού κύκλου ζωής

Διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

- $KPIA > 0$  : η επένδυση είναι βιώσιμη
- $KPIA = 0$  : η επένδυση είναι βιώσιμη με μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης ίσο με  $d$ , πρακτικά δηλαδή υπάρχει αδιαφορία του επενδυτή ως προς την επένδυση
- $KPIA < 0$  : η επένδυση δεν είναι βιώσιμη

Όσο μεγαλύτερη είναι η ΚΠΑ, τόσο οικονομικά αποδοτικότερο θα είναι το έργο.

### 5.2.2 Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (Ε.Β.Α)

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης είναι η τιμή του επιτοκίου αγοράς που μηδενίζει την παρούσα αξία μίας σειράς πληρωμών και εισπράξεων. Εκφράζει ουσιαστικά την απόδοση του κεφαλαίου της αρχικής επένδυσης κατά τη διάρκεια του οικονομικού κύκλου ζωής της επένδυσης. Όσο μεγαλύτερη η τιμή του εσωτερικού βαθμού απόδοσης, τόσο πιο συμφέρον θεωρείται το επενδυτικό σχέδιο. Προσδιορίζεται ως η λύση της εξίσωσης:

$$K. Π. A_{(d=E.B.A)} = 0$$

Διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

- $E.B.A > d$  : η επένδυση είναι αποδεκτή
- $E.B.A = d$  : ο επενδυτής είναι αδιάφορος ως προς την επιλογή της επένδυσης
- $E.B.A < d$  : η επένδυση απορρίπτεται

Όταν η απόδοση κεφαλαίου (Ε.Β.Α) είναι μεγαλύτερη από το επιτόκιο αναγωγής ( $d$ ) η επένδυση είναι αποδεκτή, ενώ όταν συμβαίνει το αντίθετο η επένδυση απορρίπτεται.

### 5.2.3 Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (Ε.Π.Α)

Η Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μία εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως η λύση της εξίσωσης:

$$K. Π. A_{(N=E.Π.A)} = 0$$

Μια επιχειρησιακή μονάδα θεωρείται οικονομικά βιώσιμη εάν η τιμή της έντοκης περιόδου αποπληρωμής ικανοποιεί τις προσδοκίες του επενδυτή ως προς το χρόνο αποπληρωμής. Πρακτικά, εάν η ΕΠΑ είναι μικρότερη από τη διάρκεια ζωής του έργου, τότε το έργο είναι οικονομικά βιώσιμο.

Όταν συγκρίνονται εναλλακτικά επενδυτικά σχέδια με χρήση των παραπάνω κριτηρίων οικονομικής αξιολόγησης, επιλέγονται εκείνα που παρουσιάζουν είτε τη

μεγαλύτερη Κ.Π.Α για την ίδια πάντα χρονική διάρκεια ζωής της επένδυσης, είτε εκείνα με το μεγαλύτερο Ε.Β.Α, είτε τέλος όσα παρουσιάζουν τη μικρότερη Ε.Π.Α. Επισημαίνεται ότι κάνοντας οικονομική ανάλυση με τη μέθοδο του Ε.Β.Α, εξάγονται θετικότερα συμπεράσματα για επεμβάσεις με μεγαλύτερες χρηματοροές τα πρώτα χρόνια, ενώ με τη μέθοδο της Κ.Π.Α μετά από μερικά χρόνια. Επομένως, για τα έργα εξοικονόμησης ενέργειας που δεν αποδίδουν αμέσως, προτιμάται η μέθοδος της Κ.Π.Α.

### 5.3 Προτεινόμενες δράσεις ενεργειακής βελτίωσης

Σε όλες τις προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο κτίριο Θεοχάρη θεωρήθηκε μηδενική υπολειμματική αξία της επένδυσης  $SV_N=0$  και επιτόκιο ανάγωσης σε παρούσα αξία  $d=5\%$ . Επίσης για χρέωση καταναλωτή ΜΤ από το γενικό τιμολόγιο ΜΤ της Δ.Ε.Η δίνεται *η χρέωση της ενέργειας ίση με 0,07698 €/kWh*. Πιο κάτω παρουσιάζονται μερικές προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο κτίριο Θεοχάρη και αξιολογούνται με τους οικονομικούς δείκτες της Κ.Π.Α, Ε.Β.Α και Ε.Π.Α.

#### 5.3.1 Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον φωτισμό

Στο κεφάλαιο 3 έγινε αναλυτική καταγραφή των φωτιστικών σωμάτων του κτιρίου Θεοχάρη. Η εγκατεστημένη ισχύς όλων των λαμπτήρων συμπεριλαμβανομένου των προβολέων εξωτερικού χώρου υπολογίστηκε στα 69,19 kW και η ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας αυτών, βρέθηκε ίση με 53.167,08 kWh/y. Πιο κάτω παρουσιάζονται μερικές επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας με τις οποίες θα μπορούσε να μειωθεί αυτή η κατανάλωση και γίνεται η οικονομική αξιολόγηση τους με βάση τους οικονομικούς δείκτες που προαναφέρθηκαν.

##### 5.3.1.1 Αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού

Στο κτίριο Θεοχάρη κατεγράφησαν συνολικά *79 λαμπτήρες πυράκτωσης των 60W* συνολικής ισχύος *4,74 kW* όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.3 στο Κεφάλαιο 3. Η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας αυτών των λαμπτήρων ανέρχεται στις *4.340,90 kWh/y*.

Μελετάται η αντικατάσταση όλων των παλιών λαμπτήρων πυράκτωσης με νέους λαμπτήρες οικονομίας ισοδύναμης φωτεινότητας. Οι νέοι λαμπτήρες που αντιστοιχούν στην φωτεινότητα των παλιών είναι οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού ισχύος *11W* έκαστος. Η διάρκεια ζωής αυτών των λαμπτήρων είναι *8.000 ώρες* και το κόστος τους είναι *4,90€* (προσφορά από ηλεκτρονικό κατάστημα) έκαστος συμπεριλαμβανομένου Φ.Π.Α.

Σύμφωνα λοιπόν με τα πιο πάνω δεδομένα το συνολικό **κόστος της επένδυσης** για την αγορά των λαμπτήρων ανέρχεται στα **387,10 €** ενώ θεωρούμε μηδενικό κόστος εγκατάστασης (η εγκατάσταση μπορεί να γίνει από την υπηρεσία συντήρησης του Ε.Μ.Π).

Η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω είναι 8.000 ώρες λειτουργίας. Υπολογίστηκε σύμφωνα με τα στοιχεία του Παραρτήματος Η, πως ο μέσος χρόνος χρησιμοποίησης των λαμπτήρων πυράκτωσης στους χώρους του κτιρίου Θεοχάρη είναι περίπου 306 ώρες/έτος. Έτσι για τον ίδιο χρόνο χρησιμοποίησης συμπεραίνεται ότι η μέση διάρκεια ζωής των νέων λαμπτήρων ξεπερνά τα 25 έτη. Ωστόσο η διάρκεια ζωής ενός λαμπτήρα φθορισμού εξαρτάται και από το πόσες φορές ανοιγοκλείνει ο λαμπτήρας στην περίοδο λειτουργίας του. Έτσι στην οικονομική ανάλυση που ακολουθεί θεωρήθηκε ως **διάρκεια ζωής της επένδυσης τα 10 έτη**.

Με τους νέους λαμπτήρες η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται στις **795,90 kWh/y**. Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται από την αντικατάσταση των παλιών λαμπτήρων πυράκτωσης με τους νέους λαμπτήρες οικονομίας είναι:

$$\text{Εξοικονόμηση ενέργειας / έτος} = 4.340,90 - 795,90 = 3.454 \text{ kWh/y}$$

Η χρέωση ηλεκτρικής ενέργειας από την Δ.Ε.Η με βάση το τιμολόγιο εμπορικής χρήσης της Μ.Τ είναι **0,07698 €/kWh**. Με βάση αυτή την τιμολόγηση προκύπτει το ετήσιο οικονομικό όφελος ίσο με:

$$\text{Ετήσιο οικονομικό όφελος} = 3.454 \frac{\text{kWh}}{\text{y}} \times \frac{0,07698 \text{ €}}{\text{kWh}} = 265,90 \text{ €/y}$$

Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζονται οι οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της βιωσιμότητας της συγκεκριμένης επένδυσης για διάρκεια ζωής της επένδυσης 10 χρόνια, επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία 5%, κόστος αρχικής επένδυσης 229,10€, ετήσιο καθαρό όφελος 265,90€ και μηδενική υπολειμματική αξία της επένδυσης.

Πίνακας 5.1: Οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης

<b>Αρχικό κόστος επένδυσης (K)</b>	387,10€
<b>Επιτόκιο αναγωγής (d)</b>	5%
<b>Διάρκεια ζωής της επένδυσης (N)</b>	10 έτη
<b>Ετήσιο καθαρό όφελος (F<sub>t</sub>)</b>	265,90€
<b>Υπολειμματική αξία επένδυσης (SV<sub>N</sub>)</b>	0€
<b>Κ.Π.Α. (€)</b>	
1 <sup>ο</sup> έτος	-133,86
2 <sup>ο</sup> έτος	107,32
3 <sup>ο</sup> έτος	337,01
4 <sup>ο</sup> έτος	555,77
5 <sup>ο</sup> έτος	764,11
6 <sup>ο</sup> έτος	962,53
7 <sup>ο</sup> έτος	1.151,50

8 <sup>ο</sup> έτος	1.331,47
9 <sup>ο</sup> έτος	1.502,87
10 <sup>ο</sup> έτος	1.666,11
<b>Ε.Β.Α.</b>	68,31%
<b>Ε.Π.Α.</b>	1,55 έτη

Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.1 όλοι οι οικονομικοί δείκτες καταδεικνύουν πως η επένδυση είναι βιώσιμη και πάρα πολύ αποδοτική αφού υπάρχει απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου σε μικρό χρόνο.

### 5.3.1.2 Αντικατάσταση προβολέων οροφής με προβολείς τεχνολογίας LED

Ο νυκτερινός εξωτερικός φωτισμός στο κτίριο Θεοχάρη καλύπτεται από 8 προβολείς ιωδίνης εξωτερικού χώρου των 250W έκαστος συνολικής εγκατεστημένης ισχύος **2 kW**. Οι προβολείς αυτοί είναι ρυθμισμένοι να λειτουργούν για λόγους ασφάλειας καθημερινά όλο το έτος για 10 ώρες ανά ημέρα. Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας των προβολέων ανέρχεται στις **7.200 kWh/y** όπως υπολογίστηκε στο Παράρτημα Η.

Μελετάται η αντικατάσταση των προβολέων ιωδίνης με νέους προβολείς εξωτερικού χώρου τεχνολογίας LED. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν εξωτερικοί **προβολείς LED FloodLight ισχύος 30W** έκαστος, με αδιάβροχη προστασία (IP65), φωτεινότητας 2700lm (αντιστοιχεί σε προβολέα ιωδίνης ισχύος 300W) και με ελάχιστη διάρκεια ζωής **50.000 ώρες** λειτουργίας. Η διάρκεια ζωής ενός λαμπτήρα LED μπορεί να φτάσει ακόμα και τις **100000 ώρες λειτουργίας** λειτουργώντας με ελαφρώς μειωμένη φωτεινότητα μετά τις 50000 ώρες. Τα συχνά αναβοσβησίματα δεν καταπονούν καθόλου τους λαμπτήρες LED. Το κόστος αγοράς των προβολέων ανέρχεται στα **150€ ανά προβολέα** (προσφορά από ηλεκτρονικό κατάστημα).

Το συνολικό κόστος αγοράς των 8 προβολέων ανέρχεται στα 1.200€ ενώ θεωρήθηκε κόστος εγκατάστασης 15€ ανά προβολέα. Το **συνολικό αρχικό κόστος της επένδυσης** ανέρχεται στα **1.320€**.

Η διάρκεια ζωής των προβολέων LED όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω είναι τουλάχιστον 50.000 ώρες λειτουργίας. Για 10 ώρες λειτουργίας ανά ημέρα που λειτουργεί ο νυκτερινός φωτισμός στο κτίριο Θεοχάρη υπολογίζεται πως η διάρκεια ζωής της επένδυσης ξεπερνά τα 15 έτη. Έτσι στην οικονομική ανάλυση που ακολουθεί θεωρήθηκε ως **διάρκεια ζωής της επένδυσης τα 15 έτη**.

Με τους νέους προβολείς η ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται στις **864 kWh/y**. Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται από την αντικατάσταση των παλιών λαμπτήρων πυράκτωσης με τους νέους λαμπτήρες οικονομίας είναι:

$$\text{Εξοικονόμηση ενέργειας / έτος} = 7.200 - 864 = 6.336 \text{ kWh/y}$$

Η χρέωση ηλεκτρικής ενέργειας από την Δ.Ε.Η με βάση το τιμολόγιο εμπορικής χρήσης της Μ.Τ 2011 είναι **0,07698 €/kWh**. Με βάση αυτή την τιμολόγηση προκύπτει το ετήσιο οικονομικό όφελος ίσο με:

$$\text{Ετήσιο οικονομικό όφελος} = 6.336 \frac{\text{kWh}}{\text{y}} \times \frac{0,07698\text{€}}{\text{kWh}} = 487,75 \text{ €/y}$$

Στον Πίνακα 5.2 παρουσιάζονται οι οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της βιωσιμότητας της συγκεκριμένης επένδυσης για διάρκεια ζωής της επένδυσης 15 χρόνια, επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία 5%, κόστος αρχικής επένδυσης 1.320€, ετήσιο καθαρό όφελος 487,75€ και μηδενική υπολειμματική αξία της επένδυσης.

Πίνακας 5.2: Οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης

<b>Αρχικό κόστος επένδυσης (K)</b>	1.320€
<b>Επιτόκιο αναγωγής (d)</b>	5%
<b>Διάρκεια ζωής της επένδυσης (N)</b>	15 έτη
<b>Ετήσιο καθαρό όφελος (F<sub>t</sub>)</b>	487,75€
<b>Υπολειμματική αξία επένδυσης (SV<sub>N</sub>)</b>	0€
<b>Κ.Π.Α. (€)</b>	
1 <sup>ο</sup> έτος	-855,48
2 <sup>ο</sup> έτος	-413,07
3 <sup>ο</sup> έτος	8,26
4 <sup>ο</sup> έτος	409,54
5 <sup>ο</sup> έτος	791,70
6 <sup>ο</sup> έτος	1.155,67
7 <sup>ο</sup> έτος	1.502,30
8 <sup>ο</sup> έτος	1.832,43
9 <sup>ο</sup> έτος	2.146,84
10 <sup>ο</sup> έτος	2.446,28
11 <sup>ο</sup> έτος	2.731,45
12 <sup>ο</sup> έτος	3.003,05
13 <sup>ο</sup> έτος	3.261,72
14 <sup>ο</sup> έτος	3.508,06
15 <sup>ο</sup> έτος	3.742,68
<b>Ε.Β.Α.</b>	37 %
<b>Ε.Π.Α.</b>	2,98 έτη

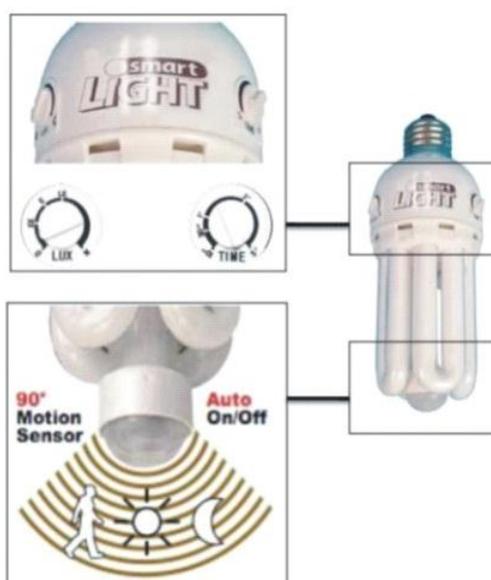
Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.2 όλοι οι οικονομικοί δείκτες καταδεικνύουν πως η επένδυση είναι βιώσιμη και αρκετά αποδοτική αφού Κ.Π.Α>0, Ε.Β.Α>d και Ε.Π.Α< Διάρκεια ζωής της επένδυσης.

### 5.3.1.3 Αντικατάσταση λαμπτήρων σε κοινόχρηστους χώρους

Κατά την διάρκεια επιθεώρησης του κτιρίου Θεοχάρη παρατηρήθηκε άσκοπη χρήση των λαμπτήρων φωτισμού σε όλους τους χώρους υγιεινής του κτιρίου και αυτό διότι οι χρήστες ξεχνούσαν τα φώτα ανοικτά ή δεν έμπαιναν στον κόπο να τα κλείσουν μετά την έξοδο τους από τον χώρο. Ο φωτισμός στους χώρους υγιεινής του κτιρίου Θεοχάρη καλύπτεται συνολικά από 20 λαμπτήρες πυράκτωσης των 60W, 5 μονές σωλήνες φθορισμού T8 και 2 διπλές σωλήνες φθορισμού T8. Όπως υπολογίστηκε από τα στοιχεία της καταγραφής στο Παράρτημα Η, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των λαμπτήρων αυτών ανέρχεται στα **1,6 kW**, ενώ η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας αυτών ανέρχεται στις **1.906,4 kWh/y**.

Μελετάται εδώ ένας απλός τρόπος εξοικονόμησης ενέργειας στους χώρους αυτούς μέσω της μείωσης της ισχύος των λαμπτήρων αλλά και της διάρκειας λειτουργίας τους μειώνοντας την άσκοπη χρήση τους.

Προτείνεται η αντικατάσταση των παλιών λαμπτήρων με νέους λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίοι έχουν ενσωματωμένο αισθητήρα κίνησης και επίσης μπορεί να ρυθμιστεί η διάρκεια λειτουργίας τους αφού φέρουν ενσωματωμένο χρονοδιακόπτη (Εικόνα 5.1). Ο αισθητήρας μπορεί να ανιχνεύσει κίνηση σε γωνία μέχρι και 90° και για απόσταση μεγαλύτερη από 6 μέτρα, ενώ ο χρονοδιακόπτης μπορεί να ρυθμιστεί από 10'' μέχρι 5 λεπτά. Η διάρκεια ζωής κάθε λαμπτήρα ανέρχεται στις **8.000 ώρες** λειτουργίας ενώ το κόστος αγοράς είναι **20€** ανά λαμπτήρα. Η ισχύς κάθε λαμπτήρα είναι **18W** (προσφορά από ηλεκτρονικό κατάστημα) και αντιστοιχεί σε λαμπτήρα πυράκτωσης των 75W.



Εικόνα 5.1: Λαμπτήρας εξοικονόμησης ενέργειας με ενσωματωμένο αισθητήρα κίνησης και χρονοδιακόπτη

Υπολογίστηκε πως για την αντικατάσταση των παλιών λαμπτήρων χρειάζονται 38 νέοι λαμπτήρες της πιο πάνω τεχνολογίας δηλαδή ένα κόστος αγοράς  $38 \times 20€ = 760€$ . Θεωρούμε λοιπόν ότι το **αρχικό κόστος της επένδυσης ανέρχεται στα 850€** συμπεριλαμβανομένου της εγκατάστασης.

Η διάρκεια ζωής της επένδυσης είναι ίση με την διάρκεια ζωής των λαμπτήρων η οποία όπως ειπώθηκε και πριν είναι 8.000 ώρες λειτουργίας όμως για να ληφθεί υπόψη και η φθορά του λαμπτήρα λόγω των συχνών αναβοσβησιμάτων θεωρούμε **διάρκεια ζωής της επένδυσης τα 10 έτη**.

**Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας των νέων λαμπτήρων** λαμβάνοντας υπόψη την μειωμένη τους ισχύ και θεωρηθεί ότι η διάρκεια φορτίου στο έτος ότι έχει μειωθεί στο 1/3 της διάρκειας φορτίου των παλιών λαμπτήρων, **ανέρχεται στις 271,2 kWh/y**. Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται από την αντικατάσταση των παλιών λαμπτήρων με τους νέους λαμπτήρες που φέρουν αισθητήρα κίνησης και χρονοδιακόπτη είναι:

$$\text{Εξοικονόμηση ενέργειας/ έτος} = 1.906,4 - 271,2 = 1.635,2 \text{ kWh/y}$$

Η χρέωση ηλεκτρικής ενέργειας από την Δ.Ε.Η με βάση το τιμολόγιο εμπορικής χρήσης της Μ.Τ είναι **0,07698 €/kWh**. Με βάση αυτή την τιμολόγηση προκύπτει το ετήσιο οικονομικό όφελος ίσο με:

$$\text{Ετήσιο οικονομικό όφελος} = 1635,2 \frac{\text{kWh}}{\text{y}} \times \frac{0,07698€}{\text{kWh}} = 125,90 \text{ €/y}$$

Στον Πίνακα 5.3 παρουσιάζονται οι οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της βιωσιμότητας της συγκεκριμένης επένδυσης για διάρκεια ζωής της επένδυσης 10 χρόνια, επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία 5%, κόστος αρχικής επένδυσης 850€, ετήσιο καθαρό όφελος 125,90 € και μηδενική υπολειμματική αξία της επένδυσης.

Πίνακας 5.3: Οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης

<b>Αρχικό κόστος επένδυσης (K)</b>	850€
<b>Επιτόκιο αναγωγής (d)</b>	5%
<b>Διάρκεια ζωής της επένδυσης (N)</b>	10 έτη
<b>Ετήσιο καθαρό όφελος (F<sub>t</sub>)</b>	125,90€
<b>Υπολειμματική αξία επένδυσης (SV<sub>N</sub>)</b>	0€
<b>Κ.Π.Α. (€)</b>	
1 <sup>ο</sup> έτος	-730,10
2 <sup>ο</sup> έτος	-615,90
3 <sup>ο</sup> έτος	-507,14
4 <sup>ο</sup> έτος	-403,56
5 <sup>ο</sup> έτος	-304,92
6 <sup>ο</sup> έτος	-210,97
7 <sup>ο</sup> έτος	-121,50

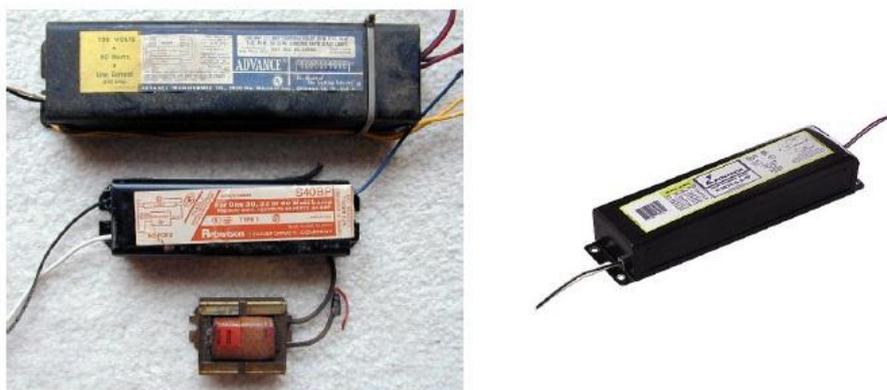
8 <sup>ο</sup> έτος	-36,28
9 <sup>ο</sup> έτος	44,87
10 <sup>ο</sup> έτος	122,17
<b>E.B.A.</b>	8%
<b>E.Π.Α.</b>	8,44 έτη

Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.3 όλοι οι οικονομικοί δείκτες καταδεικνύουν πως η επένδυση είναι βιώσιμη αφού  $K.P.A > 0$ ,  $E.B.A > d$  και  $E.Π.A < Διάρκεια$  ζωής της επένδυσης.

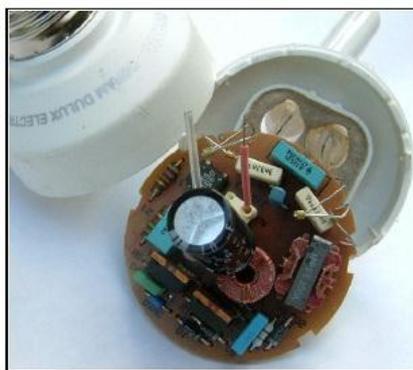
### 5.3.1.3 Αντικατάσταση συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων (ballast) με ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία

Εκτιμάται ότι η χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών ballast αντί των συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών μπορεί να επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας έως και 25%. **Η μειωμένη κατανάλωση αποδίδεται κυρίως στους εξής λόγους:**

- Καλύτερη απόδοση του λαμπτήρα
- Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας στο λαμπτήρα
- Μικρότερες απώλειες ενέργειας στο ballast



Εικόνα 5.2: Ηλεκτρομαγνητικά ballast (στραγγαλιστικά πηνία)



Εικόνα 5.3: Ηλεκτρονικό ballast

**Η χρησιμοποίηση ηλεκτρονικών ballast συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας με την αξιοποίησή τους από τεχνολογίες αυτοματισμών που δεν μπορούν να λειτουργήσουν με μαγνητικά ballast:**

- Ρύθμιση της φωτεινότητας του λαμπτήρα (dimming) μέσω αισθητήρων και ρυθμιστών φωτισμού (Εικόνα 5.4). Η ρύθμιση αυτή είναι αδύνατη με συμβατικά ballast. Η εξοικονόμηση που μπορεί να επιτευχθεί με τοπικά συστήματα dimming κυμαίνεται από 10% έως 20% ανάλογα με τη χρήση του χώρου.
- Ένταξη της εγκατάστασης φωτισμού σε σύστημα κεντρικής διαχείρισης (BMS). Η δυνατότητα αυτή θα ήταν αδύνατη με συμβατικά ballast διότι αυτά, πρακτικά, δεν συνεργάζονται με τα συστήματα BMS. Η εξοικονόμηση ενέργειας με συστήματα BMS κυμαίνεται από 10% έως 35% ανάλογα με τη χρήση του χώρου. Επισημαίνεται και πάλι ότι η εξοικονόμηση αυτή δεν προστίθεται σ' αυτή που επιτυγχάνεται με το dimming αλλά την εμπεριέχει.



*Εικόνα 5.4: Ηλεκτρονικά ballast με δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινότητας του λαμπτήρα (dimming)*

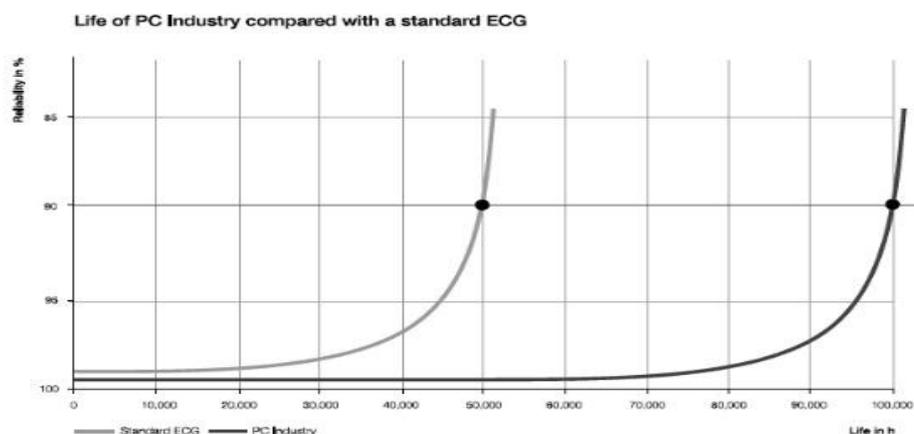
**Καλύτερη απόδοση του λαμπτήρα:** Η φωτεινή ροή του λαμπτήρα αυξάνεται όταν λειτουργεί με ηλεκτρονικό ballast σε σχέση με τη ροή που παράγεται όταν λειτουργεί με μαγνητικό. Η πραγματική απόδοση των λαμπτήρων με μαγνητικό ballast κυμαίνεται συνήθως σε ποσοστά 80%-95% της ονομαστικής ενώ δεν είναι σπάνιο τα ηλεκτρονικά ballast να ανυψώσουν την απόδοση κατά 12% περίπου (έχουν μετρηθεί και υψηλότερες αποδόσεις). Αυτό σημαίνει ότι μια εγκατάσταση φωτισμού που λειτουργεί με ηλεκτρονικά ballast απαιτεί 18% περίπου λιγότερα φωτιστικά από την ίδια εγκατάσταση με μαγνητικά ballast καλής ποιότητας.

Το πλεονέκτημα αυτό είναι αξιοποιήσιμο κυρίως στις νέες εγκαταστάσεις οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν με λιγότερα φωτιστικά χωρίς να μειώνεται η στάθμη φωτισμού και να υποβαθμίζεται η ποιότητά τους. Τότε μειώνεται το κόστος λειτουργίας (εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση του κόστους συντήρησης) αλλά και το κόστος εγκατάστασης (λιγότερα φωτιστικά).

**Χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας:** Η κατανάλωση του λαμπτήρα είναι χαμηλότερη όταν αυτός λειτουργεί με ηλεκτρονικό ballast π.χ. ο λαμπτήρας ονομαστικής ισχύος 36 W καταναλώνει 32 W ενώ με συμβατικό ballast η κατανάλωσή του θα ήταν ίση με την ονομαστική (36 W). Επιπροσθέτως, οι απώλειες του ηλεκτρονικού ballast είναι μικρότερες του συμβατικού π.χ. σε ένα τυπικό φωτιστικό 2×36 W απαιτείται 1 ηλεκτρονικό ballast με απώλειες 10W ενώ στη συμβατική λειτουργία απαιτούνται 2 μαγνητικά ballast με απώλειες  $2 \times 8W = 16W$ , άρα το φωτιστικό με ηλεκτρονική λειτουργία θα καταναλώνει 74 W ενώ με τη συμβατική 88W. Το ποσοστό εξοικονόμησης εξαρτάται από τον τύπο του συμβατικού φωτιστικού που χρησιμοποιείται ως αναφορά. **Η εξοικονόμηση ανέρχεται κατά μέσο όρο στο 15%.**

Υπάρχουν και *άλλοι λόγοι για τους οποίους εξοικονομείται ενέργεια και χρήμα λόγω της χρησιμοποίησης ηλεκτρονικών ballast:*

- Δυνατότητα λειτουργίας περισσότερων λαμπτήρων (έως 4) με 1 μόνο ηλεκτρονικό ballast. Το μαγνητικό ballast δεν μπορεί να λειτουργήσει με περισσότερους των 2 λαμπτήρων π.χ. φωτιστικό 4X18W καταναλώνει 88W ( $4 \times 18W + 2 \times 8W$ ) όταν λειτουργεί με 2 συμβατικά ballast ενώ η κατανάλωσή του μειώνεται στα 74 W ( $4 \times 16W + 10W$ ) όταν λειτουργεί με 1 ηλεκτρονικό ballast.
- Το ηλεκτρονικό ballast διακόπτει τη λειτουργία του όταν ο λαμπτήρας δεν λειτουργεί ενώ το συμβατικό συνεχίζει να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και να καταναλώνει ενέργεια.
- Μεγαλώνει σημαντικά η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων (έως 50%). Αρα, μειώνεται στο ήμισυ το κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων.
- Βελτιώνεται ο συντελεστής συντήρησης των λαμπτήρων, δηλαδή η απόδοση των λαμπτήρων μειώνεται λιγότερο κατά τη διάρκεια ζωής τους απ' ότι αν λειτουργούσαν με συμβατικά ballast (Εικόνα 5.5). Συνεπώς η στάθμη φωτισμού επιτυγχάνεται με λιγότερα φωτιστικά π.χ. σ' ένα καθαρό εργασιακό χώρο, τα απαιτούμενα φωτιστικά μπορούν να μειωθούν κατά 6% περίπου.



Εικόνα 5.5: Διάρκεια ζωής λαμπτήρων με συμβατικά και με ηλεκτρονικά ballast

Τα ηλεκτρονικά ballast βελτιώνουν επίσης την ποιότητα του φωτισμού διότι λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες (>24kHz) οπότε εξαλείφεται το βούισμα και το τρεμόσβημα που χαρακτηρίζουν τα μαγνητικά ballast λόγω χαμηλής συχνότητας λειτουργίας τους (50 Hz).

Τέλος, επισημαίνεται ότι σύντομα δεν θα επιτρέπεται η διάθεση των ενεργοβόρων ηλεκτρομαγνητικών ballast σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης 2000/55/EC και 2005/32/EC και της αναθεώρησης αυτής με την 2009/245/EC.

**Εφαρμογή στο κτίριο Θεοχάρη:** Στο κτίριο Θεοχάρη οι περισσότεροι χώροι φωτίζονται με σωληνωτούς λαμπτήρες φθορισμού T8 οι οποίοι λειτουργούν όλοι με συμβατικά ηλεκτρομαγνητικά στραγγαλιστικά πηνία (ballast). Συνολικά κατεγράφησαν 22 φωτιστικά πλαίσια με 4 σωληνωτούς λαμπτήρες φθορισμού T8 των 18W, 468 φωτιστικά πλαίσια με 2 σωληνωτούς λαμπτήρες φθορισμού T8 των 36W και 126 σωληνωτοί λαμπτήρες φθορισμού T8 των 36W. Στον Πίνακα 5.4 παρουσιάζονται αναλυτικά οι ισχύεις των φωτιστικών αυτών μαζί με τις απώλειες από τα ηλεκτρομαγνητικά ballast. Η συνολική **ετήσια κατανάλωση των λαμπτήρων με τα ηλεκτρομαγνητικά ballast** ανέρχεται στις **39.158,10 kWh/y**.

Πίνακας 5.4: Ισχύεις και ετήσια κατανάλωση των φωτιστικών με ηλεκτρομαγνητικά ballast

Τύπος Φωτιστικού	Συνολικός αριθμός φωτιστικών	Ονομαστική ισχύς ανά φωτιστικό	Απώλειες συμβατικών ballast ανά φωτιστικό	Ισχύς/Φωτιστικό με απώλειες από συμβατικά ballast
Τετράγωνο πλαίσιο με 4 λαμπτήρες T8 των 18W με ανακλαστήρα	22	72W	2x8W=16W	88W
Ορθογώνιο πλαίσιο με 2 λαμπτήρες T8 των 36W με ή χωρίς ανακλαστήρα	468	72W	2x8W=16W	88W
Μονός λαμπτήρας T8 των 36W	126	36W	1x8W=16W	44W
<b>Συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών:</b>				<b>48,66 kW</b>
<b>Ετήσια κατανάλωση ενέργειας των φωτιστικών:</b>				<b>39.158,10 kWh/y</b>

Μελετάται η αντικατάσταση των συμβατικών ηλεκτρομαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων με ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία. Όπως ειπώθηκε και πριν τα ηλεκτρονικά ballast πλεονεκτούν σε σύγκριση με τα ηλεκτρομαγνητικά ballast και προσφέρουν μια **εξοικονόμηση ενέργειας κατά μέσο όρο της τάξης του 15%** σε σύγκριση με την ενέργεια που θα καταλάωναν τα φωτιστικά με ηλεκτρομαγνητικά

ballast. Έτσι η ετήσια κατανάλωση των φωτιστικών με λαμπτήρες T8 στο κτίριο Θεοχάρη αν αυτοί λειτουργήσουν με ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία θα είναι 33.284,4 kWh/y. Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται με την αντικατάσταση των ballast είναι:

$$\text{Εξοικονόμηση ενέργειας / έτος} = 39.158,1 - 33.284,4 = 5.873,7 \text{ kWh/y}$$

Η χρέωση ηλεκτρικής ενέργειας από την Δ.Ε.Η με βάση το τιμολόγιο εμπορικής χρήσης της Μ.Τ είναι 0,07698 €/kWh. Με βάση αυτή την τιμολόγηση προκύπτει το ετήσιο οικονομικό όφελος ίσο με:

$$\text{Ετήσιο οικονομικό όφελος} = 5.873,7 \frac{\text{kWh}}{\text{y}} \times \frac{0,07698\text{€}}{\text{kWh}} = 452,16 \text{ €/y}$$

Το συνολικό κόστος της επένδυσης για την αντικατάσταση των ballast (οι τιμές είναι από προσφορά ηλεκτρονικού καταστήματος) αναλύεται στον Πίνακα 5.5:

Πίνακας 5.5: Υπολογισμός κόστους επένδυσης αντικατάστασης ballast

Τύπος φωτιστικού	Συνολικός αριθμός φωτιστικών	Ηλεκτρονικά ballast που απαιτούνται	Κόστος ανά ηλεκτρονικό ballast	Συνολικό κόστος
Τετράγωνο πλαίσιο με 4 λαμπτήρες T8 των 18W με ανακλαστήρα	22	1×22	18,22€	400,84€
Ορθογώνιο πλαίσιο με 2 λαμπτήρες T8 των 36W με ή χωρίς ανακλαστήρα	468	1×468	11,30€	5.288,40€
Μονός λαμπτήρας T8 των 36W	126	1×126	8,20€	1.033,20€
<b>Συνολικό κόστος αγοράς των ballast:</b>				<b>6.722,40€</b>
<b>Κόστος εγκατάστασης:</b>				<b>2464€</b>
<b>Συνολικό κόστος επένδυσης:</b>				<b>9.187,40€</b>

Όπως παρατηρείται το **συνολικό κόστος της επένδυσης** ανέρχεται στα **9.187,4€** μαζί με την εγκατάσταση.

Στον Πίνακα 5.6 παρουσιάζονται οι οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της βιωσιμότητας της συγκεκριμένης επένδυσης για **διάρκεια ζωής της επένδυσης 10 χρόνια**, επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία 5%, κόστος αρχικής επένδυσης 9.187,40€, ετήσιο καθαρό όφελος 452,16 € και μηδενική υπολειμματική αξία της επένδυσης.

Πίνακας 5.6: Οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης

<b>Αρχικό κόστος επένδυσης (K)</b>	9.187,40 €
<b>Επιτόκιο αναγωγής (d)</b>	5%
<b>Διάρκεια ζωής της επένδυσης (N)</b>	10 έτη
<b>Ετήσιο καθαρό όφελος (F<sub>t</sub>)</b>	452,16€
<b>Υπολειμματική αξία επένδυσης (SV<sub>N</sub>)</b>	0€
<b>Κ.Π.Α. (€)</b>	
1 <sup>ο</sup> έτος	-8.756,77
2 <sup>ο</sup> έτος	-8.346,65
3 <sup>ο</sup> έτος	-7.956,06
4 <sup>ο</sup> έτος	-7.584,06
5 <sup>ο</sup> έτος	-7.229,78
6 <sup>ο</sup> έτος	-6.892,38
7 <sup>ο</sup> έτος	-6.571,03
8 <sup>ο</sup> έτος	-6.264,99
9 <sup>ο</sup> έτος	-5.973,53
10 <sup>ο</sup> έτος	-5.695,94
<b>E.B.A.</b>	/
<b>E.Π.Α.</b>	>10 έτη

Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.6 κρίνεται πως η επένδυση δεν είναι βιώσιμη (Κ.Π.Α.<0) αφού έχει μεγάλο αρχικό κόστος και δεν αποφέρει αντίστοιχα μεγάλα οφέλη.

### 5.3.2 Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας από την αντικατάσταση των κουφωμάτων μονού υαλοπίνακα του κτιρίου

Τα παράθυρα των κτιρίων συντελούν σε ένα μεγάλο ποσοστό στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των χώρων γιατί από αυτά μεταφέρεται μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Το χειμώνα χάνεται θερμότητα από μέσα προς τα έξω, ενώ το καλοκαίρι εισέρχεται θερμότητα από το ζεστό εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλα κατασκευασμένων, ενεργειακά αποδοτικών παραθύρων.

Τα παράθυρα αυτά θα πρέπει να έχουν υαλοπίνακες και κουφώματα με καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και επί πλέον, θα πρέπει να είναι αεροστεγανά, ώστε να εμποδίζουν τη διαφυγή θερμότητας από χαραμάδες, οι οποίες μπορεί να επιφέρουν σημαντικές απώλειες θερμότητας, όπως παρατηρείται σε κτίρια κακής κατασκευής ή παλαιά (κτίριο Θεοχάρη).

Στην Ελλάδα, από την ισχύ του Κανονισμού Θερμομόνωσης του 1979 είναι υποχρεωτική η χρήση διπλών υαλοπινάκων σε νέα κτίρια, έτσι ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις του Κανονισμού. Για τα παλαιά κτίρια, κτισμένα εν γένει πριν το 1979, η αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς, με πιθανή αντικατάσταση και των κουφωμάτων, αποτελεί μια σημαντική τεχνική εξοικονόμησης ενέργειας.

Η αντικατάσταση των παλιών παραθύρων με νέα, ενεργειακά αποδοτικά με διπλά τζάμια, αν και έχει κάποιο κόστος, μπορεί να ανατρέψει κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό την κακή ενεργειακή απόδοση του κτιρίου, με πολλαπλά οφέλη, ενεργειακά-περιβαλλοντικά και οικονομικά.



(α)



(β)

Εικόνα 5.6: Συμπεριφορά υαλοπινάκων ανάλογα με την εποχή (α) μονός υαλοπίνακας (β) διπλός υαλοπίνακας

Εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιφέρουν τα παράθυρα με διπλά τζάμια λόγω μειωμένων θερμικών ανταλλαγών με το περιβάλλον, παρουσιάζουν και μια σειρά από πλεονεκτήματα, όπως: μειώνουν την ακτινοβολία από ή προς τον εσωτερικό χώρο καθώς παρουσιάζουν επιφανειακή θερμοκρασία πλησιέστερη με αυτή των άλλων επιφανειών του χώρου και περιορίζουν τα ρεύματα του αέρα κοντά στο παράθυρο με αποτέλεσμα να προσφέρουν βελτιωμένες συνθήκες θερμικής άνεσης, αποτρέπουν τη συμπύκνωση υδρατμών το χειμώνα στην επιφάνειά τους, αλλά και μειώνουν το θόρυβο.

Υπάρχει ένα εύρος από ενεργειακά αποδοτικούς τύπους υαλοπινάκων και κουφωμάτων που μπορεί να επιλέξει κανείς για το κτίριο του, ανάλογα με τη χρήση του και το μέγεθος του κτιρίου καθώς και το κόστος του κάθε συστήματος.

**Κατηγορίες ειδικών υαλοπινάκων**, οι οποίοι διαφοροποιούνται από τους κοινούς ως προς τα θερμικά και τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά, είναι:

- **Ανακλαστικοί υαλοπίνακες** : Ανακλούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτίρια.
- **Έγχρωμοι υαλοπίνακες** : Με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου.
- **Απορροφητικοί υαλοπίνακες** : Απορροφούν σημαντικό μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας (περιορίζουν τη θερμοπερατότητα χωρίς να μειώνουν σημαντικά τη φωτοδιαπερατότητα) και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου. Έχουν το πλεονέκτημα, σε σχέση με τους ανακλαστικούς, ότι δεν δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου.
- **Επιλεκτικοί υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e)** : Εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτίριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον (ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο τοποθετούνται). Συνιστώνται για τη μείωση των θερμικών απωλειών (το χειμώνα) ή κερδών (το καλοκαίρι) των κτιρίων, ανάλογα με τις θερμικές απαιτήσεις του κτιρίου και το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται.
- **Θερμομονωτικοί υαλοπίνακες** : Εκτός από τους συνήθεις διπλούς (ή τριπλούς) υαλοπίνακες, αυξημένη θερμομονωτική ικανότητα έχουν υαλοπίνακες που στο διάκενό τους περιέχουν άλλο αέριο (π.χ. αργό) αντί για αέρα. Συνιστώνται σε κτίρια με μεγάλα ανοίγματα, όπου απαιτείται υψηλή θερμομόνωση του κελύφους.
- **Ηλεκτροχρωμικοί** : Είναι υαλοπίνακες, των οποίων οι ιδιότητες (οπτικά χαρακτηριστικά, διαπερατότητα) μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.
- **Φωτοχρωμικοί** : Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτούς ηλιακής ακτινοβολίας. Η φωτοδιαπερατότητα τους μειώνεται με την αύξηση της έντασης της φωτεινής ακτινοβολίας.
- **Θερμοχρωμικοί** : Είναι υαλοπίνακες των οποίων οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με την εξωτερική θερμοκρασία. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανείς σε γαλακτόχρωμοι.
- **Υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων** : Με την εφαρμογή τάσης μετατρέπονται από γαλακτόχρωμοι σε διαφανείς.

Για την επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα θα πρέπει να εξετάζεται η χρήση του κτιρίου, η συνεισφορά του υαλοπίνακα στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ετήσια βάση και η συνεπαγόμενη οικονομικότητα του συστήματος.

Πιο κάτω παρουσιάζονται και αξιολογούνται ως προς την βιωσιμότητα της επένδυσης δυο προτάσεις αντικατάστασης των παλαιών κουφωμάτων του κτιρίου Θεοχάρη: α) με διπλούς υαλοπίνακες χωρίς επίστρωση και β) με διπλούς υαλοπίνακες με επίστρωση χαμηλής εκπομπής (Low-e).

### 5.3.2.1 Αντικατάσταση των κουφωμάτων μονού υαλοπίνακα του κτιρίου με κουφώματα διπλού υαλοπίνακα με διάκενο αέρα

Στο κτίριο Θεοχάρη όπως παρουσιάστηκε και στην παράγραφο κεφάλαιο 3.4 της εργασίας αυτής, έχουν **συνολική επιφάνεια περίπου  $600m^2$** . Τα κουφώματα αυτά αποτελούνται από μονό υαλοπίνακα με μεταλλικό πλαίσιο, με ποσοστό αναλογίας πλαισίου-υαλοπίνακα 20%. Αυτά τα κουφώματα έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με  **$6 W/m^2 \cdot K$** .

Προτείνεται η αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων μονού υαλοπίνακα με νέα κουφώματα (αλουμινίου, χωρίς θερμοδιακοπή) διπλού υαλοπίνακα, χωρίς επίστρωση χαμηλής εκπομπής, με πάχος κάθε τζαμιού 4mm και με διάκενο αέρα 12mm. Σύμφωνα με τον Πίνακα 12 της ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 **τα νέα κουφώματα έχουν βελτιωμένο συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με  $2,8 W/m^2 \cdot K$** .

Το κόστος των νέων κουφωμάτων (διπλά τζάμια, κουφώματα αλουμινίου) μαζί με το κόστος εγκατάστασης ανέρχεται κατά μέσο όρο στα  **$170 €/m^2$** . Έτσι **το συνολικό κόστος της επένδυσης** υπολογίζεται ίσο με  **$600m^2 \times 170€/m^2 = 102.000€$** .

Για τον υπολογισμό της εξοικονομούμενης ενέργειας από την αντικατάσταση των κουφωμάτων, υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες μέσω των κουφωμάτων, για τους μήνες θέρμανσης και ψύξης των χώρων. Οι θερμικές απώλειες υπολογίζονται με βάση τον τύπο:

$$Q = |K \times F \times \Delta\theta \times h|$$

όπου:

h: ώρες λειτουργίας

K: ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα σε  $W/(m^2 \times K)$

F: η επιφάνεια του υαλοπίνακα σε  $m^2$

$\Delta\theta$ : η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντα

χώρου:  $\Delta t = \theta_{εσ} - \theta_{εξ}$

Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες εξωτερικού περιβάλλοντος για την περιοχή της Αθήνας δίνονται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε: «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών» και είναι οι εξής:

Πίνακας 5.7: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες εξωτερικού περιβάλλοντος για την Αθήνα

Περιοχή Αθήνα	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥ	ΙΟΥ Λ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
ΘΕΡ. (°C):	10,3	10,6	12,3	16,0	20,7	25,4	28,1	28,0	24,3	19,6	15,4	12,0
ΘΕΡ. (K):	283,4	283,7	285,4	289,1	293,8	298,5	301,2	301,1	297,4	292,7	288,5	285,1
	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Με βάση τον Πίνακα 5.8 υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες  $Q$  με τα παλιά κουφώματα όπως και με τα νέα κουφώματα. Σημειώνεται πως υπολογισμοί έγιναν μόνο για τους μήνες θέρμανσης και ψύξης των χώρων, δηλαδή **10 μήνες**. Συγκεκριμένα δεν λήφθηκαν υπόψη ο μήνας Αύγουστος (το κτίριο είναι κλειστό όλο το μήνα) και ο μήνας Μάιος (ούτε ψύξη αλλά ούτε θέρμανση του κτιρίου). Ως επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικού χώρου λήφθηκε η **297K**.

Πίνακας 5.8: Πίνακας Υπολογισμών Θερμικών Απωλειών κουφωμάτων

Μήνας	$ \Delta\theta $ (K)	Επιφάνεια Κουφωμάτων ( $m^2$ )	$\Sigma.\theta$ παλιών κουφωμ. ( $W/m^2K$ )	$\Sigma.\theta$ νέων κουφωμ. ( $W/m^2K$ )	Ώρες λειτουργίας /μήνα (h)	$ Q $ (kWh) Παλιών κουφωμάτων	$ Q $ (kWh) Νέων κουφωμάτων	$\Delta Q$ (kWh)
ΙΑΝ	13,55	600	6	2,80	180	8.780,4	4.097,52	4.682,88
ΦΕΒ	13,25	600	6	2,80	240	11.448	5.342,40	6.105,60
ΜΑΡ	11,55	600	6	2,80	240	9.979,20	4.656,96	5.322,24
ΑΠΡ	7,85	600	6	2,80	240	6.782,40	3.165,12	3.617,28
ΙΟΥΝ	1,55	600	6	2,80	240	1.339,20	624,96	714,24
ΙΟΥΛ	4,25	600	6	2,80	240	3.672	1.713,60	1.958,40
ΣΕΠ	0,45	600	6	2,80	240	388,80	181,44	207,36
ΟΚΤ	4,25	600	6	2,80	240	3.672	1.713,60	1.958,40
ΝΟΕ	8,45	600	6	2,80	240	7.300,80	3.407,04	3.893,76
ΔΕΚ	11,85	600	6	2,80	180	7.678,80	3.583,44	4.095,36

Η εξοικονόμηση ενέργειας από την αντικατάσταση των κουφωμάτων είναι ίση με:

$$\Delta Q = Q_{\text{μονών κουφωμάτων}} - Q_{\text{διπλών κουφωμάτων}} = 32.555,52 \text{ kWh/y}$$

Όμως το  $\Delta Q$  διαχωρίζεται σε  $\Delta Q_{\text{ψύξης}}$  για τους καλοκαιρινούς μήνες και  $\Delta Q_{\text{θέρμανσης}}$  για τους χειμερινούς μήνες. Έτσι ισχύει:

$$\Delta Q = \Delta Q_{\text{ψύξης}} + \Delta Q_{\text{θέρμανσης}}$$

Σύμφωνα με υπολογισμούς από τον Πίνακα 5.8 είναι :

$$\Delta Q_{\text{ψύξης}} = 2080 \text{ kWh/y}$$

$$\Delta Q_{\text{θέρμανσης}} = 29675,52 \text{ kWh/y}$$

Έτσι για τους θερινούς μήνες η εξοικονόμηση  $\Delta Q_{\text{ψύξης}}$  πολλαπλασιάζεται με την **τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος 0,07698€/KWh**, αφού οι χώροι ψύχονται με κατανάλωση ηλεκτρισμού. Για τους χειμερινούς μήνες, που οι χώροι θερμαίνονται κυρίως καταναλώνοντας φυσικό αέριο (η χρήση κλιματιστικών AC για θέρμανση είναι πολύ μικρή), οι απώλειες θερμότητας  $\Delta Q_{\text{θέρμανσης}}$  διαιρούνται με **0,8**, που είναι ο προσεγγιστικός μέσος συντελεστής απωλειών του συστήματος και έτσι προκύπτει η κατανάλωση του φυσικού αερίου  $\Delta Q_{\text{θέρμανσης}}/0,8$  σε kWh. Έτσι υπολογίζονται οι συνολικές απώλειες θέρμανσης του συστήματος και πολλαπλασιάζονται με την **τιμή χρέωσης του αερίου 52,6 €/MWh δηλαδή 0,0526 €/kWh**.

Σύμφωνα με τα πιο πάνω υπολογίζεται το ετήσιο οικονομικό όφελος της επένδυσης ως εξής:

*Εξοικονόμηση απο μείωση των αναγκών θέρμανσης:*

$$= \frac{\Delta Q_{\theta\epsilon\rho\mu\alpha\nu\sigma\eta\varsigma}}{0,8} \times 0,0526 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 1951 \text{ €/y}$$

*Εξοικονόμηση απο μείωση των αναγκών ψύξης:*

$$= \Delta Q_{\psi\upsilon\lambda\eta\varsigma} \times 0,07698 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 160 \text{ €/y}$$

**Συνολικό ετήσιο οικονομικό όφελος = 1951€/y + 160€/y = 2111 €/y**

Στον Πίνακα 5.9 παρουσιάζονται οι οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της βιωσιμότητας της συγκεκριμένης επένδυσης για **διάρκεια ζωής της επένδυσης 25 χρόνια**, επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία 5%, κόστος αρχικής επένδυσης 102.000€, ετήσιο καθαρό όφελος 2.111 € και μηδενική υπολειμματική αξία της επένδυσης.

*Πίνακας 5.9: Οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης*

<b>Αρχικό κόστος επένδυσης (K)</b>	102.000 €
<b>Επιτόκιο αναγωγής (d)</b>	5%
<b>Διάρκεια ζωής της επένδυσης (N)</b>	25 έτη
<b>Ετήσιο καθαρό όφελος (F<sub>t</sub>)</b>	2.111€
<b>Υπολειμματική αξία επένδυσης (SV<sub>N</sub>)</b>	0€
<b>Κ.Π.Α. (€)</b>	
1 <sup>ο</sup> έτος	-99.989,52
2 <sup>ο</sup> έτος	-98.074,78
3 <sup>ο</sup> έτος	-96.251,22
4 <sup>ο</sup> έτος	-94.514,50
5 <sup>ο</sup> έτος	-92.860,47
6 <sup>ο</sup> έτος	-91.285,21
7 <sup>ο</sup> έτος	-89.784,97
8 <sup>ο</sup> έτος	-88.356,16
9 <sup>ο</sup> έτος	-86.995,39
10 <sup>ο</sup> έτος	-85.699,42
11 <sup>ο</sup> έτος	-84.465,16
12 <sup>ο</sup> έτος	-83.289,68
13 <sup>ο</sup> έτος	-82.170,17
14 <sup>ο</sup> έτος	-81.103,97
15 <sup>ο</sup> έτος	-80.088,54

16 <sup>ο</sup> έτος	-79.121,47
17 <sup>ο</sup> έτος	-78.200,45
18 <sup>ο</sup> έτος	-77.323,28
19 <sup>ο</sup> έτος	-76.487,89
20 <sup>ο</sup> έτος	-75.692,27
21 <sup>ο</sup> έτος	-74.934,55
22 <sup>ο</sup> έτος	-74.212,90
23 <sup>ο</sup> έτος	-73.525,62
24 <sup>ο</sup> έτος	-72.871,07
25 <sup>ο</sup> έτος	-72.247,68
<b>Ε.Β.Α.</b>	/
<b>Ε.Π.Α.</b>	>25 έτη

Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.9 όλοι οι οικονομικοί δείκτες καταδεικνύουν πως η επένδυση δεν είναι βιώσιμη αφού  $K.P.A < 0$  και  $E.P.A > \text{Διάρκεια ζωής της επένδυσης}$ .

### 5.3.2.2 Αντικατάσταση των κουφωμάτων μονού υαλοπίνακα του κτιρίου με κουφώματα διπλού υαλοπίνακα με διάκενο αέρα και επίστρωση χαμηλής εκπομπής (Low-e)

Η ενέργεια της ακτινοβολίας που απορροφάται από το απλό γυαλί κατά ένα μέρος θερμαίνει το αέριο που βρίσκεται ανάμεσα στις δύο γυάλινες πλάκες, αν πρόκειται για διπλό τζάμι, και το υπόλοιπο, που φτάνει το 84%, το εκπέμπει. Σήμερα όμως χρησιμοποιούνται τζάμια «χαμηλής εκπομπής» τα γνωστά και ως Low-e, όπου το ποσοστό της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας δεν ξεπερνάει το 4%, ενώ το 96% της θερμικής ενέργειας ανακλάται. Τα τζάμια αυτά εμποδίζουν μεγάλο μέρος της θερμικής ακτινοβολίας είτε να εισέρχεται προς το κτίριο, είτε να εκπέμπεται προς το εξωτερικό περιβάλλον με αποτέλεσμα το χειμώνα να μην διαφεύγει θερμότητα προς τα έξω και το καλοκαίρι να μην εισέρχεται προς το εσωτερικό του κτιρίου (Εικόνα 5.7).



Εικόνα 5.7: Τα τζάμια Low-e λειτουργούν ως «καθρέπτες» της θερμικής ακτινοβολίας

Σε αυτό το στάδιο μελετάται η αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων μονού υαλοπίνακα **συνολικής επιφάνειας  $600m^2$**  με νέα κουφώματα (αλουμινίου, χωρίς θερμοδιακοπή) διπλού υαλοπίνακα, με επίστρωση χαμηλής εκπομπής, με πάχος κάθε τζαμιού 4mm και με διάκενο αέρα 12mm. Σύμφωνα με τον Πίνακα 12 της TOTEE 20701-2/2010 **τα νέα κουφώματα έχουν βελτιωμένο συντελεστή θερμοπερατότητας ίσο με  $1,8 W/m^2K$** .

Το κόστος των νέων κουφωμάτων (διπλά τζάμια Low-e, κουφώματα αλουμινίου) μαζί με το κόστος εγκατάστασης ανέρχεται κατά μέσο όρο στα  **$230 €/m^2$** . Έτσι **το συνολικό κόστος της επένδυσης υπολογίζεται ίσο με  $600m^2 \times 230€/m^2 = 138.000€$** .

Στη συνέχεια ακολουθείται η ίδια διαδικασία όπως στην προηγούμενη παράγραφο για τον υπολογισμό της εξοικονομούμενης ενέργειας από την αντικατάσταση των κουφωμάτων. Στον Πίνακα 5.9 υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες Q με τα παλιά κουφώματα όπως και με τα νέα κουφώματα. Σημειώνεται πως υπολογισμοί όπως και πριν έγιναν μόνο για τους μήνες θέρμανσης και ψύξης των χώρων, δηλαδή **10 μήνες**. Συγκεκριμένα δεν λήφθηκαν υπόψη ο μήνας Αύγουστος (το κτίριο είναι κλειστό όλο το μήνα) και ο μήνας Μάιος (ούτε ψύξη αλλά ούτε θέρμανση του κτιρίου). Ως επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικού χώρου λήφθηκε η  **$297K$** .

Πίνακας 5.9: Πίνακας Υπολογισμών Θερμικών Απωλειών κουφωμάτων

Μήνας	$ \Delta\theta $ (K)	Επιφάνεια Κουφωμάτων ( $m^2$ )	Σ.Θ παλιών κουφωμ. ( $W/m^2K$ )	Σ.Θ νέων κουφωμ. ( $W/m^2K$ )	Ώρες λειτουργίας /μήνα (h)	$ Q $ (kWh) Παλιών κουφωμάτων	$ Q $ (kWh) Νέων κουφωμάτων	$\Delta Q$ (kWh)
ΙΑΝ	13,55	600	6	1,80	180	8.780,40	2.634,12	6.146,28
ΦΕΒ	13,25	600	6	1,80	240	11.448	3.434,40	8.013,60
ΜΑΡ	11,55	600	6	1,80	240	9.979,20	2.993,76	6.985,44
ΑΠΡ	7,85	600	6	1,80	240	6.782,40	2.034,72	4.747,68
ΙΟΥΝ	1,55	600	6	1,80	240	1.339,20	401,76	937,44
ΙΟΥΛ	4,25	600	6	1,80	240	3.672	1.101,60	2.570,40
ΣΕΠ	0,45	600	6	1,80	240	388,80	116,64	272,16
ΟΚΤ	4,25	600	6	1,80	240	3.672	1.101,60	2.570,40
ΝΟΕ	8,45	600	6	1,80	240	7.300,80	2.190,24	5.110,56
ΔΕΚ	11,85	600	6	1,80	180	7.678,80	2.303,64	5.375,16

Η εξοικονόμηση ενέργειας από την αντικατάσταση των κουφωμάτων είναι ίση με:

$$\Delta Q = Q_{\text{μονών κουφωμάτων}} - Q_{\text{διπλών κουφωμάτων Low-e}} = 42.729,12 \text{ kWh/y}$$

Όμως το  $\Delta Q$  διαχωρίζεται σε  $\Delta Q_{\text{ψύξης}}$  για τους καλοκαιρινούς μήνες και  $\Delta Q_{\text{θέρμανσης}}$  για τους χειμερινούς μήνες. Έτσι ισχύει:

$$\Delta Q = \Delta Q_{\text{ψύξης}} + \Delta Q_{\text{θέρμανσης}}$$

Σύμφωνα με υπολογισμούς από τον Πίνακα 5.9 είναι :

$$\Delta Q_{\psiύξης} = 3780 \text{ kWh/y}$$

$$\Delta Q_{\thetaέρμανσης} = 38949,12 \text{ kWh/y}$$

Έτσι για τους θερινούς μήνες η εξοικονόμηση  $\Delta Q_{\psiύξης}$  πολλαπλασιάζεται με την **τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος 0,07698€/KWh**, αφού οι χώροι ψύχονται με κατανάλωση ηλεκτρισμού. Για τους χειμερινούς μήνες, που οι χώροι θερμαίνονται κυρίως καταναλώνοντας φυσικό αέριο (η χρήση κλιματιστικών AC για θέρμανση είναι πολύ μικρή), οι απώλειες θερμότητας  $\Delta Q_{\thetaέρμανσης}$  διαιρούνται με **0,8**, που είναι ο προσεγγιστικός μέσος συντελεστής απωλειών του συστήματος και έτσι προκύπτει η κατανάλωση του φυσικού αερίου  $\Delta Q_{\thetaέρμανσης} / 0,8$  σε kWh. Έτσι υπολογίζονται οι συνολικές απώλειες θέρμανσης του συστήματος και πολλαπλασιάζονται με την **τιμή χρέωσης του αερίου 52,6 €/MWh δηλαδή 0,0526 €/kWh**.

Σύμφωνα με τα πιο πάνω υπολογίζεται το ετήσιο οικονομικό όφελος της επένδυσης ως εξής:

*Εξοικονόμηση απο μείωση των αναγκών θέρμανσης:*

$$= \frac{\Delta Q_{\thetaέρμανσης}}{0,8} \times 0,0526 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 2561 \text{ €/y}$$

*Εξοικονόμηση απο μείωση των αναγκών ψύξης:*

$$= \Delta Q_{\psiύξης} \times 0,07698 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 291 \text{ €/y}$$

$$\text{Συνολικό ετήσιο οικονομικό όφελος} = 2561 \text{ €/y} + 291 \text{ €/y} = 2852 \text{ €/y}$$

Στον Πίνακα 5.9 παρουσιάζονται οι οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της βιωσιμότητας της συγκεκριμένης επένδυσης για **διάρκεια ζωής της επένδυσης 25 χρόνια**, επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία 5%, κόστος αρχικής επένδυσης 138.000€, ετήσιο καθαρό όφελος 2852€ και μηδενική υπολειμματική αξία της επένδυσης.

Πίνακας 5.9: Οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης

<b>Αρχικό κόστος επένδυσης (K)</b>	138.000 €
<b>Επιτόκιο αναγωγής (d)</b>	5%
<b>Διάρκεια ζωής της επένδυσης (N)</b>	25 έτη
<b>Ετήσιο καθαρό όφελος (F<sub>t</sub>)</b>	2.852€
<b>Υπολειμματική αξία επένδυσης (SV<sub>N</sub>)</b>	0€
<b>Κ.Π.Α. (€)</b>	
1 <sup>ο</sup> έτος	-135.283,81
2 <sup>ο</sup> έτος	-132.696,96
3 <sup>ο</sup> έτος	-130.233,30
4 <sup>ο</sup> έτος	-127.886,95
5 <sup>ο</sup> έτος	-125.652,33
6 <sup>ο</sup> έτος	-123.524,13
7 <sup>ο</sup> έτος	-121.497,26
8 <sup>ο</sup> έτος	-119.566,92
9 <sup>ο</sup> έτος	-117.728,49
10 <sup>ο</sup> έτος	-115.977,61
11 <sup>ο</sup> έτος	-114.310,11
12 <sup>ο</sup> έτος	-112.722,01
13 <sup>ο</sup> έτος	-111.209,53
14 <sup>ο</sup> έτος	-109.769,08
15 <sup>ο</sup> έτος	-108.397,22
16 <sup>ο</sup> έτος	-107.090,68
17 <sup>ο</sup> έτος	-105.846,36
18 <sup>ο</sup> έτος	-104.661,30
19 <sup>ο</sup> έτος	-103.532,66
20 <sup>ο</sup> έτος	-102.457,78
21 <sup>ο</sup> έτος	-101.434,07
22 <sup>ο</sup> έτος	-100.459,12
23 <sup>ο</sup> έτος	-99.530,59
24 <sup>ο</sup> έτος	-98.646,27
25 <sup>ο</sup> έτος	-97.804,07
<b>Ε.Β.Α.</b>	/
<b>Ε.Π.Α.</b>	>25 έτη

Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.9 όλοι οι οικονομικοί δείκτες καταδεικνύουν πως η επένδυση δεν είναι βιώσιμη αφού  $K.P.A < 0$  και  $E.P.A > \text{Διάρκεια ζωής της επένδυσης}$ .

### 5.3.3 Προτάσεις εξοικονόμησης ενέργειας από την θερμομόνωση του κελύφους

Με την πρόβλεψη της θερμομόνωσης στις κατασκευές εξασφαλίζεται η θερμική άνεση για τους χρήστες των χώρων σε όλη τη διάρκεια του έτους καθώς παρεμποδίζεται η διαφυγή της θερμικής ενέργειας από τον χώρο.

Μία σωστή θερμομόνωση κοστίζει περίπου το 3-5% στο συνολικό κόστος της κατασκευής και μπορεί να μειώσει έως και στο μισό τα έξοδα λειτουργίας θέρμανσης και ψύξης του χώρου.

Με τη σωστή θερμομόνωση το χειμώνα μειώνεται ο ρυθμός με τον οποίο χάνεται η θερμότητα από το κτίριο και το καλοκαίρι μειώνεται ο ρυθμός με τον οποίο εισάγεται η θερμότητα μέσα σε αυτό.

Συνοψίζοντας **μία καλή θερμομόνωση πρέπει να εξασφαλίζει** τα εξής:

- Την οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας με την ταυτόχρονη προστασία του περιβάλλοντος, καθώς μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας μειώνεται αντίστοιχα και η ποσότητα των καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα.
- Την υγιεινή και άνετη διαβίωση των χρηστών του χώρου χωρίς να διαταράσσεται το θερμικό αίσθημα του ανθρώπινου οργανισμού.
- Τον περιορισμό του κόστους κατασκευής κατά την εγκατάσταση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού.
- Την προστασία από τον θόρυβο καθώς η πλειονότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται για θερμομόνωση είναι και ηχομονωτικά.
- Την επιλογή των υλικών που πρέπει να είναι ακίνδυνα για την υγεία του ανθρώπου και οι ιδιότητες τους να είναι εκείνες που να καλύπτουν τις κατά περίπτωση ανάγκες.

Τα **συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά** είναι:

- Εξηλασμένη πολυεστερίνη
- Διογκωμένη πολυεστερίνη
- Υαλοβάμβακας
- Πολυουρεθάνη
- Περλίτης
- Πετροβάμβακας
- Φελλός
- PVC
- Κυψελωτό σκυρόδεμα
- Θερμομονωτικά τούβλα
- Αφρώδες γυαλί

**Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας:** Οι βασικοί τρόποι θερμομόνωσης των τοίχων γίνεται με τέσσερις τρόπους:

- Στο εσωτερικό της επιφάνειας
- στο εξωτερικό
- στον πυρήνα (διάκενο)
- με χρήση θερμομονωτικών τούβλων.

Κάθε τεχνική έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της, όμως σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να παρέχει επαρκή θερμική αντίσταση έτσι ώστε να πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις θερμομόνωσης, να παρέχει ένα συνεχές θερμομονωτικό στρώμα χωρίς θερμογέφυρες, να μην επιτρέπει την διείσδυση του νερού και να παρέχει και μία ελάχιστη προστασία από τον θόρυβο.

**Θερμομόνωση οροφής:** Η οροφή μπορεί να είναι οριζόντια ή κεκλιμένη και το θερμομονωτικό υλικό μπορεί να τοποθετηθεί στην εξωτερική ή στην εσωτερική επιφάνεια της οροφής. Στην εξωτερική επιφάνεια της οροφής το θερμομονωτικό υλικό μπορεί να τοποθετηθεί είτε πάνω είτε κάτω από τη στεγάνωση ανάλογα με τη συμπεριφορά του στην υγρασία. Σε κάθε περίπτωση υπάρχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ανάλογα με τις ανάγκες που θέλουμε να καλύψουμε.

Όπως αναφέρθηκε και στα δυο προηγούμενα κεφάλαια το κτίριο Θεοχάρη κατασκευάστηκε την περίοδο 1954-60 δηλαδή πριν από την ψήφιση του νόμου περί θερμομόνωσης των κτιρίων στην Ελλάδα (ο νόμος ψηφίστηκε το 1979) με αποτέλεσμα να απουσιάζει εντελώς σε αυτό η θερμομονωτική στρώση και ως εκ τούτου να υπάρχουν αυξημένες απώλειες ενέργειας από το κέλυφος του κτιρίου.

Πιο κάτω θα μελετηθούν ως δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας η θερμομόνωση της οροφής του κτιρίου Θεοχάρη αλλά και η θερμομόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας και θα γίνει έλεγχος για την βιωσιμότητα αυτών των επενδύσεων με τους οικονομικούς δείκτες της Κ.Π.Α., του Ε.Β.Α. και της Ε.Π.Α .

### 5.3.3.1 Θερμομόνωση Οροφής κτιρίου Θεοχάρη

Σε αυτό το στάδιο μελετάται η επένδυση για εγκατάσταση θερμομόνωσης στην αμόνωτη οροφή του κτιρίου Θεοχάρη. Συγκεκριμένα μελετάται η τοποθέτηση **ανεστραμμένης θερμομόνωσης** στην οροφή. Ανεστραμμένη ονομάζεται η θερμομόνωση εκείνη στην οποία η στεγανοποίηση βρίσκεται κάτω από την θερμομόνωση και βεβαίως είναι σαφώς πιο προστατευμένη σε σχέση με τη συμβατική μόνωση όπου η στεγανοποίηση ακολουθεί την θερμομόνωση.

Για αυτό τον λόγο είναι απαραίτητη η σωστή στεγανοποίηση του υποστρώματος με ασφαλτόπανο προτού τοποθετηθεί η θερμομόνωση. Στο κτίριο Θεοχάρη το ασφαλτόπανο της οροφής είναι μεγάλης παλαιότητας και θα πρέπει να αντικατασταθεί με νέο. Το κόστος αντικατάστασης του ασφαλτόπανου υπολογίζεται γύρω στα 12 €/m<sup>2</sup>. Η συνολική επιφάνεια της οροφής είναι **1234m<sup>2</sup>** και άρα **το συνολικό κόστος αντικατάστασης του ασφαλτόπανου είναι ίσο με 14.808€.**

Η θερμομόνωση που θα τοποθετηθεί αποτελείται από τα εξής υλικά τα οποία τοποθετούνται με την σειρά που δίνεται:

- Θερμομονωτικά κομμάτια εξηλασμένης πολυστερίνης με  $\lambda=0,035\text{W/m}^2\text{K}$  πάχους 50mm με περιμετρική διαμόρφωση αρμών (πατούρα).
- Αντιαλκαλικό υαλόπλεγμα ενίσχυσης βάρους  $161\text{ gr/m}^2$  και πάχους 2mm.
- Τσιμεντοκονία πάχους 25mm.
- Πλακίδια επίστρωσης (ταρατσόπλακες) πάχους 30mm χωρίς να χρειάζεται κόλληση.

Υπολογίζεται η θερμική αντίσταση των νέων υλικών και προστίθεται στην αντίσταση  $R_{ολ}$  της οροφής που είχε υπολογιστεί στη μελέτη θερμομόνωσης. Με βάση την νέα ολική αντίσταση  $R_{ολ}'$  υπολογίζεται ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας της θερμομονωμένης οροφής.

Στον Πίνακα 5.10 παρουσιάζεται ο υπολογισμός της θερμικής αντίστασης των νέων υλικών.

Πίνακας 5.10: Θερμική αντίσταση των προστιθέμενων υλικών στην οροφή

A/A	Δομικό στοιχείο	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική αντίσταση υλικού $R=d/\lambda$ ( $\text{m}^2\text{ K/W}$ )
1	Εξηλασμένη πολυστερίνη	0,050	0,035	1,430
2	Αντιαλκαλικό υαλόπλεγμα	0,003	0,050	0,060
3	Τσιμεντοκονία	0,030	1,400	0,022
4	Πλακίδια επίστρωσης	0,035	1,050	0,033
<b>Σύνολο:</b>				<b>1,545</b>

Προσθέτοντας την πιο πάνω αντίσταση στην αντίσταση  $R_{ολ}$  της οροφής υπολογίζεται η **συνολική θερμική αντίσταση της θερμομονωμένης οροφής:**

$$R_{ολ}' = R_{ολ} + 1,545 = 0,397 + 1,545 = 1,942 \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

Ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται ίσος με:

$$U' = 1/R_{ολ}' = 0,515 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Παρατηρείται λοιπόν πως με την προσθήκη της ανεστραμμένης θερμομόνωσης στην οροφή του κτιρίου υπάρχει μια μεγάλη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας από  $U=2,520 \text{ W/m}^2\text{K}$  που ήταν πριν την θερμομόνωση, σε  $U'=0,515 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Για τον **υπολογισμό της ετήσιας εξοικονόμησης ενέργειας** ακολουθείται ακριβώς ίδια διαδικασία που αναλύθηκε στην μελέτη αντικατάστασης των υαλοπινάκων. Στον Πίνακα 5.11 υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες Q πριν την θερμομόνωση όπως και μετά την θερμομόνωση της οροφής. Σημειώνεται πως υπολογισμοί όπως και πριν

έγιναν μόνο για τους μήνες θέρμανσης και ψύξης των χώρων, δηλαδή **10 μήνες**. Συγκεκριμένα δεν λήφθηκαν υπόψη ο μήνας Αύγουστος (το κτίριο είναι κλειστό όλο το μήνα) και ο μήνας Μάιος (ούτε ψύξη αλλά ούτε θέρμανση του κτιρίου). Ως επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικού χώρου λήφθηκε η **297K**.

Πίνακας 5.11: Πίνακας Υπολογισμών Θερμικών Απωλειών οροφής

Μήνας	$ \Delta\theta $ (K)	Επιφάνεια Οροφής (m <sup>2</sup> )	Σ.Θ πριν την μόνωση (W/m <sup>2</sup> K)	Σ.Θ μετά την μόνωση (W/m <sup>2</sup> K)	Ώρες λειτουργίας /μήνα (h)	$ Q $ (kWh) πριν την μόνωση	$ Q $ (kWh) μετά την μόνωση	$\Delta Q$ (kWh)
ΙΑΝ	13,55	1.234	2,520	0,515	180	7.584,51	1.550,009	6.034,50
ΦΕΒ	13,25	1.234	2,520	0,515	240	9.888,782	2.020,922	7.867,86
ΜΑΡ	11,55	1.234	2,520	0,515	240	8.620,033	1.761,634	6.858,40
ΑΠΡ	7,85	1.234	2,520	0,515	240	5.858,637	1.197,301	4.661,34
ΙΟΥΝ	1,55	1.234	2,520	0,515	240	1.156,801	236,4097	920,39
ΙΟΥΛ	4,25	1.234	2,520	0,515	240	3.171,874	648,2202	2.523,65
ΣΕΠ	0,45	1.234	2,520	0,515	240	335,8454	68,63508	267,21
ΟΚΤ	4,25	1.234	2,520	0,515	240	3.171,874	648,2202	2.523,65
ΝΟΕ	8,45	1.234	2,520	0,515	240	6.306,431	1.288,814	5.017,62
ΔΕΚ	11,85	1.234	2,520	0,515	180	6.632,947	1.355,543	5.277,40

Η εξοικονόμηση ενέργειας από την θερμομόνωση της οροφής είναι ίση με:

$$\Delta Q = Q_{\text{πριν την μόνωση}} - Q_{\text{μετά την μόνωση}} = 41.952,03 \text{ kWh/y}$$

Όμως το  $\Delta Q$  διαχωρίζεται σε  $\Delta Q_{\text{ψύξης}}$  για τους καλοκαιρινούς μήνες και  $\Delta Q_{\text{θέρμανσης}}$  για τους χειμερινούς μήνες. Έτσι ισχύει:

$$\Delta Q = \Delta Q_{\text{ψύξης}} + \Delta Q_{\text{θέρμανσης}}$$

Σύμφωνα με υπολογισμούς από τον Πίνακα 5.11 είναι :

$$\Delta Q_{\text{ψύξης}} = 3.711,26 \text{ kWh/y}$$

$$\Delta Q_{\text{θέρμανσης}} = 38.240,77 \text{ kWh/y}$$

Έτσι για τους θερινούς μήνες η εξοικονόμηση  $\Delta Q_{\text{ψύξης}}$  πολλαπλασιάζεται με την **τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος 0,07698€/KWh**, αφού οι χώροι ψύχονται με κατανάλωση ηλεκτρισμού. Για τους χειμερινούς μήνες, που οι χώροι θερμαίνονται κυρίως καταναλώνοντας φυσικό αέριο (η χρήση κλιματιστικών AC για θέρμανση είναι πολύ μικρή), οι απώλειες θερμότητας  $\Delta Q_{\text{θέρμανσης}}$  διαιρούνται με **0,8**, που είναι ο προσεγγιστικός μέσος συντελεστής απωλειών του συστήματος και έτσι προκύπτει η κατανάλωση του φυσικού αερίου  $\Delta Q_{\text{θέρμανσης}} / 0,8$  σε kWh. Έτσι υπολογίζονται οι συνολικές απώλειες θέρμανσης του συστήματος και πολλαπλασιάζονται με την **τιμή χρέωσης του αερίου 52,6 €/MWh δηλαδή 0,0526 €/kWh**.

Σύμφωνα με τα πιο πάνω υπολογίζεται το ετήσιο οικονομικό όφελος της επένδυσης ως εξής:

Εξοικονόμηση απο μείωση των αναγκών θέρμανσης:

$$= \frac{\Delta Q_{\theta\epsilon\rho\mu\alpha\nu\sigma\eta\varsigma}}{0,8} \times 0,0526 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 2.514 \text{ €/y}$$

Εξοικονόμηση απο μείωση των αναγκών ψύξης:

$$= \Delta Q_{\psi\upsilon\lambda\eta\varsigma} \times 0,07698 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 286 \text{ €/y}$$

$$\text{Συνολικό ετήσιο οικονομικό όφελος} = 2.514 \frac{\text{€}}{\text{y}} + 286 \frac{\text{€}}{\text{y}} = 2.800 \text{ €/y}$$

Το κόστος της θερμομόνωσης της οροφής εκτιμάται στα  $35\text{€/m}^2$  μαζί με τα εργατικά. Έτσι το συνολικό κόστος για την θερμομόνωση της οροφής του κτιρίου Θεοχάρη υπολογίζεται ίσο με:

$$\text{Κόστος θερμομόνωσης οροφής} = 35 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \times 1.234 \text{ m}^2 = 43.190\text{€}$$

ενώ το συνολικό κόστος της επένδυσης είναι ίσο με:

$$\text{Συνολικό κόστος επένδυσης} = \text{Κόστος αντικατάστασης ασφαλτόπανου} + \text{Κόστος Θερμομόνωσης} = 14.808\text{€} + 43.190\text{€} = 57.998\text{€} \approx 58.000\text{€}$$

Στον Πίνακα 5.12 παρουσιάζονται οι οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της βιωσιμότητας της συγκεκριμένης επένδυσης για *διάρκεια ζωής της επένδυσης 25 χρόνια*, επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία 5%, κόστος αρχικής επένδυσης 58.000€, ετήσιο καθαρό όφελος 2800€ και μηδενική υπολειμματική αξία της επένδυσης.

Πίνακας 5.12: Οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης

Αρχικό κόστος επένδυσης (K)	58.000 €
Επιτόκιο αναγωγής (d)	5%
Διάρκεια ζωής της επένδυσης (N)	25 έτη
Ετήσιο καθαρό όφελος (F <sub>t</sub> )	2.800€
Υπολειμματική αξία επένδυσης (SV <sub>N</sub> )	0€
<b>Κ.Π.Α. (€)</b>	
1 <sup>ο</sup> έτος	-55.333,33
2 <sup>ο</sup> έτος	-52.793,65
3 <sup>ο</sup> έτος	-50.374,91
4 <sup>ο</sup> έτος	-48.071,34

5 <sup>ο</sup> έτος	-45.877,47
6 <sup>ο</sup> έτος	-43.788,06
7 <sup>ο</sup> έτος	-41.798,15
8 <sup>ο</sup> έτος	-39.903,00
9 <sup>ο</sup> έτος	-38.098,10
10 <sup>ο</sup> έτος	-36.379,14
11 <sup>ο</sup> έτος	-34.742,04
12 <sup>ο</sup> έτος	-33.182,90
13 <sup>ο</sup> έτος	-31.698,00
14 <sup>ο</sup> έτος	-30.283,81
15 <sup>ο</sup> έτος	-28.936,96
16 <sup>ο</sup> έτος	-27.654,25
17 <sup>ο</sup> έτος	-26.432,61
18 <sup>ο</sup> έτος	-25.269,16
19 <sup>ο</sup> έτος	-24.161,10
20 <sup>ο</sup> έτος	-23.105,81
21 <sup>ο</sup> έτος	-22.100,77
22 <sup>ο</sup> έτος	-21.143,59
23 <sup>ο</sup> έτος	-20.231,99
24 <sup>ο</sup> έτος	-19.363,80
25 <sup>ο</sup> έτος	-18.536,96
<b>Ε.Β.Α.</b>	/
<b>Ε.Π.Α.</b>	>25 έτη

Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.12 όλοι οι οικονομικοί δείκτες καταδεικνύουν πως η επένδυση δεν είναι βιώσιμη αφού  $K.P.A < 0$  και  $E.P.A > \text{Διάρκεια ζωής της επένδυσης}$ .

### 5.3.3.2 Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας του κτιρίου Θεοχάρη

Σε αυτό το στάδιο μελετάται η θερμομόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας του κτιρίου Θεοχάρη. Μια τέτοια επέμβαση στο κέλυφος το πιο λογικό είναι πως θα γινόταν για ολόκληρο το συγκρότημα κτιρίων δηλαδή και για τα όμορα κτίρια, ωστόσο εδώ θα μελετηθεί η εγκατάσταση εξωτερικής θερμομόνωσης στην επιφάνεια της τοιχοποιίας του κτιρίου Θεοχάρη.

**Η θερμομόνωση της τοιχοποιίας του κελύφους θα γίνει εξωτερικά με πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης.** Η θερμομόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας περιλαμβάνει τα πιο κάτω υλικά τα οποία τοποθετούνται με την σειρά που δίνεται:

- Ινοπλισμένη, τσιμεντοειδούς βάσης κόλλα, ενισχυμένη με πολυμερή συστατικά (ρητίνες) πάχους 5mm
- Θερμομονωτικά κομμάτια εξηλασμένης πολυστερίνης με  $\lambda=0,032W/m^2K$  πάχους 50mm (η στερέωση στην τοιχοποιία γίνεται με βύσματα).

- Βασικό τσιμεντοειδές επίχρισμα πάχους 15mm
- Αντιαλκαλικό υαλόπλεγμα ενίσχυσης βάρους 161 gr/m<sup>2</sup> και πάχους 2mm (έπεται το αστάρωμα)
- Τελικό επίχρισμα ακρυλικής βάσης ενισχυμένο με ρητίνες πάχους 20mm

Υπολογίζεται η θερμική αντίσταση των νέων υλικών και προστίθεται στην αντίσταση  $R_{ολ}$  των αδιαφανών δομικών στοιχείων της εξωτερικής τοιχοποιίας αλλά και των κρεμάσεων των δοκών που είχαν υπολογιστεί στη μελέτη θερμομόνωσης. Με βάση την νέα ολική αντίσταση  $R_{ολ}'$  υπολογίζονται οι νέοι συντελεστές θερμοπερατότητας της εξωτερικής τοιχοποιίας αλλά και των κρεμάσεων των δοκών που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Στον Πίνακα 5.13 παρουσιάζεται ο υπολογισμός της θερμικής αντίστασης των νέων υλικών.

Πίνακας 5.13: Θερμική αντίσταση των προστιθέμενων υλικών στην τοιχοποιία

A/A	Δομικό στοιχείο	Πάχος Υλικού d (m)	Θερμική αγωγιμότητα Υλικού λ (W/mK)	Θερμική αντίσταση υλικού $R=d/\lambda$ (m <sup>2</sup> K/W)
1	Ρητινική κόλλα	0,005	0,190	0,026
2	Εξηλασμένη πολυστερίνη	0,050	0,032	1,563
3	Επίχρισμα τσιμεντοκονίαμα	0,015	1,400	0,011
4	Αντιαλκαλικό Υαλόπλεγμα	0,002	0,050	0,040
5	Τελικό επίχρισμα ακρυλικής βάσης	0,020	0,080	0,250
<b>Σύνολο:</b>				<b>1,890</b>

Προσθέτοντας την πιο πάνω αντίσταση στην αντίσταση  $R_{ολ}$  της εξωτερικής τοιχοποιίας αλλά και στην αντίσταση  $R_{ολ}$  των κρεμάσεων των δοκών που υπολογίστηκαν στην μελέτη θερμομόνωσης του κτιρίου υπολογίζονται:

α) η **συνολική θερμική αντίσταση της θερμομονωμένης εξωτερικής τοιχοποιίας:**

$$R_{ολ}' = R_{ολ, τοίχων} + 1,890 = 0,893 + 1,890 = 2,783 [m^2 K/W]$$

Ο **νέος συντελεστής θερμοπερατότητας** υπολογίζεται ίσος με:

$$U' = 1/R_{ολ}' = 0,360 W/m^2 K$$

Παρατηρείται λοιπόν πως με την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης υπάρχει μια μεγάλη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας από  $U=1,120 W/m^2 K$  που ήταν πριν την θερμομόνωση, σε  $U'=0,360 W/m^2 K$ .

**β) η συνολική θερμική αντίσταση των θερμομονωμένων εξωτερικά κρεμάσεων των δοκών:**

$$R_{ολ}' = R_{ολ, δοκών} + 1,890 = 0,426 + 1,890 = 2,316 [m^2K/W]$$

Ο νέος συντελεστής θερμοπερατότητας υπολογίζεται ίσος με:

$$U' = 1/R_{ολ}' = 0,432 W/m^2K$$

Παρατηρείται λοιπόν πως με την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης υπάρχει μια μεγάλη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας από  $U=2,347 W/m^2K$  που ήταν πριν την θερμομόνωση, σε  $U'=0,432 W/m^2K$ .

Για τον υπολογισμό της ετήσιας εξοικονόμησης ενέργειας ακολουθείται ακριβώς ίδια διαδικασία που αναλύθηκε στην μελέτη αντικατάστασης των υαλοπινάκων. Στους Πίνακες 5.14 και 5.15 υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες Q πριν την θερμομόνωση όπως και μετά την θερμομόνωση εξωτερικά της τοιχοποιίας και των κρεμάσεων των δοκών αντίστοιχα ανάλογα με την επιφάνεια που καταλαμβάνουν στο κέλυφος. Υπολογίστηκε πως η επιφάνεια που θα θερμομονωθεί έχει συνολικό εμβαδό  $2680m^2$  εκ των οποίων τα  $2200m^2$  είναι η επιφάνεια της τοιχοποιίας ενώ τα υπόλοιπα  $480m^2$  είναι οι κρεμάσεις των δοκών. Σημειώνεται πως υπολογισμοί όπως και πριν έγιναν μόνο για τους μήνες θέρμανσης και ψύξης των χώρων, δηλαδή **10 μήνες**. Συγκεκριμένα δεν λήφθηκαν υπόψη ο μήνας Αύγουστος (το κτίριο είναι κλειστό όλο το μήνα) και ο μήνας Μάιος (ούτε ψύξη αλλά ούτε θέρμανση του κτιρίου). Ως επιθυμητή θερμοκρασία εσωτερικού χώρου λήφθηκε η **297K**.

Πίνακας 5.14: Πίνακας Υπολογισμών Θερμικών Απωλειών τοιχοποιίας

Μήνας	$ \Delta\theta $ (K)	Επιφάνεια εξωτερικής τοιχοποιίας ( $m^2$ )	$\Sigma.\theta$ πριν την μόνωση ( $W/m^2K$ )	$\Sigma.\theta$ μετά την μόνωση ( $W/m^2K$ )	Ώρες λειτουργίας /μήνα (h)	$ Q $ (kWh) πριν την μόνωση	$ Q $ (kWh) μετά την μόνωση	$\Delta Q$ (kWh)
ΙΑΝ	13,55	2.200	1,120	0,360	180	6.009,696	1.931,688	4.078,01
ΦΕΒ	13,25	2.200	1,120	0,360	240	7.835,520	2.518,560	5.316,96
ΜΑΡ	11,55	2.200	1,120	0,360	240	6.830,208	2.195,424	4.634,78
ΑΠΡ	7,85	2.200	1,120	0,360	240	4.642,176	1.492,128	3.150,05
ΙΟΥΝ	1,55	2.200	1,120	0,360	240	916,608	294,624	621,98
ΙΟΥΛ	4,25	2.200	1,120	0,360	240	2.513,280	807,840	1.705,44
ΣΕΠ	0,45	2.200	1,120	0,360	240	266,112	85,536	180,58
ΟΚΤ	4,25	2.200	1,120	0,360	240	2.513,280	807,840	1.705,44
ΝΟΕ	8,45	2.200	1,120	0,360	240	4.996,992	1.606,176	3.390,82
ΔΕΚ	11,85	2.200	1,120	0,360	180	5.255,712	1.689,336	3.566,38

Πίνακας 5.15: Πίνακας Υπολογισμών Θερμικών Απωλειών από τις κρεμάσεις των δοκών

Μήνας	$ \Delta\theta $ (K)	Επιφάνεια εξωτερικής τοιχοποιίας (m <sup>2</sup> )	Σ.Θ πριν την μόνωση (W/m <sup>2</sup> K)	Σ.Θ μετά την μόνωση (W/m <sup>2</sup> K)	Ώρες λειτουργίας /μήνα (h)	$ Q $ (kWh) πριν την μόνωση	$ Q $ (kWh) μετά την μόνωση	$\Delta Q$ (kWh)
ΙΑΝ	13,55	480	2,347	0,432	180,000	2747,680	505,751	2.241,929
ΦΕΒ	13,25	480	2,347	0,432	240,000	3582,461	659,405	2.923,056
ΜΑΡ	11,55	480	2,347	0,432	240,000	3122,824	574,802	2.548,022
ΑΠΡ	7,85	480	2,347	0,432	240,000	2122,439	390,666	1.731,773
ΙΟΥΝ	1,55	480	2,347	0,432	240,000	419,080	77,138	341,942
ΙΟΥΛ	4,25	480	2,347	0,432	240,000	1149,091	211,507	937,584
ΣΕΠ	0,45	480	2,347	0,432	240,000	121,668	22,395	99,273
ΟΚΤ	4,25	480	2,347	0,432	240,000	1149,091	211,507	937,584
ΝΟΕ	8,45	480	2,347	0,432	240,000	2284,664	420,526	1.864,138
ΔΕΚ	11,85	480	2,347	0,432	180,000	2402,952	442,299	1.960,653

Η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από τους δυο πιο πάνω πίνακες είναι ίση με :

$$\Delta Q = Q_{\text{πριν την μόνωση}} - Q_{\text{μετά την μόνωση}} = 43.936,5 \text{ kWh/y}$$

Όμως το  $\Delta Q$  διαχωρίζεται σε  $\Delta Q_{\text{ψύξης}}$  για τους καλοκαιρινούς μήνες και  $\Delta Q_{\text{θέρμανσης}}$  για τους χειμερινούς μήνες. Έτσι ισχύει:

$$\Delta Q = \Delta Q_{\text{ψύξης}} + \Delta Q_{\text{θέρμανσης}}$$

Σύμφωνα με υπολογισμούς από τον Πίνακα 5.11 είναι :

$$\Delta Q_{\text{ψύξης}} = 3.386,8 \text{ kWh/y}$$

$$\Delta Q_{\text{θέρμανσης}} = 40.049,7 \text{ kWh/y}$$

Έτσι για τους θερινούς μήνες η εξοικονόμηση  $\Delta Q_{\text{ψύξης}}$  πολλαπλασιάζεται με την **τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος 0,07698€/KWh**, αφού οι χώροι ψύχονται με κατανάλωση ηλεκτρισμού. Για τους χειμερινούς μήνες, που οι χώροι θερμαίνονται κυρίως καταναλώνοντας φυσικό αέριο (η χρήση κλιματιστικών AC για θέρμανση είναι πολύ μικρή), οι απώλειες θερμότητας  $\Delta Q_{\text{θέρμανσης}}$  διαιρούνται με **0,8**, που είναι ο προσεγγιστικός μέσος συντελεστής απωλειών του συστήματος και έτσι προκύπτει η κατανάλωση του φυσικού αερίου  $\Delta Q_{\text{θέρμανσης}} / 0,8$  σε kWh. Έτσι υπολογίζονται οι συνολικές απώλειες θέρμανσης του συστήματος και πολλαπλασιάζονται με την **τιμή χρέωσης του αερίου 52,6 €/MWh δηλαδή 0,0526 €/kWh**.

Σύμφωνα με τα πιο πάνω υπολογίζεται το ετήσιο οικονομικό όφελος της επένδυσης ως εξής:

Εξοικονόμηση απο μείωση των αναγκών θέρμανσης:

$$= \frac{\Delta Q_{\theta\epsilon\rho\mu\alpha\nu\sigma\eta\varsigma}}{0,8} \times 0,0526 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 2.683,3 \text{ €/y}$$

Εξοικονόμηση απο μείωση των αναγκών ψύξης:

$$= \Delta Q_{\psi\upsilon\lambda\eta\varsigma} \times 0,07698 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 260,7 \text{ €/y}$$

$$\text{Συνολικό ετήσιο οικονομικό όφελος} = 2.683,3 \frac{\text{€}}{\text{y}} + 260,7 \frac{\text{€}}{\text{y}} = 2.944 \text{ €/y}$$

Το κόστος της θερμομόνωσης της εξωτερικής επιφάνειας του κτιρίου εκτιμάται στα **40 €/m<sup>2</sup>** μαζί με τα εργατικά. Έτσι το συνολικό κόστος για την θερμομόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας του κτιρίου Θεοχάρη υπολογίζεται ίσο με:

$$\text{Κόστος θερμομόνωσης εξ. τοιχοπ.} = 40 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \times 2.680 \text{ m}^2 = 107.200 \text{ €}$$

Στον Πίνακα 5.16 παρουσιάζονται οι οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της βιωσιμότητας της συγκεκριμένης επένδυσης για **διάρκεια ζωής της επένδυσης 25 χρόνια**, επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία 5%, κόστος αρχικής επένδυσης 107.200€, ετήσιο καθαρό όφελος 2.944€ και μηδενική υπολειμματική αξία της επένδυσης.

Πίνακας 5.16: Οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης

<b>Αρχικό κόστος επένδυσης (K)</b>	107.200 €
<b>Επιτόκιο αναγωγής (d)</b>	5%
<b>Διάρκεια ζωής της επένδυσης (N)</b>	25 έτη
<b>Ετήσιο καθαρό όφελος (F<sub>t</sub>)</b>	2.944€
<b>Υπολειμματική αξία επένδυσης (SV<sub>N</sub>)</b>	0€
<b>Κ.Π.Α. (€)</b>	
1 <sup>ο</sup> έτος	-104.396,19
2 <sup>ο</sup> έτος	-101.725,90
3 <sup>ο</sup> έτος	-99.182,76
4 <sup>ο</sup> έτος	-96.760,72
5 <sup>ο</sup> έτος	-94.454,02
6 <sup>ο</sup> έτος	-92.257,16
7 <sup>ο</sup> έτος	-90.164,92
8 <sup>ο</sup> έτος	-88.172,30
9 <sup>ο</sup> έτος	-86.274,57
10 <sup>ο</sup> έτος	-84.467,21

11 <sup>ο</sup> έτος	-82.745,92
12 <sup>ο</sup> έτος	-81.106,59
13 <sup>ο</sup> έτος	-79.545,32
14 <sup>ο</sup> έτος	-78.058,40
15 <sup>ο</sup> έτος	-76.642,29
16 <sup>ο</sup> έτος	-75.293,61
17 <sup>ο</sup> έτος	-74.009,15
18 <sup>ο</sup> έτος	-72.785,86
19 <sup>ο</sup> έτος	-71.620,82
20 <sup>ο</sup> έτος	-70.511,25
21 <sup>ο</sup> έτος	-69.454,53
22 <sup>ο</sup> έτος	-68.448,12
23 <sup>ο</sup> έτος	-67.489,64
24 <sup>ο</sup> έτος	-66.576,80
25 <sup>ο</sup> έτος	-65.707,43
<b>E.B.A.</b>	/
<b>E.Π.Α.</b>	>25 έτη

Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.16 όλοι οι οικονομικοί δείκτες καταδεικνύουν πως η επένδυση δεν είναι βιώσιμη αφού  $K.P.A < 0$  και  $E.Π.Α > Διάρκεια \ ζωής \ της \ επένδυσης$ .

#### 5.3.4 Πρόταση εγκατάστασης συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (B.E.M.S)

Η εγκατάσταση ενός συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (Building Energy Management System) έχει ως σκοπό την **επιτήρηση ή και τον αυτόματο έλεγχο των ηλεκτρολογικών και μηχανολογικών εγκαταστάσεων ενός κτιρίου**, ώστε να είναι δυνατή η ρύθμιση παραμέτρων και η ανάλυση δεδομένων όλων των εγκαταστάσεων από ένα σταθμό ελέγχου. Παράλληλα, είναι δυνατή η **παρακολούθηση και καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς** των συστημάτων που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο, καθώς και η δημιουργία αρχείου με στατιστικά στοιχεία.

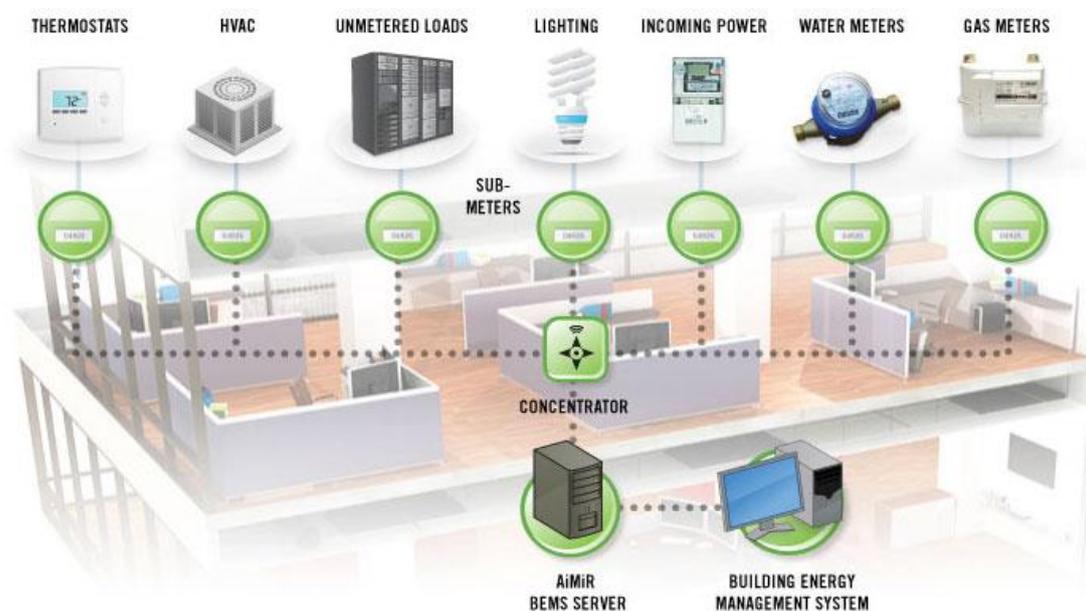
Τα χαρακτηριστικά των συστημάτων B.E.M.S είναι επιγραμματικά είναι:

- Δυνατότητα ταυτόχρονης επεξεργασίας πλήθους μεταβλητών.
- Πλήρης και ταχεία απόκριση σε πληθώρα δεδομένων από πληθώρα μετρητών.
- Μέγιστη ακρίβεια υπολογισμών .
- Πλήρης δυνατότητα παρουσίασης αναφορών.
- Δυνατότητα ορθολογικής αποθήκευσης τεράστιου αριθμού δεδομένων.

Τα σημαντικότερα συστήματα που μπορεί να παρακολουθεί και να ελέγχει ένα σύστημα ενεργειακής διαχείρισης σε ένα κτίριο είναι τα εξής:

- Συστήματα Κλιματισμού
- Συστήματα θέρμανσης και τροφοδοσίας ζεστού νερού
- Παθητικά συστήματα (αίθρια, αερισμός)
- Ανοίγματα, σκίαστρα
- Εγκατάσταση φωτισμού
- Συστήματα δροσισμού
- Ηλεκτρικές καταναλώσεις
- Υποσταθμό ενέργειας - συλλογή στοιχείων και μεγεθών ενέργειας
- Ποιότητα αέρα, συστήματα εξαερισμού
- Εγκαταστάσεις ασφαλείας
- Αντλιοστάσιο όμβριων και λυμάτων

Το σύστημα αποτελείται από ένα Κεντρικό Σταθμό Παρακολούθησης και Ελέγχου, τα αισθητήρια όργανα, τις συσκευές εκτέλεσης εντολών P.L.C.s, καθώς και τις συνδετήριες καλωδιώσεις. **Ο προγραμματισμός και ο χειρισμός του συστήματος γίνεται μέσω του κεντρικού σταθμού ελέγχου.** Σε ορισμένους τομείς, η λειτουργία και η επιλογή διαφόρων καταστάσεων λειτουργίας μπορεί να γίνει μέσω επιμέρους χειριστηρίων τοποθετημένα σε κατάλληλα σημεία του κτιρίου. Στην Εικόνα 5.8 παρουσιάζεται η δομή ενός τυπικού συστήματος B.E.M.S.



Εικόνα 5.8: Δομή ενός συστήματος B.E.M.S

Το BEMS δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να έχει την εποπτεία όλου του κτιρίου σε μία οθόνη Η/Υ, καθώς και να μελετά και να οργανώνει τα χρονοπρογράμματα και ένα προσεκτικό σενάριο λειτουργίας του κτιρίου. Έτσι, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας και καλή λειτουργία των υφιστάμενων στον έλεγχο συστημάτων.

Σύμφωνα με στοιχεία που διατίθενται από διεθνή βιβλιογραφία, η εγκατάσταση ενός συστήματος B.E.M.S σε ένα κτίριο μπορεί να επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας η οποία ανέρχεται σε 10% - 35% της ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας του κτιρίου.

Πιο κάτω μελετήθηκε η βιωσιμότητα της επένδυσης για εγκατάσταση ενός συστήματος BEMS στο κτίριο Θεοχάρη. Το **συνολικό κόστος της επένδυσης** ανέρχεται στα **50.000€** ενώ η το ετήσιο οικονομικό όφελος από την επένδυση θεωρήθηκε ως το 15% επί της ετήσιας καταναλισκόμενης ενέργειας του κτιρίου (208,6 MWh/y) και υπολογίστηκε ίσο με:

**Ετήσιο οικονομικό όφελος:**

$$= 15\% \times 208,6 \times 10^3 \frac{kWh}{y} \times 0,07698 \frac{\text{€}}{kWh} = 2.408,7 \text{ €/y}$$

Αφαιρώντας από το πιο πάνω ποσό τα έξοδα συντήρησης του συστήματος 200€/y για ενδεχόμενη αναβάθμιση λογισμικού, αντικατάσταση χαλασμένων αισθητήρων προκύπτει το **τελικό ετήσιο οικονομικό όφελος ίσο με 2.208,7€**.

Εδώ να σημειωθεί πως στην πραγματικότητα το ετήσιο όφελος της επένδυσης αναμένεται να είναι πιο μεγάλο από το παραπάνω, αφού στην εκτιμώμενη ετήσια κατανάλωση του κτιρίου δεν συνυπολογίστηκαν οι καταναλώσεις για την χρήση του εργαστηριακού εξοπλισμού αλλά ούτε και της θέρμανσης.

Στον Πίνακα 5.17 παρουσιάζονται οι οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της βιωσιμότητας της συγκεκριμένης επένδυσης για **διάρκεια ζωής της επένδυσης 25 χρόνια**, επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία 5%, κόστος αρχικής επένδυσης 50.000€, ετήσιο καθαρό όφελος 2.208,7€ και μηδενική υπολειμματική αξία της επένδυσης.

Πίνακας 5.17: Οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης

<b>Αρχικό κόστος επένδυσης (K)</b>	50.000 €
<b>Επιτόκιο αναγωγής (d)</b>	5%
<b>Διάρκεια ζωής της επένδυσης (N)</b>	25 έτη
<b>Ετήσιο καθαρό όφελος (F<sub>t</sub>)</b>	2.208,70€
<b>Υπολειμματική αξία επένδυσης (SV<sub>N</sub>)</b>	0€
<b>Κ.Π.Α. (€)</b>	
1 <sup>ο</sup> έτος	-47.896,48
2 <sup>ο</sup> έτος	-45.893,12
3 <sup>ο</sup> έτος	-43.985,16
4 <sup>ο</sup> έτος	-42.168,06
5 <sup>ο</sup> έτος	-40.437,48
6 <sup>ο</sup> έτος	-38.789,32
7 <sup>ο</sup> έτος	-37.219,64
8 <sup>ο</sup> έτος	-35.724,70
9 <sup>ο</sup> έτος	-34.300,95
10 <sup>ο</sup> έτος	-32.945,00
11 <sup>ο</sup> έτος	-31.653,62
12 <sup>ο</sup> έτος	-30.423,74

13 <sup>ο</sup> έτος	-29.252,42
14 <sup>ο</sup> έτος	-28.136,87
15 <sup>ο</sup> έτος	-27.074,45
16 <sup>ο</sup> έτος	-26.062,62
17 <sup>ο</sup> έτος	-25.098,97
18 <sup>ο</sup> έτος	-24.181,21
19 <sup>ο</sup> έτος	-23.307,15
20 <sup>ο</sup> έτος	-22.474,72
21 <sup>ο</sup> έτος	-21.681,92
22 <sup>ο</sup> έτος	-20.926,88
23 <sup>ο</sup> έτος	-20.207,79
24 <sup>ο</sup> έτος	-19.522,94
25 <sup>ο</sup> έτος	-18.870,70
<b>E.B.A.</b>	/
<b>E.Π.A.</b>	>25 έτη

Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.17 όλοι οι οικονομικοί δείκτες καταδεικνύουν πως η επένδυση δεν είναι βιώσιμη αφού  $K.P.A < 0$  και  $E.Π.A > \text{Διάρκεια ζώης της επένδυσης}$ .

### 5.3.5 Πρόταση εγκατάστασης Φ/Β συστήματος στην οροφή του κτιρίου

Προτείνεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος στην οροφή του κτιρίου Θεοχάρη και διασύνδεση του με το δίκτυο της Δ.Ε.Η.. Επειδή το πολυτεχνείο είναι καταναλωτής μέσης τάσης, αυτό θα πρέπει να γίνει μέσω ξεχωριστής γραμμής σύνδεσης με την πλησιέστερη γραμμή χαμηλής τάσης. **Η εξοικονόμηση ενέργειας από την επένδυση αυτή προκύπτει από την πώληση της παραγόμενης ενέργειας από τα φ/β πλαίσια στην Δ.Ε.Η.**

Η οροφή του κτιρίου Θεοχάρη έχει οριζόντια κλίση συνολική επιφάνεια  $1234\text{m}^2$  αλλά δεν είναι όλη η επιφάνεια αυτή εκμεταλλεύσιμη (πχ: ύπαρξη καμινάδων) για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων. Η ελεύθερη επιφάνεια της οροφής του κτιρίου Θεοχάρη είναι περίπου  $900\text{m}^2$ . Στην μελέτη που ακολουθεί θεωρήθηκε ότι η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών έγινε μόνο στην ανατολική πτέρυγα της οροφής η οποία έχει εμβαδόν  $450\text{m}^2$  περίπου. Ωστόσο θα πρέπει να προνοηθεί και ελεύθερος χώρος κίνησης και μια λογική απόσταση από το περιμετρικό στηθαίο του δώματος για να μην υπάρχει σκίαση των φ/β πλαισίων. Έτσι θεωρήθηκε ως **εκμεταλλεύσιμη επιφάνεια της οροφής για εγκατάσταση φ/β πλαισίων τα  $350\text{m}^2$  ενώ η επιφάνεια που θα καταλαμβάνουν τα φωτοβολταϊκά είναι ακόμη μικρότερη γύρω στα  $250\text{m}^2$**  λόγω της προβλεπόμενης απόστασης μεταξύ των συστοιχιών (strings) για αποφυγή σκίασης.



Εικόνα 5.9: Εγκατάσταση φ/β πλαισίων σε οριζόντιας κλίσης οροφή

Η παραγόμενη ενέργεια από τα φ/β πλαίσια εγχέεται στο δίκτυο και αγοράζεται από τον διαχειριστή του δικτύου. Η τιμή πώλησης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας, «κλειδώνει» τη στιγμή που υπογράφεται η σύμβαση αγοραπωλησίας με το ΔΕΣΜΗΕ. Στη συνέχεια το έργο πρέπει να έχει ολοκληρωθεί μέσα σε 18 μήνες. Αν για οποιοδήποτε λόγο καθυστερήσει η εγκατάσταση του φ/β συστήματος, με αποτέλεσμα να μπει σε λειτουργία μετά την πάροδο των 18 μηνών, θα λάβει τη νέα μειωμένη τιμή πώλησης της παραγόμενης κιλοβατώρας που θα ισχύει τότε.

Στη μελέτη που ακολουθεί θεωρήθηκε ότι η σύμβαση αγοραπωλησίας υπογράφεται τον Φεβρουάριο του 2012 και το φ/β σύστημα τίθεται σε λειτουργία εντός 18 μηνών. Επομένως από τον Πίνακα 5.18 προκύπτει ότι για διασυνδεδεμένο σύστημα ισχύος <100kW η **τιμή πώλησης της παραγόμενης κιλοβατώρας είναι 375,74€**.

Πίνακας 5.18: Τιμή πώλησης κιλοβατώρας από Φ/Β σταθμούς [πηγή: ΔΕΣΜΗΕ]

ΕΤΟΣ ΜΗΝΑΣ	ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ		ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ Γ (ανεξαρτήτως ισχύος)
	A	B	
	>100kW	<=100kW	
2010 Αύγουστος	392,04	441,05	441,05
2011 Φεβρουάριος	372,83	419,43	419,43
2011 Αύγουστος	351,01	394,89	394,89
2012 Φεβρουάριος	338,81	375,54	375,54
2012 Αύγουστος	314,27	353,55	353,55
2013 Φεβρουάριος	298,87	336,23	336,23
2013 Αύγουστος	281,38	316,55	316,55
2014 Φεβρουάριος	268,94	302,56	302,56
2014 Αύγουστος	260,97	293,59	293,59
Για κάθε έτος ν από το 2015 και μετά	1,3*μΟΤΣ <sub>ν-1</sub>	1,4*μΟΤΣ <sub>ν-1</sub>	1,4*μΟΤΣ <sub>ν-1</sub>

μΟΤΣ<sub>ν-1</sub>: Μέση Οριακή Τιμή Συστήματος κατά το προηγούμενο έτος ν-1

Οι τιμές του Πίνακα 5.18 :

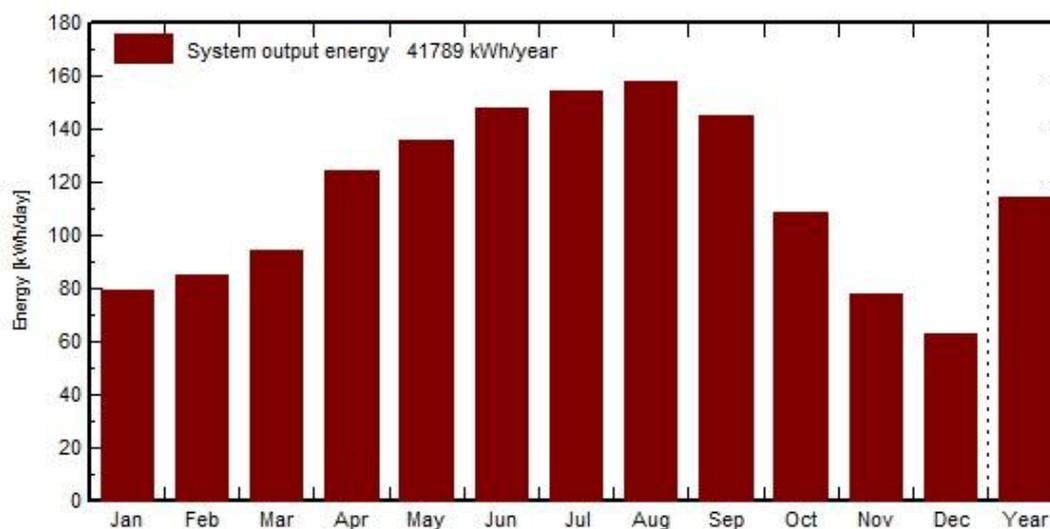
α) μπορεί να **μεταβάλλονται** με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης που εκδίδεται μετά από γνώμη της ΡΑΕ. Για την μεταβολή αυτή λαμβάνονται κυρίως υπόψη η διείσδυση των Φωτοβολταϊκών σταθμών στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, ο βαθμός επίτευξης των εθνικών στόχων διείσδυσης των ΑΠΕ και οι επιπτώσεις για τον καταναλωτή από τη σχετική επιβάρυνση λόγω του ειδικού τέλους ΑΠΕ και,

β) **αναπροσαρμόζονται κάθε έτος, κατά ποσοστό 25% του δείκτη τιμών καταναλωτή (πληθωρισμός) του προηγούμενου έτους, όπως αυτός καθορίζεται από την Τράπεζα της Ελλάδος.** Αν η τιμή που αναφέρεται στον παραπάνω πίνακα αναπροσαρμοσμένη κατά τα ανωτέρω, είναι μικρότερη της μέσης Οριακής Τιμής του Συστήματος, όπως αυτή διαμορφώνεται κατά το προηγούμενο έτος, προσαυξημένη κατά 30%, 40% και 40% αντίστοιχα για τις περιπτώσεις Α, Β και Γ του ανωτέρω πίνακα, η τιμολόγηση γίνεται με βάση τη μέση Οριακή Τιμή του Συστήματος του προηγούμενου έτους, προσαυξημένη κατά τους αντίστοιχους ως άνω συντελεστές.

Από το πρόγραμμα προσομοίωσης φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων PVSYST V5.53.1 για εγκατάσταση φ/β πλαισίων που θα καταλαμβάνουν συνολική επιφάνεια 250m<sup>2</sup> στην οροφή του κτιρίου Θεοχάρη. Τα αποτελέσματα που έδωσε το λογισμικό προσομοίωσης παρουσιάζονται πιο κάτω.

Θα εγκατασταθούν φ/β πλαίσια μονοκρυσταλλικού-Si **συνολικής ονομαστικής ισχύος 30 kW<sub>p</sub>** τα οποία για την ηλιοφάνεια της αττικής και για κλίση τοποθέτησης 30°, θα αποδώσουν για το 1<sup>ο</sup> έτος λειτουργίας συνολική ενέργεια **41,8MWh/y**.

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης με το λογισμικό PVSYST V5.53.1 παρουσιάζονται αναλυτικά στην Εικόνα 5.9 όπως και στον Πίνακα 5.19.



Εικόνα 5.9: Μέση ημερήσια παραγόμενη ενέργεια για όλους τους μήνες του έτους

Πίνακας 5.19: Μέση ημερησία παραγόμενη ενέργεια ανά μήνα και συνολική παραγωγή ενέργειας ανά μήνα του 1<sup>ου</sup> έτους λειτουργίας των φ/β πλαισίων

	Gl. horiz. kWh/m <sup>2</sup> .day	Coll. Plane kWh/m <sup>2</sup> .day	System output kWh/day	System output kWh
Jan.	2.13	3.27	79.03	2450
Feb.	2.64	3.52	85.06	2382
Mar.	3.35	3.91	94.43	2927
Apr.	4.90	5.15	124.5	3734
May	5.87	5.61	135.7	4205
June	6.70	6.11	147.6	4429
July	6.87	6.37	154.0	4773
Aug.	6.45	6.55	158.2	4906
Sep.	5.17	6.01	145.2	4355
Oct.	3.42	4.49	108.5	3363
Nov.	2.20	3.21	77.54	2326
Dec.	1.68	2.59	62.58	1940
Year	4.29	4.74	114.5	41789

Μετά το 1<sup>ο</sup> έτος λειτουργίας η παραγόμενη ενέργεια αναπροσαρμόζεται για κάθε έτος λειτουργίας κατά **-0,5%** λόγω της μείωσης απόδοσης των φ/β στοιχείων πυριτίου.

**Το συνολικό κόστος της επένδυσης** (αγορά φ/β, inverters, καλωδιώσεις, αντικεραυνική προστασία, εγκατάσταση) έχει υπολογιστεί από το λογισμικό και ανέρχεται στις **185.950€**.

**Η διάρκεια ζωής της επένδυσης εκτιμάται στα 25 χρόνια.** Στην παρούσα μελέτη έγινε η παραδοχή ότι ο πληθωρισμός παραμένει σταθερός και ίσος με **3%**. Στον Πίνακα 5.20 η τιμή πώλησης της kWh αναπροσαρμόζεται ετησίως κατά **25% του πληθωρισμού** και υπολογίζονται έτσι οι ετήσιες καθαρές ταμειακές ροές για κάθε έτος λειτουργίας. Οι καθαρές ταμειακές ροές ανάγονται με επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία 5% για την εύρεση των οικονομικών δεικτών.

Πίνακας 5.20: Υπολογισμός Καθαρών Ταμειακών ροών και ανηγμένων ΚΤΡ για διάρκεια ζωής της επένδυσης ίση με 25 έτη

Έτος	Αναπροσαρμοσμένη στον πληθωρισμό Τιμή πώλησης της κιλοβατώρας (€)	Ετήσια Παραγόμενη Ενέργεια (kWh)	Κ.Τ.Ρ. (€)	Ανηγμένη Κ.Τ.Ρ. (€)
1	0,376	41.789,000	15.712,664	14.964,442
2	0,379	41.580,055	15.751,356	14.286,945
3	0,382	41.372,155	15.790,144	13.640,120
4	0,385	41.165,294	15.829,027	13.022,580
5	0,387	40.959,467	15.868,006	12.432,998
6	0,390	40.754,670	15.907,081	11.870,109
7	0,393	40.550,897	15.946,253	11.332,704
8	0,396	40.348,142	15.985,520	10.819,629

9	0,399	40.146,402	16.024,885	10.329,783
10	0,402	39.945,670	16.064,346	9.862,115
11	0,405	39.745,941	16.103,904	9.415,619
12	0,408	39.547,212	16.143,560	8.989,338
13	0,411	39.349,475	16.183,314	8.582,357
14	0,414	39.152,728	16.223,165	8.193,801
15	0,417	38.956,964	16.263,115	7.822,836
16	0,421	38.762,180	16.303,162	7.468,667
17	0,424	38.568,369	16.343,309	7.130,532
18	0,427	38.375,527	16.383,554	6.807,705
19	0,430	38.183,649	16.423,899	6.499,495
20	0,433	37.992,731	16.464,343	6.205,238
21	0,437	37.802,767	16.504,886	5.924,303
22	0,440	37.613,754	16.545,530	5.656,087
23	0,443	37.425,685	16.586,273	5.400,015
24	0,447	37.238,556	16.627,117	5.155,535
25	0,450	37.052,364	16.668,061	4.922,125

Στον Πίνακα 5.21 παρουσιάζονται οι οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της βιωσιμότητας της συγκεκριμένης επένδυσης για **διάρκεια ζωής της επένδυσης 25 χρόνια**, επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία 5%, κόστος αρχικής επένδυσης 185.950€, ετήσιες Κ.Τ.Ρ. αυτές του Πίνακα 5.20 και μηδενική υπολειμματική αξία της επένδυσης.

Πίνακας 5.21: Οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης της επένδυσης

<b>Αρχικό κόστος επένδυσης (K)</b>	185.950 €
<b>Επιτόκιο αναγωγής (d)</b>	5%
<b>Διάρκεια ζωής της επένδυσης (N)</b>	25 έτη
<b>Ετήσιο καθαρό όφελος (F<sub>t</sub>)</b>	Κ.Τ.Ρ από Πίνακα 5.20
<b>Υπολειμματική αξία επένδυσης (SV<sub>N</sub>)</b>	0€
<b>Κ.Π.Α. (€)</b>	
1 <sup>ο</sup> έτος	-170.985,558
2 <sup>ο</sup> έτος	-156.698,613
3 <sup>ο</sup> έτος	-143.058,493
4 <sup>ο</sup> έτος	-130.035,913
5 <sup>ο</sup> έτος	-117.602,915
6 <sup>ο</sup> έτος	-105.732,806
7 <sup>ο</sup> έτος	-94.400,102
8 <sup>ο</sup> έτος	-83.580,473
9 <sup>ο</sup> έτος	-73.250,689
10 <sup>ο</sup> έτος	-63.388,575
11 <sup>ο</sup> έτος	-53.972,955
12 <sup>ο</sup> έτος	-44.983,617
13 <sup>ο</sup> έτος	-36.401,260

14 <sup>ο</sup> έτος	-28.207,460
15 <sup>ο</sup> έτος	-20.384,623
16 <sup>ο</sup> έτος	-12.915,957
17 <sup>ο</sup> έτος	-5.785,425
18 <sup>ο</sup> έτος	10.22,280
19 <sup>ο</sup> έτος	75.21,775
20 <sup>ο</sup> έτος	13.727,012
21 <sup>ο</sup> έτος	19.651,315
22 <sup>ο</sup> έτος	25.307,402
23 <sup>ο</sup> έτος	30.707,417
24 <sup>ο</sup> έτος	35.862,952
25 <sup>ο</sup> έτος	40.785,077
<b>E.B.A.</b>	7,06%
<b>E.Π.Α.</b>	17,85 έτη

Όπως παρατηρείται από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.21 όλοι οι οικονομικοί δείκτες καταδεικνύουν πως η επένδυση είναι βιώσιμη αφού  $K.P.A > 0$ ,  $E.B.A. > d$  και  $E.Π.A < \text{Διάρκεια ζωής της επένδυσης}$ .

#### 5.4 Άλλες δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας

Πιο κάτω αναφέρονται συνοπτικά μερικές δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας που δεν εξετάζονται με τους οικονομικούς δείκτες για την βιωσιμότητα τους:

- Αντικατάσταση των κλιματιστικών παλαιού τύπου με νέα κλιματιστικά inverter ενεργειακής κλάσης A. Τα νέα κλιματιστικά καταναλώνουν μικρότερη ενέργεια από τα παλιά που είναι πιο ενεργοβόρα και έτσι μπορεί να εξοικονομηθεί ένα μεγάλο ποσό ενέργειας ειδικά τους καλοκαιρινούς μήνες όπου η χρήση των κλιματιστικών είναι αυξημένη. Ωστόσο το κόστος αγοράς των νέων κλιματιστικών είναι υψηλό. Συγκεκριμένα αναφέρεται πως ένα κλιματιστικό inverter απόδοσης 24000Btu κοστίζει γύρω στα 1000€ ενώ ένα κλιματιστικό απόδοσης 12000Btu κοστίζει γύρω στα 650€.
- Τα κλιματιστικά θα πρέπει να καθαρίζονται και να συντηρούνται συχνά (αλλαγή φίλτρων) ώστε να αυξάνεται η απόδοση των κλιματιστικών αλλά και να μην διατρέχουν κινδύνους υγείας οι χρήστες των χώρων. Επίσης με την ρύθμιση των κλιματιστικών σε μια υποφερτή θερμοκρασία χώρου το καλοκαίρι πχ: 24° C και όχι πιο κάτω από αυτή, μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια που καταναλώνεται άσκοπα.
- Συντήρηση κεντρικού συστήματος θέρμανσης του κτιρίου και εξαέρωση των σωμάτων θέρμανσης. Με το τρόπο αυτό μπορεί να αυξηθεί η απόδοση του συστήματος θέρμανσης (απόδοση καυστήρα) αλλά και να αυξηθεί η θερμική άνεση των χώρων του κτιρίου. Επίσης θα μπορούσε με μικρό κόστος να μονωθεί ο λέβητας και οι σωληνώσεις ώστε να μειωθούν οι απώλειες ενέργειας.
- Τακτική συντήρηση και καθαρισμός των λαμπτήρων και των φωτιστικών. Η απόδοση μίας εγκατάστασης φωτισμού μειώνεται με τη πάροδο του χρόνου λόγω της επικάλυψης ρύπων στις επιφάνειες των φωτιστικών και των λαμπτήρων

καθώς και της γήρανσης των λαμπτήρων και των ballast. Ο καθαρισμός των φωτιστικών κάθε έτος αλλά και η αντικατάσταση λαμπτήρων οι οποίοι με τα χρόνια δεν αποδίδουν ικανοποιητικά μπορεί να αυξήσει την φωτεινότητα και να μειωθούν οι ανάγκες για χρήση φωτιστικών αλλά και ενέργειας. Επίσης σε αρκετούς κοινόχρηστους χώρους θα μπορούσε να γίνει προσπάθεια μείωσης της άσκοπης ενέργειας για φωτισμό.

- Έλεγχος και επισκευή/μόνωση φθαρμένων κουφωμάτων, υαλοπινάκων ώστε να μειωθούν οι απώλειες ενέργειας από τα σημεία αυτά προς το εξωτερικό περιβάλλον.
- Προσπάθεια αποφυγής σπατάλης ενέργειας από την άσκοπη λειτουργία συσκευών σε κατάσταση αναμονής ή και σε κατάσταση «off».
- Εγκατάσταση φίλτρων για τη μείωση των αρμονικών που παρατηρήθηκαν με τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να επιφέρει μείωση των απωλειών ενέργειας που αυτές προκαλούν.
- Φύτευση του δώματος μπορεί να επιφέρει αξιόλογη εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι και 30% της κατανάλωσης ενέργειας για ψύξη και θέρμανση στον τελευταίο όροφο του κτιρίου. Κοστίζει περίπου 100€/m<sup>2</sup> αλλά προϋποθέτει την ύπαρξη καλής υγραμόνωσης στην οροφή προτού φυτευτεί το δώμα.

## 5.5 Διαμόρφωση προτάσεων

Στον Πίνακα 5.22 που ακολουθεί παρατίθενται συγκεντρωτικά οι επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης που μελετήθηκαν αναλυτικά σε αυτό το κεφάλαιο, καθώς και τα αποτελέσματα που πρόεκυψαν από τον έλεγχο της βιωσιμότητας αυτών των επενδύσεων με τους οικονομικούς δείκτες της Κ.Π.Α., του Ε.Β.Α. και της Ε.Π.Α.

Πίνακας 5.22: Αποτελέσματα χρηματοοικονομικής ανάλυσης των επεμβάσεων ενεργειακής βελτίωσης

A/A	Επέμβαση Ενεργειακής Βελτίωσης	Διάρκεια Ζωής (έτη)	Αρχικό κόστος (€)	Ετήσια Εξοικον. Ενέργειας (kWh/y)	Ετήσιο Οικονομ. Όφελος (€)	Κ.Π.Α. (€)	Ε.Β.Α. (%)	Ε.Π.Α. (έτη)
1	Αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού	N=10	387,10	3.454	265,90	1.666,11	68,3	1,55
2	Αντικατάσταση προβολέων οροφής με προβολείς LED	N=15	1.320	6.336	487,75	3.742,68	37,0	2,98
3	Αντικατάσταση λαμπτήρων σε κοινόχρηστους χώρους με λαμπτήρες με ενσωματωμένο αισθητήρα	N=10	850	1.635,2	125,90	122,17	8	8,44
4	Αντικατάσταση συμβατικών με	N=10	9.187,4	5.873,7	452,16	-5.695,94	/	>10

	ηλεκτρονικά ballast							
5	Αντικατάσταση κουφωμάτων με κουφώμ. με διπλό τζάμι και διάκενο αέρα	N=25	102.000	32.555,52	2.111	-72.247,68	/	>25
6	Αντικατάσταση κουφωμάτων με κουφώματα με διπλό τζάμι Low-e	N=25	138.000	42.729,12	2.852	-97.804,07	/	>25
7	Ανεστραμμένη θερμομόνωση οροφής και αντικατάσταση ασφαλτόπανου	N=25	58.000	41.952,03	2.800	-18.536,96	/	>25
8	Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας	N=25	107.200	43.936,50	2.944	-65.707,43	/	>25
9	Εγκατάσταση B.E.M.S	N=25	50.000	30.480	2.208,70	-18.870,70	/	>25
10	Εγκατάσταση Φ/Β συστήματος στην οροφή	N=25	185.950	Πώληση 41,8 MWh/y Για το 1 <sup>ο</sup> έτος	15.712,66 Για το 1 <sup>ο</sup> έτος	40.785,08	7,06	17,85

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.22 προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Οικονομικά βιώσιμες επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης βρέθηκαν πως είναι 1) η αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού 2) η αντικατάσταση των προβολέων ιωδίνης στην οροφή του κτιρίου με εξωτερικούς προβολείς LED αντίστοιχης φωτεινότητας 3) η αντικατάσταση των λαμπτήρων σε κοινόχρηστους χώρους όπου παρατηρήθηκε άσκοπη χρήση φωτισμού και ειδικότερα στους χώρους υγιεινής, με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού με ενσωματωμένο αισθητήρα κίνησης και χρονοδιακόπτη 4) η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος στην οροφή του κτιρίου Θεοχάρη.
- Από τις οικονομικά βιώσιμες επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης στο κτίριο Θεοχάρη εξαιρετικά καλούς οικονομικούς δείκτες φαίνεται να έχει η απλή αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού αλλά και η αντικατάσταση των προβολέων εξωτερικού φωτισμού. Η εγκατάσταση Φ/Β στην οροφή του κτιρίου είναι επίσης αρκετά συμφέρουσα αφού έχει την μεγαλύτερη Κ.Π.Α. και αποδίδει το μεγαλύτερο οικονομικό όφελος ανά έτος αλλά θα αργήσει να αποδώσει πίσω στον επενδυτή το μεγάλο αρχικό κόστος της επένδυσης. Η αντικατάσταση των λαμπτήρων στους κοινόχρηστους χώρους και ειδικότερα στους χώρους υγιεινής είναι η λιγότερο συμφέρουσα αφού το όφελος δεν είναι τόσο μεγάλο σε σχέση με το αρχικό κόστος της επένδυσης.
- Οικονομικά μη βιώσιμες επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης κρίθηκαν πως είναι οι επεμβάσεις θερμομόνωσης της τοιχοποιίας και της οροφής όπως και η αντικατάσταση των κουφωμάτων με ενεργειακά κουφώματα διπλών υαλοπινάκων και χαμηλής επίστρωσης Low-e. Επίσης μη βιώσιμη επέμβαση

βρέθηκε πως είναι η εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων B.E.M.S.

- Από τις οικονομικά μη βιώσιμες επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης χειρότερη επένδυση φαίνεται να είναι η αντικατάσταση των κουφωμάτων με άλλα με διπλό υαλοπίνακα και επίστρωση χαμηλής εκπομπής Low-e. Επίσης η αντικατάσταση των κουφωμάτων με κουφώματα που φέρουν διπλό υαλοπίνακα με διάκενο αέρα είναι η δεύτερη χειρότερη επένδυση που μπορεί να γίνει. Οι επενδύσεις για αντικατάσταση των κουφωμάτων είναι μη βιώσιμες κυρίως λόγω του μεγάλου κόστους της αρχικής επένδυσης. Εδώ σημειώνεται πως το κόστος αυτό θα ήταν πολύ μικρότερο αν δεν ήταν αναγκαία η αλλαγή των πλαισίων των κουφωμάτων αλλά μόνο των υαλοπινάκων που φέρουν αυτά. Δυστυχώς όμως τα παλιά μεταλλικά πλαίσια των κουφωμάτων στο κτίριο Θεοχάρη δεν είναι συμβατά με την πράξη αυτή και θα πρέπει να αντικατασταθούν μαζί με τους υαλοπίνακες. Σημειώνεται επίσης πως παρά τη μη οικονομική βιωσιμότητα τους οι επενδύσεις αυτές επιφέρουν μεγάλα πόσα εξοικονόμησης ενέργειας και ρύπων προς το περιβάλλον.
- Η επένδυση για την μόνωση της εξωτερικής τοιχοποιίας με πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης δεν είναι βιώσιμη οικονομικά παρόλο που προσφέρει ένα μεγάλο ετήσιο οικονομικό όφελος. Το αρχικό κόστος αυτής της επένδυσης είναι απαγορευτικά μεγάλο σε σύγκριση με το οικονομικό όφελος της ωστόσο είναι η επένδυση που μπορεί να επιφέρει την μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας ανά έτος.
- Η επένδυση για εγκατάσταση ανεστραμμένης θερμομόνωσης στην οροφή του κτιρίου Θεοχάρη κρίθηκε οικονομικά μη βιώσιμη ωστόσο πρέπει να τονιστεί πως η επένδυση αυτή θα ήταν αποδοτικότερη και ίσως οικονομικά βιώσιμη εάν στην οροφή του κτιρίου προϋπήρχε καλή στεγανοποίηση. Η στεγανοποίηση αυτή είναι απαραίτητη πριν την θερμομόνωση και προστέθηκε στο αρχικό κόστος της επένδυσης αυξάνοντας την κατά 14.808€.
- Η αντικατάσταση των ηλεκτρομαγνητικών ballast με ηλεκτρονικά προϋποθέτει μεγάλο αρχικό κόστος για την επένδυση ενώ δεν αποφέρει τα αναμενόμενα κέρδη από την εξοικονόμηση της ενέργειας.
- Η επένδυση για την εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης B.E.M.S. στο κτίριο Θεοχάρη κρίθηκε μη βιώσιμη οικονομικά. Ωστόσο σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί πως η διάρκεια ζωής ενός συστήματος B.E.M.S. είναι από 25 μέχρι 30 χρόνια και η αξιολόγηση της επένδυσης έγινε για το ελάχιστο  $N=25$  χρόνια. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι το ετήσιο οικονομικό όφελος από την εγκατάσταση B.E.M.S. αναμένεται να είναι μεγαλύτερο από αυτό που λήφθηκε διότι η εκτιμημένη από την ενεργειακή επιθεώρηση ετήσια κατανάλωση ενέργειας του κτιρίου αναμένεται να είναι μεγαλύτερη, αφού στην εκτίμηση δεν λήφθηκαν υπόψη οι καταναλώσεις των εργαστηριακών μηχανών αλλά ούτε και η κατανάλωση ενέργειας του κεντρικού συστήματος θέρμανσης λόγω έλλειψης στοιχείων από μετρητές.

Αξίζει να σημειωθεί ότι στην χρηματοοικονομική ανάλυση που έγινε για όλες τις επεμβάσεις θεωρήθηκε σταθερή η τιμή αγοράς της κιλοβατώρας από την Δ.Ε.Η. (εκτός από την περίπτωση των φ/β όπου αναπροσαρμόζεται ανάλογα με τον πληθωρισμό) όπως και η τιμή αγοράς του Φ.Α από Δ.Ε.Π.Α.. Στην πραγματικότητα οι τιμές αυτές τείνουν να αυξάνουν με τον χρόνο με αποτέλεσμα να είναι και πιο αποδοτικές οι επενδύσεις αφού το οικονομικό όφελος από μια επέμβαση ενεργειακής εξοικονόμησης θα αυξηθεί και αυτό.

## ***Κεφάλαιο 6:***

# ***Συμπεράσματα και Προοπτικές***



## 6.1 Συμπεράσματα

Η διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης στο κτίριο Θεοχάρη στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής, αποδείχτηκε ιδιαίτερα χρήσιμη για τον σχηματισμό μιας σαφούς εικόνας για το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου, καθώς και στον σχηματισμό άποψης ως προς την κατεύθυνση λήψης μέτρων από την υλοποίηση των οποίων θα προκύψει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και αντίστοιχο οικονομικό όφελος, χάρη στην ορθότερη και αποδοτικότερη χρήση αυτής για την λειτουργία του κτιρίου.

Στο κτίριο Θεοχάρη δεν υπήρχαν εγκατεστημένοι μετρητές για το φυσικό αέριο που καταναλώνεται αλλά ούτε και ξεχωριστό τιμολόγιο από Δ.Ε.Π.Α. Αντίστοιχα για τον ηλεκτρισμό δεν υπήρχαν μόνιμοι αναλυτές ενέργειας ούτε και ξεχωριστό τιμολόγιο από την Δ.Ε.Η (υπάρχει ενιαίο τιμολόγιο για όλη την Πολυτεχνειούπολη).

Έτσι το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου που πρόεκυψε από την επιθεώρηση ενέργειας (η οποία έγινε σύμφωνα με τα πρότυπα του Κ.Ε.Ν.Α.Κ και των αντίστοιχων Τ.Ο.Τ.Ε.Ε) δεν είναι πλήρες, καθώς δεν περιλαμβάνει την θερμική ενέργεια που χρησιμοποιείται για την λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης με Φ.Α.. Επίσης στην ενεργειακή εκτίμηση δεν περιλαμβάνονται οι ηλεκτρικές καταναλώσεις για την λειτουργία του εργαστηριακού εξοπλισμού, αλλά ούτε και των κυκλοφορητών/καυστήρων της κεντρικής θέρμανσης καθώς υπήρξε αδυναμία εκτίμησης των καταναλώσεων αυτών λόγω έλλειψης στοιχείων για την ισχύ τους αλλά και για την πραγματική διάρκεια φορτίου αυτών. Για τους πιο πάνω λόγους δεν πραγματοποιήθηκε κατάταξη του κτιρίου σε ενεργειακή κατηγορία σύμφωνα με τον Κ.Ε.Ν.Α.Κ..

Κατά την διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης βρέθηκαν χώροι στους οποίους γίνεται άσκοπη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό όπως οι κοινόχρηστοι χώροι και ειδικότερα οι χώροι υγιεινής του κτιρίου στους οποίους και μελετήθηκε η εγκατάσταση λαμπτήρων με ενσωματωμένο αισθητήρα. Επίσης χώροι επιφάνειας 3% επί της συνολικής επιφάνειας ήταν αδύνατο να καταγραφούν λόγω έλλειψης πρόσβασης σε αυτούς (μόνιμα κλειστοί χώροι). Σε αυτούς τους χώρους η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θεωρήθηκε μηδενική αφού σπάνια χρησιμοποιούνται.

Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που πρόεκυψε από την ενεργειακή επιθεώρηση είναι **208,6 MWh/y** και ο δείκτης ηλεκτρικής ενέργειας ίσος με **30,9  $\frac{kWh}{m^2 \cdot \epsilon\tau\omicron\varsigma}$** . Παρατηρείται από σύγκριση με άλλες διπλωματικές εργασίες με το ίδιο θέμα πως τα μεγέθη αυτά είναι αρκετά μειωμένα σε σχέση με άλλα κτίρια της Πολυτεχνειούπολης. Αυτό συμβαίνει πρώτον διότι το κτίριο έχει χαμηλότερη επισκεψιμότητα από χρήστες σε σχέση με άλλα κτίρια και δεύτερον διότι δεν έχουν ληφθεί υπόψη οι καταναλώσεις ενέργειας για την καύση του Φ.Α. για τους σκοπούς θέρμανσης του κτιρίου.

Μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας (ίση με το 1/3 της συνολικής) βρέθηκε πως χρησιμοποιείται για την λειτουργία των Η/Υ κυρίως λόγω της ύπαρξης του Cluster στο κτίριο αλλά και των 8 servers που έχουν συνεχή λειτουργία κατά την διάρκεια όλου του έτους.

Εξίσου μεγάλη κατανάλωση ενέργειας βρέθηκε να έχει η χρήση των κλιματιστικών για σκοπούς ψύξης. Αναφέρεται πως η συντριπτική πλειοψηφία των κλιματιστικών (AC split units) είναι παλαιού τύπου και θα έπρεπε να μελετηθεί η αντικατάστασή τους σε επιλεγμένους χώρους που έχουν μεγάλη κατανάλωση, με νέας τεχνολογίας κλιματιστικά που θα έχουν καλύτερη απόδοση. Ωστόσο αυτή η επέμβαση δεν μελετήθηκε οικονομικά διότι αναμένεται να μην αποδώσει λόγω του μεγάλου κόστους που έχουν οι νέες μονάδες.

Επίσης μεγάλη κατανάλωση ενέργειας χρησιμοποιείται για τον φωτισμό των χώρων όπου έχει παρατηρηθεί και άσκοπη χρήση σε μερικούς από αυτούς. Ο φωτισμός του κτιρίου γίνεται κυρίως από παλαιούς σωληνωτούς λαμπτήρες φθορισμού T8 με ηλεκτρομαγνητικά ballast. Επίσης στο κτίριο υπάρχουν αρκετοί λαμπτήρες πυράκτωσης οι οποίοι καταναλώνουν μεγάλη ενέργεια. Οι λαμπτήρες αυτοί τείνουν να αποσύρονται με αποφάσεις της Ε.Ε όπως η 2005/32/EC και της αναθεώρησης αυτής με την 2009/245/EC. Έχουν γίνει προτάσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό των χώρων και οι περισσότερες από αυτές είναι οικονομικά βιώσιμες.

Σημειώνεται πως στην εκτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης έγινε μια συντηρητική εκτίμηση των καταναλώσεων των συσκευών σε κατάσταση αναμονής αλλά και σε κατάσταση «Off».

Τέλος με την εγκατάσταση του αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας για ένα 10ήμερο του χειμώνα επιβεβαιώθηκε η εκτίμηση που έγινε μέσω της ενεργειακής επιθεώρησης για την συνολική ενέργεια του κτιρίου όπως και για το φορτίο βάρσης αυτού.

Στην μελέτη της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου που έγινε στο Κεφάλαιο 3 πρόεκυψε πως **ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου είναι ίσος με  $U_m=1,956 [ W/m^2K ]$**  δηλαδή μεγαλύτερο από το επιτρεπτό όριο που είναι  $1,09 [ W/m^2K ]$ . Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως το κτίριο είναι παλιάς κατασκευής και δεν φέρει θερμομονωτική στρώση σε κανένα δομικό του στοιχείο αδιαφανές και διαφανές. Έγιναν προτάσεις για την εγκατάσταση θερμομόνωσης της οροφής, του κελύφους, αλλά και των κορυφωμάτων.

Με την θερμογράφιση του κτιρίου που έγινε τον χειμώνα εντοπίστηκαν αρκετά προβλήματα στο κτίριο αλλά και επιβεβαιώθηκε η μη ύπαρξη θερμομόνωσης με τις έντονες θερμογέφυρες που εντοπίστηκαν.

Από την ανάλυση καυσαερίων πρόεκυψε πως οι δυο λέβητες είναι σε καλή κατάσταση επίπεδα (μετρήσεις μέσα στα όρια της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010). Στον αριστερό λέβητα **θα πρέπει να αυξηθεί το ποσοστό του  $CO_2$  στα καυσαέρια ώστε να φτάσει το κατώτερο όριο** και να γίνει καλύτερη η καύση. Προτείνεται η **συχνή συντήρηση και επιτήρηση του συστήματος κεντρικής θέρμανσης**. Επίσης μια δράση εξοικονόμησης ενέργειας χαμηλού κόστους θα μπορούσε να είναι η **μόνωση του λέβητα και των σωληνώσεων ώστε να μειωθούν οι απώλειες ενέργειας**. Επίσης όπως παρατηρήθηκε από τον αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας η θέρμανση του κτιρίου είναι ρυθμισμένη πολύ νωρίς κάθε πρωί (5:45) ώστε όταν εισέλθουν οι χρήστες του κτιρίου σε αυτό να υπάρχει μια θερμική άνεση. Αυτή η πολιτική ακολουθείται σε όλα τα κτίρια της Πολυτεχνειούπολης αλλά στο συγκεκριμένο κτίριο παρατηρείται ότι **ο**

*χρονοδιακόπτης* είναι ρυθμισμένος εξαιρετικά νωρίς και **θα μπορούσε να ρυθμιστεί λίγο αργότερα** (πχ: στις 6:30 αφού οι περισσότεροι χρήστες καταφθάνουν μετά τις 8:00) **ώστε να εξοικονομείται ενέργεια.**

Υπάρχουν πολύ καλές προοπτικές εξοικονόμησης ενέργειας εάν γίνουν οι **επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης** που μελετήθηκαν διεξοδικά στο Κεφάλαιο 5 και συγκεκριμένα εκείνες **που είναι οικονομικά βιώσιμες.**

Συγκεκριμένα κρίνεται απαραίτητη **η άμεση αντικατάσταση των λαμπτήρων πυράκτωσης** με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού όπως **και η αντικατάσταση των εξωτερικών προβολέων ιωδίνης** με προβολείς LED αφού οι επενδύσεις αυτές δεν προϋποθέτουν μεγάλο αρχικό κόστος και οι οικονομικοί δείκτες αυτών είναι εξαιρετικά καλοί.

Επίσης η επένδυση για **εγκατάσταση Φ/Β πλαισίων στην οροφή** αποδίδει το μεγαλύτερο οικονομικό όφελος αλλά προϋποθέτει μεγάλο αρχικό κόστος και το αποδίδει σε βάθος χρόνου.

Θα μπορούσε επίσης να εξοικονομηθεί ενέργεια με την απλή **συντήρηση και τον καθαρισμό των κλιματιστικών και των φωτιστικών του κτιρίου** ώστε να αυξάνεται η απόδοσή τους και να αποφεύγεται σπατάλη ενέργειας.

Όπως παρατηρείται από τα πιο πάνω υπάρχουν πολλές προοπτικές ενεργειακής βελτίωσης της λειτουργίας του κτιρίου. Βασικός παράγοντας για την αποδοτική και οικονομική λειτουργία ενός κτιρίου είναι ο παράγοντας της **εύλογης χρήσης από τον άνθρωπο.** Συγκεκριμένα με μια συντηρητική παραδοχή υπολογίστηκαν πολύ μεγάλα πόσα ενέργειας από την **αχρείαστη λειτουργία των συσκευών σε κατάσταση «αναμονής» και σε κατάσταση «off»,** και από την **άσκοπη χρήση φωτισμού** σε κοινόχρηστους χώρους. Έτσι θα πρέπει πάντα να υπάρχει συνεχής ευαισθητοποίηση και πρόνοια για λογική και μη άσκοπη χρήση ενέργειας.

## 6.2 Προοπτικές

Όπως αναφέρθηκε και πριν στο κτίριο Θεοχάρη δεν υπάρχουν εγκατεστημένοι μετρητές για το φυσικό αέριο και **δεν υπάρχει ξεχωριστό τιμολόγιο από Δ.Ε.Π.Α.** για το κτίριο. Αυτό έχει ως συνέπεια να είναι **αναγκαία η εγκατάσταση μετρητών φυσικού αέριου** στο σύστημα της κεντρικής θέρμανσης ώστε να υπάρχουν στοιχεία για την κατανάλωση του. Έτσι θα είναι δυνατή η εκτίμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας και το κόστος που έχει η θέρμανση των χώρων του κτιρίου με το Φ.Α., και θα είναι πιο ολοκληρωμένη η ενεργειακή επιθεώρηση που διενεργείται.

Επειδή *δεν υπάρχει διαθέσιμο τιμολόγιο της Δ.Ε.Η.* για το κτίριο Θεοχάρη αλλά ούτε μετρητές ενέργειας είναι αναγκαία η *μόνιμη εγκατάσταση αναλυτή ηλεκτρικής ενέργειας* στο κτίριο ώστε να υπάρχει για όλο το έτος μια εικόνα για την κατανάλωση του κτιρίου. Ειδικότερα θα μπορούσε να εγκατασταθεί και μόνιμος μετρητής της ενέργειας στο εργαστήριο Αντοχής Υλικών, στο μηχανουργείο και στα άλλα εργαστήρια που έχουν ενεργοβόρο εξοπλισμό ώστε να υπάρχει μια εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης των εργαστηριακών μηχανών.

Το ασφαλόπανο της οροφής του κτιρίου Θεοχάρη είναι αρκετά παλιό και σύντομα θα είναι απαραίτητη η αντικατάστασή του. Αυτό θα μπορούσε να είναι μια ευκαιρία και για την εφαρμογή ανεστραμμένης θερμομόνωσης στην οροφή του κτιρίου. Η επένδυση αυτή επιφέρει μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας όμως κρίθηκε πως δεν είναι βιώσιμη διότι έγινε συνυπολογισμός του κόστους της απαραίτητης στεγανοποίησης του δώματος πρώτα. Έτσι θα πρέπει να μελετηθεί περαιτέρω με έρευνα αγοράς εάν η επένδυση αυτή θα καταστεί συμφέρουσα για τον επενδυτή.

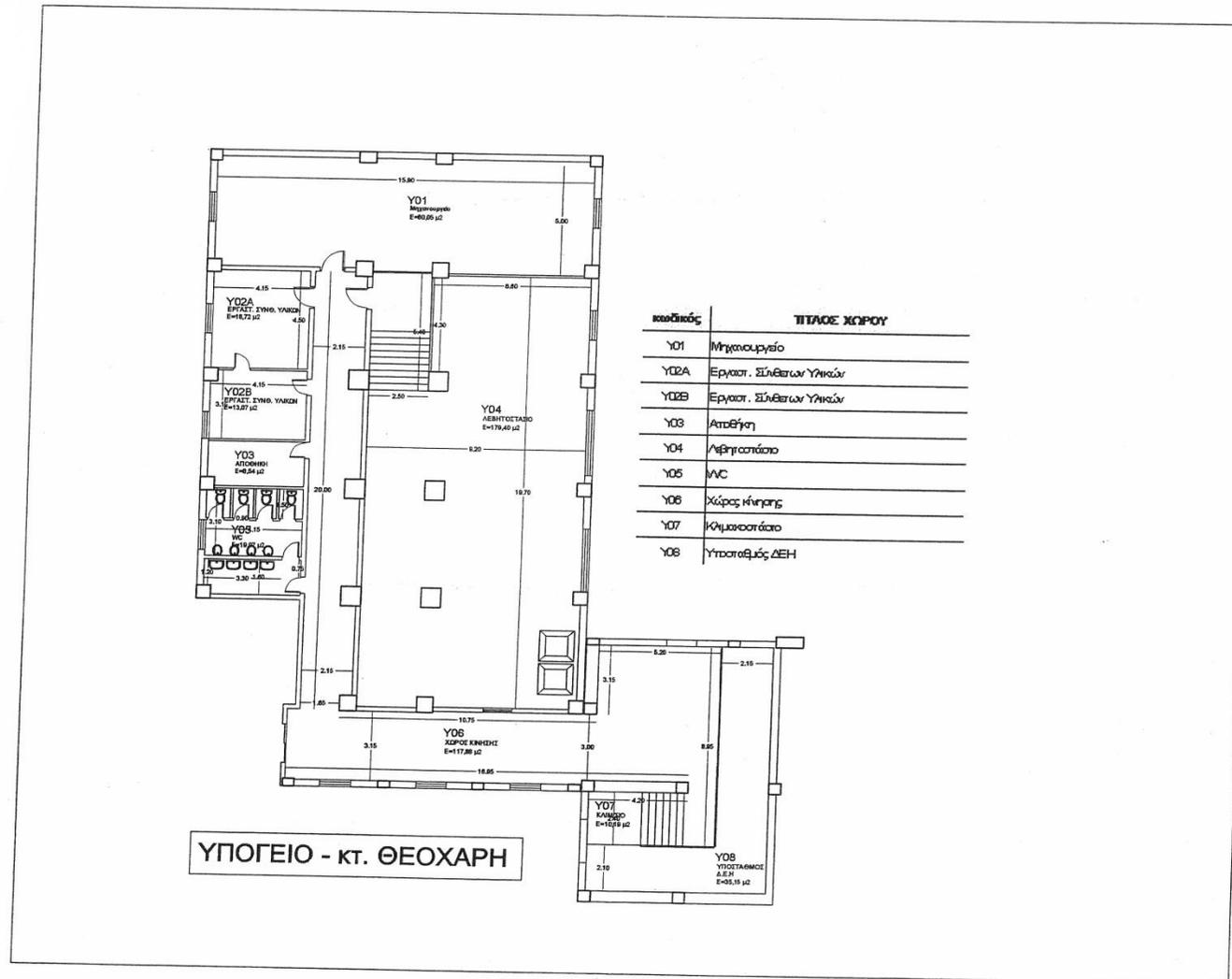
Ο *περαιτέρω έλεγχος των προβληματικών σημείων* που εντοπίστηκαν με τη θερμογράφιση και την *επισκευή σημείων φθοράς και ρωγμών, όπως και η μόνωση των κουφωμάτων και των χαραμάδων που έχουν,* θα μπορούσε να επιφέρει όφελος για τις συνθήκες του κτιρίου, αλλά και θα αποφευχθούν απώλειες ενέργειας λόγω διείσδυσης κρύου αέρα και στο να αποφευχθεί μεγαλύτερη πρόκληση ζημιάς στο κτίριο μελλοντικά.

Τέλος αναφέρεται πως έγιναν προτάσεις και για άλλες επενδύσεις με προοπτική εξοικονόμησης ενέργειας (πχ. η αντικατάσταση των παλιών κλιματιστικών με νέας τεχνολογίας κλιματιστικά μεγαλύτερης απόδοσης) χωρίς να μελετηθούν περαιτέρω. Καλό θα ήταν να εξεταστούν αυτές οι προτάσεις περαιτέρω ούτως ώστε να εκτιμηθεί το ενεργειακό και οικονομικό όφελος που προκύπτει από αυτές.

# ***ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ***

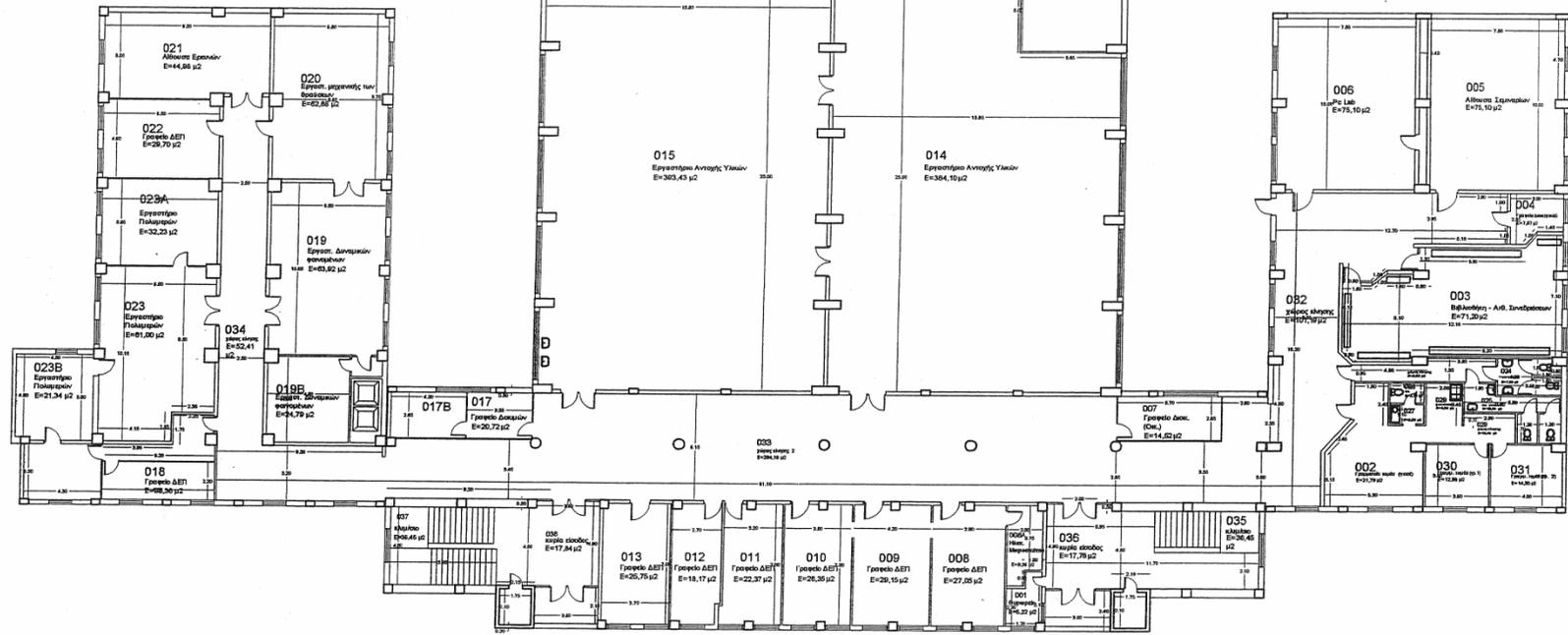


## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΚΑΤΟΨΕΙΣ ΤΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ

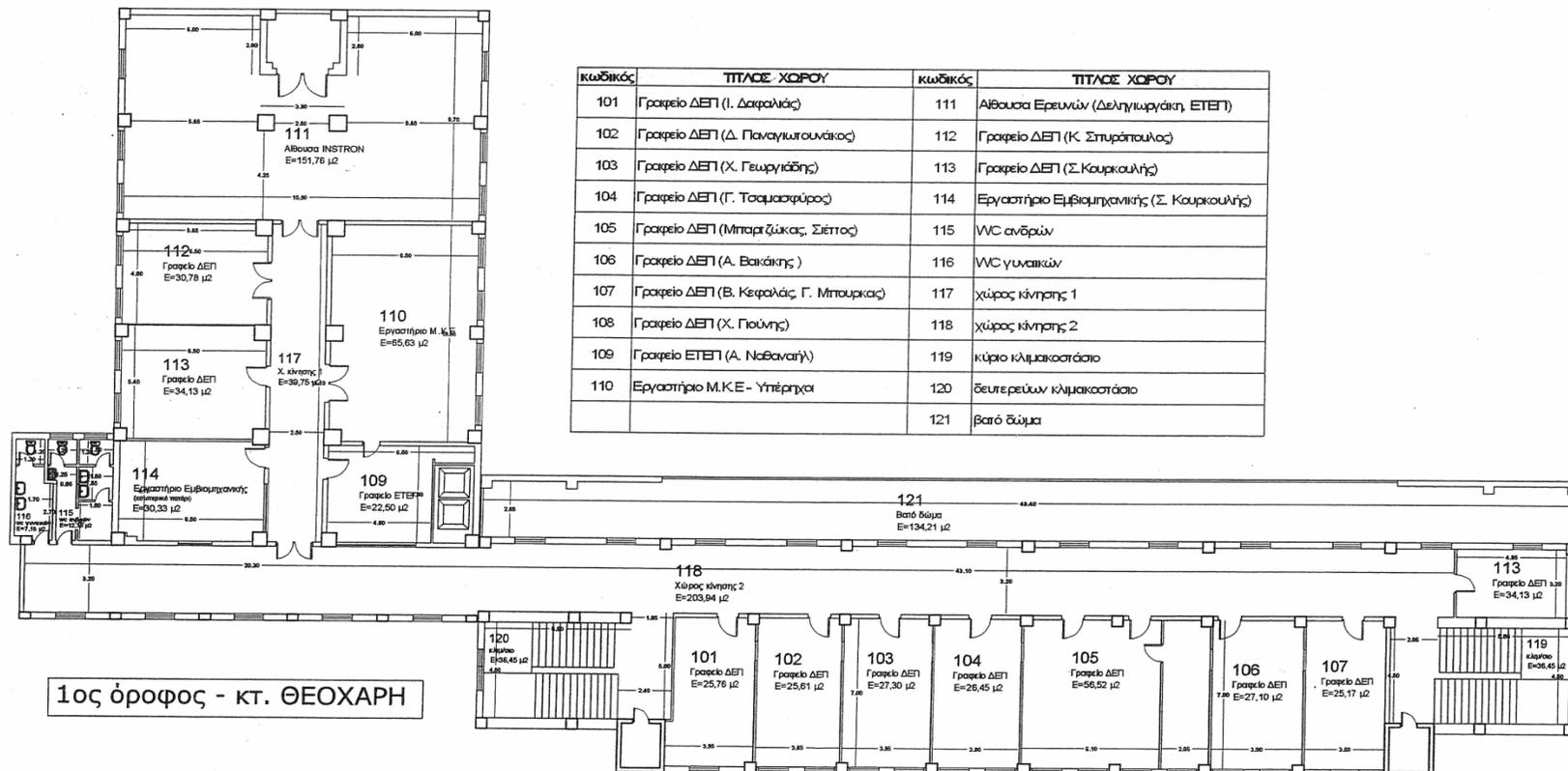


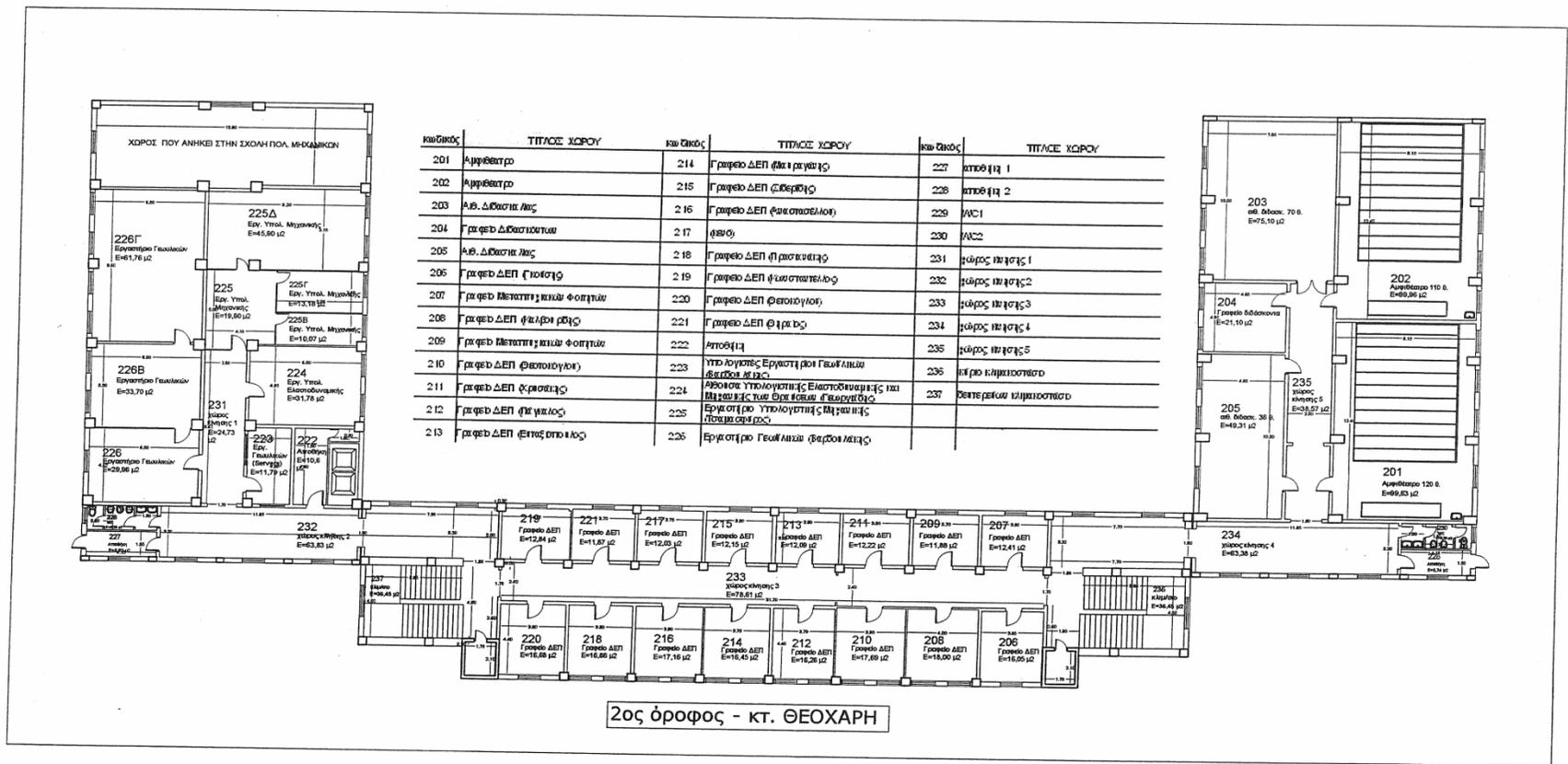
κωδικός	ΤΙΤΛΟΣ ΧΩΡΟΥ	κωδικός	ΤΙΤΛΟΣ ΧΩΡΟΥ
001	Φυρμόριο	011	Γραφείο ΔΕΠ (Πέτης)
002	Γραμματεία Τομέα Μηχανικής (γκισ)	012	Γραφείο ΔΕΠ (Λαζουλας)
003	Βιβλιοθήκη - Αίθουσα Συνεδρίσεων	013	Σπουδαστήριο Γεωμηχανικής (Ι. Βαρθολαίχη)
004	Γραφείο Διοικητικό (Ι. Σκεκλάκης)	014	Εργαστήριο Αντοχής των Υλικών
005	Αίθουσα Σεμιναρίων	015	Εργαστήριο Αντοχής των Υλικών
006	Αίθουσα Υπολογιστών Τομέα Μηχανικής	016	Εργαστήριο Αντοχής των Υλικών
007	Οικονομική Υπηρεσία	017	Γραφείο Δοκιμών (Γ. Καρόβας)
008	Ηλεκτρονικό Μικροκόσμο	018	Γραφείο ΔΕΠ (Γ. Σπηθής, Ε. Δραύγκα)
009	Γραφείο ΔΕΠ (Κυριακούλης - Σιασνάκης)	019	Εργαστήριο Δυναμικών Φαινομένων (Βασιλοπούλα)
010	Γραφείο ΔΕΠ (Ανδριανόπουλος)	020	Εργαστήριο Μηχανικής των Θραύσεων (Ανδριανόπουλος)

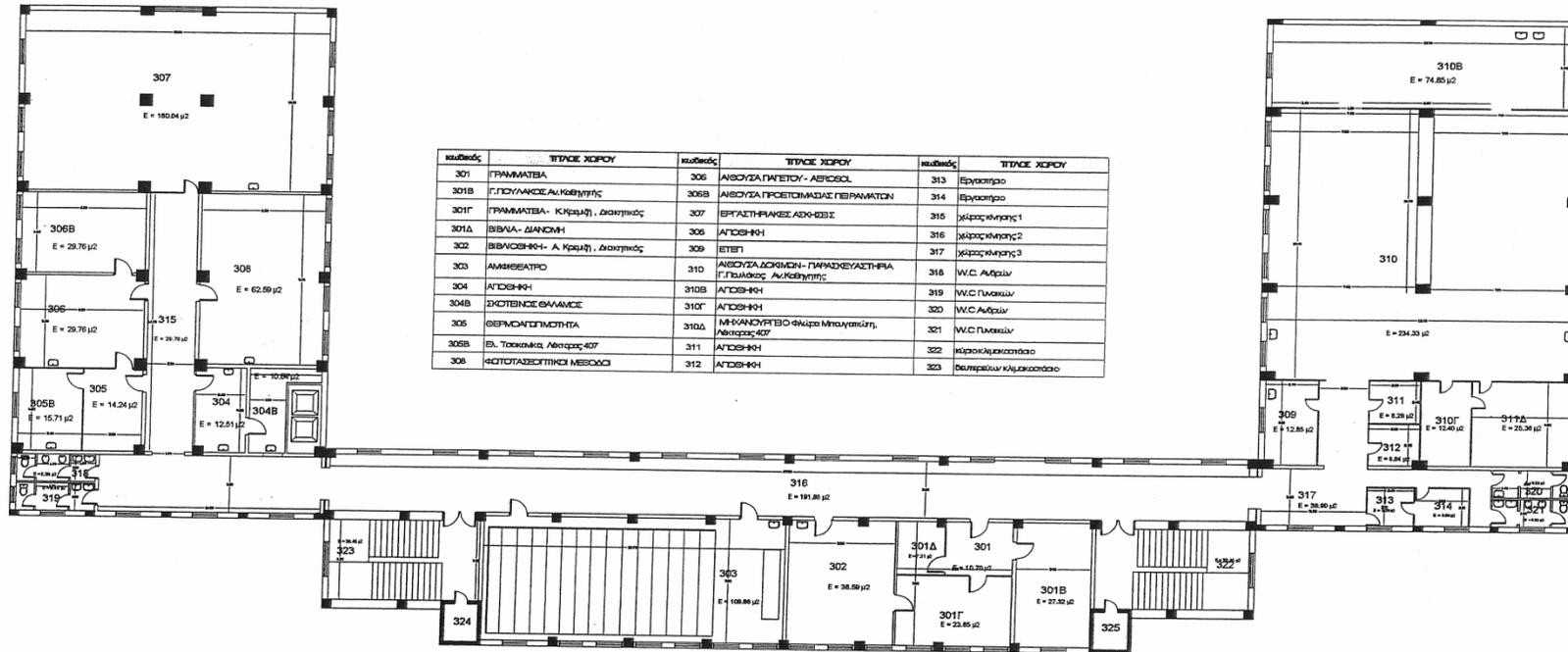
κωδικός	ΤΙΤΛΟΣ ΧΩΡΟΥ	κωδικός	ΤΙΤΛΟΣ ΧΩΡΟΥ
021	Αίθουσα Εργασιών	031	Γραφείο Γραμματείας 2
022	Γραφείο ΔΕΠ1 (Γ. Παπαδόπουλος)	032	χώρος κίνησης 1 (κεία τμήματα)
023	Εργαστήριο Πολυμερών και Σύνθετων Υλικών (Ε. Καραλής)	033	χώρος κίνησης 2 (χώρος διόδου)
024	W.C Ανδρών	034	χώρος κίνησης 3
025	W.C Γυναικών	035	κώρο κήμασασίσο
026	W.C γραμματείας	036	κώρο είσοδος
027	κουζίνα	037	δευτερεύον κήμασασίσο
028	φωτοτυπικό	038	δευτερεύουσα είσοδος
029	χώρος κίνησης γραμματείας		
030	Γραφείο Γραμματείας 1		



ISOΓΕΙΟ - ΚΤ. ΘΕΟΧΑΡΗ







3ος όροφος - κτ. ΘΕΟΧΑΡΗ

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΧΩΡΟΙ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ**

<i>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΩΡΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΘΕΟΧΑΡΗ</i>		
<i>ΚΩΔΙΚΟΣ ΧΩΡΟΥ</i>	<i>ΤΙΤΛΟΣ ΧΩΡΟΥ</i>	<i>ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΧΩΡΟΥ (m<sup>2</sup>)</i>
<b>ΙΣΟΓΕΙΟ:</b>		
ΘΕΟ-001	ΘΥΡΩΡΕΙΟ	5,22
ΘΕΟ-002	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΤΟΜΕΑ	21,79
ΘΕΟ-003	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	71,2
ΘΕΟ-004	CLUSTER	7,57
ΘΕΟ-005	ΑΙΘ.ΣΕΜΙΝΑΡΙΩΝ	75,1
ΘΕΟ-006	PC LAB	75,1
ΘΕΟ-007	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΟΙΚ.ΥΠΗΡ.	14,52
ΘΕΟ-008	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ	27,05
ΘΕΟ-008Α	ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ	8,38
ΘΕΟ-009	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	29,15
ΘΕΟ-010	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	26,35
ΘΕΟ-011	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	22,37
ΘΕΟ-012	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	18,17
ΘΕΟ-013	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	25,75
ΘΕΟ-014	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ	364,1
ΘΕΟ-015	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ	393,43
ΘΕΟ-016	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ	455,41
ΘΕΟ-017	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΟΚΙΜΩΝ	20,72
ΘΕΟ-018	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	38,36
ΘΕΟ-019	ΕΡΓ.ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ	63,92
ΘΕΟ-019B	ΕΡΓ.ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ	24,79
ΘΕΟ-020	ΕΡΓ.ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΘΡΑΥΣΕΩΝ	62,68
ΘΕΟ-021	ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΡΕΥΝΩΝ	44,98
ΘΕΟ-022	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	29,7
ΘΕΟ-023	ΕΡΓ.ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ Κ ΣΥΝΘ.ΥΛΙΚΩΝ	61
ΘΕΟ-023Α	ΕΡΓ.ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ Κ ΣΥΝΘ.ΥΛΙΚΩΝ	32,23
ΘΕΟ-023B	ΕΡΓ.ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ Κ ΣΥΝΘ.ΥΛΙΚΩΝ	21,34
ΘΕΟ-024	WC ΑΝΔΡΩΝ	7,26
ΘΕΟ-025	WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ	10,65
ΘΕΟ-026	WC ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ	2,14
ΘΕΟ-027	ΚΟΥΖΙΝΑΚΙ	2,05
ΘΕΟ-028	ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ	4,9
ΘΕΟ-029	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝ.ΓΡΑΜΜΑΤ.	13,48
ΘΕΟ-030	ΓΡΑΦΕΙΟ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ 1	12,98

ΘΕΟ-031	ΓΡΑΦΕΙΟ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ 2	14,3
ΘΕΟ-032	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 1	101,19
ΘΕΟ-033	ΧΚ 2 ΚΥΡΙΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	294,94
ΘΕΟ-034	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 3	52,41
ΘΕΟ-035	ΚΥΡΙΟ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,45
ΘΕΟ-036	ΚΥΡΙΑ ΕΙΣΟΔΟΣ	25,52
ΘΕΟ-037	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,45
ΘΕΟ-038	ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΕΙΣΟΔΟΣ	25,4
-	ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ	7,66
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΡΟΦΟΥ:</b>		<b>2.688,16</b>
<b>1<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>		
ΘΕΟ-101	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	25,76
ΘΕΟ-102	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	25,61
ΘΕΟ-103	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	27,3
ΘΕΟ-104	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	26,45
ΘΕΟ-105	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	56,52
ΘΕΟ-106	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	27,1
ΘΕΟ-107	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	25,17
ΘΕΟ-108	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	15,55
ΘΕΟ-109	ΓΡΑΦΕΙΟ ΕΤΕΠ	22,5
ΘΕΟ-110	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Μ.Κ.Ε-ΥΠΕΡΗΧΟΙ	65,63
ΘΕΟ-111	ΑΙΘΟΥΣΑ INSTRON	151,76
ΘΕΟ-112	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	30,78
ΘΕΟ-113	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	34,12
ΘΕΟ-114	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ	30,33
ΘΕΟ-115	WC ΑΝΔΡΩΝ	12,18
ΘΕΟ-116	WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ	7,15
ΘΕΟ-117	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 1	39,75
ΘΕΟ-118	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 2	203,94
ΘΕΟ-119	ΚΥΡΙΟ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,47
ΘΕΟ-120	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	38,5
ΘΕΟ-121	ΒΑΤΟ ΔΩΜΑ	134,21
-	ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ	7,66
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΡΟΦΟΥ:</b>		<b>1.044,44</b>
<b>2<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>		
ΘΕΟ-201	ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ	99,63
ΘΕΟ-202	ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ	99,96
ΘΕΟ-203	ΑΙΘ.ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	75,1
ΘΕΟ-204	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑ	21,1
ΘΕΟ-205	ΑΙΘ.ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	49,31
ΘΕΟ-206	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	16,05
ΘΕΟ-207	ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ	12,41
ΘΕΟ-208	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	18,01
ΘΕΟ-209	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	11,88
ΘΕΟ-210	ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ	17,68
ΘΕΟ-211	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	12,22
ΘΕΟ-212	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	16,26

ΘΕΟ-213	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	12,09
ΘΕΟ-214	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	16,45
ΘΕΟ-215	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	12,15
ΘΕΟ-216	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	17,16
ΘΕΟ-217	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	12,03
ΘΕΟ-218	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	16,66
ΘΕΟ-219	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	12,84
ΘΕΟ-220	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	16,68
ΘΕΟ-221	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	11,87
ΘΕΟ-222	ΑΠΟΘΗΚΗ	10,62
ΘΕΟ-223	ΕΡΓ.ΓΕΩΥΛΙΚΩΝ SERVERS	11,79
ΘΕΟ-224	ΑΙΘ.ΥΠΟΔ.ΕΛΑΣΤΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ	31,78
ΘΕΟ-225	ΕΡΓ.ΥΠΟΔ.ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ	19,9
ΘΕΟ-225B	ΕΡΓ.ΥΠΟΔ.ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ	10,07
ΘΕΟ-225Γ	ΕΡΓ.ΥΠΟΔ.ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ	13,18
ΘΕΟ-225Δ	ΕΡΓ.ΥΠΟΔ.ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ	45,9
ΘΕΟ-226	ΕΡΓ.ΓΕΩΥΛΙΚΩΝ	29,96
ΘΕΟ-226B	ΕΡΓ.ΓΕΩΥΛΙΚΩΝ	33,7
ΘΕΟ-226Γ	ΕΡΓ.ΓΕΩΥΛΙΚΩΝ	61,76
ΘΕΟ-227	ΑΠΟΘΗΚΗ	6,92
ΘΕΟ-228	ΑΠΟΘΗΚΗ	6,74
ΘΕΟ-229	WC1	6,38
ΘΕΟ-230	WC2	6,2
ΘΕΟ-231	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 1	24,73
ΘΕΟ-232	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 2	63,82
ΘΕΟ-233	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 3	78,61
ΘΕΟ-234	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 4	63,38
ΘΕΟ-235	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 5	38,57
ΘΕΟ-236	ΚΥΡΙΟ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,48
ΘΕΟ-237	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,47
-	ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ	7,66
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΡΟΦΟΥ:</b>		<b>1.222,16</b>
<b>3<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>		
ΘΕΟ-301	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	10,7
ΘΕΟ-301B	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	27,32
ΘΕΟ-301Γ	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	23,65
ΘΕΟ-301Δ	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	7,21
ΘΕΟ-302	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ-ΔΙΟΙΚΗΣΗ	38,59
ΘΕΟ-303	ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ	109,86
ΘΕΟ-304	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	12,51
ΘΕΟ-304B	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	10,64
ΘΕΟ-305	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	14,24
ΘΕΟ-305B	ΓΡΑΦΕΙΟ ΕΠΙΣΚ.ΚΑΘΗΓΗΤΗ	15,71
ΘΕΟ-306	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	33,9
ΘΕΟ-306B	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	29,76
ΘΕΟ-307	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	160,04
ΘΕΟ-308	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	62,59
ΘΕΟ-309	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	12,85

ΘΕΟ-310	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	234,33
ΘΕΟ-310Β	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	74,85
ΘΕΟ-310Γ	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	12,4
ΘΕΟ-310Δ	ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΟ	25,36
ΘΕΟ-311	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	6,28
ΘΕΟ-312	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	6,04
ΘΕΟ-313	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	5,2
ΘΕΟ-314	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ	6,09
ΘΕΟ-315	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	37,09
ΘΕΟ-316	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	191,86
ΘΕΟ-317	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	38,9
ΘΕΟ-318	WC ΑΝΔΡΩΝ	6,38
ΘΕΟ-319	WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ	6,49
ΘΕΟ-320	WC ΑΝΔΡΩΝ	6,23
ΘΕΟ-321	WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ	6,32
ΘΕΟ-322	ΚΥΡΙΟ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,45
ΘΕΟ-323	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,45
-	ΦΡΕΑΤΙΟ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ	7,66
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΡΟΦΟΥ:</b>		<b>1.313,95</b>
<b>ΥΠΟΓΕΙΟ:</b>		
ΘΕΟ-Υ01	ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΟ	80,06
ΘΕΟ-Υ02Α	ΕΡΓ.ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	18,72
ΘΕΟ-Υ02Β	ΕΡΓ.ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	13,07
ΘΕΟ-Υ03	ΑΠΟΘΗΚΗ	8,54
ΘΕΟ-Υ04	ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	179,4
ΘΕΟ-Υ05	WC	19,07
ΘΕΟ-Υ06	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	117,88
ΘΕΟ-Υ07	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	35,15
ΘΕΟ-Υ08	ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΗ	10,19
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΡΟΦΟΥ:</b>		<b>482,08</b>
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΘΕΟΧΑΡΗ:</b>		<b>6.750,79</b>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ

## ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΧΕΔΙΟΥ		ΕΜΒΑΔΟΝ	ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ / ΠΟΡΤΕΣ		ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ (m <sup>2</sup> )
ΚΩΔΙΚΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΤΙΤΛΟΣ ΧΩΡΟΥ		ΤΖΑΜΙ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ Μ×Υ (m×m)	
<b>Ισόγειο:</b>					
ΘΕΟ-001	ΘΥΡΩΡΕΙΟ	5,22	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ1,07Χ0,86	0,92
ΘΕΟ-002	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΤΟΜΕΑ	21,79	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ1,29Χ2,17	2,8
ΘΕΟ-003	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ	71,2	ΜΟΝΟ	3 ΠΑ1,35Χ1,78	7,2
ΘΕΟ-004	CLUSTER	7,57	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ1,35Χ1,78	2,4
ΘΕΟ-005	ΑΙΘ.ΣΕΜΙΝΑΡΙΩΝ	75,1	ΜΟΝΟ	3 ΠΑ1,35Χ1,78	7,2
ΘΕΟ-006	PC LAB	75,1	ΜΟΝΟ	3 ΠΑ1,35Χ1,78	7,2
ΘΕΟ-007	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΟΙΚ.ΥΠΗΡ.	14,52	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ1,75Χ2,96	5,18
ΘΕΟ-008	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	27,05	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29Χ2,17	5,6
ΘΕΟ-008Α		8,38	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-009	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	29,15	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29Χ2,17	5,6
ΘΕΟ-010	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	26,35	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29Χ2,17	5,6
ΘΕΟ-011	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	22,37	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29Χ2,17	5,6
ΘΕΟ-012	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	18,17	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29Χ2,17	2,8
ΘΕΟ-013	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	25,75	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29Χ2,17	5,6
ΘΕΟ-014	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ	364,1	ΜΟΝΟ	22 ΠΑ 3,05Χ1,7	147,7
ΘΕΟ-015	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ	393,43	ΜΟΝΟ	64 ΠΑ 1,9Χ3 ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ	364,8
ΘΕΟ-016	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ	455,41	ΔΙΠΛΟ	8Χ30Χ2,3 ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	552
ΘΕΟ-017	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΟΚΙΜΩΝ	20,72	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ1,75Χ2,96	5,18
ΘΕΟ-018	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	38,36	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29Χ2,17	5,6
ΘΕΟ-019	ΕΡΓ.ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ	63,92	ΜΟΝΟ	4 ΣΦΡΑΓΙΣΜΕΝΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ	
ΘΕΟ-019Β	ΕΡΓ.ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ	24,79	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-020	ΕΡΓ.ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΩΝ ΘΡΑΥΣΕΩΝ	62,68	ΜΟΝΟ	3 ΠΑ 1,35Χ1,78	7,2
ΘΕΟ-021	ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΡΕΥΝΩΝ	44,98	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,35Χ1,78	2,4
ΘΕΟ-022	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	29,7	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35Χ1,78	4,8
ΘΕΟ-023	ΕΡΓ.ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ Κ ΣΥΝΘ.ΥΛΙΚΩΝ	61	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35Χ1,78	4,8
ΘΕΟ-023Α	ΕΡΓ.ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ Κ ΣΥΝΘ.ΥΛΙΚΩΝ	32,23	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35Χ1,78	4,8
ΘΕΟ-023Β	ΕΡΓ.ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ Κ ΣΥΝΘ.ΥΛΙΚΩΝ	21,34	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,35Χ1,78+1 ΠΑ 1,29Χ2,17	5,2
ΘΕΟ-024	WC ΑΝΔΡΩΝ	7,26	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-025	WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ	10,65	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-026	WC ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ	2,14	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-027	ΚΟΥΖΙΝΑΚΙ	2,05	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-028	ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ	4,9	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-029	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝ.ΓΡΑΜΜΑΤ.	13,48	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-030	ΓΡΑΦΕΙΟ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ 1	12,98	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ1,29Χ2,17	2,8
ΘΕΟ-031	ΓΡΑΦΕΙΟ	14,3	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ1,29Χ2,17	2,8

	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ 2				
ΘΕΟ-032	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 1	101,19	ΜΟΝΟ	3 ΠΑ 1,35X1,71+1 ΠΑ 1,29X2,17	9,72
ΘΕΟ-033	ΧΚ 2 ΚΥΡΙΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	294,94	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-034	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 3	52,41	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29X2,17	5,6
ΘΕΟ-035	ΚΥΡΙΟ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,45	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,93X2,67	5,15
ΘΕΟ-036	ΚΥΡΙΑ ΕΙΣΟΔΟΣ	25,52	ΜΟΝΟ	ΠΟΡΤΑ 3,5X2,91	10,2
ΘΕΟ-037	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,45	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,93X2,67	5,15
ΘΕΟ-038	ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΕΙΣΟΔΟΣ	25,4	ΜΟΝΟ	ΠΟΡΤΑ 3,5X2,91	10,2
<b>1<sup>ος</sup> Όροφος:</b>					
ΘΕΟ-101	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	25,76	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29X2,17	2,8
ΘΕΟ-102	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	25,61	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29X2,17	5,6
ΘΕΟ-103	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	27,3	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29X2,17	5,6
ΘΕΟ-104	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	26,45	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29X2,17	5,6
ΘΕΟ-105	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	56,52	ΜΟΝΟ	4 ΠΑ 1,29X2,17	11,2
ΘΕΟ-106	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	27,1	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29X2,17	5,6
ΘΕΟ-107	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	25,17	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29X2,17	2,8
ΘΕΟ-108	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	15,55	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29X2,17	2,8
ΘΕΟ-109	ΓΡΑΦΕΙΟ ΕΤΕΠ	22,5	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-110	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Μ.Κ.Ε.-ΥΠΕΡΗΧΟΙ	65,63	ΜΟΝΟ	4 ΠΑ 1,35X1,78	9,6
ΘΕΟ-111	ΛΙΘΟΥΣΑ INSTRON	151,76	ΜΟΝΟ	6 ΠΑ 1,35X1,78	14,4
ΘΕΟ-112	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	30,78	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35X1,78	4,8
ΘΕΟ-113	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	34,12	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35X1,78	4,8
ΘΕΟ-114	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚ ΗΣ	30,33	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-115	WC ΑΝΔΡΩΝ	12,18	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 0,98X1,78	1,75
ΘΕΟ-116	WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ	7,15	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 0,98X1,78	1,75
ΘΕΟ-117	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 1	39,75	ΜΟΝΟ	5 ΠΑ 1,29X2,17	14
ΘΕΟ-118	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 2	203,94	ΜΟΝΟ	10 ΠΑ 1,29X2,17+ΠΟΡΤΑ 1,29X2,62	31,4
ΘΕΟ-119	ΚΥΡΙΟ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,47	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,93X2,67	5,15
ΘΕΟ-120	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	38,5	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,93X2,67	5,15
ΘΕΟ-121	ΒΑΤΟ ΔΩΜΑ	134,21	ΜΟΝΟ	0	0
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος:</b>					
ΘΕΟ-201	ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ	99,63	ΜΟΝΟ	4 ΠΑ 1,35X1,78	9,6
ΘΕΟ-202	ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ	99,96	ΜΟΝΟ	4 ΠΑ 1,35X1,78	9,6
ΘΕΟ-203	ΑΙΘ.ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ Σ	75,1	ΜΟΝΟ	3 ΠΑ 1,35X1,78	7,2
ΘΕΟ-204	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑ	21,1	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35X1,78	4,8
ΘΕΟ-205	ΑΙΘ.ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ Σ	49,31	ΜΟΝΟ	3 ΠΑ 1,35X1,78	7,2
ΘΕΟ-206	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	16,05	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29X2,17	2,8
ΘΕΟ-207	ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩ Ν	12,41	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29X2,17	2,8
ΘΕΟ-208	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	18,01	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29X2,17	5,6
ΘΕΟ-209	ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩ Ν	11,88	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29X2,17	2,8
ΘΕΟ-210	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	17,68	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29X2,17	5,6
ΘΕΟ-211	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	12,22	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29X2,17	2,8

ΘΕΟ-212	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	16,26	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29Χ2,17	5,6
ΘΕΟ-213	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	12,09	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29Χ2,17	2,8
ΘΕΟ-214	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	16,45	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29Χ2,17	5,6
ΘΕΟ-215	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	12,15	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29Χ2,17	2,8
ΘΕΟ-216	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	17,16	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29Χ2,17	5,6
ΘΕΟ-217	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	12,03	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29Χ2,17	2,8
ΘΕΟ-218	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	16,66	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,29Χ2,17	5,6
ΘΕΟ-219	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	12,84	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29Χ2,17	2,8
ΘΕΟ-220	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	16,68	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29Χ2,17	2,8
ΘΕΟ-221	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	11,87	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29Χ2,17	2,8
ΘΕΟ-222	ΑΠΟΘΗΚΗ	10,62	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-223	ΕΡΓ.ΓΕΩΥΛΙΚΩΝ SERVERS	11,79	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-224	ΑΙΘ.ΥΠΟΛ.ΕΛΑΣ ΤΟΔΥΝΑΜΙΚΗΣ	31,78	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35Χ1,78	4,8
ΘΕΟ-225	ΕΡΓ.ΥΠΟΛ.ΜΗΧΑ ΝΙΚΗΣ	19,9	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-225Β	ΕΡΓ.ΥΠΟΛ.ΜΗΧΑ ΝΙΚΗΣ	10,07	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,35Χ1,78	2,4
ΘΕΟ-225Γ	ΕΡΓ.ΥΠΟΛ.ΜΗΧΑ ΝΙΚΗΣ	13,18	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,35Χ1,78	2,4
ΘΕΟ-225Δ	ΕΡΓ.ΥΠΟΛ.ΜΗΧΑ ΝΙΚΗΣ	45,9	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35Χ1,78	4,8
ΘΕΟ-226	ΕΡΓ.ΓΕΩΥΛΙΚΩΝ	29,96	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,35Χ1,78	2,4
ΘΕΟ-226Β	ΕΡΓ.ΓΕΩΥΛΙΚΩΝ	33,7	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35Χ1,78	4,8
ΘΕΟ-226Γ	ΕΡΓ.ΓΕΩΥΛΙΚΩΝ	61,76	ΜΟΝΟ	4 ΠΑ 1,35Χ1,78	9,6
ΘΕΟ-227	ΑΠΟΘΗΚΗ	6,92	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29Χ2,17	2,8
ΘΕΟ-228	ΑΠΟΘΗΚΗ	6,74	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29Χ2,17	2,8
ΘΕΟ-229	WC1	6,38	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 0,98Χ1,78	1,75
ΘΕΟ-230	WC2	6,2	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 0,98Χ1,78	1,75
ΘΕΟ-231	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 1	24,73	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-232	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 2	63,82	ΜΟΝΟ	5 ΠΑ 1,29Χ2,17	14
ΘΕΟ-233	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 3	78,61	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-234	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 4	63,38	ΜΟΝΟ	5 ΠΑ 1,29Χ2,17	14
ΘΕΟ-235	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ 5	38,57	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-236	ΚΥΡΙΟ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,48	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,93Χ2,67	5,15
ΘΕΟ-237	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,47	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,93Χ2,67	5,15
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος:</b>					
ΘΕΟ-301	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	10,7	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-301Β	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΕΠ	27,32	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29Χ2,17	2,8
ΘΕΟ-301Γ	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	23,65	ΜΟΝΟ	3 ΠΑ 1,29Χ2,17	8,4
ΘΕΟ-301Δ	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	7,21	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-302	ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ- ΔΙΟΙΚΗΣΗ	38,59	ΜΟΝΟ	3 ΠΑ 1,29Χ2,17	8,4
ΘΕΟ-303	ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ	109,86	ΜΟΝΟ	7 ΠΑ 1,29Χ2,17	19,6
ΘΕΟ-304	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	12,51	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-304Β	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡ ΙΟ	10,64	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-305	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡ ΙΟ	14,24	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-305Β	ΓΡΑΦΕΙΟ ΕΠΙΣΚ.ΚΑΘΗΓΗΤ Η	15,71	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,35Χ1,78	2,4
ΘΕΟ-306	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡ ΙΟ	33,9	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35Χ1,78	4,8
ΘΕΟ-306Β	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡ ΙΟ	29,76	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35Χ1,78	4,8

ΘΕΟ-307	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡ ΙΟ	160,04	ΜΟΝΟ	6 ΠΑ 1,35X1,78	14,4
ΘΕΟ-308	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡ ΙΟ	62,59	ΜΟΝΟ	4 ΠΑ 1,35X1,78	9,6
ΘΕΟ-309	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	12,85	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,35X1,78	2,4
ΘΕΟ-310	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡ ΙΟ	234,33	ΜΟΝΟ	12 ΠΑ 1,35X1,78	28,8
ΘΕΟ-310Β	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	74,85	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35X1,78+ΠΟΡΤΑ 1,35X2,6	8,3
ΘΕΟ-310Γ	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	12,4	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-311	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡ ΙΟ	6,28	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-311Δ	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	25,36	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,35X1,78	2,4
ΘΕΟ-312	ΑΠΟΘ.ΧΩΡΟΣ	6,04	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-313	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡ ΙΟ	5,2	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29X2,17	2,8
ΘΕΟ-314	ΕΡΕΥΝ.ΕΡΓΑΣΤΗΡ ΙΟ	6,09	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29X2,17	2,8
ΘΕΟ-315	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	37,09	ΜΟΝΟ	3 ΠΑ 1,29X2,17	8,4
ΘΕΟ-316	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	191,86	ΜΟΝΟ	12 ΠΑ 1,29X2,17	33,6
ΘΕΟ-317	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	38,9	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29X2,17	2,8
ΘΕΟ-318	WC ΑΝΔΡΩΝ	6,38	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 0,98X1,78	1,75
ΘΕΟ-319	WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ	6,49	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29X2,17	2,8
ΘΕΟ-320	WC ΑΝΔΡΩΝ	6,23	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 0,98X1,78	1,75
ΘΕΟ-321	WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ	6,32	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,29X2,17	2,8
ΘΕΟ-322	ΚΥΡΙΟ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,45	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,93X2,67	5,15
ΘΕΟ-323	ΔΕΥΤΕΡΕΥΩΝ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	36,45	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,93X2,67	5,15
<b>Υπόγειο:</b>					
ΘΕΟ-Υ01	ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΟ	80,06	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,35X1,38+ΠΟΡΤΑ 1,35X2,35	5
ΘΕΟ-Υ02Α	ΕΡΓ.ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	18,72	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,35X1,38	1,86
ΘΕΟ-Υ02Β	ΕΡΓ.ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	13,07	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,35X1,38	1,86
ΘΕΟ-Υ03	ΑΠΟΘΗΚΗ	8,54	ΜΟΝΟ	0	0
ΘΕΟ-Υ04	ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ	179,4	ΜΟΝΟ	2 ΠΑ 1,8 X2,3+ 1 ΠΑ 1,35X2	10,98
ΘΕΟ-Υ05	WC	19,07	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,35X1,38	1,86
ΘΕΟ-Υ06	ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	117,88	ΜΟΝΟ	3 ΠΑ 1,3X1,95	7,6
ΘΕΟ-Υ07	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	35,15	ΜΟΝΟ	1 ΠΑ 1,95X 2,10	4,1
ΘΕΟ-Υ08	ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΗ	10,19	ΜΟΝΟ	0	0

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ  
ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ  
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ**

*Πίνακας: Καταγραφή του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού της κεντρικής θέρμανσης του κτιρίου Θεοχάρη*

<i>A/A</i>	<i>ΕΙΔΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ</i>	<i>ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΗΣ</i>	<i>ΤΥΠΟΣ</i>	<i>ΙΣΧΥΣ</i>
1	ΛΕΒΗΤΑΣ	ELINOX	PRNS 1200	1.210.000 Kcal/h
2	ΛΕΒΗΤΑΣ	ΠΥΡΚΑΛ	0690	1.100.000 Kcal/h
3	ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ	LAMBORGHINI	CALORECLIMA 210	1,9 kW
4	ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ	LAMBORGHINI	CALORECLIMA 210	1,9 kW
5	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	S50/80	0,415 kW
6	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	TOP S65/13	1,45 kW
7	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	S50/100	0,645 kW
8	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	S50/100	0,645 kW
9	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	S40/80	0,44 kW
10	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	S40/80	0,44 kW
11	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	S50/80	0,415 kW
12	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	S65/80	0,6 kW
13	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	S50/100	0,645 kW
14	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	S50/100	0,645 kW
15	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	S50/80	0,415 kW
16	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	TOP S40/7	0,42 kW
17	ΑΝΤΛΙΑ - ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ	WILO	S50/80	0,44 kW
18	ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ	-	-	-
19	ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ	-	-	-
20	ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ	-	-	-

*\*Παρατηρείται πως η συνολική ηλεκτρική ισχύς του συστήματος κεντρικής θέρμανσης του κτιρίου Θεοχάρη ανέρχεται στα 11,42 kW.*

**Πίνακας: Καταγραφή θερμαντικών σωμάτων (καλοριφέρ)****της κεντρικής θέρμανσης με Φυσικό Αέριο**

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΘΕΡΜΑΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ	Kcal/h
<b>ΙΣΟΓΕΙΟ:</b>			
<b>ΘΕΟ-001</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
<b>ΘΕΟ-002</b>	1	FAN COIL UNIT δαπέδου, διαστάσεων: 1100x550mm, απόδοσης 600BTU/h	
<b>ΘΕΟ-003</b>	3	FAN COIL UNIT δαπέδου, διαστάσεων: 1100x550mm, απόδοσης 600BTU/h	
<b>ΘΕΟ-005</b>	3	FAN COIL UNIT δαπέδου, διαστάσεων: 1100x550mm, απόδοσης 600BTU/h	
<b>ΘΕΟ-006</b>	2	FAN COIL UNIT δαπέδου, διαστάσεων: 1100x550mm, απόδοσης 600BTU/h	
<b>ΘΕΟ-007</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x505mm (MxY)	2.400
<b>ΘΕΟ-009</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x505mm (MxY)	960
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-010</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x505mm (MxY)	960
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x505mm (MxY)	960
<b>ΘΕΟ-011</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x505mm (MxY)	960
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x505mm (MxY)	960
<b>ΘΕΟ-012</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x505mm (MxY)	960
<b>ΘΕΟ-013</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x505mm (MxY)	960
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x505mm (MxY)	960
<b>ΘΕΟ-017</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x905mm (MxY)	2.600
<b>ΘΕΟ-020</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x905mm (MxY)	1.950
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x905mm (MxY)	3.900
<b>ΘΕΟ-022</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
<b>ΘΕΟ-023</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 612x905mm (MxY)	2.210
<b>ΘΕΟ-023Α</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
<b>ΘΕΟ-023Β</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων	1.200

		540x505mm (MxY)	
<b>ΘΕΟ-030</b>	1	FAN COIL UNIT δαπέδου, διαστάσεων: 1100x550mm, απόδοσης 600BTU/h	
<b>ΘΕΟ-031</b>	1	FAN COIL UNIT δαπέδου, διαστάσεων: 1100x550mm, απόδοσης 600BTU/h	
<b>ΘΕΟ-032</b>	2	FAN COIL UNIT δαπέδου, διαστάσεων: 1100x550mm, απόδοσης 600BTU/h	
<b>ΘΕΟ-035</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x905mm (MxY)	3.000
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x905mm (MxY)	3.000
<b>ΘΕΟ-037</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x905mm (MxY)	3.000
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x905mm (MxY)	3.000
<b>1<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>			
<b>ΘΕΟ-101</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-102</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
<b>ΘΕΟ-103</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
<b>ΘΕΟ-104</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
<b>ΘΕΟ-105</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-106</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
<b>ΘΕΟ-107</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-108</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 900x505mm (MxY)	2.000
<b>ΘΕΟ-110</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x905mm (MxY)	1.950
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x905mm (MxY)	1.950
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x905mm (MxY)	1.950
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x905mm (MxY)	1.950
<b>ΘΕΟ-111</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 252x905mm (MxY)	910
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x905mm (MxY)	2.600

	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 720x905mm (MxY)	2.600
<b>ΘΕΟ-112</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 648x905mm (MxY)	2.340
<b>ΘΕΟ-113</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 648x905mm (MxY)	2.340
<b>ΘΕΟ-114</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 720x905mm (MxY)	2.600
<b>ΘΕΟ-115</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 432x505mm (MxY)	960
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 432x505mm (MxY)	960
<b>ΘΕΟ-118</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 612x505mm (MxY)	1.360
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 936x505mm (MxY)	2.080
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 936x505mm (MxY)	2.080
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 936x505mm (MxY)	2.080
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 1152x505mm (MxY)	2.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 1152x505mm (MxY)	2.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 1152x505mm (MxY)	2.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 1152x505mm (MxY)	2.560
<b>ΘΕΟ-119</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 396x905mm (MxY)	1.430
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 396x905mm (MxY)	1.430
<b>ΘΕΟ-120</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 972x905mm (MxY)	3.510
<b>2<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>			
<b>ΘΕΟ-201</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 720x905mm (MxY)	2.600
	2	FAN COIL UNIT δαπέδου, διαστάσεων: 1100x550mm, απόδοσης 600BTU/h	
<b>ΘΕΟ-202</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 540x905mm (MxY)	1.950
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 540x905mm (MxY)	1.950
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων 900x905mm (MxY)	3.250
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου AKAN διαστάσεων	3.250

		900x905mm (MxY)	
<b>ΘΕΟ-203</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x905mm (MxY)	3.900
<b>ΘΕΟ-204</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
<b>ΘΕΟ-206</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-207</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-208</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
<b>ΘΕΟ-209</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-210</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
<b>ΘΕΟ-211</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-212</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
<b>ΘΕΟ-213</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-214</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
<b>ΘΕΟ-215</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-216</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
<b>ΘΕΟ-217</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-218</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 540x505mm (MxY)	1.200
<b>ΘΕΟ-219</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-220</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-221</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-224</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
<b>ΘΕΟ-225B</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων	1.560

		432x905mm (MxY)	
<b>ΘΕΟ-225Γ</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
<b>ΘΕΟ-225Α</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
<b>ΘΕΟ-226</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
<b>ΘΕΟ-226Β</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
<b>ΘΕΟ-226Γ</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 432x905mm (MxY)	1.560
<b>ΘΕΟ-229</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 216x905mm (MxY)	780
<b>ΘΕΟ-230</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 216x905mm (MxY)	780
<b>ΘΕΟ-232</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 936x505mm (MxY)	2.080
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 936x505mm (MxY)	2.080
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x505mm (MxY)	2.400
<b>ΘΕΟ-234</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x505mm (MxY)	2.400
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x505mm (MxY)	2.400
<b>ΘΕΟ-236</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
<b>ΘΕΟ-237</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
<b>3<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>			
<b>ΘΕΟ-301Β</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-301Γ</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
<b>ΘΕΟ-302</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x505mm (MxY)	1.600



	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x905mm (MxY)	2.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x905mm (MxY)	2.600
<b>ΘΕΟ-310B</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x905mm (MxY)	2.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 720x905mm (MxY)	2.600
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x905mm (MxY)	3.900
<b>ΘΕΟ-310A</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
<b>ΘΕΟ-311</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
<b>ΘΕΟ-313</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1116x505mm (MxY)	2.480
<b>ΘΕΟ-314</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 936x505mm (MxY)	2.080
<b>ΘΕΟ-316</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x505mm (MxY)	2.400
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x505mm (MxY)	2.400
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x505mm (MxY)	2.400
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x505mm (MxY)	2.400
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x505mm (MxY)	2.400
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x505mm (MxY)	2.400
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x505mm (MxY)	2.400
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 1080x505mm (MxY)	2.400
<b>ΘΕΟ-318</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 216x905mm (MxY)	780
<b>ΘΕΟ-320</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 288x905mm (MxY)	1.040
<b>ΘΕΟ-321</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 360x905mm (MxY)	1.300
<b>ΘΕΟ-322</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 216x905mm (MxY)	780
<b>ΘΕΟ-323</b>	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 324x905mm (MxY)	1.170
	1	Τρίστηλο σώμα τύπου ΑΚΑΝ διαστάσεων 504x905mm (MxY)	1.820

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

*Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση με Fan Coils*

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ F/C	ΙΣΧΥΣ F/C		ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
		ΑΠΟΛΟΣΗ BTU/h	ΙΣΧΥΣ(W)	ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>ΙΣΟΓΕΙΟ:</b>							
<b>ΘΕΟ-002</b>	1	600	34	4	20	6	16,32
<b>ΘΕΟ-003</b>	3	600	34	2	2	6	2,45
<b>ΘΕΟ-005</b>	3	600	34	2	8	6	9,8
<b>ΘΕΟ-006</b>	2	600	34	0	0	0	0
<b>ΘΕΟ-030</b>	1	600	34	4	20	6	16,32
<b>ΘΕΟ-031</b>	1	600	34	4	20	6	16,32
<b>ΘΕΟ-032</b>	2	600	34	6	20	6	48,96
<b>2<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>							
<b>ΘΕΟ-201</b>	2	600	34	6	20	6	48,96
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>			<b>0,51 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>159,13 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση με A/C split units**

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ A/C	ΙΣΧΥΣ A/C (COP=3)		ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
		ΑΠΟΛΟΣΗ BTU/h	ΙΣΧΥΣ(W)	ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>ΙΣΟΓΕΙΟ:</b>							
<b>ΘΕΟ-019</b>	1	24.000	2.358	3	20	3	424,44
<b>ΘΕΟ-020</b>	2	18.000	1758	4	20	3	843,84
<b>1<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>							
<b>ΘΕΟ-111</b>	2	18.000	1.758	3	20	3	632,88
<b>ΘΕΟ-113</b>	2	12.000	1.172	2	20	3	281,28
<b>ΘΕΟ-114</b>	1	24.000	2.358	3	20	3	424,44
<b>2<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>							
<b>ΘΕΟ-206</b>	1	12.000	1.172	3	20	3	210,96
<b>ΘΕΟ-209</b>	1	12.000	1.172	2	20	3	140,64
<b>ΘΕΟ-210</b>	1	12.000	1.172	2	10	3	70,32
<b>ΘΕΟ-225Γ</b>	1	24.000	2.358	2	20	3	282,96
<b>ΘΕΟ-225Δ</b>	1	24.000	2.358	3	8	3	169,78
<b>ΘΕΟ-226</b>	1	18.000	1.758	2	20	3	210,96
<b>ΘΕΟ-226Γ</b>	1	18.000	1.758	3	8	3	126,58
<b>ΥΠΟΓΕΙΟ:</b>							
<b>ΘΕΟ-Υ01</b>	2	18.000	1.758	4	20	3	843,84
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>			<b>29,36 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>4.662,92 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για θέρμανση με ηλεκτρικές θερμαντικές συσκευές**

ΧΩΡΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	ΙΣΧΥΣ(W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
			ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>ΙΣΟΓΕΙΟ:</b>						
<b>ΘΕΟ-017</b>	Φορητό ηλεκτρικό καλοριφέρ	1.800	5	20	3	540
<b>ΘΕΟ-019</b>	Φορητό ηλεκτρικό καλοριφέρ	1.800	2	20	3	216
<b>1<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>						
<b>ΘΕΟ-107</b>	Αερόθερμο	2.000	2	10	3	120
<b>ΘΕΟ-110</b>	Φορητό ηλεκτρικό καλοριφέρ	2.400	3	4	3	86,4
<b>2<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>						
<b>ΘΕΟ-209</b>	Αερόθερμο	2.000	2	10	3	120
<b>ΘΕΟ-225Γ</b>	Φορητό ηλεκτρικό καλοριφέρ	1.800	2	20	3	216
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>11,8 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>1.298,4 kWh/y</b>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ζ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΓΙΑ ΨΥΞΗ

*Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη με A/C split units – Ισόγειο*

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ A/C	ΙΣΧΥΣ A/C (EER=2,7 - energy class: D)		ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
		ΑΠΟΛΟΣΗ BTU/h	ΙΣΧΥΣ(W)	ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>ΙΣΟΓΕΙΟ:</b>							
<b>ΘΕΟ-001</b>	1	9.000	977	2	20	3	117,24
<b>ΘΕΟ-002</b>	1	18.000	1.954	6	20	3	703,44
<b>ΘΕΟ-003</b>	1 inverter	24.000 ,EER=3,5	2.010	4	2	3	48,24
	1 inverter	24.000 ,EER=3,5	2.010	4	2	3	48,24
<b>ΘΕΟ-004</b>	1 inverter	17.000 ,EER=3,5	1.424	24	30	12	12.300,15
	1 inverter	12.000 ,EER=3,5	1.005	24	30	12	8.682,46
	1 inverter	24.000 ,EER=3,5	2.010	24	30	6	8.682,46
	1 inverter	24.000 ,EER=3,5	2.010	24	30	6	8.682,46
<b>ΘΕΟ-005</b>	1 inverter	24.000 ,EER=3,5	2.010	4	4	3	96,47
	1 inverter	24.000 ,EER=3,5	2.010	4	4	3	96,47
<b>ΘΕΟ-006</b>	1 inverter	24.000 ,EER=3,5	2.010	0	0	0	0,00
	1 inverter	24.000 ,EER=3,5	2.010	0	0	0	0,00
<b>ΘΕΟ-007</b>	1	12.000	1.303	5	20	3	390,90
<b>ΘΕΟ-009</b>	1	12.000	1.303	2	8	3	62,54
<b>ΘΕΟ-010</b>	1	12.000	1.303	5	20	3	390,90
<b>ΘΕΟ-012</b>	1	12.000	1.303	4	20	1	104,24
<b>ΘΕΟ-013</b>	1	12.000	1.303	3	20	3	234,54
<b>ΘΕΟ-017</b>	1	24.000	2.605	4	20	3	625,20
<b>ΘΕΟ-018</b>	1	12.000	1.303	4	20	3	312,72
<b>ΘΕΟ-019</b>	1	24.000	2.605	3	20	3	468,90
<b>ΘΕΟ-020</b>	1	18.000	1.954	4	20	3	468,96
	1	18.000	1.954	4	20	3	468,96
<b>ΘΕΟ-021</b>	1	18.000	1.954	3	8	3	140,69
<b>ΘΕΟ-022</b>	1	12.000	1.303	2	10	3	78,18
<b>ΘΕΟ-023A</b>	1	18.000	1.954	6	20	3	703,44
<b>ΘΕΟ-023B</b>	1	12.000	1.303	6	20	3	469,08
<b>ΘΕΟ-030</b>	1	12.000	1.303	6	20	3	469,08
<b>ΘΕΟ-031</b>	1	12.000	1.303	3	10	3	117,27
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>			<b>47,49 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>44.963,23 kWh/y</b>
<b>Εκτίμηση ενέργειας κλιματιστικών σε κατάσταση Off but Plugged in (0,9W) :</b>							<b>193,85 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη με A/C split units – 1<sup>ος</sup> όροφος**

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ A/C	ΙΣΧΥΣ A/C (EER=2,7 - energy class: D)		ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
		ΑΠΟΔΟΣΗ BTU/h	ΙΣΧΥΣ(W)	ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>1<sup>ος</sup> Όροφος :</b>							
<b>ΘΕΟ-102</b>	1	24.000	2.605	6	10	5	781,60
<b>ΘΕΟ-103</b>	1	12.000	1.303	3	4	3	46,90
<b>ΘΕΟ-104</b>	1	12.000	1.303	4	20	3	312,64
<b>ΘΕΟ-105</b>	1	12.000	1.303	5	20	4	521,07
	1	12.000	1.303	5	20	4	521,07
	1	12.000	1.303	5	20	4	521,07
<b>ΘΕΟ-107</b>	1	12.000	1.303	4	8	3	125,06
<b>ΘΕΟ-108</b>	1	9.000	977	4	5	3	58,62
<b>ΘΕΟ-110</b>	1	18.000	1.954	3	5	3	87,93
	1	18.000	1.954	3	5	3	87,93
<b>ΘΕΟ-111</b>	1	18.000	1.954	6	20	3	703,44
	1	18.000	1.954	6	20	3	703,44
<b>ΘΕΟ-112</b>	1	12.000	1.303	3	1	3	11,72
	1	12.000	1.303	3	1	3	11,72
<b>ΘΕΟ-113</b>	1	12.000	1.303	5	20	3	390,80
	1	12.000	1.303	5	20	3	390,80
<b>ΘΕΟ-114</b>	1	24.000	2.605	4	20	3	625,28
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>			<b>27,03 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>5.901,08 kWh/y</b>
<b>Εκτίμηση ενέργειας κλιματιστικών σε κατάσταση Off but Plugged in (0,9W) :</b>							<b>145,32 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη με A/C split units – 2<sup>ος</sup> όροφος**

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ A/C	ΙΣΧΥΣ A/C (EER=2,7 - energy class: D)		ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
		ΑΠΟΛΟΣΗ BTU/h	ΙΣΧΥΣ(W)	ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος :</b>							
<b>ΘΕΟ-206</b>	1	12.000	1.303	5	20	3	390,80
<b>ΘΕΟ-207</b>	1	12.000	1.303	2	4	3	31,26
<b>ΘΕΟ-208</b>	1	12.000	1.303	2	20	3	156,32
<b>ΘΕΟ-209</b>	1	12.000	1.303	5	20	3	390,80
<b>ΘΕΟ-210</b>	1	12.000	1.303	5	6	3	117,24
<b>ΘΕΟ-211</b>	1	12.000	1.303	3	20	3	234,48
<b>ΘΕΟ-212</b>	1	12.000	1.303	3	20	3	234,48
<b>ΘΕΟ-213</b>	1	12.000	1.303	3	20	3	234,48
<b>ΘΕΟ-214</b>	1	12.000	1.303	2	20	3	156,32
<b>ΘΕΟ-215</b>	1	12.000	1.303	2	8	3	62,53
<b>ΘΕΟ-216</b>	1	12.000	1.303	3	20	3	234,48
<b>ΘΕΟ-217</b>	1	12.000	1.303	4	20	3	312,64
<b>ΘΕΟ-218</b>	1	12.000	1.303	3	20	3	234,48
<b>ΘΕΟ-219</b>	1	12.000	1.303	3	4	3	46,90
<b>ΘΕΟ-220</b>	1	12.000	1.303	3	10	3	117,24
<b>ΘΕΟ-221</b>	1	12.000	1.303	2	20	3	156,32
<b>ΘΕΟ-223</b>	1	18.000	1.954	24	30	4	5.627,52
<b>ΘΕΟ-225Γ</b>	1	24.000	2.605	3	20	3	468,96
<b>ΘΕΟ-225Δ</b>	1	24.000	2.605	3	20	3	468,96
<b>ΘΕΟ-226</b>	1	18.000	1.954	5	20	3	586,20
<b>ΘΕΟ-226Γ</b>	1	18.000	1.954	2	20	3	234,48
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>			<b>31,92 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>10.496,9 kWh/y</b>
<b>Εκτίμηση ενέργειας κλιματιστικών σε κατάσταση Off but Plugged in (0,9W) :</b>							<b>177,91 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη με A/C split units – 3<sup>ος</sup> όροφος**

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ A/C	ΙΣΧΥΣ A/C (EER=2,7 - energy class: D)		ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
		ΑΠΟΛΟΣΗ BTU/h	ΙΣΧΥΣ(W)	ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος :</b>							
<b>ΘΕΟ-301B</b>	1	12.000	1.303	6	20	3	468,96
<b>ΘΕΟ-301Γ</b>	1	18.000	1.954	6	20	3	703,44
<b>ΘΕΟ-302</b>	1	18.000	1.954	6	20	3	703,44
<b>ΘΕΟ-305B</b>	1	18.000	1.954	5	8	3	234,48
<b>ΘΕΟ-313</b>	1	12.000	1.303	3	8	3	93,79
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>			<b>8,47 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>2.204,11 kWh/y</b>
<b>Εκτίμηση ενέργειας κλιματιστικών σε κατάσταση Off but Plugged in (0,9W) :</b>							<b>42,53 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη με A/C split units – Υπόγειο**

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ A/C	ΙΣΧΥΣ A/C (EER=2,7 - energy class: D)		ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
		ΑΠΟΛΟΣΗ BTU/h	ΙΣΧΥΣ(W)	ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>Υπόγειο :</b>							
<b>ΘΕΟ-Υ01</b>	1	18.000	1.954	5	20	3	586,20
	1	18.000	1.954	5	20	3	586,20
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>			<b>3,91 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>1.172,4 kWh/y</b>
<b>Εκτίμηση ενέργειας κλιματιστικών σε κατάσταση Off but Plugged in (0,9W) :</b>							<b>16,92 kWh/y</b>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Η: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΓΙΑ ΦΩΤΙΣΜΟ

*Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό – Ισόγειο*

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΗΤΡΩΝ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ					ΙΣΧΥΣ ΜΕ BALLAST (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
	ΠΛΑΙΣΙΑ (4x18W)	ΔΙΠΛΕΣ (2x36W)	ΜΟΝΕΣ (36W)	ΑΠΛΟΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ E14 (11W)	ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ (60W)		ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>Ισόγειο:</b>										
ΘΕΟ-001		1				88	12	20	10	211,2
ΘΕΟ-002				4X2=8		88	7	20	10	123,2
ΘΕΟ-003				12X2=24		264	4	2	10	21,12
ΘΕΟ-004	2	2				352	3	10	10	105,6
ΘΕΟ-005				16X2=32		352	4	4	10	56,32
ΘΕΟ-006				12X2=24		264	0	0	0	0
ΘΕΟ-007		2				176	8	20	10	281,6
ΘΕΟ-008		2			1	236	3	8	10	56,64
ΘΕΟ-008A		1				88	3	8	10	21,12
ΘΕΟ-009					2	120	3	8	10	28,8
ΘΕΟ-010				2		22	5	20	10	22
ΘΕΟ-012		2				176	4	20	10	140,8
ΘΕΟ-013		2				176	5	20	10	176
ΘΕΟ-014	3	10 ΛΑΜΠΗΤΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ ΤΥΠΟΥ ΚΑΜΠΑΝΑΣ ΤΩΝ 250W				2.764	5	10	4	552,8
ΘΕΟ-015		10 ΛΑΜΠΗΤΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ ΤΥΠΟΥ ΚΑΜΠΑΝΑΣ ΤΩΝ 250W				2.500	5	10	4	500
ΘΕΟ-016		9 ΛΑΜΠΗΤΡΕΣ ΟΡΟΦΗΣ ΤΥΠΟΥ ΚΑΜΠΑΝΑΣ ΤΩΝ 250W				2.250	5	10	4	450
ΘΕΟ-017		5				440	6	20	10	528
ΘΕΟ-018				6		66	4	20	10	52,8
ΘΕΟ-019				12		132	8	20	10	211,2
ΘΕΟ-019B		2			1	236	8	20	10	377,6
ΘΕΟ-020					11	660	5	20	10	660
ΘΕΟ-021		7				616	4	8	10	197,12
ΘΕΟ-022		5				440	5	10	10	220
ΘΕΟ-023		9				792	8	20	10	1.267,2
ΘΕΟ-023A		9				792	8	20	10	1.267,2
ΘΕΟ-023B		4		6X2=12		484	8	20	10	774,4
ΘΕΟ-024			2		4	328	9	20	10	590,4
ΘΕΟ-025					3	180	9	20	10	324
ΘΕΟ-026					1	60	2	20	10	24
ΘΕΟ-027			1			44	1	20	10	8,8
ΘΕΟ-028					1	60	8	20	10	96
ΘΕΟ-029					1	60	8	20	10	96
ΘΕΟ-030				4X2=8		88	8	20	10	140,8
ΘΕΟ-031				4X2=8		88	8	20	10	140,8
ΘΕΟ-032		6				528	6	20	10	633,6
ΘΕΟ-033		10				880	14	20	10	2464

ΘΕΟ-034	2	4				528	6	20	10	633,6
ΘΕΟ-035		2				176	6	20	10	211,2
ΘΕΟ-036		1		1		99	14	20	10	277,2
ΘΕΟ-037		2				176	6	20	10	211,2
ΘΕΟ-038		1				88	6	20	10	105,6
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>						<b>17,96 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>14.259,92 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό – 1<sup>ος</sup> Όροφος**

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΗΤΡΩΝ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ					ΙΣΧΥΣ ΜΕ BALLAST (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
	ΠΛΑΙΣΙΑ (4x18W)	ΔΙΠΛΕΣ (2x36W)	ΜΟΝΕΣ (36W)	ΑΠΛΟΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ E14 (11W)	ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ (60W)		ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>1<sup>ος</sup> Όροφος:</b>										
ΘΕΟ-102					3	180	5	10	10	90
ΘΕΟ-103		3				264	3	10	10	79,2
ΘΕΟ-104					3	180	5	20	10	180
ΘΕΟ-105		6				528	5	20	10	528
ΘΕΟ-107	3					264	3	10	10	79,2
ΘΕΟ-108		2				176	5	20	6	105,6
ΘΕΟ-109		3				264	4	2	10	21,12
ΘΕΟ-110		10				880	3	4	10	105,6
ΘΕΟ-111		24				2.112	7	20	10	2.956,8
ΘΕΟ-112	6					528	3	1	10	15,84
ΘΕΟ-113	6					528	6	20	10	633,6
ΘΕΟ-114		4				352	7	20	10	492,8
ΘΕΟ-115			1		4	284	5	20	10	284
ΘΕΟ-116			2			88	5	20	10	88
ΘΕΟ-117		5				440	8	20	10	704
ΘΕΟ-118		5			3	620	4	20	10	496
ΘΕΟ-119		2				176	6	20	10	211,2
ΘΕΟ-120		2				176	6	20	10	211,2
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>						<b>8,04 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>7.282,16 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό – 2<sup>ος</sup> Όροφος**

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΗΤΡΩΝ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ					ΙΣΧΥΣ ΜΕ BALLAST (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
	ΠΛΑΙΣΙΑ (4x18W)	ΔΙΠΛΕΣ (2x36W)	ΜΟΝΕΣ (36W)	ΑΠΛΟΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ E14 (11W)	ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ (60W)		ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος:</b>										
ΘΕΟ-201		15				1.320	4	20	10	1.056
ΘΕΟ-202		15				1.320	4	20	10	1.056
ΘΕΟ-203		12				1.056	4	20	10	844,8
ΘΕΟ-204		4				352	4	10	10	140,8
ΘΕΟ-205		8				704	0	0	0	0
ΘΕΟ-206		2				176	7	20	10	246,4
ΘΕΟ-207		2				176	2	4	10	14,08
ΘΕΟ-208		4				352	5	20	10	352
ΘΕΟ-209		2				176	5	20	10	176
ΘΕΟ-210		4				352	7	6	10	147,84
ΘΕΟ-211		2				176	5	20	10	176
ΘΕΟ-212		4				352	5	20	10	352
ΘΕΟ-213		2				176	5	20	10	176
ΘΕΟ-214		4				352	4	20	10	281,6
ΘΕΟ-215		2				176	3	8	10	42,24
ΘΕΟ-216		4				352	5	20	10	352
ΘΕΟ-217		2				176	7	20	10	246,4
ΘΕΟ-218		4				352	5	20	10	352
ΘΕΟ-219		2				176	1	4	10	7,04
ΘΕΟ-220		4				352	5	10	10	176
ΘΕΟ-221		2				176	3	20	10	105,6
ΘΕΟ-222		1				88	1	1	10	0,88
ΘΕΟ-223		2				176	2	4	10	14,08
ΘΕΟ-225		3				264	2	20	10	105,6
ΘΕΟ-225B		2				176	2	20	10	70,4
ΘΕΟ-225Γ		2				176	2	20	10	70,4
ΘΕΟ-225Δ		7				616	2	20	10	246,4
ΘΕΟ-226		4				352	7	20	10	492,8
ΘΕΟ-226B		4				352	7	20	10	492,8
ΘΕΟ-226Γ		8				704	3	20	10	422,4
ΘΕΟ-229		1			2	208	5	20	10	208
ΘΕΟ-230		1			1	148	5	20	10	148
ΘΕΟ-231		1				88	9	20	10	158,4
ΘΕΟ-232		3				264	6	20	10	316,8
ΘΕΟ-233		8				704	9	20	10	1.267,2
ΘΕΟ-234		3				264	6	20	10	316,8
ΘΕΟ-235		3				264	9	20	10	475,2
ΘΕΟ-236		2				176	6	20	10	211,2

ΘΕΟ-237		2				176	6	20	10	211,2
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>						<b>14 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>11.529,36 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό – 3<sup>ος</sup> Όροφος**

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΗΤΗΡΩΝ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ					ΙΣΧΥΣ ΜΕ BALLAST (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
	ΠΛΑΙΣΙΑ (4x18W)	ΔΙΠΛΕΣ (2x36W)	ΜΟΝΕΣ (36W)	ΔΙΠΛΟΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ E14 (11W)	ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ (60W)		ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος:</b>										
ΘΕΟ-301		3				264	6	20	10	316,8
ΘΕΟ-301B					6	360	6	20	10	432
ΘΕΟ-301Γ		4				352	6	20	10	422,4
ΘΕΟ-301Δ		1				88	6	20	10	105,6
ΘΕΟ-302		7			1	676	6	20	10	811,2
ΘΕΟ-303		24				2.112	3	8	10	506,88
ΘΕΟ-305		1				88	5	4	10	17,6
ΘΕΟ-305B		2				176	5	4	10	35,2
ΘΕΟ-306		3				264	3	8	10	63,36
ΘΕΟ-306B		3				264	3	8	10	63,36
ΘΕΟ-307		28				2.464	4	8	10	788,48
ΘΕΟ-308		13			2	1.264	3	8	10	303,36
ΘΕΟ-309		1				88	2	8	10	14,08
ΘΕΟ-310			30X3=90			3.960	3	12	10	1.425,6
ΘΕΟ-310B			10X3=30			1.320	3	12	10	475,2
ΘΕΟ-310Γ		1				88	6	12	10	63,36
ΘΕΟ-310Δ		4				352	2	12	10	84,48
ΘΕΟ-311				2		22	3	12	10	7,92
ΘΕΟ-312					4	240	1	12	10	28,8
ΘΕΟ-313		1			1	148	1	12	10	17,76
ΘΕΟ-314					2	120	1	12	10	14,4
ΘΕΟ-315		5				440	4	20	10	352
ΘΕΟ-316		7			4	856	8	20	10	1.369,6
ΘΕΟ-317		2				176	4	20	10	140,8
ΘΕΟ-318					3	180	4	20	10	144
ΘΕΟ-320					2	120	4	20	10	96
ΘΕΟ-321					2	120	4	20	10	96
ΘΕΟ-322		2				176	6	20	10	211,2
ΘΕΟ-323		2				176	6	20	10	211,2
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>						<b>16.95 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>8.618,64 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό – Υπόγειο**

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΗΡΩΝ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ					ΙΣΧΥΣ ΜΕ BALLAST (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
	ΠΛΑΙΣΙΑ (4x18W)	ΔΙΠΛΕΣ (2x36W)	ΜΟΝΕΣ (36W)	ΑΠΛΟΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ E14 (11W)	ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ (60W)		ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>Υπόγειο:</b>										
ΘΕΟ-Υ01		36				3.168	6	20	10	3.801,6
ΘΕΟ-Υ04		9				792	2	1	10	15,84
ΘΕΟ-Υ05		3				264	0,5	20	10	26,4
ΘΕΟ-Υ06					6	360	5	20	10	360
ΘΕΟ-Υ07					1	60	6	20	10	72
ΘΕΟ-Υ08		4			4	592	1	1	2	1,184
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>						<b>5,24 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>4.277 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για νυκτερινό φωτισμό**

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΗΡΩΝ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ					ΙΣΧΥΣ ΜΕ BALLAST (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
	ΠΛΑΙΣΙΑ (4x18W)	ΔΙΠΛΕΣ (2x36W)	ΜΟΝΕΣ (36W)	ΑΠΛΟΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ E14 (11W)	ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ (60W)		ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
ΘΕΟ-001		1				88	10	30	10	264
ΘΕΟ-033		10				880	10	30	10	2.640
ΘΕΟ-036		1		1		99	10	30	10	297
<b>ΟΡΟΦΗ:</b>	8 ΠΡΟΒΟΛΕΙΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΩΝ 250W					2.000	10	30	12	7.200
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>						<b>3,07 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>10.401 kWh/y</b>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Θ: ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας Η/Υ – Ισόγειο

ΧΩΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ Η/Υ	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ OFF BUT PLUGGED IN (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ		ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)
			ΩΡΕΣ/ ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ			ΩΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ	
<b>Ισόγειο:</b>										
ΘΕΟ-002	1 Desktop PC + LCD monitor	250	7	20	10	350	4	580	10	23,2
ΘΕΟ-004	Cluster + UPS 40KVA	2.800	24	30	12	24.192	-	-	-	-
	2 laptops	100	3	8	10	24	-	-	-	-
ΘΕΟ-005	1 laptop	50	3	4	10	6	-	-	-	-
ΘΕΟ-009	1 Desktop PC + LCD monitor	250	2	8	10	40	4	704	10	28,16
ΘΕΟ-010	1 Desktop PC + LCD monitor	250	5	20	10	250	4	620	10	24,8
ΘΕΟ-013	4 Desktop PC + LCD monitor	1.000	2	20	10	400	16	680	10	108,8
ΘΕΟ-015	1 laptop	50	2	8	10	8	-	-	-	-
ΘΕΟ-017	1 Desktop PC + LCD monitor	250	5	20	10	250	4	620	10	24,8
ΘΕΟ-018	1 Desktop PC + LCD monitor	250	3	20	10	150	4	660	10	26,4
ΘΕΟ-019	1 Desktop PC + LCD monitor	250	3	20	10	150	4	660	10	26,4
ΘΕΟ-020	2 Desktop PC + LCD monitor	500	4	20	10	400	8	640	10	51,2
	2 Desktop PC + LCD monitor	500	1	4	10	20	8	716	10	57,28
	2 laptops	100	7	20	10	140	-	-	-	-
ΘΕΟ-021	1 Desktop PC + LCD monitor	250	3	8	10	60	4	696	10	27,84
ΘΕΟ-022	1 Desktop PC + LCD monitor	250	2	10	10	50	4	700	10	28
ΘΕΟ-023	2 Desktop PC + LCD monitor	500	2	20	10	200	8	680	10	54,4
	1 laptop	50	1	20	10	10	-	-	-	-
ΘΕΟ-023A	4 Desktop PC + LCD monitor	1.000	1	20	10	200	16	700	10	112
	1 laptop	50	8	20	10	80	-	-	-	-
ΘΕΟ-023B	1 Desktop PC + LCD monitor	250	8	20	10	400	4	560	10	22,4
	2 Desktop PC +	500	4	20	10	400	8	640	10	51,2

	LCD monitor									
<b>ΘΕΟ-030</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	7	20	10	350	4	580	10	23,2
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>9,7 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>28.130 kWh/y</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>690,08 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας Η/Υ – 1<sup>ος</sup> Όροφος**

ΧΩΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ Η/Υ	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ OFF BUT PLUGGED IN (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ		ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
			ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ			ΩΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>1<sup>ος</sup> Όροφος:</b>										
<b>ΘΕΟ-102</b>	1 Server (desktop pc)	250	24	30	12	2.160	-	-	-	-
	3 Desktop PC + LCD monitor	750	24	30	8	4.320	12	720	10	86,4
<b>ΘΕΟ-103</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	3	4	10	30	4	708	10	28,32
<b>ΘΕΟ-104</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	5	20	10	250	4	620	10	24,8
<b>ΘΕΟ-105</b>	1 Server DELL Precision T3400	375	24	30	12	3240	-	-	-	-
	2 Servers DELL PowerEdge T300	702	24	30	12	6.065,28	-	-	-	-
<b>ΘΕΟ-107</b>	3 Desktop PC + LCD monitor	750	2	10	10	150	12	700	10	84
<b>ΘΕΟ-108</b>	1 laptop	50	3	20	6	18	-	-	-	-
<b>ΘΕΟ-110</b>	2 Desktop PC + LCD monitor	500	3	4	10	60	8	708	10	56,64
<b>ΘΕΟ-111</b>	3 Desktop PC + LCD monitor	750	1	20	10	150	12	700	10	84
	1 Server (desktop pc)	250	24	30	12	2.160	-	-	-	-
	5 laptops	250	3	20	10	150	-	-	-	-
<b>ΘΕΟ-112</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	3	1	10	7,5	4	717	10	28,68
<b>ΘΕΟ-113</b>	2 Desktop PC + LCD monitor	500	6	20	10	600	8	600	10	48
<b>ΘΕΟ-114</b>	2 Desktop PC + LCD monitor	500	2	20	10	200	8	680	10	54,4
	2 laptops	100	6	20	10	120	-	-	-	-
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>6,48 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>19.680,78 kWh/y</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>495,24 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας Η/Υ – 2<sup>ος</sup> Όροφος**

ΧΩΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ Η/Υ	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ OFF BUT PLUGGED IN (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ		ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)
			ΩΡΕΣ/ ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ			ΩΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ	
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος:</b>										
<b>ΘΕΟ-204</b>	1 laptop	50	5	10	10	25	-	-	-	-
<b>ΘΕΟ-206</b>	2 Desktop PC + LCD monitor	500	7	20	10	700	8	580	10	46,4
<b>ΘΕΟ-208</b>	2 Desktop PC + LCD monitor	500	2	20	10	200	8	680	10	54,4
<b>ΘΕΟ-209</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	4	20	10	200	4	640	10	25,6
<b>ΘΕΟ-210</b>	2 Desktop PC + LCD monitor	500	7	6	10	210	8	678	10	54,24
<b>ΘΕΟ-211</b>	1 laptop	50	3	20	10	30	-	-	-	-
<b>ΘΕΟ-212</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	3	20	10	150	4	660	10	26,4
<b>ΘΕΟ-213</b>	1 laptop	50	5	20	10	50	-	-	-	-
<b>ΘΕΟ-214</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	2	20	10	100	4	680	10	27,2
<b>ΘΕΟ-216</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	3	20	10	150	4	660	10	26,4
<b>ΘΕΟ-217</b>	3 Desktop PC + LCD monitor	750	5	20	10	750	12	620	10	74,4
<b>ΘΕΟ-218</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	4	20	10	200	4	640	10	25,6
<b>ΘΕΟ-220</b>	2 Desktop PC + LCD monitor	500	3	10	10	150	8	690	10	55,2
<b>ΘΕΟ-223</b>	1 Server Fujitsu Siemens TX200S3	509	24	30	12	4.397,76	-	-	-	-
<b>ΘΕΟ-225</b>	1 Server Fujitsu-Siemens TX150-S3 INTEL XEON(P3)	301	24	30	12	2.600,64	-	-	-	-
	1 Server Fujitsu-Siemens TX150-S3 P4+LCD MONITOR	386	24	30	12	3.335,04	-	-	-	-
<b>ΘΕΟ-225B</b>	2 Desktop PC + LCD monitor	500	2	20	10	200	8	680	10	54,4
<b>ΘΕΟ-225Γ</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	4	20	10	200	4	640	10	25,6

<b>ΘΕΟ-225Α</b>	13 Desktop PC + LCD monitors	3.250	3	8	10	780	52	696	10	361,92
<b>ΘΕΟ-226</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	5	20	10	250	4	620	10	24,8
<b>ΘΕΟ-226Β</b>	4 laptops	200	5	20	10	200	-	-	-	-
<b>ΘΕΟ-226Γ</b>	3 Desktop PC + LCD monitor	750	3	20	10	450	12	660	10	79,2
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>10,55 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>15.328, 44 kWh/y</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>961,76 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας Η/Υ – 3<sup>ος</sup> Όροφος**

ΧΩΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ Η/Υ	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ OFF BUT PLUGGED IN (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ		ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
			ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ			ΩΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος:</b>										
<b>ΘΕΟ-301Β</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	5	20	10	250	4	620	10	24,8
<b>ΘΕΟ-301Γ</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	7	20	10	350	4	580	10	23,2
<b>ΘΕΟ-301Δ</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	7	20	10	350	4	580	10	23,2
<b>ΘΕΟ-305Β</b>	1 laptop	50	5	4	10	10	-	-	-	-
<b>ΘΕΟ-307</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	3	4	10	30	4	708	10	28,32
<b>ΘΕΟ-308</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	3	8	10	60	4	696	10	27,84
<b>ΘΕΟ-311</b>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	2	8	10	40	4	704	10	28,16
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>1,55 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>1.090 kWh/y</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>155,52 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας Περιφερειακών συσκευών Η/Υ, Φωτοτυπικών Μηχανημάτων, Συσκευών Fax - Ισόγειο**

ΧΩΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ STAND BY (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)
			ΩΡΕΣ/ ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ			ΩΡΕΣ/ ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ	
<b>Ισόγειο:</b>											
<b>ΘΕΟ-002</b>	ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ HP LASERJET 1300	320	1	20	10	64	7	6	20	10	8,4
	FAX SHARP FO-2600	680	0,2	20	10	27,2	7	23,8	30	12	59,98
<b>ΘΕΟ-005</b>	PROJECTOR	350	3	4	10	42	-	-	-	-	-
<b>ΘΕΟ-009</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	8	10	0,8	5	2,5	8	10	1
<b>ΘΕΟ-010</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	5,5	20	10	5,5
<b>ΘΕΟ-013</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER	500	0,5	20	10	50	10	4,5	20	10	9
<b>ΘΕΟ-018</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	3,5	20	10	3,5
<b>ΘΕΟ-019</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	7,5	20	10	7,5
<b>ΘΕΟ-020</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	4,5	20	10	4,5
<b>ΘΕΟ-023A</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER	500	0,5	20	10	50	10	7,5	20	10	15

<b>ΘΕΟ-023B</b>	2 ΕΚΤΥΠΩΤΕΣ INKJET	40	0,5	20	10	4	10	7,5	20	10	15
<b>ΘΕΟ-028</b>	ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ XEROX DOC.CENTRE 432DC	750	1	20	10	150	200	7	20	10	280
	ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ XEROX DOC.CENTRE 332DC	750	0,5	20	10	75	200	7,5	20	10	300
	ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ SHARP MX- M700U(ENERGY STAR)	1.840	1	20	10	368	20	7	20	10	28
<b>ΘΕΟ-030</b>	ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER LEXMARK T644	830	1	20	10	166	20	7	20	10	28
	ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ HP DESKJET 5652	22	0,5	20	10	2,2	2	7,5	20	10	3
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>6,68 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>1.007,2 kWh/y</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>				<b>768,38 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας Περιφερειακών συσκευών Η/Υ, Φωτοτυπικών Μηχανημάτων, Συσκευών Fax - 1<sup>ος</sup> Όροφος**

ΧΩΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ STAND BY (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)
			ΩΡΕΣ/ ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ			ΩΡΕΣ/ ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ	
<b>1<sup>ος</sup> Όροφος:</b>											
ΘΕΟ-103	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	4	10	0,4	5	2,5	4	10	0,5
ΘΕΟ-104	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	4,5	20	10	4,5
	ΣΥΣΚΕΥΗ FAX	800	0,2	20	10	32	10	23,8	30	12	85,68
ΘΕΟ-105	2 ΕΚΤΥΠΩΤΕΣ INKJET	40	0,5	20	10	4	10	3,5	20	10	7
	ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER LEXMARK T644	830	0,5	20	10	83	20	3,5	20	10	14
ΘΕΟ-108	ΣΥΣΚΕΥΗ FAX	800	0,2	20	6	19,2	10	23,8	30	12	85,68
	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	6	1,2	5	4,5	20	6	2,7
ΘΕΟ-111	ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ HP LASERJET P2015D	350	0,5	20	10	35	7	6,5	20	10	9,1
ΘΕΟ-113	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER	500	0,5	20	10	50	10	5,5	20	10	11
	1 SCANNER	45	0,25	20	10	2,25	15	5,5	20	10	16,5
ΘΕΟ-114	ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER LEXMARK T644	830	0,5	20	10	83	20	5,5	20	10	22
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>4,26 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>312,05 kWh/y</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>258,66 kWh/y</b>	

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας Περιφερειακών συσκευών Η/Υ, Φωτοτυπικών Μηχανημάτων, Συσκευών Fax - 2<sup>ος</sup> Όροφος**

ΧΩΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ STAND BY (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)
			ΩΡΕΣ/ ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ			ΩΡΕΣ/ ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ	
<b>2<sup>ος</sup> Όροφος:</b>											
<b>ΘΕΟ-204</b>	1 SCANNER	45	0,2	10	10	0,9	15	4,8	10	10	7,2
	ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ ΜΗΧΑΝΗΜΑ	750	0,5	10	10	37,5	200	4,5	10	10	90
<b>ΘΕΟ-206</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER	500	0,5	20	10	50	10	6,5	20	10	13
<b>ΘΕΟ-208</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	1,5	20	10	1,5
<b>ΘΕΟ-209</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	3,5	20	10	3,5
	1 SCANNER	45	0,2	20	10	1,8	15	3,8	20	10	11,4
	ΣΥΣΚΕΥΗ FAX	800	0,2	20	10	32	10	23,8	30	12	85,68
<b>ΘΕΟ-210</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	6	10	0,6	5	6,5	6	10	1,95
<b>ΘΕΟ-211</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	2,5	20	10	2,5
<b>ΘΕΟ-212</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	2,5	20	10	2,5
	1 SCANNER	45	0,2	20	10	1,8	15	2,8	20	10	8,4
<b>ΘΕΟ-213</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	4,5	20	10	4,5
<b>ΘΕΟ-214</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	1,5	20	10	1,5

<b>ΘΕΟ-216</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	2,5	20	10	2,5
<b>ΘΕΟ-217</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	4,5	20	10	4,5
<b>ΘΕΟ-218</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	3,5	20	10	3,5
	1 SCANNER	45	0,2	20	10	1,8	15	3,8	20	10	11,4
<b>ΘΕΟ-220</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	10	10	1	5	2,5	10	10	1,25
<b>ΘΕΟ-225B</b>	ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ HP LASERJET 8150DN	685	1	10	10	68,5	165	4	10	10	66
	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER CANNON GP 160F	850	0,5	4	10	17	20	3,5	4	10	2,8
<b>ΘΕΟ-225Γ</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ HP LASERJET 1300	320	0,5	20	10	32	7	6,5	20	10	9,1
	SCANNER HP SCANJET 5550C	36	0,2	10	10	0,72	15	3,8	10	10	5,7
<b>ΘΕΟ-225Δ</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER	500	0,5	10	10	25	10	6,5	10	10	6,5
<b>ΘΕΟ-226B</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	10	10	1	5	4,5	10	10	2,25
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>4,86 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>289,62 kWh/y</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>				<b>349,13 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας Περιφερειακών συσκευών Η/Υ ,  
Φωτοτυπικών Μηχανημάτων, Συσκευών Fax - 3<sup>ος</sup> Όροφος**

ΧΩΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ STAND BY (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)
			ΩΡΕΣ/ ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ			ΩΡΕΣ/ ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ	
<b>3<sup>ος</sup> Όροφος:</b>											
<b>ΘΕΟ-301B</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	6,5	20	10	6,5
	ΣΥΣΚΕΥΗ FAX	800	0,2	20	10	32	10	23,8	30	12	85,68
<b>ΘΕΟ-301Γ</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	6,5	20	10	6,5
	ΣΥΣΚΕΥΗ FAX	800	0,2	20	10	32	10	23,8	30	12	85,68
<b>ΘΕΟ-301Δ</b>	ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ KONICA MINOLTA BIZHUB 211	1.250	0,5	20	10	125	200	6,5	20	10	260
<b>ΘΕΟ-302</b>	ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER KYOCERA FS-C5030N	501	0,5	20	10	50,1	180	6,5	20	10	234
	ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ HP LASERJET 1300	320	0,5	20	10	32	7	6,5	20	10	9,1
<b>ΘΕΟ-305B</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	4	10	0,4	5	4,5	4	10	0,9
<b>ΘΕΟ-307</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	4	10	0,4	5	2,5	4	10	0,5
<b>ΘΕΟ-311</b>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	8	10	0,8	5	1,5	8	10	0,6
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>3,77 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>276,7 kWh/y</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>				<b>689,46 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας υπόλοιπων ηλεκτρικών συσκευών (οικιακές και λευκές συσκευές)**

ΧΩΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	ΙΣΧΥΣ(W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
			ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<b>ΙΣΟΓΕΙΟ:</b>						
<b>ΘΕΟ-001</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
<b>ΘΕΟ-002</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
	1 ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	1.000	0,5	20	10	100
<b>ΘΕΟ-007</b>	1 ΡΑΔΙΟΦΩΝΟ	5	3	20	10	3
<b>ΘΕΟ-008</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
	1 ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ	4.000	0,5	2	10	40
<b>ΘΕΟ-010</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
	1 ΡΑΔΙΟΦΩΝΟ	5	3	20	10	3
<b>ΘΕΟ-013</b>	1 ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ CRT 21"	50	1	20	10	10
	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
<b>ΘΕΟ-015</b>	ΤΗΛΕΟΡΑΣΗ LCD 46"	80	2	4	10	6,4
<b>ΘΕΟ-019B</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
	1 ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ	4.000	0,5	4	10	80
<b>ΘΕΟ-023</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
	1 ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	1.000	0,5	20	10	100
<b>ΘΕΟ-031</b>	1 ΨΥΚΤΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΡΥΟ/ΖΕΣΤΟ	50	24	30	12	432
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>10,68 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>5.008 kWh/y</b>
<b>1<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>						
<b>ΘΕΟ-102</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
<b>ΘΕΟ-104</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
	1 ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	1.000	0,25	10	10	25
	ΦΟΥΡΝΑΚΙ :ΧΡΗΣΗ ΕΣΤΙΑΣ	500	0,25	20	10	25
	ΦΟΥΡΝΑΚΙ : ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΦΟΥΡΝΟΥ	1.000	0,5	4	10	20
<b>ΘΕΟ-105</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
<b>ΘΕΟ-108</b>	1 ΡΑΔΙΟΦΩΝΟ	5	3	20	10	3
<b>ΘΕΟ-111</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
	1 ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ	4.000	1	8	5	160
	1 ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	1.000	0,5	20	10	100
<b>ΘΕΟ-113</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
	1 ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	1.000	0,25	20	10	50
<b>ΘΕΟ-114</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>8,925 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>4.011,8 kWh/y</b>

<b>2<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>						
<b>ΘΕΟ-208</b>	1 ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	1.000	0,5	20	10	100
<b>ΘΕΟ-210</b>	1 ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	1.000	0,5	6	10	30
<b>ΘΕΟ-225</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
<b>ΘΕΟ-225Γ</b>	1 TV/VCR	100	2	8	10	16
<b>ΘΕΟ-226</b>	1 ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ	2.000	0,5	8	5	40
<b>ΘΕΟ-226B</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
<b>ΘΕΟ-226Γ</b>	1 ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	1.000	0,5	20	10	100
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>5,24 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>1.495,6 kWh/y</b>
<b>3<sup>ος</sup> ΟΡΟΦΟΣ:</b>						
<b>ΘΕΟ-301B</b>	1 ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	1.000	0,5	20	10	100
<b>ΘΕΟ-301Γ</b>	1 ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	1.000	0,5	20	10	100
<b>ΘΕΟ-302</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>2,07 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>804,08 kWh/y</b>
<b>ΥΠΟΓΕΙΟ:</b>						
<b>ΘΕΟ-Υ01</b>	1 ΨΥΓΕΙΟ	70	24	30	12	604,8
	1 ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	1.000	0,5	20	10	100
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>1,07 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>704,8 kWh/y</b>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ SERVERS

### Dell PowerEdge T300

The maximum configuration for this model is described below. Please make any changes relevant to your configuration and user preferences, then submit this form to add this unit to your device list.

#### System Description

Computer type	Tower	
Monitor type	None	
Processor type	Intel Xeon 5400 (Quad)	
Number of Processors	1	
Number of power supplies	2	
No. of populated PCI slots	0-2 Slots	
Internal Hard Drives	4	
Total External Drives	0	
Predominant Hard Drive Type	Serial ATA	
User Site Voltage	<input checked="" type="checkbox"/> 100 <input checked="" type="checkbox"/> 120 <input checked="" type="checkbox"/> 200 <input checked="" type="checkbox"/> 208 <input checked="" type="checkbox"/> 230	
Plug Type:	IEC-60320-C13/14	To choose graphically <a href="#">click here</a>
No. of Power Cords:	2	
Quantity	1	



#### External Peripherals

<input type="checkbox"/> Cable/DSL Modem	<input checked="" type="checkbox"/> Cable/DSL Router	<input checked="" type="checkbox"/> CD/CD-R/CD-RW/DVD/DVD-R
<input type="checkbox"/> ISDN Adapter	<input type="checkbox"/> Seagate 3.5 External Storage HD	<input type="checkbox"/> Tape Drive

#### Server

Device:	Dell PowerEdge T300	[ Edit Device ]	[ Delete Device ]
Total Power (Watts):	351	# of Power Cords:	2
Total Power (VA):	501	Quantity:	1
Total Thermal (BTU/hr):	1199	Plug Type:	IEC-60320-C13/14
Operating Voltages:	100 or 120 or 200 or 208 or 230		

### Fujitsu-Siemens Primergy TX200 S3

The maximum configuration for this model is described below. Please make any changes relevant to your configuration and user preferences, then submit this form to add this unit to your device list.

#### System Description

Computer type	Tower	
Monitor type	None	
Processor type	Intel Xeon (P3)	
Number of Processors	2	
Number of power supplies	2	
No. of populated PCI slots	0-2 Slots	
Internal Hard Drives	6	
Total External Drives	0	
Predominant Hard Drive Type	Serial ATA	
User Site Voltage	<input checked="" type="checkbox"/> 100 <input checked="" type="checkbox"/> 120 <input checked="" type="checkbox"/> 200 <input checked="" type="checkbox"/> 208 <input checked="" type="checkbox"/> 230	
Plug Type:	IEC-60320-C13/14	To choose graphically <a href="#">click here</a> 
No. of Power Cords:	2	
Quantity	1	

#### External Peripherals

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Cable/DSL Modem | <input checked="" type="checkbox"/> Cable/DSL Router     | <input checked="" type="checkbox"/> CD/CD-R/CD-RW/DVD/DVD-R |
| <input type="checkbox"/> ISDN Adapter    | <input type="checkbox"/> Seagate 3.5 External Storage HD | <input type="checkbox"/> Tape Drive                         |

### Your Device List

#### Server

Device:	Fujitsu-Siemens Primergy TX200 S3	[ Edit Device ]	[ Delete Device ]
Total Power (Watts):	509	# of Power Cords:	2
Total Power (VA):	727	Quantity:	1
Total Thermal (BTU/hr):	1738	Plug Type:	IEC-60320-C13/14 
Operating Voltages:	100 or 120 or 200 or 208 or 230		

### Fujitsu-Siemens Primergy TX150-S3

The maximum configuration for this model is described below. Please make any changes relevant to your configuration and user preferences, then submit this form to add this unit to your device list.

#### System Description

Computer type	Tower
Monitor type	16-21 inch LCD
Processor type	Intel Pentium 4
Number of Processors	1
Number of power supplies	2
No. of populated PCI slots	0-2 Slots
Internal Hard Drives	4
Total External Drives	0
Predominant Hard Drive Type	Serial ATA
User Site Voltage	<input checked="" type="checkbox"/> 100 <input checked="" type="checkbox"/> 120 <input checked="" type="checkbox"/> 200 <input checked="" type="checkbox"/> 208 <input checked="" type="checkbox"/> 230
Plug Type:	NEMA 5-15P
No. of Power Cords:	2
Quantity	1

To choose graphically [click here](#)



#### External Peripherals

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Cable/DSL Modem | <input checked="" type="checkbox"/> Cable/DSL Router     | <input checked="" type="checkbox"/> CD/CD-R/CD-RW/DVD/DVD-R |
| <input type="checkbox"/> ISDN Adapter    | <input type="checkbox"/> Seagate 3.5 External Storage HD | <input type="checkbox"/> Tape Drive                         |

### Your Device List

#### Server

Device:	<b>Fujitsu-Siemens Primergy TX150-S3</b>	[ Edit Device ]	[ Delete Device ]
Total Power (Watts):	<b>386</b>	# of Power Cords:	<b>2</b>
Total Power (VA):	<b>551</b>	Quantity:	<b>1</b>
Total Thermal (BTU/hr):	<b>1318</b>	Plug Type:	<b>NEMA 5-15P</b>
Operating Voltages:	<b>100 or 120 or 200 or 208 or 230</b>		

### Fujitsu-Siemens Primergy TX150-S3

The maximum configuration for this model is described below. Please make any changes relevant to your configuration and user preferences, then submit this form to add this unit to your device list.

#### System Description

Computer type	Tower
Monitor type	None
Processor type	Intel Xeon
Number of Processors	1
Number of power supplies	2
No. of populated PCI slots	0-2 Slots
Internal Hard Drives	4
Total External Drives	0
Predominant Hard Drive Type	Serial ATA
User Site Voltage	<input checked="" type="checkbox"/> 100 <input checked="" type="checkbox"/> 120 <input checked="" type="checkbox"/> 200 <input checked="" type="checkbox"/> 208 <input checked="" type="checkbox"/> 230
Plug Type:	NEMA 5-15P
No. of Power Cords:	2
Quantity	1

To choose graphically [click here](#)



#### External Peripherals

<input type="checkbox"/> Cable/DSL Modem	<input checked="" type="checkbox"/> Cable/DSL Router	<input checked="" type="checkbox"/> CD/CD-R/CD-RW/DVD/DVD-R
<input type="checkbox"/> ISDN Adapter	<input type="checkbox"/> Seagate 3.5 External Storage HD	<input type="checkbox"/> Tape Drive

### Your Device List

#### Server

Device:	Fujitsu-Siemens Primergy TX150-S3	[ Edit Device ]	[ Delete Device ]
Total Power (Watts):	301	# of Power Cords:	2
Total Power (VA):	430	Quantity:	1
Total Thermal (BTU/hr):	1028	Plug Type:	NEMA 5-15P 
Operating Voltages:	100 or 120 or 200 or 208 or 230		

**Server Not Listed**

Please configure your server manually and submit this form to find which APC solutions best fit your needs.

Manufacturer:

Model:

**System Description**

-  Computer type:
-  Monitor type:
-  Processor type:
-  Number of Processors:
-  Number of power supplies:
-  No. of populated PCI slots:
-  Internal Hard Drives:
-  Total External Drives:
-  Predominant Hard Drive Type:
-  User Site Voltage:  100  120  200  208  230
-  Plug Type:  To choose graphically [click here](#)
-  No. of Power Cords:
-  Quantity:



**External Peripherals**

- Cable/DSL Modem
- Cable/DSL Router
- CD/CD-R/CD-RW/DVD/DVD-R
- ISDN Adapter
- Seagate 3.5 External Storage HD
- Tape Drive

**Your Device List**

 **Server**

Device:	- Desktop server	[ Edit Device ]	[ Delete Device ]
Total Power (Watts):	254	# of Power Cords:	1
Total Power (VA):	363	Quantity:	1
Total Thermal (BTU/hr):	867	Plug Type:	Unknown / Unlisted 
Operating Voltages:	120		

**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΑ: Καταγραφή μηχανών και εργαστηριακού εξοπλισμού κτ. Θεοχάρη:**

ΧΩΡΟΣ	ΜΗΧΑΝΗΜΑ/ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ(W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
<p><b>ΘΕΟ-008:</b> <b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ</b> <b>ΜΙΚΡΟΣΚΟΠΙΟ</b></p>	 <p>Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο Cambridge S4-10 2 Video processors Icon pump Video amplifier Scan Generator Waveform monitor Amplifier analyzer</p>	<p>-</p>	<p>Σπάνια Χρήση - ανάλογα με τις ερευνητικές ανάγκες</p>	<p>-</p>
<p><b>ΘΕΟ-014, ΘΕΟ-015,</b> <b>ΘΕΟ-016:</b> <b>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ</b> <b>ΑΝΤΟΧΗΣ ΥΛΙΚΩΝ</b></p>	 <p>Μηχανή Στρέψης</p>	<p>800/1600/2700 W ανάλογα με κάθε ταχύτητα στρέψης: 350/720/1420 Σ.Α.Λ  (Μέτρηση και με DIY Kyoto Wattson energy meter)</p>	<p>~9 φορές /ακαδημαϊκό έτος για εκπαιδευτικούς σκοπούς Χρονική διάρκεια μη προσδιορίσιμη</p>	<p>-</p>

	 <p><b>Μηχανή Εφελκυσμού</b></p>	<p><b>10 kW</b> <b>(Μέτρηση και με DIY Kyoto Wattson energy meter)</b></p>	<p><b>~2h /μήνα</b></p>	<p>-</p>
	 <p><b>Μηχανή Θλίψης- Κάμψης 600 tn</b></p>	<p>- <b>(Μέτρηση με DIY Kyoto Wattson energy meter max = 1723W)</b></p>	<p><b>~15 φορές /ακαδημαϊκό έτος για εκπαιδευτικούς σκοπούς</b> <b>Χρονική διάρκεια μη προσδιορίσιμη</b></p>	<p>-</p>
	 <p><b>Μηχανή εφελκυσμού-θλίψης INSTRON (Satec series VTM-HYD)</b></p>	<p>-</p>	<p><b>~10 φορές /μήνα</b> <b>Χρονική διάρκεια μη προσδιορίσιμη</b></p>	<p>-</p>

	 <p><b>Μηχανή Εφελκυσμού-Κάμψης AMSLER</b></p>	<p><b>4 kW</b></p>	<p>~30 φορές/ακαδημαϊκό έτος Χρονική διάρκεια μη προσδιορίσιμη</p>	<p>-</p>
	<p><b>Μηχανή Θλίψης 30tn STEPHAN WERKE</b></p>	<p><b>1,5 kW</b></p>	<p>50 φορές/ακαδημαϊκό έτος Χρονική διάρκεια μη προσδιορίσιμη</p>	<p>-</p>
	 <p><b>Φούρνος αντοχής υλικών Votsch</b></p>	<p><b>1 kW</b></p>	<p>~30 φορές/ακαδημαϊκό έτος Χρονική διάρκεια μη προσδιορίσιμη</p>	<p>-</p>

	 <p><b>Μηχανή εφελκυσμού-θλίψης INSTRON 1276</b></p>	-	<p><b>Καινούργια μηχανή – αναμένεται να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον για ερευνητικούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς αλλά με σπάνια συχνή χρήση/ετος</b></p>	-
	 <p><b>Mand Testing Machine Torsion: Στρέψη</b></p>	-	<p><b>Σπάνια χρήση</b></p>	-
	 <p><b>Μηχανή Κάμψης Manheim Mohr &amp; Federhaff:</b></p>	-	<p><b>Εκτός λειτουργίας από το 2009 έως σήμερα</b></p>	0

	 <p>Ανυψωτικά μηχανήματα: 2 Γερανογέφυρες POKAS 16tn + 2 Γερανογέφυρες DEMAG 10tn</p>	-	Σπάνια χρήση	-
<b>ΘΕΟ-019 :</b> <b>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ</b> <b>ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ</b> <b>ΦΑΙΝΟΜΕΝΩΝ</b>	Συσκευή φόρτισης πυκνωτών	9 kW	~ 4h/μήνα	~ 360 kWh/y
	2 εργαστηριακοί προβολείς	-	Σπάνια χρήση	-
	1 high speed camera	-	Σπάνια χρήση	-
	Τύμπανο για στέγνωμα φωτογραφιών	-	~ 2h/μήνα	-
	Data acquisition System	200W	~3h/μήνα	~ 6 kWh/y
	Κολλητήρι συγκόλλησης	30W	~ 1h/μήνα	~ 0,3 kWh/y
Παλμογράφος	50W	Σπάνια χρήση	-	
<b>ΘΕΟ:021: ΑΙΘΟΥΣΑ</b> <b>ΕΡΕΥΝΩΝ</b>	 <p>1 εργαστηριακό Laser CVI Melles Griot</p>	Max 20W	Σπάνια χρήση	-
	Μηχανή εφέλκυσμού θλίψης	-	Σπάνια χρήση	-

<p><b>ΘΕΟ-023:</b> <b>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ</b> <b>ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΚΑΙ</b> <b>ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ</b></p>	 <p>Μηχανή εφελκυσμού INSTRON 1121</p>	-	Σπάνια χρήση	-
	Φούρνος γήρανσης	800W	~ 2h/μήνα	~ 16 kWh/y
	Αναμικτήρας Brabender	1100W	~ 8h/μήνα	~ 88 kWh/y
	Θερμική Πρέσα DAKE	4,8 kW	~ 8h/μήνα	~ 384 kWh/y
<p><b>ΘΕΟ-023B:</b> <b>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ</b> <b>ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΚΑΙ</b> <b>ΣΥΝΘΕΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ</b></p>	 <p>Θερμιδομετρητής διαφορικής ανίχνευσης DSC</p>	230W	~40h/μήνα	~92kWh/y
<p><b>ΘΕΟ-110:</b> <b>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Μ.Κ.Ε</b> <b>ΥΠΕΡΗΧΟΙ</b></p>	2 Παλμογράφοι	100W	Σπάνια χρήση	-
	Συσκευή υπερήχων	-	Σπάνια χρήση	-
	Προβολέας εργαστηρίου	-	Σπάνια χρήση	-
<p><b>ΘΕΟ-111: ΑΙΘΟΥΣΑ</b> <b>INSTRON</b></p>	Περιβαλλοντικός θάλαμος κλιματικής καταπόνησης INSTRON	-	Σπάνια χρήση: 10 μέρες/έτος	-
	 <p>Πλαίσιο φόρτισης 5tn</p>	- ( μέτρηση χωρίς δοκίμιο με HQ Power Consumption meter =110W )	~ max 8h/μήνα	-

	Πλαίσιο φόρτισης 15tn	-	Εκτός λειτουργίας από 1/ 2010 έως σήμερα	-
	2x Πλαίσια φόρτισης 20tn INSTRON 8500-8032	-	Σπάνια χρήση	-
	Αντλία λαδιού	-	Σπάνια χρήση	-
<b>ΘΕΟ-114: ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ</b>	 <p>1 Ηλεκτρομηχανικό πλαίσιο φόρτισης MTS-INSIGHT</p>	530VA ( μέτρηση χωρίς δοκίμιο με HQ Power Consumption meter =100W Stand by:17,6W off 6W)	~ 15h/μήνα	-
	 <p>Video extensometer</p>	-	Σπάνια χρήση	-
<b>ΘΕΟ-305: ΘΕΡΜΟΑΓΩΓΙ- ΜΟΤΗΤΑ:</b>	Συσκευή μέτρησης θερμικής αγωγιμότητας	-	Σπάνια χρήση	-
	Φούρνος θερμοπερατότητας	-	Σπάνια χρήση	-
	 <p>Όργανα για τον υπολογισμό του δυναμικού μέτρου της ελαστικότητας των υλικών</p>	-	Σπάνια χρήση	-

<b>ΘΕΟ-306: ΑΙΘΟΥΣΑ ΠΑΓΕΤΟΥ- AEROSOL</b>		-	Σπάνια χρήση	-
	Εργαστηριακή συσκευή παγετού			
	Εργαστηριακή συσκευή Aerosol	-	Σπάνια χρήση	-
<b>ΘΕΟ-306B</b>	Συσκευή μετρησης λ υλικων TLP 300	-	Σπάνια χρήση	-
	Μηχανή παραμορφώσεων	300W	Σπάνια χρήση	-
	Μηχανή αντοχής θλίψης	180W	Σπάνια χρήση	-
<b>ΘΕΟ-307: ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ</b>				
	Κλιματιστικός θάλαμος γήρανσης			
		-	Σπάνια χρήση	-
	Μηχανές δοκιμής κάμψης και εφελκυσμού			

<p><b>ΘΕΟ-308: ΦΩΤΟΤΑΣΕΟΠΤΙΚΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b></p>	 <p>Όργανα για τον προδιορισμό της πειραματικής ανάλυσης τάσεων</p>	<p>-</p>	<p>Σπάνια χρήση</p>	<p>-</p>
<p><b>ΘΕΟ-310: ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΟΚΙΜΩΝ- ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΑ</b></p>	<p>Εργαστηριακή συσκευή μέτρησης υδατοπερατότητας υλικών</p>	<p>520W</p>	<p>Σπάνια χρήση</p>	<p>-</p>
	<p>Εργαστηριακή συσκευή μέτρησης υδροαπορρόφησης</p>	<p>-</p>	<p>Σπάνια χρήση</p>	<p>-</p>
	<p>Τόρνος</p>	<p>4kW</p>	<p>Σπάνια χρήση</p>	<p>-</p>
 <p>Συσκευή Los Angeles</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>Σπάνια χρήση</p>	<p>-</p>
 <p>Παρασκευαστήριο</p>	<p>-</p>	<p>-</p>	<p>Σπάνια χρήση</p>	<p>-</p>

	 <p>Εργαστηριακός αναμεικτήρας παρασκευής σκυροδέματος</p>	0,55kW	Σπάνια χρήση	-
	Συσκευή συμπίκνωσης σκυροδέματος	0,8kW	Σπάνια χρήση	-
	Συσκευή συμπίκνωσης σκυροδέματος	0,7kW	Σπάνια χρήση	-
	Συσκευή ελέγχου αντοχής στη τριβή	1,1kW	Σπάνια χρήση	-
	Συσκευή ελέγχου αντοχής στη τριβή	0,75 kW	Σπάνια χρήση	-
	Συσκευή κοσκίνισματος	2,2kW	Σπάνια χρήση	-
	Αντοχής σκυροδέματος	2kW	Σπάνια χρήση	-
	Θλίψης κεραμικών	-	Σπάνια χρήση	-
	Αντοχής θλίψης τσιμέντου	-	Σπάνια χρήση	-
<p><b>ΘΕΟ-310Δ:</b> <b>ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΟ</b></p>	 <p>Ηλεκτρικά τρυπάνια χειριού</p>	-	Σπάνια χρήση	-

<b>Υ01: ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΕΙΟ</b>	<b>Πολύστροφη φρέζα Δίσκος κοπής μαρμάρων</b>	- 3PS = 2237W	Σπάνια χρήση Σπάνια χρήση	-
		1,6kW-3,2kW	Σπάνια χρήση	-
	<b>Κορδέλα κοπής μετάλλων και πλαστικών STARTRITE</b>			
	<b>Δίσκος κοπής</b>	400W	Σπάνια χρήση	-
		0,74kW	Σπάνια χρήση	-
<b>Τροχός δαπέδου λείανσης</b>				
<b>Ψαλίδι για λαμαρίνες αυτόματο</b>	3kW	Σπάνια χρήση	-	

	 <p><b>Τόρνος</b></p>	<p><b>4,4kW-7,7kW</b></p>	<p><b>Σπάνια χρήση</b></p>	<p>-</p>
	 <p><b>Φρέζα Πλάνη για μέταλλα</b></p>	<p><b>6kW</b></p>	<p><b>Σπάνια χρήση</b></p>	<p>-</p>
	<p><b>0,55kW</b></p>	<p><b>Σπάνια χρήση</b></p>	<p>-</p>	
	 <p><b>Δράπανο:</b></p>	<p><b>0,9kW/1,2kW/1,5 kW</b></p>	<p><b>Σπάνια χρήση</b></p>	<p>-</p>

	<b>Ηλεκτρικό πριόνι Ρεκτιφιέ</b>	- <b>60/90W</b>	<b>Σπάνια χρήση Σπάνια χρήση</b>	- -
	 <p><b>Drilling machine RPD12</b></p>	<b>370W</b>	<b>Σπάνια χρήση</b>	-
	<b><i>Ελάχιστη συνολική ονομαστική ισχύς του εργαστηριακού εξοπλισμού:</i></b>	<b>&gt; 74,4 kW</b>		-

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΒ: ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΤΗΝ ΠΤΕΡΥΓΑ ΕΡΓ. ΟΔΟΠΟΙΑΣ

*Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό – Όροφος Οδοποιίας*

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΑΜΠΗΡΩΝ ΑΝΑ ΕΙΔΟΣ					ΙΣΧΥΣ(W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
	ΠΑΛΙΣΙΑ (4x18W)	ΔΙΠΛΕΣ (2x36W)	ΜΟΝΕΣ (36W)	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ Ε14 ΕΞΟΙΚΟΝ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (11W)	ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ (60W)		ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
ΧΩΡΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ 1		8				576	8	20	10	921,6
ΧΩΡΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ 2		4				288	6	20	10	345,6
ΧΩΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ		7		2		526	8	20	10	841,6
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΔΟΠΟΙΑΣ		6				432	4	10	10	172,8
ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ 1		4				288	2	10	10	57,6
ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ 2		2				144	2	10	10	28,8
ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ		2				144	5	20	10	144
ΓΡΑΦΕΙΟ 123 ΚΑΘΗΓΗΤΗ		2				144	5	20	10	144
ΓΡΑΦΕΙΟ 127		2				144	4	20	10	115,2
ΓΡΑΦΕΙΟ 125		3				216	6	20	10	259,2
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>						<b>2,9 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>3.030,4 kWh/y</b>

*Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη με A/C split units – Όροφος Οδοποιίας*

ΧΩΡΟΣ	ΑΡΙΘΜΟΣ Α/Σ	ΙΣΧΥΣ Α/Σ (EER=2,7)		ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
		ΑΠΟΔΟΣΗ BTU/h	ΙΣΧΥΣ(W)	ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<i>ΧΩΡΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ 1</i>	1	18.000	1.884	6	20	3	678,24
<i>ΧΩΡΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ 2</i>	1	24.000	2.512	5	20	3	753,6
<i>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΔΟΠΟΙΙΑΣ</i>	1	24.000	2.512	3	10	3	226,08
	1	24.000	2.512	3	10	3	226,08
<i>ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ 1</i>	1	24.000	2.512	1	10	3	75,36
<i>ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ</i>	1	9.000	942	4	20	3	226,08
<i>ΓΡΑΦΕΙΟ 123 ΚΑΘΗΓΗΤΗ</i>	1	9.000	942	3	20	3	169,56
	1	9.000	942	3	20	3	169,56
<i>ΓΡΑΦΕΙΟ 127</i>	1	12.000	1.256	3	20	3	226,08
<i>ΓΡΑΦΕΙΟ 125</i>	1	9.000	942	4	20	3	226,08
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>16,96 kW</b>		<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>2.976,7 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας Η/Υ – Όροφος Οδοποιίας**

ΧΩΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ Η/Υ	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ OFF BUT PLUGGED IN (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ		ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
			ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ			ΩΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
<i>ΧΩΡΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ 1</i>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	4	20	10	200	4	640	10	25,6
<i>ΧΩΡΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ 2</i>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	6	20	10	300	4	600	10	24
	1 Desktop PC + LCD monitor	250	1	20	10	50	4	700	10	28
<i>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΔΟΠΟΙΑΣ</i>	3 Desktop PC + LCD monitor	750	3	10	10	225	12	690	10	82,8
<i>ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ Υ</i>	2 Desktop PC + LCD monitor	500	5	20	10	500	8	620	10	49,6
<i>ΓΡΑΦΕΙΟ 123 ΚΑΘΗΓΗΤΗ</i>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	4	20	10	200	4	640	10	25,6
<i>ΓΡΑΦΕΙΟ 127</i>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	3	20	10	150	4	660	10	26,4
<i>ΓΡΑΦΕΙΟ 125</i>	1 Desktop PC + LCD monitor	250	6	20	10	300	4	600	10	24
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:</b>		<b>2,75 kW</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>1.925 kWh/y</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:</b>			<b>286 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας Περιφερειακών συσκευών Η/Υ, Φωτοτυπικών Μηχανημάτων, Συσκευών Fax - Όροφος οδοποιίας**

ΧΩΡΟΣ	ΤΥΠΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)	ΙΣΧΥΣ ΣΕ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ STAND BY (W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ ΕΤΟΣ (kWh/y)
			ΩΡΕΣ/ ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ			ΩΡΕΣ/ ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ ΕΤΟΣ	
<i>ΧΩΡΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ 1</i>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ HP LASERJET 1300	320	0,5	20	10	32	7	7,5	20	10	10,5
	ΣΥΣΚΕΥΗ FAX	800	0,2	20	10	32	10	23,8	30	12	85,68
	ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ SHARP MX-M620U	1.840	0,5	20	10	184	20	7	20	10	28
<i>ΧΩΡΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑΣ 2</i>	1 SCANNER	45	0,2	20	10	1,8	15	5,3	20	10	15,9
	HP LASERJET 4100N PRINTER	317	0,5	20	10	31,7	21	5,5	20	10	23,1
	HP OFFICEJET 7000 PRINTER	32	0,5	20	10	3,2	2,7	5,5	20	10	2,97
	HP LASERJET P2055D	570	0,5	20	10	57	8	5,5	20	10	8,8
<i>ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΔΟΠΟΙΑΣ</i>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER	500	0,5	20	10	50	10	3,5	20	10	7
<i>ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ</i>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	4,5	20	10	4,5
<i>ΓΡΑΦΕΙΟ 123 ΚΑΘΗΓΗΤΗ</i>	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	4,5	20	10	4,5
	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER	500	0,5	20	10	50	10	4,5	20	10	9

ΓΡΑΦΕΙΟ 127	HP LASERJET P2055D	570	0,5	20	10	57	8	3,5	20	10	5,6
ΓΡΑΦΕΙΟ 125	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ INKJET	20	0,5	20	10	2	5	5,5	20	10	5,5
	1 ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ LASER	500	0,5	20	10	50	10	5,5	20	10	11
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:		<b>6,05 kW</b>		ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:			<b>554,7 kWh/y</b>	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:			<b>222,05 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας υπόλοιπων ηλεκτρικών συσκευών – Όροφος οδοποιίας**

ΤΥΠΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	ΙΣΧΥΣ(W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ			ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
		ΩΡΕΣ/ΜΕΡΑ	ΜΕΡΕΣ/ΜΗΝΑ	ΜΗΝΕΣ/ΕΤΟΣ	
2 ΨΥΓΕΙΑ	140	24	30	12	1.209,6
1 ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ	4.000	0,5	2	10	40
2 ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ	2.000	0,5	20	10	200
1 ΨΥΚΤΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΡΥΟ/ΖΕΣΤΟ	50	24	30	12	432
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ:	<b>6,19 kW</b>	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ:			<b>1881,6 kWh/y</b>

**Πίνακας: Καταγραφή εργαστηριακού εξοπλισμού – Όροφος οδοποιίας**

ΧΩΡΟΣ	ΜΗΧΑΝΗΜΑ/ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ(W)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ/ΕΤΟΣ (kWh/y)
Εργαστήριο Οδοποιίας	Εργαστηριακή συσκευή έλεγχου ασφαλομυγμάτων + 1 αεροσυμπιεστής	-	Μερικές φορές ανά εξάμηνο	-

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ιωάννης Ψαρράς, Κωνσταντίνος Δ. Πατλιτζιάνας, «Σημειώσεις : Διαχείριση Ενέργειας και Περιβαλλοντική Πολιτική» Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων και Διοίκησης, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2005.
- [2] «Φωτοτεχνία», Φ.Β. Τοπαλής εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ
- [3] «Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας ΤΟΜΟΣ Α» Σταμάτης Δ.Περδίδος εκδόσεις Τεδοτική
- [4] «Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας ΤΟΜΟΣ Β» Σταμάτης Δ.Περδίδος εκδόσεις Τεδοτική
- [5] «Οικονομική ανάλυση των επιχειρήσεων» (Κάπρος-Ντελκής)
- [6] «Εφαρμογές κτιριακών και Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων», Π.Δ.Μπούρκας
- [7] «Οδηγός Ενεργειακής Διαχείρισης στα κτίρια», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.
- [8] Νόμος 3661 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων», Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτιρίων-KENAK, 19 Μαΐου 2008.
- [9] Τεχνική οδηγία τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2010), «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης», Α' Έκδοση, Αθήνα, Ιούνιος 2010.
- [10] Τεχνική οδηγία τεχνικού επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2010), «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων», Α' Έκδοση, Αθήνα, Ιούνιος 2010.
- [11] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας Κ.Α.Π.Ε. :  
[http://www.cres.gr/kape/index\\_gr.htm](http://www.cres.gr/kape/index_gr.htm)
- [12] Πανελλήνιος Σύνδεσμος Εταιρειών Μόνωσης ΠΣΕΜ:  
<http://www.haic.gr/index.php>
- [13] Δ.Ε.Η:  
<http://www.dei.com.gr>
- [14] Δ.Ε.Σ.Μ.Η.Ε.:  
<http://www.desmie.gr/>
- [15] LAWRENCE BERKELEY LABORATORY FOR STAND BY POWER:  
<http://standby.lbl.gov/standby.html>
- [16] Περιοδικό «Σύγχρονη Τεχνική Επιθεώρηση»:  
<http://www.technicalreview.gr>
- [17] «Οδηγός τεχνικών και οργάνων ενεργειακών μετρήσεων», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999.

- [18] Εταιρία Παροχής Αερίου Αττικής Α.Ε «Φυσικό Αέριο Αττικής»  
<http://www.aerioattikis.gr/Default.aspx?pid=18&la=1>
- [19] «Τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτίρια», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- [20] «Εξοικονόμηση Ενέργειας στις Οικιακές Εγκαταστάσεις Κεντρική Θέρμανσης με Πετρέλαιο» Δραστηριότητα του Προγράμματος SAVE, ΚΑΠΕ
- [21] «Θέρμανση των Κτιρίων με Λέβητες & η Μέτρηση της Καταναλισκόμενης Ενέργειας» περιοδικό ΤΕΧΝΙΚΑ, Σεπτέμβριος 2001
- [22] Αιμ. Γ. Κορωναίος, Γ.-Φοίβος Σαργέντης, «Θερμογραφία», Δημοσιεύσεις Εργαστηρίου Τεχνικών Υλικών, Τεύχος 2, Αθήνα 2003.
- [23] «ΟΔΗΓΟΣ ΚΑΥΣΗΣ, ΛΕΒΗΤΩΝ ΚΑΙ ΚΛΙΒΑΝΩΝ» – ΦΟΥΡΝΩΝ ΚΑΠΕ 1996
- [24] Ο Δ Η Γ Ο Σ Θ Ε Ρ Μ Ο Μ Ο Ν Ω Σ Η Σ Κ Τ Ι Ρ Ι Ω Ν Υπηρεσία Ενέργειας Κύπρου 2010 2<sup>η</sup> έκδοση
- [25] «Υπέρυθρη κάμερα», Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων & Διοίκησης, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 30 Οκτωβρίου 2009.
- [26] «Ηλεκτρονικός αναλυτής καυσαερίων KANE 900 PLUS», Εργαστήριο Συστημάτων Αποφάσεων & Διοίκησης, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα, 16 Δεκεμβρίου 2009.
- [27] Διεθνές Ινστιτούτο Ενέργειας:  
<http://www.energyinst.org>
- [28] Εταιρεία APC :  
<http://www.apc.com/site/apc/>
- [29] PVSYST: Software for Photovoltaic Systems:  
<http://www.pvsyst.com>
- [30] Εταιρία Φωτοβολταϊκών «Solar Systems»  
[http://www\\_solar\\_systems.gr/2010\\_photo](http://www_solar_systems.gr/2010_photo)

- [31] [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr) ( Ιστοσελίδα Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής)
- [32] [www.helapco.gr](http://www.helapco.gr) (Ιστοσελίδα Συνδέσμου Εταιρειών Φωτοβολταϊκών)
- [33] ΦΕΚ 1079B' /4-6-2009 «Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων»
- [34] ΦΕΚ 1557B' /22-9-2010 «Συμπλήρωση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις»
- [35] ΦΕΚ 376//6-9-2010 « Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικόπεδα εντός σχεδίου περιοχών και σε οικισμούς»
- [36] Ηλεκτρονικά καταστήματα:  
<http://www.eco-lamps.gr/>  
<http://www.elektronik.gr/eshop/index.php>  
<http://www.energy-save.gr>  
<http://www.4green.gr>
- [37] ΑΛΛΕΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ ΚΑΙ BLOGS ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ:  
<http://koufomata-expert.blogspot.com>  
<http://steganosi.blogspot.com/>  
<http://e-oikodimos.blogspot.com>  
<http://www.astyservice.gr>  
<http://www.macon.gr>  
<http://alpha6.gr>  
<http://www.alphamonosi.gr/>  
<http://www.fragoulakis.gr/monoseis-taratson.html>  
<http://www.monotica.gr>  
<http://www.kanetoprasino.gr>  
<http://deitzis-energeia.blogspot.com>  
<http://www.buildnet.gr>  
<http://e-domisi.gr>

